

Basisrapport NW380kV Verstoring weidevogels

Bepaling verstoringsafstanden

Concept, 30 augustus 2016



Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Verantwoording

Titel	Basisrapport NW380kV Verstoring weidevogels
Subtitel	Bepaling verstoringsafstanden
Opdrachtgever	TenneT TSO BV
Projectleider	Frank Aarts
Auteur(s)	Wim Heijligers
Projectnummer	1241634
Aantal pagina's	62 (exclusief bijlagen)
Datum	30 augustus 2016
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Meten, Inspectie & Advies
Dr. Holtropaan 5
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon +31 40 23 25 55 0

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding.....	7
1.2 Literatuur	8
1.3 Probleem- en doelstelling	10
1.4 Advisering Deltares / Alterra.....	11
2 Methoden	12
2.1 Data	12
2.2 Analyses	15
3 Resultaten	22
3.1 Lijnen en masten	22
3.2 Zwaarte (spanningsniveau) van de verbinding.....	24
3.3 Soortspecifieke effecten	30
3.3.1 Grutto en kievit	32
3.3.2 Tureluur en veldleeuwerik	34
3.3.3 Scholekster en graspieper.....	37
3.4 Verdieping: grutto en kievit in relatie tot zwaarte van de verbinding	41
3.4.1 Grutto	41
3.4.2 Kievit.....	44
3.5 Samenvattend overzicht	47
4 Discussie.....	49
4.1 Dataset	49
4.2 Onderscheid lijnen en masten	50
4.3 Verstoring ten opzichte van andere factoren.....	51
5 Model	53
5.1 Overwegingen	53
5.2 Model.....	55
5.3 Kanttekeningen	56
6 Conclusies	57

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

7	Literatuur.....	59
----------	------------------------	-----------

Bijlage(n)

1	Advies Alterra
---	----------------

1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft de aanleiding voor het onderzoek, namelijk de aanleg van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten in de provincie Groningen. Deze verbinding doorsnijdt gebieden die van belang zijn als broedgebied voor weidevogels. De nieuwe verbinding kan tot verstoring van broedende weidevogels leiden. Uit de praktijk en literatuur blijkt dat vaak rekening wordt gehouden met een verstoringsafstand van 100 m vanuit een bovengrondse verbinding, maar onderbouwing hiervan onderbreekt. Doel van dit onderzoek is te komen tot een beter onderbouwde verstoringsafstand. Over de uitgevoerde analyse is advies uitgebracht door Deltares en Alterra. Dit rapport gaat alleen in op het permanente versturende effect van een bovengrondse verbinding en niet op tijdelijke effecten van aanleg van bovengrondse dan wel ondergrondse verbindingen.

1.1 Aanleiding

TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT), de beheerder van het landelijke hoogspanningsnet, wil de transportcapaciteit voor elektriciteit vanaf Eemshaven vergroten door een huidige 220 kV-verbinding te vervangen door een nieuwe verbinding met een grotere capaciteit. Aanleiding vormen de geleidelijke toename van de elektriciteitsproductie op Eemshaven, aansluitingen van windparken en de ingebruikname (of aanleg) van nieuwe verbindingen van Eemshaven naar het buitenland. De bestaande verbindingen vanaf Eemshaven hebben hiervoor niet genoeg capaciteit. De nieuwe verbinding wordt Noord-West 380 kV Eemshaven Oudeschip-Vierverlaten genoemd (verder: EOS-VVL). De nieuwe verbinding is circa 40 kilometer lang.

In het kader van een vast te stellen Inpassingsplan wordt een milieueffectrapportage uitgevoerd. Eén van de aspecten die onderzocht worden is de verstoring die weidevogels ondervinden door het in gebruik hebben van een bovengrondse hoogspanningsverbinding. De nieuwe verbinding doorsnijdt op een aantal locaties in Groningen en Friesland weidevogelgebieden. In een aantal van deze gevallen geldt op grond van landelijk en/of provinciaal beleid een compensatieverplichting. Dit houdt in dat schade aan de natuurwaarden in beeld gebracht en gecompenseerd dient te worden, bij voorbeeld door op een andere plaats zodanige omstandigheden te realiseren dat gelijkwaardige weidevogelgebieden ontstaan waardoor de natuurwaarden per saldo gelijk blijven of toenemen. Om de compensatieopgave te kunnen bepalen, is het noodzakelijk inzicht te hebben in de verstoringsafstand van een bovengrondse verbinding.

1.2 Literatuur

Weidevogels zijn evolutionair ingespeeld op open landschappen en mijden van opgaande landschapselementen (bomen, houtsingels, bossen) en objecten (gebouwen, elektriciteitsmasten en hekken) in het landschap bij het selecteren van broedlocaties (Wallander et al. 2006).

In een groot aantal studies is vastgesteld dat elementen in het landschap, zoals bebouwing, opgaande begroeiing, verkeers- en spoorwegen, een versturende invloed uitoefenen op weidevogels (Schotman et al. 2007; Van der Vliet et al. 2010; Van der Vliet 2013).

Aspecten die daarbij een rol kunnen spelen zijn aard van de elementen, geluidsbelasting, maar wellicht ook de mogelijke aanwezigheid van predatoren (Kleijn et al. 2009; Van der Vliet et al. 2010). De predatiedruk is hoger bij opgaande structuren, omdat roofvogels en kraaiachtigen daarmee meer uitkijkposten tot hun beschikking hebben (Berg 1992, Johansson 2001). In een studie over het Wormer- en Jisperveld (Kleijn et al. 2009) wordt gesteld dat de dichtheid aan predatoren vermoedelijk de belangrijkste sturende factor is die de verstoringrespons bepaalt. In deze studie waren hoogspanningsverbindingen samengenomen met bosjes, bomen en gebouwen.

Het versturende effect van opgaande landschapselementen treedt echter ook op onafhankelijk van gebruik door predatoren. Als gevolg daarvan zijn broeddichtheden en reproductief succes vaak lager in de buurt van dergelijke elementen dan op grotere afstand (Berg 1992, Johansson 2001). Door hun voorkeur voor open gebied zijn weidevogels in staat om naderend gevaar tijdig op te merken en daarop adequaat te reageren (Van der Vliet 2013). Voor geluidsbelasting vanuit wegen en spoorlijnen is vastgesteld dat de versturende invloed toeneemt naarmate de afstand tot de bron kleiner wordt (Reijnen et al. 1996; Tulp et al. 2002). Ook effecten van verschillende vormen van recreatie op broedvogels zijn bekend (Krijgsveld et al. 2008).

Bovengrondse hoogspanningsverbindingen zijn opvallende elementen in het landschap, waarvan algemeen verondersteld wordt dat deze een versturend effect hebben op weidevogels. Vaak wordt uitgegaan van een verstoringafstand van 100 meter (Oosterveld & Altenburg 2004, Schotman et al. 2007, Wymenga et al. 2010; Wymenga & Melman 2011; Schotman 2011). Ook in het werkplan weidevogels in Fryslân (GS Fryslân 2006) wordt hiervan uitgegaan. De provincie definieert potentiële weidevogelgebieden als gebieden waar openheid en rust aanwezig is. Daaronder vallen niet gebieden die binnen 100 meter voor hoogspanningsverbindingen liggen. De verstoringafstanden zijn later nader onderbouwd door Bruinzeel & Schotman (2011).

ConceptKenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Zij geven (bijlage 2 in dat rapport) een overzicht van verstoringsafstanden. Als minimale verstoringsafstanden door hoogspanningsleidingen worden genoemd 0-25 (Schotman et al. 2007) à 100 meter (Melman et al. 2005), als gemiddelde verstoringsafstand 100 meter (Wymenga et al. 2010; Oosterveld & Altenburg 2004, Schotman et al. 2007; Schotman 2011) en als maximale verstoringsafstand 100-250 (Wymenga et al. 2010) à 800 meter (Schotman et al. 2007). De meeste van deze afstanden zijn echter schattingen op basis van deskundigenoordeel. Over de afstand van 800 meter wordt gesteld dat hoogspanningsleidingen meestal verder weg dan die afstand liggen gezien vanuit een willekeurige standplaats in het studiegebied (Schotman et al. 2007). De afstand van 800 meter zegt dus wel iets over het relatief geringe aantal doorsnijdingen van hoogspanningsverbindingen door het studiegebied (Midden-Delfland) maar niets over het verstorende effect. In datzelfde rapport wordt op basis van regressie-analyse een verstoringsafstand van 0-25 meter bepaald op grond van het gegeven dat in een zone van 100 meter aan weerszijden van een hoogspanningsverbinding in het gebruikte bestand geen broedgevallen aanwezig waren.

Vastgesteld kan worden dat aan geen van de genoemde afstanden gedegen en systematisch uitgevoerde metingen ten grondslag liggen.

Mede op basis van de hierboven besproken bronnen stellen Bruinzeel & Schotman (2011) ten aanzien van de nieuwe 380 kV-verbinding voor minimaal een verstoringsafstand aan te houden die vergelijkbaar is met die van opgaande lijnbeplantingen (200 meter). Zij geven wel aan dat hun voorstel omgeven is door onzekerheid. Hierbij wordt verondersteld dat de verstorende werking van de nieuwe masten groter zal zijn dan de gangbare vakwerk-masten, omdat de nieuwe masten het zicht behoorlijk zullen belemmeren, vergelijkbaar met die van opgaande lijnbeplantingen. Dit is een zeer discutabele veronderstelling, aangezien de nieuwe bipole-masten rank zijn en nauwelijks zichtbelemmerend. Ook traditionele vakwerkmasten zijn door hun open structuur nauwelijks zichtbelemmerend.

Voor foeragerende ganzen wordt veelal een verstoringsafstand tot hoogspanningsverbindingen van 100 meter aangehouden (Bos et al. 2008), hoewel ook deze afstand niet uit wetenschappelijk onderzoek volgt. Het effect van hoogspanningsverbindingen op foeragerende ganzen is wel onderzocht (Ballasus & Sossinka 1996). Uit dit onderzoek bleek dat de begrazingsactiviteit van Kolgans en Rietgans in het Rijndal (Noordrijn-Westfalen) toeneemt met de afstand tot hoogspanningsverbindingen met een geringe masthoogte. Een significante afname van de begrazingsintensiteit worden gevonden op afstanden minder dan 40 tot 80 meter van de verbindingen. Een extreem hoge hoogspanningsverbinding met draden 60 meter boven de grond bleek geen effect te veroorzaken. Kleine, door hoogspanningsverbindingen afgesneden weilanden bleken ook lagere begrazingsdichtheden te kennen.

Uit buitenlands onderzoek komen sterke aanwijzingen naar voren dat broedende weidevogels op vergelijkbare wijze als foeragerende ganzen verstoring ondervinden van hoogspanningsverbindingen. Zo onderzochten Milsom et al. (2000) grondbroeders in Kent (Verenigd Koninkrijk) en ontwikkelden op basis van veldwerk modellen om de aanwezigheid van broedvogels te voorspellen. Uit de modelvoorspellingen bleek dat graslanden doorsneden door hoogspanningsverbindingen minder snel door broedvogels als Kievit, Graspieper en Veldleeuwerik worden bezet dan graslanden zonder deze hoogspanningsverbindingen. Het effect is sterker naarmate de graslanden kleiner van omvang zijn. Dit suggereert dat er een afstandseffect is: naarmate de afstand tot een hoogspanningsverbinding kleiner wordt, neemt de dichtheid aan broedende weidevogels af.

Pierce-Higgins et al. (2009) onderzochten het effect van windturbinepark-infrastructuur (turbines, toegangswegen en hoogspanningsverbindingen) in Schotland en Noord-Engeland op onder meer graslandbroeders waaronder Wulp, Kievit, Watersnip, Veldleeuwerik en Graspieper. In dit onderzoek werden wel effecten op de broedvogeldichtheid gevonden door turbines en wegen, maar tegen de verwachting van de onderzoekers in niet door de hoogspanningsverbindingen. Enkele soorten (Veldleeuwerik en Tapuit) werden zelfs vaker onder hoogspanningsverbindingen aangetroffen. De onderzoekers verwachtten overigens dat weidevogels hoogspanningsverbindingen mijden, maar dat dit effect in hun onderzoek niet naar voren kwam vanwege de geringe aanwezigheid van hoogspanningsverbindingen in de onderzoeksgebieden.

Uit andere onderzoeken blijkt overigens dat onder en nabij hoogspanningsverbindingen grotere dichtheden van bepaalde vogelsoorten worden aangetroffen. Dit betreft dan echter veelal soorten van halfopen landschappen, die profiteren van de lagere begroeiing onder hoogspanningsverbindingen door bosgebieden (Yahner et al. 2002).

Uit de geraadpleegde Nederlandse en buitenlandse literatuur blijkt dat het algemene inzicht bestaat dat weidevogels bij het zoeken naar een broedplaats gehinderd worden door de aanwezigheid van een hoogspanningsverbinding. In Nederlands wordt vaak uitgegaan van ene verstoringsafstand van 100 meter. De wetenschappelijke onderbouwing hiervoor ontbreekt echter.

1.3 Probleem- en doelstelling

In het kader van het project EOS-VVL is gebleken dat er verschil van inzicht bestaat bij de vraag welke verstoring weidevogels van een hoogspanningsverbinding ondervinden. Vaak wordt uitgegaan van een verstoringsafstand van 100 meter aan weerszijden van (de hartlijn van) de verbinding, maar dit blijkt niet op wetenschappelijk onderzoek te zijn gebaseerd.

ConceptKenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Betrokken beheerders in het gebied van de nieuwe verbinding en vertegenwoordigers van de provincie Groningen gaan uit van een verstoringsafstand van 200 meter, gebaseerd op expertbeoordeling (Bruinzeel & Schotman 2011). Onzekerheid over de verstoringsafstand leidt tot onduidelijkheid over de vereiste compensatieopgave.

Om deze reden heeft TenneT opdracht gegeven aan Tauw om tot een betere onderbouwing van de verstoringsafstand te komen. Tauw heeft hiertoe een database van weidevogelbroedgevallen geanalyseerd. Doelstelling van de analyse is vast te stellen of weidevogels inderdaad verstoord worden door een hoogspanningsverbinding, en zo ja, tot hoe ver die verstoring reikt. De rapportage dient uit te monden in een onderbouwde verstoringsafstand, op grond waarvan de compensatieopgave vastgesteld kan worden.

1.4 Advisering Deltares / Alterra

Om tot een breed gedragen compensatieopgave in het kader van het project EOS-VVL te komen, heeft het Ministerie van EZ aan de onafhankelijke kennisinstelling Deltares specialistisch advies over de compensatieopgave gevraagd. Naast andere aspecten betreft het specifiek de te verwachten verstoring van weidevogelgebieden. Deltares heeft deze advisering uitgevoerd in samenwerking met het kennisinstituut Alterra. Over de aanpak is op 16 januari 2015 een brede expertmeeting georganiseerd met als doel om tot een eenduidig en breed gedragen aanpak te komen. Een eerste concept van het advies is besproken in een overleg op 7 mei 2015.

De specifieke vraag van EZ aan Deltares voor wat betreft de verstoringsafstand was:

Wat is de te hanteren omvang van de verstoringsafstand voor de nieuwe verbinding, die met zogenaamde bipoolmasten (Wintrackmasten) gerealiseerd zal worden, inclusief mogelijke 'varkenskrullen' (of andere draadmarkeringen) ter vermindering van het aantal draadslachtoffers?

Het concept-deeladvies van Alterra over de verstoringsafstand is als Bijlage 1 in voorliggende rapportage opgenomen.

2 Methoden

Dit hoofdstuk gaat in op de in dit onderzoek gehanteerde methoden. Aan bod komen de gebruikte datasets, de analysemethoden en de statistische toetsing en regressieberekeningen.

2.1 Data

Ten behoeve van het onderzoek heeft de provincie Zuid-Holland (Rob ter Horst) een databestand met de verspreidingsgegevens van weidevogelbroedgevallen over de periode van 1977 tot en met 2005 beschikbaar gesteld.

Uit de topografische kaart (top 10-vector) zijn de hoogspanningsverbindingen in Zuid-Holland (met een buffer van 1000 m daaromheen) geselecteerd. Het betreft verbindingen met zwaartes van 50, 150 en 380 kV. Met behulp van oude topografische kaarten en op basis van jaarlijkse netkaarten (www.hoogspanningsnet.com) is gecontroleerd of de verbindingen in de hele periode 1977 tot en met 2005, of in een deel daarvan, aanwezig waren. Met behulp van netkaarten is de zwaarte van de verbinding vastgesteld. Aldus worden verbindingen van 50, 150 en 380 kV onderscheiden (zie figuur 2.1). De meeste verbindingen waren gedurende de gehele periode van 1977 tot en met 2005 aanwezig. Enkele verbindingen zijn binnen deze periode (in 1982 en 1997) opgericht. Verbindingen in de omgeving waarvan geen weidevogelinventarisaties beschikbaar zijn, zijn buiten beschouwing gelaten. In één geval (150 kV-verbinding Delft-Wateringen-Westerlee door Midden-Delfland) waren er wel weidevogelgegevens, maar was er onvoldoende duidelijkheid over de configuratie van de verbinding en mogelijke wijzigingen in de bedrading en zwaarte. Daarom is ook deze verbinding buiten beschouwing gelaten.

Uit het weidevogelbestand zijn de broedgevallen binnen telgebieden geselecteerd die zich binnen een afstand van 1000 m van de hartlijn van een of meerdere hoogspanningsverbindingen bevinden. Bij de later opgerichte verbindingen zijn telgegevens van vóór de oprichting uit het bestand verwijderd. Verder zijn uit het weidevogelbestand soorten als Bergeend, Kuifeend, Gele kwikstaart, Slobeend, Watersnip, Wintertaling, Wulp, Zomertaling vanwege te kleine aantallen, en Visdief Zwarte stern omdat het koloniebroeders zijn, verwijderd zodat alleen de volgende zes vogelsoorten overbleven: Grutto, Kievit, Tureluur, Scholekster, Veldleeuwerik en Graspieper. De eerste vier soorten zijn in alle onderzochte deelgebieden geïnventariseerd. Veldleeuwerik en Graspieper zijn niet in alle deelgebieden geïnventariseerd.

Het resultaat is een selectie van 12.323 broedgevallen (Tabel 2.1).

