



Vlaanderen
is wetenschap



Modellering soortenrijkdom planten

Technisch achtergrondrapport voor de natuurverkenning 2050

Anik Schneiders, Toon Van Daele, Carine Wils

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Anik Schneiders, Toon Van Daele, Carine Wils
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Havenlaan 88, bus 73, 1000 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

anik.schneiders@inbo.be

Wijze van citeren:

Schneiders A., Van Daele T., Wils C.) (2019). Modelling soortenrijkdom planten. Technisch achtergrondrapport voor de natuurverkenning 2050 . Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (16). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

DOI: doi.org/10.21436/inbor.16141485

D/2019/3241/131

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (16)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

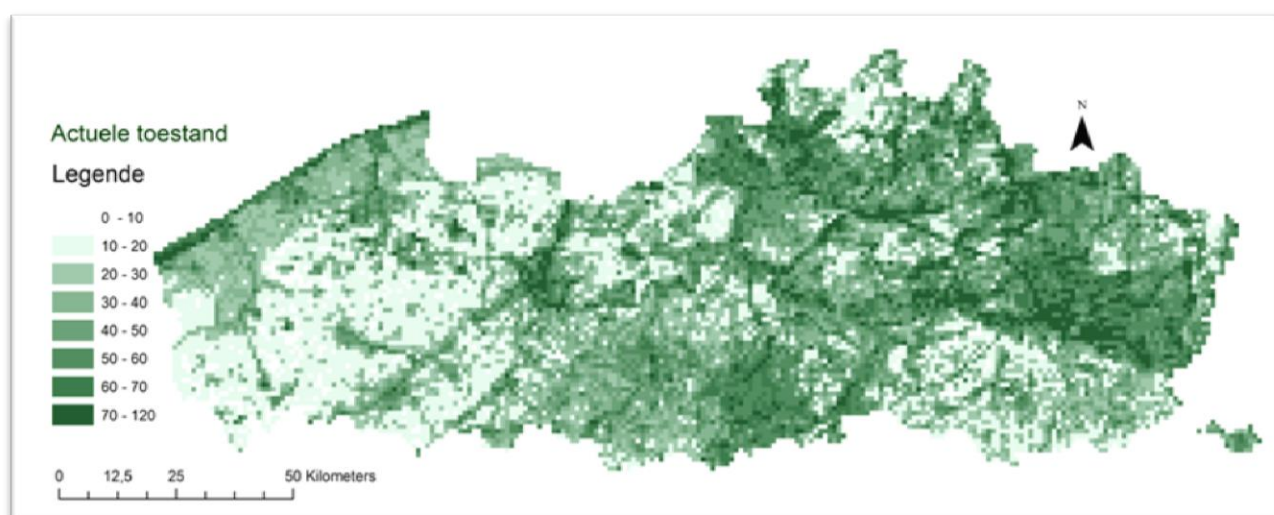
Maurice Hoffmann

Foto cover:

JeroenMentens / Vilda

Modellering soortenrijkdom planten

Technisch achtergrondrapport voor de natuurverkenning 2050



Anik Schneiders, Toon Van Daele, Carine Wils

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (16)
doi.org/10.21436/inbor.16141485

Voorwoord

Dit technisch achtergrondrapport maakt deel uit van de **Natuurverkenning 2050** (<https://www.natuurrapport.be/natuurverkenning-2050>).

Elke twee jaar rapporteert het INBO met het Natuurrapport over de toestand van de natuur in Vlaanderen en de voortgang van het beleid. De Natuurverkenning 2050 vormt het sluitstuk van een driedelig ecosysteemassessment voor Vlaanderen (<https://www.inbo.be/nl/inbo-natuurrapport>).

In de Natuurverkenning bestuderen we vier **'kijkrichtingen'** voor de ontwikkeling van Groene Infrastructuur in Vlaanderen richting 2050. De vier kijkrichtingen zijn: Culturele identiteit versterken (CI), De natuur haar weg laten vinden (NW), De stroom van de economie benutten (SE), Samenwerken met natuur (SN). Voor de vier verhaallijnen verwijzen we naar hoofdstuk 4: vier kijkrichtingen in verhaal en beeld (Van Gossum *et al.*, 2018). Een deel van de verhaallijn is doorgerekend met het ruimtemodel Vlaanderen. De veranderingen in landgebruik per kijkrichting worden beschreven in hoofdstuk 5: de kijkrichtingen doorgelicht (Stevens *et al.*, 2018).

Elke kijkrichting reageert anders op de zes grote uitdagingen voor 2050 die we samen met een gebruikersgroep formuleerden (hoofdstuk 3: Vught *et al.*, 2018). Voor elke uitdaging is een indicatorenset ontwikkeld die de effecten van elke kijkrichting op de uitdaging beschrijft (zie hoofdstuk 5: Stevens *et al.*, 2018). Eén van de zes uitdagingen is: het **tegengaan van biodiversiteitsverlies**. Dit is opgedeeld in drie subuitdagingen: (1) ruimte voor biodiversiteit creëren; (2) versnippering tegengaan; (3) drukken op biodiversiteit verminderen.

In dit technisch achtergrondrapport worden de methodologie en de resultaten beschreven voor de **biodiversiteitsindicator**: "soortenrijkdom planten per km²".

Deze indicator is opgenomen in hoofdstuk 5 van de natuurverkenning 2050 (Stevens *et al.*, 2018).



2050
Culturele identiteit
versterken



2050
De natuur
haar weg laten vinden



2050
De stroom van de
economie benutten



2050
Samenwerken met de
natuur

Inhoudstafel

1	Inleiding	8
2	Doelstelling	8
3	Methodologie	8
3.1	Brondata landgebruik.....	8
4	Methodologie	11
4.1	Biotische variabelen	11
4.2	Verklarende variabelen	11
4.2.1	Landgebruiksk kaart.....	11
4.2.2	Bodemkaart.....	13
4.2.3	PotNat-kaarten.....	13
4.3	Keuze model.....	13
4.4	Keuze indicatoren.....	14
4.4.1	Score per kilometerhok.....	14
4.4.2	Cumulatief aantal soorten	14
4.5	De schaalniveau's	14
4.5.1	Biodiversiteitsscores schaal Vlaanderen	14
4.5.2	Biodiversiteitsscores binnen overstromingsgebieden.....	14
4.5.3	Biodiversiteitsscores binnen SBZ.....	15
5	Resultaten.....	15
5.1	Kaarten schaal Vlaanderen.....	15
5.1.1	Gewogen score biodiversiteit.....	16
5.1.2	Gewogen rodelijstscore	17
5.2	Grafieken.....	18
5.2.1	Schaal Vlaanderen	18
5.2.2	Vergelijken diverse regio's in Vlaanderen	20
5.2.3	Vergelijken cumulatief aantal soorten	24
6	Referenties.....	25

Lijst van figuren

Figuur 1: Landgebruikskaart Vlaanderen met een grid van 100 m ² (bron: Poelmans, 2016)	10
Figuur 2: Gewijzigd landgebruik volgens elke kijkrichting.....	10
Figuur 3A: score potentiële rijkdom aan plantensoorten per IFB-hok voor de actuele toestand, gewogen op zeldzaamheid.....	16
Figuur 3B: voor elke kijkrichting is er per hok een verschilscore berekend ten opzichte van de actuele toestand (kaart 3A) - Oranje duidt op een achteruitgang, groen op een vooruitgang.....	16
Figuur 4A: Gewogen rodelijstscore voor plantensoorten per IFB-hok voor de actuele toestand.....	17
Figuur 4B: voor elke kijkrichting is er per hok een verschilscore berekend ten opzichte van de actuele toestand (kaart 4A). Oranje duidt op een achteruitgang, groen op een vooruitgang.....	17
Figuur 5: dichtheidsplot of continue verdeling van de biodiversiteitsscores binnen Vlaanderen. Elke lijn staat voor een kijkrichting. De totale oppervlakte onder de curve is steeds constant en komt overeen met de spreiding in heel Vlaanderen. Wanneer in vergelijking met het actuele scenario (zwarte lijn) de piek naar rechts verschuift, betekent dit dat het aandeel aan soortenrijke hokken toeneemt. Dit is het meest uitgesproken bij NW (natuur haar weg laten vinden, oranje curve).....	18
Figuur 6A: boxplots van de biodiversiteitsscore voor de actuele toestand en de vier kijkrichtingen.....	19
Figuur 6B: boxplots van de verschilcores. Voor hok is het verschil berekend in biodiversiteitsscore van een kijkrichting tov de actuele toestand. De meerderheid van de hokken kent slechts een geringe verschuiving. Daardoor toont de grafiek een groot aantal outliers	19
Figuur 7A: de biodiversiteitsscores zijn opgedeeld in 4 klassen. De histogram toont het aandeel van de kilometerhokken binnen elke klasse	19
Figuur 7B: voor elk hok is een verschilscore berekend voor de biodiversiteitsscore. De histogram toont de verdeling per klasse. Een negatieve waarde (oranje-bruin) betekent dat de biodiversiteit daalt, een positieve waarde (lichtgroen-donkergroen) betekent dat de biodiversiteit stijgt. De grijze lijn ligt op de helft van het aantal hokken	19
Figuur 8: links - de dichtheidsplots voor de scenario's op schaal Vlaanderen en op schaal van de twee regio's: (1) Overstromingsgebieden en (2) de SBZ's. rechts – de boxplots die dezelfde data weergeven.....	21
Figuur 9: links - de boxplots voor de scenario's op schaal Vlaanderen en op schaal van de twee regio's: (1) overstromingsgebieden en (2) de SBZ's. rechts – de boxplots voor de verschilwaarden van elke kijkrichting ten opzichte van de actuele toestand.	22
Figuur 10A: De figuur toont de verdeling van de biodiversiteitsscores voor de actuele toestand en de vier kijkrichtingen. De schaal gaat van oranje (lage score) tot donkergroen (hoge score). Van boven naar onder: schaal Vlaanderen, binnen overstromingszones	23
Figuur 10B: Rechts – de verdeling van de verschilcores voor elke kijkrichting ten opzichte van de actuele toestand. De licht- tot donkergroene klassen tonen het aandeel van de hokken met een vooruitgang en de oranje tot bruine het aandeel met achteruitgang in biodiversiteit.....	23
Figuur 11: cumulatief aantal soorten bij toenemend aantal hokken. Elke lijn staat voor een kijkrichting.	24

Lijst van tabellen

Tabel 1: Percentage van landgebruik dat gewijzigd werd in elke kijkrichting (zie ook figuur 2)	9
Tabel 2: Overzicht landgebruiksklassen in de landgebruikskaart en groepering volgens de categorieën gebruikt in de modellering	12

1 Inleiding

Biodiversiteit omvat de verscheidenheid en stocks aan genen, soorten, ecosystemen en landschappen en alle ecologische relaties ertussen (Schneiders & Müller, 2017). De **indicator voor biodiversiteit** is hier beperkt tot het soortenniveau: namelijk **het aantal plantensoorten (stock aan soorten) per km²**. Dit vanwege de data-beschikbaarheid voor de modellering.

