

**Aard en omvang verstoring
van overtijende wadvogels
voor de kwelder bij
Westhoek - seizoen 2020**
(nulmeting (T0) dynamisch zoneren)

Bruno J. Ens
Rik Eckhardt
Christian Kampichler
Romke Kleefstra
Hans Schekkerman
Jeroen van Wijk &
Jeroen Nienhuis

Sovon-rapport 2020/30



Aard en omvang verstoring van overtuigende wadvogels voor de kwelder bij Westhoek - seizoen 2020

(nulmeting (T0) dynamisch zoneren)

Bruno J. Ens - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Rik Eckhardt - Van Hall Larensteijn

Christian Kampichler - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Romke Kleefstra - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Hans Schekkerman - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Jeroen van Wijk - Wageningen Universiteit

Jeroen Nienhuis - Sovon Vogelonderzoek Nederland

In het meerjarige samenwerkingsprogramma 'Wij&Wadvogels' werken Het Groninger Landschap, It Fryske Gea, Landschap Noord-Holland, Natuurmonumenten, Rijksuniversiteit Groningen, Staatsbosbeheer, The Fieldwork Company, Vogelbescherming Nederland en de Waddenvereniging aan het herstel van gezonde vogelpopulaties in het Waddengebied. 'Wij&Wadvogels' wordt mogelijk gemaakt door het Waddenfonds, het ministerie van LNV en de drie Waddenprovincies.



Dit rapport is samengesteld in opdracht van



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2021

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Vogelbescherming Nederland

Wijze van citeren: 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-rapport 2021/30. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Foto's: 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

website: 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

1. Inhoud	1
2. Samenvatting	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Resultaten en conclusies	3
2.3. Aanbevelingen	5
3. Inleiding	6
4. Aanpak van het onderzoek en rapportage	7
5. Materiaal en methoden	11
5.1. Studiegebied	11
5.2. Data verzameling	12
5.2.1. Waterstanden	12
5.2.2. Tellingen van vogels en verstoringsbronnen traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan	12
5.2.3. Tellingen bezoekers met wifi-tellers	13
5.2.4. Metingen aan verstoring in detailgebied Westhoek	15
5.3. Data-analyse	19
5.3.1. Overzicht en definities	19
5.3.2. Aanwezigheid verstoringsbronnen en verstoringsfrequentie	19
5.3.3. Verstoringkans en opvliegafstand	20
5.3.4. Vliegtijd en energieverlies	20
6. Resultaten	23
6.1. Vogelaantallen en verstoringsbronnen Koehool – Westhoek – Zwarte Haan	23
6.2. Vogelaantallen en waterstand	28
6.3. Aantallen en verspreiding potentiële verstoringsbronnen in ‘detailgebied Westhoek’	33
6.4. Frequentie en locatie verstoringen in detailgebied Westhoek	37
6.5. Kans op verstoring en verstoringsafstand	40
6.6. Vliegtijd door verstoring	42
6.7. Energieverlies door verstoring	43
6.7.1. Variatie in menselijke activiteit	45
6.7.2. Kosten van uitwijken	45
7. Discussie	49
7.1. Verstoringen met onbekende oorzaak	49
7.2. Opvliegafstanden	50
7.3. Effect van weer op verstoring	50
7.4. Energetische kosten van verstoring	50
7.5. Extrapolatie van menselijk bezoek met wifi-tellers	51
7.6. Kritische waarden voor verstoring	51
7.7. Dijk als HVP	52
7.8. Nulmeting en effectmeting(en)	53
7.8.1. Nulmeting	53
7.8.2. Effectmetingen	54
8. Conclusies	55
9. Aanbevelingen	57
9.1. Dynamisch zonereren	57
9.2. Onderzoek	57
9.3. Effectmeting	58

10. Dankwoord	58
11. Appendices	59
11.1. Appendix A	59
11.2. Appendix B	60
11.3. Appendix C	61
11.4. Appendix D	62
11.5. Appendix E	63
11.6. Appendix F	64
11.7. Appendix G	65
11.7.1. Werking WiFi tellers	65
11.7.2. Problemen	65
11.7.3. Geregistreerde gegevens	65
11.7.4. Oplossing: betere ijking	65
11.7.5. Oplossing: betere gegevensverzameling	67
12. Literatuur	69

2. Samenvatting

2.1. Inleiding

Het verstoringsonderzoek bij Westhoek is onderdeel van een groot door het Waddenfonds, LNV en de drie waddenprovincies gefinancierd project *Wij&Wadvogels*. In dit project 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. Binnen het project kunnen belangrijke verbeteringen voor vogels worden doorgevoerd.

Eén van de deelprojecten is de *pilot* dynamisch zoneren Westhoek. In dat 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. Vaak gaat het om broedvogels in de broedtijd, maar in het geval van Westhoek is dat tijdens hoogwater als er vele tienduizenden vogels op de HoogwaterVluchtPlaats (afkorting HVP) bij elkaar 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 is om in samenspraak met de bewoners, vogelliefhebbers en recreanten deze verstoringdruk 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 een nulmeting voorzien en een effect meting na realisatie van de afgesproken maatregelen. Dit rapport beschrijft de resultaten van de nulmeting die plaatsvond van juli t/m oktober 2020.

2.2. Resultaten en conclusies

In de periode juli t/m oktober 2020 werden tijdens de wekelijkse HVP tellingen minimaal 14.068 en maximaal 107.128 overtuigende vogels geteld in het telgebied Koehool – Westhoek – Zwarte Haan. Gemiddeld ging het om ongeveer 63.000 vogels. Steltlopers vormden iets meer dan de helft van de getelde vogels, met gemiddeld bijna 20.000 Bonte Strandlopers en vele duizenden Kluten, Wulpen en Tureluurs en daarnaast enorme aantallen Bergeenden (bijna 16.000) en Kokmeeuwen (bijna 8.000).

De grootste aantallen vogels en menselijke verstoringbronnen werden waargenomen bij Westhoek en Zwarte Haan. Mensen en fietsers op de dijk konden

voor verstoring zorgen, maar daadwerkelijke menselijke verstoring werd vooral waargenomen als mensen de kwelder via bestaande paadjes betraden en naar het wad liepen.

Als het water tijdens hoogwater boven 120 cm t.o.v. NAP steeg verdween al het wad voor de kwelder van Westhoek onder water en stond het water tot aan de dijk bij dijkvakken zonder voorliggende kwelder. Vogels die bij die waterstand op de dijk probeerden te overtuigen werden daar verstoord door fietsers. Bergeenden gingen dan op het water rusten en voor deze soort is er dan ook geen verband tussen het aantal getelde dieren en de hoogwaterstand. Steltlopers en meeuwen vertrokken daarentegen massaal en de getelde aantallen daalden van gemiddeld 60.000 naar minder dan 15.000.

In de periode juli t/m oktober 2020 was de hoogwaterstand in 25% van de tijen hoger dan 120 cm t.o.v. NAP.

Gedetailleerde waarnemingen aan overtuigende wadvogels, menselijke en natuurlijke verstoringbronnen en verstoringen werden uitgevoerd in detailgebied Westhoek vanaf een centraal punt op de dijk. In totaal werden in ‘detailgebied Westhoek’ tijdens 81 uur observaties meer dan 3000 menselijke potentiële verstoringbronnen geregistreerd. Het betrof vooral wandelaars, vaak met hond, maar daarnaast ook veel honkvaste recreanten (vaak boven op de dijk zittend om van het uitzicht te genieten) en een aanzienlijk aantal vogelwaarnemers en vogelfotografen. Regelmatig passeerden er fietsers over de dijk en heel af en toe gemotoriseerd vervoer.

Net als de honkvaste recreanten bleven de fietsers bijna altijd op de dijk, maar ongeveer 37% van de recreanten en vogelliefhebbers betrad het kwelderpad. Vooral wandelaars met niet aangelijnde honden hadden de neiging om ook over het wad te gaan lopen. Het aantal waargenomen natuurlijke potentiële verstoringbronnen (vooral Bruine Kiekendieven en Slechtvalken) is met een totaal van 68 veel lager dan het aantal van meer dan 3000 menselijke potentiële verstoringbronnen, maar het aandeel verstoringen door mensen was met (28%) niet vele malen hoger dan het aandeel verstoringen veroorzaakt door roofvogels (16%). Het is mogelijk dat een deel van de verstoringen zonder duidelijke oorzaak veroorzaakt werden door roofvogels die niet door de waarnemers werden vastgesteld, maar we vermoeden dat de meeste verstoringen zonder duidelijke oorzaak werden veroorzaakt door “vals alarm”. Over de relatie

tussen de kans op daadwerkelijke verstoringen en de kans op “vals alarm” is niets bekend.

Om de menselijke aanwezigheid en het terrein-gebruik 24/7 te registreren werden 4 wifi-tellers geplaatst. Deze tellers leggen vast hoeveel smartphones op zoek zijn naar een wifi signaal. Niet elke menselijke bezoeker heeft een smartphone. En niet elke smartphone bezitter laat zijn smartphone continu naar wifi zoeken. Alleen de smartphone bezitters die dat wel doen worden geregistreerd door de wifi-tellers. Met de gedetailleerde waarnemingen van menselijke potentiële verstoringbronnen konden de wifi-tellers worden geijkt. Het aantal unieke bezoekers aan detailgebied Westhoek kon met de volgende vermenigvuldigingsfactoren bepaald worden uit het aantal wifiregistraties: 4,6 voor weekdays, 4,2 voor zaterdagen en 2,8 voor zondagen. Binnen de beschikbare analyse-tijd en met de beschikbare ijkingsgegevens bleek het niet mogelijk om onderscheid te maken tussen wandelaars en fietsers en tussen bezoekers die op de dijk bleven en bezoekers die naar het einde van het kwelderpad liepen.

Op basis van de continu registrerende wifi-tellers kon het volgende worden geconcludeerd:

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 bij weercijfer 2 (zeer slecht weer) tot 140 bij weercijfer 9 (zeer mooi weer).
4. Er werd geen effect van vakanties gevonden, wat mogelijk samenhangt met de Corona crisis.

Tijdens de observaties werden in totaal 157 verstoringen waargenomen: 41% met een onbekende oorzaak, 27% door mensen, 16% door het opkomende water en 16% door natuurlijke oorzaken (roofvogels). Het verschil in verstoring tussen roofvogels en mensen is minder dan een factor 2, terwijl mensen in aantal 40 keer meer voorkwamen. Veel mensen bleven op de dijk en zorgden niet voor verstoring, terwijl de roofvogels natuurlijk vaak juist op jacht waren naar de overtuigende vogels.

Gedetailleerde gedragsobservaties werden uitgevoerd voor Bergeend, Wulp, Scholekster, Kokmeeuw, Kluut en Bonte Strandloper. Menselijke verstoringen werden vooral veroorzaakt door mensen die het kwelderpad afliepen en daarna meer of minder ver het wad op gingen. Dankzij de gedetailleerde

gedragswaarnemingen kon voor de meeste onderzoeksoorten de opvliegafstand, de kans op verstoring en de tijd verloren met wegvliegen worden bepaald. Scholeksters werden ook verstoord door mensen, maar er vonden geen menselijke verstoringen plaats tijdens de gedragsobservaties.

Op basis van de menselijke verstoringen per uur, de tijd besteed aan vliegen en gegevens uit de literatuur werd het energieverlies door verstoring berekend en gerelateerd aan het dagelijkse energieverbruik van de onderzoeksoorten. Dit varieerde tussen 0,01% voor de Kokmeeuw en 0,19% voor de Bergeend. Gemiddeld 0,07% voor de onderzoeksoorten, waarbij verschillen te maken hebben met de plek van overtijen en de opvliegafstand. Correctie voor de met wifi-tellers gemeten patronen in menselijke aanwezigheid zorgde voor een verlaging van dit gemiddelde tot 0,04% van het dagelijkse energieverbruik.

Die berekeningen houden geen rekening met de kosten van uitwijken als het wad bij Westhoek tijdens hoogwater helemaal onder water staat. Vermoedelijk als gevolg van menselijke verstoring door vooral fietsers blijkt de dijk geen optie als HVP voor de meeste wadvogels. Uitwijkmogelijkheden zijn nabijgelegen akkers (1,5 km afstand), de kwelder bij Zwarte Haan (8 km afstand) en het eiland Griend (19 km afstand). Bergeenden die van de dijk gejaagd worden overtijen meestal op het water, maar als alle andere vogels bij waterstanden boven 120 cm t.o.v. NAP zouden uitwijken naar Griend zou dit neerkomen op een verhoging van het dagelijks energieverbruik met gemiddeld 3%, variërend tussen 2,0% voor de Kokmeeuw en 4,4% voor de Wulp. Op basis van lokale expertise gissen we dat de vogels meestal uitwijken naar Zwarte Haan, en dat uitwijken naar Griend maar heel af en toe voorkomt. De op basis van dit giswerk berekende uitwijkkosten leiden tot lagere kosten voor uitwijken: gemiddeld 0,16% van het dagelijks energieverbruik voor de uitwijkende soorten. Dit laat onverlet dat de kosten van uitwijken aanzienlijk hoger zijn dan de nu berekende kosten van verstoord worden tijdens hoogwater op de HVP bij Westhoek.

De energetische kosten van extra vliegtijd als gevolg van verstoring en uitwijken zijn naar alle waarschijnlijkheid onderschat omdat: (1) gerekend is met de kosten voor de meest efficiënte manier van vliegen, (2) er geen rekening is gehouden met de vermindering in vliegefficiëntie door vleugelrui, en (3) er geen rekening is gehouden met de verhoogde vlieggkosten door de gewichtstoename van vogels die opvetten om door te trekken naar het zuiden.

Onderschatting van energieverlies door verstoring kan ten onrechte tot de conclusie leiden dat de waargenomen verstoring geen probleem is voor de vogels.

2.3. Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden gedaan voor dynamisch zonereren:

1. Creëer absolute rust op de geschikte dijkvakken bij hoogwater, zodat de vogels niet hoeven uit te wijken bij hoge hoogwaterstanden, maar op de dijk kunnen overrijen.
2. Handhaaf de hoge vegetatie op de kwelder als natuurlijke buffer tussen de HVP op het wad en de mensen op de dijk en ga de kwelder niet beweiden.
3. Sluit het centrale kwelderpad af bij hoogwater, of plaats minimaal borden aan het begin van het pad dat het wad niet betreden moet worden bij hoogwater.

Naast het creëren van rust bij hoog hoogwater op geschikte dijkvakken zou de smalle polder tussen Koehool, Dijkshoek en Westhoek aangekocht kunnen worden en ingericht als alternatieve HVP.

Het volgende onderzoek wordt aanbevolen:

1. Onderzoek het uitwijkgedrag van de verschillende wadvogelsoorten.
2. Onderzoek of het mogelijk is betere schattingen te maken van het energieverlies door verstoring.

Er wordt aanbevolen de effectmeting uit de volgende onderdelen te laten bestaan:

1. Herhaling van de wekelijkse tellingen van het traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan.
2. Herhaling van de observaties in detailgebied Westhoek wat betreft registreren van de aanwezigheid en het gedrag van de potentiële menselijke en natuurlijke verstoringbronnen en of er ook verstoring optreedt.
3. 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.

3. Inleiding

Het verstoringsonderzoek bij Westhoek is onderdeel van een groot project ‘Wij&Wadvogels’ (Dommerholt 2019). In dit project 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. Binnen het project kunnen belangrijke verbeteringen voor vogels worden doorgevoerd. Zo wordt nieuwe natuur geschapen door op verschillende eilanden en langs dijken op het vasteland stukken in te richten als broed-, rust- of foerageergebieden voor vogels. Daarnaast worden bewoners en toeristen bewust gemaakt van de effecten van hun gedrag op vogels. Via voorlichtingscampagnes wordt informatie verspreid over de wijze waarop mensen van de kwelders, dijken, stranden en zandplaten kunnen genieten zonder dat vogels daar al te veel last van hebben. Ten slotte zet ‘Wij&Wadvogels’ in op kennisuitbreiding. Maatregelen die het gebied beïnvloeden worden gemonitord op effectiviteit, gegevens van beschermingsmaatregelen worden geanalyseerd en gedeeld

met de internationale partners.

Eén van die deelprojecten is de ‘pilot dynamisch zoneren Westhoek’. In dit project wordt een pilot (living lab) 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 het geval van Westhoek is dat tijdens hoogwater als er vele tienduizenden vogels op de HoogwaterVluchtPlaats (afkorting 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 is om in samenspraak met de bewoners en recreanten deze verstoring 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 een nulmeting voorzien en een effect meting na realisatie van de afgesproken maatregelen. Dit rapport beschrijft de nulmeting (To).

4. Aanpak van het onderzoek en rapportage

In de inleiding worden de doelstellingen van het project op hoofdlijnen weergegeven. De eerste stap bestond eruit dit verder uit te werken tot een vraagstelling die beantwoord kon worden met wetenschappelijk onderzoek. Vervolgens moest daarbij de juiste aanpak gekozen worden.

Tijdens hoogwater verzamelen zich vele tienduizenden wadvogels op de HVP voor de kwelder van Westhoek (Figuur 4.1). Wandelaars kunnen voor grote verstoring zorgen als ze tijdens hoogwater over het kwelderpad naar de rand van de kwelder lopen en daar het wad opgaan (Figuur 4.2). 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) dan weer voor grote verstoring zorgen.

Om de schade te kwantificeren die de vogels op een bepaalde HVP door verstoring ondervinden zijn de volgende gegevens nodig:

1. De aantallen vogels die met hoogwater overtijden op de betreffende HVP.
2. De frequentie en duur waarmee potentiële verstoringbronnen in het gebied van de HVP aanwezig zijn.
3. Tijd- en energieverlies van de vogels als gevolg



Figuur 4.1. Overtijdende wadvogels op het wad voor de kwelder bij Westhoek op 19 aug 2020. Op de voorgrond vooral Bonte Strandlopers en Krombekstrandlopers. Op de achtergrond meeuwen en Wulpen. © Jeroen van Wijk.



Figuur 4.2. Wandelaars verstoren tijdens hoogwater de overtijdende wadvogels bij Westhoek op 16 aug 2020. © Jeroen van Wijk.

van verstoring door de aanwezigheid van een potentiële verstoringsbron.

Ad 1. Gedurende de zomermaanden is Westhoek van groot belang voor met name wormen etende soorten als Kluut, Bonte Strandloper, Krombekstrandloper, Tureluur, Kokmeeuw e.a. Die aantallen zijn zeer waarschijnlijk groter dan de maandelijkse HVP-tellingen laten zien, omdat met één telling halverwege de maand de piek van een soort op een HVP al gauw gemist wordt, b.v. bij een Krombekstrandloper waarvan aantallen pieken aan het begin en eind van de maand (Kleefstra & Schekkerman 2019). Met een wekelijkse telling wordt beter inzicht verkregen in de waarde van de HVP, alsook op welke soorten de verstoringsbronnen gedurende de zomer van invloed zijn.

Er is al wel enige historische informatie aanwezig. Op de buitendijkse stukken van Westhoek zijn door de jaren heen meer tellingen van bepaalde soorten uitgevoerd door vrijwilligers dan alleen de maandelijkse. Deze tellingen werden op eigen initiatief, buiten de reguliere monitoring van Sovon uitgevoerd en zijn niet opgenomen in de landelijke database (Kleefstra & Schekkerman 2019). Voor de Krombekstrandloper gaat het om extra, wekelijkse zomertellingen sinds de zomer van 2002. Kluut en Bergeend worden tijdens die tellingen ook geteld sinds de zomer van 2013, Tureluur sinds de zomer van 2019. De resultaten van deze tellingen worden ook meegenomen in dit project en dragen bij aan het inzicht in de waarde van Westhoek als HVP gedurende de zomermaanden.

Ad 2. Ook over de potentiële verstoringsbronnen is historische informatie aanwezig omstreeks het tijdstip van hoog water. Vanaf de zomer van 2013 werd vastgelegd hoeveel boten zich tijdens hoog water direct ten noorden van de kwelder van Westhoek bevonden, dit i.v.m. verstoring van ruiconcentraties van Bergeenden. Vanaf de zomer van 2014 werden in toenemende mate ook andere verstoringsbronnen vastgelegd, zoals mensen die tijdens hoog water de kwelders van Westhoek en Zwarte Haan betreden en fietsers op de dijk. Voor de dynamische zonerings zijn vooral deze laatstgenoemde potentiële verstoringsbronnen van belang.

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 het inzetten van zogenoemde wifitellers als meest kosteneffectieve aanpak. Bureau RMC <https://www.rmc.nl/contact/> heeft zich gespecialiseerd in deze aanpak en via dit bedrijf zijn betaalbare sensors aangeschaft en geplaatst in het onderzoeksgebied.

Ad 3. In het kader van CHIRP <https://www.chirp-scholekster.nl/> is een protocol ontwikkeld om aan de hand van verschillende metingen het verlies aan tijd en energie door verstoringen (zowel natuurlijke als menselijke verstoringsbronnen) bij vogels te berekenen (van der Kolk *et al.* 2020).

Dit rapport beschrijft de verschillende onderdelen van het onderzoek als volgt:

- (a) Beschrijving van historische informatie over het voorkomen van overtuigende wadvogels op de HVP's in het studiegebied Koehool – Westhoek – Zwarte Haan.
- (b) Analyse van de wekelijkse vogeltellingen van het studiegebied Koehool – Westhoek – Zwarte Haan, en ook het voorkomen van potentiële verstoringsbronnen, tijdens hoogwater in de periode juli t/m oktober 2020.
- (c) Analyse van het voorkomen van menselijke verstoringsbronnen (wandelaars, fietsers) op basis van de wifi-tellers bij Westhoek in het zomerseizoen 2020. Er is naar relaties gezocht met vakanties, weekenden, tijd van de dag, waterstand en weer. De gegevens zijn gecorrigeerd voor de fractie passanten zonder smartphone met wifi op basis van de observaties door de waarnemers die vogels en verstoringen registreerden in detailgebied Westhoek.
- (d) Analyse van de factoren die de kans op verstoring en de opvliegafstand bepalen, zoals type potentiële verstoringsbron, afstand tussen vogels en de potentiële verstoringsbron en de waterstand, aangezien die laatste factor bepaalt hoe dicht de vogels tegen de rand van de kwelder en de dijk gedrongen zijn.
- (e) Analyse van tijd- en energieverlies door verschillende soorten wadvogels als gevolg van verstoring door wandelaars en recreanten bij Westhoek. Dit is vergeleken met het tijd- en energieverlies als gevolg van verstoring door natuurlijke verstoringsbronnen, zoals roofvogels. De gegevens zijn gecombineerd met de gegevens over het voorkomen van de verschillende verstoringsbronnen en de vogelaantallen, om tot een schatting te komen van het tijd- en energieverlies van de verschillende vogelpopulaties in relatie tot de eerdergenoemde variabelen.

Tijdens het onderzoek werd duidelijk dat misschien wel het grootste probleem van verstoring zich voordoet tijdens hoogwaters die zo hoog zijn dat de vogels niet kunnen overtijen op het wad voor de kwelder van Westhoek. De vegetatie op de kwelder is te hoog om er te overtijen en op de dijk is te veel verstoring. De vogels moeten dus uitwijken. Om die reden is hier nog een uitgebreid hoofdstuk over opgenomen:

- (f) Analyse van de waterstand waarbij het wad voor de kwelder bij Westhoek niet meer droogligt en dus niet meer beschikbaar is als HVP en het mogelijke tijd- en energieverlies als gevolg van uitwijken naar alternatieve HVP's.
-

5. Materiaal en methoden

5.1. Studiegebied

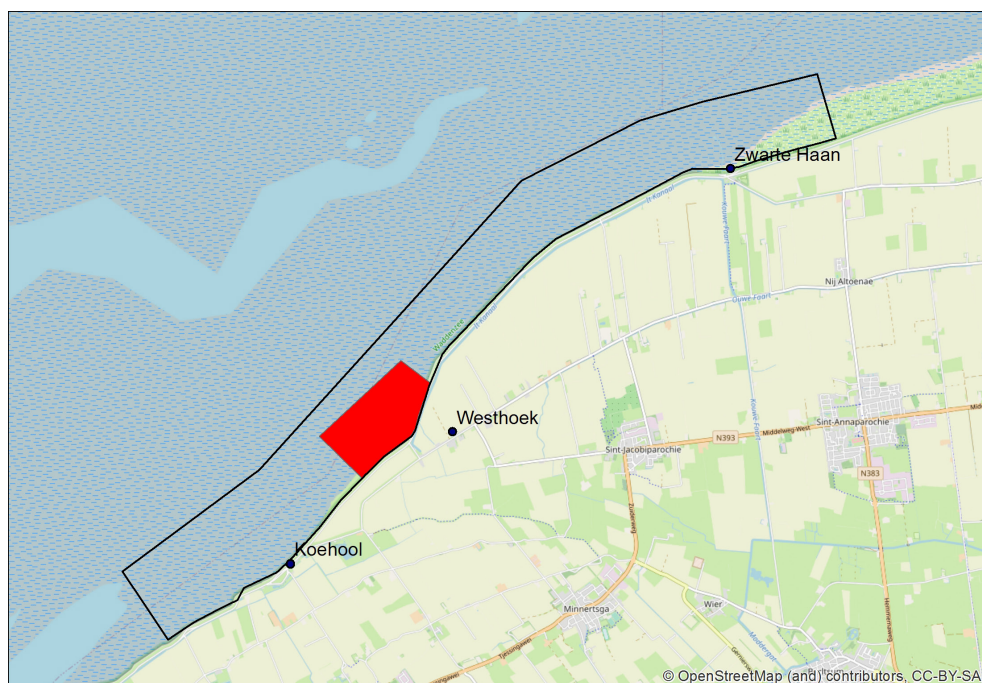
Het studiegebied ligt aan de Friese kust in de westelijke Waddenzee (Figuur 5.1).

Wekelijkse hoogwatertellingen werden uitgevoerd in het telgebied Koehool-Westhoek-Zwarte Haan door Romke Kleefstra, soms vervangen door een andere veldmedewerker van Sovon (Figuur 5.2).

Gedetailleerd onderzoek aan verstoring werd uitgevoerd in een deel van het telgebied ‘Koehool-Westhoek-Zwarte Haan’ (Figuur 5.3) door Jeroen van Wijk en Rik Eckhardt, wat in het vervolg zal worden aangeduid als ‘detailgebied Westhoek’. De geografische coördinaten van de markeringen staan in Tabel 11.1 in Appendix A. In Figuur 5.4 foto’s van de markeringen in het veld.



Figuur 5.1 Ligging studiegebied in de westelijke Waddenzee aan de kust bij Westhoek.



Figuur 5.2. Kaart van het telgebied Koehool - Westhoek - Zwarte Haan. In rood het detailgebied Westhoek waar intensieve gedragswaarnemingen werden gedaan aan de overtuigende wadvogels en potentiële verstoringbronnen.



Figuur 5.3. Markante punten die worden gebruikt bij plaatsbepalingen en grenzen van ‘detailgebied Westhoek’, waar gedetailleerde waarnemingen werden verricht aan de aanwezigheid van overtuigende wadvogels, menselijke en natuurlijke verstoringbronnen, de kans op verstoring en de duur van opvliegen als gevolg van verstoring. WiFi-tellers stonden bij de punten D6, W1, D4 en RS.

5.2. Data verzameling

5.2.1. Waterstanden

De beschikbare ruimte voor wadvogels om te overtuigen op het wad bij Westhoek is afhankelijk van de waterstand tijdens hoogwater. Als het hoogwater heel laag is zijn de droogvallende gebieden van het wad groot en komt het niet tot hoge concentraties van vogels. Bij hogere hoogwaterstanden krimpt de droogvallende oppervlakte wad en concentreren de overtuigende vogels zich in enorm groepen op het wad voor de rand van de kwelder bij Westhoek. Tijdens heel hoge hoogwaterstanden overstroomt echter het hele gebied en moeten de vogels uitwijken naar de dijken – waar ze een grote kans op verstoring tegen komen – of naar de aangrenzende agrarische gebieden. Ook kunnen de vogels uitwijken naar de verder weg gelegen kwelder bij Zwarte Haan en er is zelfs waargenomen dat bepaalde vogels (zoals de Bonte Strandloper en de Kanoet) naar de meerdere kilometers verwijderde zandplaat Griend vlogen. Om de als hoogwatervluchtplaats beschikbare oppervlakte wad tijdens hoogwater te berekenen werd de hoogtedieptekaart van Pree *et al.* (2020) gebruikt. Deze kaart werd uit meerdere bronnen samengesteld (onderwaterdata middels single beam lodingen vanaf vaartuigen volgens een raai patroon; droogvallende en landdata m.b.v. een vliegtuig uitge-

rust met LiDAR; bij overlappende gebieden werden de hoogtedata geprioriteerd boven de data van de lodingen) en maakt het mogelijk de waterlijn voor gegeven waterstanden te bepalen. De waterstanden bij Westhoek werden berekend met InterTides (Rappoldt *et al.* 2014). InterTides maakt gebruik van de waterstanden die elke 10 minuten worden gemeten op meetstations verspreid over de Waddenzee. Voor deze rapportage werden waterstanden van -120 cm t/m 180 cm NAP geanalyseerd en de droogvallende gebieden gevisualiseerd. De kaartjes van -120 cm NAP tot 50 cm NAP laten vooral zien hoe het wad onderloopt. In de herfst 2020 lagen de laagste hoogwaterstanden bij 48 cm NAP. In dit geval is er langs de kust een brede strook wad beschikbaar van Koehool tot de Zwarte Haan. Bij hogere hoogwaterstanden tot 100 cm NAP ontstaat er de belangrijke hoogwatervluchtplaats voor Westhoek. Vanaf 120 cm NAP begint de pionier zone (waar nog wel vogels overtuigen) te overstroomen en staat het water tot aan de rand van de ruige kwelder (ongeschikt als HVP) en de dijk, en bestaat er voor de vogels geen rustmogelijkheid meer op het wad. Er werd uitgerekend hoe vaak dit voorkwam.

5.2.2. Tellingen van vogels en verstoringbronnen traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan

Vanaf 2013 zijn op de buitendijkse stukken van



Figuur 5.4. Foto's van de markeringen in 'detailgebied Westhoek' (Figuur 5.3) die werden gebruikt om de geografische locatie van vogelgroepen en verstoringsbronnen te bepalen. Linksboven: door de WUR geplaatste palen voor sedimentatie-erosie metingen (inclusief rustende Slechtvalk). Rechtsboven: close-up van een van de speciaal geplaatste markeringen. Onder: een markering (rood omcirkeld) en groepen wadvogels tijdens opkomend water. © Jeroen van Wijk.