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 2.1 Aantal broedgevallen in het weidevogelbestand binnen 1 km van hoogspanningsverbindingen.

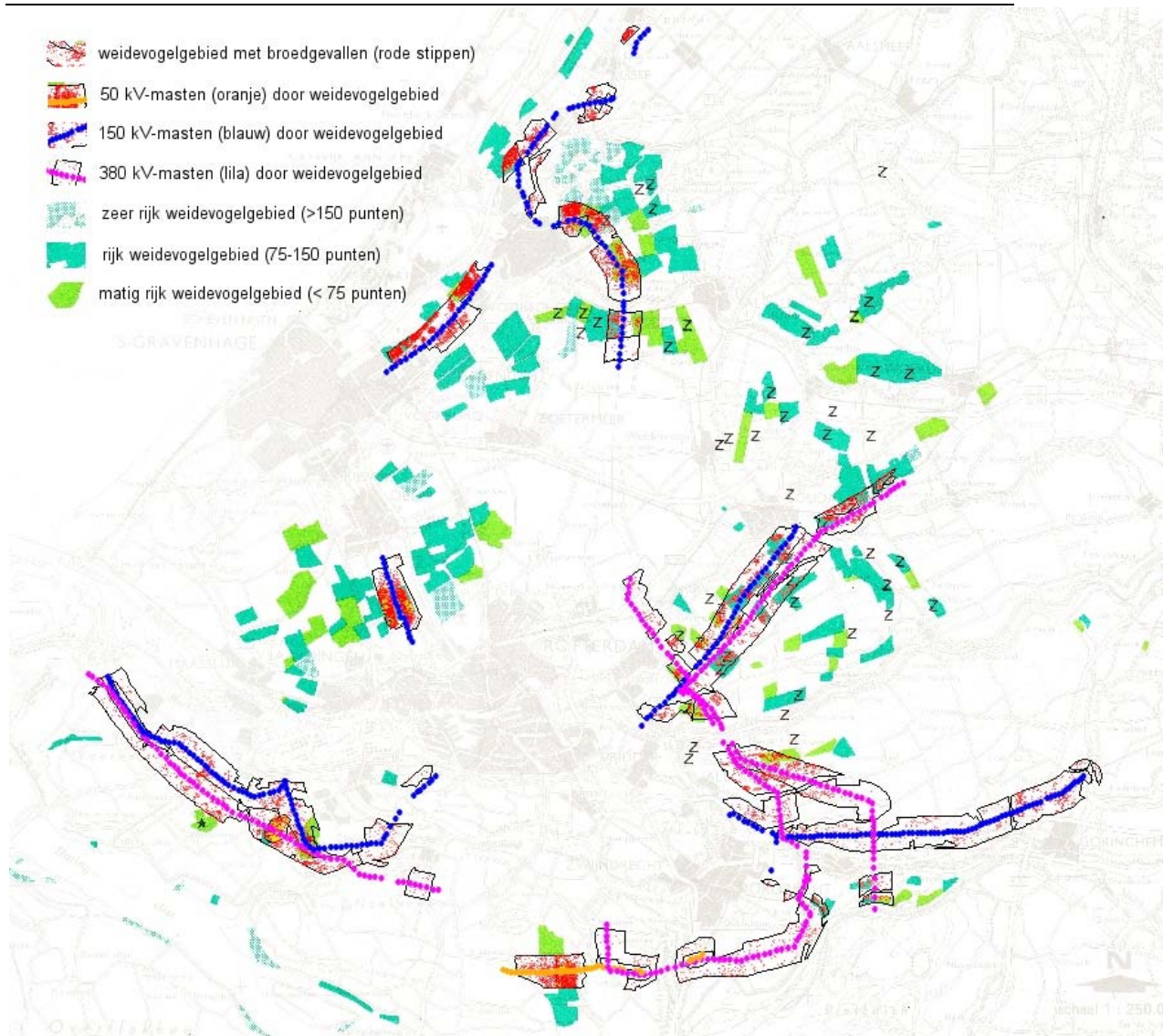
Soort	Aantal broedgevallen	Aandeel (%)
Grutto	2752	22
Kievit	5352	43
Scholekster	2055	17
Tureluur	734	6
Graspieper	563	5
Veldleeuwerik	867	7
Totaal	12323	100

De weidevogelbroedgevallen zijn als rode stipjes zichtbaar in figuur 2.1. De ondergrond van figuur 2.1 bestaat uit een kaart met rijke Zuid-Hollandse weidevogelgebieden rond het eind van de zeventiger jaren van vorige eeuw. Gebieden met grote concentraties rode stipjes zijn rijke weidevogelgebieden en/of gebieden waar in de periode 1977 tot en met 2005 meerdere inventarisaties zijn uitgevoerd. Van noord naar zuid zijn de gebieden met grote concentraties waarnemingen (tussen haakjes de zwaarte van de verbinding door dit gebied):

- Elsbroekerpolder bij Hillegom (150 kV)
- Elsgeesterpolder bij Oegstgeest (150 kV)
- Duivenvoordse en Veenzijdse Polder bij Leidschendam en Voorschoten (150 kV)
- Midden-Delfland bij Delft en Schiedam (150 kV)
- Polder Biert bij Spijkenisse (380 kV)
- Oudeland van Strijen (50 kV)

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

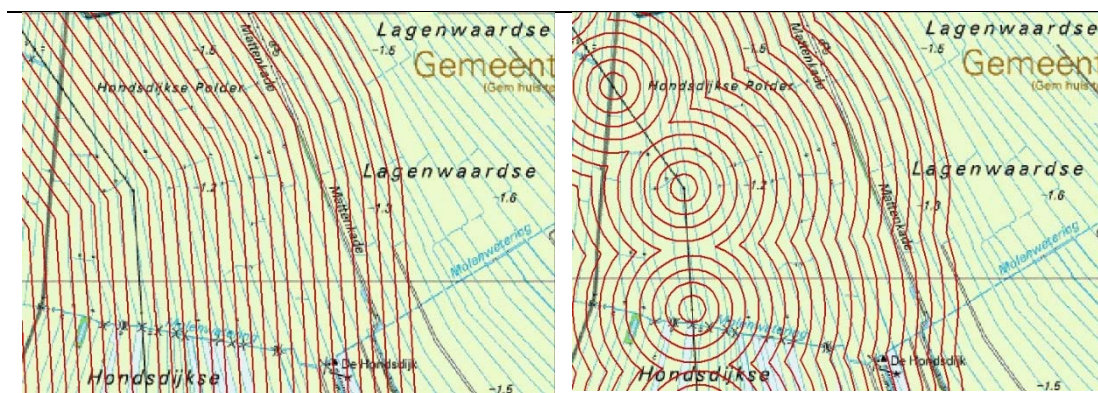


Figuur 2.1 De in de analyse betrokken weidevogelgebieden (zwart omlijnd met rode stippen die broedgevallen uit 1977 t/m 2005 voorstellen) en hoogspanningsverbindingen (masten met punten aangegeven: oranje = 50 kV, blauw = 150 kV, lila = 380 kV). De ondergrond is een kaart met rijke weidevogelgebieden (situatie 1978-1979; Z = zwarte sternkolonies; deze zijn niet in de analyse betrokken; bron: Provincie Zuid-Holland, 1984).

2.2 Analyses

GIS-bewerkingen

Vanaf de hartlijn van de hoogspanningsverbindingen zijn in GIS afstandscontouren met een onderlinge afstand van 50 m tot maximaal 1000 m berekend. Dit is gedaan voor zowel de hartlijn van de verbindingen als voor de masten (als puntlocatie). Zie de voorbeelden in figuur 2.2.



Figuur 2.2 Afstandscontouren vanaf hartlijn (links; “lijnen”) en mastlocaties (rechts; “masten”)

Van elke contourcategorie zijn de delen geselecteerd die overlappen met deelgebieden waarvoor weidevogelgegevens beschikbaar. Per contourcategorie is de oppervlakte vastgesteld., waarna de dichtheid aan weidevogelbroedgevallen is bepaald (zowel voor deelgebieden afzonderlijk, als voor elke contourcategorie opgeteld). Veel telgebieden zijn meerdere malen geïnventariseerd, soms tot vijf keer toe. In die gevallen is de oppervlakte van de deelgebieden vermenigvuldigd met het aantal inventarisaties om vertekening in de dichtheidsberekeningen te voorkomen.

Voorts is de dichtheid van de zes afzonderlijke soorten berekend voor elke contourcategorie. Analyses zijn gedaan voor zowel de zwaartecategorieën 50, 150 en 380 kV afzonderlijk als gezamenlijk. Op een aantal plaatsen lopen verbindingen parallel of kruisen ze elkaar. Voor zover verbindingen zich binnen 500 meter afstand van elkaar bevinden, is het desbetreffende gebied niet toegerekend aan een afzonderlijke verbinding, maar als interferentiegebied aangemerkt. Voor de interferentiegebieden is de analyse voor de ze soorten gezamenlijk gedaan (alleen voor de masten, niet voor de lijnen).

Voor grutto en kievit zijn behalve voor alle zwaartes gezamenlijk ook afzonderlijke analyses gedaan voor 150 en 380 kV-lijnen en masten.

Op deze wijze zijn 29 situaties onderscheiden (zie tabel 2.2).

Concept

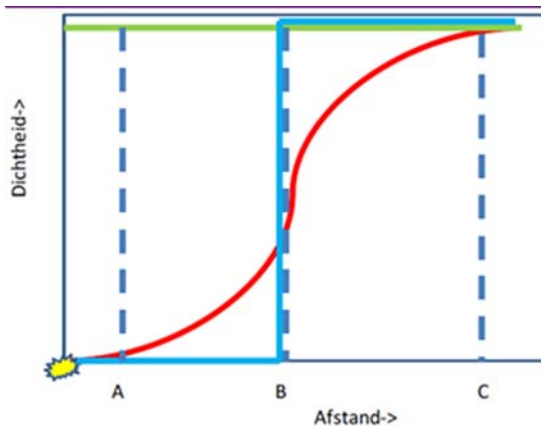
Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 2.2 In de analyse betrokken aspecten

Bestand	6 soorten	Grutto	Kievit	Scholekster	Tureluur	Graspieper	Veldleeuwerik
Lijnen (LINES)							
Alle	6srt_LALL	GRULLALL	KIELALL	SCHLALL	TURLALL	GRALALL	VELLALL
50 kV	6srt_L050						
150 kV	6srt_L150	GRUL150	KIEL150				
380 kV	6srt_L380	GRUL380	KIEL380				
Masten (PYLONS)							
Alle	6srt_LO50	GRUPALL	KIEPALL	SCHPALL	TURPALL	GRAPALL	VELPALL
50 kV	6srt_PO50						
150 kV	6srt_P150	GRUP150	KIEP150				
380 kV	6srt_P380	GRUP380	KIEP380				
Interferentie	INTRFR						

Analyse van de eventuele reactie van weidevogels op verstoring

In de natuur vertonen reacties van organismen uitgezet tegen de afstand tot verstorende factoren veelal een sigmoïde (S-vormig) patroon. Dichtbij een verstoringsbron is de invloed groot en op grotere afstand wordt deze invloed geleidelijk minder (Figuur 2.3).



Figuur 2.3 Dichtheid aan weidevogels (Y-as) als functie van de afstand tot een verstoringsbron (x-as) voor de situatie zonder verstoring (groene lijn; dichtheid overal constant), de situatie met verstoring (rode lijn; gradueel verloop) en de gemodelleerde verstoorte situatie (ononderbroken blauwe lijn; alles-of-niets situatie). Bron: Bruinzeel & Schotman, 2011.

ConceptKenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

In deze figuur wordt de maximale verstoringsafstand aangeduid met C en de gemiddelde verstoringsafstand met B. Met behulp van statistische toetsing en regressieberekeningen wordt nagegaan of een dergelijke reactie zich ook voordoet bij de keuze van weidevogels voor hun nestplaats in relatie tot de afstand tot hoogspanningsverbindingen.

Statistische toetsing

De 29 dichtheidsberekeningen zijn op twee manieren statistisch getoetst, namelijk met de χ^2 -toets en de Pearson's correlatietoets.

Bij de χ^2 -toets is de nulhypothese dat er geen afwijking is tussen de verwachte en de berekende dichtheid met als variabele de afstand tot de verbinding. De verwachte dichtheid is voor alle contourintervallen gelijk, met andere woorden: de verwachting is dat de afstand niet van invloed is op de weidevogeldichtheid. In Figuur 2.3 wordt dit voorgesteld door de groene lijn. Als de berekende dichtheden hiervan significant afwijken, moet de nulhypothese worden verworpen. In dat geval moet worden geconstateerd dat de berekende dichtheden een afwijking vertonen.

Met de Pearson's correlatietoets wordt vervolgens getoetst of een eventuele afwijking een bepaalde richting vertoont: is er een samenhang tussen de afstand tot de verbinding en de weidevogeldichtheid? De nulhypothese is dat er geen samenhang is. Een eventueel geconstateerde significante afwijking in de χ^2 -toets is dan niet te verklaren vanuit de afstand tot de verbinding. Als de correlatietoets echter wel een significant effect oplevert, dient de nulhypothese te worden verworpen. In dat geval is er een verband tussen de afstand tot de verbinding en de weidevogeldichtheid aangetoond. In dat geval zal de reactie een patroon hebben vergelijkbaar met de rode lijn in Figuur 2.3.

Regressieberekeningen

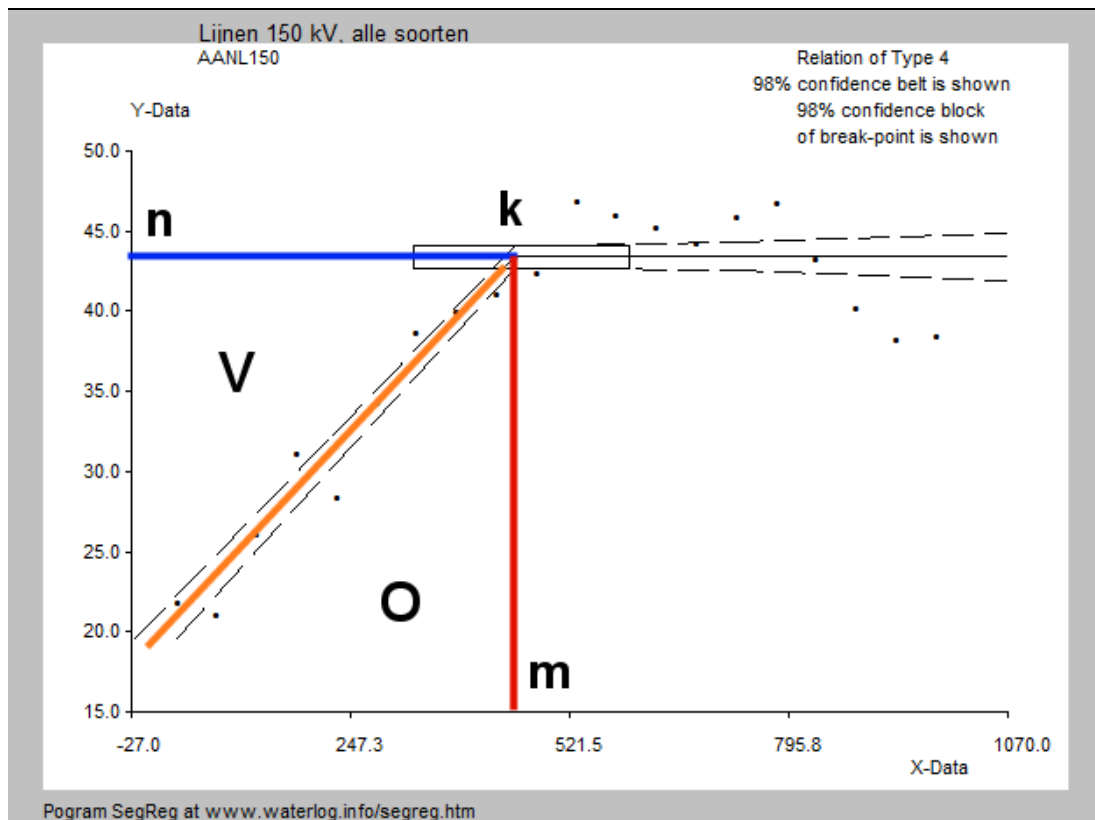
Uit de statistische toetsing volgt (zie hoofdstuk 3) dat in vrijwel alle gevallen de berekende dichtheden een afwijking vertonen (χ^2 -toets) en bovendien een verband tussen de afstand tot de verbinding en de weidevogeldichtheid kon worden aangetoond (Pearson's toets). Bovendien blijkt in de meeste gevallen dat er duidelijk twee segmenten in de dichtheidsgrafiek voorkomen. Vlak bij de lijnen of masten is de weidevogeldichtheid laag en naarmate de afstand toeneemt, neemt ook de dichtheid toe. Op een bepaalde afstand neemt de dichtheid niet verder toe en blijft deze min of meer gelijk. Het kantelpunt bepaalt in feite de maximale verstoringsafstand. Deze situatie komt overeen met de rode lijn in Figuur 2.3.

Een eenvoudige methode om te bepalen tot waar de verstoring reikt is beschikbaar met het programma SegReg (Oosterbaan et al. 1990; Oosterbaan, 1994). Alle situaties van tabel 2.2 zijn met SegReg geanalyseerd. In dit programma wordt de sigmoïde reactie vereenvoudigd tot een rechtlijnige reactie (Figuur 2.4).

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Het programma berekent het kantelpunt (k in Figuur 2.4) en voert regressieberekeningen uit afzonderlijk voor het verstoorde segment (binnen de verstoringsafstand) en voor het ongestoorde deel (op grotere afstand).



Figuur 2.4 Regressiegrafiek met twee segmenten berekend met SegReg. Op de X-as staat de afstand tot de hoogspanningsverbinding en op de Y-as de dichtheid aan weidevogels. De normale, ongestoorde dichtheid (n) wordt weergegeven met de blauwe lijn. De oranje lijn toont het verstorende effect. Kantelpunt k vormt de maximale verstoringsafstand m op de X-as. De oppervlakte V tussen de blauwe en oranje lijn is het verstoorde aandeel en de oppervlakte O tussen de oranje en de rode lijn is het ongestoorde aandeel.