De aan-/afwezigheidsgegevens van plantensoorten binnen een **IFBL-hok** (schaal 1 km²) zijn verzameld op een gestandaardiseerde wijze binnen een grote steekproef van Vlaanderen. Dit maakt het mogelijk om voor elke soort een model op te stellen die in elk IFB-hok de aan-/afwezigheid voorspelt. De verklarende variabelen zijn landgebruik en abiotische karakteristieken. Een combinatie van deze individuele soortmodellen levert een schatting op van de soortenrijkdom per km² in Vlaanderen.

Vervolgens kunnen deze modellen ingezet worden om de veranderingen in soortenrijkdom te voorspellen bij een gewijzigd landgebruik in 2050.

De **indicator “biodiversiteitsverlies tegengaan”** beschrijft m.a.w. voor elke kijkrichting de verandering in aantal plantensoorten per IFBL-hok.

2 Doelstelling

Zoals aangegeven in het voorwoord zijn er vier kijkrichtingen voor groene infrastructuur tot 2050 doorgerekend. De hypothese die we wensen te testen is of de veranderingen in landgebruik volgens de vier kijkrichtingen ervoor kunnen zorgen dat de **achteruitgang van de biodiversiteit wordt afgeremd**.

Opmaak van het biodiversiteitsmodel:

De eerste onderzoeksvraag luidt: voor welke plantensoorten kan de aan-/afwezigheid op schaal Vlaanderen modelmatig verklaard worden op basis van landgebruikskennmerken en kenmerken van bodem en hydrologie in elk kilometerhok? Kunnen we de gevalideerde modellen inzetten om een inschatting te maken over de relatie landgebruik en soortenrijkdom?

Toepassen van het biodiversiteitsmodel:

De tweede onderzoeksvraag luidt: kunnen we – gebruik makend van bovenstaande modellen - de winst/verlies aan soorten in elke kijkrichting beschrijven? Klopt de hypothese dat de soortenrijkdom in elk van vier kijkrichtingen stijgt? Of wordt de vooruitgang via groene infrastructuur tegengewerkt door andere te verwachten ontwikkelingen zoals bevolkingsgroei of intensivering van de landbouw?

Beperkingen:

De modellen trachten het verband te beschrijven tussen het voorkomen van een specifieke soort en het aanwezige landgebruik in combinatie met bodemtype en hydrologie. In diverse kijkrichtingen zijn later aanpassingen van beheer en inrichting toegevoegd. Zo wordt in de kijkrichting “Culturele identiteit versterken” verondersteld dat heel wat akkerranden afgeboord worden met kleine landschapselementen, of wordt het akker- en graslandbeheer aangepast door het toepassen van duurzamere methoden. Deze bijkomende aanpassingen konden niet meegenomen worden in de modellen. Ze kunnen in de praktijk zeker een extra bijdrage leveren tot het verbeteren van de soortenrijkdom.

3 Methodologie





3.1 Brondata landgebruik

Voor de modellering van de landgebruiksveranderingen zijn we vertrokken vanuit de landgebruikskaart (Lien Poelmans, 2016). De basiskaart is weergegeven in figuur 1. Ze toont het actuele landgebruik. Figuur 1 en Tabel 1 geven aan waar en in welke mate het landgebruik wijzigt volgens de vier kijkrichtingen. In kijkrichting CI verandert slechts 6% van het landgebruik. In de andere kijkrichtingen is dat 9 – 10 %. In 21% van Vlaanderen wordt het

landgebruik minstens in één van de vier kijkrichtingen gewijzigd. Dat betekent ook dat 79% van het landgebruik in Vlaanderen ongewijzigd blijft in heel de scenario-oefening.

Wanneer het landgebruik verandert, verwachten we ook dat de bijhorende soortensamenstelling verandert. De kijkrichtingen zijn zo ontwikkeld dat er telkens ingezet wordt op een vooruitgang van specifieke delen van de groene infrastructuur. De hypothese is dat die veranderingen ervoor zorgen dat biodiversiteitsverlies wordt tegengegaan. Om de potentiële veranderingen te beschrijven is een biodiversiteitsindicator ontwikkeld. In dit rapport wordt de technische achtergrond van die indicator besproken, samen met de resultaten.

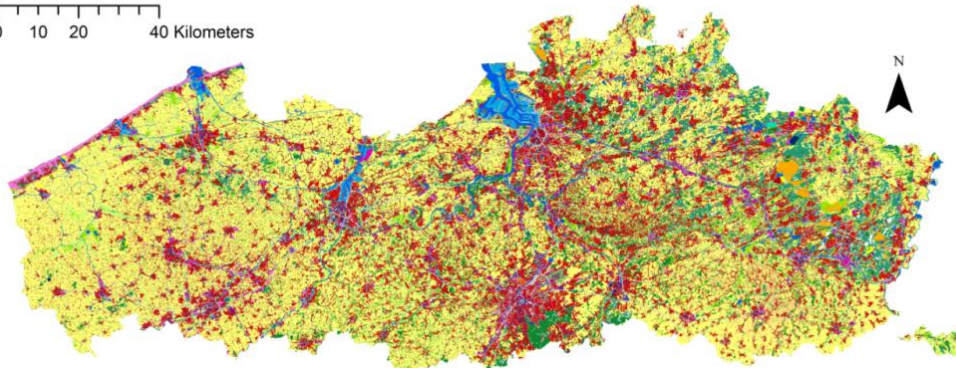
Tabel 1: Percentage van landgebruik dat gewijzigd werd in elke kijkrichting (zie ook figuur 2)

Code	Kijkrichting	% gewijzigd landgebruik
CI 	Culturele identiteit versterken	6
NW 	De natuur haar weg laten vinden	10
SE 	De stroom van de economie benutten	10
SN 	Samenwerken met natuur	9
	Alle kijkrichtingen samen	21

Legende

Actuele landgebruik Vlaanderen

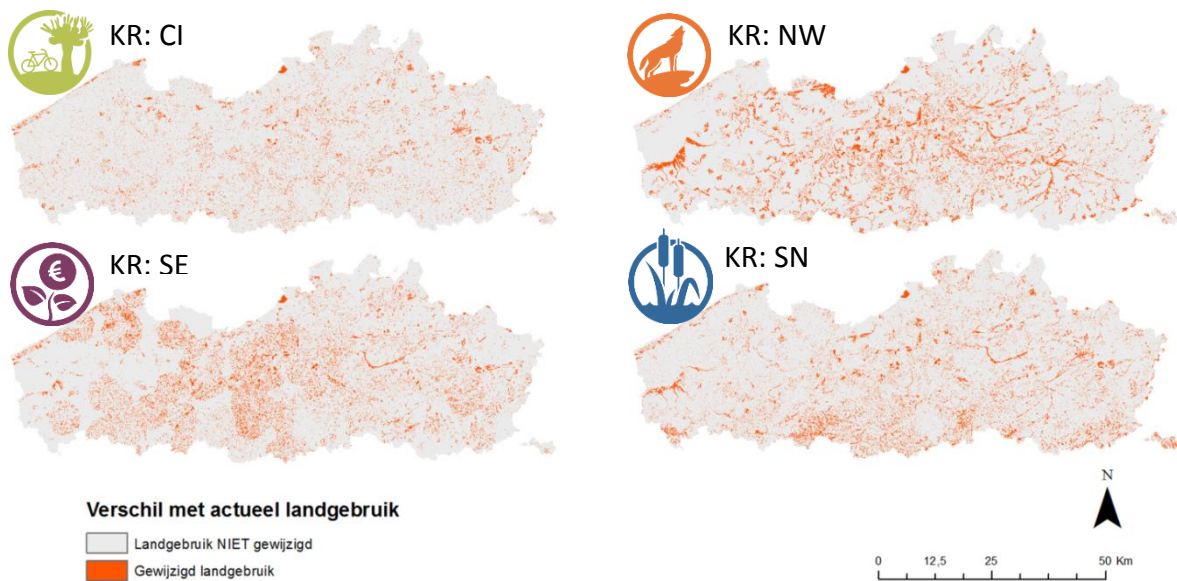
0 10 20 40 Kilometers



Legend

1_Overig laag groen	30_Park	10_Glastuinbouw (serres)
2_Overige bebouwde terreinen	31_Militaire voorziening	11_Lichte industrie
3_Agrarische gebouwen	32_Infrastructuur	12_Zware industrie
4_Niet geregistr. landbouwgrond	33_Zeehaven	13_Afval & afvalwater, waterwinning
21_Bos	34_Water	14_Mijnbouw
22_Grasland	35_Naaldbos	15_Energie
23_Moeras	36_Loofbos	16_Groothandel en transport & verkeer
24_Heide	37_Aluviaal bos	17_Detailhandel en horeca
25_Kustduin	38_Gemengd bos	18_Kantoren en administratie
26_Slik en schorre	5_Productiegrasland	19_Overige diensten
27_Groen in de stad	6_Akker	20_Zelfstandigen
28_Bos geoptimaliseerd	7_Boomgaard (laagstam)	
29_Boomgaard hoogstam	8_Recreatie- en sportterrein	
	9_Residentieel	

Figuur 1: Landgebruikskart Vlaanderen met een grid van 100 m² (bron: Poelmans, 2016)



Figuur 2: Gewijzigd landgebruik volgens elke kijkrichting

4 Methodologie

4.1 Biotische variabelen

Uit de floradatabank (<http://flora.inbo.be>) werden waarnemingen geselecteerd in de periode 2000 - 2017. Enkel de IFBL hokken waarvoor in deze periode minstens 100 soorten werden geobserveerd worden als voldoende goed geïnventariseerd beschouwd (4008 IFBL hokken). Deze hokken worden gebruikt voor de kalibratie van de soortmodellen. Soorten die in deze periode in deze selectie van hokken niet werden waargenomen worden er als afwezig beschouwd.

