



Vlaanderen
is wetenschap

Natuurverkenning 2050

Hoofdstuk 5: De kijkrichtingen doorgelicht

Maarten Stevens, Katrijn Alaerts, Wouter Van Reeth, Anik Schneiders, Helen Michels,
Peter Van Gossum, Inne Vught

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Maarten Stevens, Katrijn Alaerts, Wouter Van Reeth, Anik Schneiders, Helen Michels, Peter Van Gossum, Inne Vught
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:

Maarten.Stevens@inbo.be

Wijze van citeren:

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). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: doi.org/10.21436/inbor.15597808

D/2018/3241/319

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (85)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Zwinmonding

Dankwoord:

Speciale dank gaat uit naar Niko Boone (INBO), Lieve Vriens (INBO) en Igor Struyf (VMM-MIRA) voor hun waardevolle suggesties tijdens de opmaak van dit rapport.



Natuurverkenning 2050

Hoofdstuk 5: De kijkrichtingen doorgelicht

Maarten Stevens, Katrijn Alaerts, Wouter Van Reeth, Anik Schneiders, Helen Michels, Peter Van Gossum, Inne Vught

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (85)

Voorwoord

Elke twee jaar rapporteert het INBO met het Natuurrapport (NARA) aan de Vlaamse overheid, het middenveld en het brede publiek over de toestand van de natuur in Vlaanderen en de voortgang van het beleid. NARA 2018 of de Natuurverkenning 2050 vormt het sluitstuk van een driedelig ecosysteemassessment voor Vlaanderen. Ecosystemen leveren ons heel wat 'ecosysteemdiensten' of natuurvoordelen, die onmisbaar zijn voor ons welzijn en onze welvaart. In NARA 2014 rapporteerden we over de toestand en de trend van de ecosystemen in Vlaanderen, en van de ecosysteemdiensten die ze ons leveren. NARA 2016 toonde hoe het beleid en belanghebbenden bij hun besluitvorming op verschillende manieren meer aandacht kunnen hebben voor die ecosysteemdiensten. Alle rapporten en samenvattende documentatie hiervan zijn online beschikbaar [op de website van het INBO](#).

De Natuurverkenning 2050 onderzoekt vier scenario's of 'kijkrichtingen' voor de ontwikkeling van groene infrastructuur in Vlaanderen. De tijdshorizon is 2050. Zowel op Europees, Vlaams als lokaal beleidsniveau wordt groene infrastructuur voorgesteld als strategie om de kwaliteit van onze leefomgeving te verhogen, onze biodiversiteit beter te beschermen, ons beter te beschermen tegen de gevolgen van de klimaatverandering en op een slimmere, meer geïntegreerde manier met onze schaarse ruimte om te gaan (EC 2013, p.20).

Voor u ligt hoofdstuk 5 van het technisch rapport, dat opgebouwd is uit 5 hoofdstukken:

- Hoofdstuk 1 – Wat, waarom en hoe?: We geven een wetenschappelijke onderbouwing voor de gemaakte keuzes in dit scenarioreport: op welke manieren kan je de toekomst verkennen, welke optie kozen wij en waarom?
- Hoofdstuk 2 - Groene infrastructuur definiëren: We bespreken de uitdagingen bij het definiëren van groene infrastructuur, de historie in Europa en Vlaanderen en hoe we samen met een gebruikersgroep dit begrip hebben gedefinieerd.
- Hoofdstuk 3 - Drijvende krachten en uitdagingen: Naast de drijvende krachten die groene infrastructuur beïnvloeden, beschrijven we de uitdagingen die daaruit voortvloeien en die de gebruikersgroep als de meest relevante beschouwde.
- Hoofdstuk 4 - Vier kijkrichtingen in verhaal en beeld: Door middel van verhalen en beelden beschrijven we vier uiteenlopende toekomstvisies of kijkrichtingen die de evolutie van de natuur en de groene infrastructuur in Vlaanderen zouden kunnen bepalen. De verhaallijnen zijn een vertaling van de kijkrichtingen op Europees niveau (Nature Outlook, PBL).
- Hoofdstuk 5 – De kijkrichtingen doorgelicht: We brengen voor elke kijkrichting de effecten van de keuzes op de uitdagingen kwalitatief en kwantitatief in beeld. Verder gaan we na of de kijkrichtingen stand houden bij veranderingen in de moeilijk voorspelbare drijvende krachten zoals consumptie en levensstijl, technologie, de ruimtelijke schaal van governance en de klimaatverandering.

Het geheel is gebundeld in een syntheserapport dat bedoeld is als samenvatting voor het beleid en een breder publiek.

De Natuurverkenning 2050 werd begin 2019 in het Vlaams Parlement voorgesteld aan de Vlaamse minister van Omgeving, Natuur en Landbouw, en aan een brede doelgroep van beleidsverantwoordelijken, experts, belanghebbenden en geïnteresseerden.

Samenvatting

Elke kijkrichting formuleert een strategie die steunt op groene infrastructuur om een aantal belangrijke maatschappelijke uitdagingen op te lossen. De bijhorende verhaallijnen bespreken het landschap, het waardenpatroon, de sociale organisatie en het kennis- en technologiesysteem die een kijkrichting vorm geven. In dit hoofdstuk beoordelen we de kijkrichtingen op hun doeltreffendheid in het aanpakken van de uitdagingen. We steunen daarbij op zowel kwantitatieve als kwalitatieve methodes. Bij de kwantitatieve benadering simuleren we voor elke kijkrichting een landgebruikskaart die de toestand van de ruimte in 2050 verbeeldt. Op basis daarvan berekenen we een groot aantal ruimtelijke indicatoren waarmee we de effecten van de groene-infrastructuurmaatregelen op de uitdagingen analyseren. Complementair daarmee worden de effecten van de kijkrichtingen op een kwalitatieve manier ingeschat door een aantal experts. In een robuustheidsanalyse evalueren we ten slotte in welke mate de kijkrichtingen stand houden onder mogelijke divergerende ontwikkelingen van enkele kritische drijvende krachten.

Kijkrichting *de natuur haar weg laten vinden* (NW) creëert de meeste ruimte voor natuur. Daardoor wordt die natuur robuuster voor verstoringen zoals de klimaatverandering. Omdat spontane natuurontwikkeling veel kansen krijgt, neemt de bosoppervlakte sterk toe. Dit gaat ten koste van open natuurtypes zoals heide en graslanden, zodat de Europese natuurdoelen minder haalbaar worden. De grote stukken natuur in en buiten steden verhogen de woon- en leefkwaliteit en helpen zowel bij klimaatmitigatie als -adaptatie. Door de klemtoon op natuurwaarden, legt de kijkrichting echter ook beperkingen op aan het gebruik van de natuur. Bovendien gaat de sterke uitbreiding van natuur ten koste van landbouw. Daardoor kunnen sommige uitdagingen, zoals de voedselzekerheid verbeteren of toegankelijk groen voorzien, vergroten. De verdere intensivering van de landbouw maakt de kijkrichting afhankelijk van technologische ontwikkelingen om de milieudruk te verlagen. Daardoor bestaat het risico dat de uitdagingen rond biodiversiteit en waterkwaliteit niet adequaat aangepakt kunnen worden.

De kijkrichtingen *de culturele identiteit versterken* (CI) en *samenwerken met natuur* (SN) zetten elk vanuit een andere motivatie in op landschappelijke verwevenheid. Waar lokale verbondenheid en landschapsidentiteit sturend zijn bij CI, ligt de klemtoon in SN op het optimaliseren van natuurlijke processen in functie van maatschappelijke noden. Door die verwevenheid hebben beide kijkrichtingen een positief effect op de meeste uitdagingen, al is de effectiviteit van SN groter door de gerichte toepassing van de groene-infrastructuurmaatregelen. De maatregelen in beide kijkrichtingen zorgen er ook voor dat de, vooral cultuurgebonden, biodiversiteit erop vooruit gaat. De relatief kleinschalige natuur is echter kwetsbaar voor verstoringen en maakt de biodiversiteit minder robuust tegen de effecten van de klimaatverandering.

Kijkrichting *De stroom van de economie benutten* (SE) legt de klemtoon op individuele keuzevrijheid en rendabiliteit van de maatregelen. Vanuit die redenering kan de kijkrichting gemakkelijker een oplossing bieden voor uitdagingen die afhankelijk zijn van vermarktbare diensten zoals biomassa- en voedselproductie. Voor andere uitdagingen is de effectiviteit afhankelijk van hoe breed de groene-infrastructuurmaatregelen ingang vinden. Bij een beperkte uitbreiding van groene infrastructuur is SE dan ook minder effectief voor het oplossen van een aantal uitdagingen zoals het reduceren van hittestress, overstromingsbescherming of het biodiversiteitsverlies tegengaan. Bovendien is de kijkrichting kwetsbaar voor risico's die verbonden zijn aan de afhankelijkheid van technologie, schommelingen op de wereldmarkt en sociale uitsluiting.

Geen enkele kijkrichting slaagt erin om de uitdaging omtrent voedselzekerheid noemenswaardig te verbeteren binnen de milieugrenzen van Vlaanderen. Aan elke kijkrichting zijn risico's verbonden die sociaaleconomisch, technologisch en ecologisch van aard zijn. Groene infrastructuur is daarbij slechts één aspect van de oplossing, maar minstens even belangrijker is de aanpassing van ons **consumptie- en productiepatroon**, waarbij vooral een vermindering van de vleesconsumptie de meeste milieuwinsten oplevert. Ook een aantal andere uitdagingen die sterk verband houden met ons consumptiepatroon, zoals waterbeschikbaarheid, hernieuwbare energievoorziening, de klimaatverandering of luchtkwaliteit lijken moeilijk oplosbaar binnen de mogelijkheden van een lokale groene-infrastructuurstrategie. Voor deze uitdagingen is een strategie die zich richt op brongerichte maatregelen effectiever.

Het succes van de kijkrichtingen voor het oplossen van de uitdagingen is afhankelijk van hoe een aantal drijvende krachten zich in de toekomst zullen ontwikkelen. Wanneer onze consumptie hetzelfde blijft of verder toeneemt en/of de **klimaatverandering** de meest pessimistische projectie volgt, zullen alle kijkrichtingen het moeilijker

hebben om de uitdagingen te verkleinen. Indien **technologische ontwikkelingen** ervoor zorgen dat de milieudrukken verminderen en/of natuurlijke hulpbronnen duurzamer gebruikt worden, neemt de kans toe dat de kijkrichtingen een oplossing kunnen bieden voor de uitdagingen. Ook **glokalisering**, waarbij globalisering hand in hand gaat met lokalisering, versterkt het functioneren van elke kijkrichting.

Hoewel een GI-strategie in een aantal gevallen de maatschappelijke uitdagingen niet alleen kan oplossen, ligt de meerwaarde van werken met natuur in de **multifunctionaliteit** van de oplossingsstrategieën. Sommige maatregelen en strategieën slagen erin om verschillende uitdagingen gelijktijdig aan te gaan. Door de juiste maatregelen op de juiste plaats toe te passen kunnen de maatschappelijke voordelen geoptimaliseerd worden. Zo kunnen valleierstelsel, een groenblauwe dooradering van steden en het gebruik van natuurgebaseerde technieken in de landbouw oplossingen bieden voor een kwalitatieve woon- en leefomgeving, klimaatadaptatie en -mitigatie, biodiversiteit en voedselproductie. Bovendien verhoogt de groenblauwe dooradering de zelfvoorzieningsgraad van steden, waar de vraag naar ecosysteemdiensten nu vaak afgewenteld wordt op de open ruimte rond de steden.

Een belangrijke randvoorwaarde voor een succesvolle invoering van een groene-infrastructuurstrategie ligt in het **vrijwaren en herstellen van de niet-bebouwde ruimte**. Volgens het in opmaak zijnde Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV) moet de inname van nieuwe open ruimte gestopt zijn tegen 2040 door compacter te bouwen en de bestaande kernen te verdichten. Uit onze modelsimulaties blijkt dat de verwachte bevolkingsgroei tegen 2050 in elk van de kijkrichtingen kan opgevangen worden binnen de ruimte die beschikbaar is volgens de principes van het BRV. Bovendien zijn de bevolkingsdichtheden daarbij nauwelijks hoger dan de huidige maxima.

De kijkrichtingen gaan uit van de veronderstelling dat groene infrastructuur een oplossing kan bieden voor maatschappelijke uitdagingen. Voor een aantal ecosysteemprocessen is de wetenschappelijke kennis echter ontoereikend om robuuste kwantitatieve inschatting te maken over de stabiliteit van de levering van ecosysteemdiensten. Er is meer onderzoek nodig naar de **relatie tussen de biodiversiteit en de veerkracht** van ecosystemen onder veranderende omgevingscondities. Daarnaast is er nood aan **modellen die de ecologische en maatschappelijke aspecten van de relatie tussen mens en natuur integreren**, om beter onderbouwde beleidsbeslissingen te kunnen nemen in een sterk geconnecteerde en snel veranderende wereld.

Summary

Each nature perspective has a strategy based on green infrastructure to solve a number of important societal challenges. Each storyline describes the landscape, the values, the social organization and the knowledge and technology system that shape a perspective. In this chapter, we assess the effectiveness of each perspective in addressing the challenges with both quantitative and qualitative methods. The quantitative approach simulates a map for each perspective, representing the land use in 2050. These maps are used to calculate a large number of spatial indicators for analyzing the effects of the green infrastructure measures on the challenges. Complementary to this, the effects of the perspectives are assessed qualitatively by a number of experts. In a final analysis we evaluate the extent to which the perspectives are robust for possible divergent developments of some critical driving forces.

In ***Allowing nature to find its way*** (NW) large nature areas are set aside. By doing so, nature becomes more robust to environmental pressures that drive biodiversity loss, such as climate change. Spontaneous nature development in these areas leads to a strong increase of the forest area at the expense of open ecosystems. As a result it will be more difficult to keep or bring habitats of European interest such as heathland and grasslands in a favourable state of conservation. The large nature areas in and outside cities increase the urban quality of life and contribute to climate mitigation and adaptation. The emphasis on the intrinsic value of nature imposes restrictions on the human use of nature. The strong expansion of nature also results in a loss of farmland. Therefore, some challenges such as improving food security or providing recreational green, increase. The increased intensification of agriculture in NW creates a dependency on technology for reducing environmental pressures, increasing the risk that the challenges of biodiversity loss and reduced water quality will not be adequately addressed.

Both ***Strengthening cultural identity*** (CI) and ***Working with nature*** (SN), focus, each from a different motivation, on integrating food production and nature conservation (“land sharing”). Where a connection with the local landscape and a sense of place are guiding principles in CI, SN emphasizes the optimization of natural processes to meet societal needs. As a result, both perspectives have a positive effect on most challenges, although SN may be more effective due to the targeted application of green infrastructure. The development of green infrastructure enhances biodiversity in both perspectives, especially for those species and habitats that are typical of cultural landscapes. However, the relatively small size of the nature areas in these perspectives makes biodiversity less robust to environmental pressures and the effects of climate change.

Using the economic flow (SE) emphasizes the individual freedom of choice and the need for a return on investment in green infrastructure. From this point of view, green infrastructure is more likely to offer a solution for challenges that depend on marketed ecosystem services, like biomass and food production or controlled recreation and leisure. The effectiveness of SE to reduce the other challenges depends on the extent to which the green infrastructure measures will find acceptance. If green infrastructure is developed only to a limited extent, SE is less effective in solving a number of challenges, including reducing heat stress, ensuring flood protection or preventing biodiversity loss. Moreover, the perspective is vulnerable to risks associated with the dependency on technology, global market fluctuations and social exclusion.

None of the scenarios succeeds in significantly improving the challenge of food security within the environmental limits of Flanders. There are socio-economic, technological and ecological risks associated with each perspective. Green infrastructure is only one aspect of the solution, but equally important is **changing our consumption and production patterns**. Especially a reduction in meat consumption could yield a lot of environmental benefits. Several other challenges that are strongly related to our consumption pattern, including water availability, renewable energy supply, climate change and air quality, are also difficult to reduce with a local green infrastructure strategy. For these challenges, a strategy focusing on source-oriented measures is more effective.

The success of the scenarios for solving the societal challenges depends on the future trend of a number of critical driving forces. If our consumption doesn't change or continues to increase, or if **climate change** continues to follow the high impact projections, all scenarios will have difficulties in reducing the challenges. However, if **technological advancements** succeed in reducing the environmental pressures and / or if natural resources are used more sustainably, the scenarios could offer a solution to the challenges. Also **glocalization**, which means that globalization goes hand in hand with localization, has a positive effect on the scenario outcomes.

Although in a number of cases a GI-strategy alone is insufficient for solving the societal and environmental challenges, the added value of working with nature lies in its **multifunctionality**. Some measures and strategies can cope with different challenges simultaneously. A carefully planned and negotiated implementation can optimize the social benefits. For example, valley restoration, a green-blue network in cities and the use of nature-based approaches in agriculture can provide solutions for a qualitative living environment, climate change adaptation and mitigation, biodiversity and food production. A green-blue network may also increase the self-sufficiency of cities, which now often shift their demand for ecosystem services to the rural area.

An important precondition for successfully developing a green infrastructure strategy lies in the **safeguarding and restoration of the non-built-up area**. According to the Spatial Policy Plan for Flanders (BRV), the uptake of open space for buildings and facilities will slow down in the years to come and stop in 2040, by building more compactly and condensing the existing settlements. Our model simulations show that the expected population growth by 2050 can be accommodated in each of the scenarios within the space that is available according to the principles of the BRV. Moreover, the estimated population densities in 2050 are hardly higher than the current maximums.

The scenarios assume that green infrastructure can provide a solution for the societal challenges. However, for a number of ecosystem processes, the current scientific knowledge does not permit to make a robust quantitative estimate of the stability of ecosystem service delivery. More research is needed to understand the **relationship between biodiversity and the resilience of ecosystems** under changing environmental conditions. In addition, there is a need for **models that integrate the ecological and social aspects of the relationship between people and nature**, in order to be able to take better-informed policy decisions in a strongly connected and rapidly changing world.

Inhoudstafel

Voorwoord	4
Samenvatting	5
Summary	7
Lijst van figuren	11
Lijst van tabellen	13
1 Inleiding	14
2 Methodologie	15
2.1 Ruimtelijke analyse van de kijkrichtingen	15
2.2 Expertbeoordeling van de kijkrichtingen	20
2.3 Robuustheidsanalyse	20
3 Landgebruik en bevolkingsdichtheid	21
4 Uitdaging 1 - Biodiversiteitsverlies tegengaan	27
4.1 Indicator B1 - Soortenrijkdom planten	28
4.2 Indicator B2 - Realisatiegraad Europese natuurdoelen	30
4.3 Indicator B3 - Oppervlakte natuur	31
4.4 Indicator B4 - Versnipperingsgraad	33
4.5 Indicator B5 - Connectiviteit	36
4.6 Kwalitatieve beoordeling	37
5 Uitdaging 2 - Een gezonde leefomgeving garanderen	39
5.1 Indicator LK1 - Afvang van fijn stof door vegetatie	39
5.2 Indicator LK2 - Verkoelend effect van vegetatie	40
5.3 Indicator LK3 - Bevolking zonder nabij groen voor ontspanning	42
5.4 Kwalitatieve beoordeling	44
6 Uitdaging 3 - Samen en bewust leven	46
6.1 Indicator SL1 - Inkomensgerelateerde toegang tot buurt- of wijkgroen	46
6.2 Kwalitatieve beoordeling	47
7 Uitdaging 4 - Duurzaam gebruik natuurlijke hulpbronnen	49
7.1 Indicator DG1 - Waterkwantiteit - Aanvulling diep grondwater	49
7.2 Indicator DG2 - Waterkwaliteit - Stikstofverwijdering	50
7.3 Indicator DG3 - Bodemverlies door erosie	51
7.4 Indicator DG4 - Bodemafdichting	52
7.5 Indicator DG5 - Biomassaproductie voor energie en materialen	53
7.6 Kwalitatieve beoordeling	55
8 Uitdaging 5 - Omgaan met een veranderend klimaat	57
8.1 Indicator K1 - Overstromingsrisico verminderen – Tijdelijk vasthouden van regenwater	58
8.2 Indicator K2 - Overstromingsrisico verminderen – Komberging	59
8.3 Indicator K3 - Klimaatmitigatie – Koolstofopslag in bodem en biomassa	60
8.4 Kwalitatieve beoordeling	62
9 Uitdaging 6 – Voedselzekerheid	65
9.1 Indicator LB1 - Beschikbare landbouwoppervlakte	65
9.2 Kwalitatieve beoordeling	67
10 Bieden de kijkrichtingen een oplossing voor de uitdagingen?	69
10.1 Sterktes en zwaktes van de kijkrichtingen	70

10.2	GI als onderdeel van een bredere transitie	72
10.3	Multifunctionele GI-strategieën	74
11	Robuustheidsanalyse	77
11.1	Omgaan met kritische onzekerheden	77
11.2	De evolutie van onze consumptie en levensstijl	77
11.3	Technologische ontwikkelingen	79
11.4	Ruimtelijke schaal van governance en instituties	82
11.5	Klimaat	85
Referenties	88
Bijlage 1: Ruimtelijke principes	95
Bijlage 2: Verfijning landgebruikskarten RuimteModel	98
Bijlage 3. Basiskaarten als input RuimteModel	102
Bijlage 4: Experts betrokken bij de kwalitatieve beoordeling van de kijkrichtingen	103
Bijlage 5: Biodiversiteitsverlies tegengaan - indicatoren	104
Bijlage 6: Een gezonde werk/leefomgeving garanderen	109
Bijlage 7: Samen en bewust leven - indicatoren	111
Bijlage 8: Duurzaam gebruik hulpbronnen	111
Bijlage 9: Omgaan met een veranderend klimaat - indicatoren	116
Bijlage 10: Voedselzekerheid - indicatoren	118

Lijst van figuren

Figuur 1. Proces van de ruimtelijke analyse van de kijkrichtingen. CI = <i>De culturele identiteit versterken</i> ; NW = <i>De natuur haar weg laten vinden</i> ; SE = <i>De stroom van de economie benutten</i> ; SN <i>Samenwerken met natuur</i>15	15
Figuur 2. Voorbeeld van landgebruiksveranderingen in de vier kijkrichtingen (regio Lokeren). De kaart bovenaan rechts geeft aan waar in de regio de belangrijkste ruimtelijk sturende principes gelegen zijn.22	22
Figuur 3. Veranderingen in de oppervlakte van de 10 landgebruiksklassen ten opzichte van de toestand in 2013.23	23
Figuur 4. Omvorming van de landgebruiksklassen tussen 2013 en 2050. De x-as geeft het landgebruik in 2013 weer en de y-as het overeenkomstig landgebruik in 2050. Hoe groter de bol, hoe groter de omvorming van landgebruik x in landgebruik y.24	24
Figuur 5. Voorbeeld van de spreiding van de bevolkingstoename en -afname in de vier kijkrichtingen (regio Antwerpen). Blauwe cellen duiden op een bevolkingsafname, groene en oranje cellen op een toename. In de groene cellen wordt de toename gerealiseerd in cellen die voorheen niet bebouwd waren. In de oranje cellen verhoogt de bevolkingsdichtheid in reeds bebouwde cellen.25	25
Figuur 6. Spreiding van de bevolkingstoename over zones in of aansluitend aan huidige kernen, linten of verspreide bebouwing. De kernen worden verder opgedeeld op basis van hun ligging in stedelijk, randstedelijk of landelijk gebied.26	26
Figuur 7. (a) Potentiële rijkdom aan plantensoorten per IFBL-hok voor de actuele toestand. (b) Verschilscore ten opzichte van de actuele toestand.29	29
Figuur 8. Verschilscore voor de plantenrijkdom tussen de kijkrichtingen en 2013, geaggregeerd voor heel Vlaanderen (links), binnen de Speciale Beschermingszones (midden) en binnen de overstromingsgevoelige gebieden (rechts). De zwarte stippellijn duidt de helft van het aantal hokken aan.30	30
Figuur 9. Potentiële realisatiegraad van de habitats van Europees belang (synthese op hoofdtype). 100% = de volledige oppervlakte van het habitattype dat voorzien is in de IHD kan gerealiseerd worden binnen de SBZ. Zie tabel B7 in bijlage 5 voor een overzicht van de realisatiegraad per habitattype.31	31
Figuur 10. Oppervlakte van de verschillende natuurlijke ecosystemen in de uitgangssituatie (2013) en de vier kijkrichtingen.32	32
Figuur 11. Oppervlakteverdeling van de verschillende natuurlijke ecosystemen. De klassegrenzen zijn gekozen op basis van de LSVI-oppervlaktecriteria voor een gunstige en voldoende staat van instandhouding (zie bijlage 5).33	33
Figuur 12. (a) De actuele versnipperingsgraad van de open ruimte . (b) De actuele versnipperingsgraad van de groene ruimte . (c) De verandering van de versnipperingsgraad van de groene ruimte in de kijkrichtingen ten opzichte van de actuele toestand (groen = afname versnippering, bruin = toename versnippering) (Schneiders et al., 2018a).35	35
Figuur 13. Verandering van de versnipperingsgraad van de groene ruimte (Meff-score) in de kijkrichtingen ten opzichte van de uitgangssituatie (2013).36	36
Figuur 14. (a) Schematische voorstelling van de componenten van de landschapsconnectiviteit. Aantal kernen (K) van een bepaalde grootte, aantal componenten (C = cluster van kernen die functioneel verbonden zijn) en aantal links (L = effectieve functionele verbinding). In het onderstaande voorbeeld → K = 6, C = 3, L = 3. (b) Linkse as: integral index of connectivity (IIC). Rechtse as: gemiddeld aantal links per habitatpatch.37	37
Figuur 15. Totale jaarlijkse afvang van fijn stof door vegetatie in de verschillende landgebruikscategorieën berekend per kijkrichting en vergeleken met de situatie in 2013. De berekening is gebaseerd op de jaargemiddelde concentratie van PM10 in 2015 (IRCEL).40	40
Figuur 16. PMV-waarde binnen de SHE-zone (> 50 inw/ha) in het Vlaams Gewest. 4 = verwaarloosbare reductie van de hittestress - 0 = zeer sterke reductie van de hittestress.42	42
Figuur 17. Verkoelend effect van groene infrastructuur binnen de verschillende landgebruikscategorieën voor de kijkrichtingen en de uitgangssituatie (2013). Om te corrigeren voor verschillen in de omvang van de hitte-	

eilanden tussen de kijkrichtingen, werd het temperatureffect gedeeld door de totale oppervlakte met stedelijk hitte-eilandeffect in elke kijkrichting.....	42
Figuur 18. Aandeel van de Vlaamse bevolking dat NIET beschikt over stadsbos of stadsgroen (links) en over buurt- of wijkgroen (rechts) (zie	43
Figuur 19. Ruimtelijke spreiding van het stadsbos en stadsgroen in elke kijkrichting. De geel-rode gradiënt geeft de bevolkingsdichtheid weer van de zones die geen toegang hebben tot een van beide groentypes.	44
Figuur 20. Densiteitsplot van het aandeel van de inwoners binnen een statistische sector dat WEL toegang heeft tot buurt- of wijkgroen, opgedeeld per kijkrichting en inkomensklasse.	47
Figuur 21. Verschil in jaarlijkse infiltratie van regenwater naar de diepere grondwaterlagen tussen de kijkrichtingen en de toestand in 2013. Het getal onder de kijkrichting geeft het procentuele verschil in de totale infiltratie ten opzichte van 2013.	50
Figuur 22. a) Geschatte jaarlijkse stikstofbemesting door de landbouw per kijkrichting vergeleken met de toestand in 2013. b) Totale denitrificatie per landgebruikscategorie en per kijkrichting.	51
Figuur 23. a) Bodemverlies door erosie per kijkrichting, ten opzichte van de toestand in 2013. b) Vermeden bodemverlies per kijkrichting ten opzichte van de situatie in 2013.	52
Figuur 24. Verandering van de oppervlakte urbaan landgebruik (residentieel, industrie, diensten, agrarische gebouwen, infrastructuur) t.o.v. de huidige situatie. Een deel van dit landgebruik is bebouwd, een ander deel bestaat uit niet-afgedichte ruimte (tuinen).	53
Figuur 25. Totale jaarlijkse oogstbare biomassa (ton droge stof per jaar) die potentieel inzetbaar is voor de productie van materialen of energie. De oranje strook geeft voor de houtige component het effectief geogste aandeel weer.	54
Figuur 26. Totale jaarlijkse houtoogst (m ³ /jaar) per landgebruiksklasse. Dit volume is een combinatie van (i) de jaarlijkse aangroei van spilhout, in functie van boomsoort, leeftijd en standplaatscondities en (ii) een oogstfactor, die varieert naargelang het bostype en de beheerdoelen in de kijkrichting.	55
Figuur 27. Verandering in totale retentiescore tussen nu en 2050, opgedeeld in landgebruiksklassen. De zwarte bol geeft de netto verandering van de retentiescore per kijkrichting weer.	58
Figuur 28. Combineerbaarheid van het landgebruik in gebieden met een overstromingskans van 1 op 100 (links) en 1 op 10 jaar (rechts). 1 = niet combineerbaar; 5 = goed combineerbaar.	60
Figuur 29. Aantal inwoners in gebieden met een overstromingskans van 1 op 100 (rood) en 1 op 10 jaar (oranje).	60
Figuur 30. Veranderingen in de koolstofvoorraad in bodems en houtige biomassa tussen nu en 2050.	61
Figuur 31. Veranderingen in de bodemkoolstofvoorraad tussen nu en 2050, opgedeeld in landgebruiksklassen. De zwarte bol geeft de netto verandering van de bodemkoolstofvoorraad per kijkrichting weer.	62
Figuur 32. Veranderingen in het landbouwareaal t.o.v. de uitgangssituatie (2013). De bruine balken tonen de verandering van de oppervlakte houtige kleine landschapselementen. Een toename van KLE's leidt tot een afname van de landbouwoppervlakte die bruikbaar is voor voedselproductie. De verandering van de landbouwoppervlakte in de figuur (hobbylandbouw, grasland, akker en totaal) houdt geen rekening met het effect van de toe- of afname van KLE's.	66
Figuur 33. Landgebruiksveranderingen op die percelen waarop omvorming volgens het LIS leidt tot een hoge tot zeer hoge impact op de landbouwproductie.	67
Figuur 34. Effect van de groene-infrastructuurmaatregelen in de kijkrichtingen op de uitdagingen. De figuur integreert de resultaten van de ruimtelijke analyse en de expertbeoordeling. (1) Veiligheid en sociale cohesie; (2) Overstromingsrisico; (3) Importafhankelijkheid.	70
Figuur 35. Schematische voorstelling van de effecten van valleierherstel op meerdere uitdagingen.	74
Figuur 36. Schematische voorstelling van de effecten van de groenblauwe dooradering in steden op meerdere uitdagingen.	75
Figuur 37. Schematische voorstelling van de effecten van natuurgebaseerde oplossingen voor de landbouw op meerdere uitdagingen.	76

Lijst van tabellen

Tabel 1. Overzicht van de belangrijkste ruimtelijke principes die als input dienen voor de berekeningen in het RuimteModel.....	19
Tabel 2. De kritische onzekerheden die we selecteerden voor een robuustheidsanalyse, en hun varianten.	20
Tabel 3. Referentiekader voor bereikbare groene ruimte (Van Herzele et al., 2000).....	43
Tabel 4. Invloed van veranderingen op het vlak van consumptie en levensstijl op het functioneren van de kijkrichtingen . Een negatieve invloed betekent dat de maatregelen van een kijkrichting de uitdagingen minder goed zullen kunnen oplossen, een positieve invloed dat ze dat net beter zullen kunnen. (Rood: zeer negatief; oranje: negatief; blauw: neutraal; lichtgroen: positief; groen: zeer positief)	78
Tabel 5. Invloed van veranderingen op het vlak van technologie op het functioneren van de kijkrichtingen . Een negatieve invloed betekent dat de GI-oplossingen van een kijkrichting de uitdagingen minder goed zullen kunnen oplossen, een positieve invloed dat ze dat net beter zullen kunnen. (Rood: zeer negatief; oranje: negatief; blauw: neutraal; lichtgroen: positief; groen: zeer positief)	81
Tabel 6. Invloed van veranderingen op het vlak van ruimtelijke schaal van governance en instituties op het functioneren van de kijkrichtingen . Een negatieve invloed betekent dat de GI-oplossingen van een kijkrichting de uitdagingen minder goed zullen kunnen oplossen, een positieve invloed dat ze dat net beter zullen kunnen. (Rood: zeer negatief; oranje: negatief; blauw: neutraal; lichtgroen: positief; groen: zeer positief)	84
Tabel 7. Invloed van veranderingen op het vlak van klimaat op het functioneren van de kijkrichtingen . Een negatieve invloed betekent dat de GI-oplossingen van een kijkrichting de uitdagingen minder goed zullen kunnen oplossen, een positieve invloed dat ze dat net beter zullen kunnen. (Rood: zeer negatief; oranje: negatief; blauw: neutraal; lichtgroen: positief; groen: zeer positief. Natuur: bescherming tegen overstromingsrisico en het tegengaan van biodiversiteitsverlies. Landbouw: voedselzekerheid en behoud van natuurlijke rijkdommen)	86

1 Inleiding

Hoofdstuk 4 (Van Gossum *et al.* 2018) geeft een uitvoerige beschrijving van de vier kijkrichtingen, inclusief voorbeelden, verhalen en beelden. Daarbij bespreken we telkens het landschap, het waardenpatroon, de sociale organisatie en het kennis- en technologiesysteem die een kijkrichting vorm geven. Het uitgangspunt van elke kijkrichting is dat werken met natuur kan helpen om een aantal belangrijke maatschappelijke uitdagingen op te lossen. Elk vanuit een andere invalshoek formuleren ze een strategie die steunt op groene infrastructuur om deze uitdagingen aan te pakken. Maar slagen de kijkrichtingen er ook effectief in om de uitdagingen te verkleinen? En hoe robuust zijn deze oplossingsstrategieën voor sterk veranderende drijvende krachten zoals de klimaatverandering of technologische ontwikkelingen (zie hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018)? In dit hoofdstuk beoordelen we de kijkrichtingen op hun doeltreffendheid in het aanpakken van de uitdagingen. We evalueren ook in welke mate ze stand houden onder mogelijke divergerende ontwikkelingen van enkele kritische drijvende krachten.

Voor de evaluatie van de doeltreffendheid steunen we op een **kwantitatieve** en kwalitatieve analyse van de effecten van de groene-infrastructuurstrategie in elke kijkrichting op de uitdagingen. Modelberekeningen zijn een relatief arbeidsintensieve methode maar kunnen helpen om de verhaallijnen te specificeren, consistentere te maken en hun validiteit te vergroten (Dammers *et al.* 2013). De ruimtelijke kwantificering van de kijkrichtingen geeft een specifiek beeld van de omvang van sommige maatregelen en van de mogelijke effecten van die maatregelen op de uitdagingen. Het expliciteren van de aannames helpt bovendien om de verhaallijnen te vervolledigen, het contrast ertussen te versterken en de logische redenering op punt te stellen. Een kwantitatieve onderbouwing ondersteunt ook de plausibiliteit en overtuigingskracht van de scenario's. Anderzijds houdt een modelbenadering ook het risico op schijnnaauwkeurigheid in, zeker in het geval van exploratieve scenario's zoals deze oefening. Sommige zaken kunnen ook niet of moeilijk gekwantificeerd worden. Zoals blijkt uit hoofdstuk 4, is elke kijkrichting opgebouwd als een complex van waarden, sociale constructies en governance modellen die elk de inrichting, het beheer en gebruik van groene infrastructuur beïnvloeden. Het is onmogelijk om deze complexiteit te vatten met de modellen die we gebruiken. Een **kwalitatieve** analyse kan in dat geval de beoordeling van de effecten van GI-maatregelen ondersteunen. Experts kunnen bij hun beoordeling onder andere rekening houden met interacties tussen maatregelen die elkaar versterken of verzwakken, en met de impact van het governance model in een kijkrichting op de effectiviteit van de maatregelen. Expertbeoordelingen lopen echter het risico op subjectiviteit en bij toekomstvoorspellingen is het voor experts vaak moeilijk om los te komen van het huidige, bestaande denkkader (De Smedt 2005; Martin *et al.* 2012). De kwantitatieve en kwalitatieve benadering hebben elk hun voor- en nadelen, maar kunnen elkaar versterken door de methoden te combineren. De beoordeling van de effecten van de GI-maatregelen is ook maar een van de methoden, naast de beelden, verhalen en voorbeelden die we gebruiken om de kijkrichtingen te beschrijven. De bevindingen van dit hoofdstuk moeten dan ook steeds samen met die van hoofdstuk 4 geïnterpreteerd worden.

