

Bijlage 6 - SMP - Notitie methode potentieanalyse gebouwen

Colofon

Rapportnummer	RA22190
Status rapport	Definitief
Datum	augustus 2024
Aantal pagina's	18
Collegiale toets	Annemarie van Leeuwen
Wijze van citeren	Bijlage 8 - SMP - Notitie methode potentieanalyse gebouwen. Deze notitie is onderdeel van SMP rapportage RA22190, Regelink Ecologie & Landschap, Wageningen.
© 2024 Regelink Ecologie & Landschap. Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de hierboven aangegeven opdrachtgever als Regelink Ecologie & Landschap. Evenmin mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander doel dan waarvoor het oorspronkelijk is vervaardigd. Regelink Ecologie & Landschap is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade die voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Regelink Ecologie & Landschap. De opdrachtgever vrijwaart Regelink Ecologie & Landschap voor aanspraken van derden in verband met deze toepassingen.	

Inhoudsopgave

1	Potentieanalyse voor SMP's	4
1.1	Doel	4
1.2	Habitatgeschiktheidsmodel	4
1.2.1	Database met verblijfplaatsen, gebouwparameters en omgevingsparameters	5
1.2.2	Modelontwikkeling	6
1.3	Methodiek potentieanalyse	7
1.3.1	Gewone dwergvleermuis	7
1.3.2	Ruige dwergvleermuis	8
1.3.3	Laatvlieger	8
1.3.4	Gewone grootootvleermuis	9
1.3.5	Meervleermuis	9
1.3.6	Gierzwaluw	9
1.3.7	Huismus	10
1.4	Resultaten analyses	10
2	Bronnen	12
Bijlage 1.	Methode habitatgeschiktheidsmodel	13
Bijlage 2.	Definities	36
Bijlage 3.	Omgevingsparameters	38
Bijlage 4.	Bronnen	45

Met deze notitie kunnen deskundigen op het gebied van ecologie en statistiek de totstandkoming van de resultaten (kaarten) van de potentieanalyse gebouwen voor SMP's, met als basis daarvan het habitatsgeschiktheidsmodel gebouw bewonende soorten, volgen en beoordelen. Daarnaast willen we ook de (mogelijk minder technisch onderlegde) gebruikers van de potentieanalyse gebouwen, meenemen in het proces van de ontwikkeling en de toepassing van het habitatsgeschiktheidsmodel als onderliggende basis voor de potentieanalyse van gebouwen, die wordt gebruikt in de Soortenmanagementplannen van Regeling Ecologie & Landschap.

In hoofdstuk 1 staat de algemene uitleg van de totstandkoming van het habitatsgeschiktheidsmodel en vervolgens de toepassing van het model voor het genereren van de resultaten van de potentieanalyse. Voor wie het onderliggende habitatsgeschiktheidsmodel en de totstandkoming hiervan beter wil begrijpen is Bijlage 1 toegevoegd als naslagwerk.

Bij deze complexe materie is het van groot belang verwarring over begrippen te voorkomen. We hebben daarom in Bijlage 2 een lijst opgenomen met de definities zoals wij die in dit project hanteren. We zijn ons ervan bewust dat in het dagelijks spraakgebruik sommige begrippen een andere betekenis hebben.

Noot: De modellen worden steeds verder ontwikkeld en verbeterd. De methode blijft op hoofdlijnen gelijk, maar de resultaten en nauwkeurigheid van de modellen kunnen op een zeker moment niet meer actueel zijn.

1 Potentieanalyse voor SMP's

Na afloop van het gebiedsbrede veldonderzoek is met behulp van de reeds beschikbare gegevens (o.a. NDFF) en gegevens uit het veldonderzoek, het voorkomen van (functies van) soorten in kaart gebracht. Met behulp van het habitatgeschiktheidsmodel gebouwbewonende soorten (zie voor volledige uitwerking Bijlage 1), clusteranalyse en *expert judgement* is de potentieanalyse uitgevoerd. Per woning zijn drie scores mogelijk:

- hoge score: 'hoge potentie op aanwezigheid';
- matige score: 'matige potentie op aanwezigheid';
- lage score: 'lage potentie op aanwezigheid'.

1.1 Doel

Met de gebiedsbrede inventarisatie zijn de beschermde soorten per deelgebied in kaart gebracht. Dit is gedaan aan de hand van richtlijnen in de kennisdocumenten van BIJ12 en het Vleermuisprotocol 2021 en de Richtlijn Vleermuisonderzoek Grote Gebieden. De onderzochte soorten zijn echter mobiel en in staat zich tussen gebouwen te verplaatsen. Uit onderzoek is ook bekend dat vleermuizen zich regelmatig verplaatsen binnen het netwerk van verblijfplaatsen in verschillende gebouwen (Simon *et al*, 2004). Iedere uitgevoerde inventarisatie is een steekproef. Het missen van een deel van het netwerk van verblijfplaatsen is daarom niet te voorkomen.

Om bij ruimtelijke ingrepen zicht te hebben op de mogelijkheid dat beschermde soorten aanwezig zijn, is het van belang te weten welke gebouwen in de gemeente in potentie geschikt zijn. Dit is een extra maatregel om meer gebouwen te beschermen en zo verblijfplaatsen of nestlocaties die mogelijk tijdens de onderzoeken gemist zijn (door verhuizing van de soorten) toch te beschermen. Daarnaast is het een extra opgave om te werken aan het realiseren van plussen, door gebouwen geschikt te maken en/of geschikt te houden, ook als er geen beschermde soorten zijn aangetroffen. De potentie van gebouwen als verblijfplaats voor beschermde soorten kan met een geautomatiseerde beoordeling worden bepaald. Dit gebeurt op basis van een potentieanalyse voor vleermuizen, gierzwaluwen en huismussen. Deze potentieanalyse helpt vervolgens om bij elke ingreep aan gebouwen op woningniveau rekening te houden met beschermde soorten.

Regelink Ecologie & Landschap zet zich in om de potentieanalyse te blijven verbeteren om zo een steeds betere inschatting te kunnen maken.

1.2 Habitatgeschiktheidsmodel

Habitatgeschiktheidsmodellen¹ voorspellen de geschiktheid van habitats op basis van biotische en/of abiotische parameters. Hoe beter de parameters verklaren hoe geschikt een bepaalde habitat is, hoe nauwkeuriger de voorspellende waarde van het model. De mate van geschiktheid van een locatie voor

¹ In de Engelstalige literatuur is de term HSM, Habitat Suitability Model

bepaalde soorten (en een functie² voor die soort) wordt aangeduid met de habitatgeschiktheidsindex³ (HGI).

Voor de potentieanalyse voor de SMP's is als basis het habitatgeschiktheidsmodel gebruikt dat is ontwikkeld door Regelink Ecologie & Landschap. Met behulp van een database met verblijfplaatsen, bouwparameters en omgevingsparameters is voor elk gebouw in Nederland een habitatgeschiktheidsindex waarde (HGI-waarde) berekend. Uitgebreide uitleg van het habitatgeschiktheidsmodel is weergegeven in Bijlage 1.

1.2.1 Database met verblijfplaatsen, bouwparameters en omgevingsparameters

Uit diverse datasets (zie paragraaf 1.4) is een dataset met waarnemingen van 10.486 verblijfplaatsen van vleermuizen, 5092 nestlocaties van gierzwaluwen en 5917 nestlocaties samengesteld. Daarnaast is een set samengesteld van bij benadering evenveel panden waar wel onderzoek is gedaan, maar de betreffende soort in een straal van 150 m niet voorkomt in de gebruikte brondata (*absences*).

Voor de bouwparameters zijn de gedetailleerde datasets van alle panden uit de BAG⁴ (Kadaster, 2021a) gebruikt, aangevuld met diverse openbare en gegenereerde bronnen, zie Figuur 1. De omgevingsparameters komen uit verschillende openbare geografische datasets over bijvoorbeeld bodemsoort en aanwezigheid van bos en water, aangevuld met gegenereerde bronnen. Dit is voor heel Nederland gedaan, zodat verblijfplaatsen uit het hele land meegenomen konden worden in de analyse.

Gebouwparameters

- 3D BAG laag
- Dakvlakken
- Energielabels
- Zonnepanelen en rietendaken
- Gebouw- en woningtype
- Ruimtelijke dichtheden

Omgevingsparameters

- Bossen
- Waterlopen
- Meren & Plassen
- Hoogte maaiveld
- Bodemsoort
- Bomen, struiken en lage vegetatie
- Verstedelijking en bevolking

² Functies van een soort heten ook wel soortfunctie combinaties. De functie is bijvoorbeeld een kraamverblijfplaats of een nestlocatie.

³ In de Engelstalige literatuur is de term HSI, Habitat Suitability Index

⁴ BAG is de Basisregistratie Adressen en Gebouwen

Middels de analyse beschreven in Bijlage 1 paragraaf 1.7, zijn de gebouw- en omgevingsparameters gekoppeld aan de *presence* en *absence* dataset. Op deze datasets zijn diverse bewerkingen toegepast om de data op te schonen, zo zijn duplicaten uit de data verwijderd (zowel waarnemingen van verblijfplaatsen als panden) en zijn onjuiste of onrealistische waarden voor gebouw- en omgevingsparameters verwijderd.

Als laatste voorbereidende stap is een splitsing gemaakt in een trainings- en een validatiedataset. Met de trainingsdataset zijn in de volgende stap de modellen gerealiseerd. De validatiedataset is gebruikt om het voorspellend vermogen van het resulterende model te bepalen.

1.2.2 Modelontwikkeling

Per soortfunctie is van alle parameters in de dataset bepaald in hoeverre deze de aanwezigheid van verblijfplaatsen kunnen verklaren. Op basis hiervan wordt per soortfunctie een voorspellende set parameters geselecteerd.

Per soortfunctie is met de geselecteerde parameters op basis van de trainings-dataset een aantal modellen gemaakt. Deze bestaan uit een toegekend gewicht per gebruikte parameter in dat model. Als een gebouw en diens omgeving voor wat betreft de gebruikte parameters lijkt op gebouwen waar de soortfunctie aanwezig is, zal het model een hoge HGI-waarde toekennen (een waarde tussen 0 – 1), waarmee het voorspelt dat die plek een hoge geschiktheid heeft. De HGI ligt tussen 0 en 1; hoe hoger de waarde hoe geschikter. Hoe beter de omgevings- en gebouwparameters bekend zijn, hoe groter de voorspellende waarde van een model zal zijn. Per soortfunctie is het model geselecteerd dat de meeste variatie in de trainings-dataset verklaart.

Dit beste model is per soortfunctie gebruikt om een voorspelling te maken van de geschiktheid van de panden in de validatiedataset, om de voorspellende waarde van het model te bepalen. De voorspelde en bekende waarden zijn met elkaar vergeleken. De resultaten hiervan zijn samengevat in *confusion matrices* (zie paragraaf 1.8), die aangeven hoe betrouwbaar en nauwkeurig de voorspelde waarden zijn.

Dit heeft geleid tot negen verschillende modellen (Tabel 1).

Tabel 1. Er zijn 9 modellen opgesteld voor verschillende soortfuncties.

Soort	Functie	Code
Gewone dwergvleermuis	kraamverblijfplaats	220_1
	zomer- en paarverblijfplaats	220_2
	massa-winterverblijfplaats	220_3
Ruige dwergvleermuis	kraam-, zomer en paarverblijfplaats	233
Laatvlieger	kraam-, zomer en paarverblijfplaats	228
Meervleermuis	kraam-, zomer en paarverblijfplaats	229
Gewone grootoorvleermuis	kraam-, zomer en paarverblijfplaats	221
Gierzwaluw	nestlocatie	284
Huismus	nestlocatie	468

1.3 Methodiek potentieanalyse

Voor de potentieanalyse wordt gebruikt gemaakt van het habitatgeschiktheidsmodel gebouwbewonende soorten, een clusteranalyse en een ecologische interpretatie op basis van *expert judgement*.

Het model is nog in ontwikkeling waardoor voor een aantal soorten en functies nog aanvullende stappen genomen moeten worden om tot een voldoende betrouwbare geschiktheidsinschatting te komen. Per soort en functie zijn de volgende aanpassingen gemaakt:

1.3.1 Gewone dwergvleermuis

Potentiekaart zomer- en paarverblijfplaatsen

Voor de gewone dwergvleermuis is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt. Hiervoor is het model “potentie op zomer- en paarverblijfplaatsen” gebruikt (220_2). Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een HGI waarde tussen 0.5 – 1 een voldoende voorspellende waarde hebben op de aanwezigheid van zomer- en paarverblijfplaatsen. De grens van 0.5 is op basis van expert judgement (op basis van kennis van de feitelijke waarnemingen en kennis van de gebouwen in de SMP-steden) bijgesteld naar 0.4.

Voor zomer- en paarverblijfplaatsen is gekozen om 2 waardes te geven aan gebouwen, namelijk hoge potentie of lage potentie. Deze keuze is gemaakt op basis van expert judgement, in elk mogelijk geschikt gebouw kan een zomer- of paarverblijfplaats van gewone dwergvleermuis aanwezig zijn. Daarom is gekozen voor de scheiding geschikt of ongeschikt.:

- Hoge potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde tussen 0.4 – 1
- Lage potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde tussen 0 – 0.4

Clusteranalyse en potentiekaart kraamverblijfplaatsen

Voor de gewone dwergvleermuis is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt. Hiervoor is het model “potentie op kraamverblijfplaatsen” gebruikt (220_1). Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een HGI waarde tussen 0.5 – 1 een voldoende voorspellende waarde hebben op de aanwezigheid van kraamverblijfplaatsen.

Voor kraamverblijfplaatsen is gekozen om 3 waardes te geven aan gebouwen, namelijk hoge potentie, matige potentie of lage potentie. Deze keuze is gemaakt op basis van expert judgement.