De IFBL hokken in de grensstreken hebben soms slechts een beperkte bedekking in Vlaanderen. Enkel de hokken met minstens 70% bedekking in Vlaanderen werden geselecteerd, met uitzondering voor de hokken langs de kust en de Grensmaas. In deze regio's werden ook hokken met een kleinere bedekking geselecteerd.

Voor sommige soorten is de ruimtelijke spreiding van de inventarisatie in de floradatabank duidelijk niet gebalanceerd. Dit is het gevolg van gebiedsgerichte studies en het feit dat de hokken voor inventarisaties niet aselect worden gekozen. In de zones die zeer intensief zijn geïnventariseerd werd het aantal hokken beperkt door de 'nearest neighbours' te selecteren uit een ruimtelijke gebalanceerd set van 30000 locaties in Vlaanderen.

Om het voorkomen van soorten te relateren aan landgebruik of bodemtype zijn een minimum aan observaties nodig. Zeer zeldzame soorten (<30 hokken) worden daarom niet weerhouden voor de analyse. Dit geldt eveneens voor zeer algemene soorten. Soorten die in meer dan 80% van hokken voorkomen werden niet weerhouden.

brongegevens: <https://flora.inbo.be/Pages/Common/Default.aspx>

4.2 Verklarende variabelen

Om de aan-/afwezigheid van elke plantensoort modelmatig te voorspellen is er een set van verklarende variabelen samengesteld. Deze bestaat uit:

- een set landgebruikskennmerken zoals oppervlakte bos, bebouwde zone, open ruimte, aantal kilometers wegeninfrastructuur...
- een set bodemkennmerken zoals textuur en diepte grondwatertafel, zuurtegraad...

Elke variabele wordt berekend op het schaalniveau van een IFBL-hok (het invoerformaat van de plantengegevens). Hieronder worden de basiskaarten, ingezet voor de modellering, kort besproken. In bijlage 1 wordt in detail ingegaan op de berekening van elke inputvariabele.

4.2.1 Landgebruiksk kaart

De eerste set van verklarende variabelen wordt berekend op basis van de landgebruiksk kaart die speciaal ontwikkeld is voor deze NARA-S oefening. Het is een rasterkaart met rastergrootte van 10X10m. Deze kaart wordt - met behoud van oppervlakte - opgeschaald naar 100X100m kaart. Deze 100X100 m kaart wordt ingezet om de vier kijkrichtingen 2050 te modelleren (Alaerts et al, 2018). Omdat we de biodiversiteitsindicator ook voor de kijkrichtingen willen berekenen is dat ook de inputkaart voor de soortmodellering. Vermits de rasterkaart de lijnvormige wegeninfrastructuur onvoldoende kan weergeven, is de wegenkaart als aparte invoerlaag meegenomen.

Tabel 2: Overzicht landgebruiksklassen in de landgebruikskaart en groepering volgens de categorieën gebruikt in de modellering

	Landgebruiksklasse 100X100m	Thema	Groepering in model
1	Overig laag groen	natuur	Overig laag groen
2	Bebouwde terreinen	overig	Bebouwing
3	Agrarische gebouwen (uitz. glastuinbouw)	landbouw	Bebouwing
4	Niet geregistreerde landbouwgrond	landbouw	Productiegrasland
5	Productiegrasland	landbouw	Productiegrasland
6	Akker	landbouw	Akker
7	Boomgaard (laagstam)	landbouw	Akker
8	Recreatie- en sportterrein	stedelijk	Recreatie
9	Residentieel	stedelijk	Bebouwing
10	Glastuinbouw (serres)	landbouw	Bebouwing
11	Lichte industrie	stedelijk	Bebouwing
12	Zware industrie	stedelijk	Bebouwing
13	Afval & afvalwater, waterwinning & waterdistributie	stedelijk	Bebouwing
14	Mijnbouw	stedelijk	Overig laag groen
15	Energie	stedelijk	Bebouwing
16	Groothandel en transport & verkeer	stedelijk	Bebouwing
17	Detailhandel en horeca	stedelijk	Bebouwing
18	Kantoren & administratie	stedelijk	Bebouwing
19	Overige diensten	stedelijk	Bebouwing
20	Zelfstandigen	stedelijk	Bebouwing
35	Bos: loofbos (obv detaillering LG 10X10)	bos	Bos: loofbos
36	Bos: naaldbos (obv detaillering LG 10X10)		Bos: naaldbos
22	Grasland	natuur	Halfnatuurlijk grasland
23	Moeras	natuur	Moeras
24	Heide	natuur	Heide
25	Kustduin	natuur	Duinen
26	Slik en schorre	natuur	Slik en schorre
29	Boomgaard hoogstam	natuur	Halfnatuurlijk grasland
30	Park	stedelijk	Recreatie
31	Militaire voorziening	stedelijk	Bebouwing
32	Infrastructuur	stedelijk	Infrastructuur
33	Zeehaven	stedelijk	Infrastructuur
34	Water	water	water
	nieuwe kaarten 2050		
	bos loofbos: geoptimaliseerd	natuur	Bos: loofbos
	extra inputkaart		
	stedelijk groen		stedelijk groen
	Wegenkaart		
	km wegen per hok berekenen		wegeninfrastructuur

Hieronder volgen de variabelen die afgeleid zijn uit de landgebruikskaart en de wegenkaart. Per IFBL-hok (1 km²) worden volgende variabelen berekend.

Urbaan gebied en bebouwde zones: 5 variabelen

- Oppervlakte bebouwing,
- Totale lengte wegeninfrastructuur,
- Oppervlakte recreatiegebied,
- Oppervlakte stedelijk groen.

Landbouw: 2 variabelen

- Oppervlakte akker. Hierbij kan geen onderscheid gemaakt worden tussen de gewassen en het gevoerde beheer.
- Oppervlakte productiegroenland.

De kleine landschapselementen aanwezig binnen beide categorieën konden niet meegenomen worden. In de toekomst zal dit vermoedelijk wel mogelijk worden.

Natuurcategorieën : 9 variabelen

Oppervlakte:

- heide,
- loofbos,
- naaldbos,
- halfnatuurlijk grasland,
- moeras,
- duinen,
- slik en schorre,
- water.

Slik en schorre kwam slechts in een zeer beperkt (7) aantal hokken voor en werd daarom niet weerhouden als variabele. Bebouwing, stadsgroen en wegen vertonen een hoge mate van collineariteit. Daarom werd enkel bebouwing weerhouden voor de verdere analyse.

4.2.2 Bodemkaart

De tweede set van verklarende variabelen wordt afgeleid uit de bodemkaart (bron xxxx). Er is een inschatting gemaakt van:

- bodemtextuur: Eerst wordt aandeel zand, leem, klei binnen elk IFBL-hok berekend. Vervolgens worden de drie variabelen voor de bodemtextuur herleid tot de twee principale componenten van de drie variabelen.
- drainage: gemiddelde vochtklasse per IFBL-hok.

4.2.3 PotNat-kaarten

De derde set van verklarende variabelen wordt afgeleid van de PotNat-kaarten. Deze kaarten zijn opgemaakt om de potenties van bepaalde vegetatietypen in Vlaanderen aan te geven ([zie achtergronddoc](#))(Wouters, et al., 2013):

- Gemiddelde zuurtegraad per IFBL-hok,
- Gemiddelde trofie per IFBL-hok,
- Oppervlakte zilt per IFBL-hok.

De trofiegraad wordt in aanzienlijke mate bepaald door het landgebruik. Deze variabele kan bij een veranderend landgebruik niet constant worden beschouwd (zoals bijvoorbeeld textuur). Er werd daarom geopteerd om trofiegraad niet te weerhouden voor de analyse

4.3 Keuze model

Er werd gekozen voor 'Generalized additive models' (GAM) (Hastie & Tibshirani, 1987) met cubic regression splines met shrinkage ('bs') en maximaal 4 knots. Uit vergelijkende studies tussen verschillende algoritmes blijkt GAM een vrij robuust algoritme dat bij uiteenlopende condities relatief goed scoort (Meynard & Quinn, 2007). Er werd gebruik gemaakt van het biomod2 R-package (Thuiller *et al.*, 2016). Omwille van de uiteenlopende eenheden werden alle verklarende variabelen gestandaardiseerd. De dataset werd opgesplitst in een kalibratie dataset (70%) voor de kalibratie en een evaluatie dataset (30%) voor de modevaluatie. Voor elke soort werd een ensemble van 10 modellen gemaakt waarbij voor ieder model de splitsing tussen de kalibratie en evaluatie dataset opnieuw lukraak werd gekozen.

De modellen werden geëvalueerd op basis van het voorspellend vermogen voor het huidige landgebruik met de 'area under the curve' methode (AUC) of receiver operating characteristic (ROC) (Fawcett, 2006). Enkel de soorten waarvoor de modellen gemiddeld minstens redelijk scoren (> 0.7) worden weerhouden voor de projecties.

In totaal werden de resultaten van de modellering van 426 plantensoorten uit 4008 verschillende hokken weerhouden.