Westhoek meer tellingen van bepaalde soorten uitgevoerd door vrijwilligers (met name Romke Kleefstra en Hans Schekkerman) dan alleen de maandelijkse door Sovon georganiseerde hoogwatertellingen.

Deze tellingen werden op eigen initiatief, buiten de reguliere monitoring van Sovon, uitgevoerd en zijn niet opgenomen in de landelijke database. Voor de Krombekstrandloper gaat het om extra, wekelijkse zometellingen sinds de zomer van 2002. Kluut en Bergeend worden tijdens die tellingen ook geteld sinds de zomer van 2013, Tureluur sinds de zomer van 2019. In 2013, 2014 en 2016 zijn geen notities gemaakt van potentiële menselijke verstoringsbronnen. In 2015 werden recreanten alleen genoteerd als er sprake was van verstoring. In 2019 zijn alle waargenomen mensen genoteerd als wandelaar, ook als er sprake was van honkvaste recreanten. Door deze gegevens in te voeren met Oog voor het Wad (Ens *et al.* 2018) kwamen ze beschikbaar voor analyse in het kader van deze rapportage.

in de periode 1 juli – 15 oktober 2020 zijn wekelijks hoogwatertellingen verricht van het traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan (Figuur 5.2). Hierbij werden niet alleen de vogels, maar ook alle potentiële verstoringsbronnen vastgelegd, en of er sprake was

van verstoring. Ook deze tellingen werden ingevoerd met Oog voor het Wad (Ens *et al.* 2018). De meeste tellingen werden uitgevoerd door Romke Kleefstra, die een enkele keer werd vervangen door een collega veldmedewerker van Sovon.

5.2.3. Tellingen bezoekers met wifi-tellers

De sensor van een wifi-teller registreert de aanwezigheid van smartphones die wifi aan hebben staan binnen een straal van enkele tientallen meters. De smartphones met wifi aan worden herkend aan hun MAC adres. MAC is een afkorting van 'Media Access Control', een identificatienummer dat aan een apparaat in een ethernetnetwerk is toegekend. Om te voorkomen dat een MAC-adres kan worden herleid naar één specifiek apparaat, wordt dit bij telling direct omgezet naar een ander willekeurig nummer op de sensor. Hierdoor versturen de sensoren nooit MAC-adressen naar de server waar de ruwe tellingen worden verwerkt. Zodra dit nummer aankomt op de server, wordt het geanonimiseerd. Dat betekent dat het voor de tweede keer wordt veranderd. Het nummer kan daarna nooit meer herleid worden naar één apparaat. Tot slot wordt de informatie maximaal 24 uur bewaard. De methode voldoet daarmee aan alle



Figuur 5.5. Foto van de wifi-tellers aan het begin en einde van het kwelderpad op 18 aug 2020. © Bruno Ens.

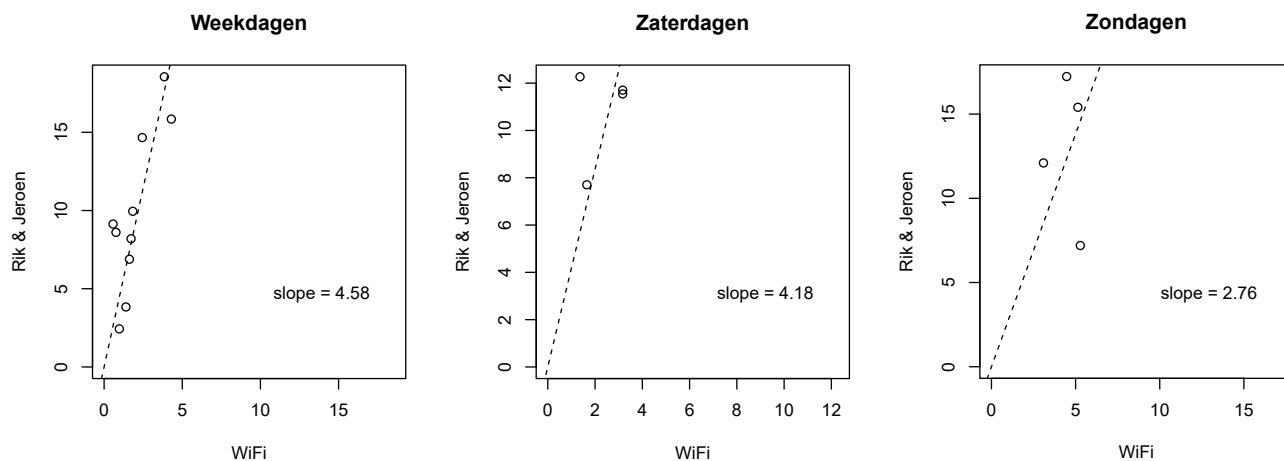
Europese wetgeving. In drukke winkelstraten worden smartphones binnen een straal van 20 m gedetecteerd, maar in het open veld geldt minimaal 50 m (*mond. med.* Huib Lubbers).

Op 18 aug 2020 zijn vier wifi-tellers geplaatst op de in Figuur 5.3 aangegeven posities (W1, RS, D4 en D6). In Figuur 5.5 een foto van de wifi-tellers bij W1 (begin van het kwelderpad) en RS (einde van het kwelderpad).

Wifi-tellers kunnen alleen een precieze schatting van het aantal passanten leveren als (a) iedere wandelaar, fietser, vogelkijker etc. een mobiele telefoon bij zich heeft en (b) op de telefoon is ingesteld dat automatisch verbinding moet worden gemaakt met beschikbare wifi-netwerken. Omdat niet kan worden aangenomen dat elke passant aan deze veronderstellingen voldoet zal het door de wifi-tellers vastgestelde aantal passanten altijd een onderschatting van het ware aantal zijn. In de gebruikelijke toepassing van wifi-tellers in winkelstraten wordt daarom na plaatsing van een wifi-teller een conversie-factor bepaald door gerichte tellingen van passanten te vergelijken met de registraties door de wifi-tellers. Het blijkt dat die conversiefactor hoger uitvalt op drukke

momenten dan op rustiger momenten, wat op mogelijke interferentie tussen smartphones wijst (Huib Lubbers, *pers. med.*).

Om een correctiefactor te bepalen, waarmee het waargenomen aantal passanten naar het meest waarschijnlijke ware aantal kan worden omgerekend, werden de door Jeroen van Wijk en Rik Eckhardt tussen 2 augustus en 27 september gemaakte waarnemingen gebruikt. Het gaat om 18 tellingen. Voor elk dag werden de unieke MAC-adressen bepaald die door de wifi-tellers werden waargenomen in de periode dat Rik & Jeroen aan het tellen waren. De lengte van de telperiode verschilde tussen dagen. Daarom werden voor elke dag zowel de tellingen van Rik & Jeroen en de wifi-tellingen gestandaardiseerd naar "aantal passanten per uur". De berekeningen werden uitgevoerd met deze "aantallen passanten per uur". Omdat het mogelijk is dat doordeweekse bezoekers een ander gebruik en smartphone bezit hebben dan weekendbezoekers zijn de analyses separaat gemaakt voor werkdagen, zaterdagen en zondagen. Een door de oorsprong geforceerde lineaire regressie met het door de wifi-tellers getelde aantal passanten als verklarende variabele en het tijdens de waarnemingen getelde aantal passanten als afhankelijke variabele



Figuur 5.6. Verband tussen het aantal door Rik Eckhardt & Jeroen van Wijk getelde passanten per uur en de registraties op de wifi-tellers per uur voor weekdagen, zaterdagen en zondagen. Elk punt betreft een waarnemingsperiode van een aantal uren.

levert een richtingscoëfficiënt op die als omrekenfactor kan worden gebruikt.

De berekende omrekenfactoren (Figuur 5.6) zijn duidelijk hoger dan de schattingen uit Nederlandse winkelstraten (tussen 1,5 en 2; Yannic Audenaerde, Bureau RMC, *mond. med.*). Alleen op zondagen komt de omrekenfactor voor Westhoek in de buurt van deze schattingen. Terwijl de omrekenfactor voor werkdagen redelijk stabiel is zijn de factoren voor zaterdagen en zondagen gebaseerd op een heel kleine steekproef en daardoor minder betrouwbaar.

Pogingen om fietsers te onderscheiden van voetgangers en voor de voetgangers een onderscheid te maken tussen wandelaars die op de dijk bleven en wandelaars die naar het einde van het kwelderpad liepen waren niet succesvol. In de discussie bespreken we mogelijke oorzaken.

5.2.4. Metingen aan verstoring in detailgebied Westhoek

De aantallen vogels die zich bij hoogwater verzamelen bij Westhoek zijn gigantisch (Figuur 5.7). Het is onmogelijk om alle vogels continu in de gaten te



Figuur 5.7. Op het wad voor de kwelder bij Westhoek overtuigende wadvogels op 2 sept 2020. © Jeroen van Wijk.



Figuur 5.8. Jeroen van Wijk en Rik Eckhardt observeren de vogels en verstoringsbronnen in 'detailgebied Westhoek' op 18 aug 2020. © Bruno Ens.

houden, zeker bij een grote verstoring. Zonder dat is het onmogelijk om de kosten van verstoring te bepalen. Om die reden is de in het kader van CHIRP op Vlieland ontwikkelde onderzoeksmethode (Van der Kolk *et al.* 2020) toegepast, waarbij niet alle vogels gevolgd worden, maar een aantal van tevoren geselecteerde groepen, waarvan de verplaatsingen tijdens de hele hoogwaterperiode nauwkeurig konden worden gevolgd.

Waarnemingen aan vogels en verstoringsbronnen in 'detailgebied Westhoek' werden uitgevoerd door Jeroen van Wijk en Rik Eckhardt (Figuur 5.8) vanuit een vaste positie op de top van de dijk, (circa 200 meter vanaf het begin van het wad, ter hoogte van punt W1 in Figuur 5.3).

De waarnemers deden hun observaties van 2,5 uur voor tot 2 uur na hoogwater met behulp van telescopen (20-60x zoom) en verrekijker. Door hier vroeg mee te beginnen en het wad niet te naderen, kon worden aangenomen dat vogels de waarnemers niet als potentiële verstoringsbronnen zagen. De observatieperiode werd regelmatig ingekort om verschillende redenen, zoals vogels die het studiegebied verlieten of hoogwaters die gedeeltelijk buiten de daglichtperiode vielen. Waarnemingen werden uitgevoerd van 3 augustus 2020 tot 27 september 2020, voor een totaal van 157 uur in 43 hoogwaterperiodes. De opvliegafstand bij verstoring correleert positief met de grootte van een vogelsoort (Spaans *et al.* 1996, Krijgsveld *et al.* 2008). Daarom zijn zes vogelsoorten geselecteerd die sterk in grootte variëren.



Figuur 5.9. Panorama beeld van de kwelder en het wad bij Westhoek bij hoogwater op 2 sept 2020. Duidelijk is te zien hoe groepen vogels over een grote oppervlakte zijn verspreid. Bonte Strandlopers bevinden zich dicht onder de kwelder, maar Kluten, Wulpen en Bergeenden houden in gescheiden groepen meer afstand. © Jeroen van Wijk.

Datum		Locatie				Tijd		Bewolking			
Starttijd		Teller				Wind		Temperatuur			
Eindtijd		Tellers				Neerslag		Opmerkingen			
Vogeltellingen											
Tijd	Aantal	Soort	Act.	Locatie	Opmerkingen	Tijd	Aantal	Soort	Act.	Locatie	Opmerkingen

Figuur 5.10. Veldformulier voor de vogeltellingen van geselecteerde vogelgroepen die elk uur plaatsvonden in 'detailgebied Westhoek. De precieze locatie van de groepen werd steeds op kaart ingetekend.

Datum		Tijd				Locatie				Opm.						
Verstoringsbronnen				Verstoringen												
V	Tijd	Type	Aant.	Locatie	Hoogte	Richt.	Route	Soort	Aantal	Locatie	React.	Richt.	Afst.	Duur	Bron	Opm.

Figuur 5.11. Veldformulier voor het vastleggen van de potentiële verstoringsbronnen en eventuele verstoringen als die daadwerkelijk optraden.

Bovendien waren deze soorten relatief gemakkelijk te observeren vanwege hun duidelijk te onderscheiden kenmerken, zoals grootte, snavelvorm en verenkleed, en talrijk aanwezig in het studiegebied. De volgende vogelsoorten werden geselecteerd: Bergeend (*Tadorna tadorna*), Tureluur (*Tringa totanus*), Bonte Strandloper (*Calidris alpina*), Wulp (*Numenius arquata*), Scholekster (*Haematopus ostralegus*) en Kluut (*Recurvirostra avosetta*). Naast deze zes soorten zijn ook verschillende soorten meeuwen waargenomen, in gemengde groepen. Het bepalen van soorten in winterkleed van grote afstand is lastig. Verreweg het grootste deel van deze groepen (89%) bestond echter uit Kokmeeuwen (*Chroicocephalus ridibundus*), zie Figuur 6.1. Bovendien is het aannemelijk dat de gevoeligheid voor verstoring van meeuwen bij de verschillende soorten ongeveer hetzelfde is (Spaans *et al.* 1996). Tijdens observaties werden tussen de 1 en 5 groepen rustende vogels geteld en elke 30 minuten in kaart gebracht. Grote groepen (gemiddelde grootte van 1433 vogels, maximaal 47140) waren vaak erg breed en bestreken ten minste 100 meter (Figuur 5.9). Voor zulke groepen hebben we het centrum van de groep geschat en vervolgens in kaart gebracht. Deze groepen vogels zijn geselecteerd om te worden geobserveerd tijdens het optreden van een verstoring (Van der Kolk *et al.* 2020). We kozen ervoor om maximaal 5 groepen tegelijk te volgen om de kans op onderschatting van de verstoringfrequentie en de verstoringkans te verminderen. Onderschatting treedt op wanneer groepen vogels in kaart worden gebracht maar niet worden gevolgd tijdens een

verstoringsebeurtenis (Van der Kolk *et al.* 2020). Gegevens over de tijd, het aantal vogels in een groep, de soort (meeuwen werden als één groep behandeld), de locatie van de groepen en hun activiteit werden eenmaal per 30 minuten genoteerd op een veldformulier (Figuur 5.10). Er werden overtuigende groepen geselecteerd die goed gevolgd konden worden (de groep had duidelijke grenzen) en die bij voorkeur dichtbij waren (<600 meter). Dit werd gedaan om een hogere nauwkeurigheid te hebben bij het tellen van de aantallen en schatten van locaties. Om deze reden vertegenwoordigen de groepen die in Figuur 6.21 worden weergegeven niet alle groepen op de HVP. De wekelijkse hoogwatertellingen geven wel zo'n beeld (Figuur 6.4).

Alle mogelijke verstoringsbronnen die het studiegebied binnenkwamen werden geregistreerd. Er werden unieke ID's toegewezen aan elke verstoringsbron voor de volledige observatieperiode van die dag. Voor elke verstoringsbron in het studiegebied is het type, het tijdstip van binnenkomst in het studiegebied en de locatie vastgelegd. Als een potentiële verstoringsbron het wad opging of verliet, werd een extra tijd en locatie genoteerd. De gegevens zijn genoteerd op een door Van der Kolk ontworpen veldformulier (Figuur 5.11).

Tijdens het onderzoek viel op dat geen van de onderzochte vogelsoorten reageerde op (1) vaartuigen in de geul, (2) op grote hoogte passerende vliegtuigen en (3) Torenvalken (*Falco tinnunculus*). Om deze reden werden ze niet beschouwd als mogelijke sto-

ringsbronnen en werd hun aanwezigheid niet geregistreerd.

Bij een daadwerkelijke verstoring werden de tijd en de locatie van de verstoringstoringsbron genoteerd. Hierdoor kon de afstand worden bepaald tussen de verstoringbron en de focale vogelgroepen tijdens een verstoring. Een verstoring is als volgt gedefinieerd: er is sprake van verstoring als de vogels vluchtgedrag vertonen (weglopen of opvliegen) bij nadering door een potentiële verstoringbron, of als duidelijk gevolg van een plotselinge beweging van een potentiële verstoringbron die zich gedurende een langere periode bewegingsloos op één locatie had bevonden. We registreerden ook vluchtreacties wanneer vogels werden verstoord door het opkomende tij of wanneer er geen duidelijke verstoringbron aan de reactie kon worden gekoppeld. Deze verstoringen werden respectievelijk geregistreerd als 'water' en 'onbekend'. Verstoringen werden genoteerd op hetzelfde veldformulier als de mogelijke verstoringbronnen (Figuur 5.11) om een verstoringbron gemakkelijk te kunnen koppelen aan een bepaalde verstoring.

Het in kaart brengen van de locaties van vogels en mogelijke verstoringbronnen werd gedaan in de ViewRanger-app (AugmentaLtd. 2020). Voor de locatiebepaling van vogelgroepen en verstoringbronnen werden bestaande markeerpunten in het studiegebied benut, die werden aangevuld met meerdere extra markeerpunten op het wad (Figuur 5.3, Figuur 5.4). De exacte locaties van de markeringspunten werden bepaald door hun GPS-posities te registreren (Appendix A) en werden weergegeven op de kaart in de ViewRanger-app. Er is gebruik gemaakt van de volgende markeringspunten:

- 12 palen die Wageningen University & Research gebruikt om sedimentatie en erosie van het wad te bestuderen (de Leeuw 2019) (SEB1-12 in Figuur 5.3, Figuur 5.4);
- 14 markeringspalen die voor dit doel op het wad werden geplaatst (R1-14 in Figuur 5.3, Figuur 5.4);
- 4 palen met wifi-telapparaten (W1, RS, D4 & D6 in Figuur 5.3, Figuur 5.5);
- 2 fietsknooppunten op de dijk (D2 & D3 in Figuur 5.3);
- kribconstructie die uitsteekt op het wad (U in



Figuur 5.12. Verband tussen de vanaf de dijk geschatte positie (rode driehoeken) en de werkelijke positie (groene driehoeken) van een met GPS over het wad lopende onderzoeker.

Figuur 5.3);

- 4 locaties verdeeld over de vegetatie in het studiegebied (veg1-4 in Figuur 5.3).

Als een groep vogels werd verstoord, werd het aantal vogels geschat dat een reactie vertoonde. De vluchtduur van deze vogels werd geregistreerd met een stopwatch (van der Kolk 2020, Van der Kolk *et al.* 2020). Het was echter niet altijd mogelijk om de vluchtduur vast te leggen, aangezien de vogels soms naar HVP's buiten het observatiegebied 'detailgebied Westhoek' vlogen, zich vermengden met andere groepen vogels of soms zelfs het studiegebied verlieten. Als gevolg hiervan ontbrak de vluchtduur voor 10,1% van de verstoringen (16 van de 158 totale verstoringen). Voor vogels die in het studiegebied verbleven werden deze ontbrekende waarden geschat uit de gemiddelde vluchtduur van de desbetreffende verstoringen en vogelsoort (11 van de 158 totale verstoringen). Ontbrekende vluchttijden voor vogels die het studiegebied verlieten (5 van de 158 totale verstoringen) werden geschat door de afstand van het studiegebied tot een locatie waar de vogels buiten het studiegebied werden gevonden (Figuur 5.3) te delen door de gemiddelde vliegsnelheid per vogelsoort. De vliegsnelheid werd afgeleid uit de vliegafstanden en vliegduur tijdens verstoringen die wel volledig konden worden gevolgd.

De vliegafstand werd geschat tussen de locatie vanwaar de vogels vluchtten tot de locatie waar ze uiteindelijk landden. De 14 markeringspalen, geplaatst in een raster van 200 bij 200 meter, werden als referentie gebruikt. Doordat groepen ook wel rondjes vlogen is de afgelegde vliegafstand meestal groter dan de hemelsbrede afstand tussen plek van opvliegen en plek van landen. Om deze reden werd de vliegtijd en niet de vliegafstand gebruikt om de energetische kosten van opvliegen voor verstoring te berekenen.

De nauwkeurigheid van de locatiebepaling werd in het veld getest. Een waarnemer liep op het wad in het studiegebied en legde zijn eigen GPS-posities op 6 of 7 locaties vast. De op de dijk gebleven waarnemer schatte de locatie, als daartoe een signaal werd gegeven, op dezelfde manier als het schatten van de locaties van de vogels en verstoringen. Beide waarnemers hebben beide rollen vervuld. De echte en geschatte GPS-coördinaten werden vervolgens vergeleken om een indicatie van de nauwkeurigheid te krijgen (Figuur 5.12). Hieruit vonden we een gemiddelde afwijking van 89 meter (variërend tussen 9 en 194 meter).

Gegevens over waterstanden zijn verkregen van Rijkswaterstaat. Omdat het meetstation van de haven van Harlingen het dichtst bij het studiegebied lag werd dit gebruikt. Voor de gehele onderzoekspe-

riode waren gegevens van elke 10 minuten beschikbaar en uitgedrukt in 'Amsterdam Ordnance Datum' (cm boven NAP; Rijkswaterstaat, 2020).

5.3. Data-analyse

5.3.1. Overzicht en definities

Uit onze gegevens hebben we (1) het voorkomen van verstoringen, (2) verstoringfrequentie, (3) kans op verstoring, (4) vluchtafstand en (5) vluchtduur en extra energieverbruik veroorzaakt door verstoring afgeleid en geanalyseerd. De verstoringfrequentie werd gedefinieerd als het aantal keren dat een gemiddeld individu op de vlucht sloeg voor verstoringen. De verstoringkans werd gedefinieerd als de kans dat een verstoring een vluchtrespons veroorzaakte van ten minste 1% van de waargenomen vogelgroep. De vluchtduur werd gedefinieerd als de vliegtijd van de groep nadat zich een verstoring had voorgedaan. Ten slotte hebben we door een combinatie van verstoringfrequentie en vluchtduur berekend hoeveel het dagelijkse energieverbruik van een individuele vogel is toegenomen als gevolg van verstoring gedurende een periode van 4,5 uur hoogwater. Analyses zijn uitgevoerd in Microsoft Excel (365), SPSS 25 (IBM Analytics) en R (RCoreTeam 2017). Kaartvisualisaties zijn gemaakt in ArcGIS Pro v.2.6 (ESRI, 2020).

Omdat we niet genoeg gegevens over de Tureluur hebben verzameld, is deze soort uitgesloten van analyses.

5.3.2. Aanwezigheid verstoringen en verstoringfrequentie

Het gemiddelde voorkomen van de verstoringen (aantal potentiële verstoringen dat het studiegebied bezoekt per uur hoogwater) werd berekend door het totale aantal geregistreerde potentiële verstoringen te delen door het totale aantal observatie-uren. We hebben de gemiddelde verstoringfrequentie (aantal verstoringen per uur) per soort berekend. We hebben gecorrigeerd voor het aandeel vogels in de gevolgde vogelgroepen dat daadwerkelijk werd verstoord, door het aantal gestoorde vogels te delen door de totale grootte van de groep bij elk uur van observatie. De verstoringfrequentie wordt daarom uitgedrukt in het aantal vluchten per uur hoogwater dat een gemiddelde vogel door verstoring daardoor maakte.

Met de wifi-tellers hebben we geprobeerd uit te vinden waar het menselijk bezoek 24/7 vanaf hangt. Er is onderzocht of de volgende verklarende variabelen een effect hadden op het aantal unieke passanten in 'detailgebied Westhoek' per uur: tijd van de dag, dag in de week (doordeweek, zaterdag of zondag), vakanties, seizoen en het weercijfer. We hebben

voor het weercijfer gekozen i.p.v. een hele serie afzonderlijke weersvariabelen, zoals wind, temperatuur, neerslag, mist etc., omdat het in één variabele de kwaliteit van het weer beschrijft voor menselijke bezoekers om naar buiten te gaan. De website van het KNMI www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/weercijfers beschrijft het weercijfer als volgt: “Het weercijfer tussen 0 en 10 wordt bepaald uit het weer overdag, tussen 7 en 19 uur. Een droge dag met nauwelijks bewolking of mist en weinig wind krijgt een 10. Afhankelijk van de hoeveelheid wolken vermindert dit met 1 tot 3 punten. Is het mistig dan kost dat, afhankelijk van de duur 1 of 2 punten. Voor de regen telt het aantal uurvakken met neerslag, dus ook alleen de duur. Zijn er tussen 7 en 19 uur twee uurvakken met regen dan kost dat 1 punt. Maar regent het in 11 of 12 uurvakken dan kost dat 4 punten. Een zwakke wind kost geen punten, maar een matige wind van windkracht 3 gedurende minstens 3 uur kost 1 punt. De temperatuur speelt geen rol, zodat het weercijfer objectief is en ook koude, mooie dagen gunstig scoren. Langdurige regen overdag en veel wind leveren altijd een lage score.”

5.3.3. Verstoringskans en opvliegafstand

De algemene verstoringskans is afgeleid door het totale aantal geregistreerde verstoringen te delen door het totale aantal geregistreerde potentiële verstoringsbronnen, per categorie. Dit is alleen gedaan voor antropogene verstoringsbronnen, aangezien dit het enige type verstoringsbronnen was waarvan we zeker (bijna) elke potentiële en feitelijke verstoringsbron hebben geregistreerd. De verstoringskans werd verder onderzocht met behulp van gegeneraliseerde lineaire modellen. Waterpeil en afstand tot mogelijke verstoringsbron werden als verklarende variabelen gebruikt. Deze afstand werd berekend tussen de bestudeerde vogelgroepen en alle geregistreerde potentiële verstoringsbronnen. Als een verstoringsbron meerdere keren is ingevoerd, is de kortste afstand tussen de verstoringsbron en de onderzochte vogelgroep gebruikt. Dit werd gedaan om pseudoreplicatie te voorkomen. Antropogene verstoringsbronnen werden onderverdeeld in de volgende categorieën: mensen met honden, bewegende mensen, niet bewegende mensen en gemotoriseerde voertuigen. Antropogene bronnen werden als covariabelen in de modellen opgenomen. We hebben natuurlijke verstoringsbronnen in het model uitgesloten, omdat we er niet zeker van waren dat we alle roofvogels in het studiegebied hadden geregistreerd.

We vergeleken opvliegafstanden (aangeduid met FID, de afkorting van *Flight Initiation Distance*) tussen verschillende vogelgroepgroottes, vogelsoorten en soorten verstoringen om inzicht te krijgen in hoe ze de FID van de vogels in het studiegebied beïnvloeden.

We berekenden gemiddelden, hoogste en laagste waarden en standaarddeviaties in FID van de verschillende vogelsoorten en soorten verstoringen. Om de relatie tussen de grootte van de vogelgroep en de FID te onderzoeken, hebben we de Spearman rangorde-correlatiecoëfficiënt berekend en op significantie getest. Om te testen op significante verschillen in FID tussen vogelsoorten en soorten verstoringen, gebruikten we Welch's One-way variantieanalyse (ANOVA).

Om meer statistische power te hebben tijdens de analyse van verschillen in FID veroorzaakt door verstoringsbronnen, hebben we 4 groepen verstoringsbronnen onderscheiden. De 4 groepen bestonden uit:

1. Roofvogels: Bruine Kiekendief (*Circus aeruginosus*, N = 5), Slechtvalk (N = 11), Sperwer (*Accipiter nisus*, N = 1) en Zeearend (N = 1);
2. Honden: aangelijnde honden (N = 1) en niet aangelijnde honden (N = 4);
3. Bewegende bezoekers: wandelaars (N = 29), bewegende vogelaars (N = 2) en fietsers (N = 1);
4. Niet-bewegende bezoekers: niet-bewegende recreanten (N = 1) en niet-bewegende vogelaars (N = 2).

Tijdens de vorming van de groepen zijn 4 minimale verstoringen, die werden veroorzaakt door natuurlijke verstoringsbronnen, verwijderd uit 64 gevallen van verstoring waarvan we FID konden bepalen. Dit betrof twee gevallen van verstoring veroorzaakt door Grote Mantelmeeuwen (*Larus marinus*) met FID = 0 (meeuwen) en één door een Torenavalk (FID = direct boven een groep Bonte Strandlopers), omdat de aanwezigheid van Torenavalken en Grote Mantelmeeuw niet structureel is genoteerd omdat ze naar verwachting geen verstoring zouden veroorzaken. Daarnaast waren de FID's veroorzaakt door de Grote Mantelmeeuw en Torenavalk zo laag dat ze niet vergelijkbaar waren met die van andere roofvogels. De laatste verstoringsgebeurtenis die vóór de analyse verwijderd werd, was de verstoring veroorzaakt door een Gewone Zeehond (*Phoca vitulina*) (FID = 97 m bij Bonte Strandloper). We hebben deze gebeurtenis verwijderd omdat de Gewone Zeehond een zoogdier is en dus niet te vergelijken met roofvogels en ook maar één keer voorkwam in de waarnemingen.

5.3.4. Vliegtijd en energieverlies

Om de relatie tussen de grootte van de vogelgroep en de vluchtduur te onderzoeken, is de Spearman rangorde-correlatiecoëfficiënt berekend en op significantie getoetst. One-way variantieanalyse (ANOVA) werd gebruikt om te toetsen op significante verschillen in vluchtduur tussen vogelsoorten en soorten verstoringen. Vooraf is met Shapiro-Wilk-test getoetst of vluchtduur wel een normale verdeling

Tabel 5.1 Gemiddelde vlieggkosten van de onderzochte vogelsoorten in kJ per verstoring. Ook weergegeven de schatting voor het lichaamsgewicht en de dagelijkse energieuitgave (DME). Ter vergelijking ook de getallen voor DME zoals gehanteerd in de studie naar de effecten van bodemdaling (Ens *et al.* 2016).

vogelsoort	M	DME		vlieggkosten					Bron
	lichaams gewicht g	dagelijkse uitgave kJ/d	*alternatief kJ/d	span-wijdte m	vleugel- oppervlak m ²	vlieggkosten W	vliegtijd Tv s	Energie verlies per verstoring kJ	
Bonte Strandloper	44	138	125	0.36	0.017	2.4	104.9	0.25	(Viscor & Fuster 1987)
Kluut	295	505	514	0.77	0.066	14.7	61.5	0.90	(Greenewalt 1962)
Kokmeeuw	280	487	424	0.97	0.085	11	54.1	0.60	(Feshalami <i>et al.</i> 2019)
Scholekster	550	772	685	0.81	0.062	37.5	97	3.64	(Van der Kolk <i>et al.</i> 2020)
Wulp	850	1038	856	1.04	0.118	50.2	72.4	3.63	(Van der Kolk <i>et al.</i> 2020)
Bergeend	1167	1288	1087	1.2	0.179	65.8	81.5	5.36	(Patterson 1982, Shyy <i>et al.</i> 2013)

volgde. Om minder af te wijken van de normale verdeling is vluchtduur log₁₀ getransformeerd. Om inzicht te krijgen in hoe de vluchtduur tijdens verstoringen werd beïnvloed werd vergeleken hoe verschillende vogelgroepgroottes, vogelsoorten en verstoringstypen deze de vluchtreacties, en daarmee het energieverbruik van de vogels in het studiegebied, beïnvloedden. Van de vluchtduur van de verschillende vogelsoorten en soorten verstoringen werd het gemiddelde, de uiterste waarde en de standaarddeviatie berekend.