In het **eerste deel** van dit hoofdstuk (§2) gaan we in op de gebruikte methodologie en op de assumpties die we daarbij gemaakt hebben. Hoewel dit een redelijk technisch onderdeel is, vinden we het toch belangrijk dat de lezer inzicht krijgt in de methoden, omdat het helpt om bepaalde keuzes en patronen in de uitkomst te interpreteren. De rekenmethodes voor de ruimtelijke indicatoren worden beschreven in de bijlage. In het **tweede deel** (§3-9) bespreken we de effecten van de GI-maatregelen op de uitdagingen aan de hand van ruimtelijke indicatoren en de expertbeoordelingen. Daarbij maken we geen gedetailleerde analyse van de problematiek binnen een uitdaging, maar richten we ons op de verklaring van de verschillen tussen de kijkrichtingen. In **deel drie** (§10) maken we een synthese van de sterktes en zwaktes van elke kijkrichting. We gaan daarbij na voor welke uitdagingen GI-maatregelen een oplossing bieden en voor welke uitdagingen een andere strategie doeltreffender is. In het vierde en **laatste deel** (§11) gaan we na in welke mate de vier kijkrichtingen nog steeds een oplossing bieden voor de uitdagingen onder sterk veranderende kritische drijvende krachten. Deze robuustheidsanalyse geeft een idee van welke kijkrichtingen het meest doeltreffend zijn onder uiteenlopende toekomstige omstandigheden.

2 Methodologie

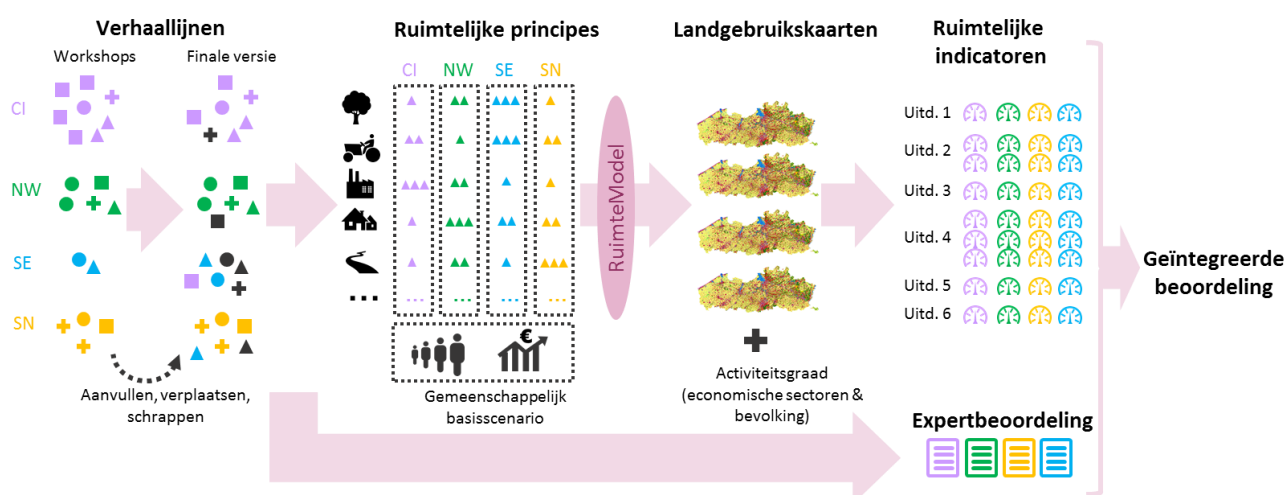
2.1 Ruimtelijke analyse van de kijkrichtingen

2.1.1 Landgebruiksmodellering

Het RuimteModel als consistent kader

Voor de kwantitatieve beoordeling van de effecten van de kijkrichtingen op de uitdagingen maken we gebruik van het RuimteModel Vlaanderen (Engelen *et al.* 2011b - <https://ruimtemodel.vlaanderen>). Het RuimteModel is een ruimtelijk-dynamisch landgebruiksmodel. Het brengt de mogelijke veranderingen van het landgebruik door autonome of gestuurde ontwikkelingen in kaart. Het RuimteModel werd reeds ingezet voor toekomstverkenningen in Vlaanderen, onder andere in het kader van de Milieu- en Natuurverkenning 2030 (Dumortier *et al.* 2009; Van Steertegem 2009) en de onderbouwing van het Beleidsplan Ruimte (Engelen *et al.* 2011a). Het model vertrekt van een set van toekomstige demografische (bv. bevolkingsgroei) en sociaal-economische ontwikkelingen (bv. economische groei) die de veranderingen in het landgebruik sturen over een bepaalde periode. Deze ontwikkelingen beïnvloeden elkaar en de resulterende ruimtevrage kan verder beperkt worden door maatschappelijke, juridische en fysische randvoorwaarden. Het model dwingt ons dan ook om consistente keuzes te maken in de ruimtelijke ontwikkelingen binnen elke kijkrichting, zodat bijvoorbeeld de som van alle ruimteclaims niet groter is dan de beschikbare ruimte.

In onze modelberekeningen voor de natuurverkenning vertrekken we van een gemeenschappelijk sociaal-economisch scenario voor de kijkrichtingen, dat de mogelijke demografische en economische ontwikkelingen tussen 2013 en 2050 beschrijft (Figuur 1). Dit basisscenario gaat ook uit van een ruimteneutrale ontwikkeling tegen 2040. Daarbij vertraagt de groei van het ruimtebeslag van 6 hectare per dag in 2013 tot 3 hectare per dag in 2025 en 0 hectare groei per dag in 2040 (Strategische visie Beleidsplan Ruimte Vlaanderen - Departement Omgeving 2018). De vier kijkrichtingen vormen variaties op dit basisscenario door verschillen in de aard en de omvang van de landgebruiksveranderingen.



Figuur 1. Proces van de ruimtelijke analyse van de kijkrichtingen. CI = *De culturele identiteit versterken*; NW = *De natuur haar weg laten vinden*; SE = *De stroom van de economie benutten*; SN = *Samenwerken met natuur*.

Kader - Landgebruikskarta, bevolking en tewerkstelling

Landgebruikskarta

Voor de simulaties van het RuimteModel vertrokken we van de toestand van het landgebruik in 2013. Deze kaart is opgemaakt door het VITO en zal in de toekomst periodiek geüpdatet worden om de evoluties van het landgebruik in Vlaanderen op te volgen (Poelmans 2016). De kaart heeft een resolutie van 10 x 10 m en bestaat uit 4 thematische lagen: bodembedekking, verstedelijkt landgebruik, multifunctioneel landgebruik en juridische

bestemmingen. Die lagen kunnen gecombineerd worden om een landgebruikskaart op maat van de gebruiker samen te stellen. Voor de Natuurverkenning 2018 werd een afgeleide landgebruikskaart gemaakt met 32 landgebruiksklassen (zie bijlage 2). Om de rekentijd van het RuimteModel te beperken werd het aantal rastercellen beperkt door de resolutie van de oorspronkelijke kaart te verlagen tot 1 hectare (100 x 100 m).

Bevolking

De ontwikkeling van de bevolking tussen 2013 en 2050 is gebaseerd op de vooruitzichten van het Federaal Planbureau (Federaal Planbureau en Algemene Directie Statistiek 2017). Voor de modelsimulaties nemen we de bevolking van Vlaanderen en Brussel samen. Het totaal aantal inwoners stijgt dan van 7,5 miljoen in 2013 tot 8,7 miljoen in 2050 (+ 1,17 miljoen). Aan de hand van het adressenbestand werden de inwonersaantallen per arrondissement vertaald naar een inwonersdichtheidkaart (inw./ha) (Poelmans 2016).

Tewerkstelling

Om de ruimtevrage voor elk van de economische sectoren te bepalen, steunen we op de projecties van het aantal werkenden en de verdeling daarvan over de economische sectoren. Dit is gebaseerd op de RSZ statistiek van het aantal werkenden in loondienst in 2013. Met behulp van de Vlaamse arbeidsrekening (2013) van het Steunpunt Werk wordt per sector het aantal zelfstandigen berekend. De groei van het aantal werkenden wordt bepaald door de groei van de werkzame bevolking (leeftijdscategorieën 5 - 64 jaar) te vermenigvuldigen met de werkzaamheidsgraad uit het IMPACT scenario ([Steunpunt werk](#)). De toekomstige verdeling van de werkenden over de economische sectoren wordt ten slotte gestuurd door het PLANET model van het Federaal Planbureau en Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Verkeer (2015).

Van kijkrichting naar landgebruiksveranderingen

De input van de gebruikersgroep zoals verzameld tijdens intakegesprekken en workshops, vormt de basis van de verhaallijnen van de kijkrichtingen. Het onderzoeksteam ging met de ruwe informatie uit de workshops aan de slag om er een gestructureerd geheel van te maken. Waar elementen ontbraken, inconsistenties werden vastgesteld of compromissen tussen kijkrichtingen de overhand kregen, werden de verhalen aangevuld, verscherpt of werden ideeën bij een andere kijkrichting ingedeeld (Figuur 1). We verwijzen naar hoofdstuk 1 (Alaerts *et al.* 2018) en 4 (Van Gossum *et al.* 2018) voor een uitvoerige beschrijving van hoe de input van de gebruikersgroep vertaald werd in vier consistente verhaallijnen.

Elke kijkrichting is uitgewerkt als een eigen sociaal-ecologisch systeem dat de interactie beschrijft tussen de samenleving en de natuurlijke omgeving. Een kijkrichting bevat niet alleen een set van maatregelen waarmee groene infrastructuur kan worden vormgegeven, maar beschrijft ook hoe waarden, kennisystemen, technologie en sociale organisaties het systeem beïnvloeden (zie Hoofdstuk 4 - Van Gossum *et al.* 2018). Voor de kwantitatieve uitwerking van de kijkrichtingen beperken we ons tot de facetten die een ruimtelijke impact hebben.

De verhaallijnen werden vertaald naar ruimtelijke principes waar het RuimteModel mee aan de slag kan. Deze ruimtelijke principes bepalen hoe het model met de verschillende landgebruiksklassen (natuur, recreatie, landbouw, urbaan) moet omgaan. Het RuimteModel dwingt ons niet alleen om consistente keuzes te maken, maar ook om die keuzes te kwantificeren: waar en hoeveel hectare bos moet er bij komen, welke landbouwpercelen worden omgevormd, waar mag er nog gebouwd worden, ...? Sommige van deze keuzes zijn geëxpliciteerd in de verhaallijnen (bv. aanleg van overstromingsgebieden), andere zitten eerder impliciet in de principes en veronderstellen een verdere interpretatie door het onderzoeksteam (bv. wat is wilde natuur?). Voor de invulling van de ruimtelijke principes voor de natuurklassen bos, heide, grasland, duinen en moerassen werd teruggekoppeld met de experts terzake binnen het INBO. De finale tabel beschrijft onder andere de oppervlakte-doelen voor de landgebruiken, waar die doelen bij voorkeur gerealiseerd worden, welke zones of landgebruiken beschermd moeten worden of welke een verhoogde of verlaagde weerstand voor landgebruiksveranderingen krijgen. Tabel 1 vat de belangrijkste principes samen. Bijlage 1 geeft per uitdaging een gedetailleerd overzicht van de ruimtelijke keuzes die we gemaakt hebben binnen elke kijkrichting. Door het schaalniveau van de oefening en de beperkingen van de modellen kunnen niet alle maatregelen uit de verhaallijnen via het RuimteModel in beeld gebracht worden (bv. de inrichting van tuinstraten of de openstelling van privétuinen). Deze principes komen wel aan bod in de bespreking van de indicatoren om de resultaten van de ruimtelijke analyse in het juiste kader te plaatsen.

Om de ruimtelijke principes toe te passen vraagt het RuimteModel ook een groot aantal kaartlagen. Die bepalen het speelveld waarbinnen de landgebruiksveranderingen kunnen plaatsvinden. Daarbij maken we een onderscheid tussen beleids-, geschiktheids- en weerstandskarten. De beleidskarten geven aan of een cel al dan niet mag (of moet) ingenomen worden door een bepaald landgebruik (bv. woonuitbreidingsgebieden). Geschiktheidskarten beschrijven de fysische geschiktheid van een cel in functie van haar potentie voor een bepaald landgebruik (bv. overstromingskans). Een weerstandskart bepaalt waar de omvorming van een cel in een ander landgebruik meer of minder weerstand ondervindt (bv. herbevestigde agrarische gebieden bieden meer weerstand om omgevormd te worden tot bos dan nog niet herbevestigde landbouwgebieden). Bijlage 3 geeft een overzicht van de kaartlagen die we als input gebruiken voor de simulaties en hoe ze ingezet worden binnen de verschillende kijkrichtingen.

De output van het model bestaat uit een nieuwe landgebruikskart en een set van karten die de bevolkingsdichtheid en de activiteitsgraad van de economische sectoren weergeeft. Elke modelsimulatie vertrekt van het landgebruik in het referentiejaar 2013 en rekt in tijdstappen van één jaar tot 2050. De resulterende landgebruikskarten onderscheiden 32 klassen die een mix zijn van bodembedekking en landgebruik. Zo geeft een residentiële cel aan dat bewoning de hoofdfunctie van die cel is, maar in die cel kunnen naast bebouwing ook tuinen voorkomen. Die tuinen zijn belangrijk voor de biodiversiteit en de levering van ecosysteemdiensten. Om ook die elementen mee in rekening te brengen bij de berekening van de indicatoren, hebben we datalagen aangemaakt die ons bijkomende informatie geven over de aanwezige groene infrastructuur (zie bijlage 2 voor een gedetailleerde beschrijving van deze nabewerking):

- Op basis van de thematische laag 'bodembedekking' van de landgebruikskart 2013 (zie Kader 1) wordt het **bestype** bepaald: loofbos, naaldbos, gemengd of alluviaal bos.
- Voor elke bebouwde cel wordt een inschatting gemaakt van het percentage **groendaken** en van het type groendak (intensief of extensief). We steunen daarbij op aannames over het bebouwingstype (landgebruik), de ligging van de bebouwde cel (stedelijk, randstedelijk of landelijk gebied) en de geschiktheid van de daken. Voor bebouwde cellen die niet of nauwelijks van activiteit veranderen, gaan we uit van de huidige dakgeschiktheid. Voor cellen waar de activiteitsgraad in 2050 sterk verandert t.o.v. de huidige toestand, veronderstellen we dat de bebouwing wordt aangepast met een plat dak en dus geschikt is voor een groendak.
- Voor bebouwde cellen hebben we het **percentage groen** (hoog- en laaggroen) bepaald op basis van het landgebruik en de activiteitsgraad (econ. sectoren en bevolking). In cellen waar de activiteitsgraad sterk toeneemt (bv. veel extra inwoners) veronderstellen we dat het percentage groen afneemt. Het verband tussen het percentage groen en de activiteitsgraad wordt berekend op basis van de huidige toestand. Binnen de niet-bebouwde ruimte gaan we ervan uit dat 25% van de oppervlakte door bomen wordt ingenomen.
- In de kijkrichting 'de natuur haar weg laten vinden' worden grote boulevards in grote en middelgrote steden omgevormd in groene assen.
- Voor landbouwcellen hebben we het percentage **kleine landschapselementen** (bomenrijen, houtkanten) gespecificeerd. Het huidige percentage werd bepaald op basis van de Digitale Boswijzer Vlaanderen en de bodembedekkingskart. In kijkrichting CI blijven de huidige KLE behouden en waar houtkanten deel uitmaken van het traditionele landschap breiden ze uit tot 10% van de landbouwoppervlakte. In NW blijft het huidige percentage KLE behouden in cellen met halfnatuurlijk grasland, maar elders verdwijnen de KLE. Ook in SE blijft het huidige percentage KLE behouden en op erosiegevoelige percelen nemen ze 10% van de oppervlakte in. In kijkrichting SN ten slotte, blijven de huidige KLE behouden en in de rest van het landbouwgebied breiden ze uit tot 10% van de oppervlakte.
- Voor **parken en recreatiedomeinen** gaan we uit van een gemiddelde bedekking van 30% hoog groen en 70% laag groen.

Het RuimteModel berekent vier mogelijke trajecten die voor elke kijkrichting het toekomstig landgebruik in Vlaanderen in 2050 in kaart brengen. Binnen het gekozen tijdsvenster houdt het model alleen rekening met prognoses voor demografische en de economische ontwikkelingen tegen 2050. Voor de meeste andere ontwikkelingen maken we abstractie van de tijd die nodig is om bepaalde landgebruiksveranderingen te realiseren. De snelheid van die veranderingen is afhankelijk van sociaal-economische en ecologische factoren. Zo kunnen onteigeningen voor de inrichting van een overstromingsgebied of de afbraak van lintbebouwing op heel wat

maatschappelijke en financiële weerstanden botsen. Ook de ontwikkeling van nieuwe natuur kan meerdere decennia tot honderden jaren duren door de tijd die natuurlijke successie in beslag neemt en het naijlen van de effecten van het vorig landgebruik (bv. fosfaatvoorraad in voormalige landbouwgronden).

De definitieve landgebruikskaarten worden in een volgende stap gebruikt voor de berekening van de indicatoren van de uitdagingen. Door de beperkte doorlooptijd van onze oefening was er geen tijd voor een terugkoppeling met de gebruikersgroep over de resultaten van de landgebruiksmodellering. In een ideale situatie wordt het model gebruikt in een iteratief proces waarbij de resultaten van een eerste modelberekening worden voorgelegd aan de gebruikersgroep, die de ruimtelijke principes al dan niet kan bijsturen waarna het model vervolgens opnieuw gerund wordt.

2.1.2 Indicatoren voor de uitdagingen

De landgebruikskaarten tonen hoe de ruimte en de groene infrastructuur kunnen evolueren wanneer de maatregelen uit de kijkrichtingen doorgevoerd worden, gegeven de ruimtelijke, autonome ontwikkelingen die we kunnen verwachten tegen 2050. De groene-infrastructuurmaatregelen zijn voor elk van de vier kijkrichtingen bedoeld om de ruimte in Vlaanderen klaar te maken voor een aantal actuele of toekomstige uitdagingen. In de volgende stap van de analyse gaan we na in welke mate deze maatregelen een effect hebben op die uitdagingen. Dat doen we aan de hand van een set van ruimtelijke indicatoren.

Elke uitdaging is het resultaat van een complexe interactie tussen verschillende drijvende krachten (zie Hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018) en meestal is ze niet te herleiden tot één specifieke problematiek. Zo liggen er heel wat oorzaken aan de basis van het biodiversiteitsverlies, zoals versnippering, milieuvervuiling, overexploitatie of klimaatverandering. In de meeste gevallen is het dan ook niet mogelijk de uitdaging volledig te vatten in één enkele indicator en werken we met een set van indicatoren om de effecten op de uitdaging te beschrijven. Bij de keuze van de indicatoren zijn we pragmatisch aan de slag gegaan, waarbij de beschikbaarheid van modellen en data en de rekentijd mee bepalend waren.

Voor de berekening van de indicatoren voor ecosysteemdiensten hebben we in de meeste gevallen gebruik gemaakt van de bestaande modellen die ontwikkeld werden in het kader van de vorige Natuurrapporteringen, het ECOPLAN-project en de Natuurwaardeverkenner (Hendrix *et al.* 2015; Liekens *et al.* 2013; Stevens *et al.* 2014; Vrebos *et al.* 2017). Omdat de ruimtelijke resolutie van onze kaarten of de beschikbare informatie over de toestand in 2050 het niet toelaten, werken we in een aantal gevallen met een vereenvoudigde versie van de modellen. Elk van de indicatoren werd ook berekend voor het referentiejaar 2013 om na te gaan of de maatregelen in de kijkrichtingen wel degelijk een verbetering betekenen voor de impact van de uitdagingen. Bij de berekening zijn we ervan uitgegaan dat er voldaan is aan de biotische en abiotische randvoorwaarden voor de realisatie van de groene infrastructuur, zoals de grondwaterstand, de voedselrijkdom of de verstoringsgraad.

De gebruikte modellen worden beschreven in de bijlagen van dit rapport. Voor twee biodiversiteitsindicatoren (Meff-indicator en soortenrijkdom planten) werden aparte technische rapporten opgesteld die de methodologie uitvoerig beschrijven en dieper ingaan op de resultaten (Schneiders *et al.* 2018a; b).

Tabel 1. Overzicht van de belangrijkste ruimtelijke principes die als input dienen voor de berekeningen in het RuimteModel.

	Culturele ID versterken	De natuur haar weg laten vinden	De stroom van de economie benutten	Samenwerken met natuur
Natuur	<p>Behouden of uitbreiden van de verschillende natuurtypes waar dat past bij het traditionele landschapsbeeld. Beperkte bosuitbreiding (10.000 ha) i.f.v. het vergroten en verbinden van oude bossen in traditioneel bosrijke regio's. Realisatie Europese natuurdoelen waar ze niet in strijd zijn met het traditionele landschapsbeeld.</p> <p>Groen op wandelafstand (buurt- en wijkgroen): behoud van parken, groenontwikkeling op braakliggende terreinen, verwaarloosde, leegstaande panden, te saneren terreinen, onbebouwde woon(uitbreidings)-zones, openstelling van tuinen en intensieve groendaken van publieke instellingen Landschapsparken rond centrumsteden, in de buurt van kasteelparken, forten, monumenten.</p>	<p>Sterke uitbreiding van bestaande bossen tot zichzelf in stand houdende ecosystemen. Bebossing van niet-bebouwde zones langs overstromingsgebieden. Omvorming populier- en naaldbossen naar inheems loofbos. Andere natuurtypes, incl. Europees beschermde natuur, blijven alleen behouden waar bebossing niet samengaat met menselijke activiteiten (vliegvelten, militaire domeinen). Meer ruimte voor kustduinen door afbraak bebouwing & infrastructuur.</p> <p>Groene vingers in de stad via behoud van parken en natuurontwikkeling op grote boulevards bij centrumsteden, braakliggende terreinen, verwaarloosde, leegstaande panden, te saneren gronden en onbebouwde woon(uitbreidings)zones.</p>	<p>Beperkte bosuitbreiding (10.000 ha) i.f.v. het bufferen of verbinden van bestaand bos, de aanleg van stadsbossen of de realisatie van Europese natuurdoelen. Realisatie van de Europese natuurdoelen voor andere natuurtypes binnen de speciale beschermingszones, voor zover ze haalbaar zijn met begrazing of relevant voor toerisme en economie. Buiten de SBZ omvorming in economisch rendabele systemen (productiebos/-grasland/ recreatiegebied).</p> <p>Bestaande parken behouden. Aanleg stadsbossen.</p>	<p>Sterke bosuitbreiding i.f.v. de realisatie van Europese natuurdoelen, de bescherming van erosiegevoelige percelen in waterretentiezones, de buffering van woonkernen tegen geluidsoverlast van snelwegen of de aanleg van stadsbossen. Omvorming naaldbos naar gemengd loofbos. Realisatie van de Europese natuurdoelen voor andere natuurtypes binnen de SBZ. Uitbreiding grasland en moeras i.f.v. fysische geschiktheid en bescherming tegen erosie. Uitbreiding duinengordel voor de bebouwde kustlijn.</p> <p>Groen op wandelafstand (buurt- en wijkgroen): behoud van parken, groenontwikkeling op braakliggende terreinen, verwaarloosde, leegstaande panden, te saneren terreinen, onbebouwde woon(uitbreidings)-zones, en openstelling van tuinen en intensieve groendaken van publieke instellingen. Aanleg stadsbossen.</p>
Landbouw	<p>Landbouwfunctie waar mogelijk gespaard door beperkte oppervlakte natuurontwikkeling en urbanisatie. Behoud of herstel van houtige KLE's waar dit aansluit bij het traditionele landschapspatroon. Omzetting akkers in grasland in overstromingsgevoelig gebied.</p>	<p>Afname landbouwoppervlakte i.f.v. urbanisatie en bosuitbreiding. Verdere intensivering van de resterende landbouwruimte door verwijdering KLE's.</p>	<p>Landbouwfunctie waar mogelijk gespaard door beperkte oppervlakte natuurontwikkeling. Omzetting van natuur- naar landbouwgrasland buiten SBZ. Behoud bestaande houtige KLE's en uitbreiding op sterk erosiegevoelige percelen. Omzetting grasland in akker rond steden voor niche-landbouw.</p>	<p>Afname landbouwoppervlakte i.f.v. urbanisatie en natuurontwikkeling. Agro-ecologische landbouw met uitbreiding houtige KLE's tot 10 % van de landbouwoppervlakte. Omzetting akkers in grasland op de meest erosiegevoelige percelen en in overstromingsgevoelig gebied.</p>
Valleien	<p>Bevaarbare waterlopen: uitvoering SIGMA-plan (aanleg overstromings- gebieden). Gebieden met een overstromingskans van eens om de 10 jaar langs onbevaarbare waterlopen: geen woonuitbreiding en omvorming akkers in grasland.</p>	<p>Bevaarbare waterlopen: uitvoering SIGMA-plan (aanleg overstromingsgebieden). Gebieden met een overstromingskans van eens om de 1000 jaar langs onbevaarbare waterlopen: afbraak lage densiteitsbebouwing en omvorming landbouw en natuur in bos.</p>	<p>Bevaarbare waterlopen: uitvoering SIGMA-plan (aanleg overstromingsgebieden). Geen bebouwing in signaalgebieden met bouwvrije opgave.</p>	<p>Bevaarbare waterlopen: uitvoering SIGMA-plan (aanleg overstromingsgebieden). Gebieden met een overstromingskans van eens om de 10 jaar langs onbevaarbare waterlopen: afbraak lage densiteitsbebouwing en omvorming landbouw in grasland.</p>
Bebouwde ruimte	Graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040.			
	<p>Verdichten in de kernen met hoogbouw tot max. 500 inw/ha in steden, maar minder in dorpen of historische centra (max. 250 inw./ha). Schrappen lintbebouwing, woonuitbreidingsgebieden en onbebouwd woongebied i.f.v. ontwikkelingskansen en landschappelijke aantrekkelijkheid. Intensieve groendaken op gebouwen van publieke instellingen in stedelijk gebied, extensieve groendaken op andere gebouwen in stedelijk gebied.</p>	<p>Verdichten in de kernen met hoogbouw tot max. 1000 inw./ha. Schrappen woonuitbreidingsgebieden en lage densiteitsbebouwing i.f.v. bosuitbreiding en waterveiligheid. Intensieve groendaken in stedelijk & randstedelijk gebied i.f.v. ecologische connectiviteit.</p>	<p>Verdichten in de kernen met hoogbouw tot max. 750 inw/ha. Goed gelegen woonuitbreidingsgebieden bebouwen. Bouwverbod in signaalgebieden met bouwvrije opgave. Extensieve groendaken in stedelijk & randstedelijk gebied.</p>	<p>Verdichten in de kernen met hoogbouw tot max 500 inw/ha. Schrappen woonuitbreidingsgebieden en onbebouwd woongebied i.f.v. natuurontwikkeling. Bescherming van infiltratiegevoelige gebieden tegen urbanisatie. Afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelig gebied. Intensieve groendaken op gebouwen van publieke instellingen in stedelijk gebied, extensieve groendaken op alle gebouwen in stedelijk, randstedelijk en landelijk gebied.</p>

2.2 Expertbeoordeling van de kijkrichtingen

De ruimtelijke indicatoren belichten meestal slechts één bepaald aspect van een uitdaging en beperken zich tot die maatregelen van een kijkrichting die een directe ruimtelijke weerslag hebben. De kijkrichtingen bestaan echter uit een breed pakket van maatregelen, strategieën en zienswijzen die samen via complexe interacties een impact hebben op de uitdagingen (zie hoofdstuk 4 - Van Gossum *et al.* 2018). Het zou dan ook fout zijn de beoordeling van de effecten van de kijkrichtingen op de uitdagingen te verengen tot een kwantitatieve analyse van een beperkt aantal ruimtelijke indicatoren. Daarom hebben we aan een aantal experts gevraagd om elk van de kijkrichtingen in hun geheel te beoordelen op hun effecten op de uitdagingen. Voor elke uitdaging werden minstens drie experts in hun vakgebied gecontacteerd. We vroegen hen om op basis van de tekst van de kijkrichtingen (hoofdstuk 4) te oordelen in welke mate een kijkrichting kan bijdragen aan een oplossing voor de uitdaging. Daarbij was niet zozeer de eindbeoordeling van belang, maar vooral de argumentatie om tot die beoordeling te komen. In totaal ontvingen we een schriftelijk antwoord van 22 experts. Een aantal experts beoordeelde slechts één deeluitdaging (zie bijlage 4).

De verzamelde expertinschattingen werden open gecodeerd (Nvivo 11.0), maar de verschillende codes werden wel ingepast in een hoofdstructuur volgens de diverse subuitdagingen met als onderverdeling positief, negatief en neutraal. De codering van de effecten gebeurde door twee onderzoekers. Beide codestructuren werden pas samengebracht op het niveau van de interpretatie. De resultaten van de codering werden samengevat in een synthesesetext die per uitdaging de belangrijkste argumenten beschrijft. Deze tekst dient als basis voor de onderbouwing van de algemene beoordeling van elke uitdaging.

2.3 Robuustheidsanalyse

De kwantitatieve en kwalitatieve analyses geven ons een beeld van de sterktes en zwaktes van de kijkrichtingen bij het oplossen van de uitdagingen tegen 2050. De oplossingen die in de kijkrichtingen naar voren geschoven worden, reflecteren de waarden die mensen toekennen aan natuur en de beleidskeuzes die daarmee gepaard gaan. Dat levert echter gemakkelijk een overschatting op van de rol die zulke waarden en keuzes spelen in toekomstige ontwikkelingen (Dammers *et al.* 2013). Om het mogelijke effect van omgevingsontwikkelingen sterker in de verf te zetten, laten we een aantal onzekere drijvende krachten in twee of drie plausibele maar uiteenlopende richtingen variëren. We gaan na in welke mate de vier kijkrichtingen en de daarin voorgestelde beleidsstrategieën onder die contrasterende omstandigheden nog steeds een oplossing bieden voor de uitdagingen. Dit laat ons toe om de robuustheid van de kijkrichtingen te onderzoeken. Tabel 2 toont de onzekerheden die we selecteerden. Zulke analyse wordt ook wel 'windtunneling' genoemd naar analogie met het testen van vliegtuigen onder allerlei extreme omstandigheden in een windtunnel. Deze robuustheidscheck geeft een idee van welke omstandigheden het functioneren van de kijkrichtingen ten goede komen of net hinderen. Daarnaast biedt ze een eerste blik op welke kijkrichtingen het meest doeltreffend zijn onder verschillende omstandigheden.

Tabel 2. De kritische onzekerheden die we selecteerden voor een robuustheidsanalyse, en hun varianten.

Kritische onzekerheden	Varianten	Kritische onzekerheden
Consumptie en levensstijl	Consumentisme vs. minder en anders consumeren	Consumptie en levensstijl
Technologische ontwikkeling	Vermindert milieudruk: aanzienlijk vs. geen netto verbetering Verbeterd hulpbronnefficiëntie: aanzienlijk vs. geen netto verbetering	Technologische ontwikkeling
Ruimtelijke schaal van governance en instituties	Globalisering vs. glocalisering vs. lokalisering	Ruimtelijke schaal van governance en instituties
Klimaatverandering	Laag vs. midden vs. hoog klimaatscenario	Klimaatverandering

3 Landgebruik en bevolkingsdichtheid

Vooraleer we ingaan op de effecten van de kijkrichtingen op de uitdagingen, bespreken we eerst de belangrijkste verschuivingen in het landgebruik en de bevolkingsdichtheid. Die zijn immers van belang voor de interpretatie van de indicatoren.

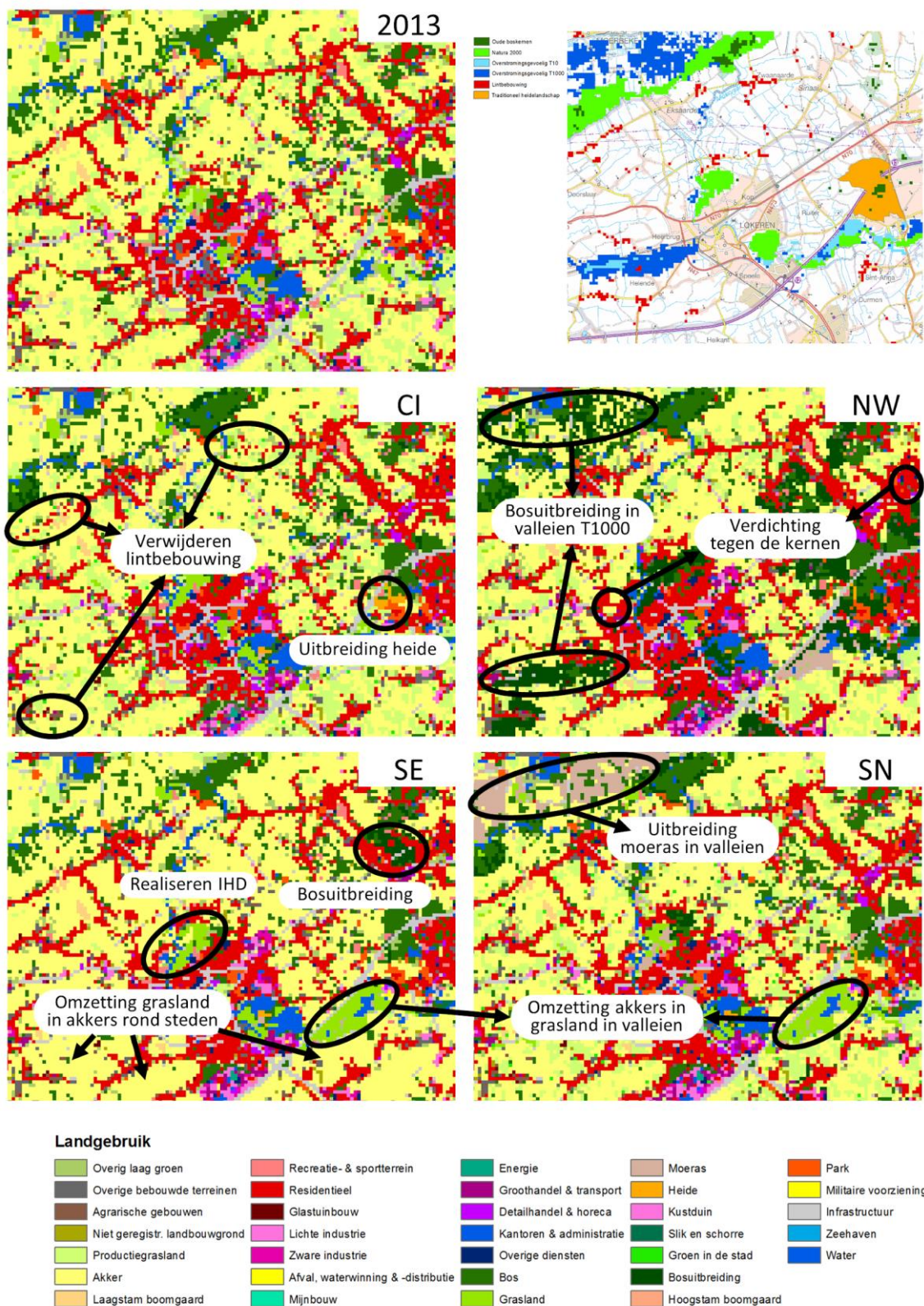
De **landgebruiksveranderingen** reflecteren in de eerste plaats de ruimtelijke principes beschreven in Tabel 1. Het resultaat wordt geïllustreerd voor de regio rond Lokeren in Figuur 2. De landgebruiken van de Landgebruikskaart Vlaanderen werden geaggregeerd tot tien ecosysteemtypes (zie bijlage 2). Onder de klasse 'Hobbylandbouw' vallen onder andere de paardenweides die in Vlaanderen een steeds groter aandeel van de open ruimte innemen (Verhoeve *et al.* 2015). Figuur 2 en Figuur 3 vatten de landgebruiksveranderingen samen voor deze 10 hoofdklassen. De totale oppervlakte aan landgebruiksveranderingen verschilt tussen de kijkrichtingen: in de kijkrichtingen NW en SE verandert het landgebruik in 10% van de cellen, in SN 9% en in de kijkrichting CI 6%. In 79% van de cellen wijzigt het landgebruik in geen enkele kijkrichting.