De regressieberekeningen zijn uitgevoerd met een instelling op 98 % betrouwbaarheid. Dit geldt voor de betrouwbaarheidsintervallen van de segmenten, maar ook voor het vlak waarin het kantelpunt zich bevindt. In dit rapport wordt uitgegaan van het berekende gemiddelde kantelpunt. Omwille van de overzichtelijkheid en leesbaarheid wordt de standaarddeviatie niet in tekst en tabellen gebruikt.

ConceptKenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Van maximale naar gemiddelde verstoringsafstand

Het met SegReg gemiddeld berekende kantelpunt vormt in feite de maximale verstoringsafstand. Dit is het punt tot waar een effect van de afstand op de dichtheid overgaat naar een traject waar dit effect niet meer optreedt. In Figuur 2.3 en 2.4 is dit schematisch weergegeven.

De x-as geeft hier de afstand tot de hoogspanningsverbinding weer en de y-as de broedvogeldichtheid. Merk op dat zowel de X-as als de Y-as niet bij 0 beginnen. Voor de berekeningen wordt hier wel van uitgegaan. De dichtheden per afstandsinterval zijn aangegeven als punten in de grafiek. Het kantelpunt k bepaalt de maximale verstoringsafstand m op de X-as. In dit geval (Figuur 2.4) is dat 452 m. In de grafiek is dit niet exact af te lezen, maar wel in de achterliggende data.

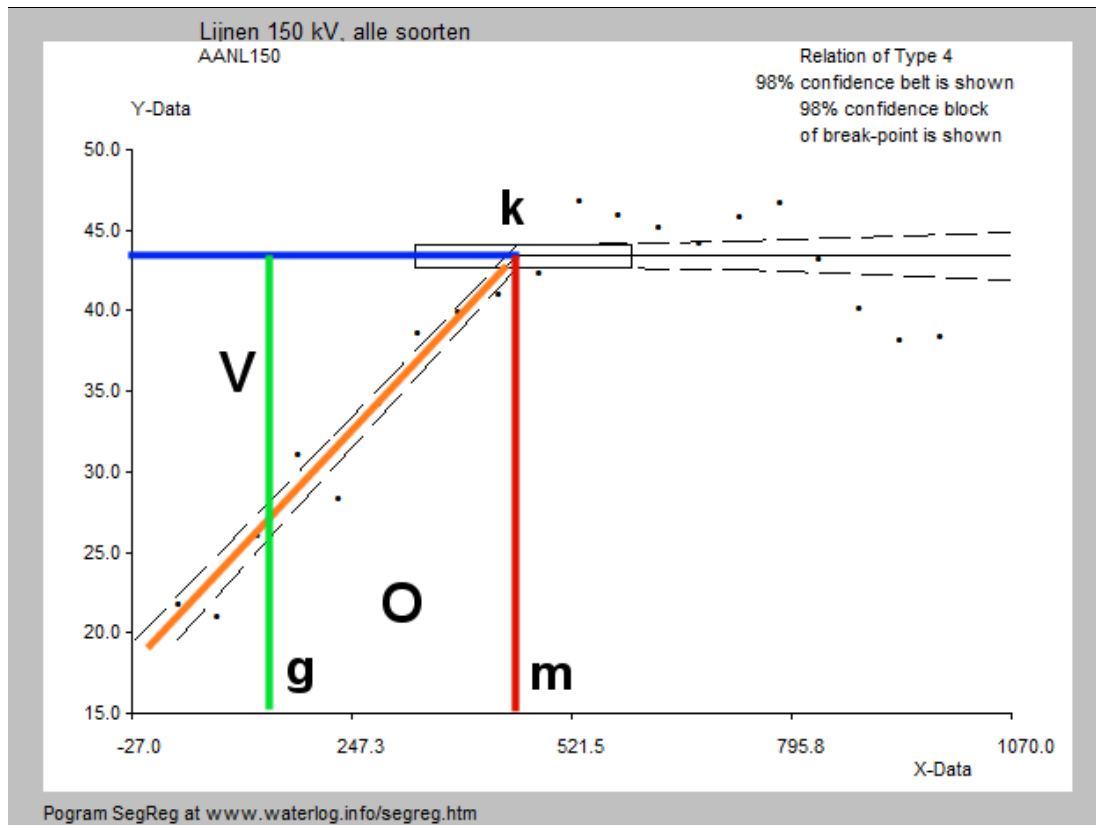
De dichtheid in de “ongestoorde” situatie wordt bepaald door het horizontaal verlopende segment en komt overeen met punt (normale dichtheid) op de Y-as. In dit geval (Figuur 2.4) is dit 43,4 broedgevallen per 100 ha.

In de grafiek is nu een verstoorde oppervlakte V te onderscheiden (boven de oranje lijn) en een ongestoorde oppervlakte O . Het gemiddelde verstorende effect binnen de maximale verstoringsafstand kan nu als volgt worden berekend: $V / (V+O)$. In het onderhavige geval leidt dit tot de uitkomst 0,28.

Gemiddeld is het verstorende effect dus 28 %. Dat wil zeggen dat binnen het gebied van de maximale verstoringsafstand 28 % minder broedgevallen zijn in vergelijking met de ongestoorde situatie.

Hiermee is een gemiddelde verstoringsafstand te berekenen, namelijk $0,28 * 452 = 127$ m. Dit wordt geïllustreerd met punt g (Figuur 2.5).

Het verstorende effect kan dus worden uitgedrukt in een oppervlakte, gebaseerd op de gemiddelde verstoringsafstand. Het kan ook worden uitgedrukt in een vermindering van de broedvogeldichtheid. In het onderhavige geval is die vermindering 28 % van $43,4 = 12,2$ broedgevallen per 100 ha.



Figuur 2.5 Berekening van gemiddelde verstoringsafstand g. Zie uitleg in tekst.

Verstorend effect per strekkende kilometer

Behalve in het voltage verschillen de verbindingen op een groot aantal parameters van elkaar, bijvoorbeeld hoogte, vorm en 'massiviteit' van de mast, aantal traversen, aantal draden en hun configuratie (mate van bundeling, verdeling in aantal niveaus), veldlente (onderlinge afstand van de masten). Deze verschillen zijn er niet alleen tussen, maar ook binnen de verschillende voltages. In tabel 2.3 zijn enkele parameters gegeven. De masthoogte is gebaseerd op masttypegegevens van TenneT. Voor 50 kV ontbreekt informatie, de masthoogte is globaal geschat. Van de 150 kV-verbindingen is niet nagegaan welke masthoogtes in werkelijkheid voorkomen. In dit onderzoek is uitsluitend onderscheid gemaakt in het voltage. Wanneer gesproken wordt over effecten van de zwaarte, betreft dit het totale complex van parameters, zonder dat duidelijk is welke parameters het meest bepalend zijn in de effecten.

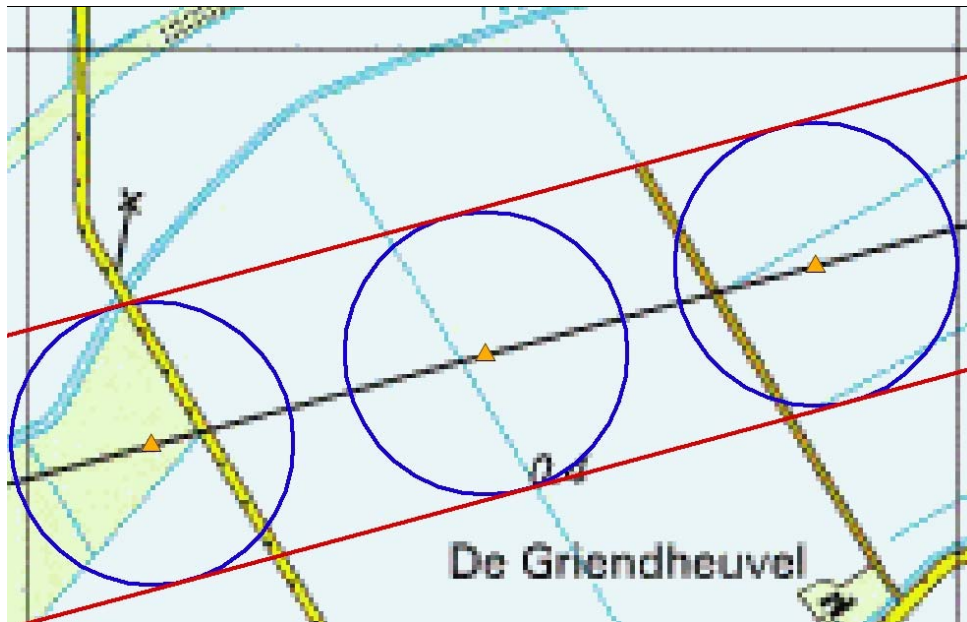
Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 2.3 Enkele parameters voor de verschillende zwaartes van de hoogspanningsverbindingen

	Masthoogte (m)	In onderzoek betrokken tracélengte (km)	In onderzoek betrokken aantal masten	Gemiddelde veldlengte (m)
50 kV	20?	9,1	40	229
150 kV	25 à 40	105,4	341	309
380 kV	46,5	105,4	294	358
alles		219,9	675	326

Voor de berekening van effecten is met name de veldlengte relevant. Masten zijn vanwege hun puntlocaties immers niet zonder meer vergelijkbaar met lijnen. In Figuur 2.6 (zie ook Figuur 2.2) is dit geïllustreerd. Hoewel de masten in dit voorbeeld een even ver reikend verstorend effect hebben als de lijn, is de beïnvloede oppervlakte bij de lijn veel groter dan bij de masten. Een goede vergelijking is daarom pas mogelijk door de resultaten per strekkende kilometer uit te drukken. Bij lijnen betreft het dan een lijnstuk met een lengte van 1 km. Het aantal masten per strekkende kilometer is afhankelijk van de veldlengte (zie tabel 2.3).



Figuur 2.6 Voorbeeld van verstorend effect vanuit masten (blauwe cirkels) en vanuit de lijn (rode lijnen). De hoogspanningsverbinding bestaat uit de zwarte lijn met de masten als oranje driehoekjes.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. Eerst wordt een algemene vergelijking gemaakt tussen het effect van lijnen en dat van masten (paragraaf 3.1). Vervolgens wordt onderscheid gemaakt naar de verschillende zwaartes van de verbindingen, zonder onderscheid naar soorten (paragraaf 3.2). In paragraaf 3.3 is omgekeerd onderscheid gemaakt naar soorten, zonder onderscheid naar de verschillende zwaartes van de verbindingen. In paragraaf 3.4 vindt een verdieping plaats, door zowel onderscheid naar soorten als naar zwaartes te maken. De verdieping wordt beperkt tot grutto en kievit, en qua zwaartes de 150 en 380 kV-verbindingen.

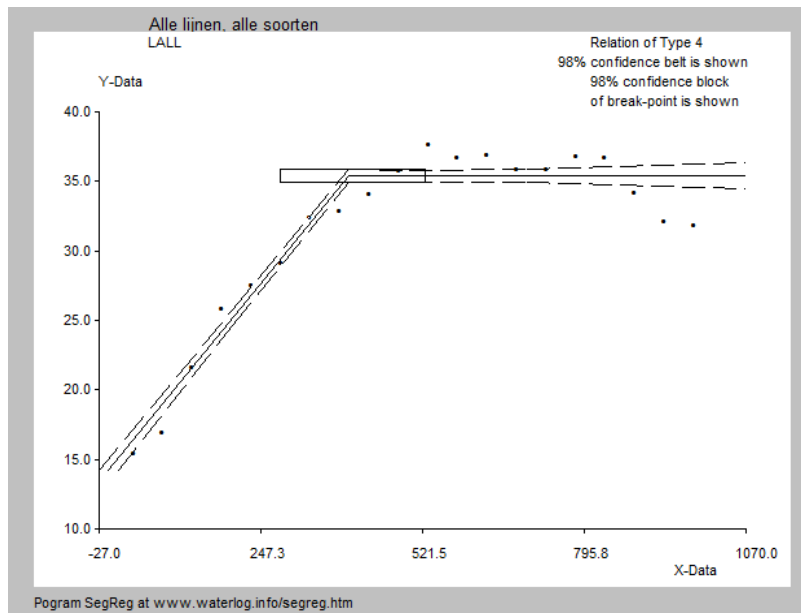
3.1 Lijnen en masten

Eerst is een globale vergelijking van lijnen en masten uitgevoerd. Hierbij is voor alle verbindingen en voor de zes soorten gezamenlijk getoetst. De χ^2 -toets en de Pearson's correlatietoets leveren voor zowel de lijnen als de masten een significant resultaat op. Dit betekent dat de verdeling van dichtheden over de afstandscontouren een afwijking vertoont en dat er een verband is tussen de weidevogeldichtheid en de afstand tot de verbinding.

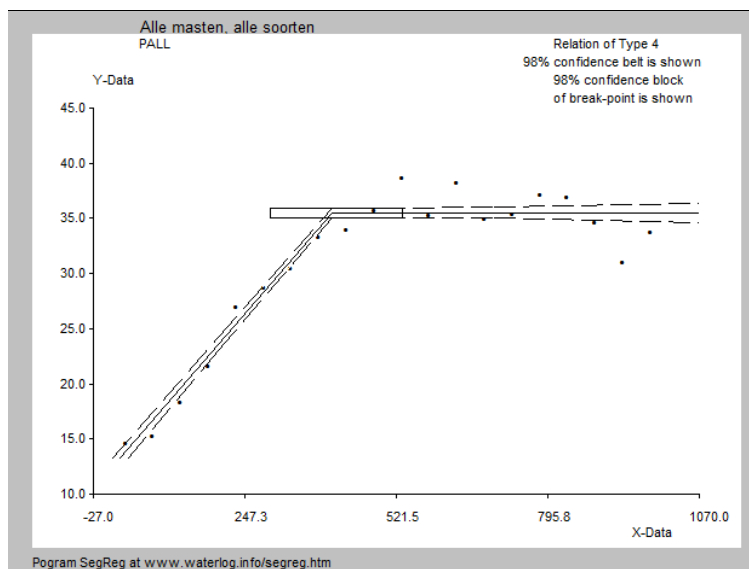
De resultaten van de regressieberekeningen zijn te zien in figuur 3.1 (lijnen) en 3.2 (masten) en samengevat in tabel 3.1. Vlak bij de verbinding is de weidevogeldichtheid het laagst, namelijk 14,5 (bij lijnen) en 12,1 broedparen per 100 ha (bij masten). Naarmate de afstand toeneemt, wordt de dichtheid ook hoger. In de ongestoorde situatie bedraagt deze circa 35,5.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01



Figuur 3.1 Regressiegrafiek van dichtheid zes soorten uitgezet tegen de afstand tot hoogspanningslijnen (alle zwaartes)



Figuur 3.2 Regressiegrafiek van dichtheid zes soorten uitgezet tegen de afstand tot hoogspanningsmasten (alle zwaartes)

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Het kantelpunt, dat wil zeggen de maximale verstoringsafstand, bedraagt circa 400 meter. In het verstoorte gebied treedt een dichtheidsverlies op van 30 % bij lijnen en 33 % bij masten. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 117 meter bij lijnen en 133 meter bij masten (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Vergelijking verstoringsafstanden en dichtheidsverlies bij lijnen en masten (alle soorten en alle zwaartes samen)

	Laagste dichtheid gestoord (X=0)	Dichtheid ongestoord	Gemiddelde dichtheid gestoord	Dichtheids- verlies	Verstoringsafstand maximaal (breekpunt)	Verstorings- afstand gemiddeld
6srt_LALL	14,5	35,4	25,2	0,29	400	114
6srt_PALL	12,1	35,5	23,6	0,34	405	136

Op het oog, door vergelijking van de 98 %-betrouwbaarheidsintervallen van figuur 3.1 en 3.2, is te zien dat de dichtheid nabij masten significant lager ligt dan bij lijnen. Hoewel dit niet verder statistisch is getoetst is dit een duidelijke indicatie dat het verstorende effect zich sterker vanuit de masten voordoet dan vanuit de lijnen. Weidevogels houden kennelijk meer afstand tot de masten dan tot de lijnen. Het verstorende effect kan echter het beste worden vergeleken door de verstoorte oppervlakte uit te drukken per strekkende kilometer. Tabel 3.2 laat dit zien. Hieruit blijkt dat lijnen een groter verstorend effect hebben (22,8 ha per strekkende km) dan masten (17,8 ha).

Tabel 3.2 Verstorend effect lijnen en masten per strekkende km (alle soorten en alle zwaartes)

	Lijnen		Masten			
	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Veld- lengte (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	
LALL	114,0	22,8	PALL	135,8	326	17,8

3.2 Zwaarte (spanningsniveau) van de verbinding

Bij de zwaarte van de verbinding wordt onderscheid gemaakt in 50 kV-, 150 kV en 380 kV-verbindingen (zie figuur 2.1). Wanneer gesproken wordt over effecten van de zwaarte, betreft dit het totale complex van parameters, zonder dat duidelijk is welke parameter(s) het meest bepalend zijn in de effecten zie tabel 2.3 en toelichting daarbij).

Concept

 Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Eerst is een globale statistische toetsing van de resultaten van de dichtheidsberekeningen ten opzichte van 50, 150 en 380 kV-masten uitgevoerd. Dit is gedaan voor de zes soorten gezamenlijk. De χ^2 -toets en de Pearson's correlatietoets leveren in de meeste gevallen een significant resultaat op. Dit betekent dat de verdeling van dichtheden over de afstandscontouren een afwijking vertoont en dat er een verband is tussen de weidevogeldichtheid en de afstand tot de verbinding. Er is slechts één uitzondering: de verdeling bij de 50 kV-masten levert bij de Pearson's correlatietoets geen significant effect op. De reden hiervoor is waarschijnlijk dat de toetsing in dit geval te onvoldoende onderscheidend was, omdat (zoals hierna blijkt) de verstoring zich slechts over een korte afstand voordoet.

In figuur 3.3 zijn de resultaten van de regressieberekeningen te zien. In tabel 3.3 zijn deze samengevat. Ter vergelijking zijn in tabel 3.3 ook de gegevens van alle verbindingen samen (uit tabel 3.1) nogmaals opgenomen. De gegevens hebben betrekking op alle zes soorten gezamenlijk.