Op basis van de waargenomen verstoringfrequenties en vluchtduur kon het gemiddelde extra dagelijkse energieverbruik als gevolg van verstoring van de vogels berekend worden tijdens een 4,5 uur durende hoogwaterperiode. Dit is gedaan voor elke soort en categorie verstoringbronnen. Het verbruik is uitgedrukt als percentage van het dagelijkse energieverbruik. Energetische vluchtkosten werden geschat met behulp van de functie findMinimumPowerSpeed in het afpt R-pakket, dat de optimale vliegsnelheid en kosten van vogels schat op basis van hun lichaamsgewicht (in kg), vleugelspanwijdte (in meters) en vleugeloppervlak (in vierkante meters) (Klein Heerenbrink *et al.* 2015, Van der Kolk *et al.*

2020). Het dagelijkse energieverbruik (DME, afkorting van *Daily Metabolized Energy*) werd geschat in kJ op basis van de massa (M, in kg) van de vogelsoorten (Nagy *et al.* 1999, Van der Kolk *et al.* 2020):

$$\text{Dagelijkse energieverbruik (DME)} = 10,5 \times (M \times 1000)^{0,681}$$

Waarden voor parameters die werden gebruikt in de schattingen van de vluchtkosten en het dagelijkse energieverbruik werden uit de literatuur gehaald (Tabel 5.1). Omdat er bij de Bergeend een significant verschil is tussen het gemiddelde gewicht van mannetjes en vrouwtjes is de ondergrens van het mannelijke Bergeendgewicht gebruikt. Vleugeloppervlak kon niet worden verkregen uit de literatuur voor Bergeend en werd daarom geschat op basis van lichaamsgewicht (Shyy *et al.* 2013):

$$\text{Vleugeloppervlak} = 0,16 \times M^{0,72}$$

Omdat de gemengde groep meeuwen in ons studiegebied voornamelijk bestond uit Kokmeeuwen, zijn de waarden van deze soort gebruikt voor schattingen.

6. Resultaten

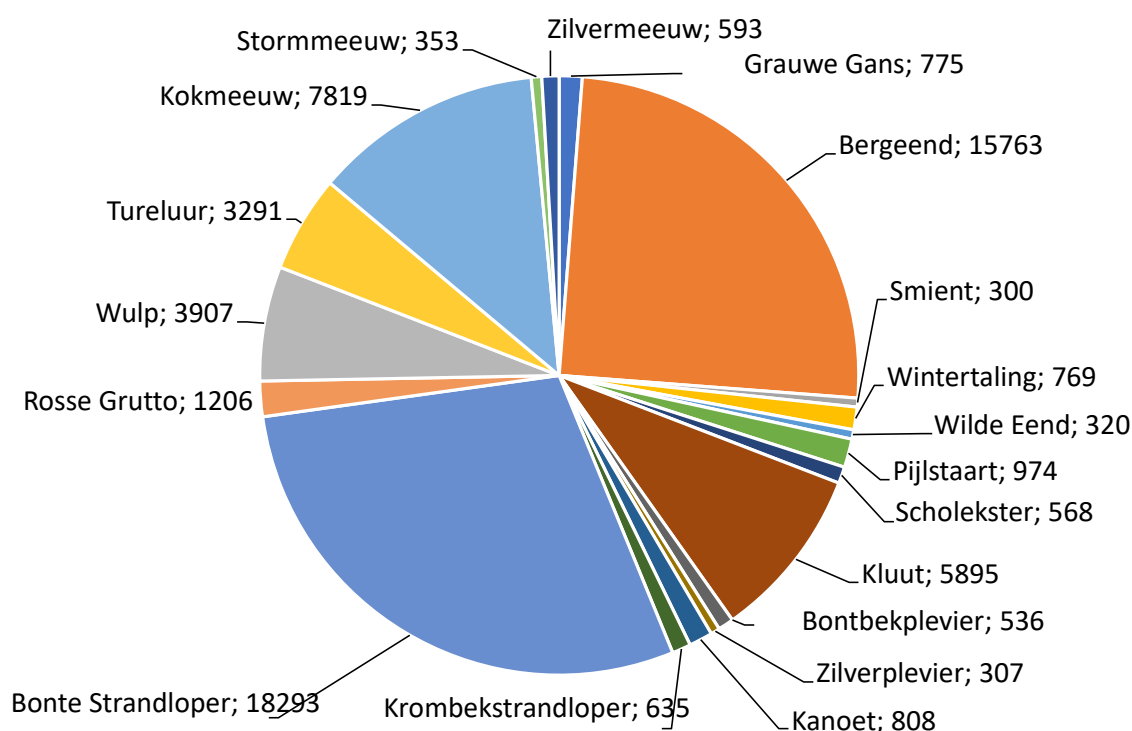
6.1. Vogelaantallen en verstoringsbronnen Koehoel - Westhoek - Zwarte Haan

In de periode juli t/m oktober 2020 werden tijdens de wekelijkse tellingen minimaal 14.068 en maximaal 107.128 overtuigende vogels geteld (Tabel 6.1). Gemiddeld ging het om ongeveer 63.000 vogels. Steltlopers vormden iets meer dan de helft, met bijna 20.000 Bonte Strandlopers en vele duizenden Kluten, Wulpen en Tureluurs (Figuur 6.1). Daarnaast enorme aantallen Bergeenden (bijna 16.000) en Kokmeeuwen (bijna 8.000).

Een aantal van deze soorten is ook in eerdere jaren regelmatig geteld (Figuur 6.2). De aantallen Bergeenden waren in 2020 aan de "lage" kant. Alleen in 2013 waren de aantallen lager. De aantallen Kluten waren juist aan het begin van het seizoen veel hoger dan in andere jaren. De Krombekstrandlopers pieken meestal eind juli/begin augustus, als de adulten doortrekken, en daarna eind augustus/begin september, als de juvenielen doortrekken. De juli piek was in 2020 vergelijkbaar met andere jaren, maar in

augustus waren de aantallen opvallend laag, wat een indicatie is voor een slecht broedseizoen (Kleefstra & Schekkerman 2019).

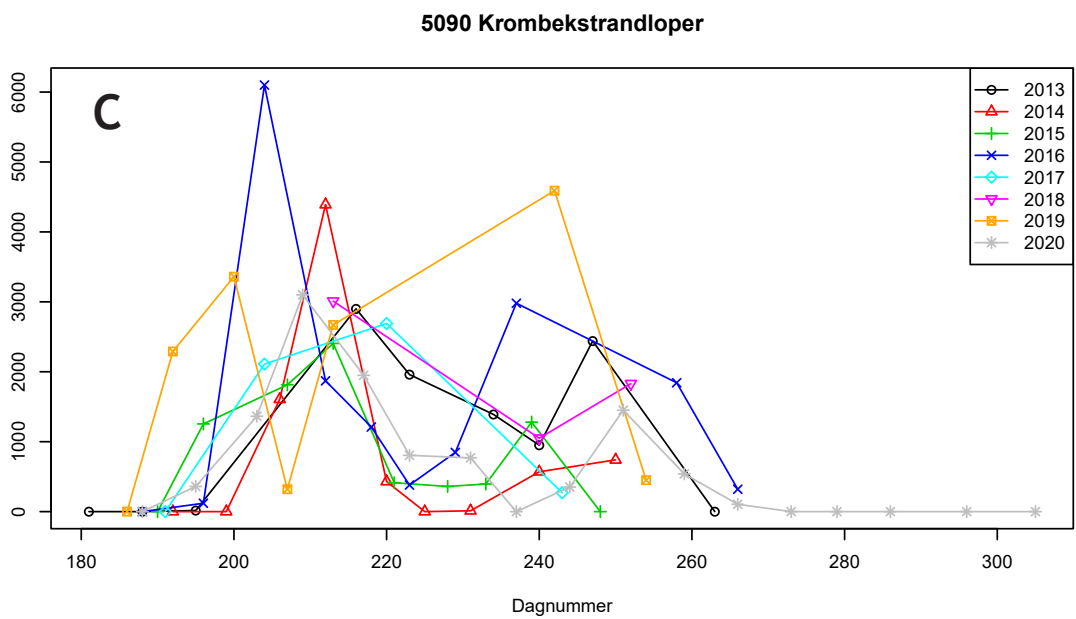
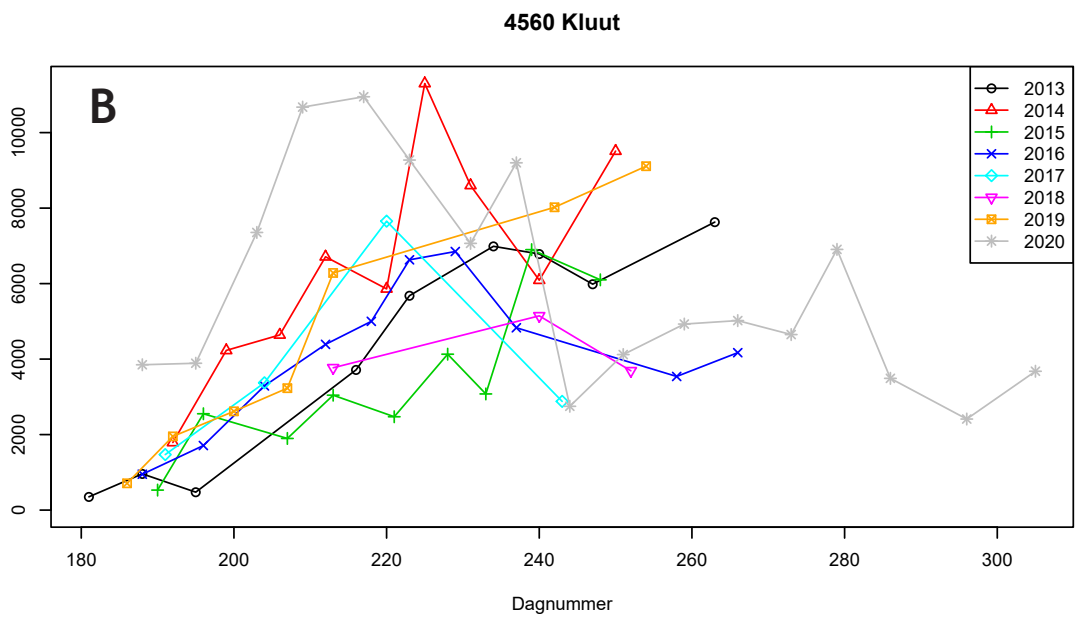
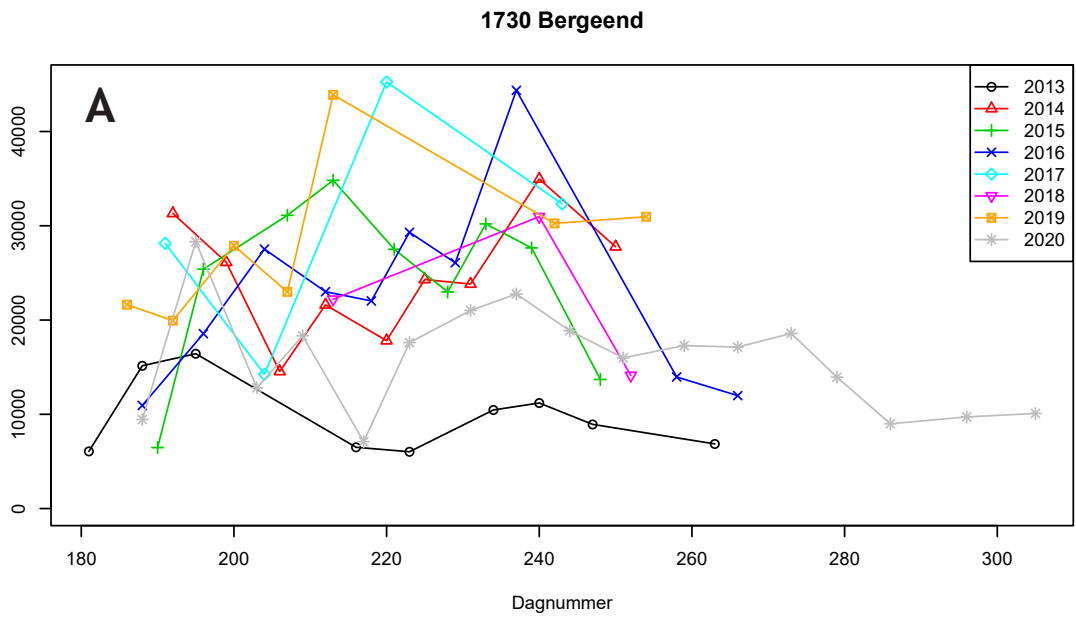
In het seizoen 2020 werden maximale aantallen (meer dan 100.000 overtuigende vogels) geteld tussen eind juli en half augustus (Figuur 6.3a). Grote aantallen Kokmeeuwen, Tureluurs, Rosse Grutto's en Kluten leveren een belangrijke bijdrage aan die pieken. Bij de laatste drie soorten gaat het om soorten die opvetten om verder naar het zuiden te trekken. De tijdens de tellingen waargenomen menselijke verstoringsbronnen betreffen vooral honkvaste recreanten (waaronder vogelwaarnemers en -fotografen), wandelaars met al of niet aangelijnde honden en fietsers (Figuur 6.3b). Bijzonder opvallend is het zeer hoge aantal honkvaste recreanten en fietsers op 22 september en het zeer lage aantal menselijke potentiële verstoringsbronnen op 29 september. De meeste tellingen vonden plaats op maandag of dinsdag, met als uitzonderingen donderdag 22 oktober en zaterdag 31 oktober.



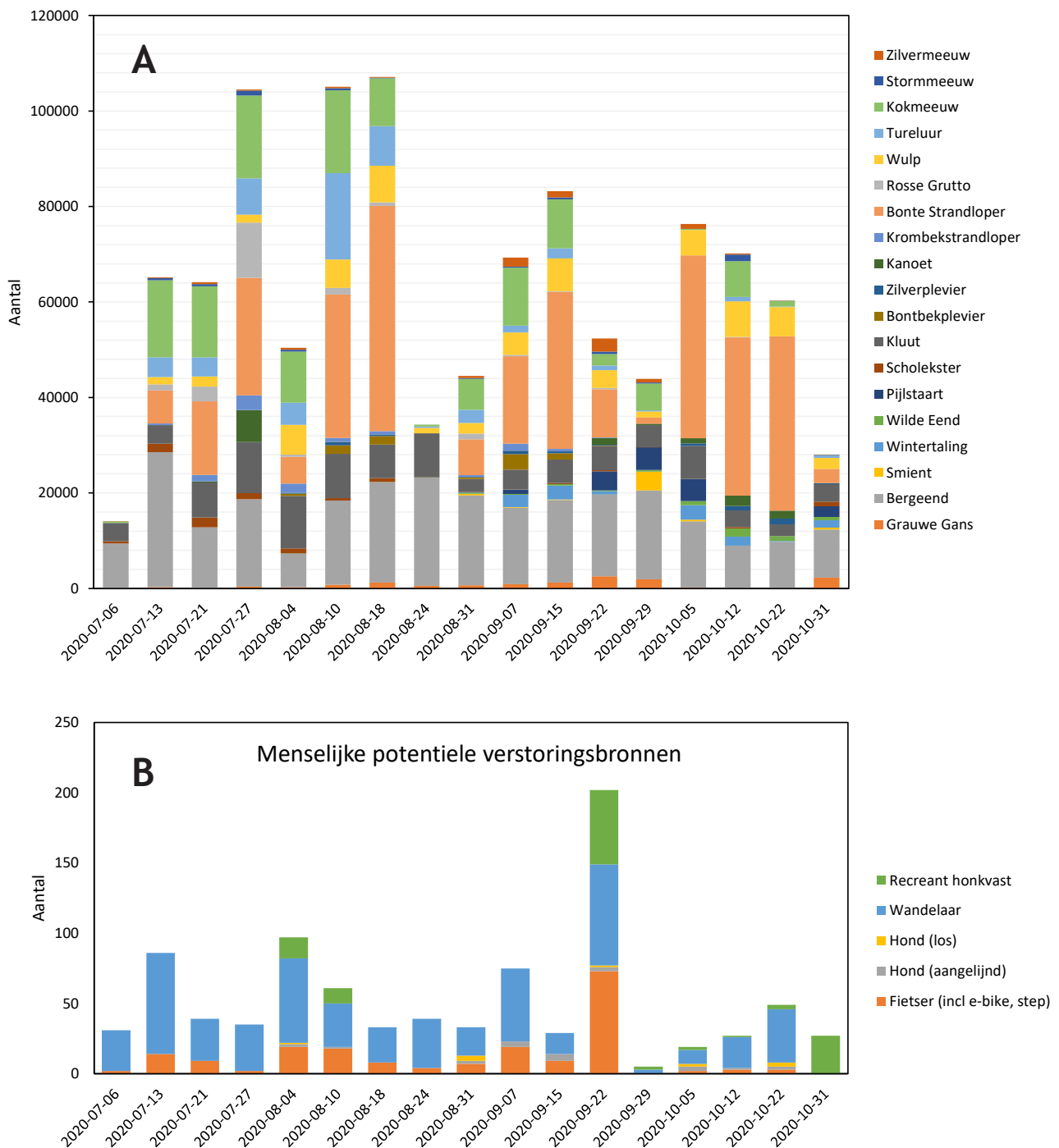
Figuur 6.1. Taartdiagram van het aandeel van de verschillende tijdens hoogwater getelde vogelsoorten op het traject Koehoel - Westhoek - Zwarte Haan. Bij elke soort is ook het gemiddelde aantal weergegeven.

Tabel 6.1. Aantal tijdens hoogwater getelde wadvogels op het traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan voor de talrijke soorten. Ook aangegeven de hoogwaterstand, in rood als deze hoger was dan 120 cm t.o.v. NAP.

datum in 2020 m-d	hoogwater	Grauwe Gans	Bergend	Sniemt	Wintertaling	Wilde End	Pijlstaart	Scholekster	Kluut	Bontbekplevier	Zilverplevier	Kanoet	Krombekstrandloper	Bonte Strandloper	Rosse Grutto	Wulp	Tureluur	Kokmeeuw	Stormmeeuw	Zilvermeeuw	Totaal	Totaal steltlopers & meeuwen
07-06	181	0	9450	0	0	0	0	434	3850	0	0	0	0	0	0	0	0	293	0	41	14068	4618
07-13	81	260	28310	0	0	0	0	1738	3890	0	0	0	360	6890	1285	1555	4100	16197	451	140	65176	36606
07-21	111	16	12805	0	0	0	0	2029	7355	0	0	210	1364	15410	3123	2110	3992	14869	462	410	64155	51334
07-27	114	350	18330	0	0	0	0	1250	10675	0	73	6680	3100	24600	11590	1660	7567	17370	1070	179	104494	85814
08-04	127	274	7096	0	0	8	0	1050	10950	415	110	125	1950	5600	440	6285	4610	10700	354	419	50386	43008
08-10	99	780	17608	0	0	6	0	510	9273	1793	702	46	805	30024	1393	5984	18095	17339	454	282	105094	86700
08-18	116	1240	21016	0	0	48	0	789	7066	1798	225	19	769	47166	733	7689	8294	10005	111	160	107128	84824
08-24	146	518	22766	0	17	8	0	3	9200	0	0	0	0	0	0	1125	259	424	0	0	34320	11011
08-31	116	644	18860	260	105	209	60	34	2750	370	85	0	352	7510	1210	2232	2734	6465	179	432	44491	24353
09-07	100	935	15985	104	2580	154	940	42	4120	3305	680	12	1450	18335	280	4660	1462	12150	240	1864	69298	48600
09-15	100	1264	17290	90	2936	240	0	262	4928	1310	379	0	540	32942	98	6870	2104	10233	418	1303	83207	61387
09-22	127	2540	17130	10	680	181	4020	212	5020	125	140	1450	105	10100	250	3780	951	2389	530	2718	52331	27770
09-29	144	1940	18578	3880	101	300	4750	4	4650	0	0	250	0	1400	3	1222	210	5620	245	748	43901	14352
10-05	89	104	13942	390	3040	822	4580	48	6906	0	506	1120	0	38300	0	5312	0	228	68	973	76339	53461
10-12	56	0	8996	0	1840	1742	0	273	3490	0	955	2120	0	33180	93	7490	850	7536	1363	255	70183	57605
10-22	103	29	9724	0	230	1020	0	0	2412	0	1224	1640	0	36530	0	6142	140	1099	55	47	60292	49289
10-31	143	2280	10090	368	1550	695	2200	984	3678	0	146	68	0	3000	0	2304	580	11	1	105	28060	10877
gem		775	15763	300	769	320	974	568	5895	536	307	808	635	18293	1206	3907	3291	7819	353	593	63113	44212



Figuur 6.2. Het aantal in de nazomer en vroege herfst met hoogwater getelde Bergeenden (a), Kluten (b) en Krombekstrandlopers (c) als functie van het aantal dagen sinds 1 januari voor de Jaren 2013 t/m 2020.

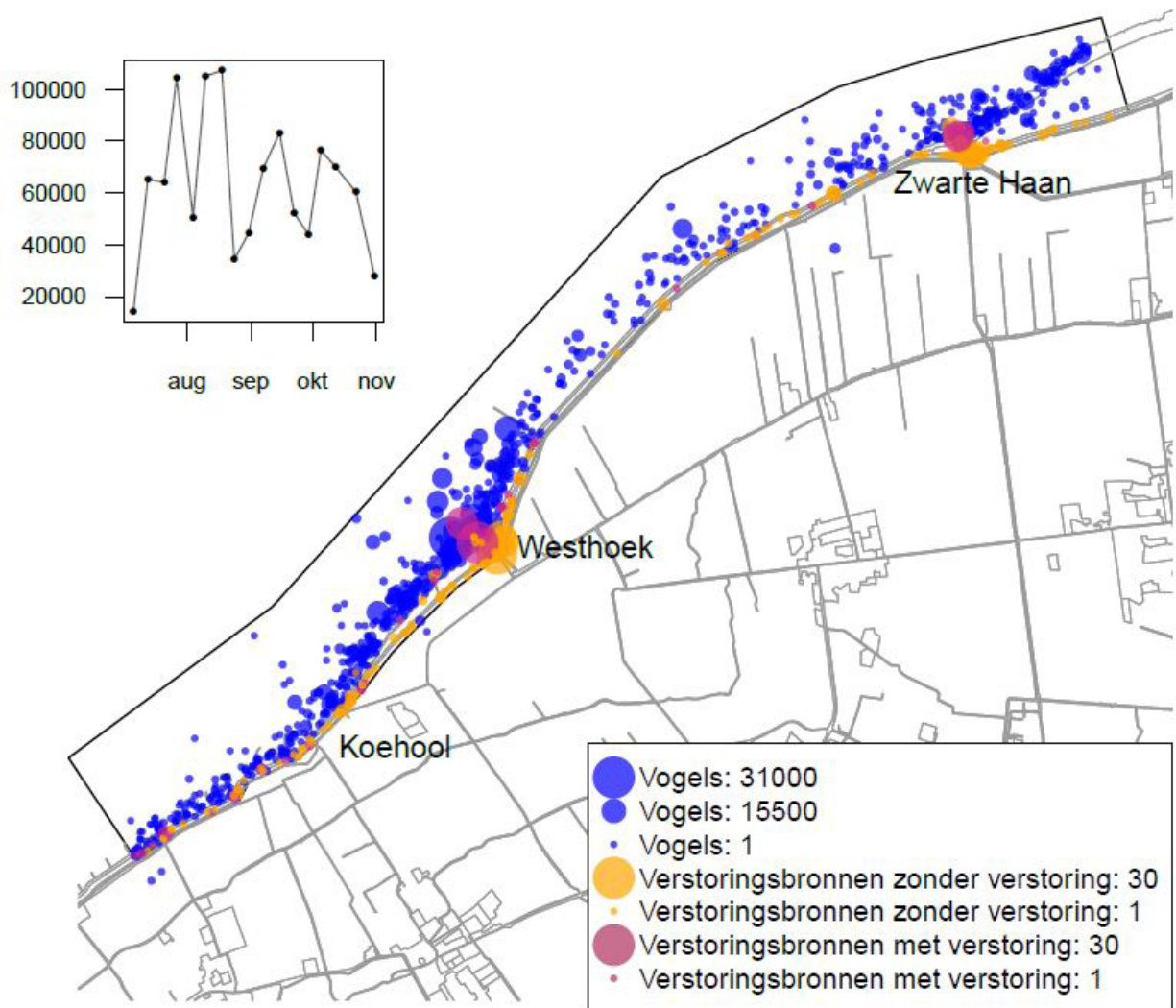


Figuur 6.3. Traject Koehool - Westhoek - Zwarte Haan in het seizoen 2020. (a) Aantal overtuigende wadvogels per telling, onderverdeeld naar vogelsoort. (b) Aantal waargenomen menselijke potentiële verstoringsbronnen per telling, onderverdeeld naar type potentiële verstoringsbron. Weercijfer 9 op 22 sept en weercijfer 7 op 29 sept.

In Figuur 6.4 is de gesommeerde verspreiding weergegeven van de overtuigende wadvogels en de menselijke potentiële verstoringsbronnen. Langs het hele traject komen groepen overtuigende wadvogels voor, maar de groepen zijn het grootst en het talrijkst bij Westhoek, gevolgd door Zwarte Haan, ofwel daar waar kwelders liggen. Deze verspreiding correspon-

deert met de verspreiding van de menselijke potentiële verstoringsbronnen, waarbij verstoring vooral wordt veroorzaakt als mensen de kwelder opgaan via de aanwezige paadjes op de kwelder bij Westhoek en Zwarte Haan, hoewel ook op of langs de dijk wel verstoringen worden gezien.

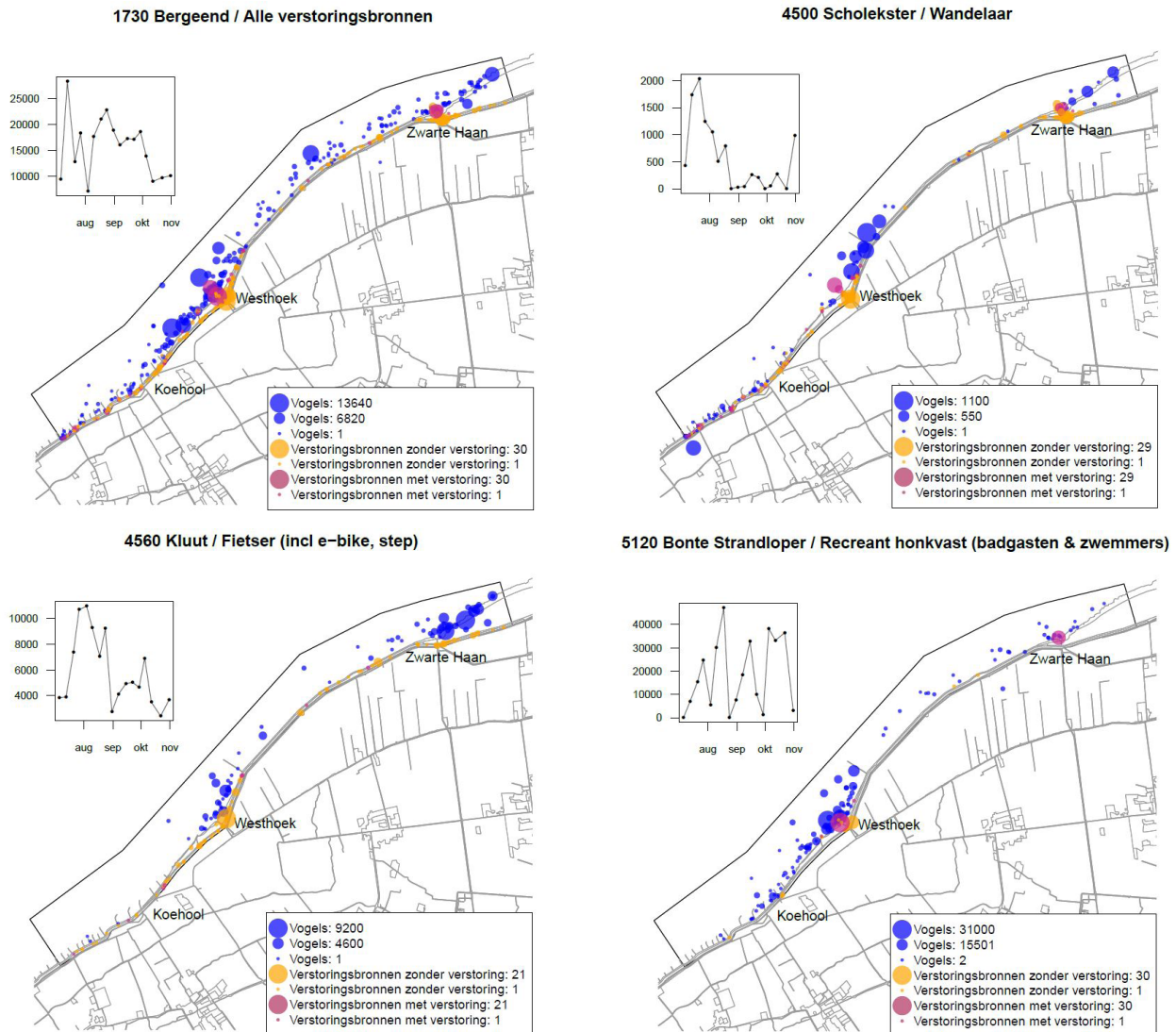
Alle soorten / Alle verstoringsbronnen



Figuur 6.4. Gesommeerde verspreiding van overtijdende vogels en potentiële menselijke verstoringsbronnen (met en zonder verstoring) bij Koehool - Westhoek - Zwarte Haan in het seizoen 2020. Grote rondjes: grootste aantal vogels/verstoringsbronnen; kleine rondjes: kleinste aantal vogels/verstoringsbronnen. Het totaal aantal vogels is weergegeven in de inzet.