Het relatieve belang van elke variabele werd berekend met de functie 'variabele importance' in biomod2 (Thuiller, Lafourcade, Engler, & Araujo, 2009). De 'variable importance' van een variabele is $1 - \text{de correlatiecoëfficiënt tussen de predicties op basis van de originele data en de de predicties op basis van data waarbij de data voor de variabele in kwestie is gerandomiseerd}$. De scores worden herschaald ten aanzien van de som van de scores voor elke variabele zodat een waarde tussen 0 en 1 wordt bekomen. De randomisatie wordt 10 maal herhaald en de gemiddelde score voor elke variabele wordt berekend.

De resultaten van de individuele modellen voor elke soorten afzonderlijk werden gesommeerd om te komen tot het aantal soorten per hok (stacked species distribution model). Hiervoor kan ofwel de kans op voorkomen voor alle soorten worden gesommeerd ofwel eerst de kans op voorkomen getransformeerd in een binaire waarde (presence/absence) en daarna alle presences gesommeerd. Voor elk model wordt een threshold bepaald. Een kans op voorkomen groter dan deze threshold wordt een presence, een kans kleiner dan de threshold een absence. Beide benaderingen hebben voor- en nadelen (Dubuis *et al.*, 2011). Omdat de data weinig gebalanceerd is werd in deze studie geopteerd voor de som van de binaire output. De threshold werd zodanig gekozen dat de kappa statistiek is geoptimaliseerd. Dit geeft de kleinste afwijking tussen het aantal soorten in de kalibratiedataset per hok en het voorspelde aantal soorten per hok.

Alle berekeningen en scripts zijn te consulteren op <https://github.com/inbo/nara-s-biodiv>.

4.4 Keuze indicatoren

4.4.1 Score per kilometerhok

Elke soort per hok is apart gemodelleerd. Op basis van die data kan je diverse scores berekenen als maat voor soortenrijkdom. Volgende outputscores kunnen berekend worden.

1. **Totaal aantal soorten** per ifbl hok.
2. **Gewogen score biodiversiteit** per ifbl hok: deze score is een combinatie van het aantal en de zeldzaamheid van de soorten per hok. Elke soort krijgt een gewicht op basis van de frequentie waarmee die soort in Vlaanderen voorkomt (1 / prevalentie). De meest zeldzame soorten krijgen een hoge score, veelvoorkomende soorten een lage score;
3. **Totaal aantal rodelijstsoorten** per ifbl hok: enkel de soorten die tot één van de rodelijstcategorieën behoort wordt meegenomen;
4. **Gewogen Rodelijstscore** per ifbl hok: deze score is een combinatie van het aantal rode lijstsoorten en de rodelijstcategorie. Elke rodelijstsoort krijgt een gewicht op basis van de rodelijstcategorie.

In dit technisch achtergrondrapport tonen we de resultaten voor score 2 en 4.

4.4.2 Cumulatief aantal soorten

Naast een score per hok wordt ook het **cumulatief aantal soorten** berekend over alle hokken. Hoe sneller het cumulatief aantal soorten stijgt, hoe diverser en soortenrijker de hokken zijn.

4.5 De schaalniveau's

4.5.1 Biodiversiteitsscores schaal Vlaanderen

Het natuurrapport focust in eerste instantie op de veranderingen die zich voordoen op schaal Vlaanderen. Zo worden per kijkrichting diverse indicatoren vergeleken met de uitgangssituatie. Er worden met andere woorden verschilkaarten gemaakt die aangeven waar de biodiversiteit er – ten gevolge van landgebruiksveranderingen – vermoedelijk op vooruit-/achteruit gaat.

4.5.2 Biodiversiteitsscores binnen overstromingsgebieden

Naast schaal Vlaanderen zijn we geïnteresseerd in hoeverre specifieke zones beter of slechter scoren. Vermits het ruimtemodel expliciet inzet op een ander landgebruik binnen overstromingsgebieden, wordt er naast schaal Vlaanderen ook gekeken in hoeverre landgebruiksveranderingen binnen overstromingsgebieden meer/minder bijdragen tot de potentiële toename in soortenrijkdom.

Het IFBL-raster is gelinkt aan het raster van de overstromingen. Deze kaart geeft aan welke zones er modelmatig eens om de 10, 100 of 1000 jaar zullen overstromen. De IFBL-rastercellen waarbinnen minstens 1 ha overstromingsgebied gelegen is, zijn geselecteerd. Vervolgens werden voor deze selectie van rastercellen dezelfde indicatoren berekend als op schaal Vlaanderen.

4.5.3 Biodiversiteitsscores binnen SBZ

Vermits speciale beschermingszones (SBZ) zowel potentieel als beleidsmatig, afgebakend zijn om specifieke natuurdoelen te realiseren, is het bijkomend ook interessant om na te gaan in hoeverre de kijkrichtingen bijdragen tot de biodiversiteit binnen de SBZ's. Het testen van het al dan niet behalen van de natuurdoelen is niet haalbaar. Daarvoor zijn de landgebruiksklassen niet gedetailleerd genoeg. Wat wel getest kan worden is of er potentieel een toename aan plantensoorten verwacht wordt binnen de kijkrichtingen binnen de SBZ's.

Het IFBL-raster werd gelinkt aan de kaart van de SBZ's en elke rastercel die voor 25% of meer aangeduid is als SBZ werd weerhouden. Vervolgens werden voor deze selectie van rastercellen dezelfde indicatoren berekend als op schaal Vlaanderen.

5 Resultaten

De resultaten kunnen weergegeven worden als kaart of grafiek. De scores kunnen voor elke situatie (actuele toestand of toestand in één van de vier kijkrichtingen) bekeken en geïnterpreteerd worden. Daarnaast kan de voor-/achteruitgang van een kijkrichting ten opzichte van de actuele toestand berekend worden door verschilkaarten te maken of figuren die de verandering tonen. We geven hieronder een aantal voorstellingsmogelijkheden:

- **Kaarten** met de verschillende biodiversiteitsscores en kaarten met de verschilcores per kijkrichting.
- **Densiteitsplot** of "density plot": Deze curve visualiseert de distributie van de data over een continu interval. Hier geeft het de verdeling weer van biodiversiteitsscores voor de hokken (1) van heel Vlaanderen, (2) binnen de overstromingsgebieden en (3) binnen de Speciale beschermingszones (SBZ's). De pieken geven de scores aan die het vaakst voorkomen. Wanneer de piek in een densiteitsplot bij een bepaalde kijkrichting naar rechts verschuift, betekent dit dat de score verbetert.
- **Boxplot**: deze geeft in één oogopslag de verdeling weer van de scores. De "box" bestaat uit een mediaanwaarde (midden), 25 percentiel (ondergrens) en 75 percentiel (bovengrens). Dat betekent dat 75% van de totale oppervlakte een score heeft die door de box begrensd wordt. De lijnen of "whiskers" geven standaard maximaal (punt binnen) 1,5 keer de lengte aan van de box, terwijl de punten de outliers tonen. Outliers zijn waarden die buiten de range van de plot vallen.
- **Gestapelde histogram** of "Stacked bar plot": hier worden de biodiversiteitswaarden of verschilwaarden in klassen verdeeld en het aantal hokken per klasse wordt weergegeven. De som is altijd de volledige oppervlakte en dus gelijk voor alle scenario's of kijkrichtingen.

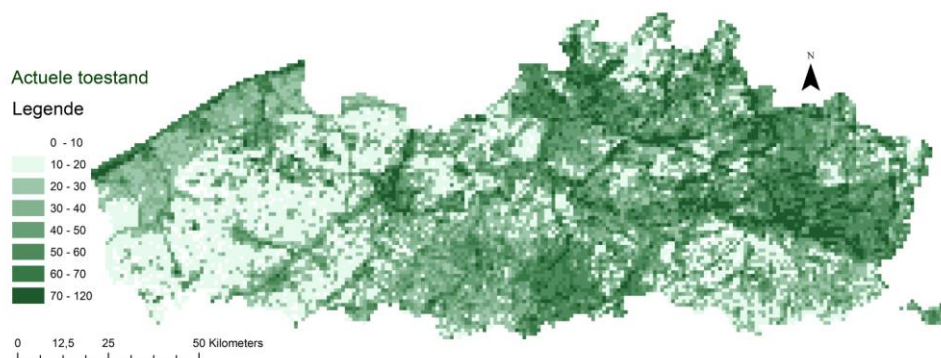
5.1 Kaarten schaal Vlaanderen

In de actuele situatie (figuur 3A en 4A) is zijn de biodiversiteitsscores (gewogen score biodiversiteit en gewogen rodelijscore) het hoogst in de Kempen en de valleigebieden en het laagst in intensieve landbouwgebieden zoals in een groot deel van West-Vlaanderen. De hoge score in de Kempen wordt versterkt wanneer we enkel naar rodelijssoorten kijken.