Tabel 3.3 Vergelijking verstoringsafstanden en dichtheidsverlies bij lijnen en masten per zwaarte (alle soorten samen)

	Laagste dichtheid gestoord (X=0)	Dichtheid ongestoord	Gemiddelde dichtheid gestoord	Dichtheids- verlies	Verstoringsafstand maximaal (kantelpunt)	Verstorings- afstand gemiddeld
6srt_LALL	14,5	35,4	25,2	0,29	400	114
6srt_PALL	12,1	35,5	23,6	0,34	405	136
6srt_L050	-0,235	43	23,2	0,46	215	99
6srt_P050	-1,39	43,2	18,3	0,58	224,5	129
6srt_L150	19,2	43,4	31,3	0,28	452,5	126
6srt_P150	17,1	43	30,3	0,30	443	131
6srt_L380	12,9	23	17,9	0,22	300,5	67
6srt_P380	9,9	22,9	16,2	0,29	310	91

Bij de 50 kV-verbinding blijkt de maximale verstoringsafstand aanzienlijk geringer dan voor het gemiddelde van alle verbindingen. Het kantelpunt ligt bij 215 m voor lijnen en 224,5 m voor masten. Vlak bij de 50 kV-verbinding is het verlies aan broedparen echter veel groter dan voor alle verbindingen samen, namelijk 46 % bij lijnen en zelfs 58 % bij masten. Dit leidt voor de 50 kV-verbindingen tot een gemiddelde verstoringsafstand van 99 m (lijnen) en 129 m (masten).

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

De 50 kV-verbindingen leiden vlak bij de lijnen en de masten tot een sterk verlies aan broeddichtheid, maar het effect reikt niet ver.

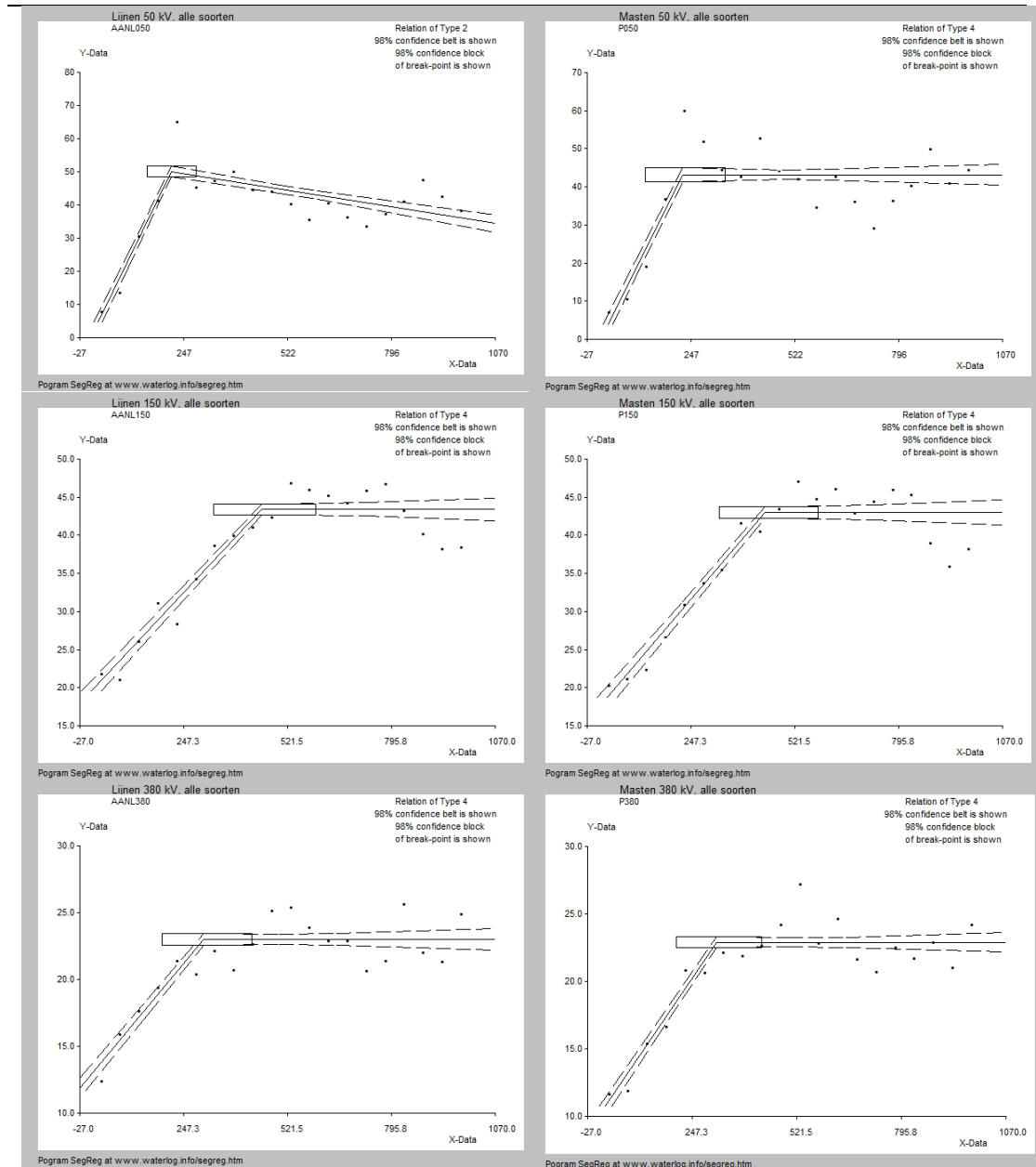
Bij de 150-verbindingen blijkt de maximale verstoringsafstand min of meer vergelijkbaar met die voor het gemiddelde van alle verbindingen. Het kantelpunt ligt bij 452,5 m voor lijnen en 443 m voor masten. Vlak bij de 150 kV-verbinding is het verlies aan broedparen veel minder groot vergeleken met de 50 kV-verbindingen, namelijk 28 % bij lijnen en 30 % bij masten. Dit leidt voor de 150 kV-verbindingen tot een gemiddelde verstoringsafstand van 126 m (lijnen) en 131 m (masten). Vergeleken met de 50 kV-verbindingen leiden vlak bij de lijnen en de masten tot een minder sterk verlies aan broeddichtheid, maar de maximale verstoringsafstand reikt veel verder, namelijk tot zo'n 450 m.

Bij de 380-verbindingen blijkt de maximale verstoringsafstand aanzienlijk korter dan die van de 150 kV- verbindingen. Het kantelpunt ligt bij 300,5 m voor lijnen en 310 m voor masten. Vlak bij de 380 kV-verbinding is het verlies aan broedparen ook minder groot vergeleken met de 150 kV-verbindingen. Vooral bij de lijnen is het verlies gering, namelijk 22 %. Bij masten is het vergelijkbaar met die van 150 kV, namelijk 29 %.

Dit leidt voor de 380 kV-verbindingen tot een gemiddelde verstoringsafstand van 67 m (lijnen) en 91 m (masten). Wat de maximale verstoringsafstand betreft nemen de 380 kV-verbindingen dus een middenpositie in tussen de 50 en 150 kV-verbindingen. De gemiddelde verstoringsafstand is bij de 380 kV-verbindingen echter het laagst.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01



Figuur 3.3 Regressiegrafieken van dichtheid zes soorten uitgezet tegen de afstand tot hoogspanningsmasten. Links lijnen en rechts masten. Boven: 50 kV; midden 150 kV; onder 380 kV.

Het verstorende effect kan echter het beste worden vergeleken door de verstoorte oppervlakte uit te drukken per strekkende kilometer. Tabel 3.4 laat een genuanceerd beeld zien. Voor de 50 kV-verbinding hebben lijnen een geringer verstorend effect (19,8 ha per strekkende km) dan masten (23,0 ha). De gegevens in de tabel zijn voor de masten echter iets vertekend. Omdat de gemiddelde verstoringsafstand groter is dan de helft van de veldlengte overlappen de verstoringscirkels bij masten. De oppervlakte per strekkende km valt daardoor iets lager uit dan in de tabel weergegeven. Voor de 150 kV-verbinding hebben lijnen juist een veel groter verstorend effect (25,2 ha per strekkende km) dan masten (17,4 ha). Voor de 380 kV-verbinding is dit ook het geval, alleen is het verstorend effect bij lijnen bijna de helft minder (13,3 ha) dan bij de 150 kV-verbinding. Bij de masten is dit zelfs ruim de helft minder (7,2 ha). Voor alle zwaartes samen hebben lijnen een groter verstorend effect (22,8 ha per strekkende km) dan masten (17,8 ha), zoals ook al in tabel 3.2 was te zien.

Tabel 3.4 Verstorend effect lijnen en masten per strekkende km bij verschillende zwaartes (alle soorten)

	Lijnen		Masten			
	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Veld- lengte (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	
LALL	114,0	22,8	PALL	135,8	326	17,8
L050	99,0	19,8	P050	129,4	229	23,0
L150	126,2	25,2	P150	130,8	309	17,4
L380	66,6	13,3	P380	90,7	358	7,2

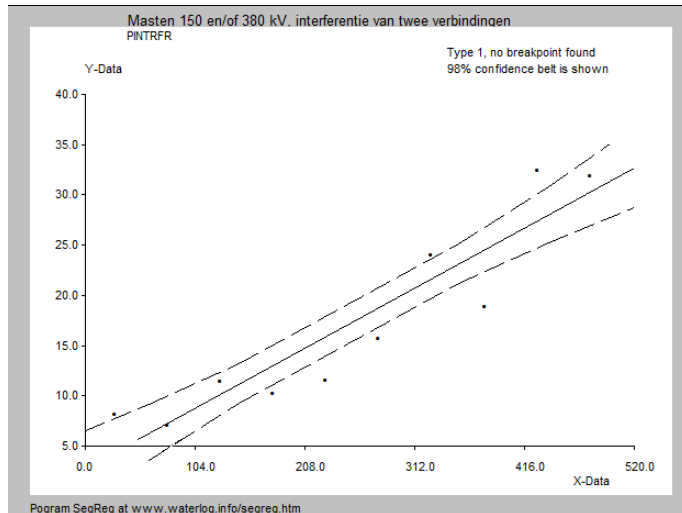
Voor de masten is ook het effect van interferentie nagegaan. Van interferentie is sprake wanneer twee verbindingen zich binnen een afstand van 500 m van elkaar bevinden.

Eerst is een globale statistische toetsing van de resultaten van de dichtheidsberekeningen uitgevoerd. Dit is gedaan voor de zes soorten gezamenlijk. De χ^2 -toets en de Pearson's correlatietoets leveren in beide gevallen een significant resultaat op. Dit betekent dat de verdeling van dichtheden over de afstandscontouren een afwijking vertoont en dat er een verband is tussen de weidevogeldichtheid en de afstand tot de meest nabije verbinding.

In figuur 3.4 zijn de resultaten van de regressieberekeningen te zien. Er is een duidelijk effect te zien (wederom alle zes soorten gezamenlijk). Naarmate de afstand tot de meest nabije mast toeneemt, neemt ook de dichtheid toe.

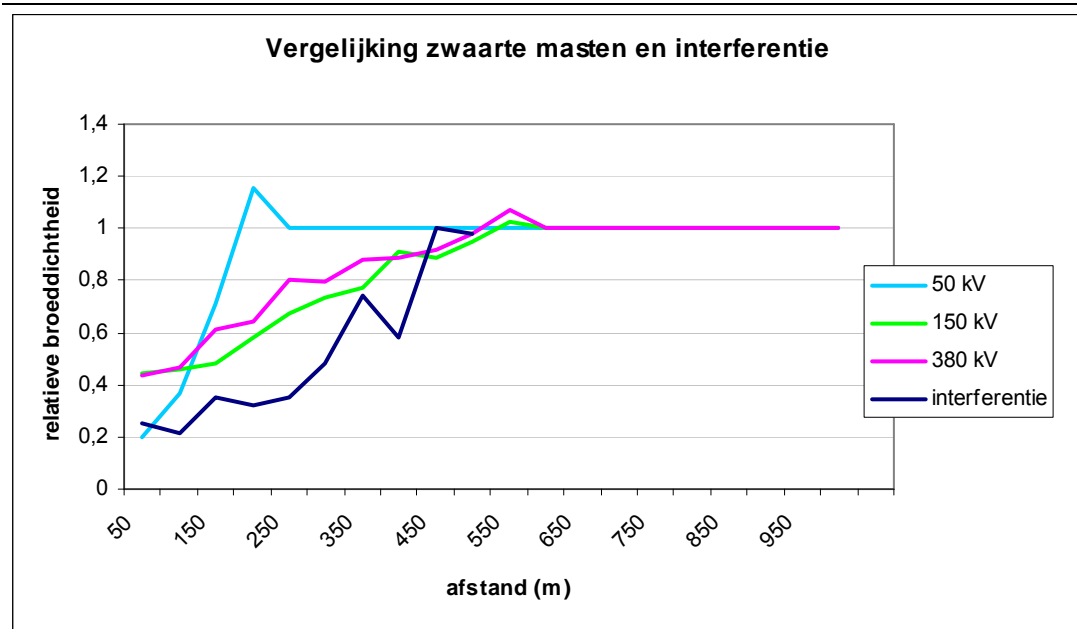
Concept

 Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01



Figuur 3.4 Regressiegrafiek van dichtheid zes soorten uitgezet tegen de afstand tot dichtstbijzijnde hoogspanningsmast in geval van interferentie

Hoe dit zich verhoudt tot de afzonderlijk bepaalde effecten van de verschillende zwaartes is te zien in de volgende figuur 3.5. Hierin zijn de broeddichtheden uitgezet tegen de afstand tot masten. Om de gegevens vergelijkbaar te maken is de broeddichtheid relatief uitgedrukt, waarbij deze rechts van het kantelpunt op de waarde "1" is gesteld. Bij de interferentie verloopt de dichtheidsverdeling het 'laagst'. Dit betekent dat bij interferentie van twee (of meer) verbindingen (bundeling) het verlies aan broeddichtheid veel groter is dan in het geval van een afzonderlijk verlopende 50, 150 of 380 kV-verbinding. Het verlies bedraagt 59 % (niet in tabel opgenomen) en is daarmee vergelijkbaar met dat van 50 kV-masten, alleen doet het zich over een veel grotere afstand voor (ten minste 500 m, grotere afstanden zijn niet in beschouwing genomen).



Figuur 3.5 Effecten van interferentie van masten van twee of meer verbindingen op de broeddichtheid ten opzichte van masten van enkelvoudige verbindingen van 50, 150 en 380 kV

3.3 Soortspecifieke effecten

Om soortspecifieke effecten te kunnen bepalen is de broeddichtheid van de zes soorten afzonderlijk vergeleken met de lijnen en masten (alle zwaartes gezamenlijk).

Eerst is een globale statistische toetsing van de resultaten van de dichtheidsberekeningen ten opzichte van alle lijnen uitgevoerd. De χ^2 -toets en de Pearson's correlatietoets ($p < 0,05$) leveren in de meeste gevallen een significant resultaat op. Dit betekent dat de verdeling van dichtheden over de afstandscontouren een afwijking vertoont en dat er een verband is tussen de weidevogeldichtheid en de afstand tot de verbinding.

Er zijn een paar uitzonderingen bij de Pearson's correlatietoets. Hierbij wordt geen significant effect gevonden voor tureluur en graspieper. In de dichtheidsgegevens kan dus geen verband met de afstand worden bepaald. Bij de scholekster is er een licht significant effect ($p < 0,10$). Verderop zal blijken dat de maximale verstoringsafstand bij graspieper en scholekster gering is. Toepassing van de Pearson's correlatietoets over de volledige onderzochte breedte van 1000 m zal daarom te weinig onderscheidend zijn. Vervolgens zijn de regressieberekeningen uitgevoerd. In tabel 3.5 zijn deze samengevat.

Concept

 Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

De resultaten zijn ook grafisch weergegeven in de figuren 3.6 (grutto en kievit), 3.8 (tureluur en veldleeuwerik) en 3.10 (scholekster en graspieper). Per soort zijn steeds regressieberekeningen gedaan voor lijnen en voor masten (alle zwaartes).

Tabel 3.5 Vergelijking verstoringsafstanden en dichtheidsverlies bij lijnen en masten per soort (alle zwaartes samen)

	Laagste dichtheid gestoord (X=0)	Dichtheid ongestoord	Gemiddelde dichtheid gestoord	Dichtheids- verlies	Verstoringsafstand maximaal (kantelpunt)	Verstorings- afstand gemiddeld
KIELALL	5,96	15,5	10,7	0,31	405	125
KIEPALL	4,64	15,5	9,99	0,36	405	144
GRULALL	2,52	8,01	5,17	0,35	367	130
GRUPALL	1,83	8,05	5,07	0,37	386	143
TURLALL	0,668	2,21	1,39	0,37	424	157
TURPALL	0,456	2,2	1,36	0,38	433,5	166
SCHLALL	3,44	5,44	4,44	0,18	253	47
SCHPALL	-	-	-	-	-	-
GRALALL	0,7	1,5	1,1	0,27	175	47
GRAPALL	-	-	-	-	-	-
VELLALL	0,455	2,56	1,54	0,40	338,5	135
VELPALL	0,515	2,6	1,52	0,42	414,5	172

In deze paragraaf worden de resultaten globaal besproken. De soorten verschillen nogal in hun reactie op de aanwezigheid van lijnen en masten. Bij scholekster en graspieper is de maximale verstoringsafstand gering (circa 175 à 250 m) en dit geldt ook voor de gemiddelde verstoringsafstand (circa 50 m). Tureluur en veldleeuwerik ondervinden de grootste maximale verstoringsafstand, namelijk circa 425 m (alleen heeft veldleeuwerik kennelijk veel minder last van lijnen, aangezien daar de maximale verstoringsafstand 'slechts' circa 340 m bedraagt. De gemiddelde verstoringsafstand voor deze soorten bedraagt circa 135 tot 170 m. Grutto en kievit nemen een tussenpositie in. De maximale verstoringsafstand bedraagt voor deze soorten circa 370 à 405 m en de gemiddelde verstoringsafstand is circa 125 à 145 m.