Bij de ruimtelijke uitwerking gaan we in elke kijkrichting uit van een reële bosuitbreiding op het terrein van minstens 10.000 ha. Deze doelstelling namen we over uit het richtinggevend gedeelte van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen dat voorzag in 10.000 ha effectieve, ecologisch verantwoorde bosuitbreiding tegen 2012. Die uitbreiding moest vooral in functie van natuurontwikkeling en natuurverbinding gerealiseerd worden, als buffer bij bestaand bos of in de nabijheid van stedelijke bosarme gebieden (Departement Ruimte Vlaanderen 2011). In elke kijkrichting neemt de bosoppervlakte dan ook toe, maar de absolute toename en de plaats van de bosuitbreiding verschilt per kijkrichting. De toename is veruit het grootst in de kijkrichting NW (De natuur haar weg laten vinden), waar er meer dan 109.000 ha bos bijkomt. Deze oppervlakte is nodig voor het vergroten en verbinden van oude bossen en bossen in Speciale Beschermingszones tot kernen die groot genoeg zijn om zichzelf in stand te houden (Tabel 1 en bijlage 1). De uitbreiding gaat vooral ten koste van landbouw maar ook van andere open natuurtypes zoals heide en grasland (Figuur 4). Ook in de kijkrichting SN (Samenwerken met natuur) wordt er meer bosuitbreiding gerealiseerd dan de vooropgestelde 10.000 ha. De 19.628 ha extra bos wordt aangelegd in functie van Europese natuurdoelen, de bescherming van erosiegevoelige percelen, de buffering van woonkernen tegen geluidsoverlast en de aanleg van stadsbossen. De twee andere kijkrichtingen (CI & SE) beperken zich tot de geplande 10.000 ha bosuitbreiding in functie van het versterken en verbinden van oude boskernen (CI & SE), de aanleg van stadsbossen (SE) en de realisatie van Europese natuurdoelen (CI & SE).

De netto oppervlakte **urbaan** landgebruik neemt in elke kijkrichting toe, behalve in CI. In elke kijkrichting komt er zowel bebouwing bij door woonuitbreiding en economische ontwikkeling als dat er verdwijnt in functie van de aanleg van overstromingsgebieden, natuurontwikkeling of het herstel van de open ruimte. In CI wordt echter 9.000 ha lintbebouwing afgebroken, waardoor urbanisatie netto afneemt (indicator DG4). De nieuwe urbane cellen komen vooral op locaties die in 2013 halfnatuurlijk grasland, landbouw of hobbylandbouw waren.

De oppervlakte **landbouw** daalt in alle kijkrichtingen, maar blijft in SE beperkt tot 2.400 ha. In NW loopt het verlies op tot meer dan 80.000 ha (52.000 ha akker en 26.000 ha cultuurgrasland). Het overgrote deel wordt omgezet in bos. Ook in SN is het verlies aan landbouwgrond aanzienlijk: 51.000 ha akkerland wordt daar vooral omgezet in bos, moeras, halfnatuurlijk grasland in de overstromingsgevoelige zones en **recreatief groen** rond de steden. CI heeft een gelijkaardige omzetting, maar daar komt veel minder moeras bij. In NW neemt de oppervlakte van het recreatief landgebruik af door de afbraak van onder andere campings aan de kust voor de ontwikkeling van duinen.

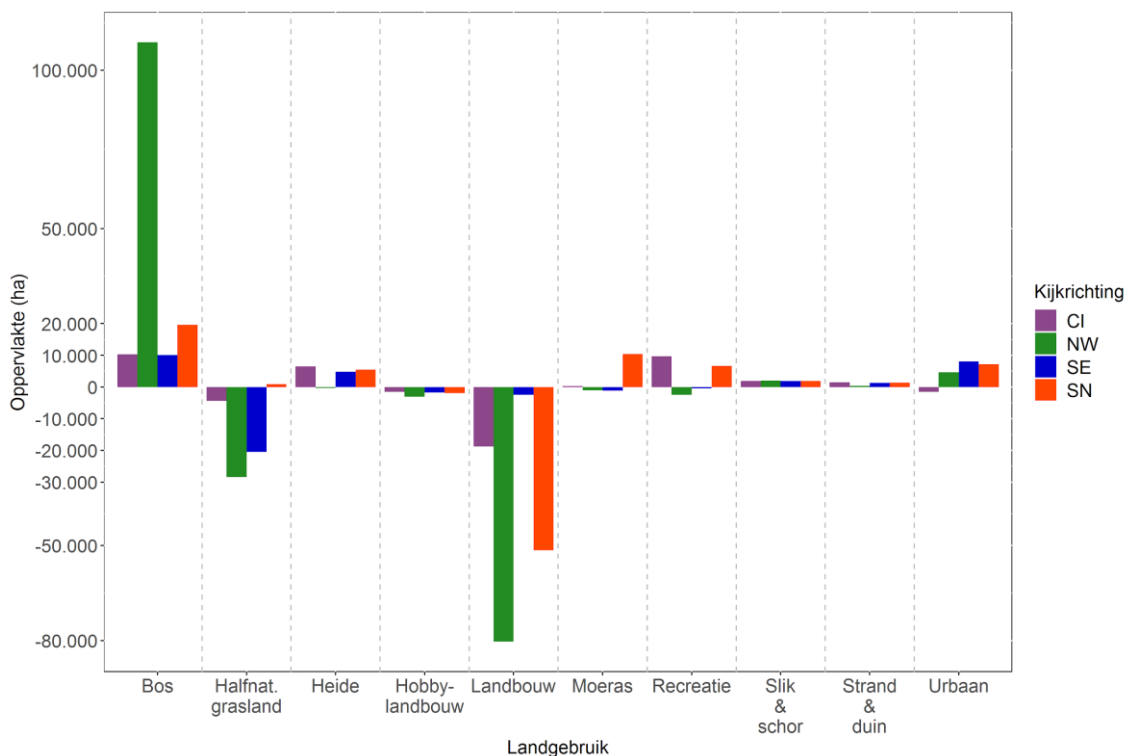
Ook de oppervlakte **halfnatuurlijk grasland** neemt in de meeste kijkrichtingen af. In kijkrichtingen CI en NW wordt dit grotendeels omgezet in natuur en urbaan landgebruik, maar in kijkrichting SE worden deze halfnatuurlijke graslanden omgezet in productiegasland (landbouw). De netto toename in SN komt er door de omzetting van akkerland in overstromingsgevoelig gebied.



Figuur 2. Voorbeeld van landgebruiksveranderingen in de vier kijkrichtingen (regio Lokeren). De kaart bovenaan rechts geeft aan waar in de regio de belangrijkste ruimtelijk sturende principes gelegen zijn.

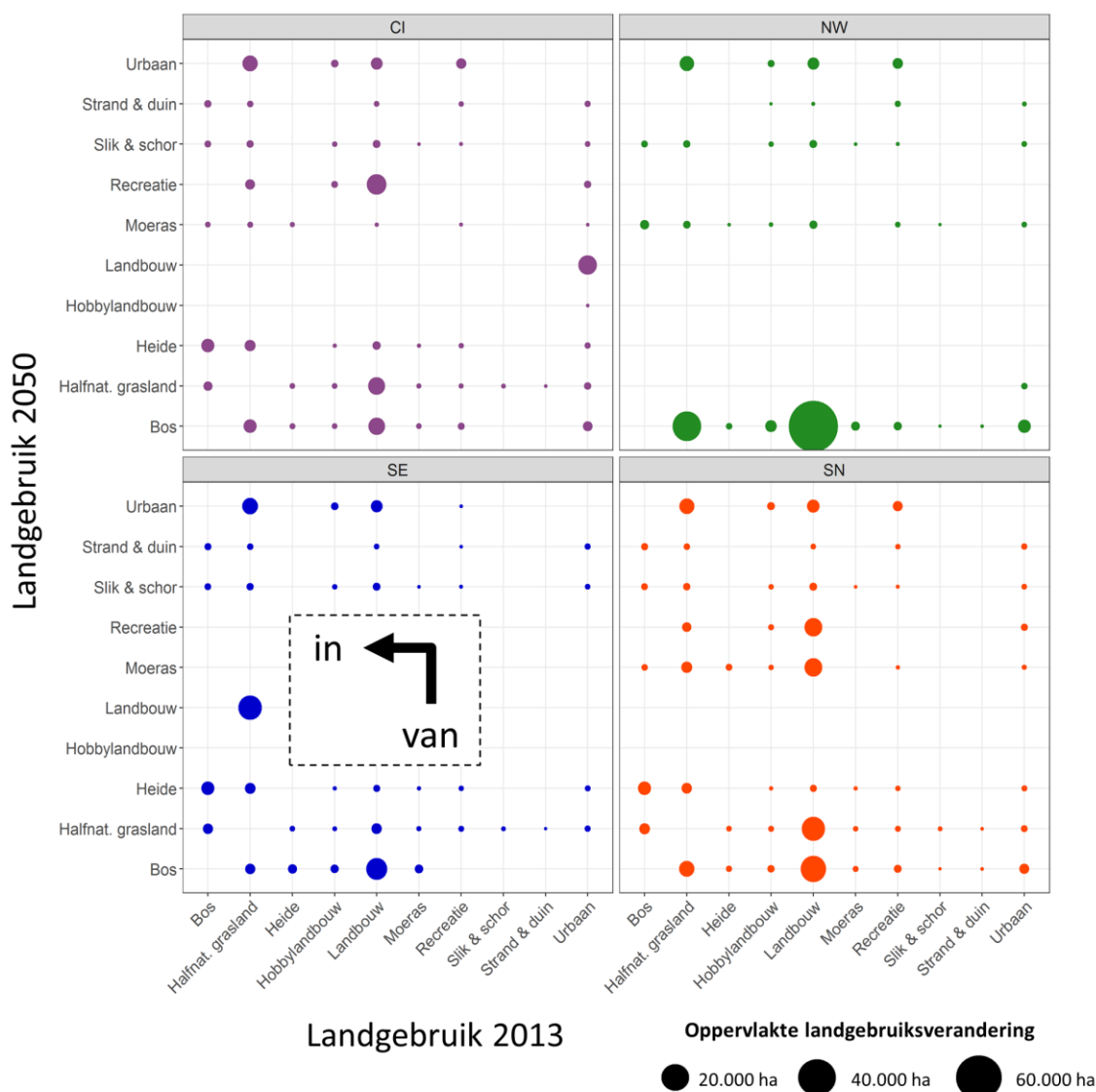
De oppervlakte **hobbylandbouw** (niet-geregistreerde landbouwgrond) neemt in elke kijkrichting af, hoewel de recente trend wijst op een sterke uitbreiding in Vlaanderen. Naast de toenemende urbanisatie, zorgen ook de

vertuining, de verpaarding en het niet-agrarisch economisch gebruik van landbouwgebied voor een afname van de beschikbare ruimte voor landbouw (Verhoeve *et al.* 2015). Het RuimteModel houdt echter geen rekening met sectorale ontwikkelingen in de landbouw, waardoor ruimtelijke transformaties in het landbouwgebied niet konden worden meegenomen in onze ruimtelijke analyses. De kijkrichtingen bevatten wel een aantal principes en maatregelen om deze transformaties af te remmen of te stoppen (Hoofdstuk 4 - Van Gossum *et al.* 2018). Dit kan bijvoorbeeld via regelgeving in de ruimtelijke ordening (NW) of via verhandelbare ontwikkelingsrechten (SE).



Figuur 3. Veranderingen in de oppervlakte van de 10 landgebruiksklassen ten opzichte van de toestand in 2013.

De bevolkingsgroei is een belangrijke drijvende kracht achter de landgebruiksveranderingen. Hij beïnvloedt ook de omvang en de concentratie van de consumptie, de productie en de vraag naar bepaalde ecosysteemdiensten, zoals groene ruimte voor ontspanning (Hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018). Elke kijkrichting gaat uit van eenzelfde **bevolkingsaan groei** tegen 2050 (+ 1,17 miljoen Vlamingen en Brusselaars), maar de kijkrichtingen verschillen in waar deze nieuwkomers zich huisvesten. Een deel van de extra inwoners komt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest terecht en die fractie verschilt tussen de kijkrichtingen: in kijkrichting CI worden 102.000 extra inwoners bijgeplaatst in Brussel, in NW zijn er dat 75.000, in SE 84.000 en in SN 68.000. Omdat we niet voor elke indicator gegevens hebben voor het Brussels Gewest, beperken we ons in de bespreking van de indicatoren tot het Vlaams Gewest. Alleen voor de indicator 'Ruimte voor buitenactiviteiten' brengen we de inwoners van Brussel wel mee in rekening omdat hun vraag naar recreatief groen de gewestgrenzen overstijgt.



Figuur 4. Omvorming van de landgebruiksklassen tussen 2013 en 2050. De x-as geeft het landgebruik in 2013 weer en de y-as het overeenkomstig landgebruik in 2050. Hoe groter de bol, hoe groter de omvorming van landgebruik x in landgebruik y.

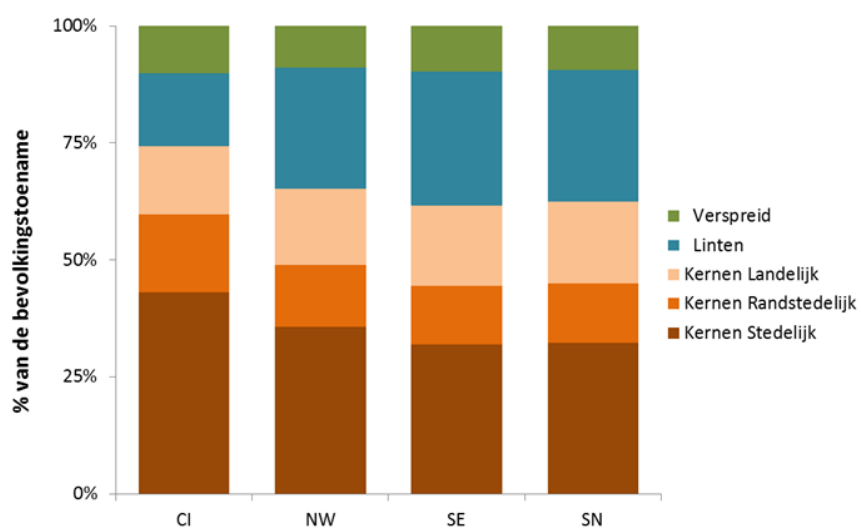
Figuur 5 illustreert hoe de bevolkingsdichtheid verandert in de verschillende kijkrichtingen in de regio Antwerpen. Figuur 6 toont de spreiding van de bevolkingstoename in Vlaanderen over de zones die in de huidige kernen, linten of verspreide bebouwing liggen of daarbij aansluiten. Omdat elke kijkrichting het principe van ruimteneutraliteit tegen 2040 uit het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen overneemt, wordt de bevolkingsgroei hoofdzakelijk opgevangen in en rond de bestaande woonkernen. Die verdichting van de kernen is het grootst in CI in stedelijk en randstedelijk gebied, maar de bevolkingstoename in de landelijke kernen is groter in de andere kijkrichtingen. Geheel volgens het principe van ruimteneutrale ontwikkeling is de bevolkingstoename in elke kijkrichting het kleinst in de zones van verspreide bebouwing. In de bestaande lintbebouwing groeit de bevolking nog wel behoorlijk aan in de kijkrichtingen NW en vooral SE en SN.

De figuren suggereren dat CI het meeste garandeert op het vrijwaren van de open ruimte en dat de andere kijkrichtingen en vooral SE en SN daar minder goed in slagen. We willen hierbij echter nog eens benadrukken dat elke kijkrichting de ruimteneutrale doelstelling van het BRV haalt en dat de verschillen tussen de kijkrichtingen eerder beperkt zijn. Vooraf hebben we voor elke kijkrichting een maximum ingesteld voor de bevolkingsdichtheid in een cel. Zo mocht de bevolkingsdichtheid niet hoger zijn dan 500 inwoners per hectare in SN en 1000 inwoners per hectare in NW (Tabel 1). In geen enkele kijkrichting is de maximale inwonersdichtheid echter groter dan 800 inwoners/ha, wat erop wijst dat de verwachte bevolkingsgroei tegen 2050 vlot kan worden opgevangen binnen de

ruimte die volgens de doelstellingen van het BRV nog beschikbaar is tot 2040. Een belangrijke randvoorwaarde hierbij is echter dat de verdichting gerealiseerd wordt met een kwalitatieve woonruimte en woonomgeving.



Figuur 5. Voorbeeld van de spreiding van de bevolkingstoename en -afname in de vier kijkrichtingen (regio Antwerpen). Blauwe cellen duiden op een bevolkingsafname, groene en oranje cellen op een toename. In de groene cellen wordt de toename gerealiseerd in cellen die voorheen niet bebouwd waren. In de oranje cellen verhoogt de bevolkingsdichtheid in reeds bebouwde cellen.



Figuur 6. Spreiding van de bevolkingstoename over zones in of aansluitend aan huidige kernen, linten of verspreide bebouwing. De kernen worden verder opgedeeld op basis van hun ligging in stedelijk, randstedelijk of landelijk gebied.

4 Uitdaging 1 - Biodiversiteitsverlies tegengaan

Dat de biodiversiteit op wereldvlak blijft achteruitgaan en dat dit belangrijke gevolgen heeft voor de mens is al jaren algemeen aanvaard in wetenschappelijke kringen en het beleid (IPBES 2018; Millennium Ecosystem Assessment 2005). De Verenigde Naties erkennen het biodiversiteitsverlies dan ook als een van de grootste bedreigingen voor de mensheid en roepen via verschillende Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen (SDG) op tot actie (UN 2015). Het Natuurrapport 2014 toont aan dat ook in Vlaanderen het verlies aan biodiversiteit een reële impact heeft op onze welvaart en ons welzijn (Stevens *et al.* 2014). Om de achteruitgang van de biodiversiteit te keren zijn drie strategieën belangrijk: vergroten van natuurgebieden, verbinden van de natuurgebieden en verbeteren van de kwaliteit van de gebieden (Hodgson *et al.* 2011). Tijdens de workshops van de Natuurverkenning 2050 identificeerde de gebruikersgroep dezelfde drie maatschappelijke opgaven om het biodiversiteitsverlies in Vlaanderen tegen te gaan (zie hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018).

Een eerste opgave is het creëren van **meer ruimte voor de biodiversiteit**. Daar zijn twee aspecten aan verbonden: een toename van de totale oppervlakte natuur en een vergroting van de natuurkernen. De versnippering van het landschap zorgt voor kleinere geïsoleerde ecosystemen die minder bestand zijn tegen verstoring (weerstand of *resistance*) en daardoor minder gemakkelijk herstellen van een verstoring (herstelvermogen of *recovery*) (Kader 2). Grotere aaneengesloten natuurgebieden kunnen daarentegen niet alleen grotere bronpopulaties herbergen, ze hebben ook een groter aandeel kernhabitat waar randeffecten minder spelen. Zo zijn ze beter gebufferd tegen externe processen zoals de klimaatverandering en milieudrukken. Bovendien is de interne habitatdiversiteit hoger in grote gebieden, waardoor meer soorten naast elkaar kunnen voorkomen en er uitgebreidere voedselwebben ontstaan. Hierdoor zijn de levensgemeenschappen beter in staat is om het verlies van een lokale soort op te vangen en ecologische functies te handhaven.

Een tweede opgave zet in op het **verhogen van de connectiviteit** tussen de deelgebieden. Mobiele soorten zijn voor hun voedselvoorziening of voortplanting vaak afhankelijk van dispersie tussen verschillende ecosystemen. Door die ecosystemen functioneel te verbinden en zo de uitwisseling van soorten en genen tussen gebieden te verhogen, kan de biodiversiteit op landschapsschaal versterkt worden.

De derde opgave is het **verminderen van externe drukken**. Zeker in een sterk versnipperde regio zoals Vlaanderen zijn de kleine geïsoleerde ecosystemen extra gevoelig voor verstoring. Door drukken zoals verzuring, vermisting, vervuiling en invasieve exoten te verminderen, kunnen ecosystemen en hun soorten zich beter in stand houden. Je kan de milieudruk verminderen door natuurgebieden groter te maken en het randeffect te verkleinen, maar ook door het landgebruik in de omgeving aan te passen en bijvoorbeeld het landbouwbeheer duurzamer te maken.

Elk van de kijkrichtingen bevat een strategie om deze drie deelduitdagingen aan te pakken (zie o.a. Tabel 1 en Bijlage 1). Die strategie omvat zowel technische maatregelen die bijvoorbeeld de stikstofuitstoot door de landbouw verminderen, als groene-infrastructuurmaatregelen zoals de aanleg van houtkanten. De focus van de ruimtelijke analyse van de kijkrichtingen ligt op de eerste twee deelduitdagingen (ruimte en connectiviteit). Het verminderen van de milieudrukken komt wel aan bod in de expertbeoordeling. Bij de bespreking van de kwantitatieve resultaten gaan we eerst na welke effecten de landgebruiksveranderingen in de kijkrichtingen op de biodiversiteit hebben. Als indicator voor de biodiversiteit gebruiken we daarbij de **soortenrijkdom van planten**. Vervolgens onderzoeken we in welke mate de ruimtelijke keuzes binnen elke kijkrichting de realisatie van de **instandhoudingsdoelstellingen** (IHD) voor de Europees beschermde natuur ondersteunen. In het laatste deel analyseren we enkele indicatoren die een beeld geven van de kwaliteit van de ruimtelijke configuratie van het landschap in de vier kijkrichtingen: de **oppervlakte** van de verschillende natuurlijke ecosystemen en de **versnipperingsgraad en connectiviteit** van het landschap. De methodologie voor de kwantificering van de indicatoren wordt beschreven in bijlage 5.

Kader 2 - Ecologische veerkracht

Ecologische veerkracht (*resilience*) is de mate waarin een ecosysteem bestand is tegen of snel kan herstellen van verstoringen en waarbij het zijn functies kan blijven leveren boven een maatschappelijk aanvaardbaar niveau (Hodgson *et al.* 2015; Oliver *et al.* 2015a). Het **weerstandvermogen** (*resistance*) en het **herstelvermogen** (*recovery*) van het ecosysteem zijn dus twee complementaire aspecten van veerkracht. Ecosystemen kunnen goed bestand zijn tegen de droogte of ze kunnen zich snel herstellen van de effecten van een droogte. In beide

gevallen spreken we van een veerkrachtig ecosysteem.

Verscheidene factoren beïnvloeden de veerkracht van een ecosysteem, en dit zowel op soortniveau, gemeenschapsniveau en landschapsniveau. Diversiteit is daarbij een sleutelbegrip. Zo verhoogt een grote genetische variatie de kans dat genotypes die bestand zijn tegen de verstoring aanwezig zijn in een populatie. Een hoge functionele redundantie (uitwisselbaarheid van functies) zorgt ervoor dat het verlies van een soort door een verstoring opgevangen kan worden door een andere soort die dezelfde functie vervult. Zowel genetische variatie als functionele redundantie worden ondersteund door een hoge habitatdiversiteit, wat op zijn beurt afhangt van de oppervlakte en de connectiviteit van (semi-)natuurlijke ecosystemen (Loreau & de Mazancourt 2013; Oliver *et al.* 2015a).

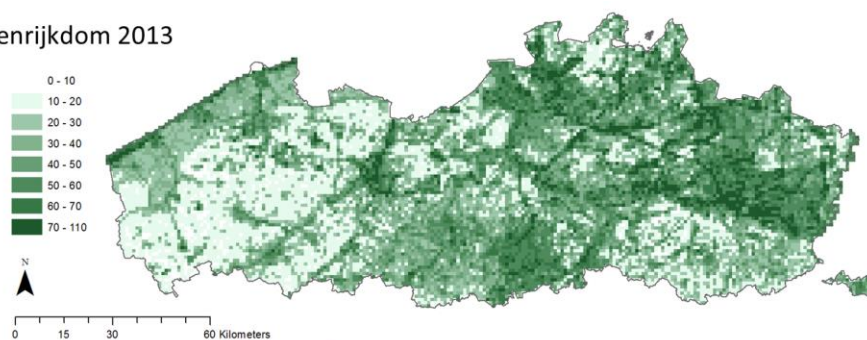
4.1 Indicator B1 - Soortenrijkdom planten

De eerste indicator geeft een beeld van hoe de biodiversiteit wijzigt onder invloed van de landgebruiksveranderingen in de kijkrichtingen. Biodiversiteit omvat de verscheidenheid en stocks aan genen, soorten, ecologische processen, ecosystemen en landschappen (Schneiders & Müller 2017). Omwille van de beperkte beschikbaarheid van gegevens focust de indicator voor biodiversiteit die we hier bespreken op het aantal plantensoorten per km². De aan- of afwezigheidsgegevens van plantensoorten binnen een kilometerhok worden op een gestandaardiseerde wijze verzameld binnen een grote steekproef van Vlaanderen (Van Landuyt *et al.* 2006). Met een statistisch model wordt op basis van de relatie tussen enerzijds de aan- of afwezigheid van een plantensoort en anderzijds het landgebruik, het bodemtype en de hydrologie, de kans op voorkomen van een soort in een kilometerhok voorspeld. Door deze oefening te herhalen voor elke plantensoort waarvoor we voldoende gegevens hebben, kunnen we de potentiële soortenrijkdom in elk kilometerhok voorspellen. Deze methode en bijkomende resultaten worden uitvoerig besproken in een apart technisch rapport van de Natuurverkenning 2050 (Schneiders *et al.* 2018b).

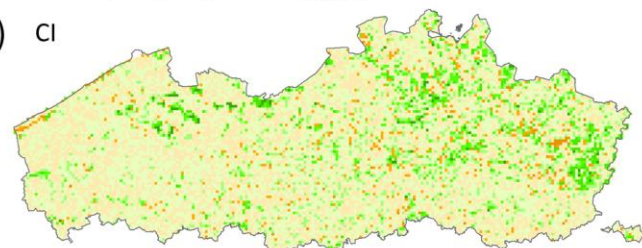
Figuur 7 toont de potentiële rijkdom aan plantensoorten voor de uitgangssituatie (2013) en de verwachte toe- of afname tegen 2050 voor de vier kijkrichtingen. De meest soortenrijke hokken bevinden zich in valleigebieden en in de Kempische ecoregio. In de zandleemstreek in West-Vlaanderen, waar de interfluvia grotendeels worden gebruikt voor intensieve landbouw, verwachten we de laagste soortenrijkdom. In de polders en op de leembodems in de heuvelzone ten westen van Brussel is de potentiële soortenrijkdom gemiddeld tot hoog (zie ook Demolder *et al.* 2014).

In vergelijking met de actuele toestand gaat de soortenrijkdom in de kijkrichtingen CI, NW en SN erop vooruit. In meer dan de helft van de kilometerhokken neemt het aantal soorten toe (Figuur 8a). Dit effect is het grootst in NW en SN, waar vooral de stijging van het aantal hokken met een sterke toename van de soortenrijkdom (+ > 20) in het oog springt. Als we kijken naar de verschillen in deelgebieden, valt het op dat het patroon in Vlaanderen overeenkomt met dat van de overstromingsgebieden (Figuur 8c). De omvangrijke bosuitbreiding in NW en de moerasuitbreiding in SN gaan deels ten koste van landbouw en verhogen de soortenrijkdom in de valleien. In SN zorgen ook de landgebruiksveranderingen in functie van erosiebestrijding (omzetting akker in bos en productiegrasland - zie Tabel 1) voor een verhoging van de soortenrijkdom in het zuiden van Vlaanderen (Figuur 7). In kijkrichting SE is het netto effect van de landgebruiksveranderingen nipt negatief. De algemene afname van de soortenrijkdom in deze kijkrichting is vooral het gevolg van de omzetting van productiegraslanden in akkers en halfnatuurlijk grasland in productiegrasland. Binnen de Natura 2000-gebieden (Speciale Beschermingszones - SBZ) zijn er zowel hokken waarin de soortenrijkdom toeneemt als hokken waarin het aantal soorten afneemt, maar het netto effect is in elke kijkrichting positief (Figuur 8b). De uitbreiding van heide en duinen in de SBZ in CI, SE en SN gaat onder andere ten koste van andere natuurlijke ecosystemen zoals bos en halfnatuurlijk grasland. Dit zorgt binnen die hokken voor een vermindering van de habitatdiversiteit, waardoor de soortenrijkdom op die plekken daalt.

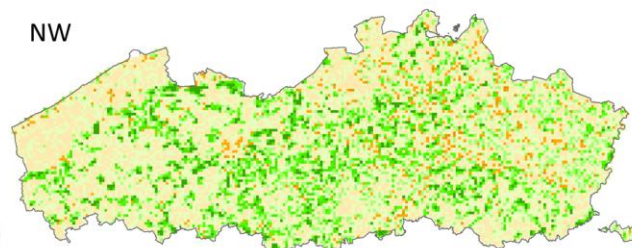
(a) Soortenrijkdom 2013



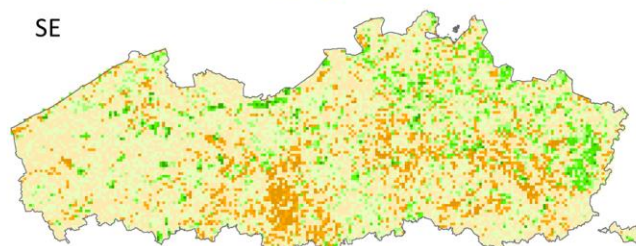
(b) CI



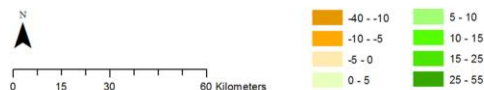
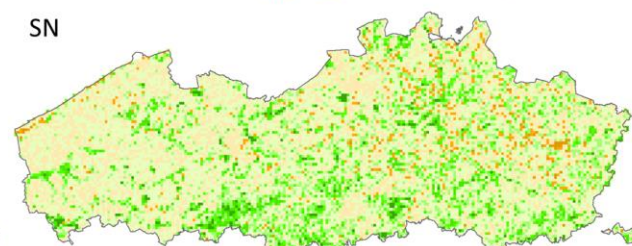
NW



SE

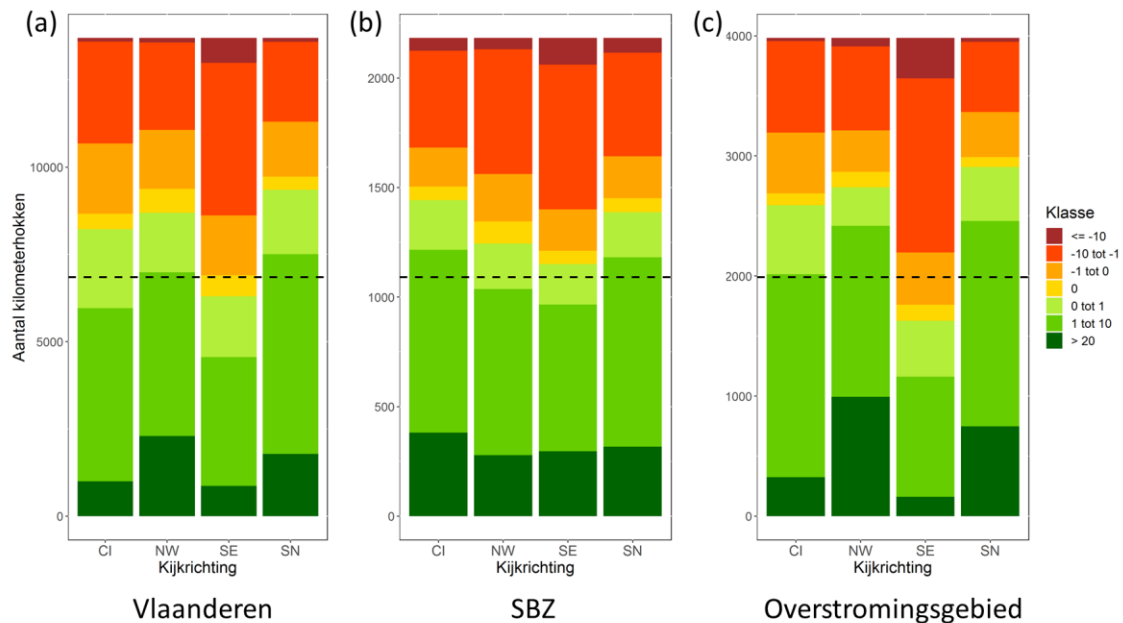


SN



Figuur 7. (a) Potentiële rijkdom aan plantensoorten per IFBL-hok voor de actuele toestand. (b) Verschilscore ten opzichte van de actuele toestand.

De modellen brengen alleen de verschillen in rekening die het gevolg zijn van veranderingen in het landgebruik, maar niet degene die voortvloeien uit een aangepast beheer (bv. minder intensief bosbeheer) of veranderende milieucondities (bv. vernatting van de bodem). De kijkrichtingen specificeren echter ook verschillende aanpassingen van beheer en inrichting. Zo veronderstellen we bijvoorbeeld dat er in kijkrichtingen CI en SN heel wat kleine landschapselementen aanwezig zijn in het landbouwgebied en dat de landbouw in SN steunt op agro-ecologische beheerprincipes. Deze bijkomende aanpassingen konden niet meegenomen worden in de modellen, maar zullen in de praktijk zeker een extra bijdrage leveren aan het verbeteren van de biodiversiteit.



Figuur 8. Verschilscore voor de plantenrijkdom tussen de kijkrichtingen en 2013, geaggregeerd voor heel Vlaanderen (links), binnen de Speciale Beschermingszones (midden) en binnen de overstromingsgevoelige gebieden (rechts). De zwarte stippellijn duidt de helft van het aantal hokken aan.

4.2 Indicator B2 - Realisatiegraad Europese natuurdoelen

Om de habitats van Europees belang in een goede staat van instandhouding te krijgen, werden per habitatype onder andere oppervlakte-doelen vastgelegd. Die werden eerst op Vlaams niveau bepaald (G-IHD) en vervolgens vertaald naar specifieke doelen per Natura 2000-gebied (S-IHD) (Paelinckx *et al.* 2009). Voor een deel van de doelstellingen weten we waar ze precies binnen de speciale beschermingszones (SBZ) gerealiseerd zullen worden. Voor het resterende deel, het openstaand saldo, is dat nog niet geweten en worden nog zoekzones afgebakend. Binnen die zoekzones gaat het beleid samen met haar partners op zoek naar de locaties die maatschappelijk en ecologisch gezien het meest geschikt zijn om de resterende habitats te realiseren. De afbakening van die zoekzones wordt ondersteund door het Zoekzonemodel van VITO (Poelmans *et al.* 2015). Het geeft aan waar welk habitatype het beste geplaatst kan worden, gegeven de ecologische en maatschappelijke randvoorwaarden.

De indicator die we hier bespreken, geeft een beeld van de mate waarin de oppervlakte-doelen voor Europees beschermde habitats binnen een kijkrichting gerealiseerd kunnen worden. Voor de boshabitats valt een groot deel van de te realiseren uitbreiding buiten de huidige zoekzones om zo maximaal gebruik te kunnen maken van het bestaande bosareaal. Daarom splitsen we de indicator voor bos op in een potentiële realisatiegraad binnen en buiten de zoekzones. De realisatiegraad geeft aan of het landgebruik in 2050 compatibel is met het doelhabitat volgens de IHD. Als het Zoekzonemodel bijvoorbeeld aangeeft dat een cel nat hooiland (code 6410) moet worden en het landgebruik van die cel in 2050 uit halfnatuurlijk grasland bestaat, dan gaan we ervan uit dat daar nat hooiland gerealiseerd kan worden. Als diezelfde cel in 2050 echter productiegasland is, dan kan het habitat niet gerealiseerd worden. In onze analyse gaan we ervan uit dat de toekomstige milieucondities (grondwaterstand, nutriëntengehalte) geschikt zijn om de habitats te realiseren. Het Zoekzonemodel houdt bij de plaatsing van de habitats rekening met de fysieke geschiktheid van een locatie voor het habitat (PotNat - Wouters *et al.* 2013), maar niet met de verstoringsgraad. De analyse zegt ook niets over de veerkracht van de habitats voor externe drukken of de klimaatverandering. De realisatiegraad die we hier presenteren is dan ook een veeleer optimistisch plaatje.

Figuur 9 geeft de potentiële realisatiegraad van de hoofdtypen van habitats van Europees belang binnen elk van de kijkrichtingen. Kijkrichting NW heeft de laagste potentiële realisatiegraad voor de meeste habitats en voor heide en grasland doet de kijkrichting het zelfs slechter dan de uitgangssituatie. Dat komt doordat in NW deze ecosystemen mogen evolueren naar een climaxvegetatie, bos. De oppervlakte-doelen voor bos binnen de zoekzones worden net als in CI en SN wel gehaald. Ondanks de gerealiseerde bosuitbreiding van 10.000 ha doet kijkrichting SE het op dat

vlak nauwelijks beter dan de startsituatie. Voor wat betreft de realisatiegraad van de bos-IHD buiten de zoekzones vertonen CI en SE weinig verschil met de huidige situatie, ondanks de netto-bosuitbreiding van ongeveer 10.000 ha. Vooral voor de droge loofbossen met de grootste taakstelling (type 9120 en 9190) blijft ongeveer de helft van de maximum te realiseren oppervlakte buiten de zoekzones niet ingevuld. Dit is deels te wijten aan de keuze om in deze kijkrichtingen naald- en gemengde bossen niet om te vormen tot loofbos (zie Tabel 1). Om diezelfde reden ontbreekt het ook in SN nog hoofdzakelijk aan droge loofbossen. Een omvangrijke bosuitbreiding levert in die kijkrichting toch een realisatiegraad van meer dan 80% op. Door de sterk toegenomen (loof)bosoppervlakte haalt NW ook buiten de SBZ ruimschoots de taakstelling. Omdat kijkrichting NW inzet op de uitbreiding van bossen in SBZ tot eenheden die groot genoeg zijn om zichzelf in stand te houden, biedt de kijkrichting ook meer garanties dat de boshabitats ook onder veranderende klimatologische omstandigheden in stand kunnen gehouden worden (zie indicator B4).