Daarom is voor de volgende indeling gekozen:

- Hoge potentie: alle gebouwen het cluster met een HGI-waarde tussen 0.5 – 1
- Matige potentie: alle gebouwen het cluster met een HGI-waarde tussen 0.16 - 0.5
- Lage potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde tussen 0 – 0.16

Potentiekaart massawinterverblijfplaatsen

Voor de potentie-inschatting voor massawinterverblijfplaatsen is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt. Hiervoor is het model “potentie op massawinterverblijfplaatsen” gebruikt (220_3). Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een waarde tussen 0.5 – 1 een voldoende

voorspellende waarde hebben op de aanwezigheid van massawinterverblijfplaatsen. Daarom is gekozen voor de volgende indeling:

- Hoge potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde tussen 0.5-1
- Lage potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde van 0-0.5

1.3.2 Ruige dwergvleermuis

Potentiekaart zomer- en paarverblijfplaatsen

Voor de potentie inschatting van zomer- en paarverblijfplaatsen van ruige dwergvleermuis is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt. Hiervoor is model 233, voor ruige dwergvleermuis gebruikt. Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een HGI waarde tussen 0.5 – 1 een voldoende voorspellende waarde hebben op de aanwezigheid van paarverblijfplaatsen van ruige dwergvleermuis. Voor paarverblijfplaatsen is gekozen om 2 waardes te geven aan gebouwen, namelijk hoge potentie of lage potentie. Deze keuze is gemaakt op basis van expert judgement, in elk mogelijk geschikt gebouw kan een paarverblijfplaats van ruige dwergvleermuis aanwezig zijn. Daarom is gekozen voor de scheiding geschikt of ongeschikt. Door het kiezen van een tweedeling is er voor een lagere waarde gekozen dan $HGI > 0.5$, er is voor de volgende indeling gekozen:

- Hoge potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde tussen 0.5 – 1
- Lage potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde tussen 0 – 0.5

1.3.3 Laatvlieger

Voor de potentie inschatting van verblijfplaatsen van laatvlieger is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt, model 228. Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een HGI waarde tussen 0.5 – 1 geen voldoende voorspellende waarde hebben om de aanwezigheid van verblijfplaatsen van laatvlieger aan te tonen. Daarom is er naast het habitatgeschiktheidsmodel ook een clusteranalyse van de waarnemingen van laatvlieger gebruikt.

Clusteranalyse en potentiekaart laatvlieger

Het is bekend dat kraamkolonies van laatvliegers regelmatig verhuizen van kraamverblijf binnen een netwerk. Molenaar (2022) stelt dat de gemiddelde afstand tussen kraamverblijfplaatsen van deze soort 100 meter is. Voor zomerverblijfplaatsen is het niet bekend wat de gemiddelde afstand is tussen de verschillende verblijfplaatsen. Voor de zekerheid is dezelfde straal gehanteerd bij zomerverblijfplaatsen als voor kraamverblijfplaatsen. Op basis van deze kennis is om de waarnemingen van zomer- en kraamverblijfplaatsen van laatvlieger is een buffer getekend van 100 meter. Deze buffer (clusteranalyse) is berekend met de Kernel Density functie in QGIS. Alle geschikte panden binnen de cluster rond de bekende zomer- en kraamverblijfplaatsen zijn met een hoge potentie beoordeeld en alle geschikte panden buiten de straal beoordeeld met een matige en lage potentie.

Er is tot de volgende indeling gekomen:

- Hoge potentie: alle gebouwen binnen het cluster
- Matige potentie: alle gebouwen buiten het cluster met een HGI-waarde tussen 0 – 1
- Lage potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde van 0

1.3.4 Gewone groototvleermuis

Voor de potentie-inschatting van verblijfplaatsen van laatvlieger is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt. Hiervoor is model 221, voor de gewone grootoorvleermuis gebruikt. Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een HGI waarde tussen 0.5-1 een goede voorspellende waarde hebben op de aanwezigheid van verblijfplaatsen van de gewone grootoorvleermuis aan te tonen. De volgende indeling is gebruikt:

- Hoge potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde tussen 0.5 – 1
- Lage potentie: alle gebouwen met een HGI-waarde tussen 0 – 0.5

1.3.5 Meervleermuis

Voor de potentie-inschatting van verblijfplaatsen van meervleermuis is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt. Hiervoor is model 229, voor meervleermuis gebruikt. Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een HGI waarde tussen 0.5-1 een redelijke voorspellende waarde hebben op de aanwezigheid van verblijfplaatsen aan te tonen.

Vleermuizen leven in netwerken van verblijfplaatsen. De meest voorkomende afstand tussen kraamverblijven van meervleermuizen in een netwerk is 1.500m en tussen mannenverblijven van meervleermuizen 500m (mondelinge communicatie A.J. Haarsma). Rond de aangetroffen verblijven is een Cluster (cirkel) getrokken op basis van de genoemde afstanden. Dit leidt tot de volgende indeling:

- Hoge potentie: alle gebouwen binnen het cluster met een HGI-waarde tussen 0.5 – 1
- Lage potentie: alle gebouwen binnen het cluster en een HGI-waarde tussen 0 - 0.5 en alle gebouwen buiten de cluster

1.3.6 Gierzwaluw

Voor de potentie inschatting van nestlocaties van gierzwaluw is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt. Hiervoor is model 284, voor gierzwaluw gebruikt. Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een HGI waarde tussen 0.5 – 1 niet een voldoende voorspellende waarde hebben op de aanwezigheid van verblijfplaatsen van gierzwaluw aan te tonen. Er is gekozen om de gebouwen in te delen volgens de natural break methode van QGIS, daarbij kwamen we op de volgende indeling:

- Hoge potentie (zonder expert judgement): Alle gebouwen met HGI-waarde tussen 0.53 - 1
- Matige potentie (zonder expert judgement): Alle gebouwen met HGI-waarde tussen 0.2 - 0.53
- Lage potentie (zonder expert judgement): Alle gebouwen met HGI-waarde tussen 0 – 0.2

De validatie van het model geeft aan dat enkel deze indeling de potentie van gebouwen niet voldoende accuraat weergeeft, daarom is er naast het habitatgeschiktheidsmodel ook een clusteranalyse van de waarnemingen van gierzwaluw gebruikt.

Clusteranalyse en potentiekaart gierzwaluw

Om alle waarnemingen van nestlocaties en mogelijke nestlocaties is een clusteranalyse uitgevoerd. Deze clusteranalyse is berekend met de Kernel Density functie in QGIS, waarbij een straal van 50 meter rondom de nestlocaties is gebruikt. Vervolgens is de volgende indeling gemaakt en toegepast:

- Hoge potentie: alle geschikte panden met hoge en matige potentie (HGI-waarde 0.2-1) binnen de cluster
- Matige potentie: alle panden met HGI-waarde 0-0.2 binnen een cluster en alle panden met een HGI-waarde 0.2-1 buiten de Cluster
- Lage potentie: alle panden met een oppervlak kleiner dan 15 vierkante meter en een plat dak (voornamelijk kleine schuurtjes en opslag) zijn aangemerkt en alle gebouwen buiten een cluster

1.3.7 Huismus

Voor de potentie inschatting van nestlocaties van huismus is het habitatgeschiktheidsmodel als uitgangspunt gebruikt. Hiervoor is model 468, voor huismus gebruikt. Vanuit de validatie van het model blijkt dat gebouwen met een HGI waarde tussen 0.5 – 1 niet een voldoende voorspellende waarde hebben op de aanwezigheid van verblijfplaatsen van huismus aan te tonen. Er is gekozen om de gebouwen in te delen volgens de natural break methode van QGIS, daarbij kwamen we op de volgende indeling:

- Hoge potentie (zonder expert judgement): Alle gebouwen met HGI-waarde tussen 0.4 - 1
- Matige potentie (zonder expert judgement): Alle gebouwen met HGI-waarde tussen 0.13 - 0.4
- Lage potentie (zonder expert judgement): Alle gebouwen met HGI-waarde tussen 0 – 0.13

Clusteranalyse en potentiekaart huismus

Om alle waarnemingen van nestlocaties en mogelijke nestlocaties is een Clusteranalyse uitgevoerd. Deze clusteranalyse is berekend met de Kernel Density functie in QGIS, waarbij een straal van 125 meter rondom de nestlocaties is gebruikt. Vervolgens is de volgende indeling gemaakt en toegepast:

- Hoge potentie: alle geschikte panden met HGI-waarde tussen 0.13-1 binnen het cluster
- cluster.
- Matige potentie: alle panden met HGI-waarde 0.13-1 buiten een cluster.
- Lage potentie: alle panden met HGI-waarde 0-0.13 binnen een cluster (panden met platte daken) en alle panden met HGI-waarde 0-0.13 buiten een cluster.

1.4 Resultaten analyses

De resultaten van de analyses zijn weergegeven in een GIS-viewer. Deze gegevens zijn openbaar beschikbaar, zie de link: <https://regelink.webgispublisher.nl/Choosemap.aspx>

Het habitatgeschiktheidsmodel voor deze analyse is in ontwikkeling en wordt met recente inzichten bijgewerkt. Deze resultaten worden bij start van de ontheffing ook vrijgegeven in florafaunacheck.nl Data die in FloraFaunaCheck.nl worden weergegeven is de samenkomst van weergegeven kaartlagen in de GIS-viewer en aangeleverde werkprotocollen. In het latere stadium van de werkzaamheden kunnen uitvoerders FloraFaunaCheck.nl gaan gebruiken om voorgenomen ingrepen te controleren op welke

werkprotocollen van toepassing zijn. In de opstartfase van het SMP worden deze checks nog uitgevoerd door een ecooloog.

2 Bronnen

Molenaar, T.P., 2022. Onderzoek laatvliegergemeente Apeldoorn. Rapport RA20496-02, Regelink Ecologie & Landschap, Wageningen.

Simon, M., Hüttenbügel, S. & Smit-Viergutz, J. (2004) Ecology and Conservation of Bats in Villages and Towns. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 77. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg. ISBN 3-7843-3619-1.

Bijlage 1. Methode habitatgeschiktheidsmodel

1.1 Introductie en opzet ontwikkeling modellen

Habitatgeschiktheidsmodellen⁵ voorspellen de geschiktheid van habitats op basis van biotische en/of abiotische parameters. Hoe beter de parameters verklaren hoe geschikt een bepaald habitat is, hoe nauwkeuriger de voorspellende waarde van het model. De mate van geschiktheid van een locatie voor bepaalde soorten (en een functie⁶ voor die soort) wordt aangeduid met de habitatgeschiktheidsindex⁷ (HGI).

Er zijn vele manieren om dergelijke modellen te maken, waarbij de keuze voor een methode onder meer afhankelijk is van het schaalniveau, het doel en de beschikbaarheid van gegevens zoals waarnemingen en geografische datasets. In de literatuur zijn diverse voorbeelden van methoden voor ontwikkelingen van habitatgeschiktheidsmodellen te vinden (Bellamy et al., 2013; Bolker, 2018; Guisan et al., 2017; Philips et al., 2009). Dit document beschrijft de modellen die zijn ontwikkeld door Regelink Ecologie & Landschap en Batweter, om de geschiktheid van panden voor verblijfplaatsen en nestlocaties van soorten te bepalen. Voor de toepassing van de resultaten van de modellen bij beleid en ruimtelijke ontwikkelingen is een gedetailleerd schaalniveau van belang. De basis van het model is daarom de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG).

Uit ecologisch onderzoek naar vleermuizen en vogels is deels bekend welke parameters van invloed kunnen zijn op aanwezigheid van verblijfplaatsen. Hieronder vallen parameters van de verblijfplaats zelf (gebouwparameters) en parameters van de omgeving (omgevingsparameters). Bij de ontwikkeling van dit model is statistisch geanalyseerd welke parameters daadwerkelijk bepalend zijn voor de geschiktheid van een pand als verblijfplaats of nestlocatie. Aangezien er per soort en functie (soortfunctie) andere parameters van belang zijn is er daarom per soortfunctie een model gerealiseerd. Dit heeft geleid tot negen verschillende modellen (Tabel 2).

De verwerving, verwerking en analyse van gegevens wordt in de volgende paragraafs besproken. Globaal bestaat het uit twee stappen. Stap 1 is het samenstellen van een database van waarnemingen van verblijfplaatsen en nestlocaties gekoppeld aan gebouwparameters én omgevingsparameters. De tweede stap bestaat uit het ontwikkelen van de modellen waarvoor analyses uitgevoerd zijn, hierbij zijn de parameters per soortfunctie statistisch geanalyseerd en zijn de modellen per soortfunctie getraind en gevalideerd. De volgende twee paragrafen beschrijven globaal de stappen die gevolgd zijn bij de ontwikkeling van de modellen. Vervolgens wordt vanaf paragraaf 1.2 de gevolgde stappen, methoden en analyses uitgebreid beschreven.

⁵ In de Engelstalige literatuur is de term HSM, Habitat Suitability Model

⁶ Functies van een soort heten ook wel soortfunctie combinaties. De functie is bijvoorbeeld een kraamverblijfplaats of een nestlocatie.

⁷ In de Engelstalige literatuur is de term HSI, Habitat Suitability Index

Tabel 2. In dit onderzoek zijn 9 modellen opgesteld voor verschillende soortfuncties.

Soort	Functie	Code
Gewone dwergvleermuis	kraamverblijfplaats	220_1
	zomer- en paarverblijfplaats	220_2
	massa-winterverblijfplaats	220_3
Ruige dwergvleermuis	kraam-, zomer en paarverblijfplaats	233
Laatvlieger	kraam-, zomer en paarverblijfplaats	228
Meervleermuis	kraam-, zomer en paarverblijfplaats	229
Gewone grootoorvleermuis	kraam-, zomer en paarverblijfplaats	221
Gierzwaluw	nestlocatie	284
Huismus	nestlocatie	468

1.1.1 Database met verblijfplaatsen, bouwparameters en omgevingsparameters

Uit diverse datasets (zie paragraaf 1.4) is een dataset met waarnemingen van 10.486 verblijfplaatsen van vleermuizen, 5092 nestlocaties van gierzwaluwen en 5917 nestlocaties samengesteld. Daarnaast is een set samengesteld van bij benadering evenveel panden waar wel onderzoek is gedaan, maar de betreffende soort in een straal van 150 m niet voorkomt in de gebruikte brondata (*absences*).

Voor de bouwparameters zijn de gedetailleerde datasets van alle panden uit de BAG⁸ (Kadaster, 2021a) gebruikt, aangevuld met diverse openbare en gegenereerde bronnen, zie Figuur 1. De omgevingsparameters komen uit verschillende openbare geografische datasets over bijvoorbeeld bodem, aanwezigheid van bos en water, aangevuld met gegenereerde bronnen. Dit is voor geheel Nederland gedaan, zodat verblijfplaatsen uit het hele land meegenomen konden worden in de analyse.

Middels een analyse zijn de bouw- en omgevingsparameters gekoppeld aan de *presence* en *absence* dataset. Op deze datasets zijn diverse bewerkingen toegepast om de data op te schonen, zo zijn duplicaten in de data verwijderd (zowel waarnemingen van verblijfplaatsen als panden) en zijn bouwparameters of omgevingsparameters die onjuiste of onrealistische waarden hadden verwijderd.

Als laatste voorbereidende stap is een splitsing gemaakt in een trainings- en een validatiedataset. Met de trainingsdataset zijn in de volgende stap (paragraaf 1.1.2) de modellen gerealiseerd. De validatiedataset is gebruikt om het voorspellend vermogen van het resulterende model te bepalen.