Bergeenden, Scholeksters en vooral Bonte Strandlopers overtijen vooral bij Westhoek, alleen bij de Kluut zijn de hoogste aantallen bij Zwarte Haan te

vinden (Figuur 6.5). Ook wandelaars, fietsers en honkvaste recreanten zijn vooral bij Westhoek en Zwarte Haan te vinden.

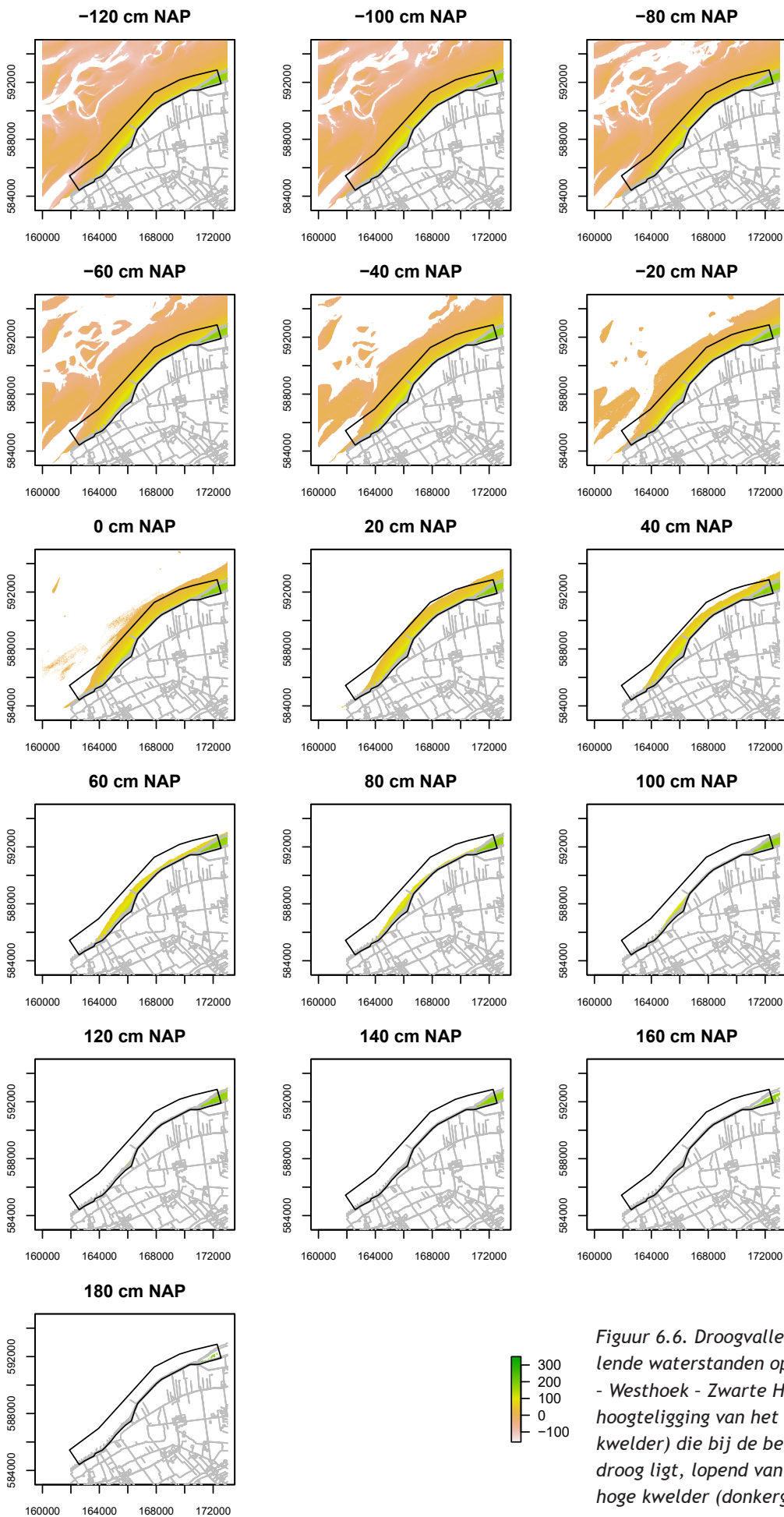


Figuur 6.5. Gesommeerde verspreiding van overtijende vogels en menselijke potentiële verstoringsbronnen (met en zonder verstoring) bij Koehool - Westhoek - Zwarte Haan in het seizoen 2020. Het totaal aantal vogels is weergegeven in de inzet. Linksonder: Bergeend en alle potentiële verstoringsbronnen. Rechtsboven: Scholekster en wandelaars. Linksonder: Kluut en fietsers. Rechtsonder: Bonte Strandloper en honkvaste recreanten.

6.2. Vogelaantallen en waterstand

De tellingen laten zien dat er midden in het seizoen soms tellingen voorkomen waarbij van sommige soorten maar heel weinig vogels worden geteld in het traject Koehool – Westhoek – Zwarte Haan (Figuur 6.3). Dit heeft te maken met de waterstand tijdens hoogwater. In Figuur 6.6 is voor een groot aantal waterstanden (-120 cm t.o.v. NAP tot 180 cm boven NAP) weergegeven welk deel van het wad nog droog ligt. Bij 0 cm t.o.v. NAP ligt er bijna geen wad meer droog buiten het telgebied. Bij 80 cm t.o.v.

NAP ligt er alleen nog wad droog voor de kwelder bij Westhoek en Zwarte Haan. Bij 120 cm t.o.v. NAP is al het wad ondergelopen en bij 180 cm t.o.v. NAP is ook het grootste deel van de kwelders bij Westhoek en Zwarte Haan ondergelopen. De dijk en het achterliggende polderland zijn dan de dichtstbijzijnde mogelijkheden om te overtijen, maar veel vogels bij Westhoek wijken bij een verhoogd tij uit in oostelijke richting naar Zwarte Haan en de Bildtpollen om daar op hogere kwelderdelen te overtijen.



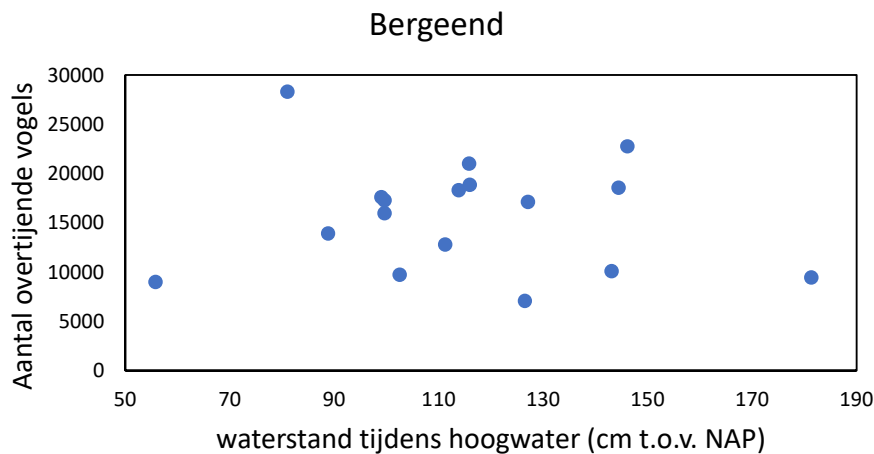
Figuur 6.6. Droogvallend wad voor verschillende waterstanden op het traject Koehool - Westhoek - Zwarte Haan. De kleur geeft de hoogteligging van het wad (of buitendijkse kwelder) die bij de betreffende waterstand nog droog ligt, lopend van laag wad (roze) naar hoge kwelder (donkergroen).



Figuur 6.7. Op de dijk bij Westhoek overtijdende Bergeenden worden verstoord door een fietser op 28 juli 2020 en vliegen naar het water. Foto: Jeroen van Wijk.

Tijdens de tellingen bedroeg de laagste hoogwaterstand 56 cm t.o.v. NAP en de hoogste hoogwaterstand 181 cm (Tabel 6.1). Ruiende Bergeenden kunnen niet vliegen en overtijen daarom altijd op het water. De niet ruiende Bergeenden kunnen daar

ook goed terecht als ze op de dijk verstoord worden (Figuur 6.7). Er is dan ook geen verband tussen de hoogwaterstand en het aantal getelde Bergeenden (Figuur 6.8).



Figuur 6.8. Aantal overtijdende Bergeenden in het traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan als functie van de waterstand tijdens hoogwater (cm t.o.v. NAP). Er is geen verband tussen aantallen en waterstand ($p = 0.67$).

Meeuwen kunnen net als Bergeenden goed zwemmen, maar hebben blijkbaar minder de neiging om op het water te overtijen, al werd het een enkele keer waargenomen. Ook steltlopers kunnen zwemmen, maar steltlopers overtijen vrijwel nooit zwemmend. Alleen Kluten werden een paar keer zwemmend waargenomen, maar vermoedelijk doen ze dat alleen bij rustig weer. Voor in ieder geval een deel van de steltlopers is de dijk een goede plaats om te overtijen (Figuur 6.9), maar na regelmatige verstoring (Figuur 6.10) vertrekken de vogels waarschijnlijk naar elders. Dit verklaart mogelijk waarom de

Scholeksters (die niet naar het zuiden trekken, maar in het Waddengebied overwinteren) in 2020 in de loop van augustus zeer sterk in aantal afnamen en pas in november weer terugkeerden naar Westhoek (Figuur 6.5).

In tegenstelling tot Bergeenden is er voor meeuwen en steltlopers wel een zeer duidelijk effect van hoogwaterstand. Vanaf 120 cm t.o.v. NAP, als er geen wad meer droog ligt, zijn de aantallen beduidend lager. Dit is niet onlogisch, omdat het water dan tot in de rietvegetatie staat.

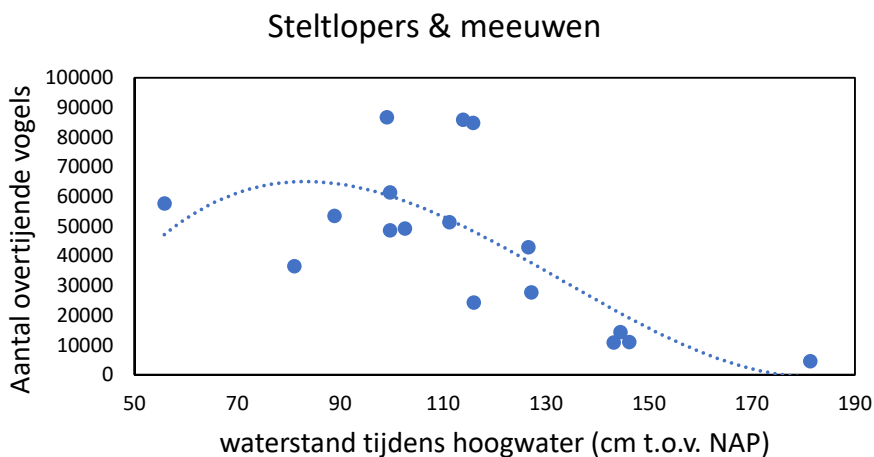


Figuur 6.9. Scholeksters (en op de achtergrond Bergeenden) overtijen op de dijk bij Westhoek op 29 juli 2020. © Jeroen van Wijk.



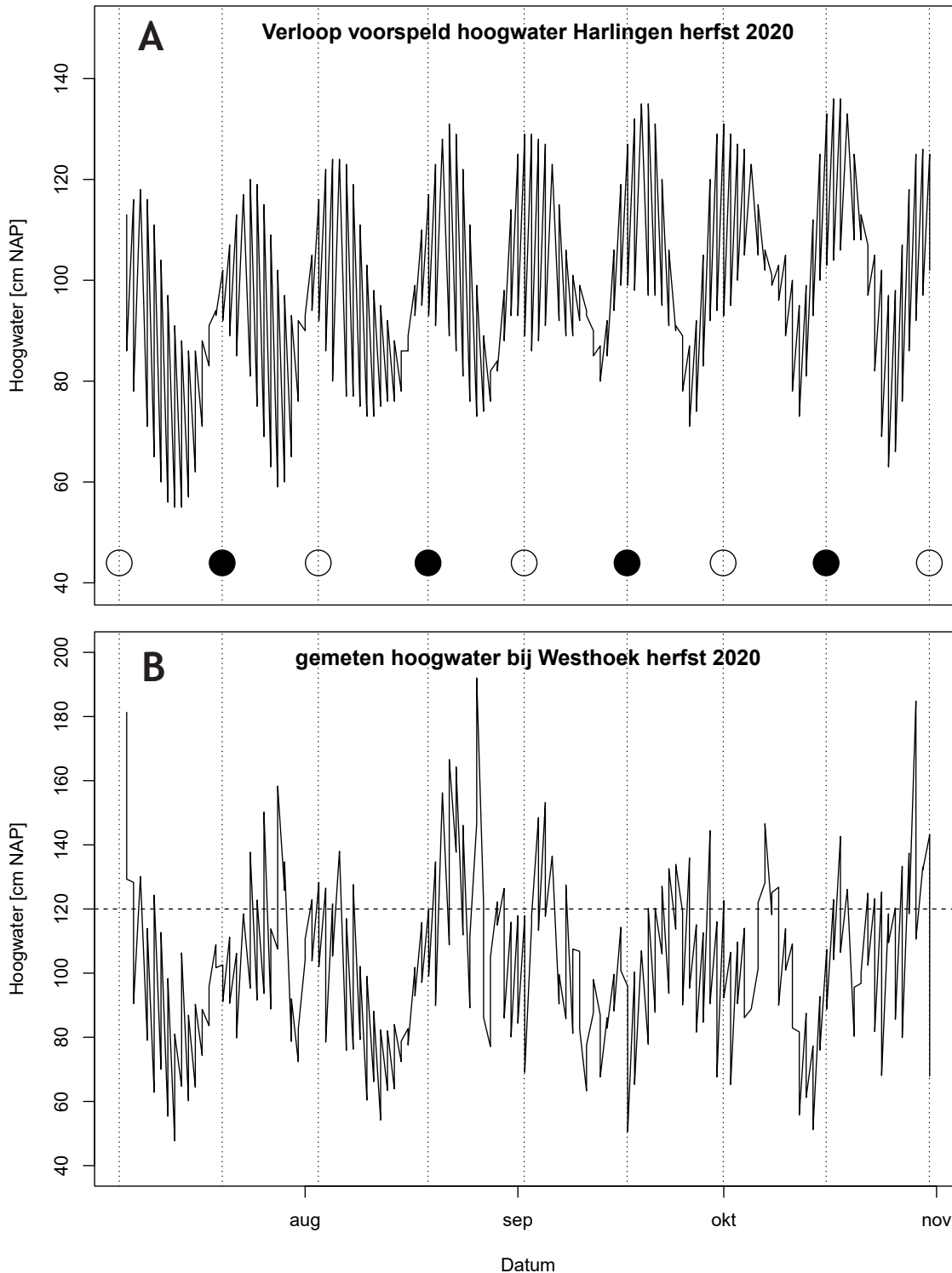
Figuur 6.10. Op de dijk bij Westhoek overtijdende Scholeksters worden verstoord door fietsers op 21 aug 2020. De waterstand bij Westhoek op het moment van de foto bedroeg 144 cm boven NAP. © Jeroen van Wijk.

Figuur 6.11. Aantal steltlopers en meeuwen geteld tijdens hoogwater op het traject Koehool - Westhoek - Zwarte Haan als functie van de hoogwaterstand (cm t.o.v. NAP) in het seizoen 2020. De weergegeven derdegraads polynoom is significant ($R^2_{adj} = 0,40$, $p=0,02$) en verklaart meer variantie dan de tweede-graads polynoom ($R^2_{adj} = 0,38$) of een lineair verband ($R^2_{adj} = 0,34$).



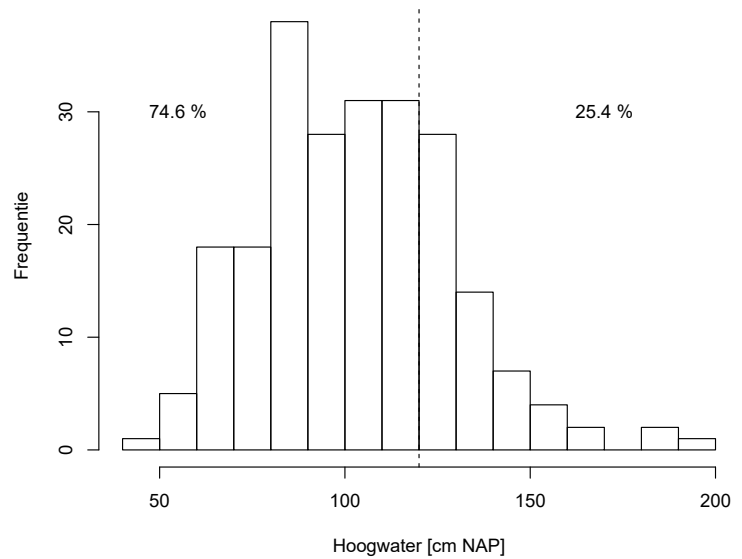
De hoogste hoogwaterstanden worden bereikt met springtij, maar daarnaast heeft wind een grote invloed. Harde wind uit NW richting zorgt voor verhoging, terwijl harde wind uit het oosten voor verlaging zorgt. In Figuur 6.12a zijn de op basis van de maanstand voorspelde hoogwaterstanden bij Harlingen weergegeven en in Figuur 6.12b de “gemeten” hoog-

waterstanden bij Westhoek. Waterstanden boven 120 cm t.o.v. NAP komen regelmatig voor en inderdaad vooral rond springtij, wat optreedt bij volle en bij nieuwe maan. Tegelijkertijd is duidelijk dat de regelmatige cyclus van dit zogenaamde astronomische getij geregeld wordt verstoord door het weer, met uitschieters naar boven en naar beneden.



Figuur 6.12 (a) Voorspelde hoogwaterstanden bij Harlingen (astronomisch getij) voor het najaar 2020. (b) Hoogwaterstanden bij Westhoek (berekend met InterTides) in de loop van het seizoen in 2020. Ook weergegeven volle maan en nieuwe maan.

Frequentieverdeling hoogwater Westhoek herfst 2020



Figuur 6.13. Frequentieverdeling van de hoogwaterstanden bij Westhoek (berekend met Inter-Tides). Bij een waterstand van 120 cm boven NAP staat het water tot aan de rand van de kwelder.

Voor de onderzoeksperiode kunnen we een frequentieverdeling maken van de hoogwaterstanden en dan zien we dat in 25,4% van de tijen het water tijdens hoogwater hoger kwam dan de kritische grens van 120 cm t.o.v. NAP (Figuur 6.13).

6.3. Aantallen en verspreiding potentiële verstoringsbronnen in ‘detailgebied Westhoek’

Tijdens de tellingen van het grote studiegebied Koehool – Westhoek – Zwarte Haan zijn ook alle menselijke potentiële verstoringsbronnen genoteerd met Oog voor het Wad, zie Figuur 6.3b. Een telling kost al gauw drie uur, maar omdat het totale traject meer dan 10 km lang is, betekent dat niet dat we daarmee een beeld krijgen van alle potentiële verstoringsbronnen en verstoringen gedurende die drie

uur van het hele gebied. De tellingen van ‘detailgebied Westhoek’ geven wel een compleet beeld van alle potentiële verstoringsbronnen en verstoringen gedurende de observatie periode. In het detailgebied werden niet alleen doordeweeks maar ook regelmatig in het weekend waarnemingen gedaan.

In totaal werden meer dan 3000 menselijke potentiële verstoringsbronnen geregistreerd in detailgebied Westhoek (Tabel 6.2). Het betrof vooral wandelaars, vaak met hond (Figuur 6.14), maar daarnaast ook veel honkvaste recreanten (op de top van de dijk van het landschap genietend) en een aanzienlijk aantal vogelwaarnemers en -fotografen. Die laatste twee groepen waren ook vaak zeer honkvast, waardoor ze soms dicht benaderd werden door de overtuigende vogels die door het opkomende water naar de rand van de kwelder werden gedreven (Figuur 6.15). Regelmatig passeerden er fietsers en heel af en toe gemotoriseerd vervoer.

Tabel 6.2. Aanwezigheid menselijke potentiële verstoringsbronnen in detailgebied Westhoek. Ook is aangegeven welk deel het kwelderpad betrad, of zelfs verder het wad op ging.

Type menselijke potentiële verstoringsbron	Totaal aantal	Aantal dat het kwelderpad betrad	Aantal dat het wad opliep
Wandelaars/hardlopers	1295	667 (52,3%)	181 (14,2%)
Fietsers	532	2 (0,4%)	0 (0,0%)
Vogelwaarnemers en -fotografen	301	196 (65,1%)	21 (7,0%)
Honkvaste recreanten	812	20 (2,5%)	11 (1,4%)
Niet aangelijnde honden	84	42 (50,0%)	34 (40,5%)
Aangelijnde honden	226	62 (27,4%)	8 (3,5%)
onbekende honden	60	9 (15,0%)	1 (1,7%)
Gemotoriseerd vervoer	17	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Totaal aantal menselijke potentiële verstoringsbronnen	3330	998 (30%)	256 (7,7%)



Figuur 6.14. Wandelaars met honden in detailgebied Westhoek. Links: 6 aug 2020. © Jeroen van Wijk. Rechts: 4 aug 2020. © Jeroen van Wijk.

Net als de honkvaste recreanten bleven de fietsers bijna altijd op de dijk, maar een aanzienlijk deel van de wandelaars en vogelwaarnemers betrad het kwelderpad (Tabel 6.2). Vooral wandelaars met niet aangelijnde honden hadden de neiging om ook over het wad te gaan lopen. Veel wandelaars die het wad betraden hadden een vaste route: over het kwelderpad naar de rand van de kwelder, dan noordoost strak langs de kwelder over het wad richting de wifiteller bij D4, daar de dijk op en dan weer terug over de dijk naar de parkeerplaats.

Tabel 6.3. Voorkomen natuurlijke potentiële verstoringsbronnen in detailgebied Westhoek.

Vogelsoort	Aantal waarnemingen
Buizerd (<i>Buteo buteo</i>)	1
Bruine Kiekendief (<i>Circus aeruginosus</i>)	38
Havik (<i>Accipiter gentilis</i>)	2
Slechtvalk (<i>Falco peregrinus</i>)	18
Velduil (<i>Asio flammeus</i>)	5
Sperwer (<i>Accipiter nisus</i>)	2
Zeearend (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	1
Gewone Zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)	1
Totaal	68



Figuur 6.15. Vogelwaarnemers en -fotografen aan de rand van de kwelder in detailgebied Westhoek op 2 aug 2020. De Bonte Strandlopers komen zeer dichtbij zolang de vogelaars zich niet verplaatsen. © Jeroen van Wijk.

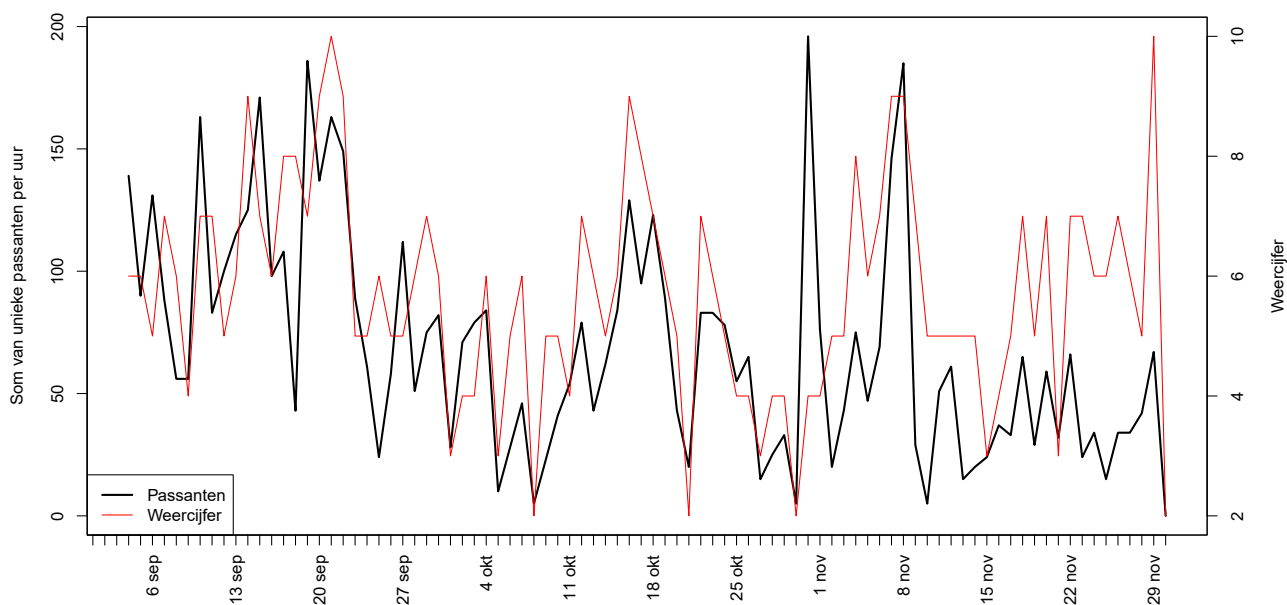


Figuur 6.16. Zeearend probeert zonder succes een Bergeend te slaan in ‘detailgebied Westhoek’ op 1 sept 2020. © Jeroen van Wijk.

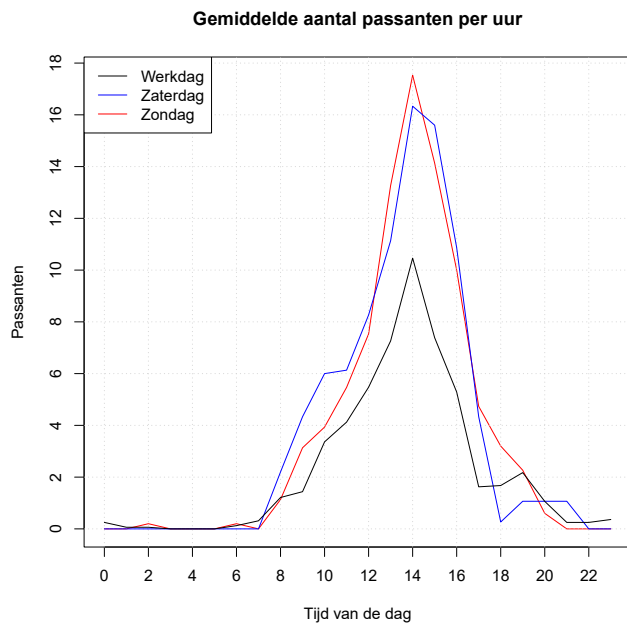
Naast menselijke potentiële verstoringsbronnen werden er ook regelmatig natuurlijke potentiële verstoringsbronnen in het studiegebied waargenomen (Tabel 6.3). Het betrof vooral Bruine Kiekendieven en Slechtvalken. Een keer werd een jonge Zeearend gezien die een mislukte aanval deed op een Bergeend (Figuur 6.16). Het aantal waargenomen natuurlijke potentiële verstoringsbronnen is met een totaal van

68 veel lager dan het totaal van meer dan 3000 menselijke potentiële verstoringsbronnen.

In de periode aug – sept werd in totaal 81 uur vanaf de dijk waargenomen. Dat betekent dat er 1383 uur niet werd waargenomen in die periode. Deze leemte werd opgevuld met de wifi-tellers, waarvan het primaire doel was om de aanwezigheid van menselijke



Figuur 6.17. Seizoenspatroon van het dagelijkse aantal met de wifi-tellers geregistreerde passanten en het dagelijkse weercijfer.



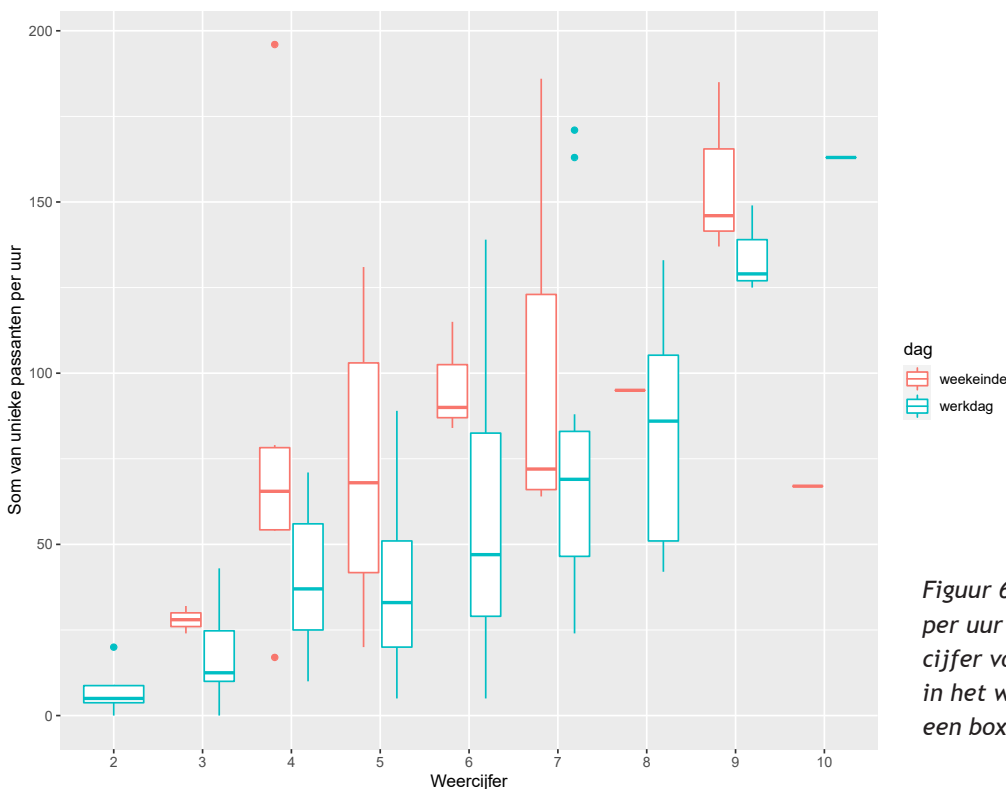
Figuur 6.18. Aantal met de wifi-tellers geregistreeerde passanten per uur in de loop van de dag voor werkdagen, zaterdagen en zondagen.

potentiële verstoringsbronnen 24/7 vast te leggen. In de loop van het seizoen is er sprake van een duidelijke afname in het aantal bezoekers per etmaal van detailgebied Westhoek, maar de aantallen fluctueren sterk van dag tot dag en het allerhoogste aantal werd geteld op 31 okt (Figuur 6.17). In veel gevallen zijn er veel bezoekers op mooie dagen, d.w.z. dagen met een hoog weercijfer (Figuur 6.17).