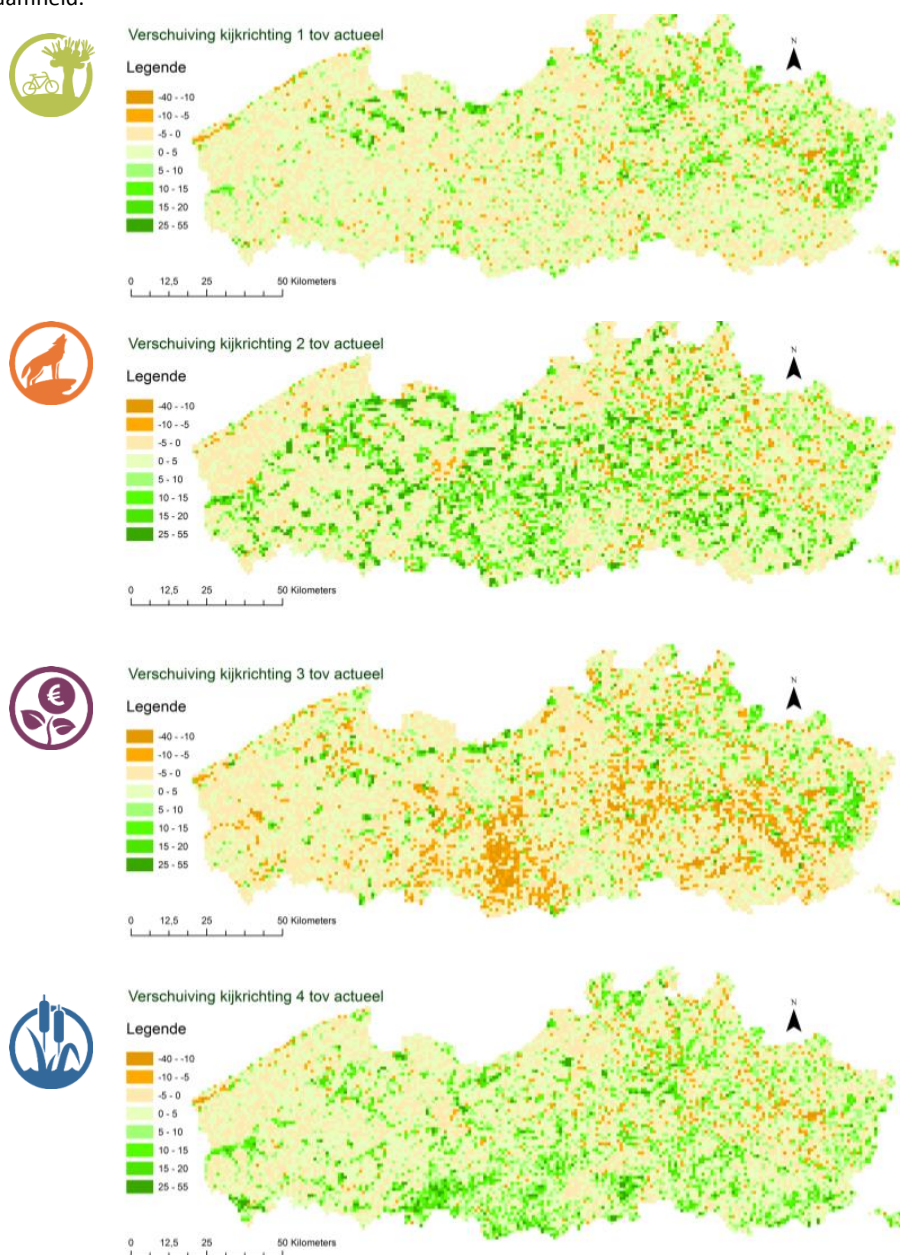
In vergelijking met de uitgangssituatie gaat de soortenrijkdom er in drie van de vier kijkrichtingen op vooruit. De sterkste toename zien we in de valleigebieden (door uitbreiding van bos en moeras in overstromingszones) en in het zuiden van Vlaanderen door het toepassen van anti-erosiemaatregelen.

De zones in de "stroom van de economie benutten" die erop achteruit gaan, hangen samen met de omzetting van grasland naar akker en van halfnatuurlijk grasland naar productiegasland. Die omzetting heeft plaats omdat in dat scenario de landbouwproductie wordt opgedreven. Hierbij is het dus heel belangrijk dat de nodige beheermaatregelen genomen worden om die potentiële achteruitgang te beperken.

5.1.1 Gewogen score biodiversiteit



Figuur 3A: score potentiële rijkdom aan plantensoorten per IFB-hok voor de actuele toestand, gewogen op zeldzaamheid.

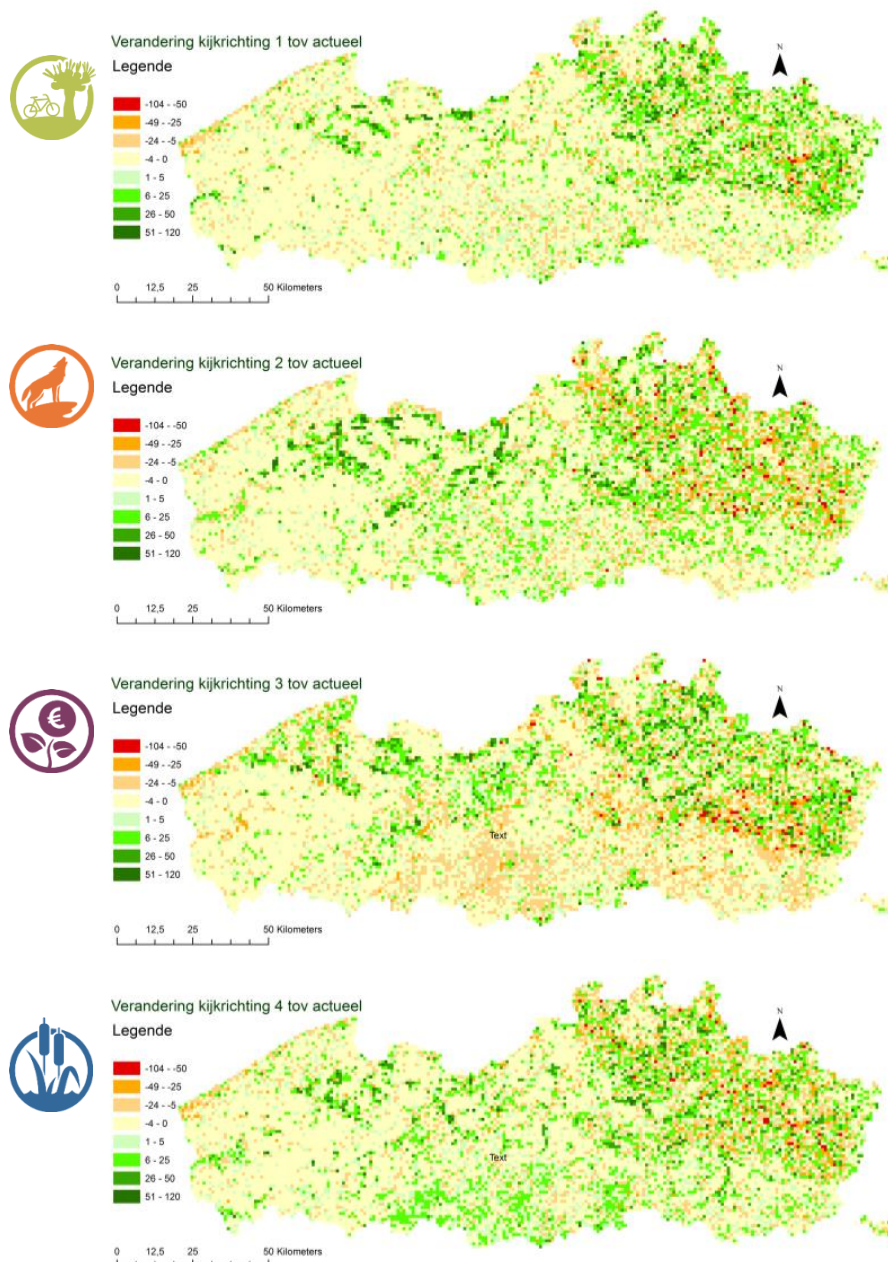


Figuur 3B: voor elke kijkrichting is er per hok een **verschilscore** berekend ten opzichte van de actuele toestand (kaart 3A) - Oranje duidt op een achteruitgang, groen op een vooruitgang.

5.1.2 Gewogen rodelijstscores



Figuur 4A: Gewogen rodelijstscores voor plantensoorten per IFB-hok voor de actuele toestand.



Figuur 4B: voor elke kijkrichting is er per hok een verschillscore berekend ten opzichte van de actuele toestand (kaart 4A). **Oranje** duidt op een achteruitgang, **groen** op een vooruitgang.

5.2 Grafieken

5.2.1 Schaal Vlaanderen

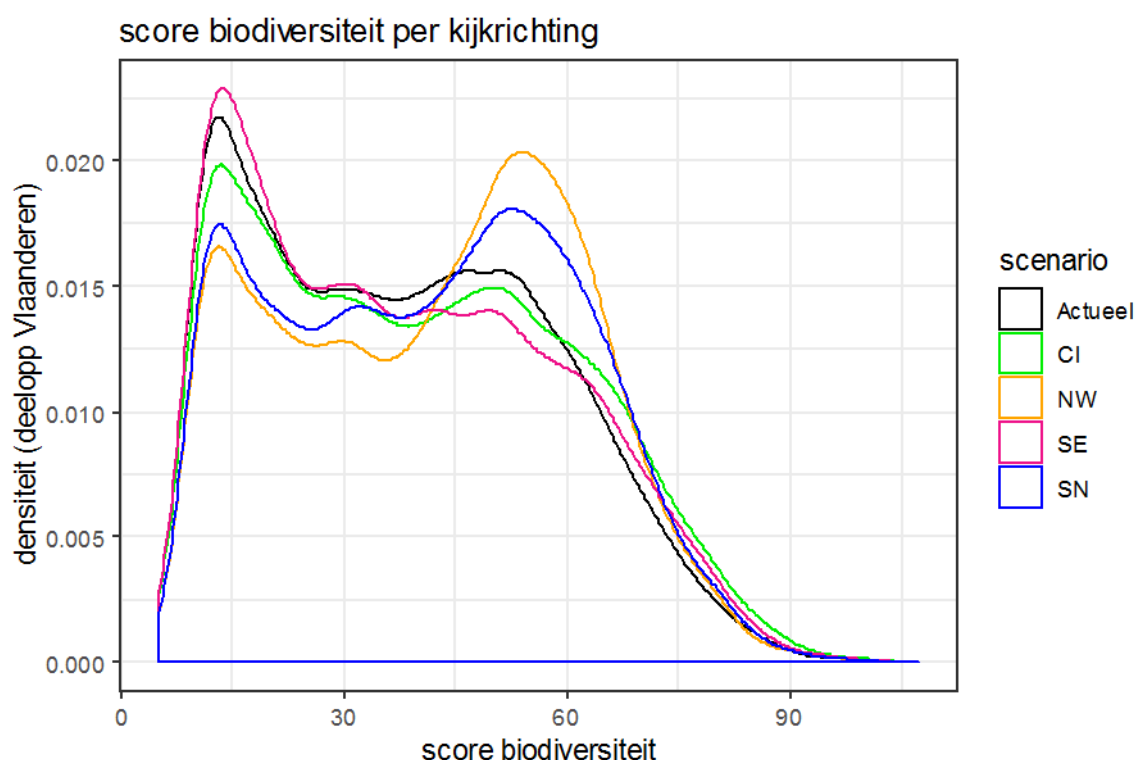
De kaarten hierboven worden op drie manieren samengevat in een grafiek: densiteitsplot, boxplot en gestapelde histogram. Ze tonen alle drie hetzelfde. Het aantal hokken met een hoge soortenrijkdom is het hoogst in kijkrichting 2 en 4.