Kijkrichtingen CI en SN slagen erin om voldoende kansrijke zones te creëren voor de verschillende habitattypes van bos, duin, moeras en heide (zie ook bijlage 5). Ook voor de graslanden scoren deze kijkrichtingen het beste. Geen enkele kijkrichting realiseert echter de volledige doelstellingen voor elk graslandtype, al komt CI dicht in de buurt met een globale realisatiegraad van 96%. Van de graslandhabitats moet voor mesofiele hooilanden (type 6510) de grootste oppervlakte gerealiseerd worden. Door de omvorming van grasland in bos haalt NW maar 32% van het oppervlakte-doel. Ook SE doet het voor dit type nauwelijks beter dan de huidige toestand (62% vs 61%) omdat halfnatuurlijke graslanden plaats moeten maken voor productiegroenland en akker en bos. Voor de twee andere grote graslandtypes, voedselrijke ruigten langs waterlopen en boszomen (type 6430 - 91%) en heischrale graslanden (type 6230 - 99%) komt SE wel in de buurt van doelstellingen. Voor moerassen blijft kijkrichting SE (19%) net als NW (28%) ver verwijderd van de oppervlakte-doelen.

Elke kijkrichting biedt voldoende potentieel om de doeloppervlaktes voor slikken en schorren te realiseren. Onder andere de aanleg van overstromingsgebieden langs het Schelde-estuarium in elke kijkrichting ondersteunt deze taakstelling.

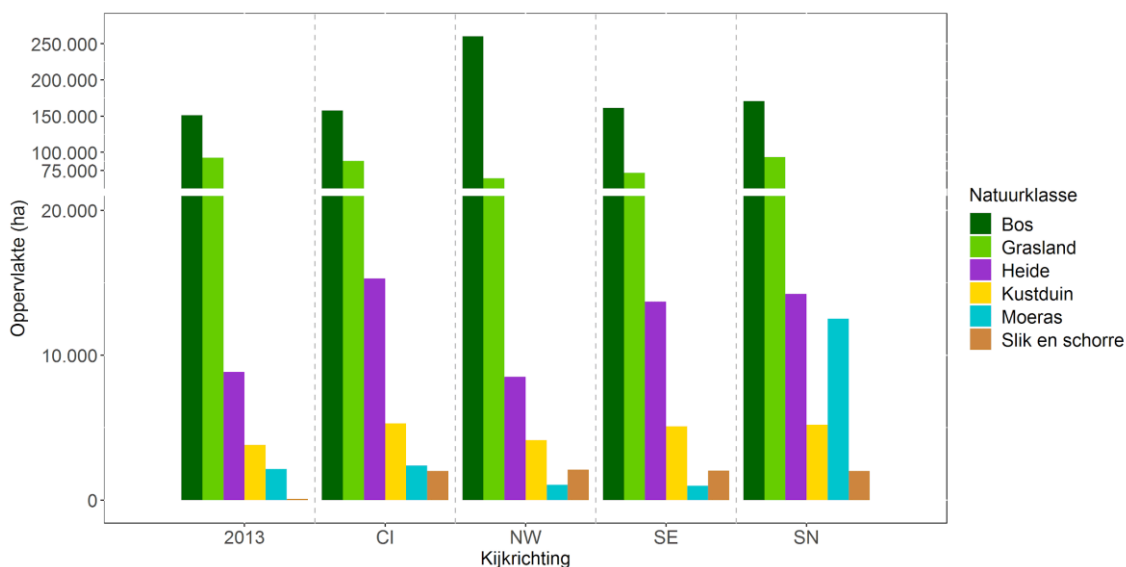


Figuur 9. Potentiële realisatiegraad van de habitats van Europees belang (synthese op hoofdtype). 100% = de volledige oppervlakte van het habitattype dat voorzien is in de IHD kan gerealiseerd worden binnen de SBZ. Zie tabel B7 in bijlage 5 voor een overzicht van de realisatiegraad per habitattype.

4.3 Indicator B3 - Oppervlakte natuur

De totale oppervlakte die alle natuurlijke ecosystemen samen innemen varieert tussen de kijkrichtingen. 'Natuurlijk' wordt breed geïnterpreteerd, aangezien alle bossen en ook het landgebruik 'overig laag groen' hier deel van uitmaken. De kijkrichting NW heeft met 24,7% een beduidend hoger percentage natuur dan de andere kijkrichtingen en de startsituatie (18,7%). De natuurlijke ecosystemen in SN nemen 21,6% van de oppervlakte van

Vlaanderen in, in CI 19,6%. De totale oppervlakte natuur neemt zelfs af in SE (18,5%), vooral door de grootschalige omvorming van halfnatuurlijk grasland in productiegrasland en akkers.



Figuur 10. Oppervlakte van de verschillende natuurlijke ecosystemen in de uitgangssituatie (2013) en de vier kijkrichtingen.

Als we naar de oppervlakte van de individuele ecosystemen kijken in Figuur 10, zien we vooral het belang van boshabitat en de halfnatuurlijke graslanden. De totale **bosoppervlakte** is het grootst in kijkrichting NW en bedraagt 260.000 ha, of ongeveer 19% van de oppervlakte van Vlaanderen. In deze kijkrichting krijgen natuurlijke processen maximale ruimte en is het beheer tot een minimum beperkt. Het eindpunt van de natuurlijke successie, de climaxvegetatie, is in onze streken op bijna alle plaatsen loofbos. In onbeheerde natuurgebieden zal de bosoppervlakte dan ook sterk toenemen ten koste van open ecosysteemtypen. Andere natuurlijke processen zoals begrazing, windval, branden of plagen zorgen er echter voor dat er binnen een bosesysteem ook tijdelijk open natuur kan voorkomen. In Europese bosreservaten bedraagt dit aandeel open plekken ongeveer 15% (Afdeling Bos en Groen 2001). Ook in de andere kijkrichtingen is er een toename van de bosoppervlakte ten opzichte van de startsituatie in 2013. In de kijkrichtingen CI en SE is er 161.000 ha bos aanwezig (11% van Vlaanderen) en in kijkrichting SN 171.000 ha (12%).

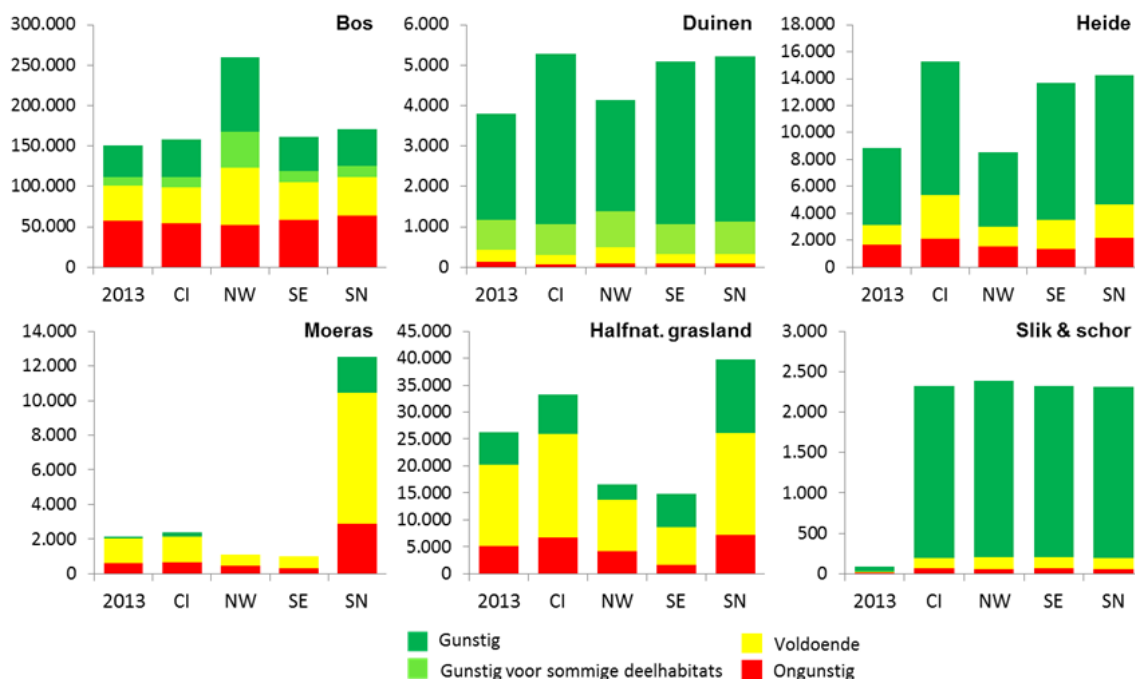
In SN neemt ook de oppervlakte **moeras** sterk toe met het oog op een betere waterzuivering en waterretentie, van 2135 ha in 2013 tot 12.500 ha in 2050. In de andere kijkrichtingen verandert de oppervlakte moeras nauwelijks (CI) of neemt ze zelfs af (SE en NW). In kijkrichting NW breidt de bosoppervlakte sterk uit in de valleigebieden. Afhankelijk van de grondwaterstand kan zich dit op sommige plaatsen manifesteren als moerasbos. Dit bostype is in Figuur 10 ingedeeld bij de bossen.

De oppervlakte **heide** neemt sterk toe in kijkrichtingen CI, SE en SN. In CI wordt de heide hersteld omwille van cultuurhistorische en landschappelijke motieven, in SE omwille van de toeristische en recreatieve waarde en in SN voor de levering van ecosystemendiensten zoals grondwaterinfiltratie. Dezelfde motieven spelen een rol voor de uitbreiding van de **kustduinen**. Daarnaast hebben kustduinen ook een belangrijke functie voor de bescherming van de kustlijn tegen overstromingen vanuit de zee. Die beschermingsfunctie wordt in SN maximaal benut door de aanleg van een duinengordel aan de zeezijde van de huidige zeewering. Omdat de zee buiten het toepassingsgebied van het RuimteModel valt, kon deze bijkomende oppervlakte niet meegenomen worden in de ruimtelijke analyse.

De oppervlakte **slikken en schorren** neemt in alle kijkrichtingen toe door de inrichting van overstromingsgebieden langsheen het getijdengebied in het Scheldebekken (SIGMA-plan). Ze nemen een relatief kleine oppervlakte in, maar hebben een belangrijke functie in het Schelde-estuarium als regulatoren van de nutriëntencyclus en als leefgebied voor vogels, vissen en invertebraten.

4.4 Indicator B4 - Versnipperingsgraad

Belangrijker dan de totale oppervlakte van een habitattype, is de oppervlakte en aaneengeslotenheid van de deelgebieden. Grote aaneengesloten gebieden verschaffen een grotere hoeveelheid en een grotere variatie aan natuurlijke hulpbronnen. Daardoor neemt zowel de soortenrijkdom als de omvang van populaties toe. Dit zorgt op zijn beurt voor een grotere genetische en functionele diversiteit waardoor de robuustheid van ecosystemen toeneemt (Oliver *et al.* 2015a).



Figuur 11. Oppervlakteverdeling van de verschillende natuurlijke ecosystemen. De klassegrenzen zijn gekozen op basis van de LSVI-oppervlaktecriteria voor een gunstige en voldoende staat van instandhouding (zie bijlage 5).

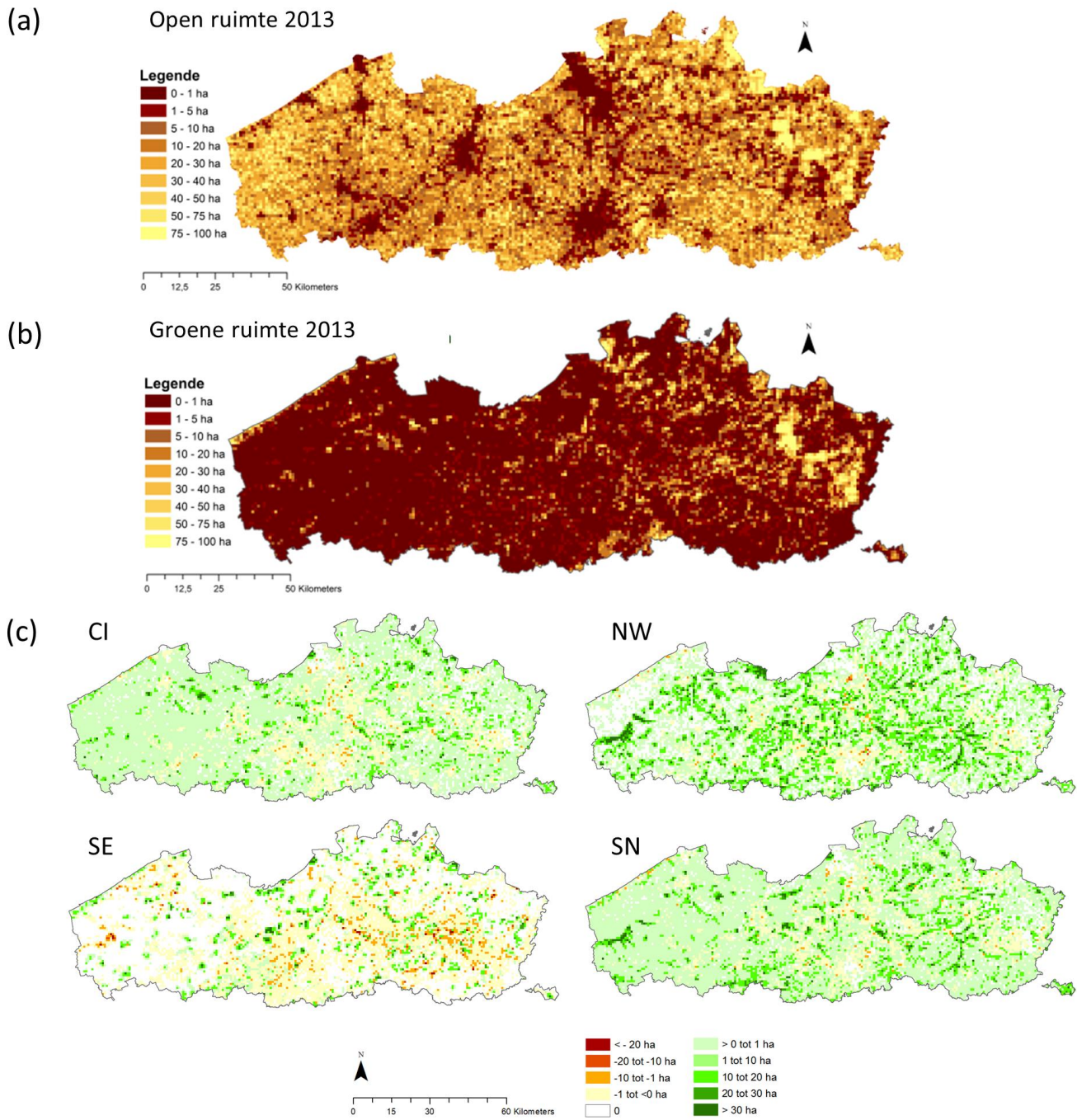
Figuur 11 geeft voor de verschillende ecosystemetypen aan in welke mate de deelgebieden groot genoeg zijn in functie van ecologische criteria. De klassegrenzen in Figuur 11 zijn gekozen op basis van de faunistische oppervlaktecriteria voor een gunstige en voldoende lokale staat van instandhouding (LSVI) van de Europees beschermde habitattypes (T'Jollyn *et al.* 2009 - zie bijlage 5). De LSVI-criteria zijn specifiek voor de habitattypes. Aangezien we onze analyse echter uitvoeren op ecosystemeniveau, kunnen we geen uitspraak doen over de staat van instandhouding van de afzonderlijke habitattypes. De criteria worden hier dan ook louter gebruikt als ecologisch ijkpunt. Voor bossen is er vooral een gunstig effect van de GI-maatregelen in kijkrichting NW, waar de omvangrijke bosuitbreiding ervoor zorgt dat het aantal grote bosclusters sterk toeneemt. Ook in SN neemt de bosoppervlakte sterk toe, maar daar gaat het vooral over kleinere bosclusters van minder dan 15 ha, wat te klein is voor een gunstige staat van instandhouding. De deelgebieden van heide en kustduinen worden flink groter in de kijkrichtingen CI, SE en SN, waardoor hun ecologisch potentieel toeneemt. De totale moerasoppervlakte neemt dan wel sterk toe in SN, maar er komen vooral kleinere moerassen van minder dan < 30 ha bij. Die oppervlakte is te beperkt om een gunstige staat van instandhouding te bereiken. In zowel CI als SN stijgt de totale oppervlakte van halfnatuurlijk grasland, maar alleen in SN gaat dit gepaard met een toename van het aantal clusters die ecologisch gezien voldoende groot zijn (> 30 ha).

De oppervlakte van een ecosysteem en de morfologische kenmerken ervan zijn sterk gerelateerd. Aan de rand van een ecosysteem is de verstoring meestal groter dan in de kern. Omvangrijke ecosystemen hebben vaak een relatief groter aandeel kernhabitat dat beter gebufferd is tegen externe invloeden dan kleine patches. De oppervlakte randhabitat neemt meestal toe met de versnipperingsgraad. De grootte en richting (positief of negatief) van het randeffect verschilt van soort tot soort en is afhankelijk van biotische en abiotische veranderingen in de omgeving (Fahrig 2003; Ries & Sisk 2004). Sommige soorten profiteren van een verhoogde beschikbaarheid van hulpbronnen (voedsel, schuilgelegenheid) in de overgangszone tussen twee habitattypes, terwijl andere soorten net onder druk komen te staan door verhoogde predatie uit het aanliggende habitat of door ongeschikte abiotische condities

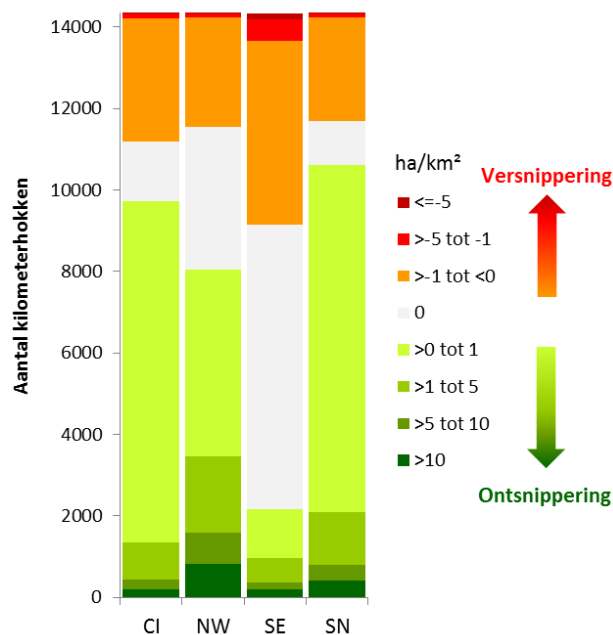
(temperatuur, licht, verstoring, ...). Versnipperde ecosystemen met een hoog aandeel randhabitat zijn echter gevoeliger aan verstoring en herstellen er minder snel van (Haddad *et al.* 2015; Oliver *et al.* 2013, 2015a; Timpane-Padgham *et al.* 2017; Wilson *et al.* 2015).

We tonen de **versnipperingsgraad** van het landschap aan de hand van de Meff-indicator (effective mesh size; EEA 2011). Die geeft de kans weer dat twee random gekozen punten in het landschap verbonden zijn en dus niet gescheiden door barrières zoals wegen of gebouwen. De Meff kan geïnterpreteerd worden als de oppervlakte die toegankelijk is vanuit een punt in het landschap, zonder een fysieke barrière tegen te komen. Hoe groter de Meff-score, hoe kleiner de versnippering van het landschap en hoe meer aaneengesloten het is. Voor onze analyse berekenen we de versnipperingsgraad per kilometerhok voor de **open ruimte**, dit omvat alle landgebruikscategorieën zonder de urbane categorie. Verder onderzochten we ook de fragmentatie van de **groene ruimte**. Daarmee bedoelen we de natuurlijke ecosystemen heide, moeras, bos, kustduin, halfnatuurlijk grasland en slik & schor, plus het landgebruik 'overig laag groen' en parken en recreatiedomeinen (zie bijlage 2). De methode voor de berekening van de Meff-scores en bijkomende resultaten worden uitvoerig besproken in een apart technisch rapport van de Natuurverkenning 2050 (Schneiders *et al.* 2018a). Figuur 12 toont de versnipperingsgraad per kilometerhok voor de uitgangssituatie in 2013 en het verschil met de vier kijkrichtingen. De Meff-score voor een kilometerhok dat volledig vrij is van barrières bedraagt 1 (km²) of 100 ha. In een hok dat volledig uit ongeschikt habitat bestaat is de score 0. Figuur 13 vat de verschillen tussen de uitgangssituatie en de kijkrichtingen samen voor de groene ruimte.

Figuur 12a toont aan dat er nog heel wat open ruimte aanwezig is in Vlaanderen. Die gebruiken we grotendeels voor landbouw. De groene ruimte is vrijwel in heel Vlaanderen sterk gefragmenteerd. Vooral in de Kempen (Limburg en noorden van Antwerpen) zijn er nog aaneengesloten gebieden te vinden. Uit Figuur 13 blijkt dat door de groene infrastructuur voorzien in de kijkrichtingen de versnippering van de groene ruimte afneemt. In kijkrichting NW en SN is die afname het grootst. Dit komt vooral door de omzetting van landbouwpercelen in bos en halfnatuurlijk grasland in de valleien en in de erosiegevoelige zones. In SE neemt de versnippering echter verder toe. In die kijkrichting wordt halfnatuurlijk grasland op een aantal plaatsen omgezet in landbouwgebruik waardoor de resterende natuurkernen verder fragmenteren. In kijkrichting CI zijn de veranderingen gering. Maar de veranderingen in kijkrichting CI hebben dan ook slechts betrekking op 6 procent van het landgebruik (Zie §3). Naast veranderingen in het landgebruik, zetten de kijkrichtingen ook in op veranderingen van beheer (bv. agro-ecologische landbouw in SN), de aanleg van kleine landschapselementen (CI en SN) en groendaken (alle kijkrichtingen). Die veranderingen konden niet meegenomen worden in de berekening van de Meff-indicator. Het effect van kleine landschapselementen op de permeabiliteit van het landschap voor soorten wordt wel in rekening gebracht in de volgende indicator, de integrale connectiviteitsindex (IIC).



Figuur 12. (a) De actuele versnipperingsgraad van de **open ruimte**. (b) De actuele versnipperingsgraad van de **groene ruimte**. (c) De verandering van de versnipperingsgraad van de **groene ruimte** in de kijkrichtingen ten opzichte van de actuele toestand (groen = afname versnippering, bruin = toename versnippering) (Schneiders *et al.* 2018a).



Figuur 13. Verandering van de versnipperingsgraad van de groene ruimte in de kijkrichtingen ten opzichte van 2013 (Meff-score). Door het landgebruik te wijzigen verandert de groene ruimte waarbinnen een soort zich vrij kan bewegen. De figuur toont voor elke km² in Vlaanderen met hoeveel ha die vrije bewegingsruimte stijgt (ontsnippering) of daalt (versnippering).

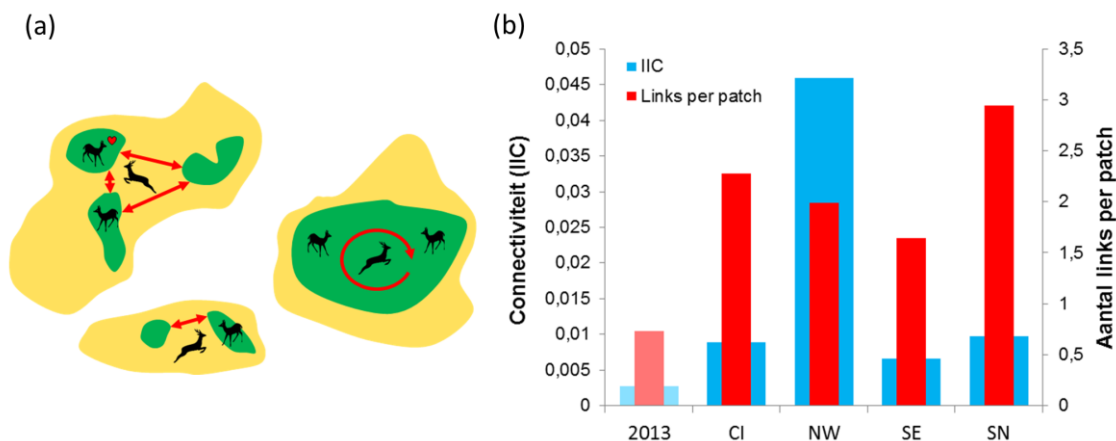
4.5 Indicator B5 - Connectiviteit

De voorgaande indicatoren wijzen erop dat de natuur in de verschillende kijkrichtingen, op enkele uitzonderingen na zoals bos in NW, meestal uit relatief kleine, versnipperde kernen bestaat. Habitatkernen kunnen echter structureel en/of functioneel verbonden zijn waardoor soorten en genen tussen de patches uitgewisseld worden. Die uitwisseling is belangrijk voor soorten omdat ze zich zo beter kunnen aanpassen aan veranderende biologische en fysische omstandigheden (bv. klimaatverandering). Een structurele verbinding is een fysieke verbinding tussen twee habitatkernen (bv. een houtkant tussen twee bossen). Bij een functionele verbinding hoeft die fysieke structuur er niet te zijn en verplaatst een soort zich tussen de verschillende habitatkernen via de tussenliggende landschapsmatrix.

Bij de Meff-indicator gingen we uit van twee extreme scenario's voor de dispersie van soorten tussen de natuurkernen. De indicator voor de open ruimte veronderstelt dat het landbouwgebied en de natuurlijke ecosystemen een aaneengesloten geheel vormen en dat soorten vrij doorheen het landbouwgebied kunnen bewegen (Figuur 12a). In de indicator voor de groene ruimte vormt het landbouwgebied een harde barrière voor de dispersie van soorten tussen de natuurlijke ecosystemen (Figuur 12b). De werkelijkheid is echter minder zwart-wit. De functionele verbondenheid is immers afhankelijk van de dispersiekenmerken van een soort (mobiel of weinig mobiel), de afstand tussen de habitatkernen en de geschiktheid van de tussenliggende matrix voor een soort. Met de volgende indicator brengen we die aspecten wel in rekening. De integrale connectiviteitsindex (IIC; Pascual-Hortal & Saura 2006) houdt zowel rekening met de oppervlakte van de habitatkernen als met het aantal functionele verbindingen tussen de kernen. Elke cel in de landschapsmatrix krijgt een weerstandsscore die aangeeft hoe doordringbaar de cel is voor een soort. Naast de connectiviteit **tussen** habitatkernen is ook de connectiviteit **binnen** een patch van belang: hoe groter een kern, hoe meer migratiemogelijkheden een soort binnen het habitat heeft (cf. Meff-indicator). De totale connectiviteitsgraad van een landschap wordt dus bepaald door zowel de connectiviteit tussen als binnen de habitatkernen. De index neemt dan ook toe als de habitatkernen groter worden en als het aantal functionele verbindingen toeneemt.

Omdat de IIC heel wat rekentijd in beslag neemt, beperken we onze analyse tot de bossen. We werken daarbij met een fictieve bossoort die relatief kleine bosfragmenten gebruikt (> 10 ha) en in een geschikt habitat grote afstanden kan overbruggen (5 km). Die maximale dispersieafstand verkleint naarmate de weerstand van het tussenliggend landgebruik toeneemt. In het model krijgt urbaan landgebruik een hoge weerstand (50), landbouw een gemiddelde

weerstand (20) en de natuurklassen een lage weerstand (1-10) (Watts *et al.* 2010). De aanwezigheid van houtige kleine landschapselementen verlaagt dan weer de weerstand van het landbouwlandschap met 25% (weinig KLE) of 50% (veel KLE) (zie bijlage 5). Naast de connectiviteit geeft het model ook het aantal boskernen, het aantal clusters van kernen die functioneel verbonden zijn en het aantal functionele verbindingen tussen de kernen (Figuur 14a).



Figuur 14. (a) Schematische voorstelling van de componenten van de landschapsconnectiviteit. Aantal kernen (K) van een bepaalde grootte, aantal componenten (C = cluster van kernen die functioneel verbonden zijn) en aantal links (L = effectieve functionele verbinding). In het onderstaande voorbeeld $\rightarrow K = 6, C = 3, L = 3$. (b) Linkse as: integral index of connectivity (IIC). Rechtse as: gemiddeld aantal links per habitatpatch.

Zowel de totale connectiviteit van het landschap voor de bossoort (IIC) als het aantal functionele links tussen de bospatches neemt in elke kijkrichting toe ten opzichte van de huidige situatie (Figuur 14b). Het aantal links per patch is het hoogst in CI en SN. Dit heeft te maken met de hogere permeabiliteit van het landschap in deze kijkrichtingen. In beide kijkrichtingen zijn er meer kleine landschapselementen aanwezig, waardoor soorten zich gemakkelijker door het landschap kunnen bewegen. In de andere kijkrichtingen is de tussenliggende landschapsmatrix minder geschikt, waardoor soorten minder gemakkelijk kunnen migreren **tussen** de boskernen. Het feit dat de totale connectiviteit in NW toch het hoogst is, is te wijten aan de grotere oppervlakte van de boskernen in deze kijkrichting, waardoor de migratie **binnen** de kernen toeneemt. In onze analyse gaan we ervan uit dat houtkanten en hagen de dispersie van soorten in een landbouwlandschap verbetert. Hoewel dit positief effect is aangetoond voor een aantal vogels, zoogdieren en insecten (Benton *et al.* 2003; Burel 1996; Dondina *et al.* 2016) zijn er ook gevallen bekend waarin KLE de dispersie van soorten kan belemmeren (Klaus *et al.* 2015).

De indicatoren tonen aan dat de maatregelen in de kijkrichtingen CI, NW en SN de connectiviteit van het landschap verbeteren ten opzichte van de huidige toestand. Voor kijkrichting SE is dit veel minder het geval. De habitatkernen mogen dan wel beter verbonden zijn, maar door hun relatief kleine oppervlakte blijven ze kwetsbaar voor externe milieudrukken en voor natuurlijke schommelingen in de populatieomvang van soorten. Bovendien zorgt de klimaatverandering ervoor dat het leefgebied van soorten verschuift langs de noord-zuid gradiënt en er grootschalige migratiecorridors nodig zijn om die beweging van soorten mogelijk te maken. De levensgemeenschappen in grote boskernen (vooral in kijkrichting NW) zijn beter bestand tegen de effecten van klimaatverandering dan open habitats omdat het intern klimaat in bossen stabiel is (De Frenne *et al.* 2013; Thompson *et al.* 2009). Bij te grote temperatuurstijgingen zullen echter ook de condities in deze bossen verslechteren en moeten soorten de mogelijkheid hebben om mee op te schuiven met de veranderende klimatologische omstandigheden. Het intensieve landgebruik in het landschap rond de boskernen in kijkrichting NW bemoeilijkt de dispersie tussen de bossen. Omdat de grootschalige bebossing in deze kijkrichting geënt is op de valleien, kunnen de valleien fungeren als grootschalige migratiecorridors voor soorten die onder invloed van de klimaatverandering opschuiven naar het noorden.

4.6 Kwalitatieve beoordeling

De algemene inschatting van de experts is dat de uitdaging het meest verkleint in **NW** omdat de grote natuurgebieden die we in deze kijkrichting creëren stabiel en veerkrachtiger zijn. Bovendien verwachten ze een grotere habitatdiversiteit binnen de ecosystemen waardoor meer soorten naast elkaar kunnen voorkomen. Grote

gebieden mogen dan wel beter gebufferd zijn voor externe milieudrukken, maar de nutriëntenbelasting (stikstofmissies) zal toch verder moeten afnemen om te vermijden dat de meest gevoelige soorten verdwijnen en we evolueren naar een meer eenvormige natuur. In het licht van de klimaatverandering zijn ook sterke verbindingen nodig om grootschalige zuid-noord migratie mogelijk te maken. Omdat de grote boscomplexen in de valleien liggen, kunnen de valleien fungeren als migratiecorridor. Zelfs door een sterke uitbreiding van natuurgebieden in de valleien blijven er in een sterk versnipperd en verstedelijkt landschap grote gebieden die de dispersie van soorten bemoeilijken of onmogelijk maken. Een groenblauwe dooradering bijvoorbeeld in steden via parkjes, tuinen of groendaken kan de migratie van een aantal soorten verbeteren, op voorwaarde dat die een voldoende hoge ecologische basiskwaliteit hebben.

In NW verwachten de experts een achteruitgang van soorten die gebonden zijn aan cultuurlandschappen door de verdere intensivering van de landbouw. Deze soorten zouden het wel beter kunnen doen in **CI**, maar alleen als er voldaan is aan een aantal randvoorwaarden. De soorten die gebonden zijn aan de oude cultuurlandschappen zijn onder andere afhankelijk van een laag nutriëntengehalte en een kleinschalig divers maar stabiel beheer. Dit kleinschalig beheer werd in het verleden decennia aangehouden, waardoor er zich stabiele ecosystemen konden ontwikkelen. Door die kleinschaligheid zijn de habitats echter extra kwetsbaar voor verstoring zoals eutrofiëring en exoten. Bovendien is het beheer van dit soort landschappen zeer arbeidsintensief en machinaal onderhoud van kleine landschapselementen levert niet dezelfde habitatdiversiteit op als manueel beheer. Het is dan ook de vraag of het economisch model van CI voldoende is om dit arbeidsintensief landschap in stand te kunnen houden. De experts verwachten dan ook dat verstoringsgevoelige soorten zullen afnemen.

De noodzaak van een economische return van het landschap is het sterkst sturend in **SE**. De meeste ruimtelijke indicatoren geven aan dat SE er het minst goed in slaagt om het biodiversiteitsverlies te stoppen en dit wordt bevestigd door de argumentatie van de experts. Ze verwachten dat de inrichting en het beheer vooral gericht zal zijn op wenselijke natuur in plaats van op een ecologisch goed functionerend systeem en dat het landschap snel kan veranderen in functie van de economische noden. Een goed functionerend ecologisch systeem is net een voorwaarde voor robuuste ecosystemen die voldoende veerkrachtig zijn voor de klimaatverandering en andere verstoringen. Een afname van de algemene milieudruk is een voorwaarde om voldoende natuurwaarden te creëren, maar de experts verschillen van mening over de haalbaarheid van een vermindering van de vermessingsproblematiek in deze kijkrichting. Ze verwachten wel dat opportunistische soorten en soorten die gebonden zijn aan tijdelijke natuur het in deze kijkrichting beter zullen doen. Aangezien kijkrichting SE weinig inzet op het verbinden of vergroten van ecosystemen, verwachten de experts dat ruimtebehoevende en minder mobiele soorten achteruit zullen gaan. De verdere versnippering van de ecosystemen door het verlies aan brongebied en minder dispersiemogelijkheden gaat volgens de experts ten koste van de weerbaarheid van de natuur.

Die ruimte voor natuur kan volgens de experts wel aanwezig zijn in de kijkrichting **SN** omdat er voor een stabiele levering van ecosysteemdiensten goed functionerende ecosystemen nodig zijn die bijkomende ruimte in beslag nemen. Door die extra ruimte voor natuur, de focus op natuurlijke processen, de groenblauwe dooradering en het herstel van de natuurlijke waterhuishouding vermoeden de experts dat de biodiversiteit in deze kijkrichting beter bestand is tegen de klimaatverandering. De ruimtelijke indicatoren wijzen echter niet op een sterke toename van de oppervlakte natuur in SN. We zien wel een groei van elk natuurlijk ecosysteemtype en vooral van moeras ten opzichte van de uitgangssituatie, maar geen spectaculaire toename zoals die voor bos in kijkrichting NW. Bovendien is voor de levering van een aantal ecosysteemdiensten niet steeds 'topnatuur' nodig. Schermbossen tegen geluidsoverlast hoeven geen habitat van Europees belang te zijn en bodemerrosie kan ook vermeden worden met een minder divers productiegroenland. De levering van ecosysteemdiensten gaat ook soms ten koste van de natuurwaarde van het ecosysteem. Zeker ecosystemen die milieudrukken reguleren via lucht- of waterzuivering, kunnen door de impact van die milieudruk zelf schade ondervinden (Hefting *et al.* 2013). De experts verwachten dan ook dat in kijkrichting SN vooral functionele en meer algemene soorten erop vooruit zullen gaan. In combinatie met een vermindering van de milieudruk door het gebruik van agro-ecologische landbouwtechnieken zorgt dit voor een verbetering van de basisnatuurkwaliteit. Een aantal natuurtypes of soorten die minder nuttig zijn, riskeren echter uit de boot te vallen.