1.1.2 Modelontwikkeling

Per soortfunctie is van alle parameters in de dataset bepaald in hoeverre deze de aanwezigheid van verblijfplaatsen kunnen verklaren. Per soortfunctie leidt dit tot een set parameters, waarmee een aantal opschoningstappen is doorlopen.

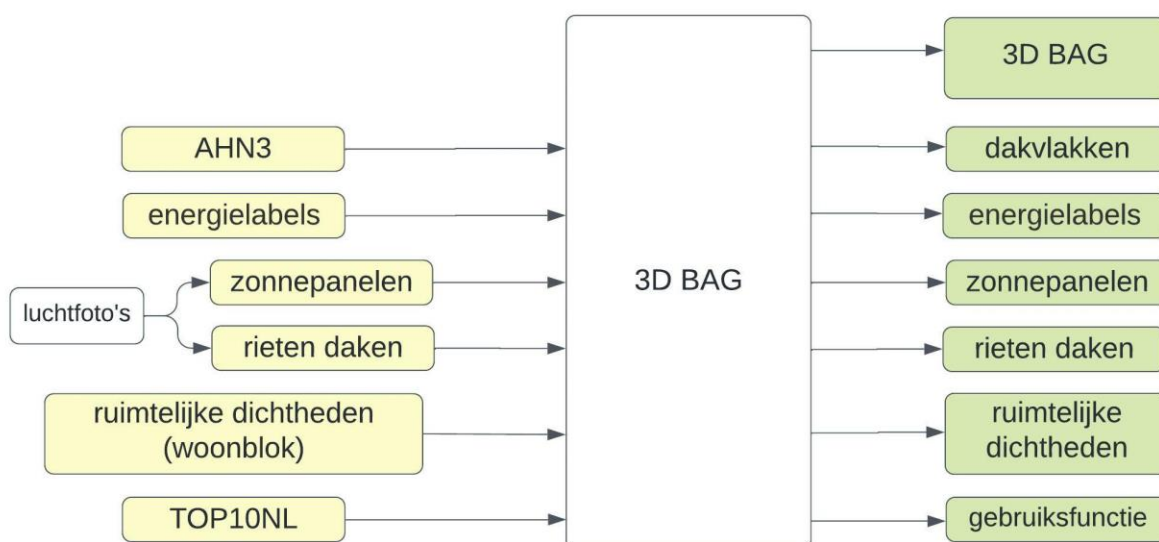
⁸ BAG is de Basisregistratie Adressen en Gebouwen

Per soortfunctie is met de geselecteerde parameters op basis van de trainings-dataset een aantal modellen gemaakt. Deze bestaan uit een toegekend gewicht per gebruikte parameter in dat model. Als een gebouw en diens omgeving voor wat betreft de gebruikte parameters lijkt op gebouwen waar de gemodelleerde functie aanwezig is, zal het model voorspellen dat die plek een hoge geschiktheid heeft. Hoe beter de combinaties van omgevingsparameters en bouwparameters bekend zijn, hoe nauwkeuriger de voorspellende waarde van een model zal zijn. Per soortfunctie is het model geselecteerd dat de meeste variatie in de trainings-dataset verklaart.

Dit beste model is per soortfunctie gebruikt om een voorspelling te maken van de geschiktheid van de panden in de validatiedataset. Om een maat te hebben van de voorspellende waarde van elk model, is het model toegepast op de validatiedataset. De voorspelde en bekende waarden zijn met elkaar vergeleken. De resultaten hiervan zijn samengevat in *confusion matrices* (zie paragraaf 1.8), die aangeven hoe betrouwbaar en nauwkeurig de voorspelde waarden zijn.

1.2 Gebouwparameters

De basis voor de modellen is een landelijke training- en validatiedataset van waarnemingen van verblijfplaatsen in gebouwen van de gebouwbewonende soorten uit Tabel 2. Om voor panden een geschiktheid voor vleermuizen, gierzwaluw en huismus te bepalen is de 3D BAG dataset (TU Delft, 2021; Esri, 2021) gebruikt. De 3D BAG is aangevuld met bouwparameters uit andere bronnen die verdeeld kunnen worden in een aantal groepen (Figuur 1). In totaal zijn er bouwparameters van 9.894.297 panden in Nederland bepaald. Hieronder wordt per groep toegelicht welke parameters zijn gebruikt, of er een bewerking op is toegepast, en indien relevant hoe ze zijn gegenereerd uit andere bronnen.



Figuur 1 Koppeling van aanvullende bouwparameters aan panden op basis van de 3D BAG.

1.2.1 3D BAG

De Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) is de meest gedetailleerde dataset van adressen en gebouwen in Nederland, waarin alle panden een uniek identificatienummer hebben. In de dataset 3D BAG (TU-Delft, 2021) staat ten opzichte van de originele BAG zeer gedetailleerde aanvullende informatie zoals data uit de derde versie van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3). De 3D BAG heeft een detailniveau van LOD2.2⁹ conform Biljecki et al. (2016). De 3D BAG is gebruikt om pandhoogtes te bepalen. In Tabel 3 zijn de parameters uit de 3D BAG die verwerkt zijn in de dataset 'panden' opgenomen. De gebruiksfuncties van panden komen uit de dataset TOP10NL (Kadaster, 2021b). Aan de dataset zijn extra gegevens toegevoegd met gegenereerde bouwparameters over daktypes, zonnepanelen en rieten daken (zie verder paragraaf 2.2.4).

Tabel 3. Parameters uit de 3D BAG en TOP10NL voor de dataset 'panden'.

Veld	Type	Beschrijving
objectid	integer	Elk object heeft een uniek object identificatienummer
identificatie	bigint	Uniek identificatienummer specifiek voor de BAG, hiermee zijn alle panden in Nederland terug te vinden
shape	geometry(multipolygonz, 28992)	Geometrie
bouwjaar	integer	Het jaar waarin een pand oorspronkelijk als gereed is aangeduid
pandhoogte	double precision	Aanduiding van de maximale pandhoogte op basis van AHN3
gebruiksfunctie	character varying	Aanduiding van de gebruiksfunctie op basis van TOP10NL
oppervlak_pand	double precision	Het oppervlak van elk pand is bepaald in vierkante meters
bouwjaar_group	character varying	Op basis van bouwjaar zijn panden opgedeeld in twee groepen, namelijk panden die voor 1930 gebouwd zijn en panden die in of na 1930 gebouwd zijn ¹⁰

1.2.2 Dakvlakken

Op basis van de 3D BAG en data uit de AHN3 zijn parameters opgenomen over alle dakvlakken die behoren tot panden die opgenomen zijn in de 3D BAG. Per pand kunnen meerdere dakvlakken

⁹ LOD is internationale standaard voor de mate van detail van gebouwmodellen (Level Of Detail)

¹⁰ SET bouwjaar_group = CASE
WHEN bouwjaar < 1930 THEN 'oud'
WHEN bouwjaar > 2021 THEN NULL
WHEN bouwjaar >= 1930 THEN 'nieuw'
ELSE NULL
END;

voorkomen. Om de attributen per dakvlak te bepalen is gekeken naar datapunten van de AHN3 die in een pand liggen. Van deze waarnemingen kijken we naar de:

- *gradiënt*: om deze te bepalen (richting en steilheid) zijn verschillen tussen AHN3 waarnemingen geregistreerd per pand in de 4 richtingen (noord, oost, zuid en west).
- *de mate van kromming*: om te bepalen of er sprake is van een dakvlak, kijken we naar de 2^e afgeleide die iets zegt over de kromming binnen een vlak. Als deze kleiner is dan 30 cm is de vuistregel om de waarnemingen als onderdeel van het vlak te zien.

Van elk dakvlak is de grootte in vierkante meters opgenomen. Deze waarde is indicatief als een grove maat van de dakvlakken, vanwege allerlei *outliers*, ontbrekende dakvlakken, interpolaties en andere onnauwkeurigheden in de datasets die als bron zijn gebruikt.. Tevens zijn oriëntaties van het dakvlak en de hoogte van het dakvlak (70% percentiel) opgenomen.

Per pand is het aantal dakvlakken bepaald en gesorteerd op grootte (in m²). Vervolgens is gekeken naar de *mate van kromming* van het dak. Als het naastgelegen dakvlak < 30 cm per meter verschilt, wordt dit gezien als onderdeel van hetzelfde vlak. De helling van het grootste deel van een dak (het dakvlak met de grootste oppervlakte) bepaalt het uiteindelijke hellingtype van het pand. Alleen dakvlakken met een afmeting groter dan 10 m² zijn verwerkt in de informatie over panden.

Per dakvlak is de mate van steilheid als classificatie opgenomen. De steilheid wordt bepaald door het verschil in hoogte van meetpunten per dakvlak in alle oriëntaties. Deze verschillen worden dan gemiddeld voor alle waarnemingen in het dakvlak. De classificatie is als volgt:

Tabel 4 Classificatie hellingtype van dakvlakken

Waarde	Ondergrens (cm)	Bovengrens (cm)	Beschrijving
0	0	14	Vlak
1	15	119	Licht stijl
2	120	199	Redelijk stijl
3	>= 200		Zeer stijl

De informatie van de dakvlakken is verwerkt in de dataset '*panden*', als aanvullingen op de dataset 3D BAG.

Tabel 5. Informatie dakvlakken

Veld	Type	Beschrijving
n_hellingtype	bigint	Het aantal unieke hellingtypes per pand
has_platdak	boolean	Aanduiding of panden een plat dak hebben
has_schuindak	boolean	Aanduiding of panden een schuin dak hebben
n_dakvlak	numeric	Aantal dakvlakken per pand
max_oppervlak	integer	Oppervlak van het grootste dakvlak
orientatie_max_opp	text	Oriëntatie van het grootste dakvlak

Veld	Type	Beschrijving
helling_max_opp	integer	Hellingtype van het grootste dakvlak
max_height_dakvlak	integer	Maximale hoogte van een dakvlak
max_height_dominantdak	integer	Hoogte van het grootste dakvlak
has_rooftopobject	boolean	Aanduiding of er een object zoals een technische ruimte, liftschacht of trappenhuis boven het grootste dakvlak is gesitueerd ¹¹
height_rooftopobject	integer	Hoogte van rooftopobject

1.2.3 Energielabels

Als bouwparameter is per pand informatie over het energielabel opgenomen in de dataset 'panden', als aanvulling op de dataset 3D BAG. Voor panden waarbij alleen een voorlopig energielabel bekend is, is op basis van woningtype en bouwjaar een schatting gemaakt van het energielabel.

Tabel 6. Voorlopige energielabels zijn toegekend op basis van woningtype en bouwperiode (Energielabel Online, 2021).

	t/m	1946-	1965-	1975-	1983-	1988-	1992-	2000-	> 2006
	1945	1964	1974	1982	1987	1991	1999	2005	
Vrijstaande woning	G	F	D	C	C	B	B	A	A
Twee/ één kapwoning	G	F	D	C	C	C	B	B	A
Rijwoning hoek	G	F	D	C	C	C	B	A	A
Rijwoning tussen	F	E	C	C	C	C	B	A	A
Flat/ appartement	G	E	F	C	C	C	B	B	A
Maisonnette	F	E	C	B	C	B	A	A	A

Tabel 7. Informatie energielabels

Veld	Type	Beschrijving
aantal_labels	character varying	Het aantal energielabels dat geregistreerd is per pand
energielabel_meest	character varying	Het energielabel dat het meest geregistreerd is per pand
minst_zuinige_label	character varying	Het minst zuinige energielabel dat geregistreerd is
meest_zuinige_label	character varying	Het meest zuinige energielabel dat geregistreerd is

1.2.4 Zonnepanelen en rieten daken

Data met betrekking tot de aanwezigheid van zonnepanelen en rieten daken per pand is gebaseerd op luchtfoto's (RGB & IR 25 centimeter) uit 2020. Omdat het voor de verdere analyse van de dataset van belang is dat de aanwezigheid van zonnepanelen per pand met een zo hoog mogelijke accuraatheid is

¹¹ CASE

```
WHEN max(max_height_dakvlak) - max(max_height_dominantdak) BETWEEN 300 AND 1000 THEN
1::BOOL
ELSE 0::BOOL
END AS has_rooftopobject
```

bepaald, is een correctie uitgevoerd waardoor voorkomen wordt dat zonnepanelen aan een onjuist adres worden gekoppeld.

De nauwkeurigheid van de datasets 'zonnepanelen' en 'rieten daken' worden uitgedrukt in volledigheid en nauwkeurigheid. De volledigheid geeft het percentage aan van juist gedetecteerde zonnepanelen of rieten daken ten opzichte van het totaal (werkelijk) aantal aan zonnepanelen of aanwezigheid van rieten daken. De nauwkeurigheid geeft het percentage aan van juist gedetecteerde zonnepanelen of rieten daken ten opzichte van het totaal aantal wat als zonnepaneel geclassificeerd is of de aanwezigheid van rieten daken. De nauwkeurigheidsscores van de datasets zijn vermeld in Tabel 8.

Tabel 8 Volledigheid en precies van de dataset rieten daken en zonnepanelen

Dataset	Volledigheid	Nauwkeurigheid
Zonnepanelen (landelijk)	77%	84%
Rieten daken (landelijk)	84%	85,5%

De datasets 'zonnepanelen' en 'rieten daken' zijn verwerkt in de dataset 'panden' als aanvulling op de dataset 3D BAG. In Tabel 9 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset 'panden'.

Tabel 9. Informatie zonnepanelen en rieten daken

Veld	Type	Beschrijving
n_panelen	integer	Aantal zonnepanelen dat geregistreerd is per pand
panelen_tf	boolean	Aanduiding of er zonnepalen geregistreerd zijn
rietendak	double precision	Fractie geregistreerd rieten dak per pand
rietendak_bool	boolean	Aanduiding of er een rieten dak geregistreerd is

1.2.5 Gebouw- en woningtype

In de TOP10NL (Kadaster, 2021b) zijn per gebouw gebouw- en woningtypes bepaald. Gebouwen zijn in de TOP10NL geclusterd geregistreerd (gebouwen in de TOP10NL hebben dus ook geen identificatienummer vanuit de BAG) (Kadaster, 2021c). Als definitie van een gebouw in de TOP10NL wordt aangehouden: "een vrijstaande, overdekte en geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten toegankelijke ruimte, die direct of indirect met de grond is verbonden". De gebouw- en woningtypes zijn middels een ruimtelijke analyse aan de 3D BAG gekoppeld in de dataset 'panden'.

Op basis van het oppervlak van een pand uit de 3D BAG en het gebouw- en woningtype dat gekoppeld is vanuit de TOP10NL, zijn de definitieve woningtypes middels een bewerking bepaald en doorgevoerd in de dataset 'panden'. Deze bewerking omvat het combineren van woningtype, type gebouwen, gebruiksfunctie en het oppervlak. In Tabel 10 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset 'panden'.