Figuur 5 toont de densiteitsplot voor de gewogen biodiversiteitsscore. De zwarte lijn toont de verdeling in de actuele toestand, de vier kleuren tonen de verdeling per kijkrichting. Het is duidelijk te zien dat vooral NW en SN opschuiven naar rechts, wat betekent dat deze kijkrichtingen de grootste winst maken in biodiversiteit. De piek bij lage soortenrijkdom daalt en de piek bij hoge soortenrijkdom stijgt.

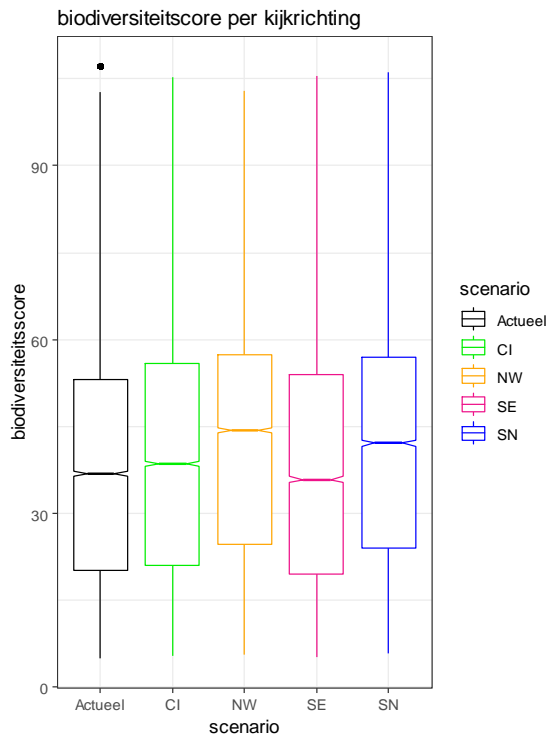
Dezelfde trend is te zien in de boxplots en in de histogram.

In de boxplots (6A) zie je dat de mediaanwaarden voor kijkrichting 2 en 4 hoger liggen. Het verschil tussen kijkrichting 2 en vier is minder duidelijk. De verschillen (6B) die voor elk hok aangeven of de soortenrijkdom er stijgt of daalt tonen eveneens de sterkere stijging bij kijkrichting 2 en 4.

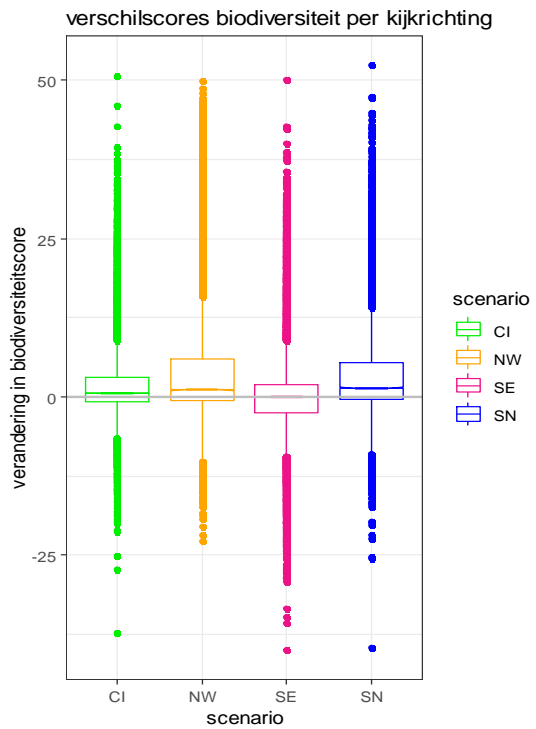
De gestapelde histogrammen (7A en 7B) tonen dezelfde resultaten. Deze histogrammen zijn makkelijk te interpreteren en werden dan ook geselecteerd voor hoofdstuk 5 (Stevens *et al.*, 2018). De figuur is wel subjectiever in die zin dat het eindresultaat mee bepaald wordt door de klassengrenzen die gekozen worden.



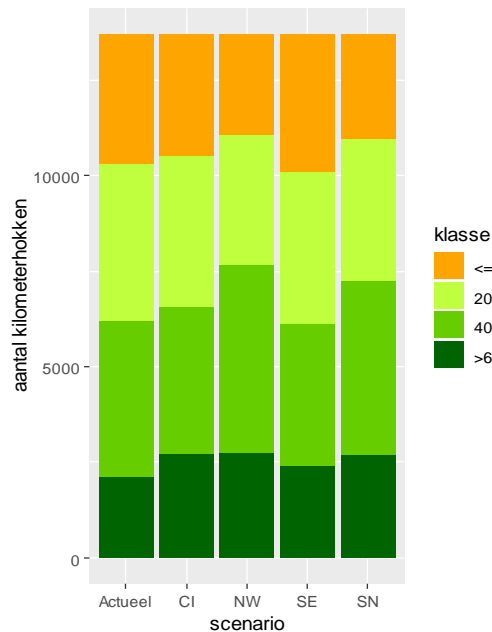
Figuur 5: densiteitsplot of continue verdeling van de biodiversiteitsscores binnen Vlaanderen. Elke lijn staat voor een kijkrichting. De totale oppervlakte onder de curve is steeds constant en komt overeen met de spreiding in heel Vlaanderen. Wanneer in vergelijking met het actuele scenario (zwarte lijn) de piek naar rechts verschuift, betekent dit dat het aandeel aan soortenrijke hokken toeneemt. Dit is het meest uitgesproken bij NW (natuur haar weg laten vinden, oranje curve).



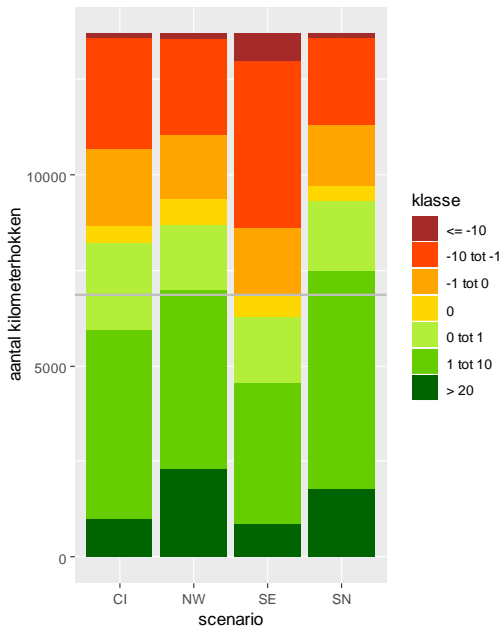
Figuur 6A: boxplots van de biodiversiteitscore voor de actuele toestand en de vier kijkrichtingen



Figuur 6B: boxplots van de verschilscores. Voor hok is het verschil berekend in biodiversiteitscore van een kijkrichting tov de actuele toestand. De meerderheid van de hokken kent slechts een geringe verschuiving. Daardoor toont de grafiek een groot aantal outliers.



Figuur 7A: de biodiversiteitscores zijn opgedeeld in 4 klassen. De histogram toont het aandeel van de kilometerhokken binnen elke klasse.



Figuur 7B: voor elk hok is een verschilscore berekend voor de biodiversiteitscore. De histogram toont de verdeling per klasse. Een negatieve waarde (oranje-bruin) betekent dat de biodiversiteit daalt, een positieve waarde (lichtgroen-donkergroen) betekent dat de biodiversiteit stijgt. De grijze lijn ligt op de helft van het aantal hokken.

5.2.2 Vergelijken diverse regio's in Vlaanderen

Dezelfde oefening kan uitgevoerd worden op bepaalde regio's waarop we de focus willen leggen. We wensen na te gaan:

- in hoeverre de scores sterker variëren **binnen overstromingszones**. Vooral NW (kijkrichting 2) en SN (kijkrichting 4) zetten daarop in: NW vanwege de extra kansen in die zones om natuurlijke rivier- en valleiprocessen te stimuleren; SN vanwege de vele ecosysteemdiensten die in overstromingszones versterkt kunnen worden.
- In hoeverre de scores sterker variëren **binnen Speciale beschermingszones (SBZ's)**. Dit omdat deze zones beschermd blijven in de vier kijkrichtingen, waardoor de kansen ook toenemen dat in die zones extra natuur wordt gecreëerd binnen het ruimtemodel en dat dit bijgevolg ook de biodiversiteitswaarden doet stijgen.

De resultaten worden opnieuw getoond in densiteitsplots, boxplots en histogrammen.