Maar ook de tijd van de dag speelt een rol. De meeste bezoeken vinden plaats tussen 7:00 uur 's ochtends en 21:00 uur 's avonds met een piek rond 14:00, die in het weekend duidelijk hoger is dan doordeweeks (Figuur 6.18).

Het gecombineerde effect van weer en dag in de week is weergegeven in Figuur 6.19. Hoe mooier het weer, hoe meer unieke passanten, maar bij eenzelfde weercijfer zijn er in het weekeinde meer mensen dan door de week.

Om vast te stellen welke omstandigheden de aantallen passanten bepalen werd met hulp van het R-pakket *mcgv* (Wood 2019) een GAM (*general additive model*) (Zuur *et al.* 2009) aangepast met de verklarende variabelen uurvak (als *smoother*), waterstand (als *smoother*), weekday (werkdag/zaterdag/zondag als factor), vakantie (ja/nee als factor) en weercijfer als numerieke variabele. Alle variabelen behalve vakantie bleken een statistisch significant effect te hebben. Om de relatieve bijdrage van elke variabele te schatten werd vervolgens steeds één van de verklarende variabelen verwijderd uit het model, een nieuwe GAM gedraaid en het percentage verklaarde deviantie vergeleken met het volledige model. Deze aanpak laat een groot belang van tijd van de dag en, in minder mate, van het weer zien (Tabel 6.4). Deze statistische analyse bevestigt het belang van tijd van de dag (variabele uurvak), waterstand, weer en weekend, maar er werd geen effect gevonden van vakanties (Tabel 6.4). Weglaten van de andere variabelen heeft wel een effect, waarbij het grote effect van tijd van de dag opvalt, gevolgd door het weercijfer.



Figuur 6.19. Unieke passanten per uur als functie van het weercijfer voor werkdagen en dagen in het weekend. Per categorie is een boxplot weergegeven.

Tabel 6.4. Statistische analyse van de variabelen die het aantal unieke passanten per uur bepalen in detailgebied Westhoek. Als alle verklarende variabelen in het GAM model zijn opgenomen kan 59% van de deviantie verklaard worden. Weglaten van vakantie verandert dit niet. Weglaten van andere variabelen verlaagt de verklaarde deviantie wel.

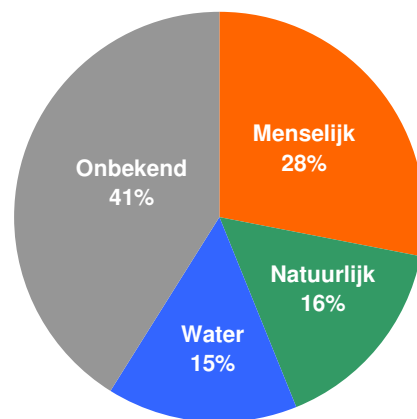
Model	verklaarde deviantie	afname in verklaarde deviantie
Alle covariaten	59%	
minus vakantie	59%	0%
minus waterstand	58%	2%
minus weekdag (doordeweek, zaterdag of zondag)	57%	3%
minus weercijfer	53%	10%
minus uurvak (tijd van de dag)	10%	84%

Zonder wifi-tellers zouden we ons beeld van menselijk bezoek uitsluitend hebben gebaseerd op de 81 uur waarnemingen vanaf de dijk waarin geen duidelijke aanwijzingen zijn voor een effect van de dag van de week (Appendix B).

6.4. Frequentie en locatie verstoringen in detailgebied Westhoek

In Tabel 6.5 is een overzicht voor de onderzochte soorten hoeveel uur een overtuigende groep van een bepaalde soort werd geobserveerd en hoe vaak er verstoring optrad tijdens die waarnemingen, uitgesplitst naar het type verstoring. In Tabel 6.6 is dit omgerekend naar het aantal verstoringen per uur.

Wat opvalt is het hoge aandeel verstoringen met een onbekende oorzaak (Figuur 6.20). Er zou sprake kunnen zijn van potentiële verstoringbronnen die



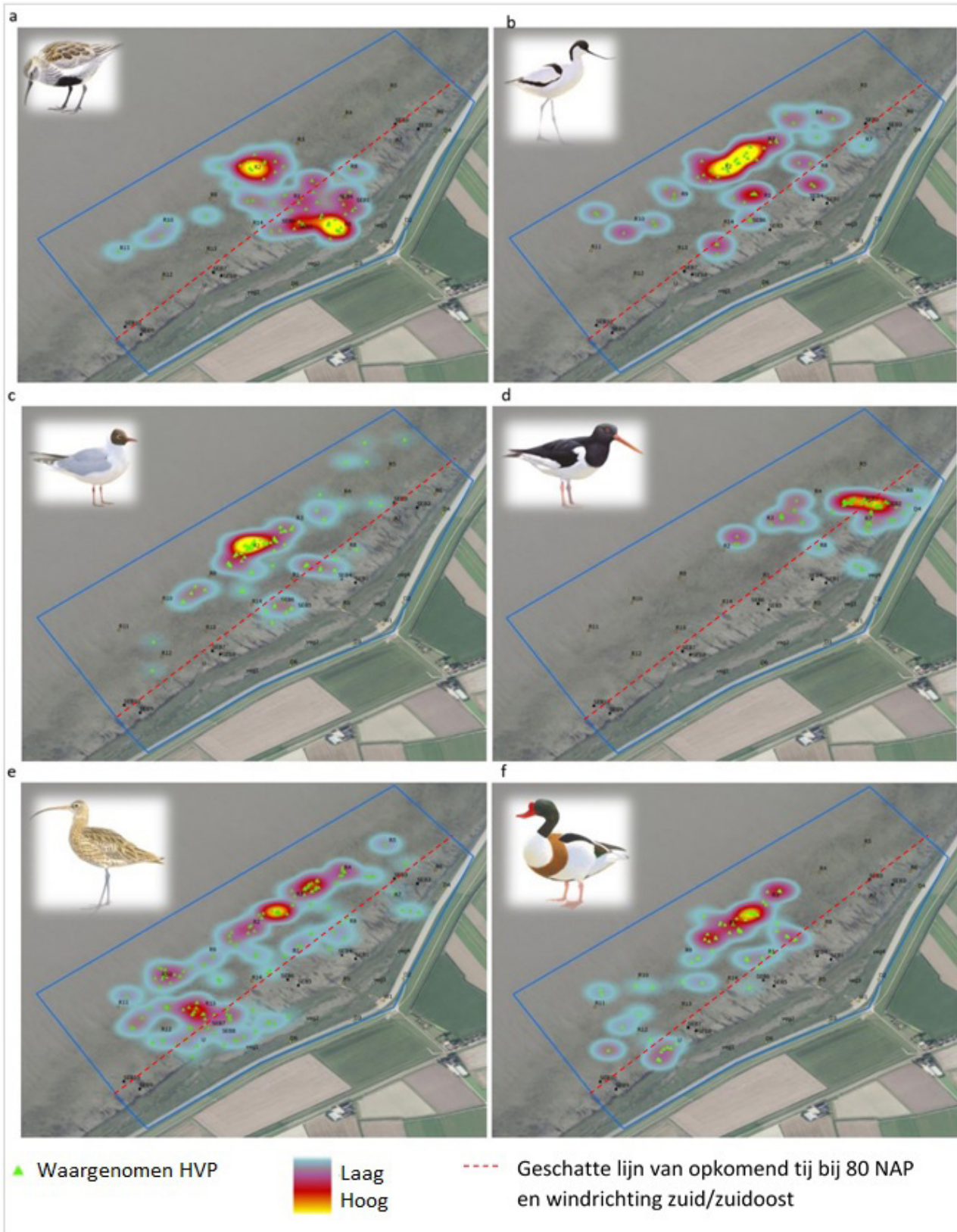
Figuur 6.20. Taartdiagram van de verdeling van alle waargenomen verstoringen over de verschillende typen van verstoring.

Tabel 6.5. Waargenomen verstoringen in studiegebied tijdens observatie periodes, onderverdeeld naar type verstoring en per vogelsoort.

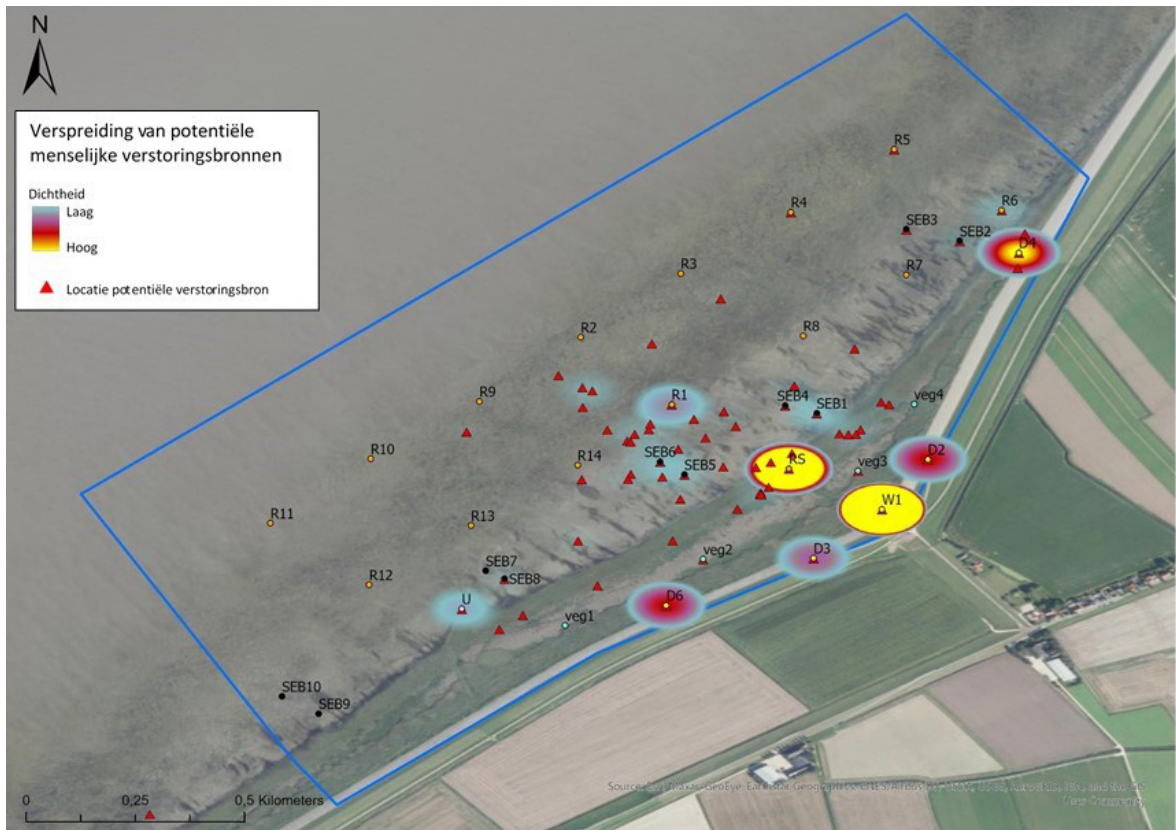
Vogelsoort	Uren waargenomen	Aantal menselijke verstoringen	Aantal natuurlijke verstoringen	Aantal opkomend water	Aantal verstoringen oorzaak onbekend	Totaal
Bonte Strandloper	36,0	10	14	7	31	62
Kluut	41,0	3	1	7	11	22
meeuwen	77,5	3	6	0	5	14
Scholekster	61,0	0	0	1	3	4
Wulp	105,5	14	3	3	8	28
Bergeend	57,5	12	0	2	2	16
Totaal	386,0	43	25	25	64	157

Tabel 6.6. Verstoringfrequentie door verschillende typen potentiële verstoringbronnen voor de onderzochte vogelsoorten in het studiegebied

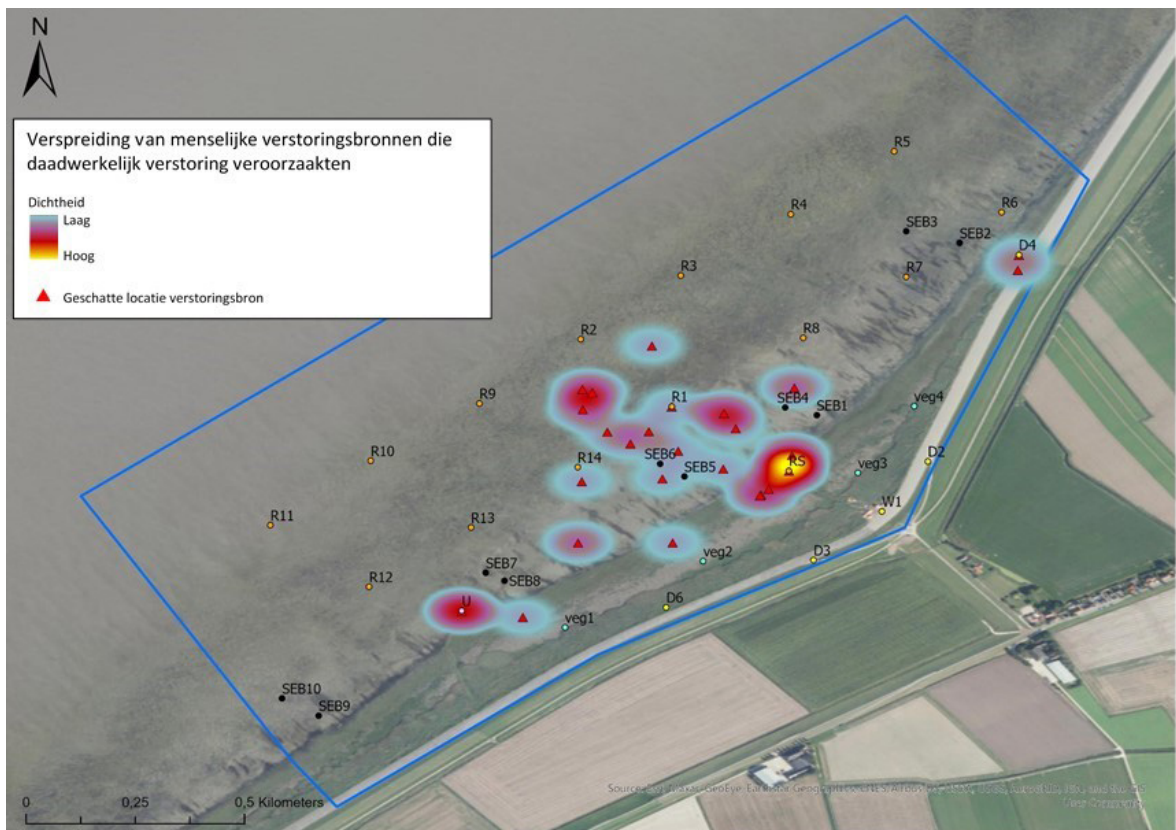
Vogelsoort	Gemiddelde verstoringfrequentie per uur				Totaal
	Antropogeen	Natuurlijk	Water	Onbekend	
Bonte Strandloper	0,05	0,40	0,06	0,81	1,32
Kluut	0,07	0,03	0,12	0,26	0,48
meeuwen	0,02	0,09	0,00	0,04	0,15
Scholekster	0,00	0,00	0,05	0,09	0,14
Wulp	0,09	0,02	0,03	0,04	0,18
Bergeend	0,10	0,00	0,02	0,14	0,26



Figuur 6.21. Heatmap van de locaties van de voor verstoringswaarnemingen geselecteerde groepen overtijdende wadvogels voor: (a) Bonte Strandloper, (b) Kluut, (c) (Kok)meeuwen, (d) Scholekster, (e) Wulp en (f) Bergeend. Met stijgende waterstanden kwamen alleen Bonte Strandlopers in de buurt van locatie RS. Kluten, meeuwen en Bergeenden begonnen te zwemmen als het water dichterbij de dijk kwam dan locatie R1, aangegeven met de rode stippellijn, ongeveer 200 meter van locatie RS. Water bereikte deze lijn als het waterpeil rond de 80 NAP lag en de wind naar het vasteland (Zuid / Zuidoost) was gericht. Scholeksters trokken richting vegetatie nabij locatie D4 of gingen bij hoge waterstanden zelfs op de dijk zitten. Op de dijk waren ze voor de waarnemers op de dijk niet meer te zien. Wulpen trokken meestal naar het zuidwestelijke deel van het studiegebied en bleven rusten langs de vegetatie. Bij te hoge waterstanden (> 130 NAP) verlieten ze het studiegebied (Vogelillustraties Vogelbescherming Nederland).



Figuur 6.22. Heatmap met de dichtheden van mogelijke antropogene potentiële versteringsbronnen in het studiegebied. De dichtheden waren het hoogst rond locaties W1 en RS. De rode driehoeken vertegenwoordigen geschatte locaties van de mogelijke potentiële versteringsbronnen.



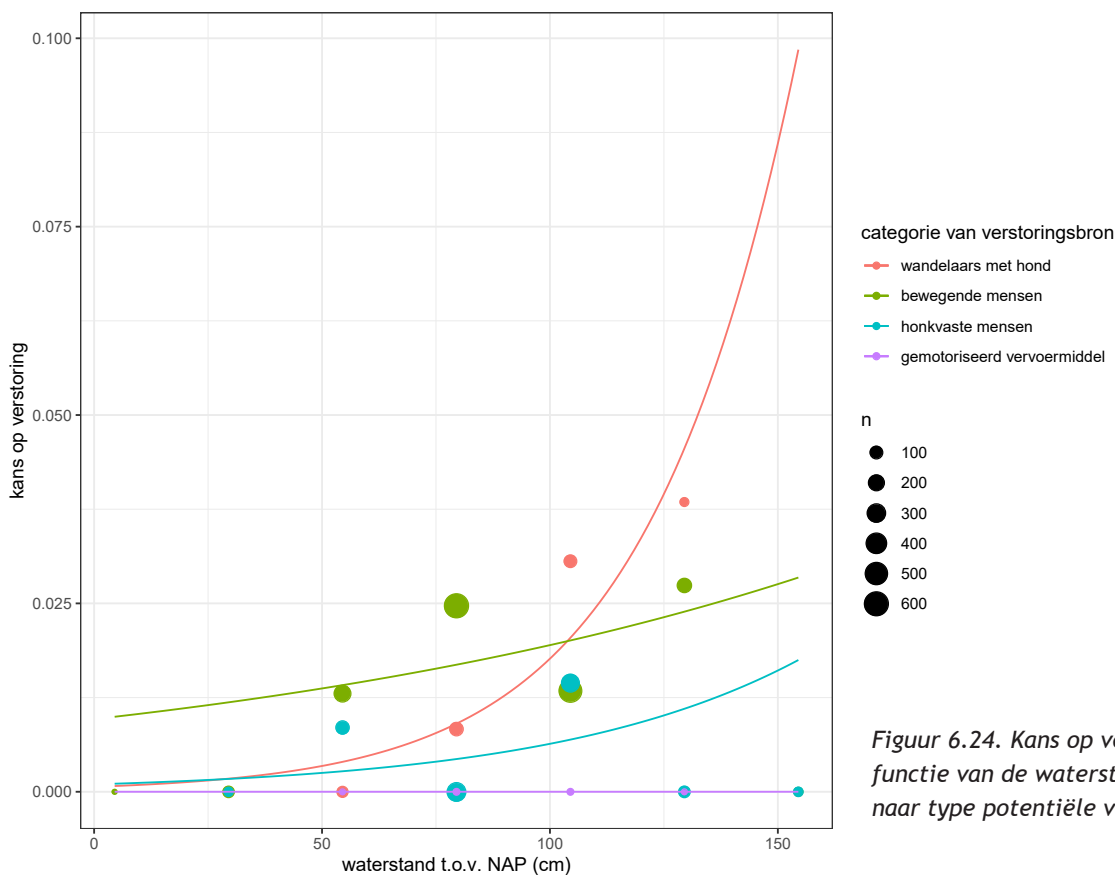
Figuur 6.23. Heatmap die visualiseert vanaf welke locaties in het studiegebied antropogene bronnen verstering veroorzaakten. De rode driehoeken stellen de geschatte locaties voor.

niet werden opgemerkt, vals alarm onder de vogels, of voorbereidingen op de wegtrek (zie discussie). De keren dat de vogels moesten opvliegen voor het opkomende water zijn net zo frequent als de verstoringen door roofvogels. Verstoring door mensen komt bijna twee keer vaker voor dan verstoring door roofvogels, maar die verhouding is veel minder scheef dan je op grond van het voorkomen van mensen en roofvogels zou verwachten: 3330 menselijke potentiële verstoringsbronnen (Tabel 6.2) tegen 68 natuurlijke potentiële verstoringsbronnen (Tabel 6.3). De locatie van de voor verstoringswaarnemingen geselecteerde groepen overtuigende wadvogels is weergegeven in Figuur 6.21. Dit is een steekproef van de overtuigingsplekken van de verschillende soorten, maar desondanks zijn een deel van de verschillen wel reëel. De Scholeksters hadden een vaste plek in de noordoosthoek van het gebied. De Wulpen zaten stevast meer naar het zuidoosten en bleven altijd ver uit de kant, terwijl de Bonte Strandlopers soms heel dicht bij de rand van de kwelder kwamen, inclusief het eindpunt van het kwelderpad. De hoogste aantallen mensen werden waargenomen bij de dijkovergang naar het beginpunt van het kwelderpad en het eindpunt van dat kwelderpad (Figuur 6.22). Het is niet verwonderlijk dat de meeste menselijke verstoringen werden waargenomen bij het eindpunt van het kwelderpad en op het wad (Figuur 6.23).

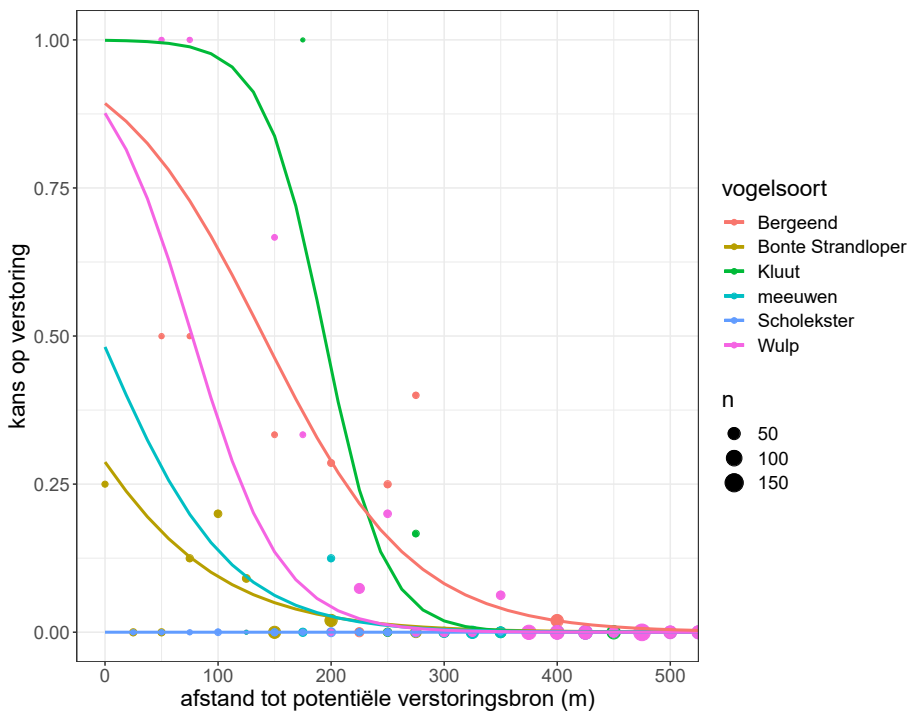
6.5. Kans op verstoring en verstoringsafstand

Met het stijgende water worden de vogels dichter naar de kant gedreven en de verwachting dat de kans op menselijke verstoring daardoor toeneemt komt uit (Figuur 6.24), met een duidelijk sterker effect voor wandelaars en mensen met honden. Naarmate de afstand tussen vogels en mensen kleiner wordt neemt de kans op verstoring toe, met duidelijke verschillen tussen vogelsoorten (Figuur 6.25). Vooral Kluten en Bergeenden reageerden al op relatief grote afstand.

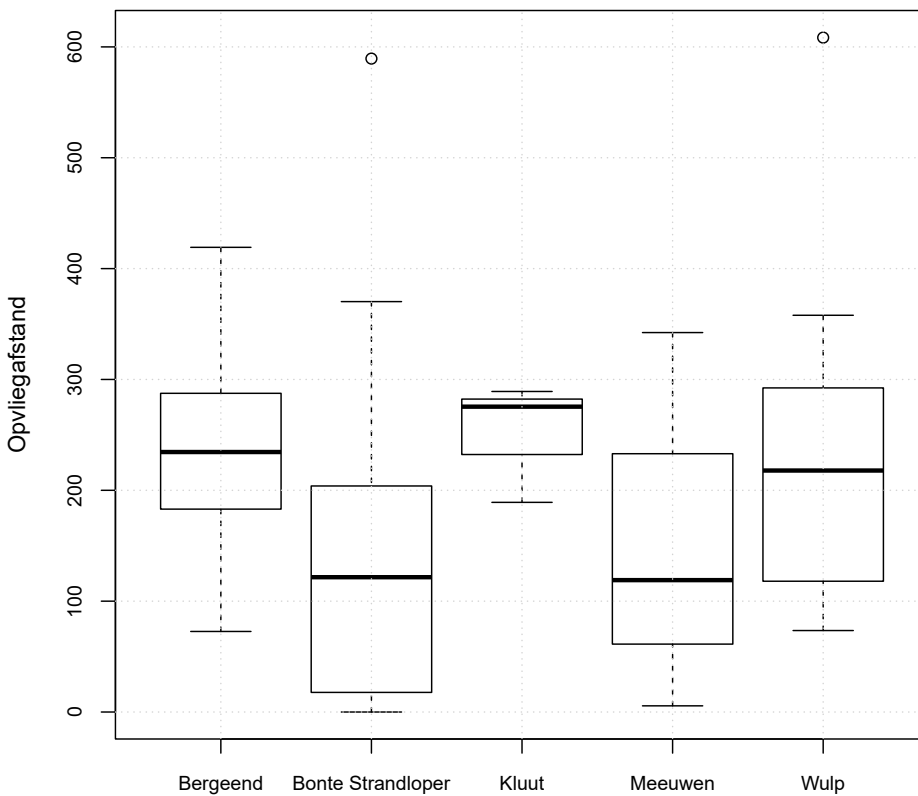
De waarnemingen kunnen ook gebruikt worden om voor de verschillende vogelsoorten de opvliegafstand te berekenen (Figuur 6.26). Er is sprake van veel variatie binnen een vogelsoort, maar ook duidelijke systematische verschillen. De gemiddelde opvliegafstand varieerde van 151 m voor Bonte Strandloper tot 251 m voor de Kluut (Tabel 6.7). Hoewel Scholeksters natuurlijk ook verstoord werden door mensen (zie Figuur 6.10) trad dit helaas niet op tijdens de waarnemingen. Daarom kon geen verstoringsafstand voor deze soort bepaald worden. Er waren ook duidelijke verschillen tussen potentiële verstoringsbronnen. De opvliegafstand voor roofvogels en wandelaars (al of niet met hond) bedroeg gemiddeld ongeveer 200 m, terwijl dit voor honkvaste recreanten en vogelwaarnemers slechts 33 m bedroeg (Tabel 6.8).



Figuur 6.24. Kans op verstoring als functie van de waterstand, opgesplitst naar type potentiële verstoringsbron.



Figuur 6.25. Kans op verstering als functie van de afstand tot de potentiële menselijke potentiële versteringsbron voor de verschillende onderzochte vogelsoorten.



Figuur 6.26. Boxplot van opvliegafstanden (FID) in m voor de verschillende vogelsoorten.

Tabel 6.7. Opvliegafstand (FID) per vogelsoort in m. In de tabel staan gemiddelde, SD, hoogste en laagste waarde en het aantal waarnemingen.

Vogelsoort	Gemiddelde	SD	Range	N
Bonte Strandloper	151	148	0-589	22
Kluut	251	54	189-289	3
meeuwen	157	117	5-342	9
Wulp	227	140	73-608	16
Bergeend	232	95	72-419	12
Totaal	204	111	0-608	62

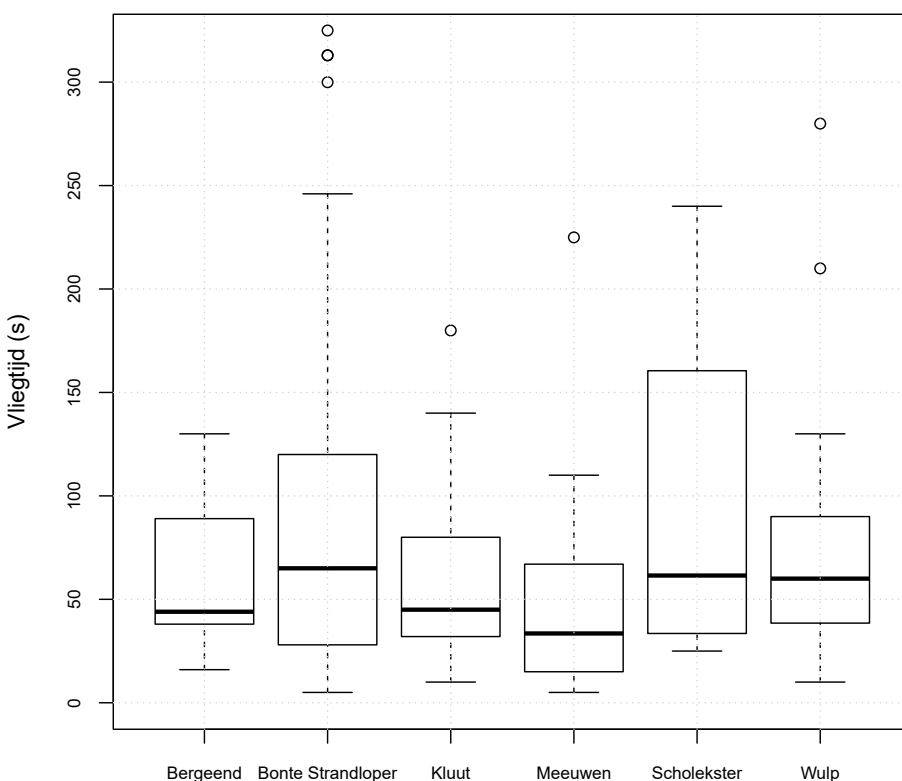
Tabel 6.8. Opvliegafstand (FID) per potentiële verstoringsbron in m. In de tabel staan gemiddelde, SD, hoogste en laagste waarde en het aantal waarnemingen.