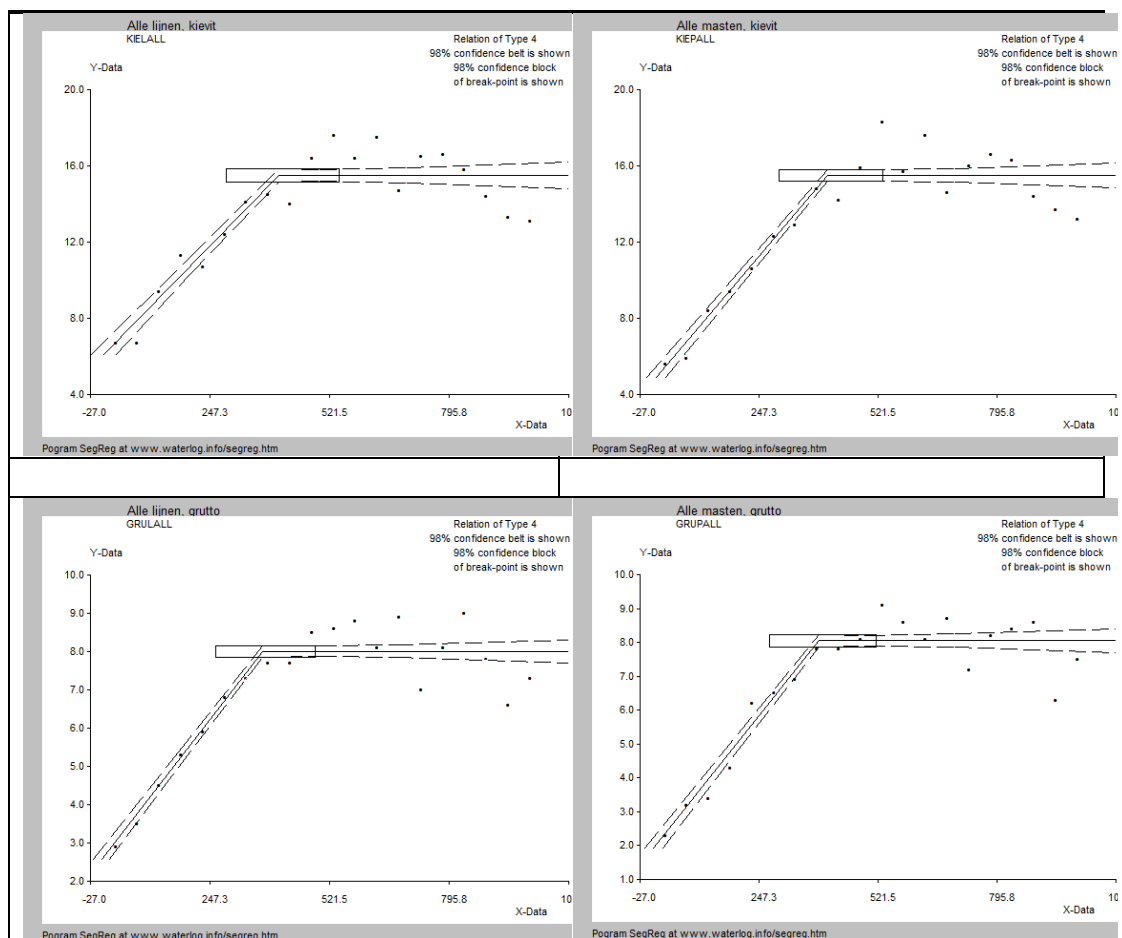
Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Vanwege deze verschillen worden in de navolgende paragrafen de resultaten diepgaander per soortenkoppel besproken.

3.3.1 Grutto en kievit

De regressiegrafieken voor beide soorten zijn te zien in figuur 3.6. De belangrijkste gegevens zijn opgenomen in tabel 3.5.



Figuur 3.6 Regressiegrafieken van dichtheid kievit (boven) en grutto (onder) uitgezet tegen de afstand tot hoogspanningsmasten (alle zwaartes gezamenlijk). Links lijnen en rechts masten.

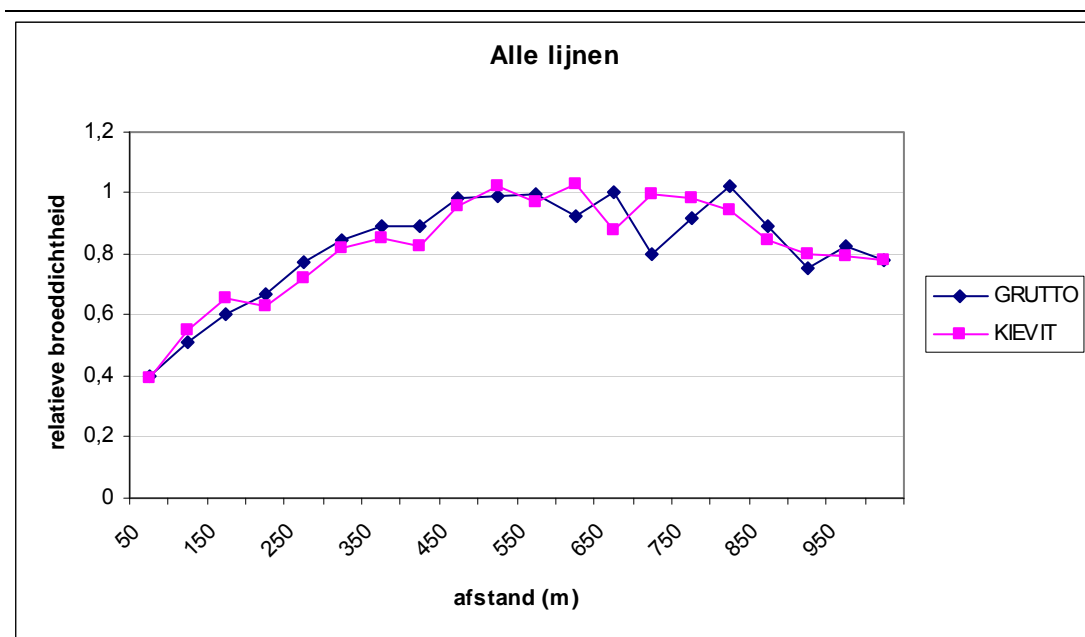
De kievit heeft een maximale verstoringsafstand van 405 m, zowel bij lijnen als masten. Vlak bij de masten is de dichtheid lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorte gebied bij masten 36 % en bij lijnen 31 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 125 m voor lijnen en 144 m voor masten.

Concept

 Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

De grutto heeft een maximale verstoringsafstand van 367 m bij lijnen en 386 m bij masten. Vlak bij de masten is de dichtheid iets lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorte gebied bij masten 37 % en bij lijnen 35 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 130 m voor lijnen en 143 m voor masten.

In figuur 3.7 is de relatieve broeddichtheid van beide soorten uitgezet tegen de afstand ten opzichte van lijnen. In de ongestoorde situatie is de broeddichtheid op "1" gezet. Hierbij is in tegenstelling tot de regressieberekeningen in de ongestoorde situatie uitgegaan van het gemiddelde van de drie hoogst gemeten dichtheidswaarden.



Figuur 3.7 Relatieve broeddichtheid van grutto (blauw) en Kievit (lila) uitgezet tegen de afstand ten opzichte van lijnen (alle zwaartes)

Het dichtheidsverloop van beide soorten lijkt sterk op elkaar. Vlak bij de lijnen neemt de dichtheid af tot circa 40 % van de ongestoorde situatie, oftewel het dichtheidsverlies bedraagt daar zo'n 60 %. Dit gegeven wordt gebruikt ter vergelijking met de andere soortenkoppels (zie hierna).

Het versturende effect kan echter het beste worden vergeleken door de verstoorte oppervlakte uit te drukken per strekkende kilometer. Tabel 3.6 laat dit zien.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Hieruit blijkt dat bij zowel kievit als grutto lijnen een groter verstorend effect hebben (ruim 25 ha per strekkende km) dan masten (circa 20 ha).

Tabel 3.6 Verstorend effect lijnen en masten per strekkende km voor grutto en kievit (alle zwaartes)

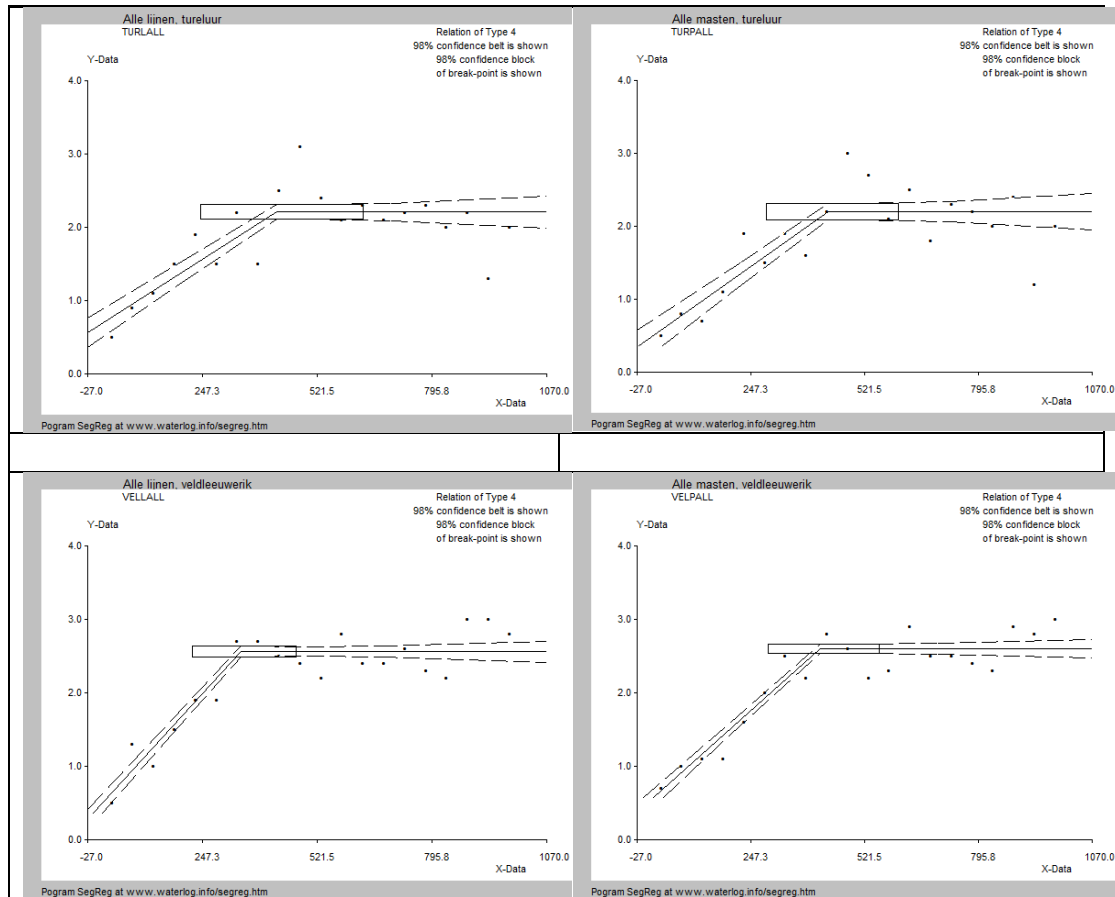
	Lijnen		Masten			
	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Veld- lengte (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	
KIELALL	125,4	25,1	KIEPALL	144,0	326	20,0
GRULALL	130,1	26,0	GRUPALL	142,9	326	19,7

3.3.2 Tureluur en veldleeuwerik

De regressiegrafieken voor beide soorten zijn te zien in figuur 3.8. De belangrijkste gegevens zijn opgenomen in tabel 3.5.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01



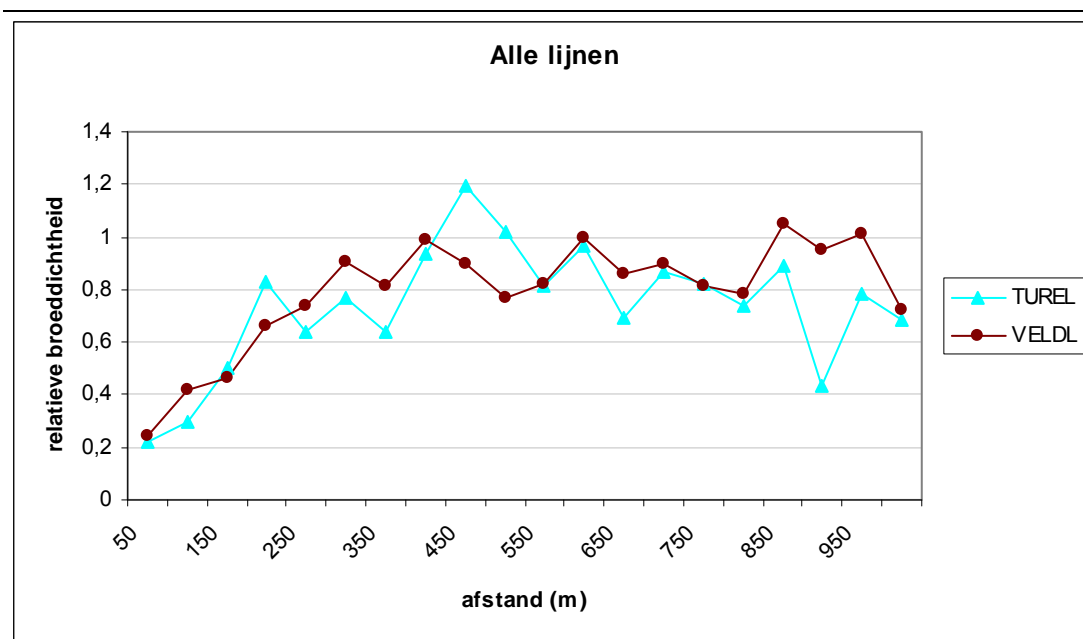
Figuur 3.8 Regressiegrafieken van dichtheid tureluur (boven) en veldleeuwerik (onder) uitgezet tegen de afstand tot hoogspanningsmasten (alle zwaartes gezamenlijk). Links lijnen en rechts masten.

De tureluur heeft een maximale verstoringsafstand van 424 m bij lijnen en 433,5 m bij masten. Vlak bij de masten is de dichtheid iets lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorte gebied bij masten 38 % en bij lijnen 37 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 157 m voor lijnen en 166 m voor masten.

De veldleeuwerik heeft een maximale verstoringsafstand van 338,5 m bij lijnen en 414,5 m bij masten. Vlak bij de masten is de dichtheid niet lager maar iets hoger dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorte gebied bij masten 42 % en bij lijnen 40 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 135 m voor lijnen en 172 m voor masten.

In figuur 3.9 is de relatieve broeddichtheid van beide soorten uitgezet tegen de afstand ten opzichte van lijnen. In de ongestoorde situatie is de broeddichtheid op "1" gezet.

Hierbij is in tegenstelling tot de regressieberekeningen in de ongestoorde situatie uitgegaan van het gemiddelde van de drie hoogst gemeten dichtheidswaarden.



Figuur 3.9 Relatieve broeddichtheid van tureluur (blauw) en veldleeuwerik (bruin) uitgezet tegen de afstand ten opzichte van lijnen (alle zwaartes)

Het dichtheidsverloop van beide soorten lijkt sterk op elkaar. Vlak bij de lijnen neemt de dichtheid af tot circa 20 % van de ongestoorde situatie, oftewel het dichtheidsverlies bedraagt daar zo'n 80 %. Dit is aanzienlijk meer dan bij Kievit en grutto, waar het verlies vlak bij de lijn 60 % bedraagt (zie vorige paragraaf). Kennelijk wordt het soortenkoppel tureluur en veldleeuwerik sterker verstoord door de aanwezigheid van lijnen dan het soortenkoppel Kievit en grutto.

Het versturende effect kan het beste worden vergeleken door de verstoorde oppervlakte uit te drukken per strekkende kilometer. Tabel 3.7 laat dit zien. Hieruit blijkt dat voor de tureluur lijnen een groter versturend effect hebben (31,5 ha per strekkende km) dan masten (26,4 ha). Voor de veldleeuwerik is het juist zo dat lijnen een iets geringer versturend effect hebben (27,0 ha) dan masten (28,6 ha). De gegevens in de tabel zijn voor masten iets vertekend.

Concept

 Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Omdat de gemiddelde verstoringsafstand iets groter is dan de helft van de veldlengte overlappen de verstoringscirkels bij masten enigszins. De oppervlakte per strekkende km valt daardoor iets lager uit dan in de tabel weergegeven.

Tabel 3.7 Verstarend effect lijnen en masten per strekkende km voor tureluur en veldleeuwerik (alle zwaartes)

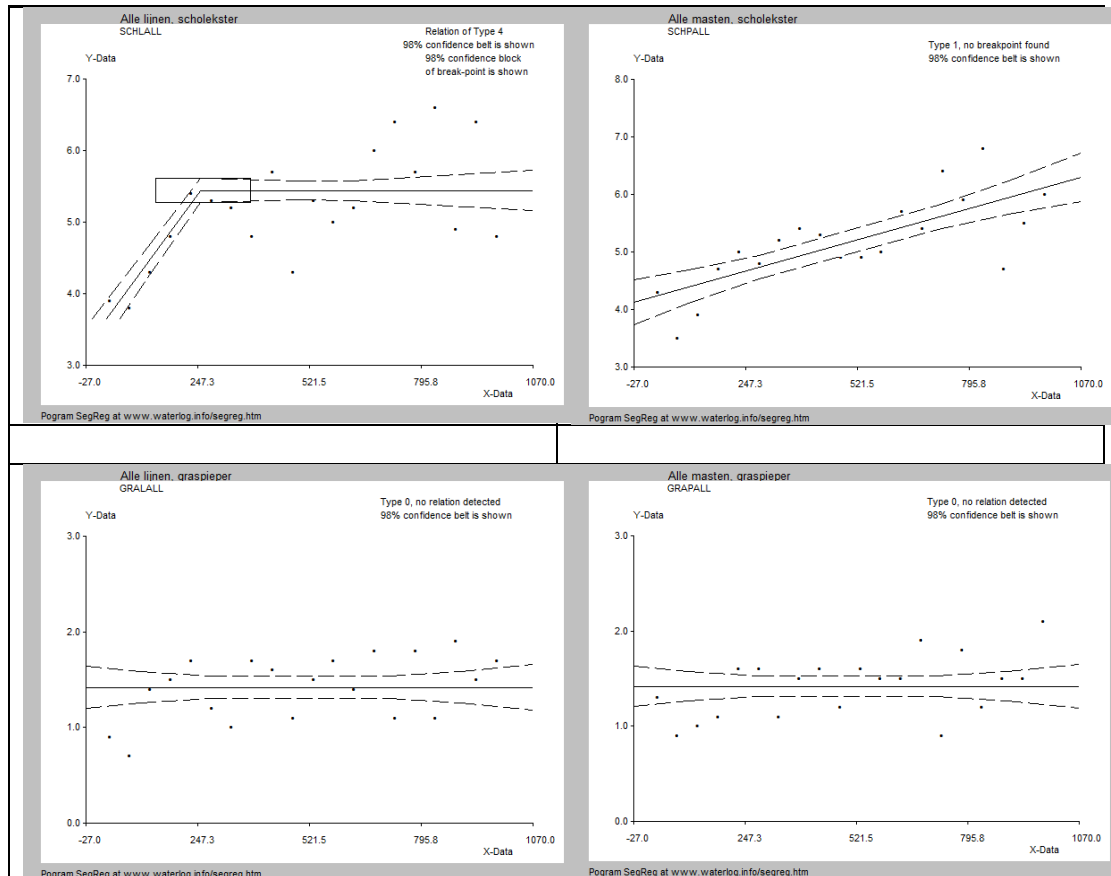
	Lijnen		Masten			
	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Veld- lengte (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	
TURLALL	157,3	31,5	TURPALL	165,5	326	26,4
VELLALL	134,9	27,0	VELPALL	172,2	326	28,6

3.3.3 Scholekster en graspieper

De regressiegrafieken voor beide soorten zijn te zien in figuur 3.10. De belangrijkste gegevens zijn opgenomen in tabel 3.5.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01



Figuur 3.10 Regressiegrafieken van dichtheid scholekster (boven) en graspieper (onder) uitgezet tegen de afstand tot hoogspanningsmasten (alle zwaartes gezamenlijk). Links lijnen en rechts masten.