Tabel 10. Parameters voor de dataset 'panden'

Veld	Type	Beschrijving
typegebouw	character varying	Aanduiding type gebouw, zoals: huizenblok, kerk, moskee, sporthal, enzovoorts
woningtype_naam	text	Aanduiding wat het woningtype betreft, zoals: geen woonpand, hoekwoning, meergezinspand, tussenwoning, twee onder een kap, vrijstaand, enzovoorts

1.2.6 Ruimtelijke dichtheden

Het Planbureau voor de Leefomgeving (Harbers et al., 2019) heeft een dataset met ruimtelijke dichtheden ontsloten. In deze dataset zijn de FSI (Floor Space Index), GSI (Ground Space Index) en hun afgeleiden L (Layers) en OSR (Open Space Ratio) opgenomen¹². Als basis zijn de ruimtelijke dichtheden per bouwblok verwerkt tot informatie per pand. De dataset 'ruimtelijke dichtheden' is verwerkt in de dataset 'panden' als aanvulling op de 3D BAG. In Tabel 11 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset 'panden'.

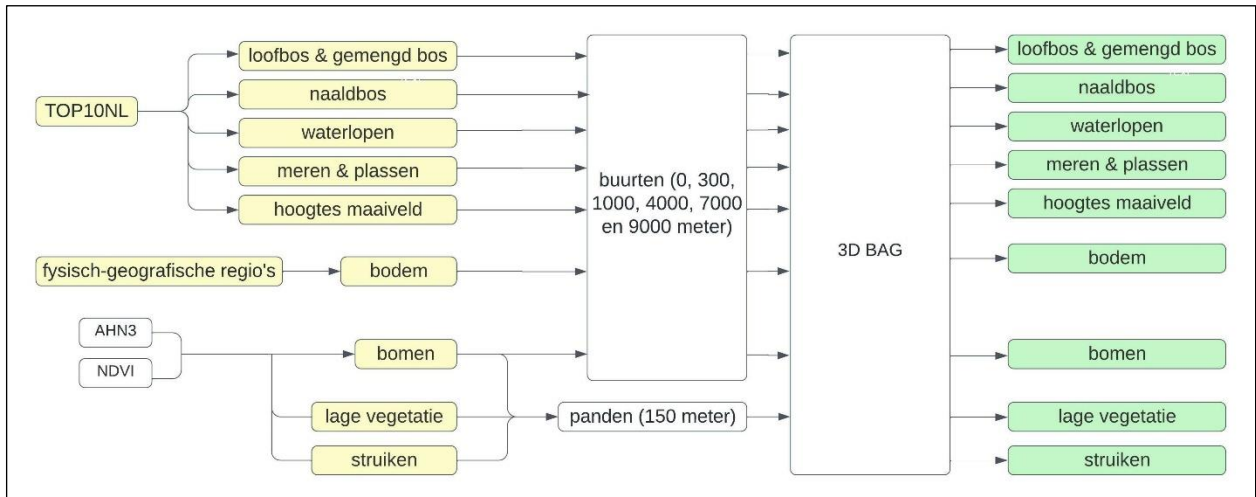
Tabel 11. Informatie ruimtelijke dichtheden, voor een uitgebreide toelichting zie: Ruimtelijke Dichtheden en Functiemenging in Nederland (RUDIFUN) (Harbers et al., 2019)

Veld	Type	Beschrijving
area_wonen_bouwblok	integer	Oppervlak panden met de functie 'wonen' per bouwblok
area_industrie_bouwblok	integer	Oppervlak panden met de functie 'industrie' per bouwblok
area_bruto_bouwblok	integer	Oppervlak bruto bouwblok
area_panden_bouwblok	integer	Oppervlak panden per bouwblok
area_panden_bruto_bouwblok	integer	Oppervlak panden per bruto bouwblok
fsi_bouwblok	real	<i>Floor Space Index</i> (FSI): verhouding tussen de vloeroppervlak van gebouwen en het terreinoppervlak
gsi_bouwblok	real	<i>Ground Space Index</i> (GSI): dichtheidsindex, verhouding <i>footprint</i> bebouwing en het terreinoppervlak
osr_bouwblok	real	<i>Open Space Ratio</i> (OSR): aandeel onbebouwd terrein, verhouding onbebouwd terreinoppervlak en vloeroppervlak van gebouwen
l_bouwblok	real	<i>Layers</i> (L): gemiddeld aantal bouwlagen, verhouding vloeroppervlak gebouwen en <i>footprint</i> gebouwen
mxi_bouwblok	real	<i>Mixed Use Index</i> (MXI): verhouding tussen wonen en niet-wonen bepaald als bruto vloeroppervlakte met de functie 'wonen' gedeeld door de totale vloeroppervlakte in een bouwblok

¹² <https://www.pbl.nl/publicaties/ruimtelijke-dichtheden-en-functiemenging-in-nederland-rudifun>

1.3 Omgevingsparameters

Naast bouwparameters hebben omgevingsparameters ook invloed op of een gebouw geschikt is voor vleermuizen, gierzwaluwen en huismussen. Op basis van literatuur en input van soortendeskundigen is een eerste lijst opgesteld van omgevingsparameters die de basis vormen van het model. Hierbij is een lijst samengesteld met parameters die binnen redelijkheid meegenomen konden worden binnen de kaders van de eerste versie van dit model. In Figuur 2 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 2. Koppeling omgevingsparameters aan panden op basis van de 3D BAG.

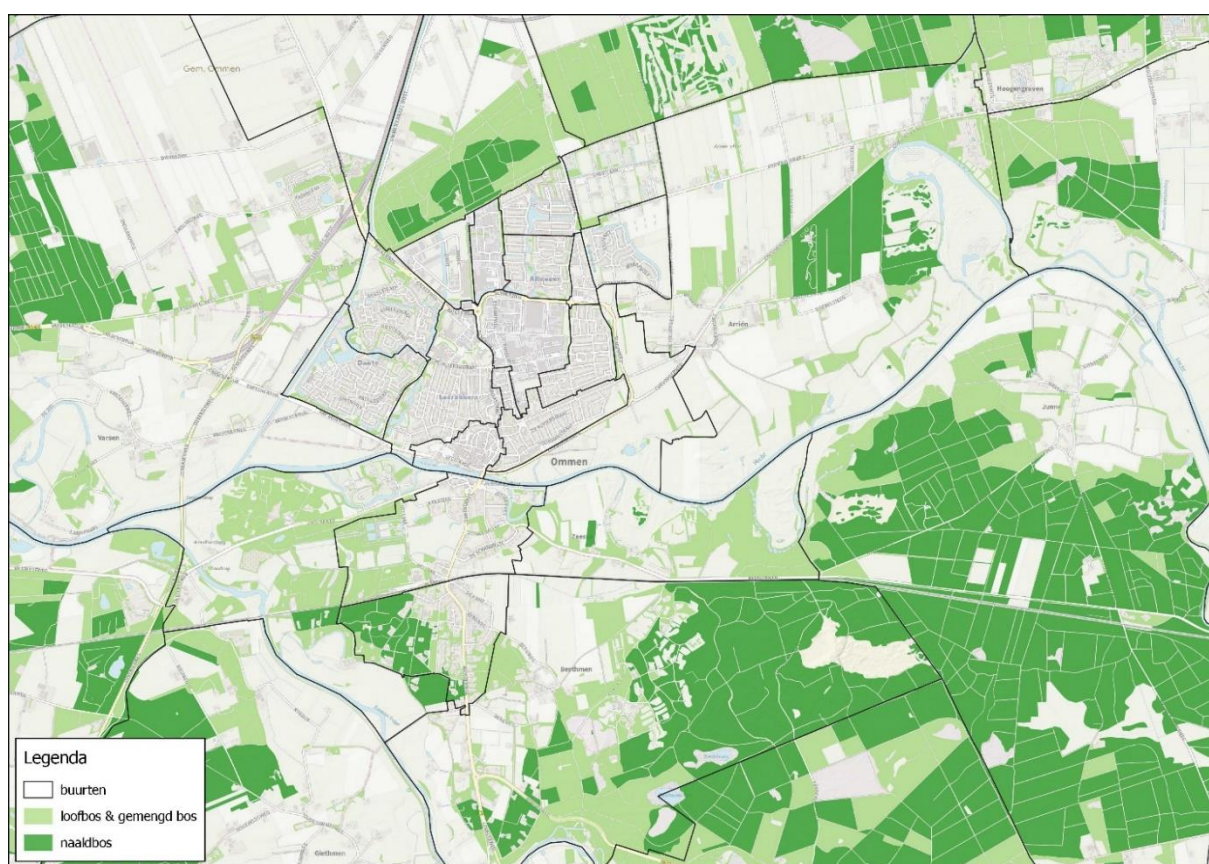
Elk pand heeft parameters in relatie tot de omgeving. Het koppelen van de omgevingsparameters aan een pand is voor de meeste omgevingsparameters per buurt gedaan (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021b). Om praktische redenen zijn per buurt waarden voor de parameters bepaald die vervolgens aan panden zijn gekoppeld. Door met buurten te werken in plaats van met elk individueel BAG-object, hoeft veel minder rekenwerk gedaan te worden en is de bewerkingstijd verkort.

Het is onbekend op welk schaalniveau omgevingsparameters de meeste invloed hebben op verblijfplaatsselectie. Op basis van de ecologie van de onderzochte soorten valt te verwachten dat het schaalniveau soort- en functieafhankelijk zal zijn. Daarom zijn er verschillende buffers gehanteerd, en is in de modelvorming per parametergroep bepaald welke buffer het meest relevant is voor elke soortfunctie. Per buurt is per parameter gerekend met geometrieën van de buurt zelf, en met buffers van 300, 1000, 4000, 7000 en 9000 meter¹³. Hierbij geldt dat verschillende eenheden zijn bepaald: de som van elementen (n = aantal), de lengte van elementen (l = lengte in meter) en het oppervlak (opp = absolute oppervlak in m^2 of fractie oppervlak t.o.v. oppervlak geometrie buurt / buurtbuffer in m^2) of de omtrek ($perimeter$ = lengte in meter). De waarde per omgevingsparameter die per buurt is berekend is vervolgens gekoppeld aan de panden uit de 3D BAG. Tevens is de buurtcode (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021b) uit de dataset 'buurten' verwerkt als aanvulling op de dataset 'panden'.

1.3.1 Bossen

¹³ Hierbij is een correctie toegepast voor buurten die in de omgeving van de grens van Duitsland en België zodat fracties op een juiste manier bepaald worden.

Per buurt is voor de verschillende buffers bepaald wat het aantal bossen, de fractie bos in de buurtbuffer (totaal oppervlak bos / oppervlak buurtbuffer) en omtrek in strekkende meters is. Hierbij is gebruik gemaakt van de objecten uit de TOP10NL (Kadaster, 2021b). Hierbij is onderscheid gemaakt in type bossen, namelijk: de categorie 'loofbos & gemengd bos' en de categorie 'naaldbos'. Ook zijn er twee groepen gemaakt, namelijk 'bossen met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare' en 'bossen met een oppervlak groter dan 50 hectare'. Dit betekent dat bossen kleiner dan 15 hectare niet meegenomen zijn in de analyse van bossen. Geometrieën van bossen die dicht bij elkaar liggen zijn samengevoegd tot 1 boscomplex. Als voorbeeld geeft Figuur 3 een indruk van de bossen in de omgeving van Ommen. Per buurt is over meerdere buffers het aantal samengevoegde bossen, de fractie oppervlak en de omtrek van bossen bepaald. De dataset 'TOP10NL_bossen' is verwerkt in de dataset 'panden' als aanvulling op de 3D BAG. In Tabel 20 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset 'panden'.



Figuur 3 Een indruk van de situering van bossen van het type 'loofbos & gemengd bos' en 'naaldbos' in de omgeving van Ommen. Per buurt is het aandeel van bossen bepaald.

1.3.2 Waterlopen

Per buurt is voor de verschillende buffers bepaald wat de lengte van waterlopen is (Kadaster, 2021b). Hierbij zijn twee groepen gemaakt: 'waterlopen smaller dan 12 meter' en 'waterlopen breder dan 12 meter'.

In de TOP10NL zijn zowel lijnvormige waterlopen als vlakvormige waterlopen, vlakvormige waterlopen zijn met de functie *ST_ApproximateMedialAxis* (Postgis, 2021a) omgezet naar lijnen en daarna samengevoegd met lijnvormige objecten. Hierbij is rekening gehouden met gaten in polygonen door de dataset te filteren met behulp van *ST_NumInteriorRings* (Postgis, 2021b). De lijnen zijn uiteindelijk

opgenomen als multi-line object in de dataset. Voor het verder analyseren is steeds per buurtbuffer berekend hoeveel strekkende meter waterlopen aanwezig waren.

Per buurt is over meerdere buffers het aantal strekkende meters waterloop bepaald. De 'waterlopen' dataset is verwerkt in de dataset 'panden' als aanvulling op de 3D BAG. In Tabel 21 zijn parameters die verwerkt zijn in de 'panden' dataset opgenomen.

1.3.3 Meren & plassen

Per buurt is voor de verschillende buffers bepaald wat het relatieve oppervlak meren en plassen is per buurt. Hierbij is gebruik gemaakt van de objecten uit de TOP10NL (Kadaster, 2021b) van het type meren of plassen. Hier vallen ook kleinere poelen en vennen onder. Rivieren, kanalen en bredere beken vallen buiten deze parameter, maar zijn ondergebracht in de parameters voor waterlopen (paragraaf 1.3.2)

Per buurt is over meerdere buffers het oppervlak van 'meren & plassen' bepaald. In Tabel 22 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset 'panden'.

1.3.4 Hoogte maaiveld

Voor de hoogte van het maaiveld ten opzichte NAP zijn datapunten uit de TOP10NL gebruikt. Hierbij is per geometrie van de buurt of voor verschillend gebufferde buurten de gemiddelde, minimale en maximale hoogte ten opzichte van NAP berekend. In Tabel 23 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset 'panden'.

1.3.5 Bodem

Om een maat te hebben voor het type bodem per buurt is gekozen om gebruik te maken van de indeling van Nederland in Fysisch geografische regio's (FSR) uit 2013 (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2013). Eenheden die gebruikt zijn, zijn: Duingebied, Laagveengebied, Rivierengebied, Zandgebied en Heuvelland¹⁴. Deze eenheden geven een grove maat voor het type gebied waar de buurt gesitueerd is. Per geometrie is bepaald welke eenheid het meeste in oppervlak voorkomt en vervolgens is deze waarde opgenomen als waarde voor desbetreffende parameter voor die buurt. In Tabel 24 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset 'panden'.