Categorie potentiële verstoringsbron	gemiddelde	SD	Range	N
Roofvogel	209	127	12-370	18
Bewegende bezoekers	195	96	26-452	32
Honden	190	144	74-419	5
Honkvaste bezoekers	33	43	0-82	3
Totaal	191	113	0-452	58

6.6. Vliegtijd door verstoring

Een belangrijke kostenpost van verstoring is dat de vogels wegvluchten en rondvliegen tot ze weer een geschikte plek hebben gevonden om te landen. Binnen een soort kon de vliegtijd erg verschillen, maar in tegenstelling tot opvliegafstand, leek er geen

sprake van systematische verschillen tussen de vogelsoorten (Figuur 6.27). Gemiddeld waren de vogels na een verstoring anderhalve minuut in de lucht (Tabel 6.9). Mogelijk dat de vliegtijd wat korter was na menselijke verstoring (Tabel 6.10).



Figuur 6.27. Boxplot van tijd (sec) besteed aan vliegen na verstoring.

Tabel 6.9. Vliegtijd (sec) na verstoring per vogelsoort. In de tabel staan gemiddelde, SD, hoogste en laagste waarde en het aantal waarnemingen.

Vogelsoort	Gemiddeld	SD	Range	N
Bonte Strandloper	104,9	129,8	5-652	62
Kluut	61,5	45,4	10-180	22
meeuwen	54,1	58,4	5-225	14
Scholekster	97,0	98,2	25-240	4
Wulp	72,4	58,1	10-280	28
Bergeend	81,5	104,2	16-450	16
Totaal	93,1	121,4	5-450	157

Tabel 6.10. Vliegtijd (sec) na verstoring per verstoringsbron. In de tabel staan gemiddelde, SD, hoogste en laagste waarde en het aantal waarnemingen.

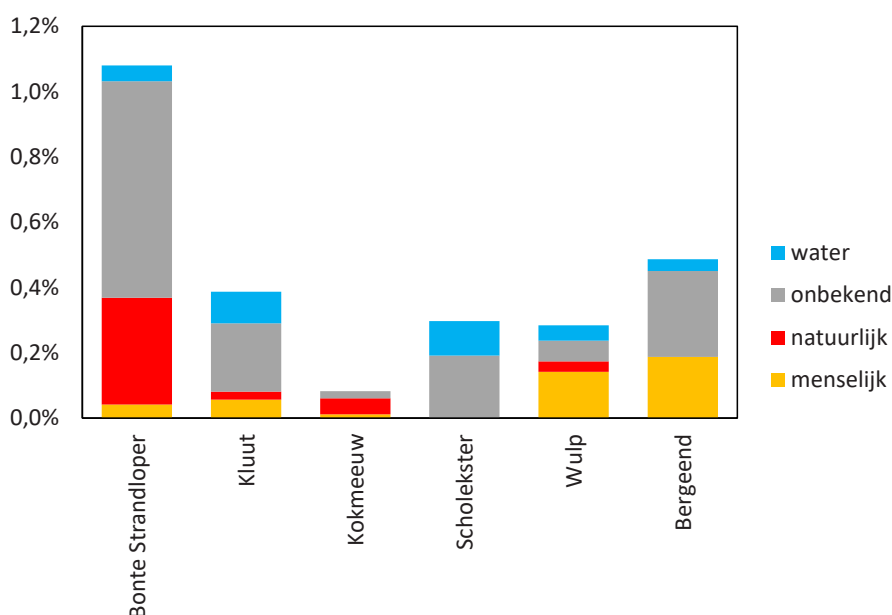
Source groups	Gemiddeld	SD	Range	N
Natuurlijk	95,7	93,2	5-325	25
Menselijk	76,4	79,2	5-450	43
Onbekend	95,7	128,4	10-730	64
Opkomende water	112,5	179,1	7-730	25
Total	93,1	121,5	5-730	157

6.7. Energieverlies door verstoring

Op basis van de kans op verstoring en de tijd besteed aan vliegen na verstoring kan het energieverlies door verstoring tijdens een hoogwaterperiode berekend worden. Dit kan met de gegevens verzameld in

Tabel 5.1 uitgedrukt worden als percentage van het dagelijks energieverbruik (Figuur 6.28, Tabel 6.11. Schatting van het energieverlies door verstoring voor de verschillende vogelsoorten. Menselijke verstoring is vergeleken met de gecombineerde verstoring door natuurlijke en onbekende oorzaken.).

Energieverlies door verstoring tijdens hoogwater als % van het dagelijkse energieverbruik



Figuur 6.28. Voor de onderzochte vogelsoorten het gestapelde energieverlies tijdens de 4,5 uur durende hoogwaterperiode door de verschillende typen verstoringsbronnen (menselijk, natuurlijk, onbekend, opkomende water) uitgedrukt als percentage van het dagelijkse energieverbruik.

Tabel 6.11. Schatting van het energieverlies door verstoring voor de verschillende vogelsoorten. Menselijke verstoring is vergeleken met de gecombineerde verstoring door natuurlijke en onbekende oorzaken.

vogelsoort	M	DME	waargenomen verstoringen /u					energetische kosten verstoringen				
	lichaams-gewicht g	dagelijkse energie uitgave kJ/d	menselijk /u	natuurlijk /u	onbekend /u	water /u	totaal /u	menselijk kJ/d	als % van DME %	natuurlijk + onbekend kJ/d	als % van DME %	
Bonte Strandloper	44	138	0,05	0,4	0,81	0,06	1,32	0,06	0,04	1,37	0,99	
Kluut	295	505	0,07	0,03	0,26	0,12	0,48	0,28	0,06	1,18	0,23	
Kokmeeuw	280	487	0,02	0,09	0,04	0	0,15	0,05	0,01	0,35	0,07	
Scholekster	550	772	0	0	0,09	0,05	0,14	0,00	0,00	1,47	0,19	
Wulp	850	1038	0,09	0,02	0,04	0,03	0,18	1,47	0,14	0,98	0,09	
Bergeend	1167	1288	0,1	0	0,14	0,02	0,26	2,41	0,19	3,38	0,26	

Tabel 6.12. Aantal aanwezige menselijke potentiële verstoringbronnen tijdens de hoogwaterperiode in 'detailgebied Westhoek' voor een geïdealiseerde maand.

maan- dag	Uur van de dag															gemiddelde:	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1 VOL	0	0	0	0,35	3,38	4,13	5,38	7,38	1,97	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0,85	4,13	5,38	7,38	7,88	1,85	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1,03	5,38	7,38	7,88	7,38	1,38	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	1,35	7,38	7,88	7,38	5,5	0,41	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	1,85	7,88	7,38	5,5	1,63	0,41	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	4,08	15,6	11,3	4,5	0,25	0,25	0	0	0
7	0	0,13	0,56	0	0	0	0	0	0	3,75	10,5	4,75	3,13	2,13	0,16	0	0
8 LK	0	0,13	1,19	0,35	0	0	0	0	0	0	1,38	1,63	1,63	2,13	1,00	0,06	0
9	0	0,13	1,19	1,38	0,85	0	0	0	0	0	0	0,41	1,63	2,13	1,00	0,25	0,06
10	0	0,13	1,19	1,38	3,38	1,03	0	0	0	0	0	0	0,41	2,13	1,00	0,25	0,25
11	0	0,03	1,19	1,38	3,38	4,13	1,35	0	0	0	0	0	0	0,53	1,00	0,25	0,25
12	0	0	0,3	1,38	3,38	4,13	5,38	1,85	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0,25
13	0	0	0	0,78	3,88	5,63	7,5	11,1	4,08	0	0	0	0	0	0	0,25	0
14	0	0	0	0	1,5	6,13	8,25	13,6	17,5	3,75	0	0	0	0	0	0	0
15 NW	0	0	0	0	0	1,03	5,38	7,38	7,88	7,38	1,38	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	1,35	7,38	7,88	7,38	5,5	0,41	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	1,85	7,88	7,38	5,5	1,63	0,41	0	0	0	0
18	0	0,03	0	0	0	0	0	0	1,97	7,38	5,5	1,63	1,63	0,53	0	0	0
19	0	0,13	0,3	0	0	0	0	0	0	1,85	5,5	1,63	1,63	2,13	0,25	0	0
20	0	0	1,19	0,78	0	0	0	0	0	0	2,83	4,5	0,25	1,00	1,00	0,25	0
21	0	0,13	2,25	4,38	1,5	0	0	0	0	0	0	1,19	3,13	2,13	0,63	0	0
22 EK	0	0,13	1,19	1,38	3,38	1,03	0	0	0	0	0	0	0,41	2,13	1,00	0,25	0,25
23	0	0,03	1,19	1,38	3,38	4,13	1,35	0	0	0	0	0	0	0,53	1,00	0,25	0,25
24	0	0	0,3	1,38	3,38	4,13	5,38	1,85	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0,25
25	0	0	0	0,35	3,38	4,13	5,38	7,38	1,97	0	0	0	0	0	0	0,06	0,25
26	0	0	0	0	0,85	4,13	5,38	7,38	7,88	1,85	0	0	0	0	0	0	0,06
27	0	0	0	0	0	1,41	7,5	11,1	16,3	15,6	2,83	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	2,06	13,6	17,5	15	10,5	1,19	0	0	0	0	0

Deze kostenschatting houdt voor wat betreft de menselijke verstoring geen rekening met: (1) het feit dat er grote variatie is in menselijk bezoek in de loop van de dag en in de loop van de week, (2) het feit dat het water regelmatig zo hoog komt dat de vogels moeten uitwijken naar andere hoogwatervluchtplaatsen en dat menselijke aanwezigheid effect kan hebben op de mogelijke alternatieven. Hieronder zullen we voor beide effecten een schatting maken.

6.7.1. Variatie in menselijke activiteit

We doen de berekeningen voor een geïdealiseerde maand, die begint met volle maan. We moeten rekening houden met het feit dat de hoogwaterperiode van dag op dag verschuift (Appendix C) en dat de aanwezigheid van mensen sterk varieert in de loop van de dag, met een piek in de vroege middag, en in de loop van de week, met een piek op zondag

(Appendix D). De aantallen bezoekers tijdens hoogwater zijn maximaal als hoogwater in het weekend in het begin van de middag valt (Tabel 6.12).

De aanwezigheid van menselijke potentiële verstoringbronnen moet vermenigvuldigd worden met de kans dat dit leidt tot een daadwerkelijke verstoring (Tabel 6.13). Dit leidt ertoe dat de energetische kosten van door mensen veroorzaakte verstoringen (Tabel 6.14), die niet berekend kunnen worden voor de Scholekster, gemiddeld de helft bedragen van de eerder berekende kosten (Tabel 6.11). Dit heeft ermee te maken dat menselijke verstoring alleen overdag optreedt, terwijl aangenomen wordt dat de wadvogels ook 's nachts actief zijn.

6.7.2. Kosten van uitwijken

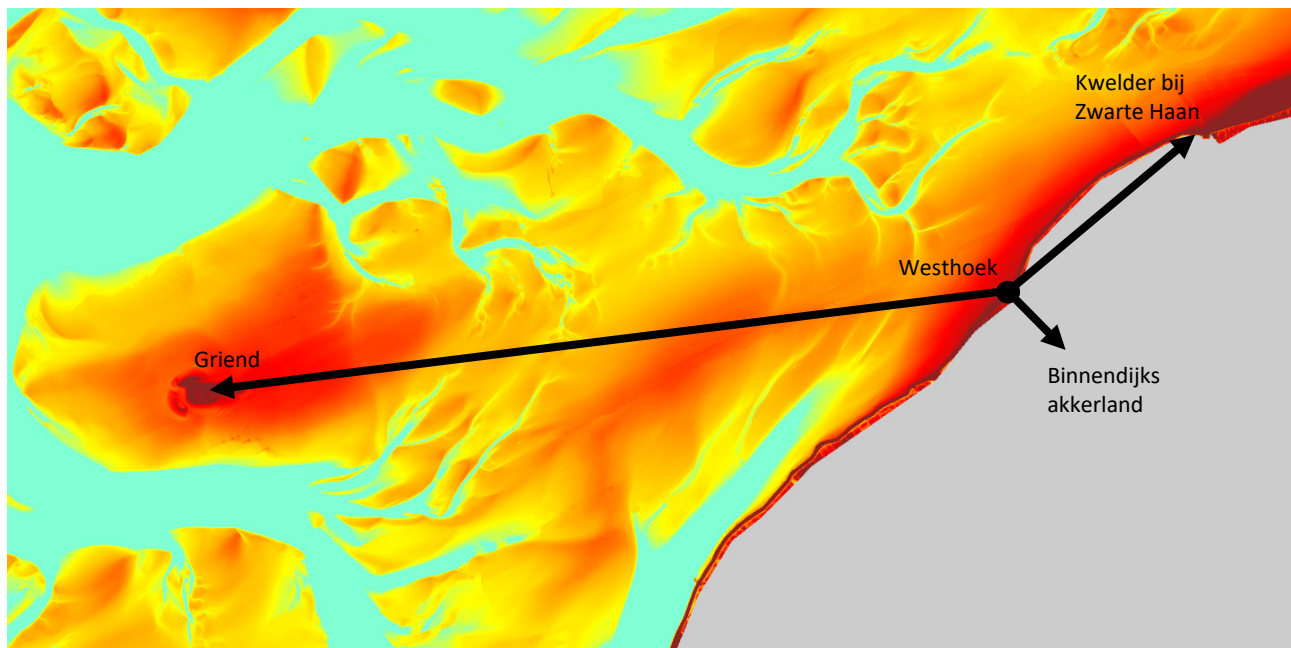
In de bovenstaande berekening is impliciet aange-

Tabel 6.13. Kans dat de aanwezigheid van een potentiële verstoringbron leidt tot daadwerkelijke verstoring voor verschillende vogelsoorten en verschillende potentiële verstoringbronnen.

	type bron	Bonte strandloper	Kluut	Kokmeeuw	Scholekster	Wulp	Bergeend
Kans dat groep verstoord gegeven een verstoringbron	mensen	0,011	0,003	0,001	0,000	0,008	0,013
	natuurlijk	0,520	0,063	0,111	0,000	0,050	0,000
	m + n	0,034	0,004	0,006	0,000	0,009	0,012
Gemiddelde fractie vogels in groep verstoord tijdens een verstoring	mensen	0,79	1,00	1,00		0,80	0,90
	natuurlijk	1,00	1,00	1,00		0,75	
	m + n	0,96	0,97	1,00	1,00	0,81	0,93
	onbekend	0,97	1,00	1,00	1,00	0,78	0,98
	water	1,00	0,90		1,00	1,00	1,00
Kans dat individu verstoord gegeven verstoringbron	mensen	0,009	0,003	0,001	0,000	0,006	0,011
	natuurlijk	0,520	0,063	0,111	0,000	0,038	0,000

Tabel 6.14. Schatting van de verstoringkosten door mensen (uitgedrukt als percentage van het dagelijkse energieverbruik), als rekening wordt gehouden met variatie in menselijk bezoek in de loop van de week en in de loop van de dag (Tabel 6.12) voor de verschillende onderzochte wadvogelsoorten.

parameter		bonte strandloper	kluut	kokmeeuw	scholekster	wulp	bergeend
Tf vliegtijd per verstoring Tv	s	105	62	54	97	72	82
Ef energiekosten per verstoring	kJ	0,25	0,90	0,60	3,64	3,63	5,36
Nv aantal anthropogene verstoringen per dag	.	0,22	0,08	0,03	0,00	0,15	0,28
Ev energiekosten anthropogene verstoringen per dag	kJ/d	0,05	0,07	0,02	0,00	0,56	1,51
%Ev energiekosten anthropogene verstoringen als fractie van DME %		0,04	0,01	0,00	0,00	0,05	0,12



Figuur 6.29. Kaartje van het wad rond Westhoek (blauw altijd onder water, in geel en oranje de droogvallende wadplaten en buitendijks gebied (hoe donkerder hoe langer droog), in grijs binnendijks) en de alternatieve hoogwater-vluchtplaatsen: binnendijks akkerland (1,5 km afstand), de kwelder bij Zwarte Haan (8 km afstand) en het eiland Griend (19 km afstand).

nomen dat als de waterstand zo hoog is dat het wad voor de kwelder bij Westhoek helemaal onder water staat de vogels op de dijk overtijen. Scholeksters en Bergeenden proberen dit wel, maar worden dan vaak verstoord, vooral door fietsers (Figuur 6.10). Andere soorten proberen het niet eens en wijken meteen uit naar alternatieve HVP's. Er zijn drie opties: binnendijks akkerland, de kwelder bij Zwarte Haan en het eiland Griend, op respectievelijk 1,5 km, 8 km en 19 km afstand (Figuur 6.29).

Akkerland is pas geschikt als HVP na de oogst en de afstand waarop geschikt akkerland beschikbaar is, is noodzakelijkerwijs een ruwe schatting. De afstanden

tot de kwelder bij Zwarte Haan en het eiland Griend zijn daarentegen goed bekend. Als we uitwijken naar een alternatieve HVP opvatten als een effect van menselijke verstoring, c.q. het ontwijken van menselijke verstoring, dan kunnen we voor elke uitwijkmogelijkheid uitrekenen welke extra vlieggkosten dat met zich meebrengt. Daarbij doen we de volgende aannames:

1. De vogels moeten in 25% van de tijen uitwijken (Figuur 6.13).
2. De vogels keren met afgaand water weer terug naar Westhoek (daar loopt het wad als laatste onder en zal het als eerste droogvallen) en leggen de afstand dus twee keer af.

Tabel 6.15. Vergelijking van de extra vlieggkosten door menselijke verstoring, waaronder de vlieggkosten om uit te wijken naar een rustige HVP voor vier scenario's voor de zes onderzochte wadvogelsoorten. De kosten zijn uitgedrukt als percentage van het dagelijkse energieverbruik.

Scenario	Bonte Strandloper	Kluut	Kokmeeuw	Scholekster	Wulp	Bergeend
A. alle vogels kunnen op de dijk terecht	0,04	0,01	0,00	0,00	0,05	0,12
B. uitwijken naar akkerland	0,21	0,30	0,22	0,48	0,53	0,62
C. uitwijken naar Zwarte Haan	0,72	1,15	0,89	1,90	1,95	2,12
D. uitwijken naar Griend	1,58	2,60	2,01	4,32	4,36	4,66

Tabel 6.16. Voor elke soort een schatting van de verdeling over de verschillende uitwijkmogelijkheden op basis van expert kennis en de doorrekening naar de totale extra vlieggkosten als % van de dagelijkse energiebehoefte (DME).

Scenario	Bonte Strandloper	Kluut	Kokmeeuw	Scholekster	Wulp	Bergeend
A. dijk/ter plekke drijven		5%	40%	60%	10%	60%
B. naar akker	40%		30%	10%	45%	
C. naar Zwarte Haan	55%	95%	30%	30%	45%	40%
D. naar Griend	5%					
Extra vlieggkosten (% van DME) gewogen naar waarschijnlijkheid	0,17	0,28	0,09	0,15	0,32	0,32

3. De vliegsnelheid bedraagt 15 m/sec (Hedenström and Åkesson 2017).

4. De vogels besteden per keer 30 sec aan cirkelen en landen.

De onderliggende berekeningen worden gegeven in Appendix E. De berekende kosten van uitwijken zijn beduidend hoger dan de berekende kosten van door mensen verstoord worden op het wad bij Westhoek (Tabel 6.15).

Het was niet mogelijk om het uitwijk gedrag te meten. Dat betekent dat de enige zekerheid die we hebben is dat de extra vlieggkosten ergens tussen de kosten bij A en de kosten bij D moeten liggen, maar dat is wel een heel grote bandbreedte. De met het

terrein en de vogels best bekende co-auteur (Romke Kleefstra) heeft op basis van zijn veldindrukken een inschatting gemaakt hoe frequent de verschillende soorten voor een bepaalde uitwijkmogelijkheid kozen in de afgelopen jaren. Op basis daarvan kan voor elke soort een totaalschatting gemaakt worden van de extra kosten door menselijke verstoring, uitgedrukt als percentage van de dagelijkse energiebehoefte (Tabel 6.16). Alle soorten wijken uit, meestal naar Zwarte Haan. De berekende kosten vallen een stuk lager uit dan de maximum kosten van uitwijken naar Griend, maar zijn nog steeds een veelvoud van de berekende opvlieggkosten door menselijke verstoring op het wad (Tabel 6.16).

7. Discussie

7.1. Verstoringen met onbekende oorzaak

Het aandeel verstoringen met onbekende oorzaak is veel hoger dan gerapporteerd in eerdere studies (Tabel 7.1). In de studie op Vlieland werd aangenomen dat als de oorzaak van een verstoring niet duidelijk was, dit werd veroorzaakt door een predator die wel door de vogels, maar niet door de menselijke waarnemers werd opgemerkt (van der Kolk *et al.* 2020). Ook in de Waddenzee-brede studie van Spaans *et al.* (1996) wordt deze aanname gedaan. Alleen in de studie op Terschelling (Smit & Visser 1993) worden verstoringen met onbekende oorzaak als zodanig onderscheiden.

De kans dat menselijke verstoringbronnen (wandelaars, fietsers, vogelwaarnemers, vliegtuigen etc.) niet worden opgemerkt bij Westhoek is klein, c.q. verwaarloosbaar. Roofvogels zijn veel moeilijker te ontdekken, zeker als er enorme troepen vogels door elkaar vliegen op het moment van de verstoring. Daarnaast kunnen bij Westhoek de roofvogels ook onzichtbaar laag achter de rietkraag langs scheren en vanuit de rietkraag zou ook een Vos onopgemerkt een klein stukje het wad op kunnen lopen. Er kan dus niet worden uitgesloten dat een deel van de verstoringen met onbekende oorzaak veroorzaakt werd door natuurlijke verstoringbronnen, maar waarschijnlijk gaat het niet om een groot aantal gevallen. Een tweede mogelijkheid is dat er sprake is van “voorbereidingen” op de wegtrek (Handel & Gill 1992). Gedetailleerd onderzoek aan wegtrekkende groepjes steltlopers op de Banc d’Arguin en in de Waddenzee, liet zien dat daadwerkelijk wegtrekkende groepen zelden meer dan 60 individuen tellen (Piersma *et al.* 1990). Ook vond wegtrek meestal tegen de avond plaats en in de Waddenzee vond weg-

trek alleen plaats als de zon zichtbaar was (Piersma *et al.* 1990). Vertrekkende groepen zijn ook meestal zeer luidruchtig en soms landt een (deel van de) groep ook weer. Die specifieke condities zullen zich maar zelden hebben voorgedaan, dus het lijkt niet waarschijnlijk dat “voorbereiding” op de wegtrek veel van de verstoringen met onbekende oorzaak kan verklaren.

Er kan ook sprake zijn van vals alarm. Intensief onderzoek aan overwinterende Tureluurs met een hoog risico van predatie door Sperwers in een klein overzichtelijk Schots estuarium liet zien dat de vogels ook heel vaak ten onrechte opvlogen (Hilton *et al.* 1999, Cresswell *et al.* 2000). Van 913 keren gealarmeerd opvliegen, kon worden vastgesteld dat er in 19% sprake was van nadering door een gevaarlijke predator, in 13% van nadering door een ongevaarlijke vogel en in 68% van de gevallen was er sprake van vals alarm. Ook in onderzoek aan de Grijs Strandloper (*Calidris pusilla*) in Canada werd gevonden dat vals alarm ongeveer 6 keer vaker voorkwam dan alarm als gevolg van een naderende roofvogel (Beauchamp 2010).

Naar ons idee is de meest aannemelijk verklaring voor het grote aantal verstoringen met onbekende oorzaak daarom vals alarm. Vals alarm wordt veroorzaakt doordat vogels in een groep vaak reageren op het vluchtgedrag van hun burens en niet pas reageren als ze zelf het dreigende gevaar hebben waargenomen. Het is denkbaar dat de frequentie van vals alarm toeneemt in situaties waarin echte verstoringen vaker voorkomen, doordat de vogels de omgeving als ‘gevaarlijker’ ervaren en daarom sneller reageren op een prikkel. Als de kans op vals alarm toeneemt met de frequentie van menselijke

Tabel 7.1. Voorkomen van verschillende typen verstoringbronnen in verschillende studies. Voor de studie op Terschelling (Smit & Visser 1993) werden de verstoringpercentages voor Wulp, Rosse Grutto, Scholekster en meeuwen gemiddeld (43% menselijke verstoring werd veroorzaakt door wandelaars en boeren, en 27% door kleine vliegtuigen; 4% verstoring door koeien is niet opgenomen in de tabel). Voor de studie op de Vlieland (Van der Kolk *et al.* 2020) zijn de verstoringpercentages van de vogelsoorten (Rosse Grutto, Wulp, Scholekster en meeuwen) eerst gemiddeld over de HVP's (M1 t/m M3 liggen op de Vliehors in het militaire oefenterrein, R2 is een weiland vlak bij het dorp) en daarna gemiddeld over de vogelsoorten. Op de Vliehors (M1 t/m M3) werd menselijke verstoring vooral veroorzaakt door vliegtuigen. Op het Westerse veld vooral door wandelaars. Als de verstoringbron niet kon worden vastgesteld werd aangenomen dat het om een natuurlijke verstoring ging.

Type verstoring	Deze studie	(Smit & Visser 1993)	(Spaans <i>et al.</i> 1996)	(van der Kolk <i>et al.</i> 2020) M1-M3	(van der Kolk <i>et al.</i> 2020) R2
Menselijk	27%	71%	21%	40%	59%
Natuurlijk	16%	13%	79%	60%	41%
Onbekend	41%	13%	-	-	-

Tabel 7.2 Vergelijking opvliegafstanden voor wandelaars (FID in m) van de verschillende vogelsoorten gemeten in deze studie met het gemiddelde voor andere studies. De waarden van de onderliggende studies en de bronvermelding staan in Appendix F.

Vogelsoort	Gewicht (g)	Gemiddelde FID (m) in deze studie	Gemiddelde FID (m) in andere studies	Minimum FID (m) in andere studies	Maximum FID (m) in andere studies	Aantal studies in de literatuur
Bonte Strandloper	44	151	93	36	163	5
Kokmeeuw	280	157	77	50	116	3
Kluut	295	251	113	113	113	1
Scholekster	550	-	100	60	163	12
Wulp	850	227	218	90	395	13
Bergeend	1167	232	181	102	250	4

verstoring, dan zou ook (een deel van) de kosten van vals alarm moeten worden toegerekend aan de kosten van menselijke verstoring. Hierover is echter niets bekend.

7.2. Opvliegafstanden

Een deel van de variatie in waargenomen opvliegafstanden wordt veroorzaakt door (1) het feit dat de locatie van grote groepen vogels werd vastgelegd als het middelpunt van de groep, (2) fouten in de locatieschattingen van zowel (potentiële) verstoringbron als vogels (Figuur 5.12). We verwachten niet dat de verschilberekening in locaties heeft geleid tot een systematische fout in de afstandsschatting, maar wel tot meer variatie in die schatting. Daarnaast is het mogelijk dat bij grote groepen de opvliegafstand engszins is overschat, omdat de vogels aan de rand van de groep waarschijnlijk als eerste opvliegen. In vergelijking met andere studies is de opvliegafstand (FID) voor wandelaars in deze studie inderdaad hoger dan het gemiddelde in andere studies, maar valt voor goed onderzochte soorten binnen de vastgestelde range (Tabel 7.2). In alle gevallen lijkt er wel sprake van een positief verband tussen lichaamsgewicht en opvliegafstand (Spaans *et al.* 1996, Krijgsveld *et al.* 2008).

7.3. Effect van weer op verstoring

In de berekeningen van de kosten door menselijke verstoring is geen rekening gehouden met het duidelijke effect van weer op de aantallen menselijke bezoekers. In een mooie zomer zullen de vogels met gelijkblijvend gedrag van de bezoekers naar verwachting vaker verstoord worden dan in een druile- rige zomer met veel wind en regen, omdat het aantal bezoekers in een mooie zomer hoger zal zijn. Om een goede vergelijking van de T1 met de T0 te kunnen

maken is het belangrijk om daar rekening mee te houden. Lastig is dat we niet weten of dit corona jaar juist meer of minder bezoekers naar Westhoek heeft gelokt dan anders het geval geweest zou zijn.

7.4. Energetische kosten van verstoring

Het was niet mogelijk om de energetische kosten van verstoring daadwerkelijk te meten. Het schatten van de tijd besteed aan vliegen na verstoring was wel mogelijk. Die vliegtijd is vervolgens omgerekend naar energieverlies. Dat energieverlies is om een aantal redenen waarschijnlijk onderschat:

1. Er is gerekend met de kosten van de meest efficiënte manier van vliegen, d.w.z. dat er is aangenomen dat de vogels vlogen met de “minimum power flight speed”. Die aanname is zeker te rechtvaardigen voor de vogels die vliegend uitwijken naar een andere HVP op grote afstand, maar als vogels door verstoring plotsklaps opvliegen en ook nog door elkaar vliegen zouden de vlieggkosten wel eens aanzienlijk hoger kunnen zijn.
2. Er is geen rekening gehouden met het feit dat een deel van de vogels vleugelrui zal hebben gehad en daardoor minder efficiënt zal hebben kunnen vliegen.
3. Ook het feit dat een deel van de vogels bezig was op te vetten om verder te trekken naar het zuiden en daardoor een hoger gewicht zal hebben gehad (wat tot hogere vlieggkosten leidt) is niet verdisconteerd.

Het is al met al zeer aannemelijk dat het energieverlies door verstoring is onderschat, maar de omvang van die onderschatting kunnen wij niet aangeven. Mogelijk kunnen op basis van de wetenschappelijke literatuur betere schattingen gemaakt worden, maar het is niet bekend of er voldoende gegevens en kennis in de wetenschappelijke literatuur beschikbaar is om dat te doen.