5 Uitdaging 2 - Een gezonde leefomgeving garanderen

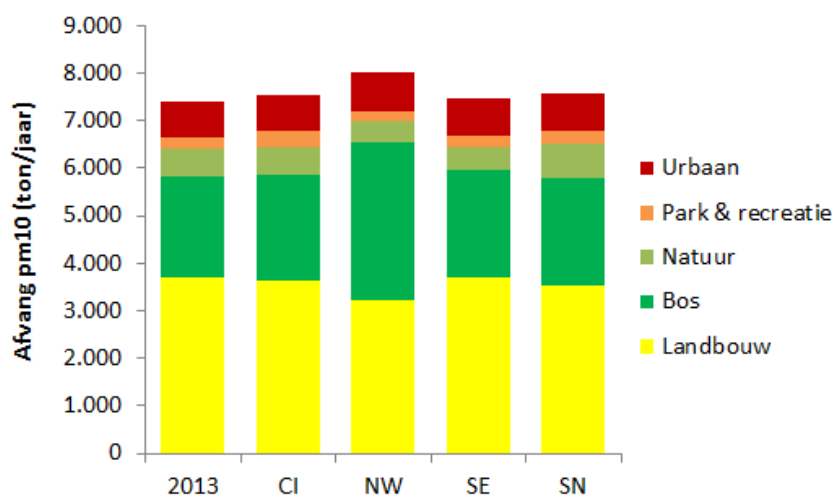
Een gezonde leefomgeving staat hoog op de maatschappelijke en politieke agenda (Visie 2050 - Vlaamse Regering (2016); curieuzeneuzen.be). Uit een tevredenheidsbevraging over de milieugerelateerde leefkwaliteit blijkt dat Vlamingen gezondheid aanhalen als veruit het belangrijkste element voor hun persoonlijke levenskwaliteit. Van alle milieugerelateerde aspecten zetten ze luchtkwaliteit op de eerste plaats (IDEA Consult 2014). Als uitdaging voor de toekomst blijft luchtkwaliteit de belangrijkste, maar daarnaast geven de respondenten aan dat ze zich zorgen maken over een toenemend tekort aan groen en natuur in hun woonomgeving. Ook de gebruikersgroep van het Natuurrapport selecteerde luchtkwaliteit en groene ruimte in de woonomgeving als belangrijke uitdagingen voor 2050. In het licht van de klimaatverandering en verdere verstedelijking werd het tegengaan van hitte-eilanden als derde deelluitdaging aangeduid.

5.1 Indicator LK1 - Afvang van fijn stof door vegetatie

Onlangs een sterke daling van de emissies van luchtvervuilende stoffen sinds het begin van deze eeuw, blijft luchtvervuiling de belangrijkste oorzaak van de milieugerelateerde ziektelast in Vlaanderen (Anon 2018; Buekers *et al.* 2012). Industrie, transport, landbouw en de huishoudens zijn de belangrijkste sectoren die verantwoordelijk zijn voor de uitstoot van luchtvervuilende stoffen. Door de groei van het aantal huishoudens en de verminderde emissies door de andere sectoren, neemt het relatieve belang van de huishoudelijke emissies toe. De luchtkwaliteit wordt beïnvloed door verschillende verontreinigende stoffen zoals fijn stof, ozon, stikstofoxides, vluchtige organische stoffen en persistente organische stoffen. We beperken onze analyse tot fijn stof omdat deze pollutant verantwoordelijk is voor ongeveer 60% van de totale milieugerelateerde ziektelast en omdat er voor de andere pollutanten te weinig informatie beschikbaar is voor een kwantificering van de afvang. De jaargemiddelde concentraties van PM10 en PM2.5 zijn de voorbije tien jaar gedaald tot onder de Europese grenswaarden, maar blijven zeker voor het stedelijk gebied boven de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO). De concentratie van fijn stof is het hoogst in de Antwerpse en Gentse agglomeraties, in de havengebieden, langs de belangrijkste verkeersassen en in de grotere steden.

Ecosystemen, en bossen in het bijzonder, zijn in staat om fijn stof en andere pollutanten uit de lucht te filteren via het proces van depositie. Daarnaast kunnen bomen de vorming van pollutanten zoals ozon ook verminderen door hun temperatuurverlagend effect op de omgeving (Hartig *et al.* 2014; Nowak *et al.* 2014). Studies tonen echter aan dat de verlaging van pollutantconcentraties door afvang via vegetatie beperkt is in verhouding tot brongerichte technologische luchtzuiveringstechnieken. Bovendien kunnen bomen de luchtkwaliteit lokaal verslechteren door verminderde ventilatie onder de kruinen waardoor de pollutanten blijven hangen (street canyon effect). Ze stoten ook zelf een aantal schadelijke stoffen uit zoals biogene vluchtige organische stoffen (Hartig *et al.* 2014; Neiryck & Stevens 2014; Vos *et al.* 2013).

Om het effect van de maatregelen in de kijkrichtingen op de afvang van fijn stof in te schatten, hanteren we de methode die ontwikkeld werd voor de Natuurwaardeverkenner (Hendrix *et al.* 2015). Daarbij krijgt elke landgebruiksklasse een waarde voor de depositiesnelheid van fijn stof (PM10) die vermenigvuldigd wordt met de jaargemiddelde concentratie van fijn stof op een locatie. Het resultaat is een kaart die voor elke cel de jaarlijkse totale afvang van fijn stof weergeeft (kg/jaar). De depositiesnelheid in bebouwde cellen wordt gecorrigeerd voor de aanwezigheid van groene ruimtes (bv. tuinen) en groendaken, en in landbouwcellen voor de aanwezigheid van houtkanten (KLE). De indicator houdt geen rekening met de afvang van fijn stof door gebouwen, met lokale atmosferische omstandigheden of met een verbetering of verslechtering van de luchtkwaliteit door ventilatie-effecten (bv. street canyons). Voor de jaargemiddelde PM10-concentratie op een locatie gebruiken we in elke kijkrichting de gemodelleerde kaarten voor 2015 (Bron: IRCEL). We houden dus geen rekening met toekomstige veranderingen in de fijn stofconcentraties. Verschillen in de afvang van fijn stof tussen de kijkrichtingen zijn dan ook alleen het gevolg van verschillen in de afvangcapaciteit van het natuurlijk landschap.



Figuur 15. Totale jaarlijkse afvang van fijn stof door vegetatie in de verschillende landgebruikscategorieën berekend per kijkrichting en vergeleken met de situatie in 2013. De berekening is gebaseerd op de jaargemiddelde concentratie van PM10 in 2015 (IRCEL).

Figuur 15 toont dat de maatregelen voorzien in de kijkrichtingen maar voor een beperkte verhoging van de afvang van fijn stof zorgen. De toename varieert tussen 2,3% in kijkrichting SE en 9% in NW. Kijkrichting NW doet het iets beter dan de andere kijkrichtingen door de omvangrijke bosuitbreiding. De daling van de afvang in landbouwgebied wordt ruimschoots gecompenseerd door de uitbreiding van de natuurklassen (moeras, heide, bos). Het effect van de groene infrastructuur in urbane cellen is zeer beperkt. In elke kijkrichting werd de oppervlakte aan groendaken sterk uitgebreid. Groendaken kunnen via depositie de concentratie van luchtpolluenten verminderen, maar dit effect is eerder beperkt (Yang *et al.* 2008). Groendaken hebben wel een isolerende werking waardoor het energieverbruik van de gebouwen daalt en ze zo bijdragen aan verlaagde emissies van vervuilende stoffen. Dit laatste effect namen we niet mee in onze berekeningen. De totale afvang van fijn stof is het laagst in stedelijk gebied, waar de concentratie van PM10 echter het hoogst en de bevolkingsdichtheid het grootst is. In de minst bevolkte gebieden in landelijk gebied is de afvang van fijn stof het hoogst, zowel in absolute termen als in afvang per hectare. Brongerichte maatregelen die gericht zijn op een verlaging van de pollutentconcentraties in stedelijk gebied hebben dan ook het grootste effect op de volksgezondheid.

Vegetatie heeft vooral lokaal een effect op de verlaging van de pollutentconcentraties, maar de bijdrage aan de totale luchtkwaliteit is zeer beperkt. Een studie in de Verenigde Staten schat het effect van vegetatie op de verwijdering van pollutenten op 0,5% voor ozon in landelijk gebied, en 0,23% voor NO₂ en 0,13% voor PM2.5 in stedelijk gebied (Nowak *et al.* 2014). De belangrijkste meerwaarde van vegetatie is het meerdere pollutenten tegelijk kan verwijderen en dat het naast luchtzuivering ook andere functies levert waaronder verkoeling, koolstofopslag en psychisch welbevinden (Willis & Petrokofsky 2017).

Omdat we de toekomstige veranderingen in de emissies van fijn stof niet in rekening konden brengen en ook de afvang van fijn stof door gebouwen niet is meegerekend, geeft de indicator maar een partieel beeld van het effect van een kijkrichting op de luchtkwaliteit. Onder andere technologische ontwikkelingen en keuzes m.b.t. mobiliteit en energievoorziening beïnvloeden de uitstoot van pollutenten. Zo kan een toenemend gebruik van biomassa voor energieopwekking of een extensivering van de landbouw de concentraties van luchtpolluenten respectievelijk verhogen of verlagen en zo de verschillen tussen de kijkrichtingen accentueren (zie indicator DG5).

5.2 Indicator LK2 - Verkoelend effect van vegetatie

De temperatuur in steden ligt meestal hoger dan in de omliggende landelijke gebieden. Vooral in de zomer is dit patroon zeer uitgesproken en kunnen de verschillen oplopen tot 7-8 °C en meer (Brouwers *et al.* 2015). Dit stedelijk hitte-eilandeffect (SHE) heeft een negatieve impact op de gezondheid en het welbevinden van de bevolking. Het hitte-eilandeffect verhoogt vooral de gezondheidsproblemen bij 65-plussers, bij mensen met hart- en vaatziekten en ademhalingsproblemen, en bij kinderen jonger dan vier jaar. De warme periodes vallen vaak samen met

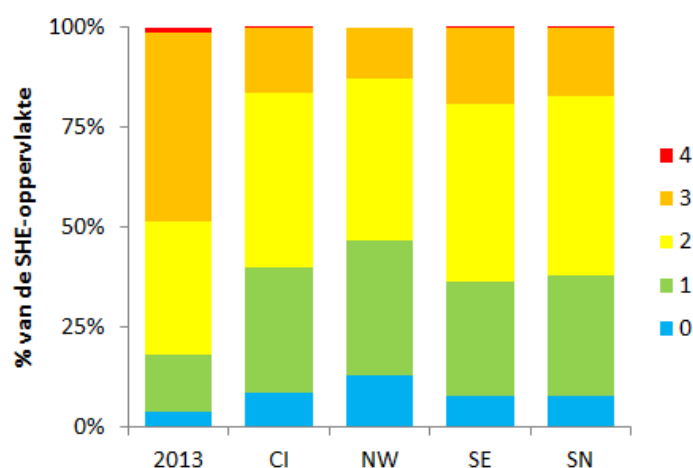
overschrijdingen van de gezondheidsdrempels voor luchtkwaliteit (ozon en fijn stof), waardoor er een cumulatief gezondheidseffect optreedt (Brouwers *et al.* 2015). De klimaatverandering zorgt voor een versterking van het hitte-eilandeffect. De klimaatmodellen voorspellen enerzijds een algemene temperatuurstijging van 0,3 tot 3,6 °C tegen 2050 (0,7 - 7,2 °C tegen 2100) en anderzijds een toename in de frequentie van extreem warme dagen en hittegolven. Zo kan het jaarlijks aantal hittegolfdagen onder het meest pessimistische klimaatscenario stijgen van 4 nu tot 18 in 2050 (Brouwers *et al.* 2015).

Een goede indicator voor het stedelijk hitte-eilandeffect is het aantal hittegolfgaaddagen. Hij houdt rekening met de duur en de zwaarte van de hittegolf. Het aantal hittegolfgaaddagen in een stedelijke omgeving kan tussen nu en 2050 stijgen van 21 tot 30 in een laag klimaatscenario en tot 114 in een hoog klimaatscenario (Lauwaet *et al.* 2018). Dit komt niet alleen door de stijging van de temperatuur maar ook door de toenemende verstedelijking. Door de uitdijende steden neemt de warmteopslag in de stadsrand toe. Hierdoor koelt de lucht die 's nachts van het platteland naar de steden wordt aangevoerd, minder af en intensificeert het hitte-effect in de stadscentra intensificeert.

Vegetatie kan de ontwikkeling van hitte-eilanden tegengaan of verminderen via beschaduwing, evapotranspiratie en het verhogen van de ruwheid van de stadsoppervlakte waardoor de convectie toeneemt. Dit effect is echter veeleer beperkt en lokaal. Zo gaat de Natuurwaardeverkenner uit van een maximale verkoeling van 2 °C door bossen (Hendrix *et al.* 2015). Bomen hebben een sterker verkoelend effect dan struiken en grassen. Het verkoelend effect is afhankelijk van de grootte, de spreiding en de vorm van de groene zones (Doick & Hutchings 2013; Gunawardena *et al.* 2017).

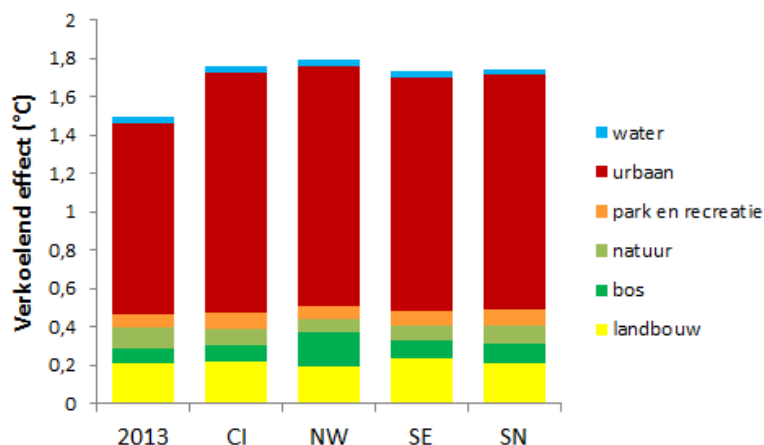
Als indicator voor het hitte-eilandeffect gebruiken we de PMV-waarde (predicted mean vote), die aangeeft hoe hittestress ervaren wordt door mensen. De PMV-waarde varieert tussen -4 (veel te koud) en +4 (veel te warm). In een eerste stap worden de zones met een potentieel stedelijk hitte-eiland geïdentificeerd op basis van inwonersdichtheid. Vervolgens wordt binnen deze zones het temperatuureffect van de aanwezige groenelementen berekend en omgezet in de PMV-waarde (Hendrix *et al.* 2015; Vrebos *et al.* 2017) – Bijlage 6). De indicator houdt dus zowel rekening met veranderingen in de omvang van de hitte-eilanden als met een verandering van het verkoelingseffect door de toe- of afname van groenelementen. De temperatuurstijging ten gevolge van de klimaatverandering brachten we niet in rekening.

Elke kijkrichting slaagt erin om via groene infrastructuur het stedelijk hitte-eilandeffect te verminderen ten opzichte van de uitgangssituatie in 2013. Vooral de oppervlakte met een zeer sterke tot sterke hittestressreductie (PMV-waarde 0 en 1) neemt in elke kijkrichting sterk toe (Figuur 16). De analyse houdt echter geen rekening met de verwachte temperatuurstijging tegen 2050. Die stijging kan het berekende positieve effect van de groene-infrastructuurmaatregelen teniet doen. De relatieve verschillen tussen de kijkrichtingen blijven wel grotendeels behouden.



Figuur 16. PMV-waarde binnen de SHE-zone (> 50 inw/ha) in het Vlaams Gewest. 4 = verwaarloosbare reductie van de hittestress - 0 = zeer sterke reductie van de hittestress.

Figuur 17 toont aan dat de hittestressreductie in elke kijkrichting hoofdzakelijk het gevolg is van het verkoelend effect van groene-infrastructuurmaatregelen in de urbane landgebruiksklassen. Vooral de aanleg van groendaken speelt hierin een rol. De impact van een individueel groendak is beperkt, maar omdat deze maatregel over een grote oppervlakte wordt doorgevoerd, heeft dit een algemeen verkoelend effect. Daarnaast zorgt de toename van bossen en parken in en rond stedelijke kernen voor een reductie van de hittestress.



Figuur 17. Verkoelend effect van groene infrastructuur binnen de verschillende landgebruikscategorieën voor de kijkrichtingen en de uitgangssituatie (2013). Om te corrigeren voor verschillen in de omvang van de hitte-eilanden tussen de kijkrichtingen, werd het temperatureffect gedeeld door de totale oppervlakte met stedelijk hitte-eilandeffect in elke kijkrichting.

Groene-infrastructuurmaatregelen kunnen dus zorgen voor een vermindering van de hittestress in steden, zeker indien ze oordeelkundig worden ontworpen en ingeplant. Het verkoelend effect is echter lokaal. Voor een meer algemene verkoeling zou een uitgebreid groenblauw netwerk nodig zijn. Gezien de verwachte algemene temperatuurstijging tegen 2050 en de uitvergroting daarvan in stedelijke gebieden, is het maar de vraag of de aanleg van groene infrastructuur in steden zal volstaan om de toename van het hitte-effect tegen te gaan.

5.3 Indicator LK3 - Bevolking zonder nabij groen voor ontspanning

Groene ruimten stimuleren fysieke buitenactiviteit, sociale contacten, kunnen stress reduceren en zo bijdragen aan een goede gezondheid (Nieuwenhuijsen *et al.* 2017). Ze kunnen ook bevorderlijk werken voor de ontwikkeling van kinderen. Er bestaan geen wettelijke of door het beleid vastgelegde normen over welke oppervlakte groene ruimte, op welke afstand van zijn woonplaats, een Vlaming moet kunnen beschikken om gelukkig en gezond te kunnen leven. Een studie door Mens en Ruimte in 1993 stelde op basis van internationale literatuur een gewenste

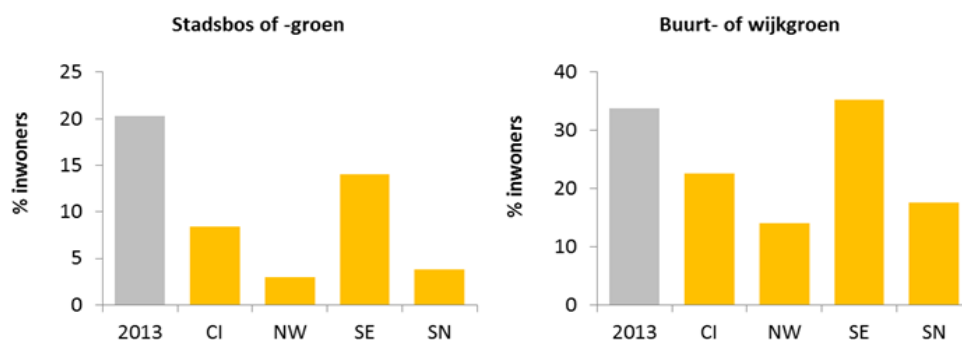
oppervlakte groene ruimte (natuur, bos en/of park) voor van 1 ha per 100 inwoners (Van Herzele *et al.* 2000). Er werd ook een referentiekader ontwikkeld dat afstandscriteria koppelt aan benodigde minimumoppervlakten.

Tabel 3 geeft een overzicht van die criteria. Naast oppervlakte en bereikbaarheid zijn er uiteraard nog parameters die de kwaliteit en aantrekkelijkheid van een groene ruimte voor ontspanning, ontmoeting of om tot rust te komen bepalen, bijvoorbeeld variatie, stilte, ontsluiting, gevoel van ruimte, en cultuur en geschiedenis van een gebied. De hier besproken indicatoren houden geen rekening met dergelijke kwaliteitscriteria.

Buurt- en wijkgroen hebben in hoofdzaak een sociaal-recreatieve functie: ze bieden ruimte voor ontmoeting tussen buurtbewoners en voor rustige vormen van recreatie. Grotere groenoppervlakten als stadsgroen en stadsbos daarentegen zijn gericht op alle inwoners van een stad of gemeente en bieden ruimte voor een meer gevarieerde recreatie in het groen. Figuur 18 toont het aandeel van de Vlamingen dat niet beschikt over respectievelijk het meer kleinschalige buurt- of wijkgroen en het meer omvangrijke stadsgroen of stadsbos. De kaarten in Figuur 19 tonen per kijkrichting de ruimtelijke spreiding van de stadsbossen en het stadsgroen in Vlaanderen. Zowel parken, natuurgebieden als bossen vormen een onderdeel van de afgebakende groentypes. Onder bepaalde omgevingsvoorwaarden worden ook landbouwcellen of wateroppervlakten meegeteld (zie bijlage 6).

Tabel 3. Referentiekader voor bereikbare groene ruimte (Van Herzele *et al.* 2000).

Functieniveau	Maximum afstand	Minimumoppervlakte
woongroen	< 150 m	
buurtgroen	< 400 m	> 1 ha
wijkgroen	< 800 m	> 10 ha (park: >5 ha)
stadsdeelgroen	< 1600 m	> 30 ha (park: > 10 ha)
stadsgroen	< 3200 m	> 60 ha
stadsbos	< 5000 m	> 200 ha



Figuur 18. Aandeel van de Vlaamse bevolking dat NIET beschikt over stadsbos of stadsgroen (links) en over buurt- of wijkgroen (rechts) (zie Tabel 3).

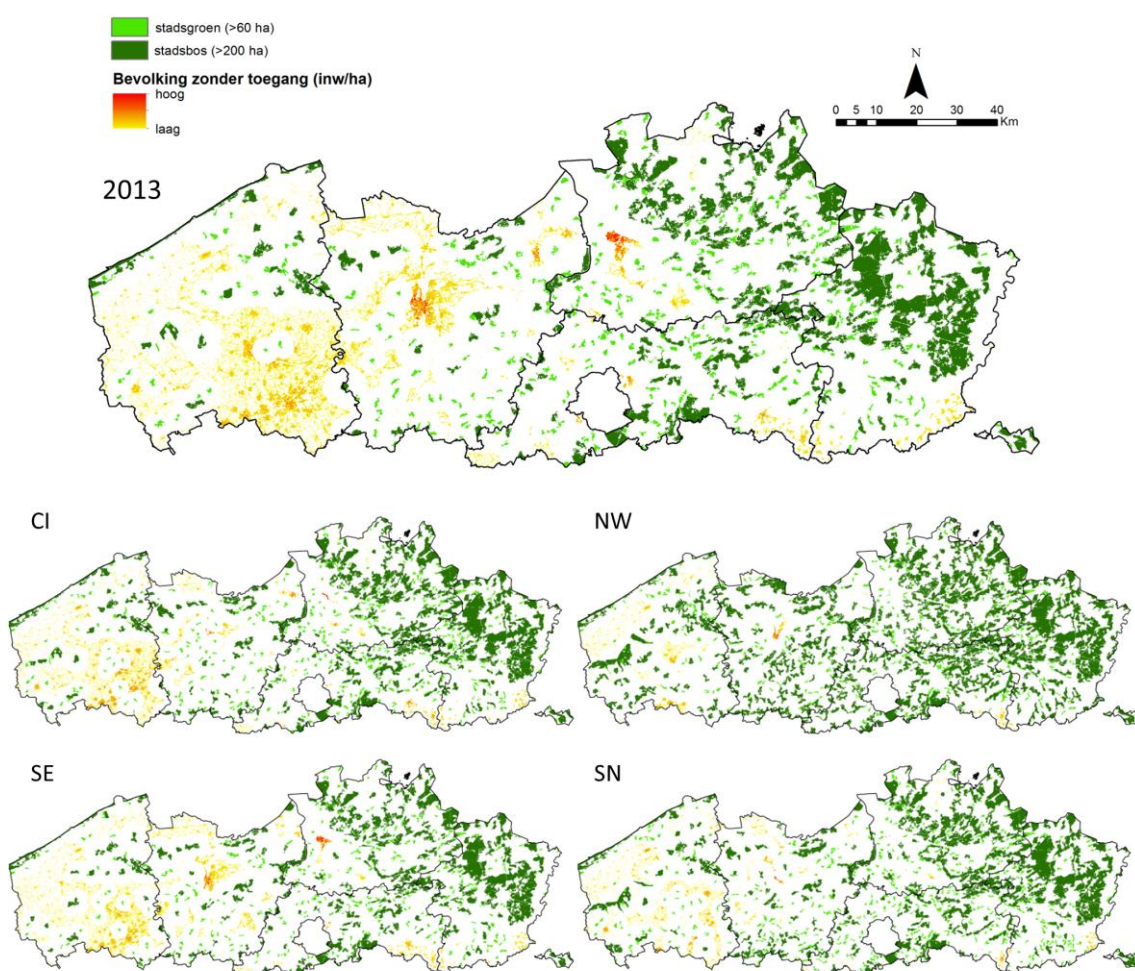
Momenteel beschikt zo'n 20% van de bevolking niet over nabij stadsbos of stadsgroen en 35% niet over buurt- of wijkgroen.

Elke kijkrichting levert een verbetering op voor wat betreft de beschikbaarheid van stadsbos of stadsgroen. NW realiseert met nog slechts 3% van de bevolking zonder stadsbos of -groen de grootste toename in dit type van nabije groene ruimte. Die toename is in hoofdzaak toe te schrijven aan de ruime bosuitbreiding in grote clusters. SN leunt hier nauw bij aan met slechts 4% van de inwoners zonder stadsbos of -groen en een veel beperktere uitbreiding van het bos- en natuurareaal. Een goede ruimtelijke spreiding van de groenvoorziening (Figuur 19) ligt mee aan de basis van deze cijfers. SE, die voor bosuitbreiding steunt op de huidige AGNAS-plannen, leidt tot de kleinste toename in beschikbaar stadsbos en -groen: zo'n 15% van de inwoners blijft er verstoken van deze types van nabij groen. Bij CI is het vooral de uitbreiding van kleinere oppervlaktes bos- en natuur (stadsgroen, zie Figuur 18) die een verbeterde beschikbaarheid realiseert.

Op het vlak van buurt- of wijkgroen vertoont enkel SE een lichte daling van het aanbod t.o.v. de huidige situatie. Die daling is in hoofdzaak te wijten aan de voortschrijdende urbanisatie en de keuze om de groenvoorziening bij nieuwe

ontwikkelingen voornamelijk aan (niet vrij toegankelijk) privédoel te verbinden. Ook hier spant NW, met slechts 14% van de Vlamingen zonder buurt- of wijkgroen de kroon. Dit is voornamelijk het gevolg van de vergroening van enkele invalswegen in de centrumsteden in deze kijkrichting. Kijkrichtingen CI en SN richten zich expliciet op de ontwikkeling van kleinschalige groene ruimte voor ontmoeting. Het buurt- en wijkgroenaanbod gaat er dan ook aanzienlijk op vooruit. Al blijkt het effect van het openstellen van tuinen en daken van semi-publieke gebouwen in die kijkrichtingen er minder sterk dan dat van een vergroening van de invalswegen in NW.

Figuur 19 toont dat vooral in het zuiden van West-Vlaanderen en in de buurt van Antwerpen en Gent veel winst te boeken valt op het vlak van stadsbos en -groen. NW en SN realiseren een aanzienlijke verbetering in West-Vlaanderen, CI is er het minst effectief. De maatregelen rond de uitbreiding van (stads)bossen en de bescherming van overstromingsgevoelige zones maken grotendeels het verschil. In de regio rond Antwerpen en Gent leiden alle kijkrichtingen tot een sterk verbeterd aanbod. Vooral in SE blijft er wel nog werk aan de winkel om er voldoende recreatief groen te voorzien voor alle inwoners. De uitbreiding van het bos- en natuuroppervlak is er te beperkt of gefragmenteerd om voldoende aaneengesloten groen te genereren.



Figuur 19. Ruimtelijke spreiding van het stadsbos en stadsgroen in elke kijkrichting. De geel-rode gradiënt geeft de bevolkingsdichtheid weer van de zones die geen toegang hebben tot een van beide groentypes.

5.4 Kwalitatieve beoordeling

In hun beoordeling van het effect van de kijkrichtingen op de **luchtkwaliteit** houden de experts zowel rekening met veranderingen in de emissie van luchtvervuilende stoffen als met de verwijdering van die stoffen door vegetatie. De afvang van vervuilende stoffen neemt volgens de experts vooral toe in kijkrichting NW en SN. Vooral in SN wordt de groenblauwe dooradering zo optimaal mogelijk ingezet in functie van gezondheidseffecten en verwachten de

experts dat de uitdaging deels opgelost geraakt. In kijkrichting CI daarentegen is het verbeteren van de luchtkwaliteit slechts een neveneffect van de groene infrastructuur en neemt de uitdaging slechts in zeer beperkte mate af. Ook in SE lijkt het onwaarschijnlijk dat een verbetering van de luchtkwaliteit de drijfveer is voor de aanleg van groene infrastructuur. De experts geven aan dat de gezondheidswinst door bijkomend groen zeer klein is ten opzichte van brongerichte maatregelen. Ze verwachten dat de uitstoot van polluenten zal afnemen door de extensivering van landbouw in kijkrichting CI, door de sterke daling van de landbouwoppervlakte in NW of door de internalisering van de milieukosten in SE. Het toenemend gebruik van biomassa voor energieproductie in CI en SE kan echter aanleiding geven tot een verslechtering van de luchtkwaliteit.

De groene-infrastructuurmaatregelen zullen volgens de experts vooral in kijkrichting NW en SN een effect hebben op het **verminderen van hittestress**. In NW zorgt de aanleg van grote groene zones, die deels ten koste gaat van bestaande bebouwing, voor verkoeling. In SN lost de gerichte aanleg van een uitgebreid functioneel groenblauw netwerk de uitdaging deels op. In de andere twee kijkrichtingen verwachten de experts slechts een beperkt positief effect op de uitdaging. Net als voor luchtzuivering is het milderen van hittestress slechts een bijproduct van de groene infrastructuur. Groen op en rond gebouwen kan zorgen voor een verhoging van de woningwaarde, waardoor een vergroening van steden in kijkrichting SE via de marktwerking gerealiseerd kan worden. Het effect van geveldakken en groendaken heeft echter alleen effect als het op voldoende grote schaal wordt uitgevoerd.

De parken, collectieve tuinen en kleinschalige groene ruimtes in kijkrichting CI en de groenblauwe dooradering in SN zorgen volgens de experts voor voldoende **ruimte voor ontspanning en ontmoeting**. Ook in kijkrichting NW komt er veel natuur bij maar de onbeheerde zones zijn niet steeds toegankelijk voor gebruikers. De experts verwachten dat kijkrichting SE de uitdaging maar in beperkte mate oplost. Vooral het gebruik van tijdelijke natuur op restgronden als ontmoetingsplaats voor buurtbewoners is een pluspunt. De kijkrichting verhoogt echter de kans op gentrificatie (opwaardering ten nadele van sociaal zwakkere groepen) en daardoor ook de sociaal ongelijke toegankelijkheid van groen, zoals blijkt uit de indicator 'inkomensgerelateerde toegang tot buurt- en wijkgroen'.

6 Uitdaging 3 - Samen en bewust leven

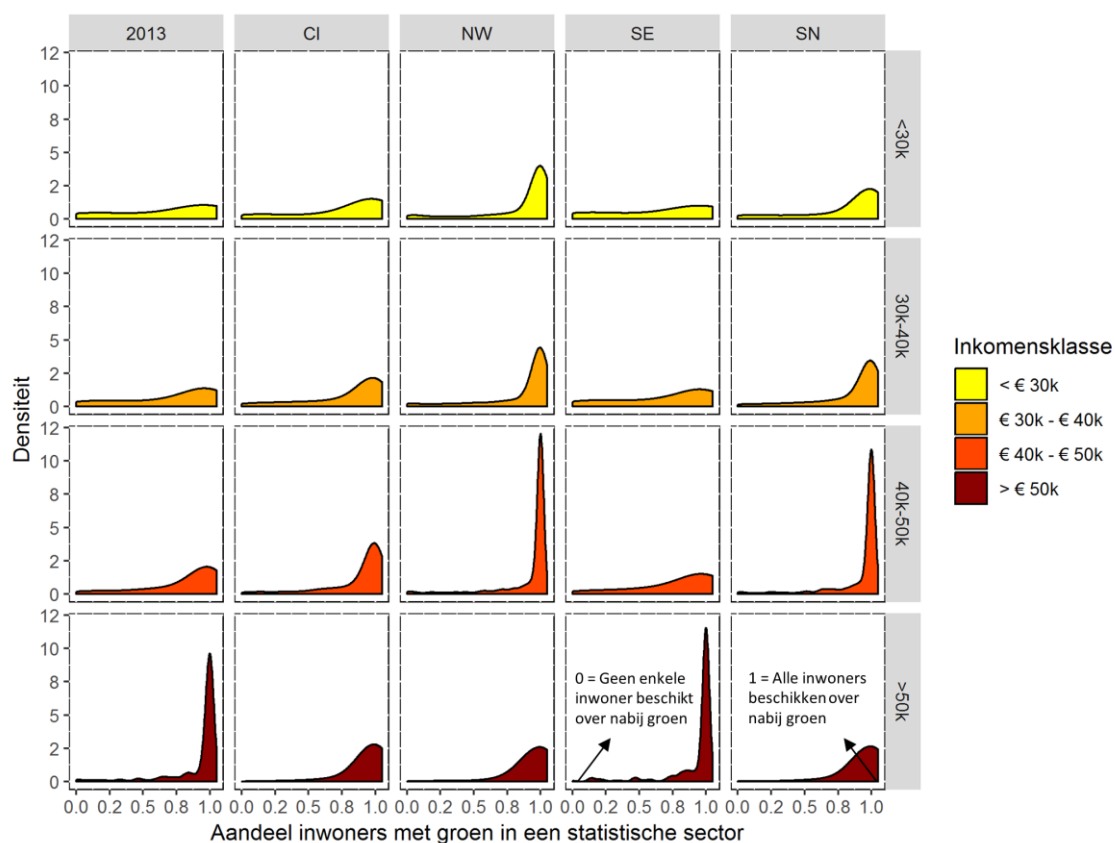
De uitdaging 'samen en bewust leven' kijkt naar hoe de groene infrastructuur de kwaliteit van de woonomgeving en de sociale cohesie in wijken en dorpen kan verbeteren. Een aantrekkelijke **kwalitatieve woonomgeving** vergroot de perceptie van leefkwaliteit en bijgevolg de buurttevredenheid. Groen is daarbij één van de bepalende factoren. Het kan de buurt ook een eigen karakter en identiteit geven. Daarnaast verhoogt een **groene werkomgeving** ook de jobtevredenheid en de productiviteit. De inrichting van de leef- en werkomgeving kan de **sociale cohesie** sterk beïnvloeden. Een aantrekkelijke groene buurt zorgt ervoor dat bewoners meer naar buiten gaan en met elkaar in contact komen. Buurtparkjes stimuleren sociale interacties en activiteiten, vergroten het gevoel van thuis te horen in de buurt en dragen zo bij aan de ontwikkeling van een (h)echte gemeenschap. Vooral in buurten waar kwetsbare groepen wonen, kan nabij en toegankelijk groen helpen om sociale uitsluiting tegen te gaan. Bij de ruimtelijke uitwerking van deze uitdaging wordt alleen de inkomensgerelateerde toegang tot buurt- of wijkgroen geanalyseerd. De uitdaging komt verder aan bod in de kwalitatieve bespreking door de experts.

De gebruikersgroep selecteerde ook het mobiliteitsvraagstuk als een van de grote maatschappelijke uitdagingen in Vlaanderen. De **mobilititeit** heeft een onmiskenbare impact op onze leefomgeving en de natuur door de ruimte-inname, de versnippering van het landschap, de uitstoot van fijn stof en de lawaaihinder. Duurzame veranderingen in onze mobiliteitskeuzes kunnen er dan ook voor zorgen dat de milieu-impact vermindert en dat een deel van de infrastructuur vrijkomt voor groene ruimtes. De mobiliteitsuitdaging wordt niet apart besproken, maar komt aan bod bij de andere uitdagingen.