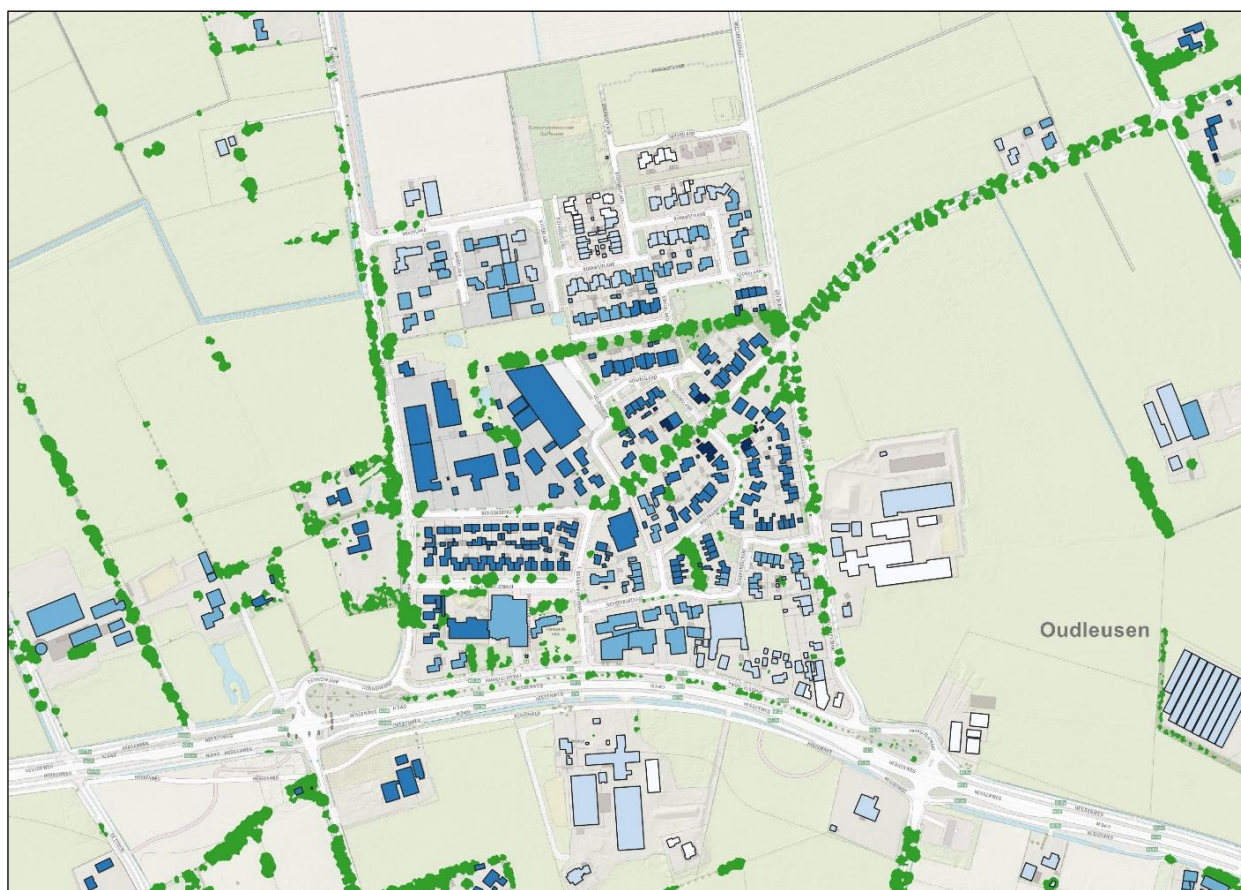
1.3.6 Bomen, struiken en lage vegetatie

Op basis van de *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) is bepaald welke objecten in de openbare ruimte groene klassen betreft, zoals bomen, struiken en lage vegetatie. Het analyseren van de NDVI is een manier om met behulp van *remote sensing* de aanwezigheid van levende vegetatie vast te stellen (Hafen, 2021). NDVI waardes variëren tussen -1.0 en 1.0 waarbij een hogere positieve waarde vegetatie indiceert.

¹⁴ delete from data.fysischgeografischeregios where fgr IN ('Noordzee', 'Getijdengebied', 'Afgesloten Zeearmen')

Om uiteindelijk te bepalen welke objecten als levende vegetatie gezien mogen worden is gebruik gemaakt van een threshold. Omdat de luchtfoto's in de zomer zijn genomen is gerekend met een NDVI van 0.2. Naast het seizoen heeft ook de droogte invloed op de NDVI, met name op de lage vegetatie. Bij gebruik van hogere NDVI waardes (bijvoorbeeld 0.4) is er een grotere kans dat met name lage vegetatie dat last heeft van droogte gemist wordt. Tevens is het oppervlak van alle objecten met een NDVI groter dan 0.2 bepaald, waarbij objecten die kleiner zijn dan 2 m² verwijderd zijn uit de dataset.

Per pand is binnen een buffer van 150 meter het procentuele oppervlak ten opzichte van het totale oppervlak van de buffer van 150 meter bepaald. Hierbij is het aandeel bomen, struiken en lage vegetatie berekend. Onderscheid in deze klassen is gedaan op basis van hoogte (gebaseerd op data uit de AHN3). In Tabel 26 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset 'panden'. In Figuur 4 zijn bomen aangemerkt met een groene kleur. De panden zijn met een blauwe gradiënt aangeduid. Hierbij geldt dat hoe blauwer een pand is, hoe relatief meer bomen er binnen 150 meter van het pand aanwezig zijn.



Figuur 4. Een indruk van parameter 'bomen_730', het aandeel bomen per pand (buffer 150 meter). Bomen(groen), panden (blauw). Hoe donkerder blauw hoe relatief meer bomen er binnen 150 meter van het pand aanwezig zijn.

Voor de verschillend gebufferde buurten is tevens het aandeel¹⁵ bomen¹⁶ bepaald.

¹⁵ fractie bomen ten opzichte van het totaal oppervlak van de gebufferde buurt.

¹⁶ vegetatie hoger dan 6 meter op basis van AHN3 en groter dan 2m².

1.3.7 Verstedelijking en bevolkingskernen

Het Centraal Bureau voor de Statistiek heeft datasets met informatie over verstedelijking (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021d) en bevolkingskernen (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021c) ontsloten. De dataset '*bevolkingskernen*' is verwerkt in de dataset '*panden*' als aanvulling op de 3D BAG. Deze informatie is alleen beschikbaar voor panden die gesitueerd zijn in geregistreerde bevolkingskernen. In Tabel 27 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset '*panden*'.

De verstedelijking op basis van vierkantstatistieken¹⁷ (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021d) is verwerkt in de dataset '*panden*' als aanvulling op de 3D BAG. In tegenstelling tot informatie op basis van de dataset '*bevolkingskernen*' is deze informatie in principe voor alle panden in Nederland beschikbaar. In Tabel 28 zijn parameters weergegeven die verwerkt zijn in de dataset '*panden*'.

1.4 Presences

Om waarnemingen, verblijfplaatsen en nestlocaties van soorten vast te leggen is een dataset met waarnemingen opgezet. De tabellen met waarnemingen vormen de basis voor een uiteindelijke trainings- en validatiedataset voor verblijfplaatsen en nestlocaties die als input gebruikt worden voor het model. Belangrijkste informatie zijn: locatie van de waarneming (*geometrie*), de datum van de waarneming (*datum*), en de waargenomen interpretatie van de waarnemingen, oftewel: in dit veld wordt aangegeven of er een nestlocatie of verblijfplaats is geregistreerd (*functie*). Waarnemingen zijn opgeslagen in de dataset '*waarnemingen*'. Vervolgens is een selectie gemaakt waar waarnemingen van verblijfplaatsen of nestlocaties gekoppeld zijn aan gebouwen op basis van de 3D BAG. Dat wil zeggen de verblijfplaats of nestlocatie is in een gebouw waargenomen. Waarnemingen van verblijfplaatsen en nestlocaties die onvoldoende nauwkeurig zijn, zijn uiteindelijk niet opgenomen in *verblijfplaatsen_gebouwen* en *nestlocaties_gebouwen*, en dus ook niet opgenomen in de training- en validatiedataset.

1.4.1 Bronnen

Voor waarnemingen zijn twee belangrijke type bronnen gebruikt, namelijk de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) en bronnen van andere organisaties. Deze typen bronnen zijn in onderstaande paragrafen verder toegelicht.

De volgende organisaties hebben datasets van verblijfplaatsen aangeleverd:

- Regelink Ecologie & Landschap,
- Batweter,
- Eelerwoude,
- ECOquickscan,
- Provincie Overijssel.

¹⁷ Dit bestand bevat statistische gegevens per 500m x 500m.

Ook zijn waarnemingen opgehaald via het platform van www.vleermuisverblijfplaatsen.nl. Deze website is speciaal voor dit project opgezet om meer gedetailleerde gegevens over verblijfplaatsen op te halen. Via de website zijn 285 verblijfplaatsen met gedetailleerde bouwparameters geregistreerd, deze verblijfplaatsen zijn opgenomen in de trainingsdataset.

1.4.2 Verblijfplaatsen en nestlocaties

Voor nestlocaties van gierzwaluw en huismus geldt dat deze generiek onder dezelfde functie zijn opgeslagen, deze waarnemingen van nestlocaties zijn over het algemeen gekenmerkt door: registratie van nesten, bewoningssporen, invliegende-, uitvliegende- of broedende vogels.

Voor vleermuizen geldt dat er verschillende functies van toepassing kunnen zijn, zie Bijlage 2 met definities. De verschillende functies zijn in de uiteindelijke trainings- en validatiedataset onderverdeeld in de verschillende soortfuncties (Tabel 2). Vleermuizen die vastgesteld zijn in een kolonie waarbij er dus sprake is van een verblijfplaats (aanduiding in de dataset), of uitvliegende, invliegende of zwermende dieren zijn geregistreerd als verblijfplaats. Het onderscheid tussen verschillende functies is gebaseerd op informatie in de datasets die gebruikt zijn als bron. Indien de functie van een verblijfplaats onbekend is, is deze niet opgenomen in een specifieke soortfunctie. Vleermuizen waarbij in de waarneming is geregistreerd dat deze overwinterend of in winterslaap zijn aangetroffen zijn gekoppeld aan de functie winterverblijfplaats (deze functie valt buiten de reikwijdte van de gerealiseerde modellen (Tabel 2), mits het geen massa-winterverblijfplaats betreft.

In onderstaande tabel is het totaal aantal waarnemingen dat beschikbaar is in de datasets met waarnemingen en verblijfplaatsen/ nestlocaties.

Tabel 12. Totaal aantal waarnemingen dat beschikbaar is in de datasets met waarnemingen en verblijfplaatsen/ nestlocaties.

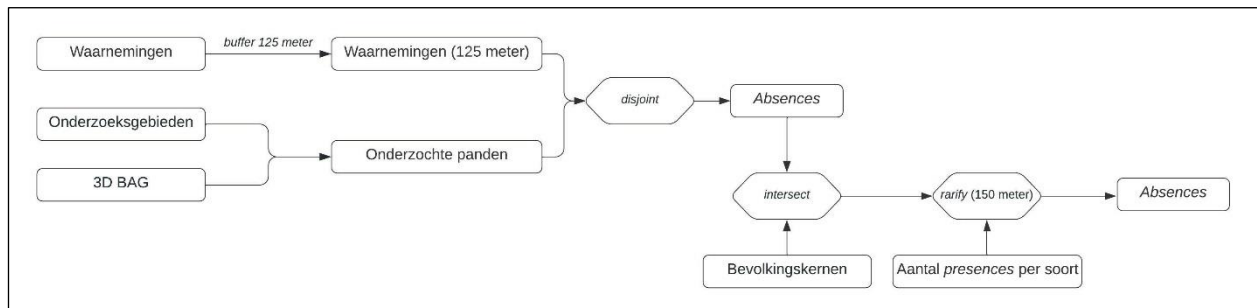
Soort(groep)	Totaal aantal waarnemingen	Verblijfplaatsen / nestlocaties
Vleermuizen	994.898	10.486
Gierzwaluw	234.537	5.087
Huisumus	396.698	5.917

1.4.3 Verblijfplaatsen en nestlocaties gesitueerd in bevolkingskernen

Voor het genereren van de uiteindelijke 'presence' dataset is een filter op basis van de bevolkingskernen (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021c) toegepast op de verblijfplaatsen en nestlocaties. Dit betekent dat enkel verblijfplaatsen en nestlocaties die overlappen met bevolkingskernen opgenomen zijn in de 'presence' dataset.

1.5 Absences

Een model met zowel *absence* als *presence data* heeft over het algemeen een hogere voorspelkracht dan een model met *presence only data*. Vaak ontbreekt het aan *absence data* omdat onderzoeken meestal gericht zijn op vaststellen van aanwezigheid, daarom is voor dit model gebruik gemaakt van gegenereerde *absence data* (Figuur 5). De *absence data* zijn gegenereerd op basis van door Regelink Ecologie & Landschap onderzochte onderzoeksgebieden. Het betreft gebieden in gemeenten die in het kader van gebiedsbreed onderzoek onderzocht zijn, maar ook kleinere gebieden die conform het vleermuisprotocol (Vleermuisvakberaad Netwerkgroene bureaus, 2017; 2021) onderzocht zijn werden meegenomen in analyse voor het genereren van *absence data*. In gemeenten waar grootschalig onderzoek is uitgevoerd is veel *absence data* gegenereerd, dit zijn onder andere de gemeenten: Apeldoorn, Purmerend, Weesp, Hellevoetsluis, Etten-Leur, Wijk bij Duurstede, Spijkenisse, Maassluis, Urk en diverse grotere gebieden in midden-Limburg. Kleinere onderzoeksgebieden liggen verspreid door heel Nederland. Voor vleermuizen is op basis van 202 projecten van Regelink Ecologie & Landschap *absence data* gegenereerd, voor gierzwaluwen: 66 en voor huismussen: 47. Voor het genereren van de *absences* dataset is tevens een filter op basis van de bevolkingskernen (Centraal Bureau voor de



Figuur 5. Het genereren van *absence data* middels waarnemingen en door Regelink Ecologie & Landschap onderzochte gebieden. Voor het genereren van de definitieve dataset is een filter toegepast op basis van de bevolkingskernen. Tevens is de data middel *rarify* gecorrigeerd om ruimtelijke autocorrelatie te verminderen.