Uit figuur 3.10 blijkt dat alleen voor de situatie 'scholekster alle lijnen' (SCHLALL) een kantelpunt kan worden berekend met SegReg.

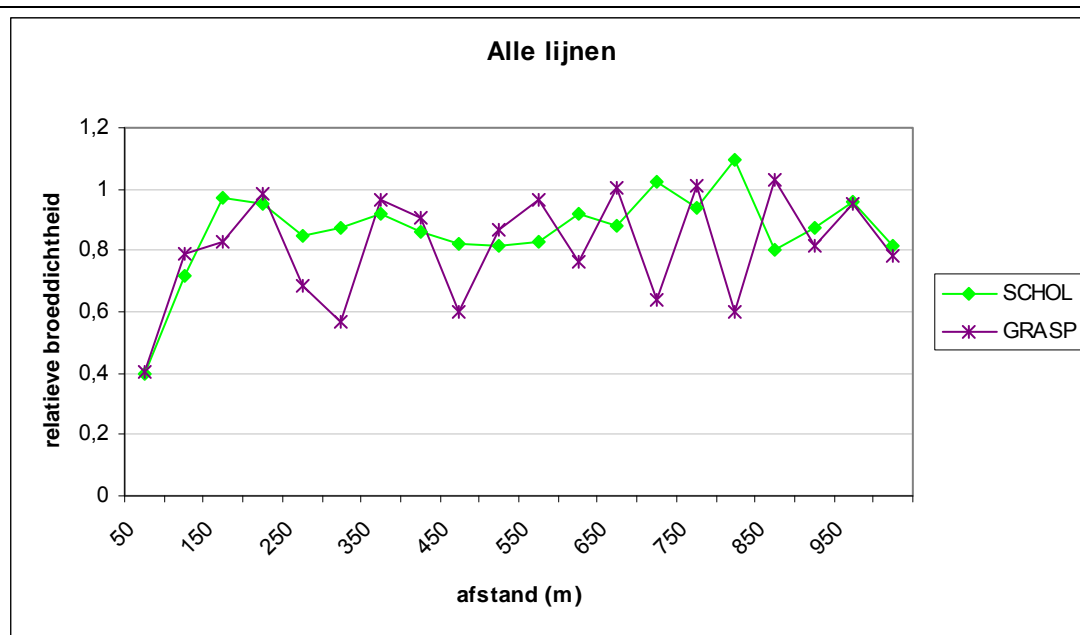
De scholekster heeft een maximale verstoringsafstand van 253 m bij lijnen. Voor masten kan deze niet berekend worden. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorte gebied bij lijnen 18 %. Dit is van alle soorten de laagste waarde. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 47 m voor lijnen. Scholeksters worden kennelijk relatief weinig verstoord door de aanwezigheid van lijnen. De dichtheid onder de lijn blijft relatief hoog en de verstoringsafstand is ook gering.

Concept

 Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Voor de situatie 'scholekster alle masten' (SCHPALL) wordt wel een positieve correlatie berekend (naarmate de afstand tot de masten toeneemt, wordt ook de dichtheid groter). Voor graspieper wordt zowel bij lijnen (GRALALL) als bij masten (GRAPALL) geen relatie met de afstand gevonden.

In figuur 3.11 is de relatieve broeddichtheid van beide soorten uitgezet tegen de afstand ten opzichte van lijnen. In de ongestoorde situatie is de broeddichtheid op "1" gezet. Hierbij is in tegenstelling tot de regressieberekeningen in de ongestoorde situatie uitgegaan van het gemiddelde van de drie hoogst gemeten dichtheidswaarden. Hoewel vooral bij graspieper de dichtheid nogal schommelt, lijkt er bij beide soorten wel degelijk een verband met de afstand aanwezig. De verstoringsafstand is echter gering (op het oog circa 150 à 200 m), zodat er waarschijnlijk te weinig onderscheidend vermogen is nu de volledige range tot 1000 m in SegReg is berekend.



Figuur 3.11 Relatieve broeddichtheid van scholekster (groen) en graspieper (paars) uitgezet tegen de afstand ten opzichte van lijnen (alle zwaartes)

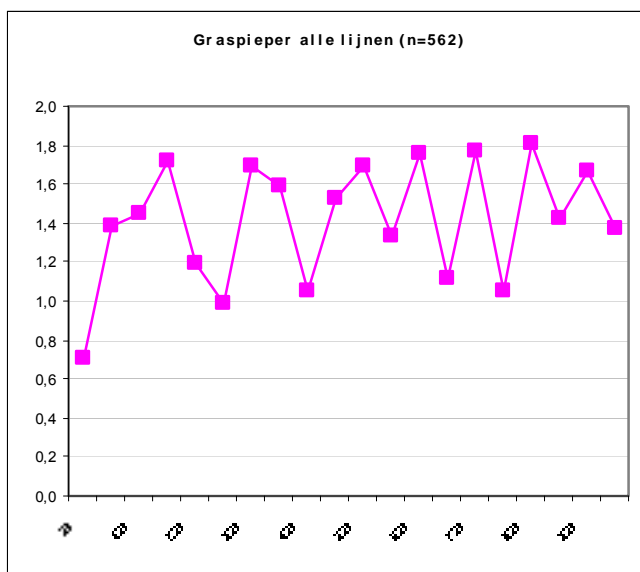
Afgezien van de sterke schommelingen bij de graspieper lijkt het dichtheidsverloop van beide soorten lijkt sterk op elkaar. Vlak bij de lijnen neemt de dichtheid af tot circa 40 % van de ongestoorde situatie, oftewel het dichtheidsverlies bedraagt daar zo'n 60 %.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Dit is vergelijkbaar met dat van grutto en kievit, maar aanzienlijk minder dan bij tureluur en veldleeuwerik, waar het verlies vlak bij de lijn 80 % bedraagt (zie vorige paragraaf). Kennelijk wordt het soortenkoppel scholekster en graspieper vlak bij de lijnen minder sterk verstoord dan tureluur en veldleeuwerik.

Voor de graspieper kunnen zoals aangegeven met het programma SegReg bij de gebruikte dataset geen gegevens worden berekend. Op basis van het gemeten dichtheidsverloop (zie figuur 3.12) kunnen gegevens echter wel worden geschat. De soort heeft een maximale verstoringsafstand van circa 175 m bij lijnen. Vlak onder de lijnen bedraagt de dichtheid circa 0,7, terwijl deze in de ongestoorde situatie gemiddeld circa 1,5 bedraagt. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorte gebied bij lijnen 27 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 47 m voor lijnen. Deze gegevens zijn opgenomen in tabel 3.4. Ook voor de graspieper geldt dus dat de dichtheid onder de lijn blijft relatief hoog blijft en de verstoringsafstand gering is.



Figuur 3.12 Berekende broeddichtheid van graspieper uitgezet tegen de afstand ten opzichte van lijnen (alle zwaartes)

Het versturende effect kan het beste worden vergeleken door de verstoorte oppervlakte uit te drukken per strekkende kilometer. Voor masten is dit niet te bepalen. Tabel 3.8 laat dit zien. Lijnen hebben een relatief gering versturend effect op beide soorten (9,3 ha per strekkende km) vergeleken met de andere vier soorten. Voor masten zal dit naar verwachting ook gelden.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 3.8 Verstoring effect lijnen en masten per strekkende km voor scholekster en graspieper (alle zwaartes)

	Lijnen		Masten			
	Verstorings- afstand	Oppervlakte verstoord (ha) per	Verstorings- afstand	Veld- lengte	Oppervlakte verstoord (ha) per	
	gemiddeld (m)	streckende km	gemiddeld (m)	(m)	streckende km	
SCHLALL	46,5	9,3	SCHPALL	?	326	?
GRALALL	46,7	9,3	GRAPALL	?	326	?

3.4 Verdieping: grutto en kievit in relatie tot zwaarte van de verbinding

Hiervoor is het effect van verschillende zwaartes van de verbindingen gemaakt, zonder onderscheid naar soorten (paragraaf 3.2). In paragraaf 3.3 is omgekeerd onderscheid gemaakt naar soorten, zonder onderscheid naar de verschillende zwaartes van de verbindingen. In deze paragraaf vindt een verdieping plaats, door zowel onderscheid naar soorten als naar zwaartes te maken. De verdieping wordt beperkt tot grutto en kievit, en qua zwaartes de 150 en 380 kV-verbindingen.

Voor deze relaties is geen toetsing met de χ^2 -toets en de Pearson's correlatietoets uitgevoerd. Wel zijn regressieberekeningen uitgevoerd.

3.4.1 Grutto

De regressieberekeningen voor grutto zijn in tabel 3.9 samengevat. De resultaten zijn ook grafisch weergegeven in figuur 3.13. De regressieberekeningen zijn gedaan voor lijnen en masten. Ter vergelijking zijn ook de gegevens voor alle lijnen respectievelijk masten samen (uit tabel 3.5) in tabel 3.9 opgenomen.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 3.9 Vergelijking verstoringsafstanden en dichtheidsverlies van grutto bij lijnen en masten per zwaarte

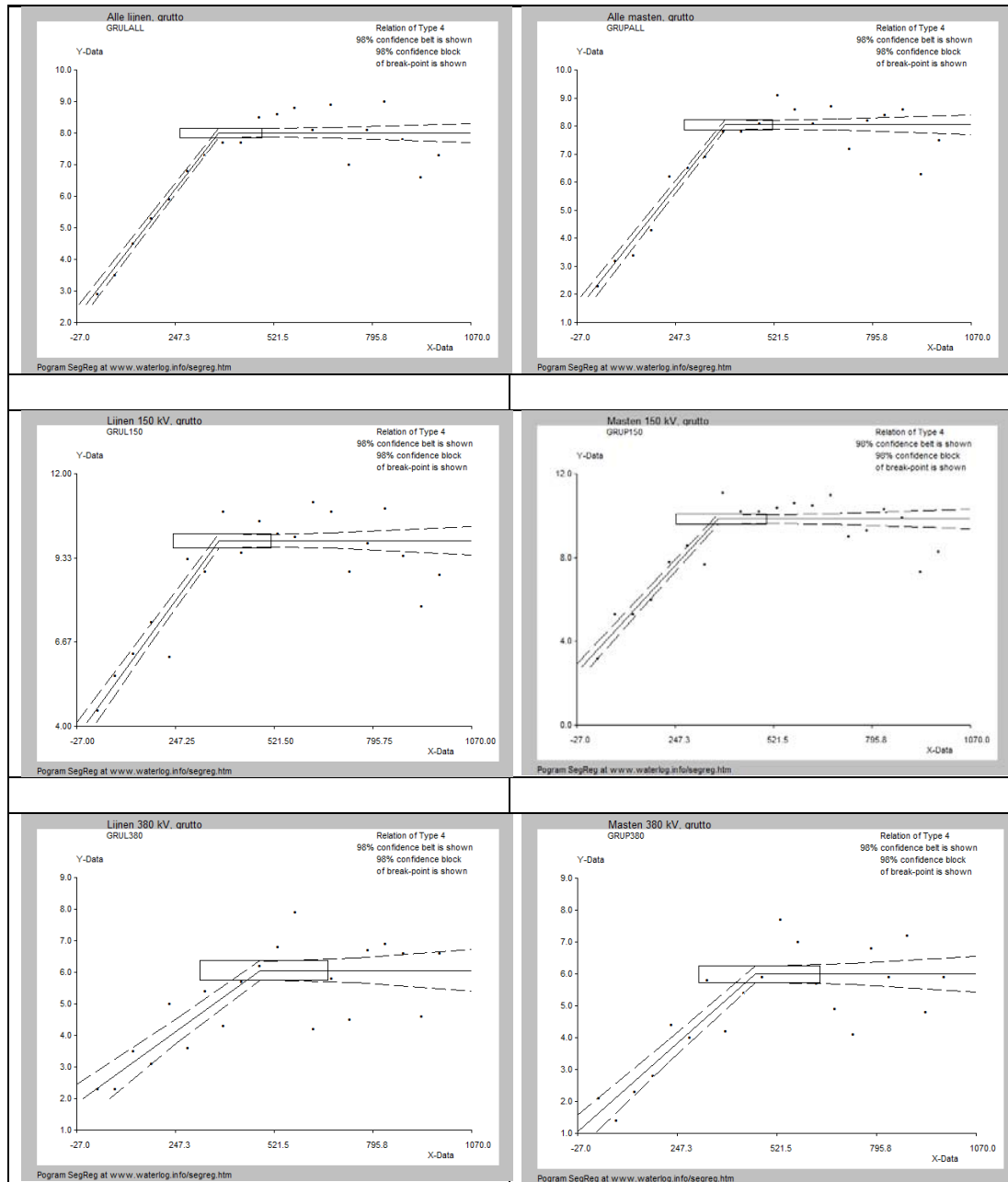
	Laagste dichtheid gestoord (X=0)	Dichtheid ongestoord	Gemiddelde dichtheid gestoord	Dichtheids- verlies	Verstoringsafstand maximaal (kantelpunt)	Verstorings- afstand gemiddeld
GRULALL	2,52	8,01	5,17	0,35	367	130
GRUPALL	1,83	8,05	5,07	0,37	386	143
GRUL150	4,31	9,88	6,87	0,30	367	112
GRUP150	3,45	9,85	6,27	0,36	367	133
GRUL380	2,07	6,06	4,14	0,32	481	152
GRUP380	1,36	5,99	3,6	0,40	462	184

De grutto heeft bij alle zwaartes gezamenlijk (zie paragraaf 3.3.1 en tabel 3.5) een maximale verstoringsafstand van 367 m bij lijnen en 386 m bij masten. Vlak bij de masten is de dichtheid iets lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorte gebied bij masten 37 % en bij lijnen 35 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 130 m voor lijnen en 143 m voor masten.

Voor de 150 kV-verbindingen bedraagt de maximale verstoringsafstand voor de grutto 367 m bij zowel lijnen als masten. Vlak bij de masten is de dichtheid lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorte gebied bij masten 36 % en bij lijnen 30 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 112 m voor 150 kV-lijnen en 133 m voor 150 kV-masten.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01



Figuur 3.13 Regressiegrafieken van dichtheid grutto bij alle zwaartes (boven), 150 kV (midden) en 380 kV (onder) uitgezet tegen de afstand tot hoogspanningsverbindingen. Links lijnen en rechts masten.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Voor de 380 kV-verbindingen bedraagt de maximale verstoringsafstand voor de grutto 481 m bij lijnen en 462 m bij masten. Vlak bij de masten is de dichtheid lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorde gebied bij masten 40 % en bij lijnen 32 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 152 m voor 380 kV-lijnen en 184 m voor 380 kV-masten.

Ten opzichte van de gemiddelden van alle verbindingen hebben dus de 150 kV-verbindingen een geringer verstorend effect op de grutto-broeddichtheid en de 380 kV verbindingen een groter verstorend effect.

Het verstorende effect kan het beste worden vergeleken door de verstoorde oppervlakte uit te drukken per strekkende kilometer. Tabel 3.10 laat dit zien. Hieruit blijkt dat lijnen bij zowel de 150 als de 380 kV-verbinding een groter verstorend effect hebben dan masten. Bij de 380 kV-verbinding is het verschil gering. De gegevens in de tabel zijn voor 380 kV-masten iets vertekend. Omdat de gemiddelde verstoringsafstand iets groter is dan de helft van de veldlengte overlappen de verstoringscirkels bij masten enigszins. De oppervlakte per strekkende km valt daardoor iets lager uit dan in de tabel weergegeven.