6.1 Indicator SL1 - Inkomensgerelateerde toegang tot buurt- of wijkgroen

Deze indicator toont het aandeel inwoners met toegang tot buurt- of wijkgroen per statistische sector¹ in functie van het huidige gemiddeld netto belastbaar inkomen per inwoner. Hiermee krijgen we een beeld van de mate waarin de beschikbaarheid van groen in de woonomgeving gelijk of ongelijk verdeeld is over de bevolking. Deze indicator is gekoppeld aan indicator LK3. De resultaten van de indicator LK3 worden geaggregeerd per statistische sector en uitgezet tegenover het gemiddeld belastbaar inkomen in 2015 per statistische sector. Om de interpretatie te vereenvoudigen wordt het inkomen gegroepeerd in vier klassen. Figuur 20 toont het aandeel inwoners met toegang tot buurt- of wijkgroen binnen elk van de inkomensklassen. In de uitgangssituatie (2013) en in kijkrichting SE ligt het percentage inwoners met toegang tot buurt- of wijkgroen vooral hoog in de statistische sectoren met het hoogste inkomen (> € 50.000). De andere kijkrichtingen, maar vooral NW en SN slagen erin om de toegang tot groen te verhogen in de statistische sectoren met een lager en gemiddeld inkomen (de densiteit verschuift naar een hoger percentage). In Figuur 20 neemt de piek van de hoogste inkomensklasse af in CI, NW en SN. Dit betekent niet dat de statistische sectoren met een hoger inkomen in deze kijkrichtingen minder toegang tot groen krijgen, maar dat het totale beschikbaar groen beter verdeeld is over de verschillende inkomensklassen.

¹ Een statistische sector is de kleinste territoriale basiseenheid waarvoor op Belgisch niveau socio-economische statistieken worden opgesteld.



Figuur 20. Densiteitsplot van het aandeel van de inwoners binnen een statistische sector dat **WEL** toegang heeft tot buurt- of wijkgroen, opgedeeld per kijkrichting en inkomensklasse.

Voor de analyse maken we gebruik van de inkomens van 2015. We mogen er echter van uitgaan dat de inkomensverdeling tegen 2050 zal verschuiven tussen de statistische sectoren. Wijken die vandaag een laag gemiddeld inkomen hebben, kunnen zich binnen 30 jaar in een hogere inkomensklasse bevinden, en omgekeerd. Een vergroening van een buurt of wijk kan de prijzen van het vastgoed zo doen stijgen dat sociaal-economisch minderbedeelden weggedreven worden waardoor sociale uitsluiting optreedt (Haase *et al.* 2017). Hoewel de analyse op basis van het huidig inkomen weinig zegt over de inkomens(on)gelijkheid in 2050, geeft ze toch aan dat de uitbreiding van de groene infrastructuur vooral in kijkrichting NW en SN resulteert in een meer gelijke verdeling van buurt- en wijkgroen over de verschillende statistische sectoren. Het aantal statistische sectoren met een hoog aandeel inwoners dat over nabij groen beschikt, neemt toe in de lagere en middelste inkomensklassen (densiteitspiek verschuift naar rechts). In kijkrichting CI vormen tuinstraten in sterk verdichte stadsdelen een alternatief voor parken en groenblauwe zones. Deze tuinstraten konden niet opgenomen worden in de ruimtelijke analyse, maar dragen wel bij aan het verhogen van de beschikbaarheid van groen. We gaan er dan ook vanuit dat ook de maatregelen in CI ervoor zorgen dat de beschikbaarheid van groen gelijkverdeel zal zijn over de verschillende inkomensklassen. Kijkrichting SE verschilt nauwelijks van de uitgangssituatie.

6.2 Kwalitatieve beoordeling

Kijkrichting CI en SN slagen er volgens de experts het beste in om de uitdaging te verkleinen. De kijkrichting **CI** zet sterk in op een algemene beschikbaarheid van toegankelijk groen op wandelafstand. Door de sterke betrokkenheid van de lokale gemeenschap bij de aanleg en het beheer van de groene zones fungeert het (semi-)publieke groen als een soort collectieve tuin, die als het verlengde van de woning kan beschouwd worden. Deze benadering biedt ook voldoende garanties dat sociaal kwetsbare groepen bediend worden. Het creëren van voldoende mede-eigenaarschap is een belangrijke randvoorwaarde. In de kijkrichting **SN** ligt de focus op de functionele bijdrage van natuur, voor onder andere een betere fysieke en psychische gezondheid, waterinfiltratie, klimaatregulatie en biodiversiteit. Dit zorgt voor een groenblauwe dooradering van het stedelijk weefsel, waardoor de aanwezigheid en

de zichtbaarheid van groen in de woonomgeving toeneemt en de woonomgeving aantrekkelijker wordt. Bij deze functionele benadering van het groen moet er wel voldoende aandacht gaan naar de beleefbaarheid van de zones en naar de specifieke noden van kwetsbare groepen, zodat die zones ook hun sociale rol kunnen vervullen.

In kijkrichting **NW** komt er veel extra groen bij, ook in de steden, maar de experts twifelen of deze groene zones ook hun rol als ontmoetingsplaats volledig zullen kunnen opnemen. Omdat grote delen van de natuur niet beheerd worden en gereserveerd blijven voor natuurontwikkeling, kan de toegankelijkheid voor buurtbewoners beperkt zijn. Een positief element aan de grootschalige onbeheerde natuur is dat ze kan fungeren als rust- en stiltegebied of als een ongedefinieerde speelruimte. Wat goed is voor de mentale en motorische ontwikkeling van kinderen. De nabijheid van wilde natuur zorgt ook voor een beleving en democratisering van de kennis rond natuur. Grote natuurgebieden resulteren bovendien in robuuste en veerkrachtige natuur die op lange termijn blijft bijdragen aan een kwalitatieve woonomgeving. De experts waarschuwen echter dat onbeheerde zones gepercipieerd kunnen worden als weinig onderhouden, waardoor het onveiligheidsgevoel verhoogt. Daarnaast vermoeden de experts dat overlast door wilde dieren een negatieve impact kan hebben op de kwaliteit van de woonomgeving. Ook voor kwetsbare groepen kan deze kijkrichting de uitdaging vergroten omdat de wildere inrichting van de natuur niet altijd afgestemd is op hun natuurbeeld en noden.

De experts verschillen van mening over de effectiviteit van kijkrichting **SE** voor deze uitdaging. Enerzijds verwachten ze dat de marktwerking ervoor zal zorgen dat een bredere groep zal investeren in kwalitatief groen en ook dat er via tijdelijke natuur extra ruimte voor groen gecreëerd wordt in ruimtes die anders onderbenut blijven. Anderzijds verwachten ze dat de marktwerking ervoor zal zorgen dat bepaalde groepen, en vooral de meest kwetsbare, minder toegang zullen krijgen tot groenvoorzieningen. De vergroening van een buurt kan ook leiden tot groene gentrificatie en sociale segregatie, waardoor de sociale cohesie tussen de verschillende bevolkingsgroepen verder afbrokkelt. De ruimtelijke analyse van de inkomensgerelateerde verdeling van buurt- en wijkgroen in kijkrichting SE (indicator SL1) lijkt deze stelling te bevestigen.

7 Uitdaging 4 - Duurzaam gebruik natuurlijke hulpbronnen

Voor een aantal van onze basisbehoeften zoals voedsel, (drink)water en materialen, zijn we afhankelijk van goed functionerende ecosystemen. Om de invulling van deze basisbehoeften ook op lange termijn te garanderen, moeten de natuurlijke hulpbronnen die hier aan de basis van liggen, duurzaam gebruikt worden. Via ruimtelijke indicatoren gaan we na in welke mate de verschillende kijkrichtingen duurzaam gebruik maken van water, bodem en biomassa.

Een duurzaam watergebruik heeft zowel betrekking op de **waterkwantiteit** als de **waterkwaliteit**. Door de hoge bevolkingsdichtheid en verscheidenheid aan activiteiten is er in Vlaanderen relatief weinig (regen)water per inwoner beschikbaar. Internationaal wordt Vlaanderen dan ook beschouwd als een regio met een ernstig watertekort (www.milieurapport.be). Een deel van de waterwinning is afkomstig uit diepere grondwaterlagen die traag worden aangevuld en daardoor kwetsbaar zijn voor overexploitatie. De combinatie van overexploitatie, verminderde infiltratie en veranderende neerslagpatronen zet de waterbeschikbaarheid in Vlaanderen onder druk. De gebrekkige waterbeschikbaarheid in de ondiepe grondwaterzone zorgt voor droogtestress in natuur- en landbouwgebieden (CIW 2017). Een afname van de waterkwantiteit gaat ook gepaard met een verminderde waterkwaliteit. De waterkwaliteit in Vlaanderen ging er de voorbije jaren op vooruit, maar blijft kampen met een te hoog nutriëntengehalte (stikstof- en fosforverbindingen) en met chemische verontreiniging (VMM 2018a). De indicatoren voor deze uitdaging, geven een beeld van de infiltratie in functie van de aanvulling van diepe grondwatervoorraden en van de verwijdering van stikstof uit het milieu.

Een gezonde bodem vormt de basis voor de productie van voedsel, hout en biomassa. Een van de belangrijkste voorwaarden voor een gezonde bodem is een hoog organisch koolstofgehalte. De organische stof stabiliseert de bodem, waardoor het risico op verdichting en erosie afneemt, de bodem beter bewerkbaar is en er meer water en zuurstof in aanwezig is. Het vastleggen van koolstof in de bodem helpt ook bij het mitigeren van de klimaatverandering en zorgt voor een betere infiltratie van regenwater. Een duurzaam gebruik van de bodem betekent in de eerste plaats het **vermijden van bodemafdicthting**, het **vermijden van bodemverlies** door erosie en **het verbeteren van de bodemvruchtbaarheid**. De indicatoren belichten de eerste twee aspecten. Het effect van de kijkrichtingen op de bodemvruchtbaarheid wordt besproken door de experts.

Voor de omslag naar een duurzame energievoorziening moeten fossiele brandstoffen vervangen worden door **hernieuwbare energiebronnen** zoals zon, wind of biomassa. Die hernieuwbare energievoorziening neemt echter heel wat ruimte in beslag. Dit kan gaan van dakoppervlakte voor zonnepanelen en open ruimte voor windturbines, tot hele ecosystemen beheerd voor de productie van biomassa. Diezelfde biomassa kan niet alleen gebruikt worden voor de productie van energie, maar ook als **grondstof voor de bio-economie** (hout, vezels, productie van andere materialen o.a. via bioraffinage). De beschikbaarheid van biomassa voor de productie van energie en materialen wordt gekwantificeerd via een indicator.

7.1 Indicator DG1 - Waterkwantiteit - Aanvulling diep grondwater

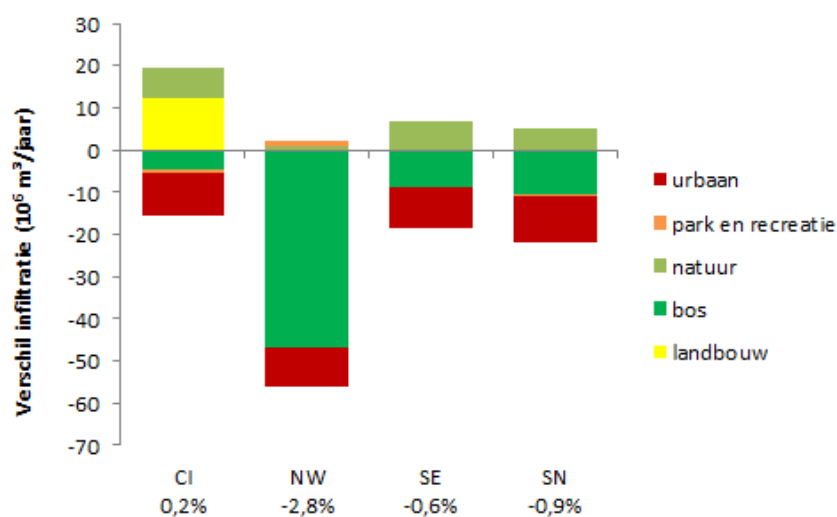
Regenwater dat infiltreert in de bodem zorgt voor een aanvulling van de grondwaterstand. Een deel daarvan is in de bovenste grondwaterzone beschikbaar voor ecosysteemprocessen, een ander deel zoekt langzaam zijn weg door de bodem voor de aanvulling van de diepere grondwaterlagen. Dit **diepe grondwater** is door zijn stabiele en hoge kwaliteit zeer geschikt voor het gebruik als drinkwater of proceswater in de industrie. Via deze indicator bespreken we het effect van de kijkrichtingen op de aanvulling van het diepe grondwater. De effecten van de kijkrichtingen op de beschikbaarheid van ondiep grondwater voor ecologische processen worden kwalitatief besproken bij het onderdeel droogte van de klimaatindicatoren. De belangrijkste fysische factoren die de maximale potentiële infiltratiecapaciteit van de bodem bepalen, zijn de diepte van de grondwatertafel en de bodemtextuur. Die maximale potentiële infiltratiecapaciteit wordt gecorrigeerd voor verliezen door interceptie² van neerslagwater door planten en voor verdichting door het landgebruik.

Figuur 21 toont het verschil in jaarlijkse infiltratie van regenwater naar de diepere grondwaterlagen tussen de kijkrichtingen en de uitgangssituatie in 2013. Een eerste vaststelling is dat de maatregelen binnen de kijkrichtingen slechts een beperkt effect hebben op de diepe infiltratie. Dit effect is alleen positief voor kijkrichting CI. In de

² Interceptie is de opvang van neerslag door de vegetatie waardoor een deel terug kan verdampen naar de atmosfeer.

andere kijkrichtingen neemt de infiltratie licht af. De toename van de infiltratie in landbouwgebied in CI is het gevolg van de omvorming van lintbebouwing in akker of grasland, waardoor de bodemafdicthting afneemt. Omgekeerd zorgt de uitbreiding van de bebouwde zone in elke kijkrichting voor extra verdichting en een afname van de infiltratie. Naast bodemafdicthting zorgt ook de interceptie van regenwater door vegetatie voor een vermindering van de infiltratie. Vooral bij bomen is de interceptie hoog, waardoor de bosuitbreiding in elke kijkrichting, en vooral in NW, resulteert in een netto infiltratieverlies ten opzichte van 2013. Dit betekent niet dat bossen geen positief effect hebben op de grondwaterstand. Bossen en bosbodems hebben een stabiliserend effect op de bovenste grondwaterstanden en zorgen zo voor een vermindering van schommelingen in de waterbeschikbaarheid en het debiet van waterlopen (Archer *et al.* 2016; Ellison *et al.* 2017; Filoso *et al.* 2017). Dit laatste effect is belangrijk voor het vermijden van overstromingen en komt aan bod in de volgende uitdaging. Moerassen (vooral rietland) zorgen net als bos voor een verhoging van de interceptieverliezen. De uitbreiding van heide en kustduinen in uitvoering van de Habitatrictlijn heeft een positief effect op de infiltratie. De meeste van deze ecosystemen liggen op bodems met een zandige textuur die een hoge infiltratiecapaciteit hebben.

Gezien het beperkte effect die groene-infrastructuurmaatregelen hebben op de totale diepe infiltratie, zijn maatregelen die het gebruik van grondwater beperken veel doeltreffender voor de aanvulling en het herstel van de diepe grondwatervoorraden.



Figuur 21. Verschil in jaarlijkse infiltratie van regenwater naar de diepere grondwaterlagen tussen de kijkrichtingen en de toestand in 2013. Het getal onder de kijkrichting geeft het procentuele verschil in de totale infiltratie ten opzichte van 2013.

7.2 Indicator DG2 - Waterkwaliteit - Stikstofverwijdering

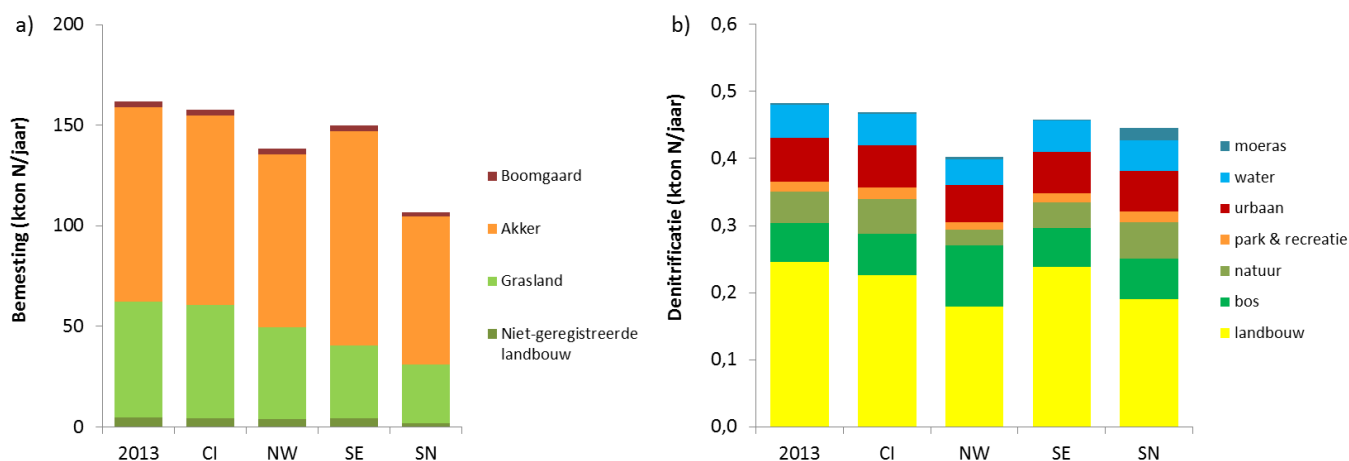
De emissies van nutriënten zoals stikstof en fosfor leidt tot vermessing van water en bodems. Vermesting verstoort de ecologische processen, waarbij bepaalde plantensoorten sneller groeien dan andere en de biodiversiteit meestal sterk afneemt. Vermesting heeft niet alleen negatieve effecten op de biodiversiteit. Een hoog stikstofgehalte in het drinkwater is ook schadelijk voor de gezondheid, waardoor de kosten voor drinkwaterproductie oplopen. Bovendien hebben stikstofoxiden en ammoniumverbindingen ook een verzurend effect. Ook verzuring heeft een negatieve invloed op de biodiversiteit en de volksgezondheid en leidt tot corrosie van materialen en de aantasting van gebouwen. Naast stikstofverbindingen geven ook zwaveldioxiden aanleiding tot verzuring.

In deze indicator beperken we ons tot de stikstofproblematiek. In Vlaanderen zijn de belangrijkste bronnen van stikstofemissies naar water, lucht en bodem de landbouw, de transportsector en de industrie. De bijdrage van landbouw aan de emissies naar de milieucomponenten bedraagt 9% voor lucht, 53% voor water en 100% voor de bodem (Coppens *et al.* 2013). In de indicator worden deze bronnen in rekening gebracht via de atmosferische N-depositie en de bemestingsnormen per gewastype (Vrebos *et al.* 2017). De atmosferische depositie varieert niet tussen de kijkrichtingen en bedroeg in 2016 gemiddeld 23 kg N per hectare (www.milieurapport.be). Er tekenen zich echter belangrijke ruimtelijke verschillen af, met hoge waarden rond concentraties van intensieve veeteelt in West-Vlaanderen, het noorden van Antwerpen en het noorden van Oost-Vlaanderen. Ook in het noorden van Limburg is de depositie verhoogd door de emissies in Nederland en het Duitse Ruhrgebied. De bemesting in de landbouw

varieert wel tussen de kijkrichtingen, waarbij we ervan uitgaan dat er geen kunstmest gebruikt wordt in kijkrichting SN en we de lagere bemestingsnormen voor dierlijke mest hanteren (VLM 2012).

De natuurlijke verwijdering van stikstof uit het milieu gebeurt hoofdzakelijk via het proces van biologische denitrificatie. Daarbij wordt stikstofrijk water uit het omliggende landschap aangevoerd naar waterverzadigde bodems waar bacteriën het nitraat omzetten in stikstofgas. Bij de berekening van de denitrificatie houdt het model rekening met de nitraatconcentratie in het grondwater, de grondwateraanvoer, de verblijftijd in de bodem en het denitrificatiepotentieel op basis van de grondwaterstand (zie bijlage 8 en Vrebos *et al.* 2017). Perceelsrandbegroeiing, zoals houtkanten en grasstroken zorgen voor verminderde uitspoeling van nutriënten naar waterlopen (Christen & Dalgaard 2013). Het effect van de aanwezigheid van KLE in vooral kijkrichting CI en SN kon niet in rekening gebracht worden in de analyse, maar zal een bijkomend positief effect hebben op waterkwaliteit.

Figuur 22a toont de totale potentiële bemesting volgens de bemestingsnormen per kijkrichting. Deze varieert tussen 162 kton per jaar in de uitgangssituatie en 107 kton per jaar in kijkrichting SN. Ter vergelijking: op basis van de gegevens van de Mestbank werd het gebruik van stikstof in Vlaanderen in 2015 geschat op 133,9 kton (VLM 2017). In elke kijkrichting neemt de totale stikstofbemesting af door de daling van de landbouwoppervlakte, door teeltverschuivingen en in SN ook door lagere richtwaarden voor bemesting in de agro-ecologische landbouw. De sterke daling van de landbouwoppervlakte in NW en de lagere bemesting in SN vertaalt zich in een afname van de aanvoer van stikstofrijk water en hierdoor ook in een vermindering van de denitrificatie (Figuur 22b). Denitrificatie wordt slechts in beperkte mate bepaald door de vegetatie, maar gunstige omstandigheden voor denitrificatie gaan wel vaak gepaard met natte standplaatscondities en de daarmee geassocieerde natuurtypes zoals waterlopen, moerassen en natte graslanden. De hoogste denitrificatie per oppervlakte-eenheid vindt dan ook plaats in de moeras- en watercellen. De uitbreiding van de moerasoppervlakte in kijkrichting SN heeft een dubbel effect op de denitrificatie: enerzijds zorgt de omvorming van landbouwcellen naar natuur voor een afname van de bemestingsdruk en anderzijds zorgt de hogere grondwatertafel in moerassen voor een extra verwijdering van stikstof. De totale denitrificatie bedraagt echter slechts een fractie van de jaarlijkse stikstofbelasting. De afname van de bemestingsdruk heeft een veel groter effect op de daling van de stikstof in het ecosysteem dan de landgebruiksveranderingen in de kijkrichtingen.



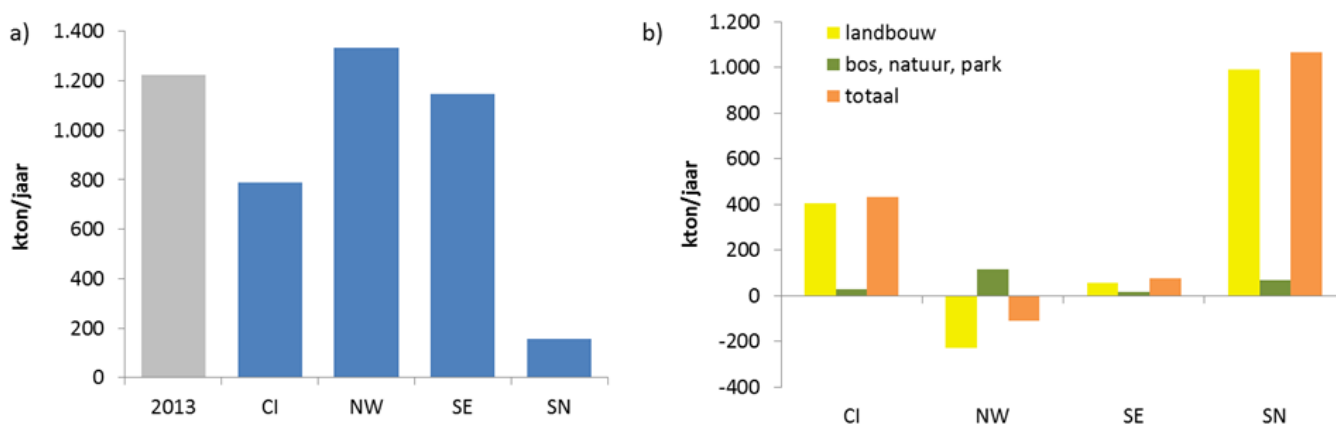
Figuur 22. a) Geschatte jaarlijkse stikstofbemesting door de landbouw per kijkrichting vergeleken met de toestand in 2013. b) Totale denitrificatie per landgebruikscategorie en per kijkrichting.

7.3 Indicator DG3 - Bodemverlies door erosie

Bodemerosie is een proces waarbij bodemdeeltjes losgemaakt en verplaatst worden door water, ijs, wind, bodembewerking of het rooien van gewassen. In wat volgt richten we ons op bodemerosie door water. Het bodemverlies dat op die manier ontstaat, heeft zowel on-site als off-site effecten (Sala & Paruelo 1997). Op langere termijn leidt het tot een afname van de bodemkwaliteit en -kwantiteit. Het getransporteerde sediment, inclusief nutriënten en eventuele verontreinigingen, kan ook overlast veroorzaken wanneer het in urbaan gebied of in waterlopen terecht komt. Het kan ruimings- en herstelkosten met zich meebrengen en de water- en bodemkwaliteit

in stroomafwaartse gebieden verlagen, wat op zijn beurt aanleiding geeft tot ecologische, maatschappelijke en economische kosten (Van Reeth *et al.* 2016).

Figuur 23a geeft aan in welke mate de landgebruiksveranderingen in elke kijkrichting resulteren in een wijziging van het bodemverlies (ton droge stof/ha). Figuur 23b toont per kijkrichting dit vermeden bodemverlies ten opzichte van de huidige situatie, opgedeeld per landgebruik (landbouw versus natuurklassen). Naast de topografie en het bodemtype is vooral het verschil in erosiegevoeligheid tussen de oorspronkelijke en nieuwe vegetatie bepalend voor de afname van erosie in elke kijkrichting. Een omvorming van akker naar bos leidt, onder vergelijkbare topografische omstandigheden, tot een grotere vermindering van het erosierisico dan omvorming van grasland naar bos. Daarnaast is de vermeden erosie ook afhankelijk van het gevoerd beheer, bijvoorbeeld het al dan niet toepassen van niet-kerende bodembewerking of de ploegrichting. De hier besproken kwantitatieve indicatoren houden geen rekening met een verschil in teelttechnische maatregelen tussen de vier kijkrichtingen. Enkel maatregelen die ook een verandering van de bodembedekking met zich meebrengen, zoals de introductie of het behoud van houtige kleine landschapselementen of het omzetten van grasland naar akker, tellen mee. Het effect van kijkrichtingen CI en SN, die een duurzaam bodembeheer hoog in het vaandel dragen, wordt dus op dat vlak wellicht onderschat.



Figuur 23. a) Bodemverlies door erosie per kijkrichting, ten opzichte van de toestand in 2013. b) Vermeden bodemverlies per kijkrichting ten opzichte van de situatie in 2013.

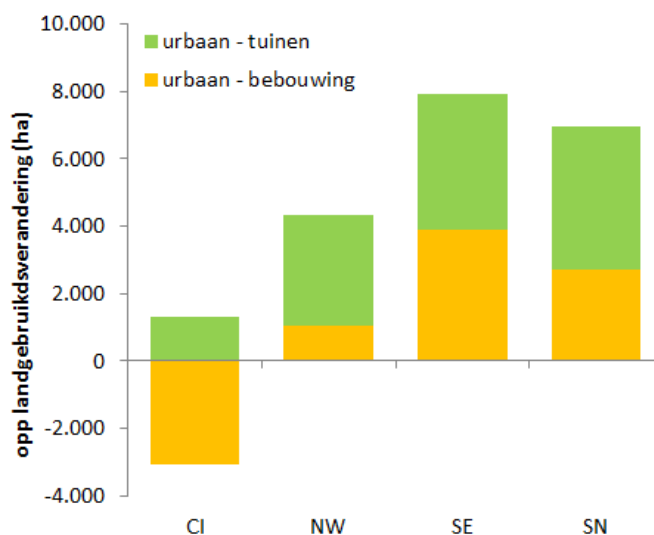
Van de vier kijkrichtingen vertoont SN de sterkste afname (bijna 90%) van het bodemverlies t.o.v. de huidige situatie. De basis daarvoor ligt in de doorgedreven maatregelen die deze kijkrichting treft in erosiegevoelig landbouwgebied: de meest erosiegevoelige percelen kennen een omvorming naar bos of grasland. Voorts vinden (houtige) kleine landschapselementen hun weg naar het ganse landbouwgebied, wat een aanzienlijke bijkomende erosiebescherming oplevert. Die laatste maatregel is ook ten dele van tel in CI, zij het enkel in die zones waar zulke KLE's overeenkomen met een traditioneel landschapsbeeld. Het effect daarvan is duidelijk zichtbaar in het bodemverlies: 35% van de huidige erosie wordt in CI vermeden. In kijkrichtingen NW en SE blijft het effect van de landgebruiksveranderingen op het bodemerosierisico beperkt. NW kent zelfs een toename van het bodemverlies met bijna 10%, omdat de - nochtans uitgebreide - bebossing van landbouwgronden niet opweegt tegen de intensivering van het resterende landbouwareaal (verwijdering van alle KLE's) (zie Figuur 23b). De bebossing is er gericht op uitbreiding van reeds bestaande boskernen en bevindt zich relatief weinig in erosiegevoelig gebied. SE hanteert ook een intensief landbouwmodel en tracht met de uitbreiding van bos- en natuurgebieden de landbouw zoveel mogelijk te sparen. Bestaande KLE's worden wel behouden en uitgebreid op de meest erosiegevoelige percelen, wat een vermeden bodemverlies van ongeveer 5% van de huidige erosie oplevert.

7.4 Indicator DG4 - Bodemafdichting

Het afdichten of verharderen van de bodem beperkt de infiltratiecapaciteit en verhoogt zo de afspoeling van water. Dit kan leiden tot een verminderde aanvulling van de grondwatertafel, verdroging en een toename van het overstromingsrisico elders. Een afdichte bodem brengt bovendien een verlies aan productiepotentieel voor voedsel, hout, vezels en energie met zich mee. Het hindert de fysische en chemische processen die van belang zijn

voor de nutriëntencycli, voor het transformeren of opslaan van verontreinigingen en het beperkt de functionaliteit van de bodem als habitat en genetische opslagruimte van heel wat organismen (De Meyer *et al.* 2011b).

Figuur 24 toont in welke mate de kijkrichtingen in staat zijn om extra bodemafdicthting te vermijden. Ze brengt de landgebruiksverandering in urbaan gebied in beeld, opgedeeld in bebouwde ruimte en niet-afgedichte ruimte (groenvoorziening/tuinen).



Figuur 24. Verandering van de oppervlakte urbaan landgebruik (residentieel, industrie, diensten, agrarische gebouwen, infrastructuur) t.o.v. de huidige situatie. Een deel van dit landgebruik is bebouwd, een ander deel bestaat uit niet-afgedichte ruimte (tuinen).

Alleen in kijkrichting CI neemt de totale oppervlakte urbaan gebied af. Dit is in hoofdzaak te wijten aan de afbraak van om en bij de 9000 ha lintbebouwing in de open ruimte. In alle andere kijkrichtingen neemt het aantal bebouwde cellen toe. Die toename staat echter niet gelijk aan een volledige bodemafdicthting. De groene zone in de grafiek geeft het gedeelte van de extra urbane ruimte weer dat niet wordt afgedicht. Kijkrichting SE, die het minste randvoorwaarden stelt aan bijkomende bebouwing, kent de grootste uitbreiding van de afgedichte oppervlakte. Bij kijkrichtingen NW en SN ligt de toename wat lager, omdat beide kijkrichtingen op specifieke locaties de afbraak van lagedensiteitsbebouwing vooropstellen.

De totale verandering in urbaan gebied is hoe dan ook beperkt: het gaat om een verschil van -0,5% (CI) tot + 2% (SE) ten opzichte van de totale huidige oppervlakte urbane ruimte. Alle kijkrichtingen gaan met name uit van een graduele afname van het jaarlijkse ruimtebeslag tot 0 ha tegen 2040, zoals ook strategische doelstelling 1 van de goedgekeurde Strategische Visie van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (Departement Omgeving 2018) vooropstelt. Deze voorwaarde werd, met de economische en demografische voorspellingen van het Federaal Planbureau als achtergrond, in elke kijkrichting moeiteloos gehaald, zonder te tornen aan de bijkomende randvoorwaarden op vlak van bevolkingsdichtheid die telkens gesteld werden (zie Tabel 1). De huidige maximale bevolkingsdichtheid van ongeveer 730 inwoners per ha wordt nergens overschreden, ook niet waar de kijkrichting dat toelaat (NW). De gemiddelde toename van de bevolkingsdichtheid in het urbane gebied bedraagt in elke kijkrichting zo'n 3 inwoners/ha. Het blijkt dus mogelijk om de verwachte bevolkingstoename ook zonder verregaande verdichting op te vangen, in een licht afnemende (CI) of beperkt toenemende bebouwde oppervlakte (NW-SN).

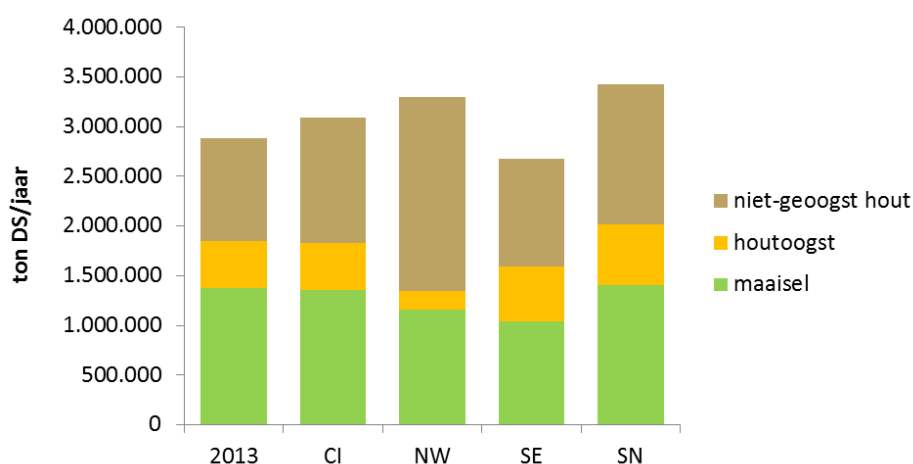
7.5 Indicator DG5 - Biomassaproductie voor energie en materialen

Ecosystemen produceren biomassa die dienst kan doen als bron van voedsel, vezels, hout of energie. In dit deel bespreken we het aandeel van de biomassa dat relevant is voor de productie van energie of materialen. Voedsel komt aan bod in paragraaf 9. We beperken ons tot de biomassa uit houtige vegetatie en maaisel uit graslanden, natuurgebieden, parken en tuinen. Akkerbouwgewassen (inclusief tijdelijk grasland) laten we buiten beschouwing omdat we niet over een gedetailleerde modellering van landbouwsector en -zone beschikken. De aard van de

akkerbouwgewassen in 2050 en het aandeel ervan dat geschikt is voor energie- en materialenproductie, is daarom moeilijk in te schatten.

Figuur 25 toont de oogstbare biomassa uit ecosystemen (excl. akkers) voor de verschillende kijkrichtingen. We doen geen uitspraak over de precieze eindbestemming van die biomassa: ze is potentieel inzetbaar voor de productie van materialen of energie. Maaisel omvat zowel gras als het maaisel uit andere niet-houtige vegetaties (moeras- en rietland, ruigte, heide en ander laag groen). De geproduceerde hoeveelheid is afhankelijk van de standplaatscondities en het vegetatietype (zie bijlage 8). Omdat we per kijkrichting ook aannames doen over de houtoogst (zie Tabel 1) splitsen we het aandeel hout in deze grafiek op in houtoogst, d.w.z. voor houtproductie bestemd hout, en hout dat in het ecosysteem blijft. De totale hoeveelheid omvat de jaarlijkse aanwas van zowel spilhout, wortelhout als takhout en is een functie van de boomsoort, de leeftijd en de standplaatscondities.

Figuur 26 gaat dieper in op de houtoogst. Die omvat de houtige biomassa bestemd voor het vervaardigen van industriële en huishoudelijke producten, inclusief de productie van energie voor residentiële (bij)verwarming (Vandekerkhove *et al.* 2014). Tak- en tophout en ondergrondse houtige biomassa worden hierin niet meegerekend. De grafiek geeft de verandering weer in het volume hout dat jaarlijks voor menselijk gebruik kan worden geoogst, opgesplitst per landgebruikstype. Dat volume is een combinatie van de jaarlijkse aangroei van spilhout en een oogstfactor of benuttingsgraad, afhankelijk van het bostype en de beheerdoelen in de kijkrichting (bijlage 8).