7.5. Extrapolatie van menselijk bezoek met wifi-tellers

Om de waarnemingen van de aanwezigheid van menselijke potentiële verstoringbronnen te kunnen extrapoleren naar de aanwezigheid gedurende de perioden dat er geen waarnemingen werden gedaan zijn wifi-tellers ingezet. Daarbij hebben we gekozen voor zodanige locaties dat we hoopten een onderscheid te kunnen maken tussen: (1) honkvaste recreanten, wandelaars en fietsers, (2) bezoekers die op de dijk bleven en bezoekers die naar het einde van het kwelderpad liepen. Binnen de beschikbare analyse tijd en met de beschikbare ijking gegevens lukte dit niet en konden we, na correcties, alleen tot een totaalschatting komen van het aantal bezoekers aan detailgebied Westhoek in een bepaald uur. Dit heeft te maken met beperkingen in de data die de wifi-tellers doorsturen en beperkingen in de verzamelde ijkingsgegevens. Zo blijkt een onbekend aandeel telefoons bij elke toren een ander MAC adres door te geven, waardoor individuen niet gevolgd kunnen worden. Een ander probleem is dat alleen de gegevens (geanonimiseerd MAC adres, tijdstip en signaalsterkte) van het eerste en laatste contact van een mobiel met een wifi-teller worden doorgegeven.

Daarmee is het met de nu beschikbare ijkingsgegevens gebaseerd op waarnemingen onmogelijk om een kalibratie te doen van afstand tot de wifi-teller en signaalsterkte. De ijking is nu gebaseerd op de waarnemingen van menselijke potentiële verstoringbronnen, maar zou veel krachtiger geweest zijn als tracks van bezoekers gekoppeld hadden kunnen worden aan de gegevens van de wifi-tellers. Een experiment om dat zelf uit te voeren door met een groot aantal naar wifi zoekende telefoons op zak door het terrein te lopen mislukte, omdat de telefoons dan zichtbaar met elkaar interfereren. We vermoeden dat met een beter uitgevoerde ijking, het beoogde onderscheid tussen honkvaste recreanten, wandelaars en fietsers, en tussen bezoekers die wel en niet het kwelderpad aflopen, wel gemaakt kan worden. De in het afgelopen jaar verzamelde gegevens zouden dan opnieuw geanalyseerd kunnen worden. In appendix G gaan we hier uitgebreid op in.

7.6. Kritische waarden voor verstoring

De meest aannemelijke minimale kosten voor het energieverlies door menselijke verstoring, inclusief uitwijken bij hoge waterstanden, variëren voor de verschillende vogelsoorten tussen 0,03% en 0,26% van het dagelijkse energieverbruik (Tabel 6.16). Dat lijkt op het eerste gezicht weinig, maar is dat ook zo?

Om te beginnen houdt deze schatting van gemiddelde kosten geen rekening met individuele variatie binnen een soort. Een individu dat grote moeite heeft zijn dagelijkse voedselbehoefte bij elkaar te zoeken zal meer moeite hebben om extra energieverlies door verstoring te compenseren, dan een efficiënt individu, dat in korte tijd voldoende voedsel kan vinden (van der Kolk *et al.* 2021). Individuele variatie is vaak groot bij steltlopers en heeft o.a. met leeftijd, geslacht en voedselspecialisatie te maken (Goss-Custard & Sutherland 1984, Whitfield 1990, Durell 2000, Durell *et al.* 2001). De omgeving kan groot effect hebben of een bepaalde voedselspecialisatie gunstig of juist ongunstig uitpakt (van de Pol *et al.* 2010, van der Kolk *et al.* 2019).

Individu-gebaseerde modellen houden rekening met dit soort individuele variatie en maken het mogelijk om de populatie-effecten van verstoring door te rekenen, zoals is gebeurd voor trekkende Kleine Rietganzen (Klaassen *et al.* 2006) en overwinterende Scholeksters (Goss-Custard *et al.* 2006). Er was sprake van verhoogde sterfte bij de overwinterende Scholeksters als de totale verstoring veroorzaakt door mensen en roofvogels hoger was dan 1,0 - 1,5 verstoringen per uur bij daglicht bij zacht weer en een overvloedig voedselaanbod tot het einde van de winter. Onder barre weersomstandigheden en met een lage voedselbeschikbaarheid bleek deze drempel bij 0,2 - 0,5 verstoringen per uur in daglicht te liggen. Onze geschatte kosten van een gemiddelde verstoring voor Scholeksters (3,64 kJ) vallen binnen het bereik (1-4 kJ) van de energiekosten zoals gevonden door (Goss-Custard *et al.* 2006) en komt neer op 0,47% van het geschatte dagelijkse energieverbruik van deze soort. De grens voor de meest kritische condities van 0,2 verstoringen per uur in daglicht zou bij 12 uur daglicht uitkomen op 1,13% van het dagelijkse energieverbruik. Deze lage grenswaarde wordt bij alle soorten ruim overschreden als ze altijd naar Griend zouden uitwijken bij hoge hoogwaterstanden (Tabel 6.15). Er zijn geen gegevens over uitwijkgedrag, maar als een inschatting op basis van *expert judgement* wordt aangehouden, dan wordt voor geen van deze soorten deze grens overschreden bij Westhoek in augustus-september (Tabel 6.16).

Het model van Goss-Custard *et al.* (2006) betreft een hele specifieke situatie voor een specifieke onderzoeksoort (overwinterende Scholeksters), waarbij alleen gekeken wordt naar sterfte. Er wordt niet gekeken naar conditieverlies en soorten in de ruïnen of soorten die zich voorbereiden op de trek naar het zuiden. De conclusie dat het berekende energieverlies door menselijke verstoring verwaarloosbaar klein is zou voorbarig zijn.

7.7. Dijk als HVP

Uitwijken naar alternatieve HVP's bij hoge hoogwaterstanden zou niet nodig zijn als alle soorten de dijk als HVP zouden gebruiken bij die hoge hoogwaterstanden. Verstoring op de dijk is echter te frequent, vooral door fietsers, maar soms ook gemotoriseerd vervoer en wandelaars, om dat mogelijk te maken op dit moment. De keren dat Scholeksters en Bergeenden de dijk wel als HVP gebruikten werden ze stevast verstoord (Figuur 6.10, Jeroen van Wijk pers. obs.). De vraag is of alle soorten de dijk wel zouden gebruik als HVP als die vrij zou zijn van alle menselijke verstoring.

Een Waddenzee-brede inventarisatie, inclusief Duitsland en Denemarken, in de periode 1980-2000 laat zien dat geen enkele wadvogelsoort nooit overtijdend op een dijk of vergelijkbare menselijke structuur is waargenomen (Koffijberg *et al.* 2003). Tegelijkertijd is alleen voor Steenloper en Aalscholver het aandeel dat op dijken overtijd hoger dan 10%. Waarschijnlijk is verstoring op dijken in veel gevallen te hoog, net als bij Westhoek. Vermoedelijk dat het gebrek aan uitzicht ook een rol speelt. Bij Westhoek is nooit gezien dat Scholeksters en Bergeenden ook wel probeerden te overtijden op de delen van de dijk direct achter de hoge rietkraag.

Dat betekent dat het deel van de dijk achter de hoge rietkraag ongeschikt is als HVP (Figuur 7.1.) en dat menselijke aanwezigheid daar ook met hoogwater en hoog hoogwater niet voor respectievelijk verstoring en uitwijken zal zorgen. In Figuur 7.2 een inschatting gemaakt van de delen van de dijk die geschikt dan wel ongeschikt zijn als HVP.

Van de volgende soorten is algemeen bekend dat ze regelmatig overtijen op dijken als dat mogelijk is: Bergeend, alle soorten meeuwen, Scholeksters, Steenlopers en Drieteenstrandlopers. In de Waddenzee zijn maar weinig dijkvakken verstoringsvrij. Ongestoorde dijkvakken in de Waddenzee waar veel over bekend is, zijn de dijk langs Balgzand en het Vogelsand. Lokale experts (Wim Tijsen, Roelf Hovinga, Leon Kelder) melden dat daar naast de al genoemde soorten ook regelmatig grote aantallen Tureluurs en Kanoeten overtijen. Op Terschelling is er een vaste HVP van enkele honderden Tureluurs op de dam van basaltblokken rondom de jachthaven. Bonte strandlopers worden ook wel gezien, maar zelden in grote aantallen. Kees Koffijberg meldt voor dijkvakken langs de Eems, waar kwelders ontbreken, dat Bonte Strandlopers, Bontbekplevieren en Wulpen bij hoge waterstanden eerder neigen naar binnendijs overtijen, maar de dijk is waarschijnlijk niet verstoringsvrij.



Figuur 7.1. Foto van de dijk bij Westhoek op 12 sept 2020. Op de voorgrond een deel van de dijk dat grenst aan een brede rietkraag, waardoor mensen op de dijk ook niet bij hoogwater voor verstoring zullen zorgen. De rietkraag maakt de dijk waarschijnlijk ook onaantrekkelijk als HVP voor wadvogels. Op de achtergrond een deel van de dijk dat grenst aan een smalle lage kwelder, waar mensen tijdens hoogwater wel voor verstoring zorgen en dat potentieel geschikt is als HVP bij hoog hoogwater. © Jeroen van Wijk.



Figuur 7.2. Inschatting van delen van de dijk die waarschijnlijk geschikt zijn als HVP (groen) en delen van de dijk waar de vogels nooit zullen overtuigen door de hoge rietkraag tussen de dijk en het wad (rood). Op de rood aangegeven delen van de dijk zal menselijk bezoek ook met hoogwater niet voor verstoring zorgen door de brede rietkraag tussen de dijk en het wad en met hoog hoogwater zullen de vogels hier niet proberen te overtuigen door de brede rietkraag.

Voor de Delta bevestigen experts (André van Kleunen, Mark Hoekstein) de eerder genoemde soorten. De talrijkste steltloper in de Oosterschelde is de Scholekster en die overtuigt in de Delta veel op dijken. André van Kleunen: “Het gaat om rustige dijktrajecten bij slik. Het gaat dan om grote groepen Scholeksters, waarbij zich ook wel andere steltlopers aansluiten. Ze zitten op verschillende soorten ondergrond, zoals basalt, teer/asfaltlaag, betonblokken en vilvoordse steen. Delen met buitendijkse fietspaden/onderhoudspaden (waar dus veel mensen komen) worden wel gemeden of ze zitten er alleen ’s nachts/’s ochtends vroeg als het nog rustig is.” Volgens Mark Hoekstein gebruiken alle soorten wel dijken als HVP: naast Scholeksters ook Wulp, Rosse Grutto, Zilverplevier, Bonte Strandoper, Drieteenstrandoper, Tureluur, Bontbekplevier, Rotgans en Smient.

De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat bij voldoende rust veel soorten op de dijk bij Westhoek zouden overtuigen als dat nodig is, maar voor sommige soorten blijft het mogelijk ook bij voldoende rust een tweede keus.

7.8. Nulmeting en effectmeting(en)

Dit rapport behandelt de nulmeting van de effectiviteit van dynamisch zoneren bij Westhoek. Na invoering van dynamisch zoneren moeten volgens het projectplan in de vier jaren daarna vervolgmetingen worden uitgevoerd om de effectiviteit van dynamisch zoneren in het reduceren van menselijke verstoring te meten (Dommerholt 2019). Twee vragen zijn belangrijk:

1. Is het gelukt om een goede nulmeting uit te voeren?
2. Hoe moeten de effectmetingen worden uitgevoerd?

7.8.1. Nulmeting

Wat betreft de nulmeting kan in algemene zin worden opgemerkt dat variatie in het weer zal zorgen voor variatie in menselijk bezoek en daarmee variatie in menselijke verstoring. Een zonnige zomer zal veel meer bezoekers naar Westhoek lokken, dan een verregende zomer. Om dit in beeld te brengen zou een goede nulmeting een aantal jaren moeten beslaan. Er is echter vooralsnog gekozen om de nulmeting te beperken tot het jaar 2020. Dat was door corona ook nog eens een heel bijzonder jaar dat wij nog niet eerder hebben meegemaakt. Wij weten helaas niet of dit tot meer, of minder, of ander menselijk bezoek aan Westhoek heeft geleid in vergelijking tot eerdere jaren.

De wekelijkse tellingen van het traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan konden vanaf begin juli t/m oktober worden uitgevoerd en geven een goed beeld van de aantallen en de verspreiding van de overtuigende vogels. Voor Bergeend, Kluut en Krombekstrandoper konden de tellingen met eerdere jaren worden vergeleken. Daaruit bleken duidelijke verschillen tussen jaren.

De wekelijkse tellingen geven door de hoge frequentie daar een goed beeld van. De tellingen geven ook een indicatie van de aanwezigheid van menselijke potentiële verstoringbronnen en of er ook sprake was van verstoring op het moment van de waarneming. Tijdens de nulmeting hebben we ons erg ingespan-

nen om in detailgebied Westhoek zo goed mogelijk de extra vliegtijd (en daarmee het energieverlies) als gevolg van menselijke (en natuurlijke) verstoring te schatten. Daarbij hebben we ons vooral gericht op de vogels die op de HVP door mensen worden verstoord. De in dit rapport uitgevoerde analyse laat echter weinig twijfel bestaan dat het energieverlies door uitwijken naar andere HVP's beduidend groter is. Naar de omvang van dat energieverlies kunnen wij helaas slechts gissen, omdat we geen metingen aan uitwijken hebben uitgevoerd.

De locatie en het gedrag van mensen bij Westhoek bepaalt hoeveel verstoring ze veroorzaken. Tijdens waarnemingen kon dat goed worden vastgelegd. De wifi-tellers hadden tot doel om een beeld te krijgen van menselijke bewegingen in de uren dat er niet werd waargenomen. Dit was in beperkte mate succesvol. Het totale bezoek aan Westhoek kon goed worden gereconstrueerd, maar er kon geen onderscheid gemaakt worden tussen honkvaste recreanten, wandelaars en fietsers, en tussen bezoekers die wel en niet het kwelderpad afliepen. Zoals eerder betoogd vermoeden wij dat zorgvuldig uitgevoerde ijkingen een dergelijk onderscheid, ook met teruggewerkende kracht, wel mogelijk maken (zie ook Appendix G).

7.8.2. Effectmetingen

De mate waarin een potentiële verstoring bron daadwerkelijk verstoring veroorzaakt verschilt tussen vogelsoorten en gebieden (Spaans *et al.* 1996, Krijgsveld *et al.* 2008, van der Kolk 2021). Daarom is voor de nulmeting gekozen voor gedetailleerde gedragsobservaties van vogels en potentiële verstoringbronnen volgens de eerder in het kader van het onderzoeksproject CHIRP ontwikkelde methodiek

(Van der Kolk *et al.* 2020). Aangenomen mag worden dat de relaties die we in 2020 hebben gevonden wat betreft opvliegafstand en extra vlieggkosten door direct verstoring ook in 2021 en latere jaren zullen opgaan voor Westhoek. Dat betekent dat de effectmeting zich kan concentreren op het effect van de genomen maatregelen op aantallen, verspreiding en gedrag van de menselijke potentiële verstoringbronnen. Dit kan als volgt:

1. Herhaling van de wekelijkse tellingen van het traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan. Ook de vogels tellen is zinvol als er in het kader van dynamisch zoneren ook dijkvakken worden “afgesloten”. Dan kan namelijk vastgesteld worden of er ook meer vogels op de dijk overtijden bij hoge hoogwaterstanden als het echt lukt om de dijk te vrijwaren van menselijk bezoek bij die hoge hoogwaterstanden.
2. Herhaling van de observaties in detailgebied Westhoek, waarbij de waarnemingen zich kunnen richten op het registreren van de aanwezigheid en het gedrag van de potentiële menselijke en natuurlijke verstoringbronnen en of er ook verstoring optreedt. Zoals hierboven beschreven is het niet nodig de gedetailleerde gedragsobservaties aan de vogels te herhalen.
3. Voortzetting van de registratie van menselijke bezoekers met de wifi-tellers. Dat vereist wel dat een meer gedetailleerde ijking wordt uitgevoerd die het mogelijk maakt om fietsers en wandelaars te onderscheiden en ook een onderscheid kan maken tussen mensen die op de dijk blijven en mensen die naar het einde van het kwelderpad lopen. Het succes van een dergelijke ijking is helaas niet te voorspellen, maar wij hebben goede hoop op succes (Appendix G).

8. Conclusies

Het is aannemelijk dat de belangrijkste kosten van verstoring bij Westhoek bestaan uit het uitwijken naar alternatieve HVP's (binnendijkse akkers, kwelder bij Zwarte Haan, of het eiland Griend) als door hoog hoogwater (boven 120 cm NAP) het wad en de pionierzone voor de kwelder bij Westhoek niet beschikbaar zijn als HVP. Naar de omvang van die kosten kan alleen worden gegist, omdat metingen aan uitwijken ontbreken. Wandelaars en fietsers maken de dijk vermoedelijk ongeschikt om te overtuigen, maar dit valt niet zo op, omdat vogels die er niet (meer) zijn ook niet (meer) verstoord kunnen worden.

Daadwerkelijke verstoring trad vooral op als mensen bij hoogwater naar de rand van de kwelder liepen, helemaal als vervolgens het wad werd betreden. Dankzij de gedetailleerde gedragswaarnemingen kon voor de onderzoeksoorten (Bergeend, Wulp, Scholtekster, Kokmeeuw, Kluut en Bonte Strandloper) de opvliegafstand, de kans op verstoring en de tijd verloren met wegvliegen worden bepaald. Het tijdver-

lies door opvliegen als gevolg van verstoring kon zo nauwkeurig bepaald worden, maar de bijbehorende energetische kosten zijn waarschijnlijk onderschat.

Er werden veel meer menselijke potentiële verstoringsbronnen dan natuurlijke potentiële verstoringsbronnen waargenomen, maar de kans dat een natuurlijke potentiële verstoringsbron voor verstoring zorgde is veel hoger. Het verschil in verstoringen tussen roofvogels en mensen is minder dan een factor 2, terwijl mensen in aantal 40 keer meer voorkwamen.

Op basis van de continu registrerende wifi-tellers kon worden vastgesteld dat mensen Westhoek vooral bezochten bij daglicht, in het weekend en bij mooi weer. Er werd geen effect gevonden van vakantieperiodes. Binnen de beschikbare analysetijd en met de beschikbare ijkinggegevens was het niet mogelijk om onderscheid te maken tussen wandelaars en fietsers, of te bepalen welk deel van de bezoekers het pad afliep naar de rand van de kwelder.

9. Aanbevelingen

9.1. Dynamisch zoneren

Westhoek is een van de grootste en daarmee belangrijkste HVP's van de Waddenzee. Dit betekent dat het van groot belang is om de condities hier gunstig te houden en zo mogelijk te verbeteren. In algemene zin betekent dat laatste het verminderen van verstoring door mensen tijdens hoogwater. Daarbij verdient de dijk misschien nog wel meer aandacht dan het wad voor de kwelder.

Een belangrijke conclusie van dit rapport is namelijk dat de dijk bij Westhoek (bijna) niet als HVP wordt gebruikt bij hoge hoogwaters (hoger dan 120 cm boven NAP) als het wad en de pionierzone bij de kwelder van Westhoek onder water staan en de vogels daar niet kunnen overtijen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het vermijden van verstoring vanwege aanwezige fietsers en wandelaars op de dijk. Een logische aanbeveling is daarom om voor absolute rust op de dijk te zorgen tijdens hoogwater. Permanent afsluiten en ontoegankelijk maken is de eenvoudigste manier om dit te realiseren, maar volgens het idee van dynamisch zoneren zou gezorgd moeten worden dat de dijk alleen niet betreden en bereden wordt tijdens hoogwater. De pilot dynamisch zoneren moet uitwijzen of dit mogelijk is.

Bovenstaande aanbeveling is in tegenspraak met het beleid op veel plaatsen in het Waddengebied om de toegankelijkheid van de dijk voor wandelaars en fietsers juist te verhogen. Op plaatsen waar de dijk en het aangrenzende wad in potentie een belangrijke functie als HVP hebben zou dit voorkomen moeten worden. Als de toegankelijkheid toch verhoogd wordt verdient het aanbeveling om toegang tot de dijk te verbieden tijdens de hoogwaterperiode. In het geval van Westhoek vormt de ruige vegetatie een natuurlijke buffer tussen passanten op de dijk en de vogels. Als de buffer breed genoeg is, zoals bij het centrale kwelderpad, zal de aanwezigheid van mensen op de dijk niet voor verstoring zorgen van de vogels die met hoogwater op het voorliggende wad overtijen. Het is daarom van groot belang om de vegetatie te handhaven in de huidige, nauwelijks door-dringbare vorm en niet te gaan beweiden, zoals op veel plaatsen langs de Friese kust gebeurt. Door de voortgaande opslibbing breidt de kwelder zich zelfs nog steeds uit en worden de bestaande delen hoger. Dit betekent dat er steeds meer ruige begroeiing komt met strandkweek en riet. Dit natuurlijke proces is gunstig omdat het gebied hierdoor ook minder goed toegankelijk wordt.

Tijdens hoogwater zou het centrale kwelderpad gesloten kunnen worden om verstoring van de overtijdende vogels te voorkomen. Als het kwelderpad toch open blijft zijn duidelijke informatieborden nodig aan begin van het pad, niet alleen maar bij de parkeerplaats boven op de dijk zoals nu. Op deze borden zou aangegeven moeten worden dat het wad niet moet worden betreden als het hoogwater is om verstoring van de overtijdende vogels te voorkomen. Om dezelfde reden zouden bezoekers aangemaand of verplicht moeten worden om honden niet, of alleen aangelijnd, mee te nemen het kwelderpad op. Een mogelijke alternatieve oplossing voor afsluiten van de dijk tijdens hoogwater, om te zorgen dat de vogels niet hoeven uit te wijken, is de smalle kleine polder tussen Koehool, Dijkshoek en Westhoek aan te kopen en om te vormen tot een alternatieve HVP voor hoge hoogwaters. De breedte van de polder varieert tussen 200 en 400 m en dat is mogelijk te smal voor de grote en schuwe Wulp, maar bij een aantrekkelijke inrichting met plasjes etc. kan het gebied ongetwijfeld zeer aantrekkelijk worden voor de kleinere steltlopers, zoals de Bonte Strandloper. Het zou de aantrekkelijkheid van het gebied als vogelkijkplek ook zeer (en misschien wel vermarktbaar) vergroten.

9.2. Onderzoek

De nulmeting maakt aannemelijk dat uitwijkgedrag bij hoog hoogwater belangrijk is, maar kennis daarover bij Westhoek ontbreekt. Het verdient aanbeveling hier onderzoek aan te doen. Dit kan door vogels te zenderen (voor de kleinere steltlopers is WATLAS <https://maps.nioz.nl/watlas> een goed systeem). Mogelijk dat ook waardevolle informatie verzameld kan worden met gerichte waarnemingen vanaf de dijk op dagen met hoog hoogwater.

In dit rapport baseerde de discussie over het potentiële belang van overtijen op de dijk zich noodgedwongen tot anekdotische informatie. In de Delta en een paar plekken in de Waddenzee (Balgzand) zijn vermoedelijk gegevens beschikbaar welk deel van de vogels met hoogwater de dijk als HVP gebruikt als het dijkvak volledig gevrijwaard is van menselijke verstoring. Het verdient aanbeveling deze gegevens te analyseren.

De energetische kosten van de waargenomen verstoringen zijn waarschijnlijk onderschat. Het verdient aanbeveling om na te gaan of er in de wetenschappelijke literatuur kennis en getallen te vinden zijn om tot een betere schatting te komen.

We weten ook te weinig over de kritische waarden van verstoring. Onderzoek is nodig om vast te stellen bij welke verhoging van de energetische kosten door verstoring er sprake is van conditieverlies en misschien zelfs verhoogde mortaliteit.

9.3. Effectmeting

Als wordt besloten om dynamisch zoneren in 2021 te implementeren, dan wordt aanbevolen (zie discussie)

om de eerste effectmeting als volgt in te richten:

1. Herhaling van de wekelijkse tellingen van het traject Koehool-Westhoek-Zwarte Haan.
2. Herhaling van de observaties in detailgebied Westhoek wat betreft registreren van de aanwezigheid en het gedrag van de potentiële menselijke en natuurlijke verstoringbronnen en of er ook verstoring optreedt.
3. Voortzetting van de registratie van menselijke bezoekers met de wifi-tellers, inclusief het uitvoeren van een meer gedetailleerde ijking.

10. Dankwoord

Veel dank aan It Fryske Gea voor toestemming om de wifi-tellers in hun gebied te plaatsen. Ook zeer veel dank aan Henk-Jan van der Kolk voor uitleg, en hulp bij het invoeren en analyseren van de

waarnemingen, met name de statistische analyses. Ten slotte veel dank aan Huib Lubbers en Yannic Audenaerde van RMC voor een prettige samenwerking en nuttige discussies over de wifi-tellers.

11. Appendices

11.1. Appendix A

Tabel 11.1 Coördinaten van de referentie-punten in het onderzoeksgebied naar de kosten van verstoring weergegeven in Figuur 5.3.

ID	breedtegraad	lengtegraad	ID	breedtegraad	lengtegraad
D2	53.275122	5.555699	R2	53.277633	5.548557
D3	53.273088	5.553346	R3	53.278947	5.550614
D4	53.279374	5.557569	R4	53.280209	5.55288
D6	53.272116	5.550317	R5	53.281502	5.555004
W1	53.274092	5.554755	R6	53.28025	5.557215
SEB1	53.276071	5.553411	R7	53.278921	5.555254
SEB2	53.270241	5.542413	R8	53.277664	5.553134
SEB3	53.268147	5.539215	R9	53.276314	5.546474
SEB4	53.267823	5.539691	R10	53.275132	5.544237
SEB5	53.279615	5.556352	R11	53.273806	5.542174
SEB6	53.279855	5.555255	R12	53.272538	5.544204
SEB7	53.276229	5.55276	R13	53.273759	5.5463
SEB8	53.274807	5.550691	R14	53.275000	5.548494
SEB9	53.275073	5.550192	veg1	53.271703	5.548235
SEB10	53.272825	5.546604	veg2	53.273066	5.551077
SEB11	53.272662	5.546988	veg3	53.274886	5.554261
SEB12	53.269887	5.543168	veg4	53.276258	5.555415
RS	53.27493	5.55284	U	53.27204	5.546112
R1	53.276253	5.550428			

11.2. Appendix B

In augustus werd in totaal 60,1 uur tijdens de week en 20,9 uur in de weekenden geobserveerd. Gemiddeld werden er 205,4 (16,7/ u) potentiële menselijke verstoringsbronnen tijdens doordeweekse dagen en 230 (18,9/ u) in de weekenden waargenomen. Deze potentiële verstoringsbronnen veroorzaakten gemiddeld 0,26 verstoringen per uur tijdens weekdagen en 0,25 verstoringen per uur in het weekend (Tabel 11.2). In september werd in totaal 43,7

uur tijdens weekdagen geobserveerd en 20,9 uur in de weekenden. Tijdens deze observatieperiodes constateerden we gemiddeld 154,2 (18,2/ u) potentiële menselijke verstoringsbronnen tijdens weekdagen en 296,5 (23,3/ u) in de weekenden. Deze potentiële menselijke verstoringsbronnen veroorzaakten daadwerkelijk gemiddeld 0,16 verstoringen per uur tijdens weekdagen en 0,4 verstoringen per uur in het weekend (Tabel 11.2).

Tabel 11.2. Menselijke verstoringsdrukke en gemiddeld aantal daadwerkelijke verstoringen in 'detailgebied Westhoek' op de verschillende dagen in de week voor de maanden augustus en september 2020.

Dag, maand	Uren waargenomen (43 hoogwater periodes)	Aantal potentiële menselijke verstoringsbronnen	Gemiddeld aantal potentiële menselijke verstoringsbronnen per uur	Gemiddeld aantal menselijke verstoringen per uur
Maandag				
Aug	15,3	171	11,2	0,1
Sep	11,5	285	24,8	0,6
Dinsdag				
Aug	8,8	120	13,6	0,1
Sep	7,9	63	8,0	0,1
Woensdag				
Aug	4,5	77	17,1	0,2
Sep	4,5	111	24,7	0,0
Donderdag				
Aug	13,5	270	20,0	0,5
Sep	7	143	20,4	0,0
Vrijdag				
Aug	18	389	21,6	0,4
Sep	12,8	169	13,2	0,1
Zaterdag				
Aug	8,4	135	16,2	0,2
Sep	12,4	268	21,6	0,4
Zondag				
Aug	12,5	270	21,6	0,3
Sep	13	325	25,0	0,4

11.3. Appendix C

Kans op aanwezigheid van vogels op de hoogwater-
vluchtplaats bij Westhoek als functie van tijd van de
dag en maanstand voor een geïdealiseerde maand.