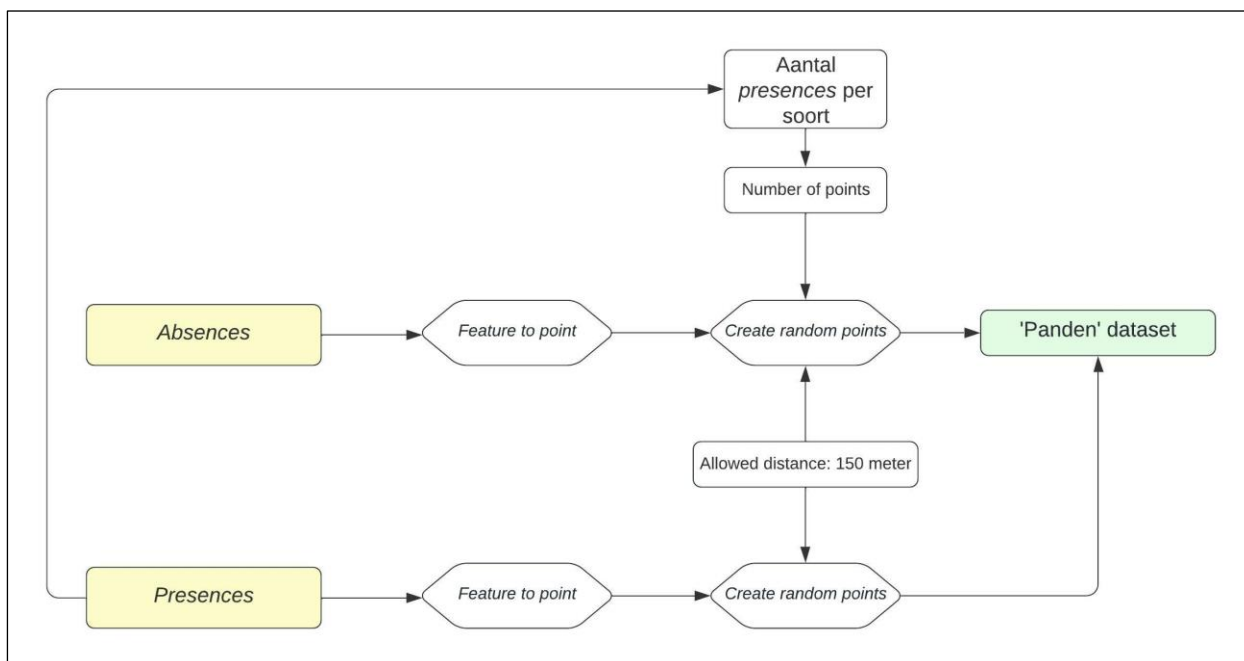
Statistiek, 2021c) toegepast (paragraaf 0).

Om voldoende *absence data* te genereren is per onderzoeksgebied een *intersect* met de 3D BAG gemaakt, waarmee alle onderzochte panden in desbetreffend gebied zijn geselecteerd. Vervolgens is per soort voor elke waarneming die geregistreerd is in de '*waarnemingen*' dataset een buffer van 125 meter berekend. Om te borgen dat alleen nauwkeurig ingevoerde waarnemingen worden verwerkt zijn waarnemingen eerst gefilterd op basis van oppervlak van de geometrie, die moet kleiner zijn dan 100 m². Vervolgens is met *st_disjoint* (PostGIS, 2021) bepaald welke panden niet overlappen met gebufferde waarnemingen en als *absence data* verwerkt mogen worden. Vervolgens is de data middels *rarify* gecorrigeerd om ruimtelijke autocorrelatie te verminderen (paragraaf 1.6), hierbij is tevens het aantal *presences* per soort verwerkt als limiet op het aantal *absences* om te voorkomen dat de aantallen *presences* en *absences* te veel uit elkaar komen te liggen.

1.6 Ruimtelijke autocorrelatie & trainings- en validatiedataset

Om ruimtelijke autocorrelatie te verminderen zijn middels *rarify* zowel de *presences* als de *absences* verwerkt. Hierbij zijn de datasets waarin verblijfplaatsen binnen 150 meter van elkaar gesitueerd zijn

Het proces om de ruimtelijke autocorrelatie te verminderen is uitgevoerd in ArcGIS Pro van Esri. De *presence* en *absence* dataset is geëxporteerd uit PostgreSQL en geïmporteerd in ArcGIS Pro. Als eerste stap is de projectie van de geometrie omgezet naar het coördinatensysteem WGS84 (EPSG 4326), daarna zijn selecties gemaakt per soort of per groep voor de gewone dwergvleermuis (paragraaf 1.4.2). In onderstaand figuur is dit proces gevisualiseerd.



De *presence* en *absence* datasets met uitzondering van de vervallen verblijfplaatsen en nestlocaties zijn willekeurig ingedeeld in een referentie- en een validatiedataset met een verdeling van respectievelijk 80% en 20%. In Tabel 13 zijn per soortfunctie resultaten van *rarity* en het verdelen van *presences* en *absences* over de training- en validatiedataset opgenomen.

Tabel 13. Resultaten rarify en het genereren van de trainings- en validatiedataset.

Soortfunctie	220_1	220_2	220_3	233	228	229	221	284	468
Presences									
Training	1336	418	40	515	244	125	84	739	714
Validatie	327	118	10	135	64	30	20	186	183
Vervallen door <i>rarity</i>	1899	418	13	1255	216	91	10	2907	3306
Percentage vervallen door <i>rarity</i>	53%	44%	21%	66%	41%	37%	9%	76%	79%
Percentage in trainings- of validatiedataset	47%	56%	79%	34%	59%	63%	91%	24%	21%
Absences									

Soortfunctie	220_1	220_2	220_3	233	228	229	221	284	468
Referentie	1690	1677	1676	1779	656	406	381	1031	1324
Validatie	375	388	389	408	134	85	75	228	294

1.7 Model

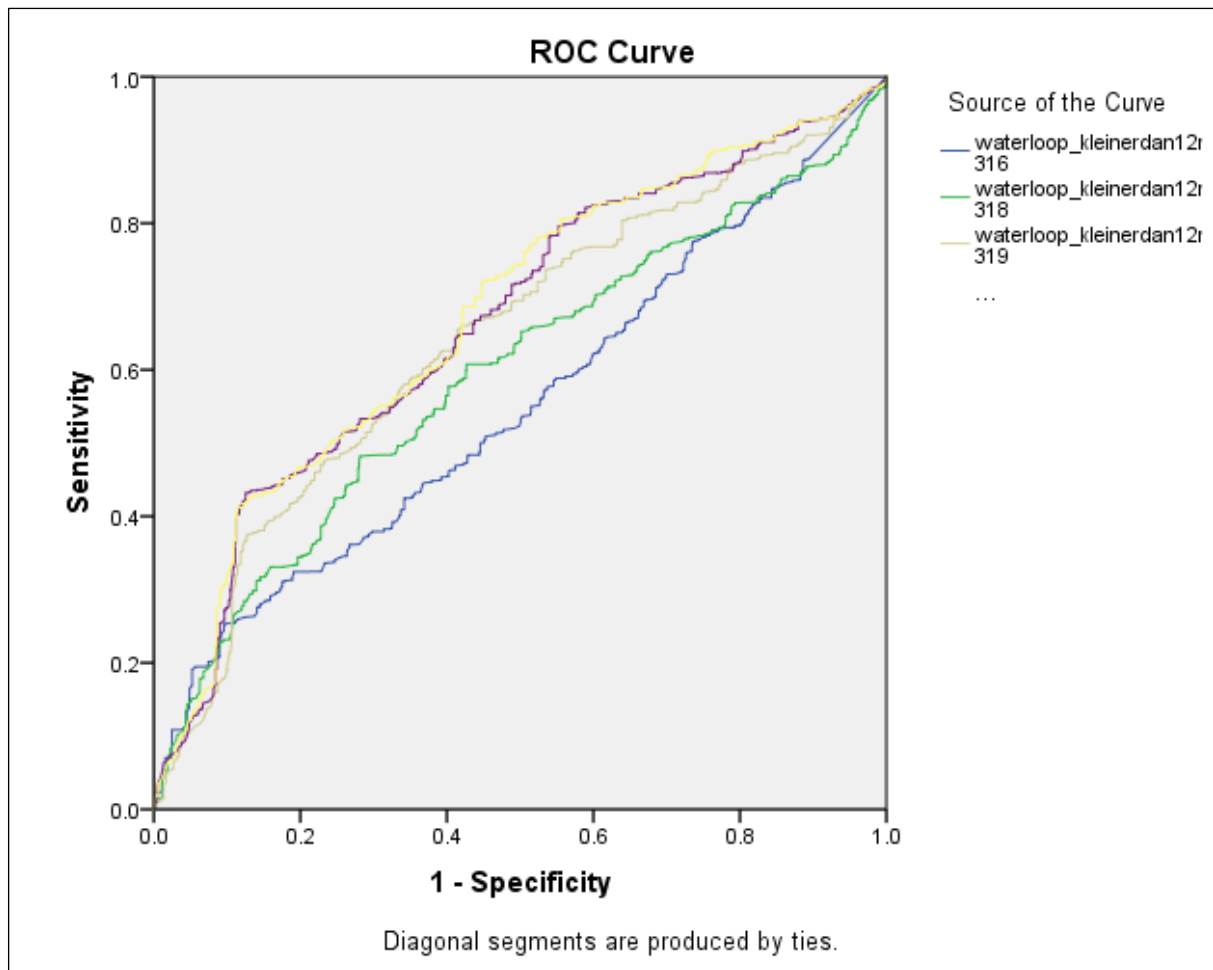
Selecteren parameters en modeltraining

Voor de statische analyse zijn de numerieke variabelen genormaliseerd, omdat dan de modeluitkomsten een idee geven van de sterkte van het effect van een parameter. Dat maakt interpretatie makkelijker. Hiervoor is onderstaande formule gebruikt, waarbij gemiddelde $\mu = 0$ en standaarddeviatie $\sigma = 1$.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Met de genormaliseerde trainingsset is per soortfunctie en per groep parameters (zoals 15 parameters die loofbos beschrijven) een ROC-analyse¹⁸ gedaan om te bepalen welke parameter binnen elke groep het meest geschikt is (Figuur 7). Dit is een grafiek van de TPR (*sensitivity*) als functie van de FPR (1 - *specificity*) (zie Tabel 15 voor uitleg TPR en FPR). De gevoeligheid is de kans dat een positieve waarneming van een soort in het model ook daadwerkelijk een waarneming is. De aspecificiteit is de kans dat een nul-waarneming in het model ('de soort is niet waargenomen) ook een nul-waarneming is. Binnen deze preselectie wordt de parameter met de hoogste AUC (*Area Under the Curve*) gekozen (Tabel 14). Dit is dus de parameter met de meeste correcte positieve waarnemingen en de meeste correcte nul-waarnemingen in het model. Op basis hiervan zijn modelparameters geselecteerd.

¹⁸ Receiver Operating Characteristic



Figuur 7. ROC-curves voor 'waterlopen kleiner dan 12m' van gewone dwergvleermuis (functie 'kraamverblijfplaatsen').

Tabel 14. AUC-waarden voor ROC-curves uit bovenstaand figuur.

Test Result Variable(s)	Area
waterloop_kleinerdan12m_321	.672
waterloop_kleinerdan12m_320	.664
waterloop_kleinerdan12m_319	.643
waterloop_kleinerdan12m_318	.594
waterloop_kleinerdan12m_316	.550

Binnen deze selectie is een check uitgevoerd op *multicollinearity* (d.w.z. dat twee of meer verklarende parameters onderling sterk gecorreleerd zijn). Parameters met hoge *multicollinearity* zijn in de volgende stap niet gezamenlijk in modellen gebruikt.

Er zijn statistische modellen gemaakt met diverse subsets van de geselecteerde modelparameters, bij elke iteratieslag worden de niet-significante parameters weggelaten. Totdat een set met alleen significante parameters overblijft. Van deze modellen is het verklarend vermogen voor de variatie in de trainingsset gebruikt om het beste model te selecteren.

Wanneer er een parameterwaarde ontbreekt (*null*) geeft de formule geen waarde, dus bij één of meerdere ontbrekende parameterwaarden wordt er geen HGI berekend.

De relatie tussen habitat en voorkomen van de diverse soortfuncties wordt berekend met een binaire logistische regressie (SPSS). Dit resulterende model heeft de volgende vorm:

$$HGI = \frac{e^{-Y_{predicted}}}{1 + e^{-Y_{predicted}}} \text{ , waarbij: } Y_{predicted} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

x_i = onafhankelijke variabele met een invloed op Y

β_0 = intercept (van het hele model)

β_i = slope van x_i

n = aantal gebruikte onafhankelijke variabelen

De HGI ligt tussen 0 en 1; hoe hoger de waarde hoe geschikter.

Modelvalidatie

Het resulterende model is toegepast op de 20% validatieset. Vervolgens is deze vergeleken met de werkelijke informatie over dezelfde panden (absent/present) van deze set. Hierbij is een $HGI < 0.5$ beschouwd als een voorspelde absence, en een $HGI \geq 0.5$ als een voorspelde presence (er is dus geen 'equivocal zone' gehanteerd). Met deze gegevens is per model een confusion matrix gemaakt. Deze geeft in vier getallen weer hoe vaak het model terecht/onterecht (on)geschiktheid van panden voorspeld. In de confusion matrices is daarnaast het aantal null-waarden opgenomen. Op basis van deze getallen zijn diverse modelstatistieken berekend. In Tabel 15 staat per modelstatistiek vermeld hoe deze is berekend en wat de relevantie ervan is. In Tabel 17 zijn de waarden uit de confusion matrices en in Tabel 18 de berekende modelstatistieken per model weergegeven.

In algemene zin: hoe hoger de waarden *true positive* en *true negative* en hoe lager de waarden *false negative* en *false positive* in de *confusion matrix*, hoe beter het model. Hierbij zijn de Type I en II fouten interessant om te begrijpen. Hiermee worden respectievelijk onterecht positieven en onterecht negatieven bedoeld. In ecologische termen: een Type I fout is een 'geschikt' voorspelling van het model, waar het pand feitelijk niet geschikt is. Een Type II fout is een 'ongeschikt', terwijl het pand feitelijk geschikt is. Afhankelijk van het doel van de gebruiker hebben de fouttypen verschillende gevolgen. Gedacht vanuit het kader van natuurbescherming en de Wnb, is een Type II fout kwalijker dan een Type I fout. Dan wordt immers een geschikt pand als ongeschikt beschouwd, en wordt er mogelijk niet of minder onderzoek gedaan. Daarmee zouden verblijfplaatsen kunnen verdwijnen.