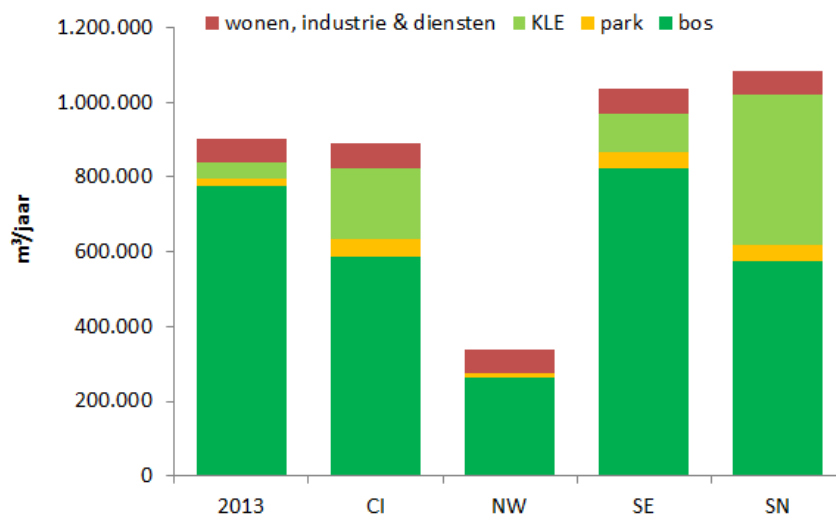
Figuur 25. Totale jaarlijkse oogstbare biomassa (ton droge stof per jaar) die potentieel inzetbaar is voor de productie van materialen of energie. De oranje strook geeft voor de houtige component het effectief geoogste aandeel weer.

In de huidige situatie is het aanbod van maaisel uitgedrukt in ton DS/jaar vergelijkbaar met dat van houtige biomassa. In de vier kijkrichtingen wordt meer hout dan maaisel geproduceerd.

Kijkrichting SN vertoont het grootste totale aanbod aan oogstbare biomassa. De jaarlijkse aanwas van houtige biomassa neemt er toe met bijna 35%, ondanks een stijging van de bosoppervlakte met slechts 13% (zie indicator landgebruiksveranderingen). Dit is in hoofdzaak toe te wijzen aan de grote hoeveelheid bijkomende houtige kleine landschapselementen in landbouwgebied (zie ook indicator bodemverlies tegengaan en voedselzekerheid). Die bevinden zich bovendien op gronden die momenteel bemest zijn, wat leidt tot een hogere houtproductie dan elders (Vandekerkhove *et al.*, 2014). Ook het aanbod van maaisel neemt licht toe, omdat vooral de moerassen er meer speelruimte krijgen. Alle andere kijkrichtingen kennen een daling in het maaiselaanbod, door de afname van het totale graslandareaal (zie indicatoren landgebruiksveranderingen en voedselzekerheid).

Ondanks de grote bijkomende bosoppervlakte in NW (+ 72%) blijft de toename in de jaarlijkse aanwas van houtige biomassa beperkt tot ongeveer 40%. Dit is grotendeels te verklaren door de keuze om in deze kijkrichting alle naald- en gemengde bossen om te zetten naar loofbos. Loofbos levert op de meeste bodems iets lagere houtaanwascijfers op dan naald- of gemengd bos (zie Bijlage 8). Het verschil is deels ook te wijten aan de locatie van de bosuitbreiding. In vergelijking met de andere kijkrichtingen worden in NW relatief meer natuurgebieden bebost. Bebossingen op voormalige landbouwgronden kennen een iets hogere houtproductie door het na-ijleffect van de bemesting.

Figuur 26 onderstreept dat het gedeelte van de houtoogst dat niet uit bossen afkomstig is, sterk verschilt tussen de kijkrichtingen. De hoge houtopbrengst uit KLE's in kijkrichtingen CI en SN compenseert voor de afgenomen oogst uit bossen. Die afname heeft voor een deel te maken met het verhoogde beschermingsniveau van bossen in SBZ-gebied: de houtoogst is er in elke kijkrichting vergelijkbaar met die in huidige reservaten. In SE heft de hogere benuttingsgraad in andere bossen deze daling op. NW vertoont ondanks een sterke toename van de aanwas aan houtige biomassa de laagste houtoogst (-62%): de focus in deze kijkrichting ligt op het ondersteunen van natuurlijke processen, waardoor een beperkter aandeel van de houtaanwas voor menselijk gebruik bestemd is. In kijkrichtingen SE en SN ligt de totale houtoogst respectievelijk 15 en 20% hoger dan de huidige (2013).



Figuur 26. Totale jaarlijkse houtoogst (m³/jaar) per landgebruiksklasse. Dit volume is een combinatie van (i) de jaarlijkse aangroei van spilhout, in functie van boomsoort, leeftijd en standplaatscondities en (ii) een oogstfactor, die varieert naargelang het bostype en de beheerdoelen in de kijkrichting.

7.6 Kwalitatieve beoordeling

De experts zien in elke kijkrichting elementen die een positieve invloed kunnen hebben op het water- en bodemsysteem. Vooral in kijkrichting CI en SN verwachten ze dat de uitdaging kleiner zal worden door de algemene attitude en de voorgestelde groene-infrastructuurmaatregelen.

In **CI** voelt de mens zich verbonden met de natuur en het landschap waardoor ze meer zorg dragen voor hun leefomgeving, de uitstoot van vervuilende stoffen vermindert en de zorg voor de bodem toeneemt. Bovendien zorgt de focus op landschapsaantrekkelijkheid in deze kijkrichting voor extra draagvlak voor investeringen in waterkwaliteit en het herstel van waterlopen. De houtkanten die mee de eigenheid van het landschap bepalen, zorgen dat de erosie vermindert en dat er minder polluenten en nutriënten in de waterlopen terecht komen. De experts verwachten ook dat de uitbreiding van natuur- en bosgebieden een positief effect zal hebben op de infiltratie naar het grondwater.

Kijkrichting **SN** is sterk gericht op een duurzaam gebruik van de natuurlijke hulpbronnen. Aan de bronzijde zorgt de internalisering van milieukosten voor minder vervuiling en een spaarzaam gebruik van grondwater. Ook de omschakeling naar een agro-ecologisch landbouwsysteem leidt tot een lager gebruik van pesticiden en meststoffen waardoor de waterkwaliteit verbetert. Bodemvruchtbaarheid is in deze kijkrichting een sleutelproces voor een duurzame voedselproductie en de landbouwactiviteiten worden dan ook afgestemd op het behoud en herstel van een gezonde bodem. Net als in kijkrichting CI zorgen de KLE's in het landbouwlandschap voor een verminderde afspoeling van bodem en vervuilende stoffen naar de waterlopen en leidt de uitbreiding van natuur- en bosgebieden tot een betere waterkwaliteit en aanvulling van het grondwater.

Bij de andere twee kijkrichtingen hebben de experts een gemengd beeld. Enerzijds verwachten ze dat de uitdaging kan verkleinen door een toename van het draagvlak voor waterkwaliteitsverbeteringen onder impuls van het ecotoerisme in **NW** en door het internaliseren van milieukosten in **SE**. Ook het zelfzuiverend vermogen en de

robuustheid van de grote natuurgebieden in NW dragen bij aan het verkleinen van de uitdaging. Anderzijds verwachten de experts dat door de verdere intensivering van de landbouw en het ontbreken van concrete maatregelen voor de bescherming van de bodem in NW, het water- en bodemsysteem verder onder druk komt te staan. In SE staat de individuele keuzevrijheid centraal: de baten van een maatregel moeten opwegen tegen de kosten ervan. Het risico bestaat dat eigenaars of beheerders zich daarbij laten leiden door kortetermijnwinsten of particuliere belangen, waardoor de uitkomst voor het duurzaam gebruik van de natuurlijke hulpbronnen op lange termijn of voor een ruimere groep onzeker is. Bovendien wordt de verbetering van de bodemvruchtbaarheid in SE bemoeilijkt door een toename van het akkerareaal. In beide kijkrichtingen kan een algemene toepassing van precisielandbouw zorgen voor een lager meststoffen- en pesticidengebruik, maar de experts twijfelen eraan of we er met technologie alleen in zullen slagen om de bodemvruchtbaarheid te verbeteren of te herstellen.

8 Uitdaging 5 - Omgaan met een veranderend klimaat

De klimaatverandering is een van de meest reële en ingrijpende uitdagingen voor de toekomst van de menselijke samenleving (zie hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018). De effecten van de klimaatverandering hebben niet alleen een rechtstreekse impact op onze veiligheid en gezondheid, maar beïnvloeden ook indirect de andere grote mondiale uitdagingen zoals migratiestromen, geopolitieke spanningen en conflicten, voedsel- en watercrises en biodiversiteitsverlies (World Economic Forum 2018). De gebruikersgroep identificeerde vier belangrijke deelluitdagingen voor Vlaanderen die rechtstreeks gerelateerd zijn aan de klimaatverandering en waarvoor groene infrastructuur (deels) een oplossing kan bieden: het overstromingsrisico en het droogterisico beperken, de veerkracht van ecosystemen versterken en bijdragen aan de klimaatmitigatie door de opslag van koolstof in ecosystemen.

Als laaggelegen regio is Vlaanderen extra kwetsbaar voor een verhoogd **overstromingsrisico** en dat zowel vanuit de zee als vanuit de waterlopen. De verwachte zeespiegelstijging en de verhoogde kans op zware stormen zullen de kansen op overstromingen aan de kust en langs estuaria zoals de Schelde doen toenemen. In het binnenland kan de verwachte neerslagtoename tijdens de wintermaanden en de toename van korte maar extreme regenbuien in de zomer, zorgen voor een verhoogde kans op overstromingen vanuit waterlopen of rioleringen. Bovendien zorgt de economische groei ervoor dat de sociaal-economische impact van overstromingen groter wordt (Brouwers *et al.* 2015).

Vlaanderen is een van de meest kwetsbare regio's in Europa voor overstromingen vanuit de zee door de hoge bebouwingsgraad van de kust en de hoge bevolkingsdichtheid in de laaggelegen poldergebieden. Ecosystemen zoals strand, duinen, slikken en schorren spelen een belangrijke rol in de bescherming van de kustvlakte. Daarnaast kunnen ook combinaties van natuurlijke processen en technische structuren als zandmotoren of kunstmatige eilanden een belangrijke rol spelen in de kustverdediging. Een aantal kijkrichtingen zet in op een (half)natuurlijke **kustbescherming** door het uitbreiden van de bestaande duinengordel of door een nieuw aan te leggen duinengordel voor de kust. De effecten hiervan konden niet doorgerekend worden in de kwantitatieve analyse, maar worden besproken in de expertbeoordeling.

Om het risico op overstromingen vanuit waterlopen en riolen te beperken, zet de Vlaamse overheid in op een drietrapsstrategie: vasthouden, bergen en afvoeren van water. Groene-infrastructuurmaatregelen dragen vooral bij aan de eerste twee trappen van deze strategie. Ecosystemen vangen regenwater op en laten het infiltreren in de bodem waardoor het water meer gespreid in de tijd wordt afgevoerd naar de waterlopen. Dit **tijdelijk vasthouden**, of retentie van regenwater zorgt ervoor dat er minder piekafvoeren voorkomen na een hevige regenbui waardoor het risico op overstromingen stroomafwaarts afneemt. Als er toch piekafvoeren ontstaan kunnen die opgevangen worden in de overstroombare delen van een vallei (**komberging**), waardoor het piekdebiet afneemt en de bebouwde zones en infrastructuur elders in de vallei gevrijwaard blijven voor overstromingen. Het landgebruik is daarbij bepalend voor de bergingscapaciteit van een gebied. De meeste natuurlijke ecosystemen in een vallei zijn aangepast aan een natuurlijk overstromingsregime en kunnen als bergingsgebied fungeren, terwijl de bergingscapaciteit van landbouwgebieden sterk afhankelijk is van de plant- of gewaskeuze. Zowel voor de retentie- als de kombergingcapaciteit worden kwantitatieve indicatoren besproken.

Vlaanderen is een waterschaarse regio. Dat komt door de hoge bevolkingsdichtheid en het daarmee gepaard gaande hoge verbruik en de relatief beperkte beschikbaarheid van grond- en oppervlaktewater. Onder andere de hoge bodemafdichting ('soil sealing') in Vlaanderen zorgt ervoor dat bij regenval diepe grondwaterreserves minder goed kunnen worden aangevuld. De klimaatverandering brengt dit evenwicht verder uit balans, waardoor droogteperiodes vaker zullen voorkomen en langer zullen aanhouden (VMM 2018b). Aanhoudende droogte zorgt onder andere voor bevoorradingsproblemen voor drinkwater, verminderde landbouwopbrengsten, een slechtere waterkwaliteit en schade aan de natuur. Groene-infrastructuurmaatregelen die het overstromingsrisico helpen verminderen, zoals het vasthouden en bergen van regenwater, en het wegnemen van bodemafdichting dragen ook bij aan het **verminderen van het droogterisico**. In landbouwgebied hebben onder andere de plant- of gewaskeuze, het bodem(koolstof)beheer en het peilbeheer een belangrijke invloed op de waterbalans. De effecten van deze maatregelen op het droogterisico komen alleen in de kwalitatieve beoordeling aan bod.

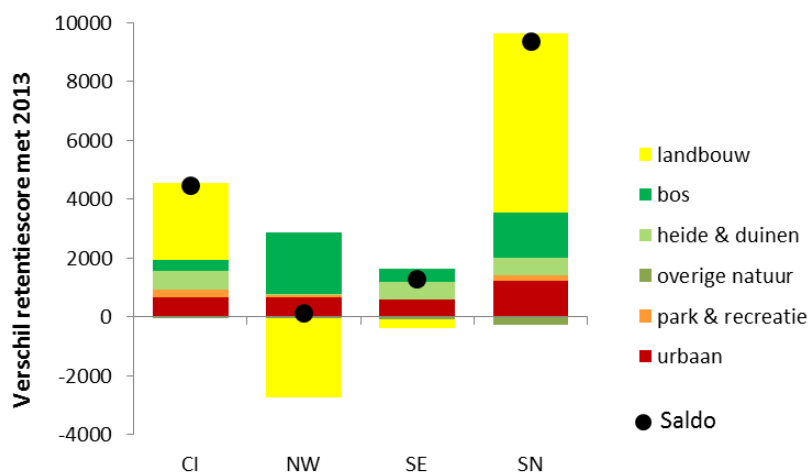
Met de **veerkracht van ecosystemen** bedoelen we hun capaciteit om met externe verstoringen om te gaan en zich zodanig aan te passen, te reorganiseren of te verbeteren dat ze alle ecologische functies kunnen blijven vervullen

en ook de voor de mens belangrijke ecosystemendiensten kunnen blijven leveren. Veerkrachtige systemen zijn beter aangepast om met de effecten van de klimaatverandering om te gaan. Ze herstellen gemakkelijker van droogte of andere weersextremen en zijn beter bestand tegen ziektes of pestsoorten (Altieri *et al.* 2015; Lin 2011; Oliver *et al.* 2015b). De veerkracht van ecosystemen hangt nauw samen met hun diversiteit op het niveau van habitats, soorten en genen: hoe diverser de samenstelling van de leefgemeenschappen, hoe meer functionele groepen aanwezig zijn en hoe hoger de kans dat de ecosysteemprocessen ook onder wijzigende omgevingscondities blijven werken (zie ook indicatoren biodiversiteitsverlies tegengaan). Deze deuluitdaging bespreken we alleen kwalitatief.

De laatste deuluitdaging heeft betrekking op de oorzaak van de klimaatverandering. **Klimaatmitigatie** zet in op het verminderen van de concentratie broeikasgassen zoals CO₂ en methaan in de atmosfeer. Dat kan door de uitstoot van broeikasgassen te reduceren of door broeikasgassen uit de atmosfeer te verwijderen. Ook ecosystemen zijn in staat om broeikasgassen uit de atmosfeer te halen en op te slaan in biomassa (bv. hout) of water (bv. oceanen). Door veranderingen in het beheer van ecosystemen kunnen die gassen echter weer vrijgesteld worden. Zo zijn moerassen en venen belangrijke opslagplaatsen van koolstof, maar wanneer de grondwaterstand daalt, wordt dit koolstof weer afgegeven onder de vorm van CO₂. Het behoud van deze waterrijke gebieden is dan ook belangrijk om bijkomende emissie van CO₂ te vermijden. De indicator die we bespreken beschrijft het effect van landgebruiksveranderingen op de opslag van koolstof in houtige biomassa en bodems.

8.1 Indicator K1 - Overstromingsrisico verminderen – Tijdelijk vasthouden van regenwater

Deze indicator bekijkt in hoeverre de landgebruiksveranderingen in de kijkrichtingen een remmend effect hebben op de afstroming van regenwater en zo de kans op piekafvoeren en overstromingen helpen verkleinen. Bij de berekening van de indicator houden we rekening met de topografie en de invloed van het landgebruik op de oppervlakkige afstroming. Zones die door hun topografische ligging een hoge potentie hebben om water tijdelijk vast te houden en waar de bodembedekking zorgt voor een lage oppervlakkige afstroming, krijgen een hoge retentiescore. De indicatorscore vermindert wanneer door een verandering van het landgebruik de oppervlakkige afstroming toeneemt. Zo zorgt een toename van de bodemafdekking, bv. door extra bebouwing, voor minder infiltratie en meer afstroming naar waterlopen. De aanleg van groendaken of de aanwezigheid van kleine landschapselementen zorgen dan weer voor een verhoogde retentie van regenwater. De retentiecapaciteit per cel wordt uitgedrukt in een score van 0 tot 1. Figuur 27 toont het verschil in de totale retentiescore per landgebruiksklasse tussen de kijkrichtingen en de uitgangssituatie in 2013.



Figuur 27. Verandering in totale retentiescore tussen nu en 2050, opgedeeld in landgebruiksklassen. De zwarte bol geeft de netto verandering van de retentiescore per kijkrichting weer.

Elke kijkrichting zorgt voor een beperkte verbetering van de retentiescore ten opzichte van 2013, maar de verschillen met kijkrichtingen NW en SE zijn zeer klein. In NW zorgen de sterke bosuitbreiding en de aanleg van groendaken in urbaan gebied voor een nipt netto positief effect op de totale retentiecapaciteit. De retentiecapaciteit van bossen is 65% hoger dan die van akkers en 25% hoger dan die van grasland. De omvorming

van landbouw naar bos zorgt er dus voor dat het regenwater minder snel wordt afgevoerd naar de waterlopen, waardoor de kans op piekafvoeren vermindert. Ook in de andere kijkrichtingen zorgt de toename van de bosoppervlakte dat het regenwater langer wordt vastgehouden op het land. Het sterke positieve effect van bos in SN is te wijten aan de gerichte plaatsing van het bijkomend bos in retentiezones (zie Tabel 1). De verwijdering van houtkanten door de intensivering van de landbouw in NW leidt echter tot een afname van de retentiecapaciteit van het landbouwgebied. Het omgekeerde effect zien we in CI en SN, waar de uitbreiding van houtkanten samen met de omvorming van een deel van de akkers in grasland zorgt voor een netto toename van de retentiecapaciteit. Ook de uitbreiding van heide en kustduinen voor de instandhoudingsdoelstellingen leveren een hogere retentiescore op.

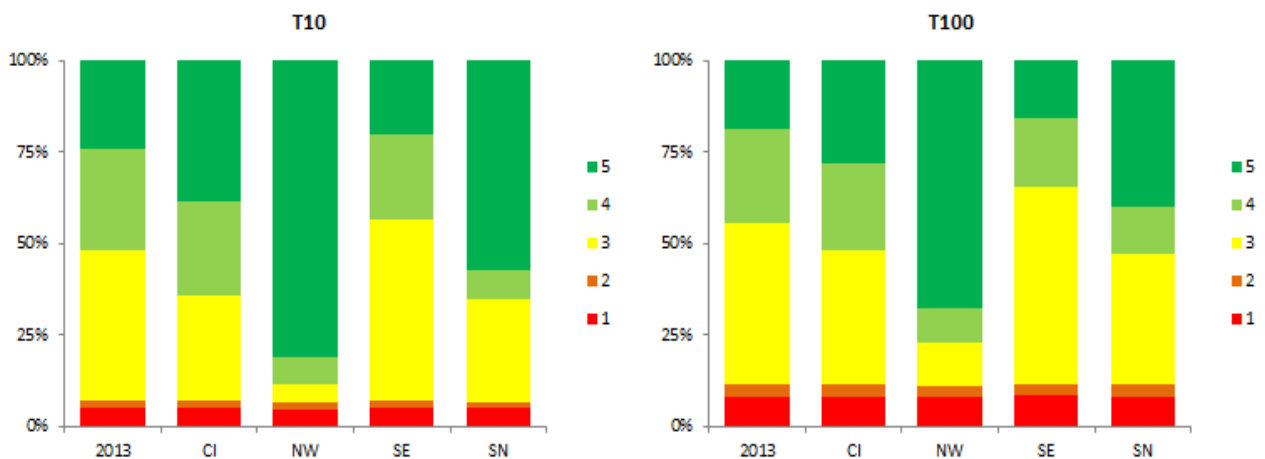
In dicht bebouwde gebieden met een hoge graad van bodemafdichting is de retentie laag en wordt het regenwater versneld afgevoerd naar de waterlopen waardoor de kans op piekafvoeren vergroot (De Meyer *et al.* 2011a). Maatregelen in stedelijk gebied die inzetten op infiltratie of het vasthouden van regenwater in de bodem of de vegetatie zijn dan ook belangrijk om het overstromingsrisico te beperken. De analyse toont aan dat de aanleg van groendaken in elke kijkrichting en de uitbreiding van parken in kijkrichtingen SN en CI de tijdelijke retentie van regenwater verhogen.

8.2 Indicator K2 - Overstromingsrisico verminderen – Kombergend

Deze indicator toont in welke mate landgebruiksveranderingen een invloed hebben op het kombergend vermogen van laaggelegen gebieden nabij waterlopen, waardoor die gebieden overstromingsrisico's stroomafwaarts (of stroomopwaarts, langsheen getijdenrivieren) kunnen helpen reduceren. Dit vermogen wordt bepaald door de topografie van het gebied en de combineerbaarheid van het landgebruik in de kombergingszones met een overstroming. Indien het landgebruik in de overstromingsgevoelige zones goed combineerbaar is met overstromingen, dan kunnen die gebieden ingezet worden als tijdelijke bergingsgebieden. Door rivierwater tijdens piekdebieten tijdelijk te bergen in overstromingsgebieden kan het risico op overstromingen verkleind worden in gebieden die beschermd moeten worden (bv. woonkernen).

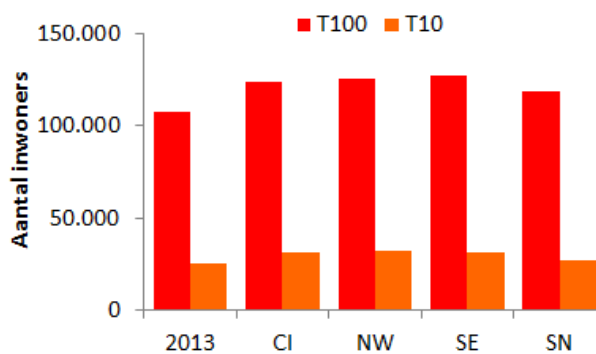
Overstromingsgevaarkaarten simuleren de omvang van een overstroming die zich met een bepaalde terugkeerperiode voordoet. Voor onze analyse gebruiken we de overstromingsgevaarkaarten voor overstromingen met grote kans (eens per 10 jaar - T10) en middelgrote kans (eens per 100 jaar - T100). Binnen elk van deze overstromingscontouren kijken we vervolgens hoe de combineerbaarheid van het landgebruik met een overstroming verandert in functie van de verschillende kijkrichtingen. De figuren voor de 100-jarige overstromingen geven een indicatie van het mogelijk risico wanneer door klimaatverandering grotere overstromingen zouden plaatsvinden met een kleinere terugkeerperiode (T100 wordt T10).

De analyse toont aan dat kijkrichting NW het grootste kombergend vermogen heeft. Door de uitbreiding van de oppervlakte alluviaal bos in de valleien is het overgrote deel van het landgebruik in de overstromingsgevoelige zones goed combineerbaar met een overstroming. Kijkrichting SE doet het slechter dan de uitgangssituatie door de toename van de oppervlakte akker in valleien. In de andere kijkrichtingen neemt vooral de oppervlakte van de landgebruiken die goed combineerbaar zijn met een overstroming (score 5) toe.



Figuur 28. Combineerbaarheid van het landgebruik in gebieden met een overstromingskans van 1 op 100 (links) en 1 op 10 jaar (rechts). 1 = niet combineerbaar; 5 = goed combineerbaar.

Door de klimaatverandering stijgt de kans op een grote overstroming. Gebieden die nu met een middelgrote kans overstromen (eens in de honderd jaar), kunnen in de toekomst gemiddeld elke tien jaar overstromen (klimaat.vmm.be). Figuur 28 toont aan dat wanneer de overstromingskans toeneemt, er meer gebieden getroffen worden die slecht combineerbaar zijn met een overstroming. Bovendien neemt in elke kijkrichting het aantal inwoners in overstromingsgevoelig gebied toe (Figuur 29), waardoor de sociaal-economische impact van een overstroming in de toekomst nog kan toenemen. Deze analyse houdt echter geen rekening met het effect van maatregelen in de kijkrichtingen op de overstromingskans. We kunnen verwachten dat de overstromingskans in bewoonde gebieden zal afnemen wanneer meer overstromingswater geborgen wordt in de valleigebieden waar het landgebruik goed combineerbaar is met overstromingen.



Figuur 29. Aantal inwoners in gebieden met een overstromingskans van 1 op 100 (rood) en 1 op 10 jaar (oranje).

8.3 Indicator K3 - Klimaatmitigatie – Koolstofopslag in bodem en biomassa

Ecosystemen kunnen de atmosferische concentratie van koolstofdioxide verlagen door koolstof vast te leggen in de vegetatie, strooisellaag of in de bodem (Letten *et al.* 2014). Op die manier dragen ze bij aan het beperken of mitigeren van de klimaatverandering. We bespreken hier zowel koolstofopslag in de bodem als in biomassa. Koolstofopslag in de strooisellaag blijft buiten beschouwing. Ook andere effecten van vegetatiestructuren op het klimaat, zoals het vastleggen van andere broeikasgassen (bv. methaan, stikstofoxiden), veranderingen in het albedo-effect (weerkaatsing van zonnestrallen) of veranderingen in de evapotranspiratie door planten, brengen we niet in rekening, omdat de complexiteit van die processen een eenduidige inschatting van hun effect op lange termijn bemoeilijkt.

Figuur 30 geeft de verandering van de organische koolstofvoorraad in de bodem en in de biomassa weer, uitgedrukt in ton koolstof (C) opgeslagen over 30 jaar. De hoeveelheid organische koolstof in de bodem varieert in Vlaanderen hoofdzakelijk in functie van de bodemtextuur, de grondwaterstand en het landgebruik (Meersmans *et al.* 2008) (zie

bijlage 8). We houden geen rekening met het effect van beheermaatregelen, zoals de omzetting van akker met conventioneel beheer naar akker met agro-ecologisch beheer (SN). Dit omdat de uiteenlopende effecten van verschillende bodembeheertechnieken vaak geen ondubbelzinnige inschatting toelaten (bv. Lettens *et al.* 2014; Nelissen *et al.* 2016) en omdat hun impact op de koolstofsequestratie sowieso beperkt is (Smith *et al.* 2005). Enkel maatregelen die ook een verandering van de bodembedekking met zich meebrengen, zoals de introductie of het behoud van houtige kleine landschapselementen of het omzetten van grasland naar akker, tellen daarom mee.

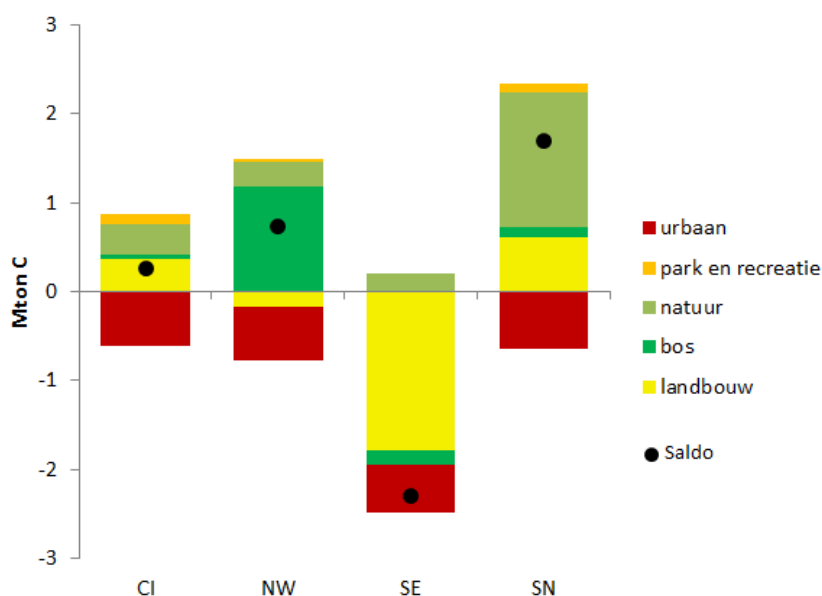
De koolstofopslag in biomassa hangt af van het vegetatietype, de leeftijd, de standplaats en de oogstfactor. Ze is het grootst in bossen. Bij andere vegetaties is de koolstofopslag beduidend lager, omdat ze minder biomassa bevatten, een kortere levensduur hebben en/of grotendeels voor consumptie bestemd zijn. We berekenen de biomassakoolstof daarom louter op basis van de aanwascijfers en de benuttingsgraad van bossen (zie indicator biomassaproductie).

Figuur 31 laat zien dat de koolstofopslag in de bodem in elke kijkrichting slechts een fractie bedraagt van de koolstofopslag in de nieuwe bossen. In drie van de vier kijkrichtingen is de evolutie van de bodemkoolstofvoorraad positief: de toegenomen oppervlakte bos, natuur, park en kleine landschapselementen (in CI en SN), compenseert er ruimschoots voor het verlies aan koolstof door urbanisatie. Enkel kijkrichting SE leidt tot een relatief groot verlies aan bodemkoolstof ten opzichte van de huidige situatie. De omzetting van ongeveer 45.000 ha grasland naar akker is hiervan de oorzaak. Het dient opgemerkt dat een verlies aan koolstof bij een verandering van landgebruik of -beheer in het begin gewoonlijk exponentieel verloopt, om na een 20-tal jaar een nieuw evenwicht te bereiken, terwijl het omgekeerde proces gemakkelijk meer dan 150 - 200 jaar kan duren (Lettens *et al.* 2014). Om in deze kijkrichtingen een positieve bodemkoolstofbalans te bekomen, vergt een landgebruiksverandering met een negatieve invloed dus een gelijktijdige omzetting van een veel grotere oppervlakte met een gunstig effect.

Met een totaal van 14 Mton C (of 52 Mton CO₂-equivalent) is de koolstofopslag het hoogst in NW, vanwege de sterk toegenomen bosoppervlakte en de geringe houtoogst (zie ook indicator biomassaproductie). Bij SE leidt de combinatie van hoge houtoogstfactoren en een daling in de bodemkoolstofvoorraad tot een verlies van 1,7 Mton C (of 6 Mton CO₂-eq). Als we deze cijfers vergelijken met de jaarlijkse Vlaamse emissies (77,1 Mton CO₂-eq in 2015) of de koolstofvoetafdruk van onze consumptie (128 Mton CO₂-eq in 2010), kunnen we concluderen dat het klimaateffect van de landgebruiksveranderingen, zelfs in NW, relatief beperkt is in verhouding tot de schaal van de maatschappelijke en economische activiteit in Vlaanderen.



Figuur 30. Veranderingen in de koolstofvoorraad in bodems en houtige biomassa tussen nu en 2050.



Figuur 31. Veranderingen in de bodemkoolstofvoorraad tussen nu en 2050, opgedeeld in landgebruiksklassen. De zwarte bol geeft de netto verandering van de bodemkoolstofvoorraad per kijkrichting weer.

8.4 Kwalitatieve beoordeling

a) Overstromingsrisico verminderen

De experts benadrukken dat de maatregelen die nodig zijn om het overstromingsrisico in te dijken op voldoende grote schaal geïmplementeerd moeten worden om doeltreffend te zijn. Volgens hen wordt die ruimte wel gecreëerd in valleien in de kijkrichtingen SE, NW en SN om overstromingen **vanuit rivieren** op te vangen. Ze vragen zich wel af of de vegetatie van de hooi- en weilanden in CI wel combineerbaar is met een verhoogde overstromingsfrequentie. Deze traditionele ecosystemen liepen vroeger slechts sporadisch onder water, maar zouden door het veranderend klimaat en de verstedelijking in de toekomst meerdere keren per jaar overstromen. Om overstromingen **vanuit het rioleringsstelsel** tegen te gaan, zijn de veeleer puntsgewijze maatregelen in steden in CI, NW en SE volgens de experts onvoldoende. Om deze problematiek op te vangen is het belangrijk om op ruime schaal in te zetten op waterretentie en -infiltratie. Een puntsgewijze inplanting van groen in steden zorgt weliswaar lokaal voor een betere infiltratie en buffering van regenwater, maar zal niet volstaan om piekafvoeren te vermijden. De wijdverbreide toepassing van groendaken zoals doorgerekend in de ruimtelijke analyse, of de aanleg van een uitgebreid drainagesysteem kunnen wel soelaas brengen. Voor kijkrichting SE twijfelen de experts of collectieve noden zoals overstromingsbescherming op dergelijke schaal via de markt gerealiseerd kunnen worden. De bouwtechnische oplossingen in deze kijkrichting kunnen wel helpen om de impact van overstromingen in te perken. Voor overstromingen **vanuit de zee** is het volgens de experts onzeker of de kijkrichtingen een werkbare groene-infrastructuur oplossing aandragen. In CI ontstaat er een spanningsveld tussen het behoud van de culturele eigenheid van de Vlaamse versteende kust en de ruimte die nodig is om effectieve GI-maatregelen door te voeren. De experts zien een gelijkaardig spanningsveld ontstaan in NW tussen ruimte voor grootschalige kustnatuur (eventueel via ontpolderingen) en ruimte voor menselijke behoeften (voedsel, wonen). De immobiliënmarkt en toerisme kunnen in SE een hefboom zijn om kunstmatige eilanden voor de kust te ontwikkelen, maar het risico bestaat dat het probleem gewoon verschuift als op die eilanden economische activiteiten ontplooid worden. Kijkrichting SN lijkt de meeste garanties te bieden op het verminderen van het overstromingsrisico door de brede, gecontroleerde inzet van natuur, waardoor discussies over landomvorming beperkt blijven.

b) Klimaatmitigatie

Bosuitbreiding is volgens de experts een geschikte maatregel om grote hoeveelheden koolstof op te slaan. Ze schatten het effect daarvan echter klein in voor kijkrichting CI omwille van de beperkte omvang van de bosuitbreiding. In kijkrichting NW is het effect van de bebossing afhankelijk van het type landgebruiksverandering.

Omdat de koolstofvoorraad in de bodem van een permanent grasland in vochtige bodems met een zware textuur van dezelfde grootteorde is als die van bosbodems, zal het effect van een bosuitbreiding op een voormalig grasland kleiner zijn dan die op een voormalige akker. Ook het beheer van het bos bepaalt hoeveel koolstof er netto opgeslagen wordt. De experts twijfelen of de netto koolstofopslag van onbeheerde bossen positief is. Bij de afbraak van dood hout komt CO₂ immers terug vrij, terwijl ook bij het beheer van bossen, het transport en de verwerking van hout CO₂ in de atmosfeer brengt. Een Finse studie vergeleek de totale koolstofbalans van beheerde en onbeheerde bossen, waarbij ook de koolstofemissies tijdens de oogst, het transport en de verwerking in rekening gebracht werden (Pukkala 2017). Uit deze studie blijkt dat matig beheerde bossen op lange termijn (> 100 jaar) grotere koolstofputten zijn dan onbeheerde bossen. Maar oude onbeheerde bossen in evenwichtstoestand nemen in ieder geval nog steeds meer koolstof op dan ze uitstoten en te intensief oogsten doet de koolstofbalans verschuiven van netto koolstofopslag naar netto koolstofemissie (Luysaert *et al.* 2008; Pukkala 2017).