Tabel 3.10 Verstorend effect lijnen en masten per strekkende km voor grutto

	Lijnen		Masten			
	Verstorings-afstand gemiddeld (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	Verstorings-afstand gemiddeld (m)	Veld-lengte (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	
GRULALL	130,1	26,0	GRUPALL	142,9	326	19,7
GRUL150	111,8	22,4	GRUP150	133,4	309	18,1
GRUL380	152,4	30,5	GRUP380	184,3	358	29,8

3.4.2 Kievit

De regressieberekeningen voor kievit zijn in tabel 3.11 samengevat. De resultaten zijn ook grafisch weergegeven in figuur 3.14. De regressieberekeningen zijn gedaan voor lijnen en masten. Ter vergelijking zijn ook de gegevens voor alle lijnen respectievelijk masten samen (uit tabel 3.4) in tabel 3.6 opgenomen.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 3.11 Vergelijking verstoringsafstanden en dichtheidsverlies van kievit bij lijnen en masten per zwaarte

	Laagste dichtheid gestoord (X=0)	Dichtheid ongestoord	Gemiddelde dichtheid gestoord	Dichtheids- verlies	Verstoringsafstand maximaal (kantelpunt)	Verstorings- afstand gemiddeld
KIELALL	5,96	15,5	10,7	0,31	405	125
KIEPALL	4,64	15,5	9,99	0,36	405	144
KIEL150	8,51	20,2	14,3	0,29	500	146
KIEP150	7,86	20	13,9	0,31	500	153
KIEL380	5,84	9,71	7,77	0,20	395,5	79
KIEP380	3,1	9,45	6,18	0,35	262,5	91

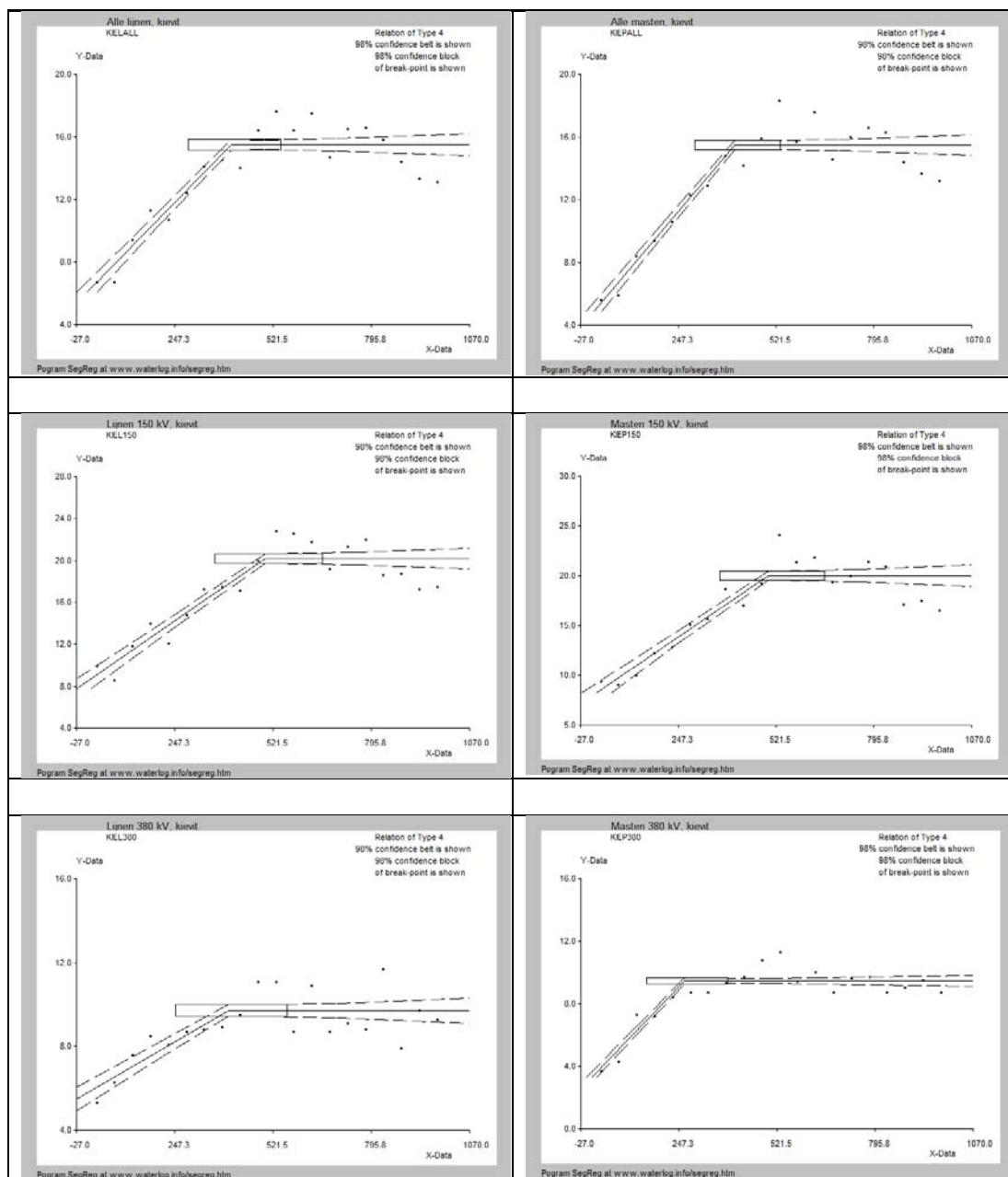
De kievit heeft bij alle zwaartes gezamenlijk (zie paragraaf 3.3.1 en tabel 3.6) een maximale verstoringsafstand van 405 m, zowel bij lijnen als masten. Vlak bij de masten is de dichtheid lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorde gebied bij masten 36 % en bij lijnen 31 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 125 m voor lijnen en 144 m voor masten. Voor de 150 kV-verbindingen bedraagt de maximale verstoringsafstand voor de kievit 500 m bij zowel lijnen als masten. Vlak bij de masten is de dichtheid iets lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorde gebied bij masten 31 % en bij lijnen 29 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 146 m voor 150 kV-lijnen en 153 m voor 150 kV-masten.

Voor de 380 kV-verbindingen bedraagt de maximale verstoringsafstand voor de kievit 395,5 m bij lijnen en 262,5 m bij masten. Vlak bij de masten is de dichtheid aanzienlijk lager dan direct onder de lijnen. Het dichtheidsverlies bedraagt in het verstoorde gebied bij masten 35 % en bij lijnen 20 %. Dit leidt tot een gemiddelde verstoringsafstand van 79 m voor 380 kV-lijnen en 91 m voor 380 kV-masten.

Ten opzichte van de gemiddelden van alle verbindingen hebben dus de 150 kV-verbindingen een groter verstrend effect op de grutto-broeddichtheid en de 380 kV verbindingen een geringer verstrend effect. Het effect is hier dus omgekeerd vergeleken met dat van de grutto.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01



Figuur 3.14 Regressiegrafieken van dichtheid Kievit bij alle zwaartes (boven), 150 kV (midden) en 380 kV (onder) uitgezet tegen de afstand tot hoogspanningsverbindingen. Links lijnen en rechts masten.

Concept

 Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Het verstorende effect kan het beste worden vergeleken door de verstoorde oppervlakte uit te drukken per strekkende kilometer. Tabel 3.12 laat dit zien. Hieruit blijkt dat lijnen bij zowel de 150 als de 380 kV-verbinding een groter verstorend effect hebben dan masten. Bij de 380 kV-verbinding is het verschil aanzienlijk. De kievit wordt veel sterker verstoord door de 150 dan door de 380 kV-verbindingen.

Tabel 3.12 Verstorend effect lijnen en masten per strekkende km voor kievit

	Lijnen		Masten			
	Verstorings-afstand gemiddeld (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	Verstorings-afstand gemiddeld (m)	Veld-lengte (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	
KIELALL	125,4	25,1	KIEPALL	144,0	326	20,0
KIEL150	146,0	29,2	KIEP150	152,5	309	23,6
KIEL380	79,0	15,8	KIEP380	90,8	358	7,2

3.5 Samenvattend overzicht

Tabel 3.13 geeft een samenvattend overzicht van de effecten. Hoewel masten in alle gevallen een verder reikende maximale en gemiddelde verstoringsafstand hebben dan lijnen, is het in de meeste gevallen zo dat de oppervlakte verstoord gebied (gebaseerd op de gemiddelde verstoringsafstand) bij lijnen bijna altijd groter is dan bij masten. Een uitzondering wordt gevormd door de 50 kV-verbinding (alle soorten), waar de masten een groter effect per strekkende km veroorzaken dan de lijnen. Ook bij de veldleeuwerik (alle zwaartes) hebben de masten die een groter effect dan de lijnen (afgezien van een mogelijke vertekening waardoor de oppervlakte verstoord gebied bij masten iets lager uitvalt).

Wanneer de zwaartes van verbindingen worden vergeleken (voor alle soorten samen) valt op dat de 150 kV-verbindingen het grootste effect veroorzaken en de 380 kV-verbindingen het geringste effect. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door de kievit. Bij de grutto is het juist omgekeerd en veroorzaken de 380 kV-verbindingen het grootste effect.

Wanneer de effecten op soorten worden vergeleken (voor alle zwaartes samen), is duidelijk dat tureluur en veldleeuwerik de grootste effecten ondervinden. Scholekster en graspieper worden het minst verstoord. Grutto en kievit vormen de middenmoot, maar zitten qua effect het dichtst bij tureluur en veldleeuwerik.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 3.13 Samenvatten overzicht verstorend effect lijnen en masten per strekkende km

	Lijnen		Masten			
	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	Verstorings- afstand gemiddeld (m)	Veld- lengte (m)	Oppervlakte verstoord (ha) per strekkende km	
LALL	114,0	22,8	PALL	135,8	326	17,8
L050	99,0	19,8	P050	129,4	229	23,0
L150	126,2	25,2	P150	130,8	309	17,4
L380	66,6	13,3	P380	90,7	358	7,2
KIELALL	125,4	25,1	KIEPALL	144,0	326	20,0
KIEL150	146,0	29,2	KIEP150	152,5	309	23,6
KIEL380	79,0	15,8	KIEP380	90,8	358	7,2
GRULALL	130,1	26,0	GRUPALL	142,9	326	19,7
GRUL150	111,8	22,4	GRUP150	133,4	309	18,1
GRUL380	152,4	30,5	GRUP380	184,3	358	29,8
TURLALL	157,3	31,5	TURPALL	165,5	326	26,4
VELLALL	134,9	27,0	VELPALL	172,2	326	28,6
SCHLALL	46,5	9,3	SCHPALL	?	326	?
GRALALL	46,7	9,3	GRAPALL	?	326	?

4 Discussie

In dit hoofdstuk worden aanpak en resultaten bediscussieerd. Over de analyse en de toepassing van het model is daarnaast onafhankelijk advies aangevraagd bij Alterra. Dit advies is opgenomen in Bijlage 1.

4.1 Dataset

De in deze analyse gebruikte dataset beslaat een periode van 29 jaar, van 1977 tot en met 2005. Dit is een zeer ruime periode, hetgeen als voordeel heeft dat tussenjaarlijkse schommelingen nauwelijks van invloed zullen zijn op de resultaten. Daar staat tegenover dat in een dergelijke lange periode sprake kan zijn van trends, bijvoorbeeld een gestage achteruitgang van betrokken soorten. De effecten van dergelijke trends worden uitgemiddeld over de lange periode. Hoewel intuïtief niet te verwachten is dat trends in de broedvogelstand van invloed zijn op de mate van verstoring, is dit ook niet geheel uit te sluiten. Het zou bijvoorbeeld kunnen dat bij een lagere dichtheid broedgevallen zich concentreren op de minst verstoorte situaties, met dus een toename van de verstoringsafstand tot gevolg. Dit zou getoetst kunnen worden door op de analyse een verdiepingsslag toe te passen, waarbij de data in enkele perioden en in verschillende dichtheidsklassen worden onderverdeeld.

In de meeste gevallen is sprake van meerdere inventarisaties binnen de periode van 1977 tot en met 2005. Dit geldt voor de gevallen waarbij de verbinding de gehele periode aanwezig is geweest. In enkele gevallen is sprake van een tussentijds gerealiseerde of opgewaardeerde verbinding. In die gevallen zijn alleen de inventarisaties van nadien meegenomen. Niet uit te sluiten is dat in bepaalde gevallen sprake is van vooralsnog onbekende aanpassingen aan de configuratie van de verbindingen (bijvoorbeeld het aanbrengen van extra geleiders), waardoor mogelijk het versturende effect in de loop van de tijd is gewijzigd. Omdat de meeste verbindingen gedurende decennia ongewijzigd blijven, zal dit naar verwachting niet van invloed zijn geweest op de resultaten.

Een belangrijk gegeven is dat de dataset zeer groot is. Het betreft ruim 12.000 broedgevallen, waarbij de graspieper met 5 % het kleinste en de Kievit met 43 % het grootste aandeel heeft. Er mag daarom van worden uitgegaan dat de resultaten tamelijk robuust zijn. Dit blijkt ook uit het feit dat in de meeste gevallen sprake is van eenduidige resultaten, waarbij toevallige uitschieters weinig invloed hebben. Ook de overwegend statistisch significant uitvallende toetsingen (met χ^2 en Pearson's) en de veelal vrij nauw begrensde betrouwbaarheidsintervallen in de regressieberekeningen duiden op robuuste resultaten.

Omwille van de leesbaarheid is in dit rapport voor de maximale en gemiddelde verstoringsafstand uitgegaan van de gemiddelde waarden uit de analyses en is afgezien van het vermelden van standaarddeviaties. Dit laatste zou stof bieden voor verdere statistische bewerkingen, maar vanwege de beperkte opzet van deze rapportage is hiervan afgezien.

Opvallend in de dataset is het van plaats tot plaats wisselende verschil in weidevogeldichtheden. Gebieden met een hoge dichtheid aan weidevogels zijn bijvoorbeeld de Elsbroekerpolder (bij Hillegom), de Elsgeesterpolder (bij Oegstgeest), de Duivenvoordse en Veenzijdse Polder (bij Leidschendam-Voorschoten) en Midden-Delfland (tussen Delft en Schiedam). Dit zijn allemaal gebieden met 150 kV-verbindingen. Dit wordt als een toevallige omstandigheid beschouwd. Er is althans vooralsnog geen reden om aan te nemen dat een lagere dichtheid in andere gebieden samenhangt met de daar aanwezige 380 kV-verbindingen. Uit de resultaten blijkt wel dat in gebieden met een 380 kV-verbinding de weidevogeldichtheid lager is dan in gebieden met een 150 kV-verbinding, ook op afstanden groter dan de maximale verstoringsafstanden. Ook dit zou nader statistisch getoetst kunnen worden.

4.2 Onderscheid lijnen en masten

In de analyse is onderscheid gemaakt tussen lijnen en masten. Dit is een tamelijk kunstmatig onderscheid, gebaseerd op een GIS-analyse van punten en lijnen. Hierbij zijn de masten als puntlocaties aangenomen en de bedrading als hartlijn. Het is maar de vraag of masten en bedrading afzonderlijk kunnen worden beschouwd: de bedrading loopt altijd van mast naar mast en omgekeerd bevat een mast altijd bedrading. Het is daarom niet mogelijk na te gaan wat het effect van masten afzonderlijk en bedrading afzonderlijk is. In theorie kan het effect van masten afzonderlijk worden bestudeerd in gevallen van masten zonder bedrading, maar in de praktijk is een dergelijke onderzoeksopzet vrijwel niet mogelijk.

Niettemin blijkt uit de resultaten dat er verschillen zijn, namelijk dat het verstorende effect van de mast in de zin van de verstoringsafstand groter is dan dat van de lijn. De uiteindelijke verstoring is echter bij lijnen groter. Een meer verfijnde analyse, waarbij bijvoorbeeld onderscheid gemaakt wordt in verstoring parallel aan de lijnen en verstoring dwars daarop, kan mogelijk uitdrukkelijker het onderscheid in verstorend effect tussen lijnen en masten aangeven. Voor het doel van dit onderzoek was dat echter niet noodzakelijk. Dit geldt eveneens voor een verfijning van de analyse naar bijvoorbeeld parameters als masthoogte, hoogte van de laagst hangende draden, aantal draden enzovoorts. Ongetwijfeld zijn deze van invloed op de verstoringsafstand. In de voorliggende analyse is dit eenvoudig aangepakt door bij de analyse onderscheid te maken in de verschillende spanningsklassen (50, 150 en 380 kV). Gemiddeld genomen is een zwaardere verbinding ook voorzien van hogere masten (Tabel 5.1). In het model is ten behoeve van toepassing in de Groningse situatie voor de 220 kV-verbinding aangenomen dat deze qua verstoring het gemiddelde van 150 en 380 kV bedraagt.

Dit geldt ook ongeveer voor de gemiddelde masthoogte (Tabel 5.1). Overigens zegt de gemiddelde masthoogte niet zoveel. Deze is gebaseerd op het gemiddelde van alle bekende masttypen van een bepaalde spanningsklasse. In een concrete situatie wordt voor een verbinding veelal één bepaald masttype gebruikt. De voorliggende analyse is niet tot dit detailniveau gegaan, zodat hierover verdergaande uitspraken niet zinvol zijn.

Tabel 4.1 Masthoogten van verschillende typen masten per spanningsklasse (gegevens TenneT) en hieruit berekende gemiddelde masthoogte per spanningsklasse.

Spanning (kV)	Masthoogten (m)	Gemiddelde masthoogte (m)
50	?	?
110	21, 22, 24, 27, 28, 38, 40	29
150	25, 32, 35, 40	33
220	34, 42, 43	40
380	47, 52, 54, 55	52

4.3 Verstoring ten opzichte van andere factoren

Ander ruimtelijke factoren die verstoring kunnen veroorzaken zijn niet in de analyse betrokken. Dit betreft bijvoorbeeld de aanwezigheid van wegen, spoorlijnen, bebouwing, bosjes en andere landschapselementen. Aangenomen wordt dat deze, omdat ze zich op verschillende plaatsen in wisselende combinaties en intensiteiten voordoen, niet van grote invloed op de resultaten zijn, maar een algemene ruis veroorzaken. Omdat hoogspanningsverbindingen veelal in grootschalige open landschappen worden aangelegd, neemt deze ruis toe met de afstand tot de verbinding. Dit kan verklaren waarom het versturende effect lijkt toe te nemen na de maximale verstoringsafstand. Dit doet zich voor bij vrijwel alle resultaten (zie de figuren in Hoofdstuk 3). Op deze grotere afstanden zal niet het effect van de hoogspanningsverbinding, maar van andere factoren toenemen. Niet uit te sluiten is dat in de loop van de tijd sprake is van een toenemend verstorend effect vanuit andere verstoringsbronnen dan de hoogspanningsverbinding. Dit kan wellicht een dempend effect op de verstoring door hoogspanningsverbindingen tot gevolg hebben. Ook om deze reden is een verdiepingsslag gewenst, waarbij de data in verschillende perioden worden onderverdeeld.

Een multi-criteria-analyse zou wellicht het effect van andere factoren ten opzichte van dat van hoogspanningsverbindingen kunnen belichten. Dit leidt echter tot andere methodische problemen, omdat niet duidelijk is hoe die andere factoren zouden moeten worden meegewogen. Wegen worden veelal naar verkeersintensiteit onderscheiden, maar voor veel andere factoren ligt dat veel lastiger. Telt een enkele boom even zwaar als een bosje?