Het is van belang om te beseffen dat elk van deze type fouten afzonderlijk heel gemakkelijk te voorkomen zijn. Een model dat alle panden als geschikt beschouwt maakt geen Type II fouten, en het omgekeerde is ook waar. Ideaal zou zijn een model dat beide typen fouten voorkomt. Een zeer specifiek (weinig Type I fouten) en zeer sensitief (weinig Type II fouten) dus. De optimalisatie hiervan gebeurt door meerdere modellen te maken en de best presterende te selecteren.

Het streven voor deze eerste aanzet is een (arbitraire) betrouwbaarheid van minimaal 70% voor alle soortfuncties. Voor uiteindelijke toepassing zullen de modellen een hogere betrouwbaarheid (>95%) moeten krijgen, om ecologisch en juridisch houdbaar te zijn. Vervolgens zal onderzocht moeten worden welke rol de modellen kunnen spelen en of dit voldoende is om de duurzame Staat van Instandhouding (Svl) van populaties te borgen.

		Voorspelling		
		0	1	<i>null</i>
Waarneming	0	<i>true negative</i>	<i>false positive</i>	<i>nullAbs</i>
	1	<i>false negative</i>	<i>true positive</i>	<i>nullPres</i>

Figuur 8. Confusion matrix, aangevuld met null-waarden. Voor elk model zijn de getallen zoals in deze matrix weergegeven in Tabel 17. Hierbij staat TN (*true negative*) voor het aantal gevallen waarin het model een pand als ongeschikt voorspeld, en er inderdaad een absence in de database staat. Omgekeerd staat FN (*false negative*) voor het aantal gevallen waarin het model een pand als ongeschikt voorspelt, terwijl er een verblijfplaats in dit pand bekend is. In aanvulling op de confusion matrix zijn ook de aantallen niet te berekenen HGIs geteld, deze zijn als *nullAbs* en *nullPres* vermeld, waarmee de null-voorspellingen bedoeld worden van respectievelijk absences en presences in de database.

Tabel 15. Berekende modelstatistieken met hun betekenis en de manier van berekenen. Σ is het totaal van de overige kolommen.

Modelstatistiek	Betekenis	Berekening
Nauwkeurigheid (ACC)	Fractie correct voorspelde waarden ten opzichte van het totaal. 0-1, hoe hoger hoe beter.	$ACC = (TP + TN) / \Sigma$
Gevoeligheid (TPR¹⁹)	Rato van TP ten opzichte van totaal aantal <i>presences</i> . Een hoge gevoeligheid betekent een kleine fractie FN. 0-1, hoe hoger hoe beter.	$TPR = TP / (TP + FN)$
Precisie (PPV)	Fractie van voorspeld geschikte panden die als <i>presence</i> bekend zijn. 0-1, hoe hoger hoe beter	$PPV = TP / (TP + FP)$
Specificiteit (TNR²⁰)	Rato van TN ten opzichte van totaal aantal <i>absences</i> . Een hoge specificiteit betekent een kleine fractie FP. 0-1, hoe hoger hoe beter.	$TNR = TN / (TN + FP)$

¹⁹ True Positive Rate

²⁰ True Negative Rate

Modelstatistiek	Betekenis	Berekening
Type I fout (FPR²¹)	Tegenovergestelde van TPR. Fractie <i>presences</i> die als ongeschikt voorspeld zijn. 0-1, hoe lager hoe beter.	$FPR = 1 - TPR = FP / (FP + TN)$
Type II fout (FNR²²)	Tegenovergestelde van TNR. Fractie <i>absences</i> die als geschikt voorspeld zijn. 0-1, hoe lager hoe beter.	$FNR = 1 - TNR = FN / (FN + TP)$
LR+	De verhouding tussen de kans dat een <i>presence</i> als geschikt pand wordt gezien, en de kans dat een <i>absence</i> als geschikt pand wordt gezien. Hoe groter LR+ hoe beter.	$LR+ = TPR / FPR$
LR-	De verhouding tussen de kans dat een <i>presence</i> als ongeschikt pand wordt gezien, en de kans dat een <i>absence</i> als ongeschikt wordt gezien. Hoe kleiner LR- hoe beter.	$LR- = FNR / TNR$
fractie nullAbs (fnA)	De fractie <i>absences</i> die een <i>null</i> voorspelling krijgt. 0-1, hoe lager hoe beter.	$fnA = nA / (TN + FP + nA)$
fractie nullPres (fnP)	De fractie <i>presences</i> die een <i>null</i> voorspelling krijgt. 0-1, hoe lager hoe beter	$fnP = nP / (TP + FN + nP)$
fractie null (fn)	De fractie <i>absences</i> en <i>presences</i> dat een <i>null</i> voorspelling krijgt. 0-1, hoe lager hoe beter.	$fn = (fnA + fnP) / \Sigma$

1.8 Modellen

In Tabel 16 zijn de in de modellen opgenomen parameters vermeld, hierbij geldt dat de parameters die uiteindelijk per model gebruikt zijn aangegeven. Deze parameters zijn per model in 'bepalen_hsi_v1-1.sql' verwerkt en toegepast.

Tabel 16. De resultaten van de analyses per soortfunctie. In deze tabel zijn de codes voor soortfuncties zoals opgenomen in Tabel 2 gebruikt.

soortfunctie	220_1	220_2	220_3	233	228	229	221	284	468
bouwjaar_group	x	x			x				
bouwjaar	x					x	x	x	x
pandhoogte	x	x	x	x	x			x	
oppervlak_pand			x						
woningtype_naam						x			
woningtypegebouw_26112021	x	x		x	x		x	x	x
minst_zuinige_label			x		x	x			

²¹ False Positive Rate

²² False Negative Rate

soortfunctie	220_1	220_2	220_3	233	228	229	221	284	468
has_schuindak		x	x					x	x
has_rooftopobject	x								
panelen_tf		x							
orientatie_max_opp	x								
loofbos_gemengdbos_102	x	x						x	
loofbos_gemengdbos_104					x		x		
waterloop_groterdan12m_312	x	x	x						
waterloop_kleinerdan12m_318						x			
waterloop_kleinerdan12m_320	x			x					
waterloop_kleinerdan12m_321		x							
lagevegetatie_233		x							x
struiken_230		x					x		x
bomen_223					x				
hoogte_maaiveld_679					x				
hoogte_maaiveld_681			x					x	x
bodem_356	x	x	x	x		x		x	x
landn	x		x						
watern			x		x	x	x		
sted	x	x				x		x	
cbs500_oad			x	x			x		x

1.9 Validatie

De resultaten van de validatie van de modellen zijn in onderstaande tabellen opgenomen. In Tabel 17 zijn de *confusion matrices* van de modellen opgenomen. In Tabel 18 zijn de modelstatistieken opgenomen.

Tabel 17. *Confusion matrices* van de 9 modellen. Σ is het totaal van de overige kolommen. De verder gebruikte afkortingen zijn te vinden in Tabel 15.

Soortfunctie	TN	FP	FN	TP	nA	nP	Σ
Gierzwaluw	96	14	76	100	146	34	466
Huismus	106	15	92	2	209	99	523
Meervleermuis	52	8	5	23	37	8	133
Ruige dwergvleermuis	290	23	47	100	149	26	635
Gewone dwergvleermuis (groep 1)	167	63	37	291	207	57	822
Gewone dwergvleermuis (groep 2)	199	30	45	84	221	13	592
Gewone dwergvleermuis (groep 3)	243	4	3	10	220	1	481
Laatvlieger	0	76	0	52	66	22	216

Soortfunctie	TN	FP	FN	TP	nA	nP	Σ
Gewone grootoorvleermuis	58	2	0	22	15	2	99

Tabel 18. Uit confusion matrices berekende modelstatistieken. De betekenis van de gebruikte afkortingen is te vinden in Tabel 15. De kleuren zijn gebaseerd op de gewenste waarden in die tabel en verschillen dus per kolom. Ontbrekende getallen zijn veroorzaakt door klassen met 0 gevallen in de confusion matrix.

Soortfunctie	ACC	TP	PPV	FP	FNR	TNR	LR+	LR-	fnA	fnP	fn
	R			R							
Gierzwaluw	,69	,57	,88	,13	,43	,87	4,46	,49	,57	,16	,39
Huismus	,50	,02	,12	,12	,98	,88	,17	1,12	,63	,51	,59
Meervleermuis	,85	,82	,74	,13	,18	,87	6,16	,21	,38	,22	,34
Ruige dwergvleermuis	,85	,68	,81	,07	,32	,93	9,26	,35	,32	,15	,28
Gewone dwergvleermuis (groep 1)	,82	,89	,82	,27	,11	,73	3,24	,16	,47	,15	,32
Gewone dwergvleermuis (groep 2)	,79	,65	,74	,13	,35	,87	4,97	,40	,49	,09	,40
Gewone dwergvleermuis (groep 3)	,97	,77	,71	,02	,23	,98	47,50	,23	,47	,07	,46
Laatvlieger	,41	1	,41	1	0	0	1		,46	,30	,41
Gewone grootoorvleermuis	,98	1	,92	,03	0	,97	30,00	0	,20	,08	,17

Uit de resultaten van de validatie blijkt dat de meeste modellen tot een goed resultaat hebben geleid. De doelstelling van Regelink Ecologie & Landschap en Batweter om een nauwkeurigheid (ACC) van minimaal 70% voor de modellen te bereiken is in 6 van de 9 modellen (ruim) gehaald. De modellen van huismus (ACC = 0,50), laatvlieger (ACC = 0,41) en gierzwaluw (ACC = 0,69) vallen lager uit dan de streefwaarde van 0,70. Deze modellen scoren ook duidelijk minder goed op de andere modelparameters.

Niet voor alle panden is uiteindelijk de geschiktheid per soort bepaald, voor een groot aandeel van panden is uiteindelijk geen HGI bepaald, dit betekent dat niet voor alle panden een HGI bekend is voor alle soortfuncties. Het is mogelijk dat het resultaat van modellen ontbreekt voor een of meerdere soortfuncties, maar ook dat alle waardes voor de HGI niet bepaald zijn. Per soort is dit weergegeven in de kolom 'fn' in bovenstaande tabel, deze statistiek kent een range tussen de 17% en 59%. Dit betekent dat voor enkele soorten een aanzienlijk deel van de panden geen resultaat van de modellering is bepaald, wat een directe invloed heeft op de praktische bruikbaarheid van de modellen.

Bijlage 2. Definities

Deze bijlage beschrijft een aantal veel gebruikte begrippen en definities die in dit rapport voorkomen. Het is belangrijk dat de gebruikte terminologie eenduidig en consequent is zodat tussen lezer en schrijver geen misverstanden ontstaan. Merk op dat de hieronder gegeven definities gericht zijn op de toepassing binnen dit rapport. Zo is dit rapport uitsluitend gericht op panden en is de definitie daar ook op geschreven, maar zijn de diverse typen verblijfplaatsen in algemene zin zeker niet beperkt tot alleen panden. De definities zijn ten dele gebaseerd op de definitielijst van Regelink Ecologie & Landschap (2021).

De begrippen geschiktheid, potentie en kans hebben in het standaard taalgebruik een minder nadrukkelijk onderscheid dan we in dit rapport hanteren. De nadrukkelijke definities zijn hier functioneel om onderscheid te maken tussen diverse mogelijkheden van het maken van modellen.

Tabel 19. Omschrijving van begrippen zoals deze in dit onderzoek zijn bedoeld en toegepast

Begrip	Definitie /omschrijving
Geschiktheid	Modelmatig bepaalde passendheid van een pand voor gebruik door een soort als verblijfplaats of nestlocatie.
Potentie	Mogelijkheid tot verwezenlijking van de geschiktheid. Naast geschiktheid wordt de aanwezigheid van de soort meegenomen.
Kans	Waarschijnlijkheid dat potentie wordt verwezenlijkt. Hierin wordt onder andere de omvang van de lokale populatie en de afstand tussen verblijfplaatsen meegenomen.
Verspreiding	Geografisch bereik waar een soort aanwezig is.
Model	Rekenkundige vergelijking waarin diverse parameters een gewicht en/of conversie krijgen. De uitkomst van deze vergelijking geeft een waarde die betekenis heeft afhankelijk van de inrichting van het model.
Habitatgeschiktheidsmodel	Model dat de geschiktheid van habitats (in dit rapport worden hier panden mee bedoeld) voorspelt aan de hand van biotische en/of abiotische parameters.
Soortfunctie	De combinatie van een soort en een functie. Een voorbeeld van een soortfunctie is "kraamverblijfplaats van gewone dwergvleermuis". "Massa-winterverblijfplaats van gewone dwergvleermuis" is dus een andere soortfunctie. In dit onderzoek hebben we in een aantal modellen verschillende functies samengevoegd, en behandelen deze als één soortfunctie. Een voorbeeld hiervan is "Zomer- en paarverblijfplaats van gewone dwergvleermuis".
Kraamverblijfplaats	Pand waarin in de zomer (overdag) een of meerdere vleermuizen verblijven en de functie kramen is.
Zomerverblijfplaats	Pand waarin in de zomer (gedurende de kraamtijd) (overdag) een of meerdere vleermuizen verblijven, maar de functie niet kramen is of de functie onbekend is.
Paarverblijfplaats	Pand waarin in voorjaar en/of najaar (overdag) een of meerdere vleermuizen verblijven en de functie paren is.
Massa-winterverblijfplaats	Object (huis, boom, ondergronds object) waarin in de winter (overdag) veel vleermuizen verblijven en de functie overwinteren is.

Begrip	Definitie /omschrijving
Nestlocatie	Waarnemingen van nesten en van nestindicerend gedrag. De nestlocatie kan wat ruimer zijn dan het nest. Huismussen komen vaak terug naar dezelfde locatie (onder dak van hetzelfde huis) maar niet zozeer naar exact dezelfde plek onder dat dak.

Bijlage 3. Omgevingsparameters

Tabel 20. Informatie over bossen in de dataset 'panden'.

Veld	Type	Beschrijving
loofbos_gemengdbos_78	double precision	Fractie oppervlak van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_80	double precision	Totale omtrek van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_82	bigint	Aantal complexen 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_90	double precision	Fractie oppervlak van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_92	double precision	Totale omtrek van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_94	bigint	Aantal complexen 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_102	double precision	Fractie oppervlak van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_104	double precision	Totale omtrek van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_106	bigint	Aantal complexen 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_114	double precision	Fractie oppervlak van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_116	double precision	Totale omtrek van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_118	bigint	Aantal complexen 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_54	double precision	Fractie oppervlak per buurt van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare

loofbos_gemengdbos_56	double precision	Totale omtrek per buurt van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare
loofbos_gemengdbos_58	bigint	Aantal complexen per buurt 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare
loofbos_gemengdbos_55	double precision	Fractie oppervlak per buurt van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare
loofbos_gemengdbos_57	double precision	Totale omtrek per buurt van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare
loofbos_gemengdbos_59	bigint	Aantal complexen per buurt 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare
loofbos_gemengdbos_79	double precision	Fractie oppervlak van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_81	double precision	Totale omtrek van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_83	bigint	Aantal complexen 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_91	double precision	Fractie oppervlak van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_93	double precision	Totale omtrek van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_95	bigint	Aantal complexen 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_103	double precision	Fractie oppervlak van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_105	double precision	Totale omtrek van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_107	bigint	Aantal complexen 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_115	double precision	Fractie oppervlak van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
loofbos_gemengdbos_117	double precision	Totale omtrek van 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer

loofbos_gemengdbos_119	bigint	Aantal complexen 'loofbos & gemengd bos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
naaldbos_60	double precision	Fractie oppervlak per buurt van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare
naaldbos_62	double precision	Totale omtrek per buurt van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare
naaldbos_64	bigint	Aantal complexen per buurt 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare
naaldbos_84	double precision	Fractie oppervlak van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
naaldbos_86	double precision	Totale omtrek van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
naaldbos_88	bigint	Aantal complexen 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
naaldbos_96	double precision	Fractie oppervlak van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
naaldbos_98	double precision	Totale omtrek van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
naaldbos_100	bigint	Aantal complexen 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
naaldbos_108	double precision	Fractie oppervlak van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
naaldbos_110	double precision	Totale omtrek van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
naaldbos_112	bigint	Aantal complexen 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
naaldbos_120	double precision	Fractie oppervlak van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
naaldbos_122	double precision	Totale omtrek van 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
naaldbos_124	bigint	Aantal complexen 'naaldbos' met een oppervlak tussen de 15 en 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
naaldbos_61	double precision	Fractie oppervlak per buurt van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare
naaldbos_63	double precision	Totale omtrek per buurt van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare
naaldbos_65	bigint	Aantal complexen per buurt 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare
naaldbos_85	double precision	Fractie oppervlak van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer

naaldbos_87	double precision	Totale omtrek van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
naaldbos_89	bigint	Aantal complexen 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 1000 meter buffer
naaldbos_97	double precision	Fractie oppervlak van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
naaldbos_99	double precision	Totale omtrek van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
naaldbos_101	bigint	Aantal complexen 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 4000 meter buffer
naaldbos_109	double precision	Fractie oppervlak van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
naaldbos_111	double precision	Totale omtrek van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
naaldbos_113	bigint	Aantal complexen 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 7000 meter buffer
naaldbos_121	double precision	Fractie oppervlak van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
naaldbos_123	double precision	Totale omtrek van 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer
naaldbos_125	bigint	Aantal complexen 'naaldbos' met een oppervlak groter dan 50 hectare op basis van een 9000 meter buffer

Tabel 21. Informatie met betrekking tot waterlopen.

Veld	Type	Beschrijving
waterloop_kleinerdan12m_316	double precision	Aantal strekkende meters waterloop smaller dan 12 meter per buurt
waterloop_kleinerdan12m_318	double precision	Aantal strekkende meters waterloop smaller dan 12 meter op basis van een buffer van 1000 meter
waterloop_kleinerdan12m_319	double precision	Aantal strekkende meters waterloop smaller dan 12 meter op basis van een buffer van 4000 meter
waterloop_kleinerdan12m_320	double precision	Aantal strekkende meters waterloop smaller dan 12 meter op basis van een buffer van 7000 meter
waterloop_kleinerdan12m_321	double precision	Aantal strekkende meters waterloop smaller dan 12 meter op basis van een buffer van 9000 meter
waterloop_groterdan12m_308	double precision	Aantal strekkende meters waterloop breder dan 12 meter per buurt
waterloop_groterdan12m_310	double precision	Aantal strekkende meters waterloop breder dan 12 meter op basis van een buffer van 1000 meter
waterloop_groterdan12m_311	double precision	Aantal strekkende meters waterloop breder dan 12 meter op basis van een buffer van 4000 meter

waterloop_groterdan12m_312	double precision	Aantal strekkende meters waterloop breder dan 12 meter op basis van een buffer van 7000 meter
waterloop_groterdan12m_313	double precision	Aantal strekkende meters waterloop breder dan 12 meter op basis van een buffer van 9000 meter

Tabel 22. Informatie met betrekking tot 'Meren & plassen'.

Veld	Type	Beschrijving
watervlakte_324	double precision	Fractie oppervlak van 'meren & plassen' per buurt
watervlakte_325	double precision	Fractie oppervlak van 'meren & plassen' op basis van een buffer van 300 meter
watervlakte_327	double precision	Fractie oppervlak van 'meren & plassen' op basis van een buffer van 4000 meter
watervlakte_328	double precision	Fractie oppervlak van 'meren & plassen' op basis van een buffer van 7000 meter
watervlakte_329	double precision	Fractie oppervlak van 'meren & plassen' op basis van een buffer van 9000 meter

Tabel 23. Informatie met betrekking tot het maaiveld.

Veld	Type	Beschrijving
hoogte_maaiveld_679	double precision	Gemiddelde hoogte van het maaiveld per buurt
hoogte_maaiveld_687	double precision	Minimale hoogte van het maaiveld per buurt
hoogte_maaiveld_695	double precision	Maximale hoogte van het maaiveld per buurt
hoogte_maaiveld_681	double precision	Gemiddelde hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 1000 meter
hoogte_maaiveld_689	double precision	Minimale hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 1000 meter
hoogte_maaiveld_697	double precision	Maximale hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 1000 meter
hoogte_maaiveld_682	double precision	Gemiddelde hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 4000 meter
hoogte_maaiveld_690	double precision	Minimale hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 4000 meter
hoogte_maaiveld_698	double precision	Maximale hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 4000 meter
hoogte_maaiveld_683	double precision	Gemiddelde hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 7000 meter
hoogte_maaiveld_691	double precision	Minimale hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 7000 meter
hoogte_maaiveld_699	double precision	Maximale hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 7000 meter
hoogte_maaiveld_684	double precision	Gemiddelde hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 9000 meter

hoogte_maaiveld_692	double precision	Minimale hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 9000 meter
hoogte_maaiveld_700	double precision	Maximale hoogte van het maaiveld op basis van een buffer van 9000 meter

Tabel 24. Informatie met betrekking tot bodemtype op basis van de Fysisch Geografische Regio's.

Veld	Type	Beschrijving
bodem_351	text	Meest voorkomende FSR eenheid per buurt
bodem_353	text	Meest voorkomende FSR eenheid op basis van een buffer van 1000 meter
bodem_354	text	Meest voorkomende FSR eenheid op basis van een buffer van 4000 meter
bodem_355	text	Meest voorkomende FSR eenheid op basis van een buffer van 7000 meter
bodem_356	text	Meest voorkomende FSR eenheid op basis van een buffer van 9000 meter

Tabel 25. Informatie met betrekking tot aandeel vegetatie in de directe omgeving per pand.

Veld	Type	Beschrijving
bomen_730	numeric	Aandeel 'bomen' per pand (buffer 150 meter) hoger dan 6 meter
struiken_230	numeric	Aandeel 'struiken' per pand (buffer 150 meter) met een hoogte van 1 tot 6 meter
lagevegetatie_233	numeric	Aandeel 'lage vegetatie' per pand (buffer 150 meter) met een hoogte van 0.05 tot 1 meter

Tabel 26. Informatie over het aandeel bomen per buurt.

Veld	Type	Beschrijving
bomen_223	double precision	Aandeel 'bomen' hoger dan 6 meter per buurt op basis een buffer van 300 meter
bomen_224	double precision	Aandeel 'bomen' hoger dan 6 meter per buurt op basis een buffer van 1000 meter
bomen_225	double precision	Aandeel 'bomen' hoger dan 6 meter per buurt op basis een buffer van 4000 meter
bomen_226	double precision	Aandeel 'bomen' hoger dan 6 meter per buurt op basis een buffer van 7000 meter
bomen_227	double precision	Aandeel 'bomen' hoger dan 6 meter per buurt op basis een buffer van 9000 meter

Tabel 27. Parameters bevolkingskernen en vierkantstatistieken.

Veld	Type	Beschrijving
opptot		De totale oppervlakte land en water binnen de bevolkingskern volgens het Bestand Bodemgebruik 2010 van het CBS.
watern		De oppervlakte water binnen de bevolkingskern volgens het Bestand Bodemgebruik 2010 van het CBS

landn	De oppervlakte land binnen de bevolkingskern volgens het Bestand Bodemgebruik 2010 van het CBS.
kern_oad	OmgevingsAdressenDichtheid (OAD)
sted	De indeling naar stedelijkheid van een kern, gebaseerd op de gemiddelde OAD van die kern. 1. Zeer sterk stedelijk (dichtheid van 2500 of meer) 2. Sterk stedelijk (dichtheid van 1500 tot 2500) 3. Matig stedelijk (dichtheid van 1000 tot 1500) 4. Weinig stedelijk (dichtheid van 500 tot 1000) 5. Niet-stedelijk (dichtheid van minder dan 500)

Tabel 28. Informatie over verstedelijking op basis van vierkantstatistieken.

Veld	Type	Beschrijving
cbs500_oad		De OAD per raster van 500 bij 500 meter

Bijlage 4. Bronnen

- Bellamy C, Scott C, Altringham J (2013) Multiscale, presence-only habitat suitability models: fine-resolution maps for eight bat species. *J Appl Ecol* 50:892–901
- Biljecki F, Ledoux H, and Stoter J (2016). An improved LOD specification for 3D building models. *Computers, Environment and Urban Systems*, 59: 25–37, 2016. DOI
- Bolker, B. M. (2008). *Ecological Models and Data in R*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvcm4g37>
- Centraal Bureau Statistiek, 2021a, Meetprogramma's flora en fauna [<https://longreads.cbs.nl/meetprogrammas-flora-en-fauna-2019/meetprogrammas/>], geraadpleegd 10 november 2021
- Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020b, Wijk- en buurtkaart 2020 [<https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/wijk-en-buurtkaart-2020>]
- Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021c, Dataset: CBS Bevolkingskernen, Het bestand bevolkingskernen 2011 bevat statistische kerncijfers per bevolkingskern, [<https://www.pdok.nl/introductie/-/article/cbs-bevolkingskernen>]
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2021d), Dataset CBS Vierkantstatistieken 100m, [<https://data.overheid.nl/dataset/13157-cbs-vierkantstatistieken-100m>], 2021
- Energielabel Online, 2021, Rijksoverheid, [<https://www.ep-online.nl>]
- Esri, 2021, ArcGIS Hub BAG 3D – Nederland, [<https://hub.arcgis.com/maps/esrinl-content::bag-3d-nederland/explore>]
- Gannon, W. L., & Sherwin, R. E. (2004). Are acoustic detectors a 'silver bullet' for assessing habitat use by bats? *Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis*, 1, 38.
- Guisan, A., Thuiller, W., & Zimmermann, N. (2017). *Habitat Suitability and Distribution Models: With Applications in R (Ecology, Biodiversity and Conservation)*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781139028271
- Hafen, K. 2021, Remote Sensing with QGIS: Calculate NDVI, [<https://opensourceoptions.com/blog/remote-sensing-with-qgis-calculate-ndvi/>]
- Harbers, A. Spoon, M., Amsterdam H. van en J. van der Schuit (2019), Ruimtelijke Dichtheden En Functiemenging In Nederland (RUDIFUN), Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Den Haag.
- Kadaster, 2021a, Dataset Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) [<https://bag.basisregistraties.overheid.nl/>], Dienst voor het kadaster en de openbare registers (Rijk), geraadpleegd, 2021.
- Kadaster, 2021b, Top10 Geopackage [<https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/1512b29e-80d4-4677-bcae-a3f9f82a223d?tab=general>], Nationaal Georegister, geraadpleegd/gedownload/versie, 2021.
- Kadaster, 2021c, Basisregistratie Topografie: Catalogus en Productspecificaties, Versie: 1.2.0.5, par. 5.4 gebouw, [<https://kadaster.github.io/imbrt/#54-gebouw>]
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2013, [<https://atlasnatuurlijkkapitaal.nl/fysisch-geografische-regios>]
- Nationale Databank Flora en Fauna, 2019, 2020, 2021, diverse datasets

- Phillips, S. J., M. Dudík, J. Elith, C. H. Graham, A. Lehmann, J. Leathwick, and S. Ferrier. 2009. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological applications: a publication of the Ecological Society of America* 19:181–97.
- PostGIS, 2021, PostGIS 3.2.2dev Manual, ST_Disjoint, [https://postgis.net/docs/ST_Disjoint.html]
- Postgis, 2021a, PostGIS 3.2.2dev Manual, ST_ApproximateMedialAxis, [https://postgis.net/docs/ST_ApproximateMedialAxis.html]
- Postgis, 2021b, PostGIS 3.2.2dev Manual, ST_NumInteriorRings, [https://postgis.net/docs/ST_NumInteriorRings.html]
- Regelink Ecologie & Landschap, 2021, Kenniscentrum Vleermuisdefinities, [<https://regelink.nl/kenniscentrum/definities-vleermuizenonderzoek/>]
- Romero-Calcerrada, R., & Luque, S. (2006). Habitat quality assessment using Weights-of-Evidence based GIS modelling: The case of *Picoides tridactylus* as species indicator of the biodiversity value of the Finnish forest. *Ecological Modelling*, 196(1-2), 62-76.
- Schuwirth, N., Borgwardt, F., Domisch, S., Friedrichs, M., Kattwinkel, M., Kneis, D., Kuemmerlen, M., Langhans, S. D., Martínez-López, J., & Vermeiren, P. (2019). How to make ecological models useful for environmental management. *Ecological Modelling*, 411, 108784. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108784>
- Simon, M., Hüttenbügel, S. & Smit-Viergutz, J. (2004) Ecology and Conservation of Bats in Villages and Towns. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, Heft 77. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg. ISBN 3-7843-3619-1.
- Skalak, S. L., Sherwin, R. E., & Brigham, R. M. (2012). Sampling period, size and duration influence measures of bat species richness from acoustic surveys. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(3), 490-502.
- Thuiller, Wilfried & Münkemüller, Tamara. (2010). Habitat suitability modelling. *Effects of Climate Change on Birds*. 77-85.
- TU Delft, 2021, <https://www.tudelft.nl/2021/bk/alle-10-miljoen-gebouwen-in-nederland-ontsloten-in-3d> en <https://docs.3dbag.nl/nl/schema/concepts/>
- Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging, 2017, Vleermuisprotocol 2017, [<http://www.netwerkgroenebureaus.nl/werken-aan-kwaliteit/vleermuisprotocol>].
- Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging, 2021. Vleermuisprotocol 2021, maart 2021. [<http://www.netwerkgroenebureaus.nl/werken-aan-kwaliteit/vleermuisprotocol>].