Er is aangenomen dat de hoogwaterperiode 4,5 uur
duurt en dat het licht genoeg is voor menselijk be-
zoek tussen 6 uur 's ochtends en 22 uur 's avonds.

maan- dag	Uur van de dag																gemiddelde:
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	VOL	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0
5		0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0
6		1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0
7		1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0
8	LK	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25
9	LK	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0
10		0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0
11		0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0
12		0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0
13		0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0,25	1,0
14		0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0,25
15	NW	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0
16		0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0
17		0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0
18		1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0
19		1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0
20		1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25
21		1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0
22	EK	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0
23	EK	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0
24		0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0
25		0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0,25	1,0
26		0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0	0,25
27		0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0	0	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0	0	0	0

11.4. Appendix D

Aantal unieke menselijke passanten in detailgebied Westhoek per uur van de dag voor een geïdealiseerde maand. Hierbij is onderscheid gemaakt naar weekdagen, zaterdag en zondagen op basis van Figuur 6.18.

maandag	Uur van de dag																gemiddelde:	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	VOL	0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
2		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
3		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
4		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
5		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
6		0,00	0,00	1,19	3,13	3,88	5,63	7,50	11,10	16,30	15,60	11,30	4,50	0,25	1,00	1,00	1,00	0,00
7		0,00	0,13	2,25	4,38	6,00	6,13	8,25	13,60	17,50	15,00	10,50	4,75	3,13	2,13	0,63	0,00	0,00
8	LK	0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
9	LK	0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
10		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
11		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
12		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
13		0,00	0,00	1,19	3,13	3,88	5,63	7,50	11,10	16,30	15,60	11,30	4,50	0,25	1,00	1,00	1,00	0,00
14		0,00	0,13	2,25	4,38	6,00	6,13	8,25	13,60	17,50	15,00	10,50	4,75	3,13	2,13	0,63	0,00	0,00
15	NW	0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
16		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
17		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
18		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
19		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
20		0,00	0,00	1,19	3,13	3,88	5,63	7,50	11,10	16,30	15,60	11,30	4,50	0,25	1,00	1,00	1,00	0,00
21		0,00	0,13	2,25	4,38	6,00	6,13	8,25	13,60	17,50	15,00	10,50	4,75	3,13	2,13	0,63	0,00	0,00
22	EK	0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
23	EK	0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
24		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
25		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
26		0,00	0,13	1,19	1,38	3,38	4,13	5,38	7,38	7,88	7,38	5,50	1,63	1,63	2,13	1,00	0,25	0,25
27		0,00	0,00	1,19	3,13	3,88	5,63	7,50	11,10	16,30	15,60	11,30	4,50	0,25	1,00	1,00	1,00	0,00
28		0,00	0,13	2,25	4,38	6,00	6,13	8,25	13,60	17,50	15,00	10,50	4,75	3,13	2,13	0,63	0,00	0,00

11.5. Appendix E

Berekening van de kosten van uitwijken naar alternatieve HVP's als hoogwater boven 120 cm t.o.v. NAP komt voor drie scenario's:

Tabel 11.3. Kosten van uitwijken naar akkerland op 1,5 km afstand.

parameter		bonte strandloper	kluut	kokmeeuw	scholekster	wulp	bergeend
Tf vliegtijd per verstoring Tv	s	105	62	54	97	72	82
Ef energiekosten per verstoring	kJ	0,25	0,90	0,60	3,64	3,63	5,36
Nv aantal anthropogene verstoringen per dag	.	0,22	0,08	0,03	0,00	0,15	0,28
Ev energiekosten anthropogene verstoringen per dag	kJ/d	0,05	0,07	0,02	0,00	0,56	1,51
extra vliegtijd (2x) door uitwijken bij hoog HW (15 m/s + 30 s cirkelen/landen)	s	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9
extra vlieggkosten door uitwijken bij hoog HW	kJ/d	0,23	1,44	1,08	3,67	4,91	6,44
totale extra vlieggkosten door anthropogene verstoring + uitwijken	kJ/d	0,29	1,51	1,09	3,67	5,47	7,95
% extra vlieggkosten door anthropogene verstoring + uitwijken / DME %		0,21	0,30	0,22	0,48	0,53	0,62

Tabel 11.4. Kosten van uitwijken naar de kwelder van Zwarte Haan op 8 km afstand.

parameter		bonte strandloper	kluut	kokmeeuw	scholekster	wulp	bergeend
Tf vliegtijd per verstoring Tv	s	105	62	54	97	72	82
Ef energiekosten per verstoring	kJ	0,25	0,90	0,60	3,64	3,63	5,36
Nv aantal anthropogene verstoringen per dag	.	0,22	0,08	0,03	0,00	0,15	0,28
Ev energiekosten anthropogene verstoringen per dag	kJ/d	0,05	0,07	0,02	0,00	0,56	1,51
extra vliegtijd (2x) door uitwijken bij hoog HW (15 m/s + 30 s cirkelen/landen)	s	392	392	392	392	392	392
extra vlieggkosten door uitwijken bij hoog HW	kJ/d	0,94	5,76	4,31	14,70	19,67	25,79
totale extra vlieggkosten door anthropogene verstoring + uitwijken	kJ/d	0,99	5,83	4,33	14,70	20,23	27,30
% extra vlieggkosten door anthropogene verstoring + uitwijken / DME %		0,72	1,15	0,89	1,90	1,95	2,12

Tabel 11.5. Kosten van uitwijken naar Griend op 19 km afstand.

parameter		bonte strandloper	kluut	kokmeeuw	scholekster	wulp	bergeend
Tf vliegtijd per verstoring Tv	s	105	62	54	97	72	82
Ef energiekosten per verstoring	kJ	0,25	0,90	0,60	3,64	3,63	5,36
Nv aantal anthropogene verstoringen per dag	.	0,22	0,08	0,03	0,00	0,15	0,28
Ev energiekosten anthropogene verstoringen per dag	kJ/d	0,05	0,07	0,02	0,00	0,56	1,51
extra vliegtijd (2x) door uitwijken bij hoog HW (15 m/s + 30 s cirkelen/landen)	s	890	890	890	890	890	890
extra vlieggkosten door uitwijken bij hoog HW	kJ/d	2,13	13,08	9,78	33,36	44,65	58,53
totale extra vlieggkosten door anthropogene verstoring + uitwijken	kJ/d	2,19	13,14	9,80	33,36	45,22	60,05
% extra vlieggkosten door anthropogene verstoring + uitwijken / DME %		1,58	2,60	2,01	4,32	4,36	4,66

11.6. Appendix F

Tabel 11.6. Overzicht van opvliegafstanden voor wandelaars van rustende en fouragerende vogels, zoals gemeten in andere studies voor de onderzoeksoorten. Voor elke soort is het volgende in de tabel opgenomen: gemiddelde gewicht, de gemiddelde opvliegafstand en de opvliegafstand met bronvermelding van de individuele studies waarop het gemiddelde is gebaseerd. Gebaseerd op het overzicht in Krijgsveld et al. (2008).

Soort	gewicht (g)	afstand gem (m)	meter	Bron
Bonte Strandloper	44	93	36	Spaans <i>et al</i> 1996
			70	Laursen <i>et al</i> 2005
			71	Smit & Visser 1993 (van der Meer 1985, Wolff <i>et al.</i> 1982)
			125	van der Meer 1985
			163	Smit & Visser 1993 (van der Meer 1985, Wolff <i>et al.</i> 1982)
Kokmeeuw	280	77	50	Smit & Visser 1993 (Tensen & van Zoest 1983)
			64	Spaans <i>et al</i> 1996
			116	Laursen <i>et al</i> 2005
Kluut	295	113	113	Laursen <i>et al</i> 2005
Scholekster	550	100	60	Smit & Visser 1993 (Tensen & van Zoest 1983)
			60	Smit & Visser 1993 (Blanckesteijn <i>et al.</i> 1986)
			65	Spaans <i>et al</i> 1996
			77	Smit & Visser 1993 (Glimmerveen & Went 1984)
			79	Smit & Visser 1993 (Glimmerveen & Went 1984)
			82	Smit & Visser 1993 (Blanckesteijn <i>et al.</i> 1986)
			113	Smit & Visser 1993 (Glimmerveen & Went 1984)
			119	Laursen <i>et al</i> 2005
			123	Stillman & Goss-Custard 2002
			125	van der Meer 1985
Wulp	850	218	90	Smit & Visser 1993 (Blanckesteijn <i>et al.</i> 1986)
			95	Smit & Visser 1993 (Tensen & van Zoest 1983)
			102	Smit & Visser 1993 (Glimmerveen & Went 1984)
			140	Smit & Visser 1993 (Glimmerveen & Went 1984)
			157	Spaans <i>et al</i> 1996
			196	Smit & Visser 1993 (Glimmerveen & Went 1984)
			211	Smit & Visser 1993 (van der Meer 1985, Wolff <i>et al.</i> 1982)
			213	Smit & Visser 1993 (Blanckesteijn <i>et al.</i> 1986)
			225	van der Meer 1985
			298	Laursen <i>et al</i> 2005
Bergeend	1167	181	102	Spaans <i>et al</i> 1996
			148	Smit & Visser 1993 (van der Meer 1985, Wolff <i>et al.</i> 1982 Smit ongepubl.)
			225	Laursen <i>et al.</i> 2005
			250	Smit & Visser 1993 (van der Meer 1985, Wolff <i>et al.</i> 1982 Smit ongepubl.)

11.7. Appendix G

11.7.1. Werking WiFi tellers

De WiFi tellers registreren iedere paar seconden welke telefoons er binnen het bereik liggen. Hierdoor is het bekend wanneer een telefoon in de buurt van een teller is. Door de gegevens van de tellers te vergelijken kun je verplaatsingen volgen.

Westhoek is de eerste locatie in het buitengebied waar een netwerk van WiFi-tellers is geplaatst. De leverancier van de tellers ging ervan uit 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 waarschijnlijk 50 meter, en dat iedereen met WiFi aan en binnen de detectieafstand van een teller opgemerkt zou worden. 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 20 meter rondom de tellers snel afleggen (minder dan circa 10 seconden) zouden het fietsers moeten zijn. Als ze de afstand langzaam afleggen (meer dan 30 seconden), dan gaat het om voetgangers of fietsers die onderweg stil hebben gestaan).

11.7.2. Problemen

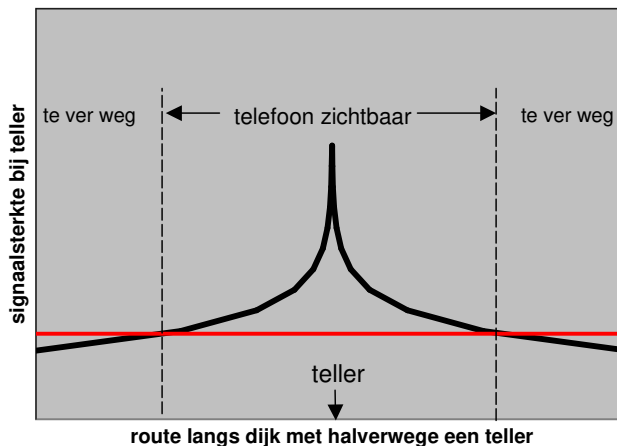
De gegevens van de tellers voldeden niet aan het bovenstaande beeld. De oorzaak hiervan was de detectieafstand. Die lijkt veel groter dan de 20 meter die bekend is uit stedelijke omgevingen, waardoor er twee problemen ontstaan:

- Het komt voor dat een telefoon door meerdere tellers tegelijkertijd opgemerkt worden, waardoor niet meer direct ziet dat een telefoon verplaatst van A naar B (geen routes meer).
- Een telefoon legt een veel grotere en onbekende afstand binnen het bereik van een teller af, waardoor er geen verschil meer is vast te stellen tussen wandelaars en fietsers (geen snelheden meer).

Meer gegevens over werkelijke detectieafstand biedt een oplossing. Dit is geprobeerd, maar door de gebruikte methode niet succesvol gebleken.

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

- Er kan verschil zijn in de uitgaande signaalsterkte van een telefoon (hoe harder een telefoon roept “hier ben ik”, des te eerder wordt de telefoon op-



Figuur 11.1. 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 zelf vastgelegd en doorgegeven.

gemerkt)

- Mogelijk is ook de ene teller gevoeliger dan de andere (de ene teller kan “betere oren” hebben dan de andere).

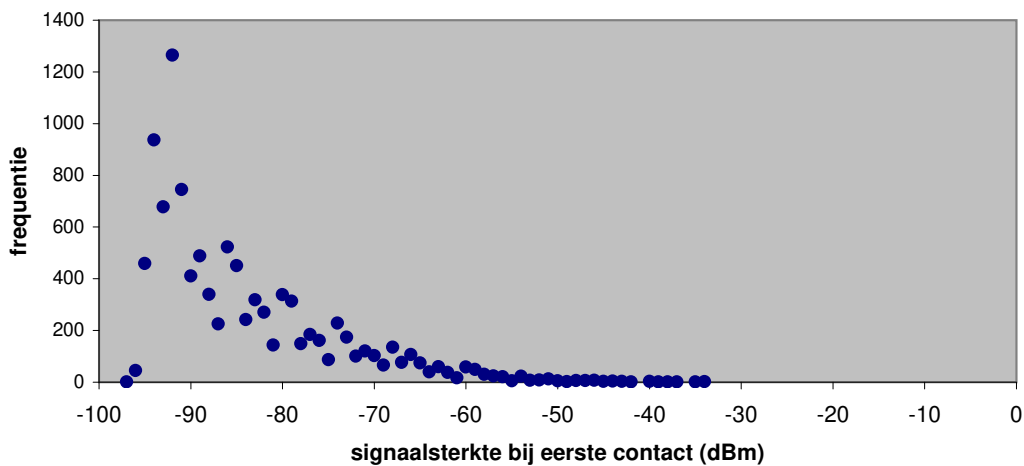
11.7.3. Geregistreeerde gegevens

Telefoons met de WiFi aan geven een signaal af. Hoe dichterbij een telefoon bij een teller des te sterker is het signaal bij de teller. Neem bijvoorbeeld een telefoon die wordt verplaatst langs de dijk en onderweg een teller passeert (Figuur 11.1). Ver van de teller is het signaal zo zwak dat de telefoon niet wordt opgemerkt. Vanaf een bepaalde afstand (detectieafstand) is het signaal sterk genoeg en ziet de teller de telefoon. 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 is ook de signaalsterkte opgeslagen.

11.7.4. Oplossing: betere ijking

Alleen het gebruiken van de tijdstippen waartussen een telefoon is opgemerkt is niet vruchtbaar gebleken. Er zijn echter nog gegevens die niet zijn gebruikt in de analyse: de signaalsterktes bij het eerste en het laatste contact. Deze gegevens bevatten belangrijke aanvullende informatie.

Wanneer een frequentie verdeling wordt gemaakt



Figuur 11.2. De frequentie van de signaalsterkte op het tijdstip dat een telefoon voor het eerst wordt opgemerkt door een WiFi-teller.

van de signaalsterkte bij de eerste registratie van een telefoon, dan blijkt dat hoe zwakker het signaal, hoe vaker het voorkomt (Figuur 11.2). Een groot deel van alle signalen betreft hele zwakke signalen met waarden rond -90 dBm. Nog iets zwakkere signalen komen nagenoeg niet voor. Het lijkt erop dat de detectiegrens rond -95 dBm ligt.

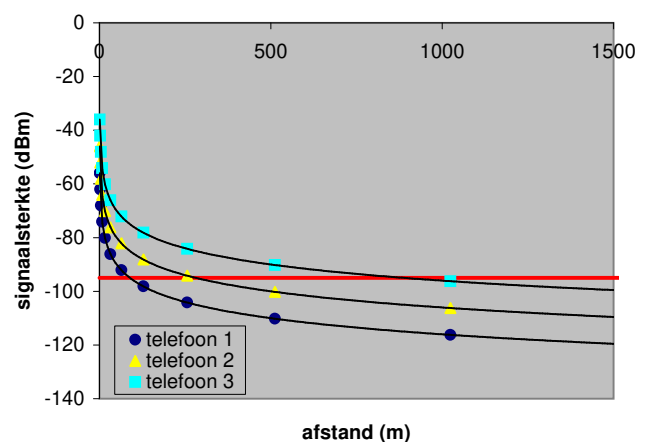
Uit de signaalsterkte kan afgeleid worden hoe ver een telefoon van een teller verwijderd is. Hiervoor moet een ijking worden uitgevoerd. Van meerdere merken en typen telefoons zouden gegevens verzameld moeten worden over de afstand tot een teller en hoe sterk het signaal is dat die teller daarbij registreert. Om welk merk of type telefoon het gaat maakt niet uit. Dit is ook niet bekend van de telefoons waarvan de aanwezigheid is vastgelegd. Het zou wel een afspiegeling moeten zijn van de telefoons van de mensen die bij Westhoek recreëren.

De ijking kan zelf worden uitgevoerd door rond te gaan lopen met een telefoon die tegelijkertijd ook *waypoints* registreert. Dit levert echter een beperkte hoeveelheid data op. Het is mogelijk efficiënter om op één of enkele dagen met een verwacht groot aantal recreanten (in het weekend met voorspeld zeer mooi weer) op een aantal strategische plekken personen neer te zetten die kleine GPS apparaatjes uitdelen en weer in ontvangst nemen. De kosten van deze apparaatjes zijn niet hoog en er kan in een beperkte tijd een hoop informatie worden verzameld over de verplaatsing van telefoons, zelf als niet iedereen een telefoon bij zich heeft en niet iedere telefoon gekoppeld kan worden aan een GPS apparaatje.

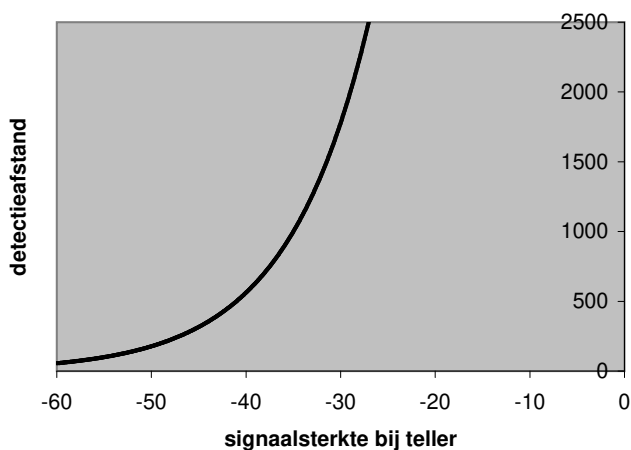
Voor iedere telefoon zal de ijking iets anders uitpakken (Figuur 11.3), maar voor alle telefoons geldt dat de gemeten punten op een lijn zullen liggen die wordt beschreven door natuurkundige wetten. Per telefoon levert dat een schatting op van de sterkte van het signaal op bijv. 1 meter van de WiFi-teller.

Deze waarde is van grote invloed op de detectiegrens (Figuur 11.4). Van de bepaalde waarden kan het gemiddelde en de spreiding worden berekend. Hiermee kan vervolgens met een gegeven signaalsterkte op een bepaald moment (bv bij eerste detectie met -80 dBm) worden uitgerekend wat de afstand tot de teller is (400 tot 500 meter). Dit levert een cirkelvormige band op (Figuur 11.5).

Voor een WiFi-teller langs de dijk liggen de meeste mogelijke locaties binnendijks of in de kweldervegetatie. Er blijven twee of drie aannemelijke locaties over (twee op de dijk en eventueel een op het kwelderpad). Voor de laatste detectie kan iets vergelijkbaars worden gedaan. Dan heb je twee keer een afstand tot een teller en een verstreken tijd. Hiermee is een snelheid te berekenen door de totaal afgelegde afstand (van de afstand van eerste contact via de 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.

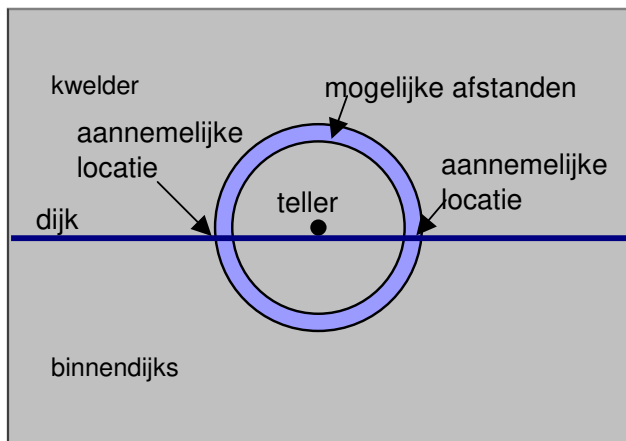


Figuur 11.3. Theoretische relatie tussen de afstand van een telefoon tot een teller en de bijbehorende signaalsterkte van die teller. De rode lijn geeft de detectiegrens van de WiFi-teller aan.



Figuur 11.4. Theoretische detectieafstand afhankelijk van de signaalsterkte op 1 meter afstand van de teller.

Aannemelijke locaties van een telefoon kunnen worden vergeleken met de aannemelijke locaties van dezelfde telefoon, maar dan vastgelegd door een andere WiFi-teller.



Figuur 11.5. Schematisch overzicht van een range aan mogelijke afstanden rond een teller langs de dijk bij een gegeven signaalsterkte.

11.7.5. Oplossing: betere gegevensverzameling

Hoe zwakker de signalen hoe vlakker de curve die de relatie tussen de afstand tot de teller en de signaalsterkte beschrijft (Figuur 11.1, Figuur 11.3) en dus hoe breder de afstandsband. Bovendien kan toeval een rol gaan spelen bij signalen rond de detectiegrens. Het zou beter zijn om hardere signalen te gebruiken die bijna altijd wel gedetecteerd worden (wellicht vanaf -80 dBm). Telefoons heel dichtbij tellers moeten hele sterke signalen afgeven (Figuur 11.1) van vermoedelijk tot ergens in de buurt van -40 dBm (Een signaal van -40 dBm is 100.000 keer sterker die van -90 dBm). Op dit moment worden vooral signalen opgeslagen rond de detectiegrens, dus van telefoons die vanaf afstand een teller naderen. Het zou waardevol zijn om ook de tussentijdse signalen te registreren. Hierdoor wordt het mogelijk om nauwkeuriger plaatsbepalingen te berekenen of alleen signalen te selecteren die echt dicht in de buurt van een teller zijn opgevangen. In het laatste geval kunnen gegevens worden geanalyseerd zoals oorspronkelijk bedoeld (dus rechtstreeks waarnemen van verplaatsingen).

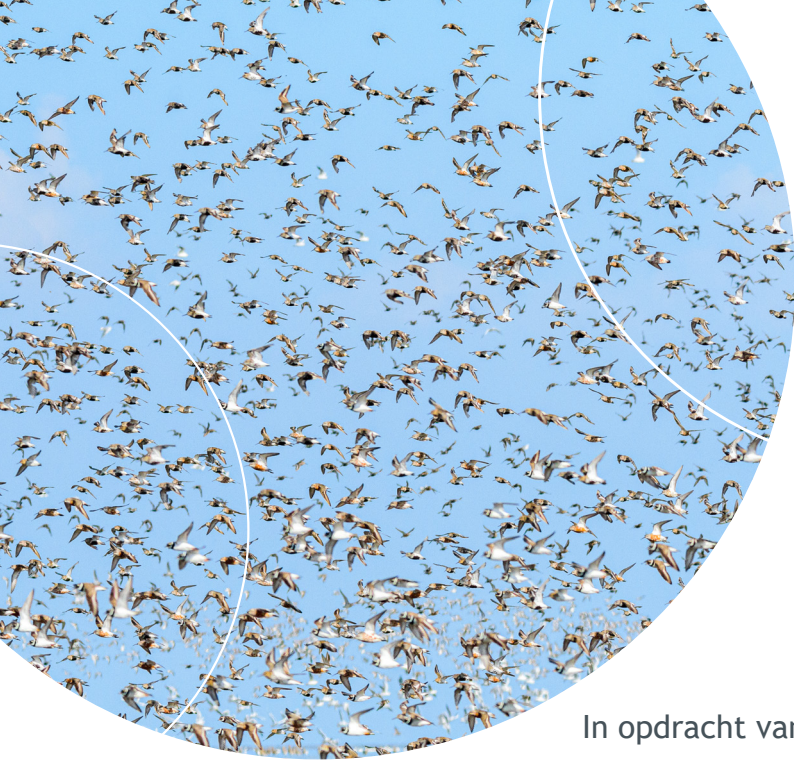
Bij meerdere signalen door verschillende tellers op hetzelfde moment (dit kan alleen als veel meer dan twee signalen per telefoon per teller worden geregistreerd) is het mogelijk om nauwkeuriger wijze te bepalen waar een telefoon op dat moment was op een wijze vergelijkbaar met het uitpeilen van aardbevingen.

Het ijken van het verband tussen de afstand tot een WiFi-teller en de bijbehorende signaalsterkte levert veel meer en betere informatie op als meer dan twee signalen per telefoon per teller worden geregistreerd, omdat er dan veel meer datapunten per telefoon worden vastgesteld en omdat van meer telefoons het signaal gekoppeld kan worden aan een GPS-apparaatje.

12. Literatuur

- AUGMENTALTD. 2020. ViewRanger (Version 10.4.24) [Mobiël applicatie software].
- BEAUCHAMP G. 2010. Determinants of false alarms in staging flocks of semipalmated sandpipers. *Behavioral Ecology* 21:584-587.
- CRESSWELL W., HILTON G.M. & RUXTON G.D. 2000. Evidence for a rule governing the avoidance of superfluous escape flights. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 267:733-737.
- DE LEEUW C. 2019. Kansen voor kwelders. *Kennisblad Veldwerkplaats*.
- DOMMERHOLT G. 2019. Wij & Wadvogels. Project 1 periode 2019-2022. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- DIT DURELL S.E.A.L.V. 2000. Individual feeding specialisation in shorebirds: population consequences and conservation implications. *Biological Reviews* 75:503-518.
- DIT DURELL, S.E.A.L.V., GOSS-CUSTARD J.D., CALDOW R.W.G., MALCOLM H.M. & D. OSBORN D.. 2001. Sex, diet and feeding method-related differences in body condition in the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ibis* 143:107-119.
- ENS B.J., KROL J., VAN DER MEER J., WIJSMAN J.W.M., SCHEKKERMAN H. & RAPPOLDT C. 2016. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2015. Nijmegen.
- ENS B.J., TROOST G., VROOM M. & DE JONG A. 2018. Handleiding Oog voor het Wad www.oogvoorhetwad.nl.
- FESHALAMI B.F., DJAVARESHKIAN M., YOUSEFI M., ZAREE A. & MEHRABAN A. 2019. Experimental investigation of flapping mechanism of the black-headed gull in forward flight. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering* 233:4333-4349.
- GOSS-CUSTARD J. D. & SUTHERLAND W.J. 1984. Feeding specializations in oystercatchers *Haematopus ostralegus*. *Animal Behaviour* 32:299-301.
- GOSS-CUSTARD J.D., TRIPLET P., SUEUR F. & WEST A.D. 2006. Critical thresholds of disturbance by people and raptors in foraging wading birds. *Biological Conservation* 127:88-97.
- GREENEWALT C.H. 1962. Dimensional relationships for flying animals. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 144.
- HANDEL C. M. & GILL R.E. 1992. Roosting Behavior of Premigratory Dunlins (*Calidris alpina*). *The Auk* 109:57-72.
- HEDENSTRÖM A. & ÅKESSON S. 2017. Flight speed adjustment by three wader species in relation to winds and flock size. *Animal Behaviour* 134:209-215.
- HILTON G.M., W. CRESSWELL W. & RUXTON G.D. 1999. Intraflock variation in the speed of escape-flight response on attack by an avian predator. *Behavioral Ecology* 10:391-395.
- KLAASSEN M., BAUER S., MADSEN J. & TOMBRE J.M. 2006. Modelling behavioural and fitness consequences of disturbance for geese along their spring flyway. *Journal of Applied Ecology* 43:92-100.
- KLEEFSTRA R. & SCHEKKERMAN H. 2019. De 'krombekken' van Westhoek. *Limosa* 92:65-73.
- KLEIN HEERENBRINK M., JOHANSSON L.C. & HEDENSTRÖM A. 2015. Power of the wingbeat: modeling the effects of flapping wings in vertebrate flight. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 471:20140952.
- KOFFIJBERG, K., BLEW J., ESKILSDEN K., GÜNTHER C., KOKS B., LAURSEN K., RASMUSSEN L.M., POTE P., & SUDBECK P. 2003. High tide roosts in the Wadden Sea: A review of bird distribution, protection regimes and potential sources of anthropogenic disturbance. A Report of the Wadden Sea Plan Project 34. Wilhelmshaven.
- KRIGSVELD K. L., SMITS R.R. & VAN DER WINDEN J. 2008. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Culemborg.
- NAGY K.A., GIRARD I.A. & BROWN T.K.. 1999. Energetics of free-ranging mammals, reptiles, and birds. *Annual Review of Nutrition* 19:247-277.
- PAREE E., KERS A.S., JENTINK R., HENDRIKS J.-R. & BAPTIST M.J. 2020. Toelichting op de zoute ecotopenkaart Waddenzee 2017. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening.
- PATTERSON I.J. 1982. *The Shelduck: A study in behavioural ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PIERSMA T., ZWARTS L. & BRUGGEMANN J.H. 1990. Behavioral-aspects of the departure of waders before long-distance flights - flocking, vocalizations, flight paths and diurnal timing. *Ardea* 78:157-184.
- RAPPOLDT C., ROOSENSCHOON O.R. & VAN KRAALINGEN D.W.G. 2014. Intertides: maps of the intertidal by interpolation of tidal gauge data. Haren.
- RCORETEAM. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- SHYY W., AONO H., KANG C.-K. & LIU H. 2013. *An Introduction to Flapping Wing Aerodynamics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SMIT C.J. & VISSER G.J.M. 1993. Effects of disturbance on shorebirds: a summary of existing knowledge from the Dutch Wadden Sea and Delta area. *Wader Study Group Bulletin* 68:6-19.
- SPAANS B., BRUINZEEL L. & SMIT C.J. 1996. Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en de Oosterschelde. Wageningen.
- VAN DE POL M., BROUWER L., ENS B.J., OOSTERBEEK

- K. & TINBERGEN J.M. 2010. Fluctuating selection and the maintenance of individual and sex-specific diet specialization in free-living Oystercatchers. *Evolution* 64:836-851.
- VAN DER KOLK H.-J., ENS B.J., FRAUENDORF M., JONGEJANS E., OOSTERBEEK K., BOUTEN W. & VAN DE POL M. 2021. Why time-limited individuals can make populations more vulnerable to disturbance. *Oikos* n/a.
- VAN DER KOLK H.-J., ENS B.J., OOSTERBEEK K., BOUTEN W., ALLEN A.M., FRAUENDORF M., LAMERIS T.K., OOSTERBEEK T., DEUZEMAN S., DE VRIES K., JONGEJANS E. & VAN DE POL M. 2019. Shorebird feeding specialists differ in how environmental conditions alter their foraging time. *Behavioral Ecology*.
- VAN DER KOLK H. 2020. Protocol Verstoringsobservaties CHIRP v2020.
- VAN DER KOLK H. 2021. Stay or Fly Away. Impact of human disturbance on shorebird individuals and populations. Radboud Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- VAN DER KOLK H., KRIJGSVELD K.L., LINNSEN H., DIERTENS R., DOLMAN D., JANS M., FRAUENDORF M., ENS B.J. & VAN DE POL M. 2020. Cumulative energetic costs of military aircraft, recreational and natural disturbance in roosting shorebirds. *Animal Conservation* 23:359-372.
- VISCOR G. & FUSTER J.F. 1987. Relationships between morphological parameters in birds with different flying habits. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 87:231-249.
- WHITFIELD D.P. 1990. Individual Feeding Specializations of Wintering Turnstone *Arenaria-Interpres*. *Journal of Animal Ecology* 59:193-211.
- WOOD S. 2019. Package 'mgcv', R package version 1.8-31. <https://CRAN.R-project.org/package=mgcv>.
- ZUUR A.F., IENO E., WALKER N., SAVELIEV A.A., & SMITH G.M.. 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer, New York.



In opdracht van:



Partner in dit project

dit project is onderdeel van



Wij&Wadvogels wordt mogelijk gemaakt door:



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

provinsje fryslân
provincie fryslân



provincie
groningen



Provincie
Noord-Holland

Sovon Vogelonderzoek Nederland

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

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl