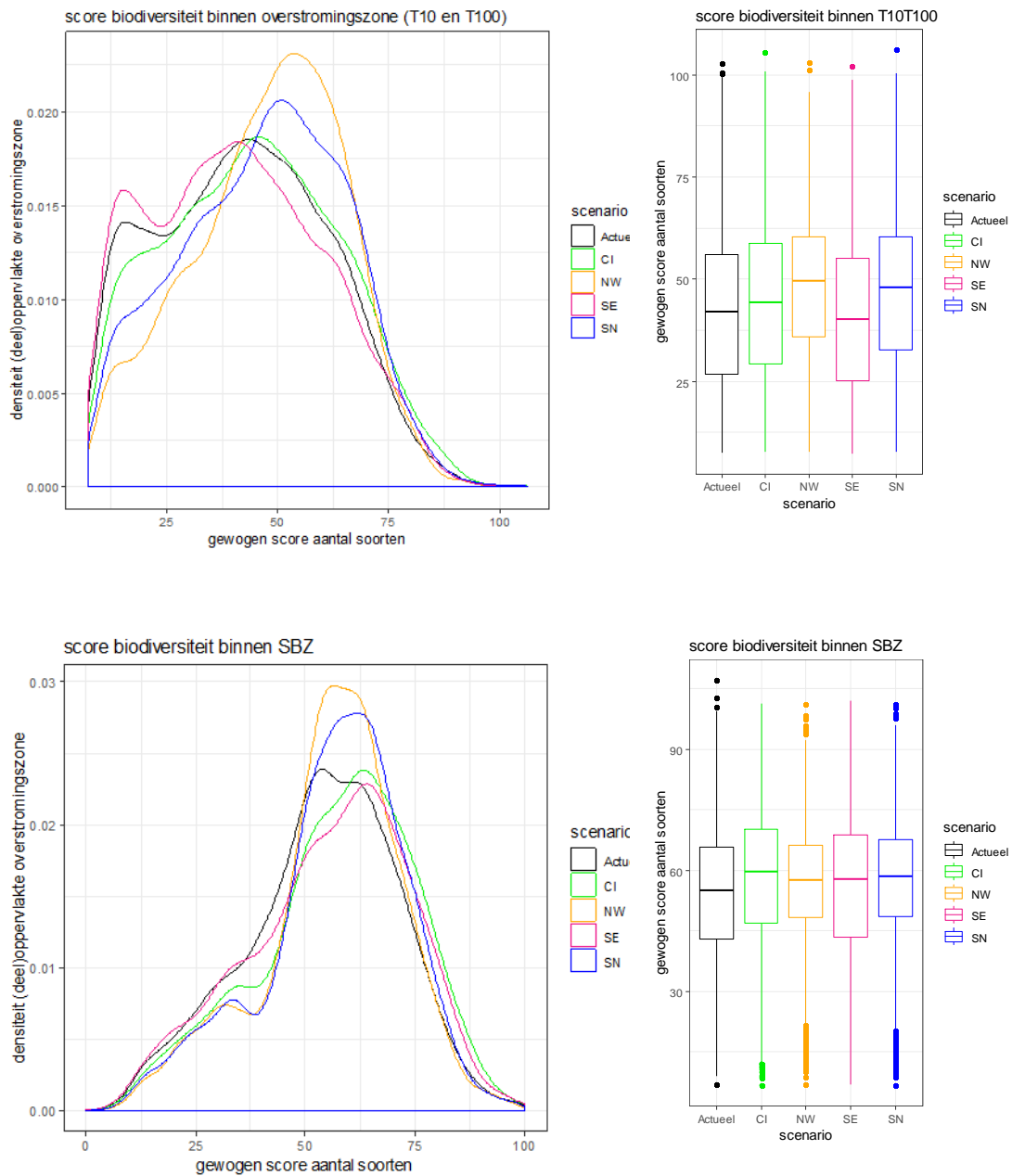
In overstromingsgebieden:

De densiteitplot (figuur 8) toont dezelfde twee pieken die duiden op een groter aantal soortenrijke hokken binnen overstromingsgebied voor NW en SN. Dit bewijst dat daar ook de belangrijkste veranderingen plaatsvinden. Hetzelfde patroon zie je bij de boxplots en de gestapelde histogrammen (figuur 9 en 10).

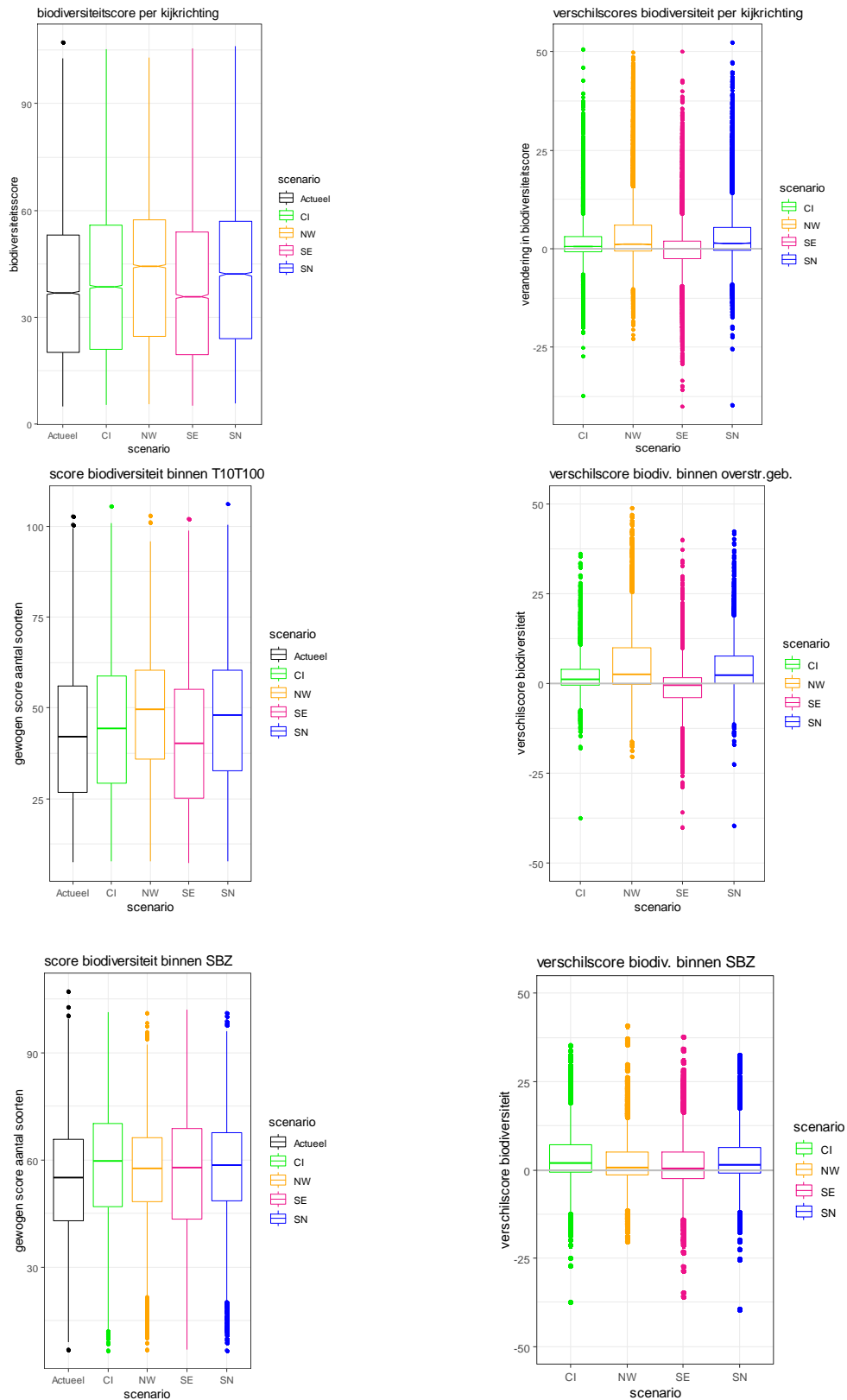
In NW en SN wordt meer ingezet op herstel van valleigebieden. In NW gaat het vooral om de natuurlijke rivier- en valleiprocessen te herstellen. Deze kijkrichting kent de grootste stijging in biodiversiteitsscores. In SN gaat er veel aandacht naar optimaliseren van overstromingszones om schade te vermijden. Ook hier stijgen de biodiversiteitsscores. SE scoort het minst, omdat er in deze kijkrichting toegestaan wordt dat privé-eigenaars nog bouwen in valleigebieden. Zo kunnen zij kiezen voor een aangepaste woning (bv paalwoning) met zicht op de rivier.

In SBZ:

Vermits CI en SN meer gericht zijn op “verweven” en op herstel van cultuurhistorische landschappen scoren zij binnen SBZ beter dan kijkrichting 3 en 4. Cultuurhistorische landschappen zoals heide behoren immers tot de Natura 2000 doelen. In NW wordt veel heide verbost omdat er vooral ingezet wordt op spontane natuurontwikkeling. Heide vergt een strikt beheer voor instandhouding.

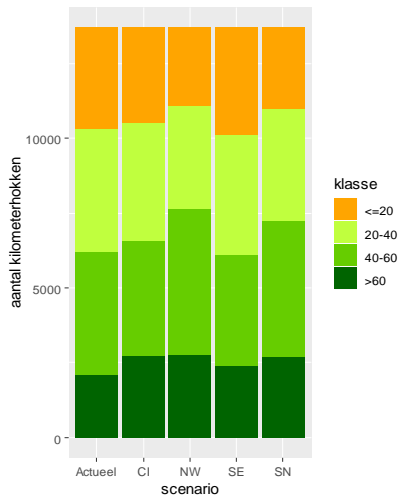


Figuur 8: links - de densiteitsplots voor de scenario's op schaal Vlaanderen en op schaal van de twee regio's: (1) Overstromingsgebieden en (2) de SBZ's. rechts – de boxplots die dezelfde data weergeven.

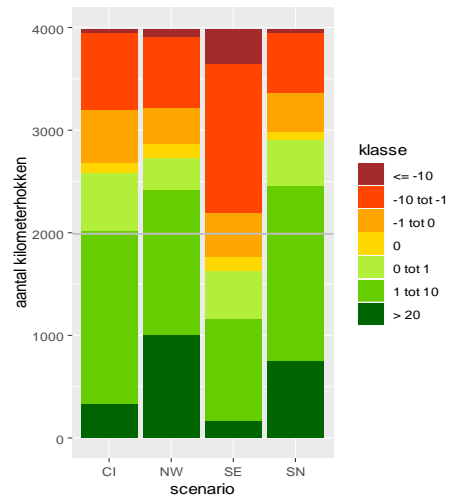


Figuur 9: links - de boxplots voor de scenario's op schaal Vlaanderen en op schaal van de twee regio's: (1) overstromingsgebieden en (2) de SBZ's. rechts – de boxplots voor de verschilwaarden van elke kijkrichting ten opzichte van de actuele toestand.