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

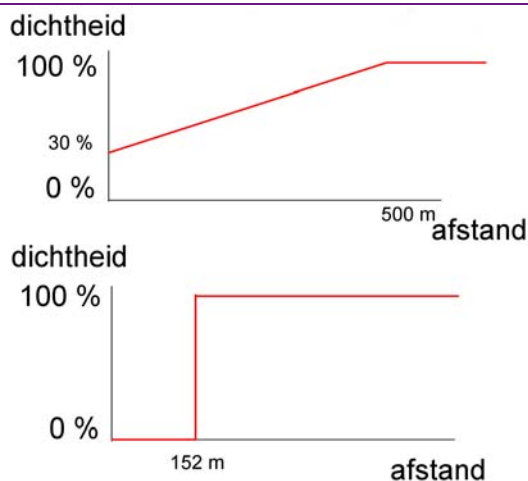
Is bij bebouwing de breedte of de hoogte in het gezichtsveld van de weidevogel het meest bepalend in de verstoring? Uit de vergelijking van kievit en grutto blijkt dat de kievit kennelijk meer verstoring ondervindt van verbindingen met een geringe zwaarte (150 kV) dan van de zware (380 kV) verbindingen. Bij grutto is dit omgekeerd. Niet uit te sluiten is dat voor andere verstorende factoren eveneens sprake is van soortspecifieke tegenstellingen. Dit zou een multi-criteria-analyse niet eenvoudig maken.

5 Model

De in dit rapport beschreven analyse biedt inzicht in de verstoringsafstanden die broedende weidevogels ondervinden van hoogspanningsverbindingen. In dit hoofdstuk wordt een modelmatige aanpak voorgesteld om op basis hiervan te komen tot een compensatieopgave voor de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding van Eemshaven Oudeschip naar Vierverlaten (EOS-VVL).

5.1 Overwegingen

De analyse in voorliggende rapport laat zien dat weidevogels bij de keuze voor hun nestplaats verstoring ondervinden van de aanwezigheid van hoogspanningsverbindingen. Dit uit zich in de constatering dat dicht bij een verbinding sprake is van een lagere dichtheid aan broedgevallen dan verder weg. De verstoring kan worden uitgedrukt in een maximale verstoringsafstand (tot hoe ver is een verstorend effect waarneembaar?) en een gemiddelde verstoringsafstand (gebaseerd op het verlies aan broedparen binnen het verstoorte gebied). In Figuur 5.1 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 5.1 Maximale en gemiddelde verstoringsafstand voor de grutto bij 380 kV-vakwerkmasten.

In beginsel kan de compensatieopgave worden berekend zowel aan de hand van de maximale als de gemiddelde verstoringsafstand. Bij de maximale verstoringsafstand kan rekening worden gehouden met het gegeven dat het verstorende effect groter wordt naarmate de afstand tot de hoogspanningsverbinding kleiner wordt.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

In een ongestoorde situatie telt een broedgeval vlak bij een toekomstig nieuw tracé dan zwaarder mee in de beoordeling dan een verder weg (maar binnen de maximale verstoringsafstand) gelegen broedgeval. In de praktijk is het eenvoudiger uit te gaan van de gemiddelde verstoringsafstand. Door de oppervlakte te berekenen binnen de gemiddelde verstoringsafstand van een nieuw tracé wordt de compensatieopgave vastgesteld.

De verstoorte oppervlakte kan worden bepaald voor zowel weidevogels gezamenlijk als voor afzonderlijke soorten. Omdat de grutto een vrij kritische en verstoringsgevoelige soort is, wordt deze veelal als gidssoort, die model staat voor weidevogels in zijn algemeenheid, gehanteerd. Voor de grutto bedraagt bij 380 kV-vakwerkverbindingen de maximale verstoringsafstand 481 m en de gemiddelde verstoringsafstand 152 m.

Een relevant discussiepunt is vervolgens, of de geconstateerde effecten van vakwerkmasten gelijk kunnen worden gesteld aan die van de nieuwe bipolemasten die in Groningen toegepast zullen gaan worden. Over de eventueel verstorende effecten van bipolemasten zijn geen empirische gegevens beschikbaar. Het is daarom vooralsnog niet mogelijk vast te stellen of bipolemasten een sterker of juist minder sterk verstorend effect hebben op weidevogels. Wel kan een aantal argumenten voor en tegen vergelijkbaarheid worden genoemd.

Het verstorend effect van bipolemasten kan vergelijkbaar zijn met dat van vakwerkmasten vanwege de volgende redenen:

- Masten blijken een sterker verstorend effect te hebben dan lijnen. De onderlinge mastafstand van bipolemasten is hetzelfde als die van vakwerkmasten, namelijk ongeveer 350 m
- Bipole- en vakwerkmasten bevatten hetzelfde aantal draden (geleiders) in vergelijkbare bundeling

Het verstorend effect van bipolemasten kan ook groter zijn dan dat van vakwerkmasten vanwege de volgende redenen:

- Bij bipolemasten zijn de draden meer verticaal (boven elkaar) georiënteerd dan bij vakwerkmasten waardoor het verstorende effect mogelijk verder reikt
- Bipolemasten bestaan uit massieve palen die mogelijk een verstorender effect dan de lattenconstructies van vakwerkmasten

Het verstorend effect van bipolemasten kan ook geringer zijn dan dat van vakwerkmasten vanwege de volgende redenen:

- Bij bipolemasten zijn de draden meer verticaal (boven elkaar) georiënteerd dan bij vakwerkmasten zodat vlak onder de lijn het verstorende effect mogelijk geringer is
- Bipoles zijn ranker, bevatten geen traversen en zijn minder opvallend dan vakwerkmasten
- Bipoles bieden geen zit- en broedgelegenheid voor predatoren (kraaien, roofvogels)

Het is niet mogelijk aan te geven welke argumenten het meest doorslaggevend zijn.

Concept

 Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Aangezien uit de literatuur blijkt dat met name de aanwezigheid van predatoren bijdraagt aan het verstorend effect (zie paragraaf 1.2) wordt hier aangenomen dat bipolemasten geen groter verstorend effect op de broedvogeldichtheid hebben dan vakwerkmasten. Deze conclusie wordt onderschreven door Alterra (zie Bijlage 1).

5.2 Model

Op grond van voorgaande paragraaf worden voor het bepalen van het areaal verstoord gebied de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De verstoring van bipolemasten wordt gelijk gesteld aan die van 380 kV-vakwerkmasten
- De grutto wordt als gidsoort aangemerkt
- Uitgegaan wordt van de gemiddelde verstoringsafstand van 152 m. Deze wordt afgerond op 150 m

In de Groningse situatie wordt niet alleen een nieuwe 380 kV-verbinding aangelegd, maar worden ook (delen van) bestaande 110 en 220 kV-verbindingen gesloopt. Voor deze bestaande verbindingen verdwijnt het verstorende effect. Van beide zwaartes zijn geen gegevens voorhanden uit de analyse, maar er zijn wel gegevens voor 150 kV-verbindingen (paragraaf 3.4.1). Voor de 110 kV-verbinding (tussen Brillerij en Vierverlaten) wordt uitgegaan van het verstorende effect van 150 kV-verbindingen, derhalve een gemiddelde verstoringsafstand van 112 m. Dit wordt afgerond op 110 m. Voor 220 kV-verbindingen wordt uitgegaan van het gemiddelde van dat van 380 en 110 kV-verbindingen, derhalve 132 m. Dit wordt afgerond op 130 m.

Tabel 5.1 Modelmatige aanname voor de gemiddelde verstoringsafstand van bestaande 110 en 220 kV- en de nieuwe 380 kV-verbindingen in Groningen op basis van empirische gegevens, uitgaande van de grutto als gidsoort.

Spanning (kV)	Type	Gemiddelde verstoringsafstand (m)
		Empirisch bepaald (broedvogeldata Zuid-Holland)
150	Vakwerk	112
380	Vakwerk	152
Modelmatige aanname (EOS-VVL)		
110	Vakwerk	110
220	Vakwerk	130
380	Bipole	150

5.3 Kanttekeningen

Bij het in de vorige paragraaf gepresenteerde model wordt geen rekening gehouden met de volgende aspecten:

- Kwaliteitsaspecten (andere soorten, specifieke gruttodichtheden en dergelijke)
- Doorsnijding kerngebieden (concentraties van broedgevallen)
- Saldering (het wegstrepen van effecten van de nieuwe 380 kV-verbinding tegen het wegvallen van effecten van de te slopen 110 en 220 kV-verbindingen)
- Tijdelijke effecten (effecten tijdens de aanlegfase, waaronder effecten van de nieuwe verbinding terwijl de oude verbindingen nog niet zijn gesloopt)

Deze aspecten kunnen in de onderhandeling over de compensatieopgave aan bod komen.

6 Conclusies

Op basis van een uitgebreide dataset van weidevogelbroedgevallen in de provincie Zuid-Holland is het effect van een bovengrondse hoogspanningsverbinding op de broeddichtheid onderzocht. Hiertoe is een zestal soorten (grutto, Kievit, tureluur, veldleeuwerik, scholekster en graspieper) geselecteerd. In eerste instantie zijn voor alle soorten samen de effecten van lijnen en van masten vergeleken alsmede de zwaarte (spanning) van de verbinding. In tweede instantie zijn soortspecifieke effecten geanalyseerd, het meest diepgaand voor de soorten grutto en Kievit. De empirische bevindingen zijn modelmatig vertaald naar de Groningse situatie om de compensatieopgave voor de nieuwe 380 kV-verbinding EOS-VVL te kunnen bepalen. Dit hoofdstuk geeft in het kort de conclusies weer.

Uit de analyse blijkt dat, hoewel masten in alle gevallen een verder reikende maximale en gemiddelde verstoringsafstand hebben dan lijnen, het in de meeste gevallen zo is dat de oppervlakte verstoord gebied (gebaseerd op de gemiddelde verstoringsafstand) bij lijnen bijna altijd groter is dan bij masten. Een uitzondering wordt gevormd door de 50 kV-verbinding (alle soorten), waar de masten een groter effect per strekkende km veroorzaken dan de lijnen. Ook bij de veldleeuwerik (alle zwaartes) hebben de masten een groter effect dan de lijnen (afgezien van een mogelijke vertekening waardoor de oppervlakte verstoord gebied bij masten iets lager uitvalt).

Wanneer de zwaartes van verbindingen worden vergeleken (voor alle soorten samen) valt op dat de 150 kV-verbindingen het grootste effect veroorzaken en de 380 kV-verbindingen het geringste effect. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door de Kievit. Bij de grutto is het juist omgekeerd en veroorzaken de 380 kV-verbindingen het grootste effect.

Wanneer de effecten op soorten worden vergeleken (voor alle zwaartes samen), is duidelijk dat tureluur en veldleeuwerik de grootste effecten ondervinden. Scholekster en graspieper worden het minst verstoord. Grutto en Kievit vormen de middenmoot, maar zitten qua effect het dichtst bij tureluur en veldleeuwerik.

In de analyses wordt onderscheid gemaakt in de maximale verstoringsafstand (tot hoe ver is een verstorend effect waarneembaar?) en de gemiddelde verstoringsafstand (gebaseerd op het verlies aan broedparen binnen het verstoord gebied). Met de gemiddelde verstoringsafstand kan de compensatieopgave worden berekend. Voor de grutto, die over het algemeen als gidssoort wordt gebruikt, bedraagt bij 380 kV-verbindingen de maximale verstoringsafstand 481 m en de gemiddelde verstoringsafstand 152 m.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Voor het bepalen van de benodigde compensatieoppervlakte als gevolg van de aanleg van de nieuwe 380 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten (EOS-VVL) wordt uitgegaan van de gemiddelde verstoringsafstand bij de grutto als gidsoort. Op basis van verschillende argumenten is de aanname dat de in de provincie Groningen toe te passen bipolemasten voor de nieuwe verbinding eenzelfde verstorend effect hebben als de traditionele vakwerkmasten. Afgerond wordt uitgegaan van een gemiddelde verstoringsafstand van 150 m. Voor de te slopen bestaande 110 en 220 kV-verbindingen wordt uitgegaan van afgeronde gemiddelde verstoringsafstanden van 110 respectievelijk 130 m.

7 Literatuur

Ballasus, H. & Sossinka, R., 1996. Auswirkungen von Hochspannungstrassen auf die Flächennutzung überwinternder Bläß- und Saatgänse *Anser albifrons*, *A. fabalis*. *Journal of Ornithology* 138: 215-228.

Berg, A., 1992. Factors affecting nest-site choice and reproductive success of Curlews *Numenius arquata* on farmland. *Ibis*, 134, 44-51.

Bos, D., B.A. Nolet, T. Boudewijn, H.P. van der Jeugd & B.S. Ebbinge, 2008. Capacity of accomodation areas for wintering geese in the Netherlands: field tests of first principles. A&W-rapport 1197. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek, Veenwouden.

Bruinzeel, L.W. & A.G.M. Schotman 2011. Onderbouwing verstoringsafstanden weidevogels Fryslân. A&W rapport.1624/Alterra 2184 Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden/Alterra Wageningen

Gedeputeerde Staten Fryslân, 2006. Concept werkplan Weidevogels in Fryslân 2007-2013. GS 18 juli 2006, Leeuwarden.

Johansson, T., 2001. Habitat selection, nest predation and conservation biology in a Black-tailed Godwit (*Limosa limosa*) population. PhD dissertatie, Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis, 2001.

Kleijn, D., Lamers, L., van Kats, R., Roelofs, J., & van 't Veer, R., 2009. Ecologische randvoorwaarden voor weidevogelsoorten in het broedseizoen: resultaten van een pilotstudie in het Wormer-en Jisperveld. Alterra-rapport 1613, Alterra, Wageningen.

Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden, 2008. Verstoringsgevoeligheid van vogels, Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapportnummer 08-173, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Melman, Th. C.P., A.G.M. Schotman, M.A. Kiers, H.A.M. Meeuwssen, H. Kuipers & J.T.P. Pijls, 2005. Regionatuurplan: etalage voor Groene Diensten door agrarische natuurverenigingen. Aanzet tot een kennis- en beheersysteem voor agrarisch natuurbeheer, pilot Midden-Delfland Alterra-rapport 1173, Alterra, Wageningen.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Milsom, T.P., S.D. Langton, W.K. Parkin, S. Peel, J.D. Bishop, J.D. Hart & N.P. Moore, 2000. Habitat models of bird species' distribution: an aid to the management of coastal grazing marshes. *Journal of Applied Ecology* 2000, 37, 706-727.

Oosterbaan, R.J., 1994. Frequency and regression analysis of hydrologic data. Part II: Regression analysis. Chapter 6 in: H.P. Ritzema (Ed.), *Drainage Principles and Applications*, Publication 16, second revised edition, 1994, International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen.

Oosterbaan, R.J., D.P. Sharma, K.N. Singh & K.V.G.K Rao, 1990. Crop production and soil salinity: evaluation of field data from India by segmented linear regression with breakpoint. Paper published in *Proceedings of the Symposium on Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semi-Arid Regions*, February 25th to March 2nd, 1990, Cairo, Egypt, Vol. 3, Session V, p. 373 – 383.

Oosterveld, E.B. & W. Altenburg 2004. *Kwaliteitscriteria voor weidevogelgebieden - met toetslijst*. A&W rapport 412. Altenburg & Wymenga bv, Veenwouden; geciteerd in Bruinzeel & Schotman (2011)

Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, R.H. W. Langston, I.P. Bainbridge & R. Bullman, 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology* 2009, 46, 1323–1331

Provincie Zuid-Holland, 1984. *Prioriteitstelling natuurgebieden*. Adviescommissie Aankoop Natuurterreinen. Nota Provincie Zuid-Holland, Den Haag.

Reijnen R., Foppen R. & Meeuwsen H., 1996. The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biol. Conserv.* 75: 255–260.

Schotman, A.G.M., M.A. Kiers & Th.C.P. Melman, 2007. *Onderbouwing Grutto-geschiktheidskaart; Ten behoeve van Grutto-mozaïekmodel en voor identificatie van weidevogelgebieden in Nederland*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1407.

Schotman, A.G.M., 2011. *Effecten op natuurwaarden van het project Bergermeer Gas Storage*: Update onderdeel weidevogels; geciteerd in Bruinzeel & Schotman (2011)

ConceptKenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Teunissen W.A., Schekkerman H. & Willems F., 2005. Predatie bij weidevogels. Op zoek naar de mogelijke effecten van predatie op de weidevogelstand. Sovon-onderzoeksrapport 2005/11. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen. Alterra-rapport 1292, Alterra, Wageningen.

Tulp, M.J.S.M., C.J.F. ter Braak, E. Waterman, P.J.M. Bergers, S. Drksen, R.P.H. Snep & W. Nieuwenhuizen, 2002. Effecten van treinverkeer op dichtheden van weidevogels. Rapport nr. 02-034, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Van der Vliet R.E., J. van Dijk & M.J. Wassen, 2010. How different landscape elements limit the breeding habitat of meadow bird species. *Ardea* 98: 203–209.

Van der Vliet, R. E., 2013. Closing in on meadow birds. Coping with a changing landscape in the Netherlands. PhD dissertatie, Universiteit Utrecht.

Wallander, J., Isaksson, D. & Lenberg, T., 2006. Wader nest distribution and predation in relation to man-made structures on coastal pastures. *Biological Conservation* 132, 343-350.

Wymenga, E., L.W. Bruinzeel & F. Hoekema 2010. Compensatie voor weidevogels in het kader van ontwikkelingen rond Leeuwarden. A&W-rapport 1324. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden/ Veenwouden

Wymenga, E. & D. Melman, 2011. Weidevogelcompensatie in Fryslân: achtergronden en uitwerking, A&W rapport 1651 / Alterra-rapport 2246 Alterra, Wageningen / Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Yahner, R.H., R.J. Hutnik & S.A. Liscinsky, 2002. Bird populations associated with an electric transmission right-of-way. *Journal of Arboriculture* 28(3): 123-130.

Concept

Kenmerk R005-1241634WCH-hgm-V01

Bijlage

1

Advies Alterra

<<Start enclosure text>>