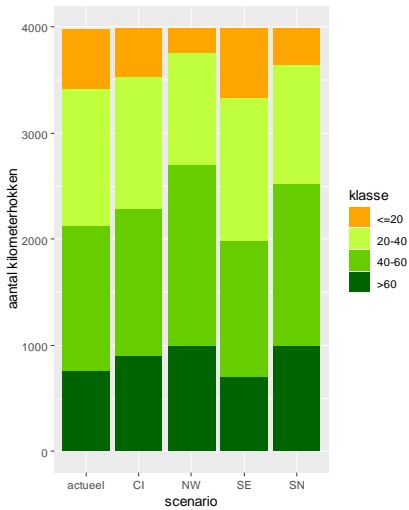
Biodiversiteitsscore schaal Vlaanderen



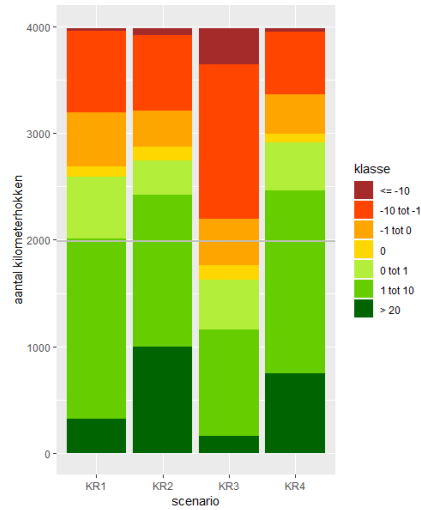
Verschilsscore schaal Vlaanderen



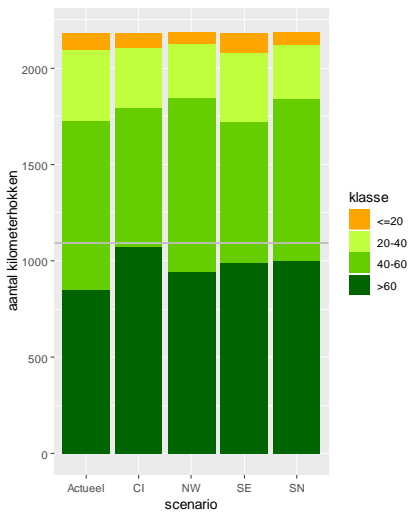
Binnen overstromingszones



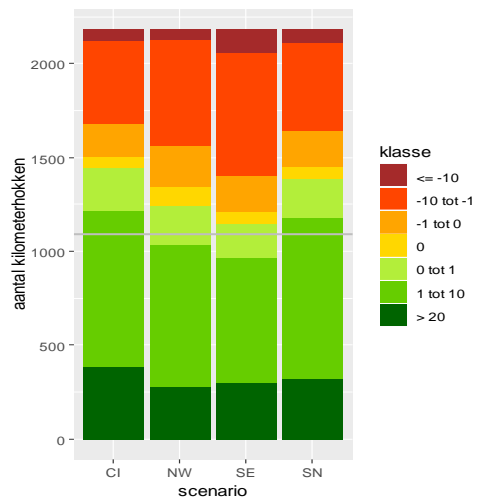
Verschilsscore binnen overstromingszone



binnen SBZ



Verschilsscore binnen SBZ

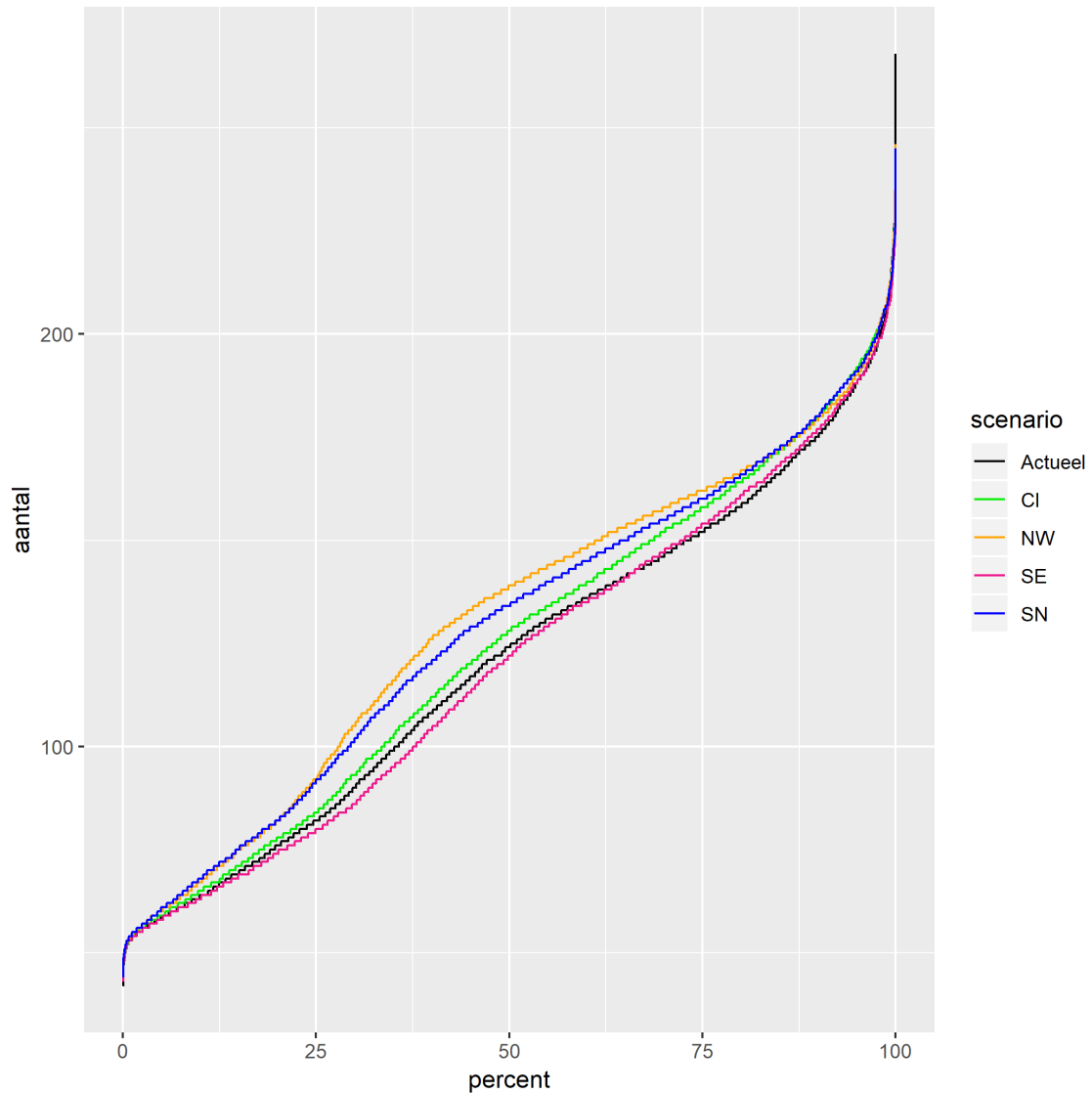


Figuur 10A: De figuur toont de verdeling van de biodiversiteitsscores voor de actuele toestand en de vier kijkrichtingen. De schaal gaat van oranje (lage score) tot donkergroen (hoge score). Van boven naar onder: schaal Vlaanderen, binnen overstromingszones

Figuur 10B: Rechts – de verdeling van de verschilsscores voor elke kijkrichting ten opzichte van de actuele toestand. De licht- tot donkergroene klassen tonen het aandeel van de hokken met een vooruitgang en de oranje tot bruine het aandeel met achteruitgang in biodiversiteit

5.2.3 Vergelijken cumulatief aantal soorten

De biodiversiteitsscores worden berekend per hok. Bovenstaande analyses geven aan hoeveel hokken (potentieel) meer of minder soorten bevatten. Anderzijds is het ook belangrijk om na te gaan of er tussen de hokken ook voldoende diversiteit is. Wanneer je het cumulatief aantal soorten weergeeft, kan je nagaan bij welke kijkrichting de snelste stijging optreedt. Hoe sneller de stijging, hoe meer extra soorten erbij komen. Opnieuw toont deze grafiek de snelste stijging voor NW (kijkrichting 2).



Figuur 11: cumulatief aantal soorten bij toenemend aantal hokken. Elke lijn staat voor een kijkrichting.

6 Referenties

- Dubuis A., Pottier J., Rion V., Pellissier L., Theurillat J.-P., Guisan A. (2011). Predicting spatial patterns of plant species richness: a comparison of direct macroecological and species stacking modelling approaches. *Diversity and Distributions* 17: 1122–1131.
- Fawcett T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters* 27: 861–874.
- Hastie T., Tibshirani R. (1987). Generalized Additive-Models - Some Applications. *Journal of the American Statistical Association* 82: 371–386.
- Meynard C.N., Quinn J.F. (2007). Predicting species distributions: a critical comparison of the most common statistical models using artificial species. *Journal of Biogeography* 34: 1455–1469.
- Poelmans L. (2016). Landgebruiksbestand voor Vlaanderen, referentiejaar 2013. VITO, Mol: 81 p.
- Stevens M., Alaerts K., Van Reeth W., Schneiders A., Michels H., Van Gossum P., Vught I. (2018). Natuurverkenning 2050. Hoofdstuk 5: De kijkrichtingen doorgelicht. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (85): Brussel.
- Thuiller W., Georges D., Engler R., Breiner F. (2016). biomod2: Ensemble Platform for Species Distribution Modeling. R package version 3.3-7.
- Van Gossum P., Schneiders A., Van Reeth W., Alaerts K., Michels H., Stevens M., Vught I. (2018). Natuurverkenning 2050. Hoofdstuk 4: Vier kijkrichtingen in verhaal en beeld. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (84): Brussel.
- Vught I., Alaerts K., Michels H., Schneiders A., Stevens M., Van Gossum P., Van Reeth W. (2018). Natuurverkenning 2050. Hoofdstuk 3: Uitdagingen en drijvende krachten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (83): Brussel.