Opslag van CO₂ in biomassa heeft maar zin als klimaatmitigatiemaatregel op voorwaarde dat de biomassa voldoende lang beschermd blijft van afbraakprocessen of verbranding. Bosaanleg en -beheer in functie van de maximalisatie van energieproductie (bv. voor houtpellets) draagt dan ook weinig bij aan het verwijderen van CO₂ uit de atmosfeer. Wanneer de biomassa echter gebruikt wordt in toepassingen met een lange levensduur heeft dit een netto positief effect op de koolstofopslag. De experts verwachten dat lokaal geproduceerd hout vooral in kijkrichting SE meer en meer gebruikt zal worden om **energie-intensieve materialen te vervangen** en de kijkrichting zo zal bijdragen aan klimaatmitigatie.

De bijdrage van **landbouw** aan de klimaatmitigatie zal volgens de experts afhankelijk zijn van de financiële vergoeding die landbouwers ontvangen om de koolstofvoorraad in de bodem te verhogen. Voor kijkrichting SE vermoeden de experts dat een hoge internationale koolstofprijs voldoende stimulansen zal bieden om de koolstofvoorraden in landbouwgrond te verhogen. Ook in kijkrichting SN zouden financiële stimuli volgens de experts de landbouwers moeten kunnen overtuigen om maatregelen te nemen die het bodemkoolstofgehalte doen toenemen. Maatregelen die de koolstofvoorraad op de landbouwpercelen in SN doen stijgen, zijn onder andere het gebruik van compost en de aanleg van houtkanten. De verdere intensivering van de landbouw in kijkrichting NW en de omzetting van graslanden in akkers zorgt dan weer voor een daling van de koolstofvoorraad.

c) Droogterisico verminderen en de veerkracht van ecosystemen verhogen

Veerkracht (in Engels: *resilience*) is een begrip dat in verschillende disciplines gehanteerd wordt om aan te geven in welke mate een systeem bestand is tegen verstoring (kader 2). Dat kan gaan om ecologische of sociologische systemen, of om de veerkracht van een complex sociaal-ecologisch systeem (Folke 2006). De klimaatverandering is een van de verstoringen die op globale schaal een grote impact heeft op zowel ecologische als sociologische systemen (Tanner *et al.* 2015; World Economic Forum 2018). Zo zorgt de klimaatverandering voor een toenemend risico op droogte, waardoor de landbouwopbrengst daalt. Bovendien kunnen klimaatgerelateerde uitbraken van pestsoorten en ziekten de instabiliteit van de voedselproductie nog versterken, waardoor ook de sociale en economische stabiliteit aangetast wordt (Altieri *et al.* 2015). Hoewel sociale en ecologische veerkracht vaak onlosmakelijk verbonden zijn, beperken we ons in deze deelduiding tot de ecologische veerkracht van een ecosysteem voor klimaatverandering. De complexiteit van de sociaal-ecologische interacties zou een eenduidige inschatting van het effect van de GI-maatregelen immers bemoeilijken. Veerkracht en droogte komen samen aan bod omdat de kwetsbaarheid van een ecosysteem voor droogte een specifiek geval is van veerkracht. In het eerste deel bespreken we de argumenten van de experts bij de beoordeling van de effecten van de kijkrichtingen op het droogterisico. In het tweede deel gaan we kort in op de veerkracht van (semi-)natuurlijke en agrarische ecosystemen voor verstoring door ziekten en plagen.

Als een van de meest waterschaarse regio's van Europa is Vlaanderen extra kwetsbaar voor de effecten van verdroging. De zandgronden in de Kempen en de Noord-Vlaamse zandstreek zijn het meest gevoelig voor verdroging en ook de kleinere riviervalleien in heuvelachtig gebied (West- en Oost-Vlaanderen) omdat het waterbergend vermogen in de ondergrond daar lager is. Om de ecosystemen beter bestand te maken tegen de effecten van verdroging is het belangrijk dat er voldoende grondwater in de wortelzone van de vegetatie beschikbaar is. De grondwaterbeschikbaarheid hangt nauw samen met de bodemvruchtbaarheid, die op haar beurt afhankelijk is van het koolstofgehalte in de bodem. Luchtige koolstofrijke bodems laten regenwater beter infiltreren en houden het bodemvocht beter vast waardoor er een stabiele watervoorziening is. Daarnaast zorgt een hoog waterverbruik en/of een te sterke drainage voor verhoogde droogtestress.

Indien de verdere intensivering van de landbouw in NW gepaard gaat met een toename van het waterverbruik en een verdere daling van het bodemkoolstofgehalte, zal dit volgens de experts dan ook leiden tot een verhoogd droogterisico. Ook in kijkrichting SE zijn er geen specifieke groene-infrastructuurmaatregelen om het risico op droogte of andere weerstextremen in de landbouw te verminderen. De internalisering van de milieukosten in SE en SN moet een stimulans zijn om de productie milieuvriendelijker te maken en het **waterverbruik** te verminderen. Ook een bredere toepassing van precisielandbouw in SE kan helpen om deze doelstelling te halen. De experts zien zowel in CI als in SN een strategie die gericht is op het verhogen van de **bodemorganische stof**, waardoor het vochtgehalte in de bodem toeneemt en de bodem beter bestand is tegen uitdroging. Een andere strategie om de impact van droogte op de landbouwproductie te verminderen is de teelt van **gewassen en rassen die zijn aangepast aan de lokale condities**. Volgens de experts bieden in dat opzicht zowel de inzet van droogteresistente gewassen in SN als het gebruik van oude lokale rassen in CI een mogelijke oplossing voor de uitdaging. In dit laatste geval is de acceptatie van rassen uit drogere streken een randvoorwaarde wanneer door de klimaatverandering de streekeigen rassen niet meer geschikt zijn. Door in te zetten op gerichte natuurgebaseerde oplossingen verwachten de experts dat de maatregelen in kijkrichting SN de meest doeltreffende bescherming zullen bieden tegen klimaatgerelateerde weerstextremen.

Volgens de experts zijn de natuurgebieden in NW goed bestand tegen droogte en weersextremen. Bossen zorgen voor een stabiel klimaat en hebben een stabiliserend effect op de grondwaterstand (Archer *et al.* 2016; Ellison 2018; Ellison *et al.* 2017; Filoso *et al.* 2017). Bovendien maakt de grote omvang van de bossen in NW hen robuuster tegen verstoringen. In kijkrichting CI en SN is het landgebruik goed afgestemd op de fysische geschiktheid van het landschap, waardoor de impact van weersextremen ingeperkt wordt. Beide kijkrichtingen zetten ook in op een verhoogde structuurdiversiteit in het landschap door onder andere de aanleg van kleine landschapselementen. De aanwezigheid van kleine landschapselementen ondersteunt de functionele agrobiodiversiteit, die helpt bij het onder **controle houden van ziekten en plagen**. De motivatie voor de aanleg van KLE's is echter fundamenteel verschillend in beide kijkrichtingen. In CI hebben de KLE vooral een landschapsesthetische waarde, terwijl ze in SN gericht worden ingezet voor de levering van vooral regulerende ecosysteemdiensten. Volgens de experts ligt de focus in beide gevallen echter niet op zichzelf instandhoudende ecosystemen of volledig uitgebouwde predator-prooi-relaties, waardoor het onzeker is of deze kijkrichtingen ook bestand zijn tegen de opkomst van nieuwe ziekten en plagen. De nadruk op genetische diversificatie van planten en rassen in beide kijkrichtingen leidt dan weer tot een verhoogde weerbaarheid tegen ziekten en plagen. De grote zelfregulerende natuurgebieden in NW ondersteunen de uitbouw van stabiele predator-prooi-relaties, waardoor ziekten en plagen beter opgevangen kunnen worden. Maar ook hier twijfelen de experts aan de stabiliteit van deze interacties wanneer nieuwe soorten verschijnen onder invloed van de klimaatverandering. In het landbouwgebied worden in NW geen groene-infrastructuurmaatregelen genomen om de veerkracht voor ziekten en plagen te verhogen. Bovendien is de intensieve landbouw in deze kijkrichting door de concentratie van vee en gewassen extra kwetsbaar. Ook in SE is er weinig specifieke aandacht voor veerkracht en langetermijneffecten. Volgens de experts bestaat het risico in SE dat de toepassing van maatregelen in het kader van veerkracht vooral gestuurd zal zijn door rendabiliteit op korte termijn.

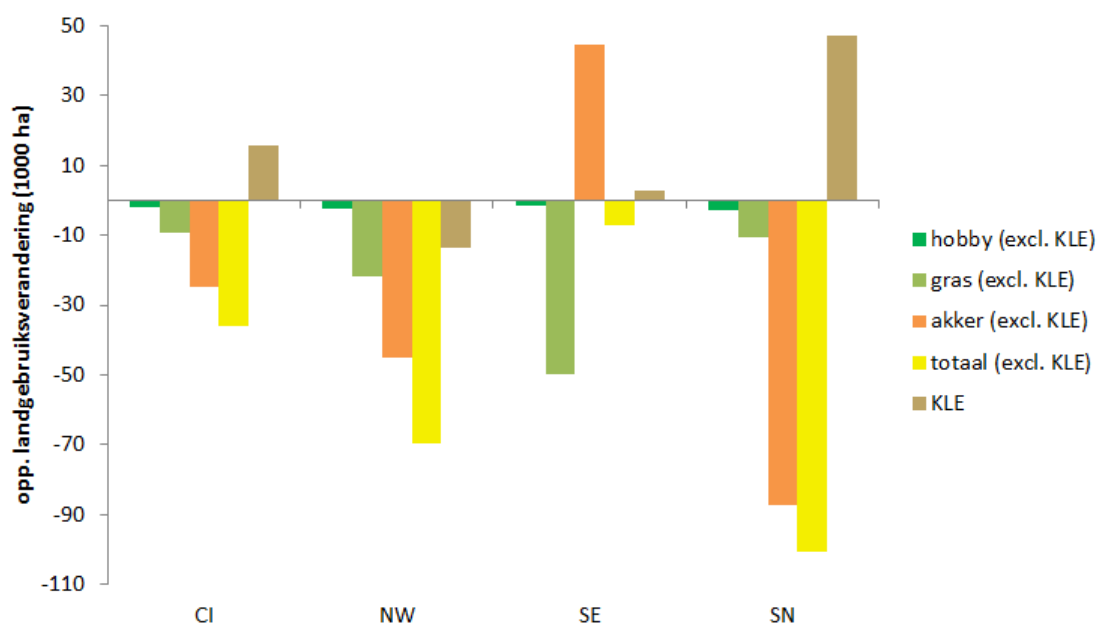
9 Uitdaging 6 – Voedselzekerheid

Voedselzekerheid wordt omschreven als de situatie waarbij elke persoon, op elk moment, fysiek en economisch toegang heeft tot voldoende, veilig en voedzaam voedsel om aan zijn dieetbehoeften en voedselvoorkeur te voldoen, en om actief en gezond te kunnen leven (FAO 1996). Om voedselzekerheid te realiseren in een sterk veranderende omgeving is het voor een land of regio van belang om in zekere mate zelfvoorzienend te zijn op voedselvlak. Voldoende **ruimte** voor voedselproductie, een voldoende hoge **productiviteit** binnen die ruimte en een **duurzaam bodemgebruik** om die productiviteit ook op lange termijn te garanderen, vormen daarvoor een basisvereiste. Naast deze drie basisvereisten gaf de gebruikersgroep ook aan dat **duurzame productie- en consumptiekeuzes in het voedingssysteem** een belangrijke maatschappelijke uitdaging vormen. Onder duurzame productie verstaan we een landbouwbedrijfsvoering die niet nadelig is voor de mens en zijn leefomgeving, nu en in de toekomst. Omdat de voedselproductie sterk beïnvloed wordt door de vraag naar voedsel is ook de consumptiekeuze bepalend voor de duurzaamheid van het voedingssysteem. Daarbij zijn de samenstelling van het dieet (bv. mate van vleesconsumptie), de eisen van de consument rond productie (bv. dierenwelzijn of gebruik van bestrijdingsmiddelen) en de bereidheid van die consument om een eerlijke prijs voor voeding te betalen doorslaggevend. Dit complexe vraagstuk raakt aan verschillende sociale, ecologische, technologische en economische uitdagingen, waarbij groene infrastructuur slechts een deel van de oplossing kan aanreiken. Een uitgebreide analyse van die uitdagingen zou dan ook ver buiten de scope en doelstellingen van de Natuurverkenning vallen. We beperken ons daarom tot die aspecten van de uitdaging die direct verband houden met de groene-infrastructuurmaatregelen in de kijkrichtingen. De ruimtelijke analyse bespreekt hoe de keuzes binnen elke kijkrichting de beschikbare landbouwoppervlakte beïnvloeden. De kwalitatieve beoordeling gaat verder en kijkt ook naar de productie- en consumptiekeuzes. De experts gingen na in welke mate de landbouwkeuzes binnen elke kijkrichting ervoor kunnen zorgen dat de voedselproductie in Vlaanderen de interne voedselvraag kan dekken.

9.1 Indicator LB1 - Beschikbare landbouwoppervlakte

Landbouw is de grootste ruimtegebruiker in Vlaanderen. De beschikbare landbouwruimte staat onder druk door de toenemende verstedelijking, de stijgende vraag naar gronden voor niet-agrarische economische activiteiten, natuuruitbreiding en ingrepen in functie van het waterbeheer (zie hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018). In de vier kijkrichtingen is het vooral de uitbreiding van de groene infrastructuur die de landbouwoppervlakte doet dalen (zie indicator landgebruiksveranderingen). De invloed van de urbanisatie is beperkt, omdat die begrensd wordt in de tijd: elke kijkrichting stelt tegen 2040 een geleidelijke vermindering in de groei van het ruimtebeslag tot 0 voorop (zie Tabel 1).

Figuur 32 toont de verandering van de landbouwoppervlakte in de kijkrichtingen t.o.v. het huidige landgebruik. Een positieve waarde duidt op een toename van het areaal, een negatieve waarde op een afname. De bruine balken geven de verandering van de oppervlakte houtige kleine landschapselementen weer. Een toename van KLE's leidt tot een afname van het landbouwoppervlak dat rechtstreeks bruikbaar is voor voedselproductie. KLE's kunnen uiteraard zelf een zekere productiewaarde opleveren, bijvoorbeeld door hout - of vruchttopbrengst. Ze zijn bovendien van belang voor de levering van een heleboel andere ecosysteemdiensten die de voedselproductie kunnen bevorderen (zie onder andere de indicatoren bodemverlies tegengaan, voorkomen piekafvoeren, koolstofopslag, veerkracht verhogen - (Nelissen *et al.* 2016).



Figuur 32. Veranderingen in het landbouwareaal t.o.v. de uitgangssituatie (2013). De bruine balken tonen de verandering van de oppervlakte houtige kleine landschapselementen. Een toename van KLE's leidt tot een afname van de landbouwoppervlakte die bruikbaar is voor voedselproductie. De verandering van de landbouwoppervlakte in de figuur (hobbylandbouw, grasland, akker en totaal) houdt geen rekening met het effect van de toe- of afname van KLE's.

De landgebruiksveranderingen in de kijkrichtingen zorgen voor een netto afname van het huidige landbouwareaal met ongeveer 4000 ha in SE (0,6%) tot meer dan 80.000 ha of 13% in NW. Wanneer we ook de oppervlakte KLE's in rekening brengen, spant SN de kroon, met een daling van het voor voedselproductie geschikte landbouwoppervlak met meer dan 100.000 ha of 16% van het huidige landbouwgebied. Ruim 45.000 ha aan KLE's komen erbij om een brede waaier aan ecosystemendiensten te ondersteunen en de samenwerking tussen mens en natuur te bevorderen. SE verliest door landbouwsparende maatregelen en de omzetting van natuur- naar landbouwgrasland buiten SBZ-gebieden (zie Tabel 1) het minste landbouwgrond. Zo'n 45.000 ha grasland wordt er omgevormd tot akker, omdat in de buurt van steden de kleinschalige nichelandbouw (hoofdzakelijk groenteteelt) aan belang wint. NW maakt een deel van het verlies aan landbouwareaal goed door de verwijdering van bijna 14.000 ha houtige KLE's. Het effect daarvan op andere ecosystemendiensten komt aan bod bij de bijhorende uitdagingen. Landbouwgrond verdwijnt er hoofdzakelijk door bosuitbreiding. In de andere kijkrichtingen gaat het om de toename van zowel bos, natuur als park- en recreatiegebied.

Naast de geschiktheid van de bodem voor een bepaalde teelt zijn er nog een reeks structurele en bedrijfseconomische factoren bepalend voor de productiviteit en de economische waarde van een landbouwgrond voor een landbouwer. Om de impact van de kijkrichtingen op die landbouwwaarde te bepalen, maken we gebruik van de classificatie die het Landbouw Informatie Systeem (LIS) hanteert. Het LIS schat o.a. de impact in van een gebiedsontwikkeling op de landbouwpercelen voor de bijhorende bedrijven. Naast de fysisch-morfologische landbouwwaarde, die rekening houdt met parameters zoals de intrinsieke bodemkwaliteit, de teeltgroep, het landbouwgebruik, de landbouwstructuur, de bedrijfsomgeving, en natuur- en milieubeperkingen, krijgt ook de economische landbouwwaarde een plaats in de impact-classificatie. Die geeft de economische impact weer als het perceel op geen enkele landbouwkundige wijze meer kan worden gebruikt (Bollen & Wellemans 2018).

Figuur 33 geeft de landgebruiksveranderingen weer op die percelen waarop omvorming volgens het LIS leidt tot een hoge tot zeer hoge impact op de landbouwproductie. Die percelen behelzen momenteel ongeveer 420.000 ha landbouwgrond. NW verliest met bijna 50.000 ha of 11% het grootste areaal aan percelen met een hoge landbouwwaarde. In SE tekenen we een bescheiden verlies op van zo'n 6000 ha of 1% van de huidige percelen in die categorie. De verhoudingen tussen de kijkrichtingen verschillen weinig met die van de totale afname van de landbouwoppervlakte (KLE's inclus): waar een groter deel van het landbouwareaal verdwijnt, geldt dit op evenredige wijze ook voor percelen met een hoge landbouwwaarde. De kijkrichtingen vertonen geen specifieke vertekeningen op dat vlak.



Figuur 33. Landgebruiksveranderingen op die percelen waarop omvorming volgens het LIS leidt tot een hoge tot zeer hoge impact op de landbouwproductie.

9.2 Kwalitatieve beoordeling

De experts hebben een inschatting gemaakt van hoe de keuzes binnen de kijkrichtingen de landbouwproductie beïnvloeden en wat daarvan de gevolgen zijn voor onze afhankelijkheid van buitenlandse productie. Ze vertrekken daarbij van de beschikbare landbouwoppervlakte, van verschuivingen in productiekeuzes en van de productiviteit van het landbouwsysteem. Deze factoren worden vervolgens vergeleken met de voedselvraag om van daaruit onze importafhankelijkheid te evalueren.

Voor drie kijkrichtingen gaan de experts ervan uit dat de groene-infrastructuurmaatregelen zorgen voor een belangrijk **verlies aan landbouwruimte**. In CI en SN liggen de uitbreiding van bos en andere natuur en de aanleg van kleine landschapselementen aan de basis van het ruimteverlies voor de landbouw. De groei van stadslandbouw en CSA rond steden in CI kan dit verlies deels compenseren. Volgens de experts zal de afname van het landbouwareaal het sterkst zijn in kijkrichting NW door de sterke uitbreiding van natuurgebieden. Bovendien verwachten ze dat er extra bufferruimte tussen de natuur- en landbouwgebieden nodig zal zijn, waardoor de landbouwproductieruimte verder afneemt. Verticale landbouw is zowel in NW als SE een strategie om bijkomende productieruimte te creëren en kan er in kijkrichting SE samen met de voorziene landbouwsparende maatregelen voor zorgen dat het bioproductieve areaal behouden blijft.

Wat betreft **productiekeuzes** zijn de kijkrichtingen CI en SN meer gericht op lokale productie. CI zet in op lokale productie voor de lokale markt, onder andere via korte-ketenlandbouw. De experts verwachten in deze kijkrichting ook dat de omvang van de veestapel zal moeten afnemen. Enerzijds omdat door de productiekeuzes (minder milieubelasting, lokaal, meer weidegang) minder dieren per hectare gehouden worden en anderzijds omdat een belangrijk deel van de ruimte voor veevoederproductie zal ingenomen worden voor de teelt van fruit, groenten en granen. Het agro-ecologische landbouwsysteem in SN is erop gericht om zo min mogelijk afhankelijk te zijn van buitenlandse hulpbronnen zoals kunstmest en veevoeder, en dit door maximaal gebruik te maken van natuurlijke processen en ecologische kringlopen te sluiten. In de kijkrichtingen NW en SE richt de intensieve landbouw zich op maximale rendabiliteit, waarbij het verhogen van de productie voor de lokale markt geen doel op zich is en vooral die markt wordt bediend die maximaal landbouwinkomen oplevert. Hierdoor kan er een verschuiving plaatsvinden van voedsel- naar biomassagewassen wanneer die laatste door marktontwikkelingen in de energiesector economisch lucratiever worden.

Volgens de experts zal de mogelijke **productiviteitswinst** via precisielandbouw, een verdere intensivering en verticale landbouw in NW en SE slechts een beperkt effect hebben op de totale voedselproductie. Ook bestaat er in wetenschappelijke kringen onenigheid over de productiviteit van agro-ecologische landbouw. Volgens sommige

auteurs ligt de productiviteit beduidend lager dan die van de conventionele landbouw, terwijl andere studies argumenteren dat de productiviteit op lange termijn minstens even hoog is en er bovendien nog ruimte is voor opbrengstverhogingen wanneer verdere agro-ecologische kennisontwikkeling zich vertaalt in concrete teelttechnieken. Doordat het landbouwsysteem in SN meer werkt of rekening houdt met natuurlijke processen verwachten de experts wel dat het landbouwsysteem in die kijkrichting beter bestand is tegen veranderende klimatologische omstandigheden, waardoor de landbouwverliezen beperkt blijven.

Doordat het verlies aan landbouwruimte niet of slechts gedeeltelijk gecompenseerd wordt door een productiviteitstoename, en door de keuze om zich al dan niet te conformeren aan een geglobaliseerde voedselmarkt, concluderen de experts dat we **zonder fundamentele veranderingen in onze consumptievoorkeuren er in geen enkele kijkrichting in zullen slagen om zelfvoorzienend te zijn**. Vooral de productie van veevoeder heeft een grote impact op de ruimte die we nodig hebben om zelfvoorzienend te zijn binnen de grenzen van de ecologische duurzaamheid. Vlaanderen is voor een groot deel afhankelijk van de import van veevoeder uit het buitenland. Daarmee wentelen we een belangrijk deel van onze ecologische voetafdruk af op buitenlandse ecosystemen. Om die impact te verminderen, is volgens de experts in elke kijkrichting een aanpassing van onze eetcultuur, met minder vleesconsumptie, nodig.

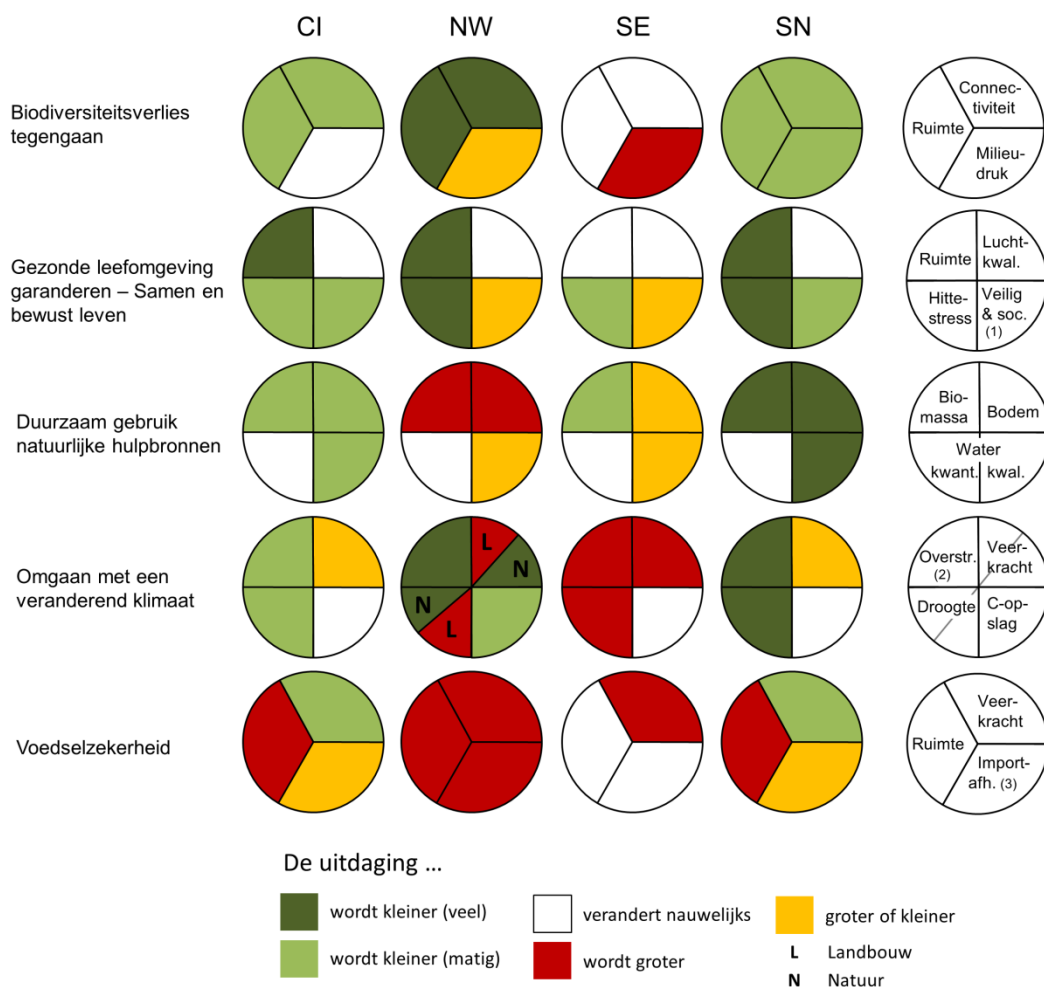
De experts zien in elke kijkrichting een **belangrijke rol weggelegd voor de overheid** om voedselzekerheid te garanderen binnen de grenzen van onze milieugebruiksruimte. In kijkrichtingen SE en SN is volgens de experts een sterk sturende overheid nodig om de milieukosten van de voedselproductie te internaliseren en zo onze ecologische impact in het buitenland te verminderen. De overheid zal in SE ook een kader moeten uitwerken om ervoor te zorgen dat biomassa-productie de voedselproductie niet verdringt onder invloed van toekomstige marktontwikkelingen. Er zal ten slotte ook in CI overheidssteuning nodig zijn om een stabiele afzetmarkt te creëren voor lokale productie, die concurrentieel is in een globale markt.

10 Bieden de kijkrichtingen een oplossing voor de uitdagingen?

In dit onderdeel vatten we de belangrijkste sterktes en zwaktes van de groene-infrastructuurmaatregelen in elk van de kijkrichtingen samen. We spreken van sterktes wanneer de maatregelen de uitdagingen kunnen verkleinen, van zwaktes wanneer dit niet het geval is. We gaan daarbij op zoek naar dwarsverbanden en mogelijke interacties tussen de uitdagingen en gaan na welke maatregelen win-wins of trade-offs opleveren. De kijkrichtingen zijn echter meer dan een pakket van groene-infrastructuurmaatregelen: ze vormen een complex van waarden, sociale constructies en governance modellen die de inrichting, het beheer en het gebruik van de groene infrastructuur beïnvloeden. Daarbij worden impliciete veronderstellingen gemaakt over toekomstige ontwikkelingen op het vlak van onder andere economie, demografie, technologie, governance en levensstijl. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 is de aard en omvang van deze ontwikkelingen zeer onzeker op middellange en lange termijn (Vught *et al.* 2018). Dit betekent dat de effecten van de maatregelen in de kijkrichtingen even onzeker zijn. Bij de bespreking van de effecten op de uitdagingen trachten we de risico's die verbonden zijn aan deze impliciete veronderstellingen in rekening te brengen. Waar relevant geven we ook mogelijke maatregelen die deze risico's helpen te ondervangen.

Voor de bespreking van de sterktes en zwaktes steunen we op de kwantitatieve en kwalitatieve beoordeling van de effecten uit de vorige paragrafen. Figuur 34 integreert deze beoordelingen in een overzichtelijke score. Die geeft aan of de groene-infrastructuurmaatregelen in een kijkrichting de uitdaging verkleinen, vergroten of nauwelijks veranderen. In een aantal gevallen is het onzeker in welke richting de uitdaging zal evolueren, omdat de kwantitatieve en kwalitatieve analyse elk een andere richting aangeven, omdat de experts het oneens zijn of omdat de uitkomst afhangt van onvoorspelbare toekomstige ontwikkelingen zoals onze consumptie en levensstijl of de technologische ontwikkeling. We beoordelen de effectiviteit van de maatregelen binnen een kijkrichting ook steeds in verhouding tot de omvang van de uitdaging. In sommige gevallen verkleint een kijkrichting een uitdaging, maar is dit effect beperkt in verhouding tot de omvang van het probleem. In dat geval kan groene infrastructuur alleen het probleem niet oplossen en zijn brongerichte maatregelen of gebruiksbepalingen nodig om de uitdaging ten gronde aan te pakken.

We zijn er ons van bewust dat er een methodologische discussie bestaat over de mogelijkheid om kwalitatieve argumenten te kwantificeren en samen te voegen met kwantitatieve berekeningen (Onwuegbuzie & Johnson 2006; Sandelowski 2001). Toch opteren we ervoor om de kwantitatieve en kwalitatieve beoordeling te integreren omdat het ons helpt om de vaak complexe relatie tussen groene infrastructuur en de uitdagingen te synthetiseren en erover te communiceren. We benadrukken echter dat Figuur 34 bij voorkeur geïnterpreteerd wordt samen met de uitgebreide beschrijving van de effecten in de vorige paragrafen.



Figuur 34. Effect van de groene-infrastructuurmaatregelen in de kijkrichtingen op de uitdagingen. De figuur integreert de resultaten van de ruimtelijke analyse en de expertbeoordeling. (1) Veiligheid en sociale cohesie; (2) Overstromingsrisico; (3) Importafhankelijkheid.

10.1 Sterktes en zwaktes van de kijkrichtingen

Een eerste vaststelling is dat geen enkele kijkrichting erin slaagt om alle uitdagingen op te lossen. Elke kijkrichting heeft weliswaar een oplossingsstrategie voor elke uitdaging, maar legt daarbij andere klemtonen. Daardoor worden bepaalde uitdagingen meer of minder doeltreffend aangepakt. De keuze om een bepaalde uitdaging aan te pakken heeft vaak ook gevolgen voor de oplosbaarheid van een andere uitdaging.

Zo legt **kijkrichting NW** de nadruk op robuuste natuur, waarvoor een grote oppervlakte landbouwgrond omgezet wordt in bos. Dit verlies aan landbouwgrond hypothekeert de voedselzekerheid. Door beheerbeperkingen in functie van natuurwaarden heeft de kijkrichting het ook moeilijk om de beschikbare biomassa te valoriseren voor de productie van energie en materialen. Om de voedselzekerheid te ondersteunen zet de landbouw in NW in op een verdere intensivering van het resterende landbouwgebied. Deze intensivering verhoogt het risico op een aantasting van de veerkracht van het landbouwsysteem, o.a. door een afname van de bodemkwaliteit, een toename van bodemerosie en milieuvervuiling, waaronder vermisting. De grotere natuurgebieden zijn dan wel beter gebufferd tegen milieuverstoring, maar zonder een vermindering van de emissies van pollutanten en nutriënten blijft de druk op het watersysteem en de biodiversiteit hoog. NW is voor het verminderen van de milieudruk dan ook afhankelijk van externe factoren waar de kijkrichting zelf weinig vat op heeft en waarvan de toekomstige ontwikkeling onzeker is. Zo kunnen technologische ontwikkelingen, onder andere via precisielandbouw ervoor zorgen dat er minder meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen en water nodig zijn en dat de bodemerosie beperkt wordt. Ook een

wijziging van productie- en consumptievoorkeuren, zoals een vermindering van de veestapel onder invloed van een gewijzigd dieet of van internationale marktverschuivingen kunnen leiden tot afnemende emissies.

De grote oppervlakte bos die erbij komt, creëert ruimte voor de biodiversiteit en maakt de biodiversiteit veerkrachtiger voor verstoringen zoals de klimaatverandering. De bosuitbreiding reikt op veel plaatsen tot aan de steden en draagt daar bij aan een gezonde leef- en werkomgeving. In de valleien krijgen de rivierwerking en natuurlijke processen terug alle ruimte, waardoor het risico op overstromingen vanuit de rivieren vermindert.

In het algemeen zorgt kijkrichting NW voor meer ruimte voor natuur, maar legt tegelijk ook beperkingen op voor het gebruik van die natuur. Door de focus op natuurlijke processen kan de toegang of de exploitatie van bepaalde gebieden verboden zijn of kan het type natuur minder afgestemd zijn op de wensen van sommige gebruikers, waardoor de uitdaging vergroot. Een voorbeeld hiervan is onbeheerde natuur in steden die minder gericht is op de toegankelijkheid voor kwetsbare groepen.

In **kijkrichting SE** ligt de nadruk wél op het gebruik van het natuurlijk kapitaal. Rendabiliteit en financiële inkomsten vormen een belangrijke drijfveer voor investeringen in groene infrastructuur. Vanuit die redenering kan SE gemakkelijker een oplossing bieden voor uitdagingen die oplosbaar zijn door vermarktbaar diensten zoals biomassa- en voedselproductie. Dat de uitdaging om de voedselzekerheid te verbeteren dan toch niet kleiner wordt in deze kijkrichting, heeft vooral te maken met de beperkte sociaal-ecologische veerkracht van het landbouwsysteem (Folke *et al.* 2010). Een veerkrachtig landbouwsysteem is in staat om de voedselzekerheid te garanderen onder sterk veranderende drijvende krachten, waaronder technologische ontwikkelingen, klimaatverandering, verschuivingen op de internationale markt en veranderingen in het consumptiepatroon (zie §11 - Robuustheidsanalyse). De kijkrichting SE is minder gericht op lokale productie en opereert in een geglobaliseerde markt, waardoor er steeds een zekere importafhankelijkheid bestaat. De afhankelijkheid van de import van natuurlijke hulpbronnen maakt de kijkrichting echter kwetsbaarder voor schommelingen op de internationale markten. Werken met natuurlijke processen maakt het systeem minder afhankelijk van technologie en robuuster tegen de effecten van de klimaatverandering. Aangezien de landbouwproductie in deze kijkrichting verder inzet op intensivering, waarbij de keuze voor het gebruik van natuurgebaseerde technieken vooral gestuurd wordt door rendabiliteit, bestaat het risico dat de kijkrichting ook op dit punt inboet aan veerkracht.

Zowel kijkrichting SE als NW steunen op een intensieve landbouw die dezelfde risico's met zich meebrengt voor de veerkracht van het systeem en voor de impact op het milieu. In tegenstelling tot NW zijn de ecosystemen in SE echter kleiner en minder bestand tegen externe verstoringen. Daardoor wordt de biodiversiteitsuitdaging groter. Om de milieudruk te verminderen, rekent de kijkrichting op technologische ontwikkelingen die de emissies van vervuilende stoffen reduceren en op een gedragswijziging bij producenten en consumenten door de internalisering van milieukosten. Vooral de afhankelijkheid van nog te ontwikkelen technologie houdt risico's in omdat die toekomstige ontwikkelingen en de beschikbaarheid van hulpbronnen hoogst onzeker zijn (zie hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018).

Beide kijkrichtingen vertrekken ook vanuit eenzelfde scheidingslogica: in NW zijn landbouw en natuur gescheiden om respectievelijk de economische doelen en natuurdoelen te maximaliseren, in SE worden natuur en economie alleen verweven wanneer dit economische baten oplevert. Dit laatste heeft als gevolg dat investeringen in groene infrastructuur in SE afhankelijk zijn van de voorkeur van de consument (bv. individuele levensstijl van mensen) of de voorkeur van de producent (bv. bedrijfsstijl van de investeerders). De uitbreiding van groene infrastructuur is dan ook eerder beperkt in omvang, waardoor die minder effectief is in het oplossen van een aantal uitdagingen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het reduceren van hittestress, het garanderen van overstromingsbescherming of het tegengaan van biodiversiteitsverlies. Daarnaast kan privatisering ervoor zorgen dat niet alle bevolkingsgroepen in gelijke mate toegang hebben tot groen. Daardoor vergroot het risico op sociale uitsluiting. Overheidsingrijpen kan dit risico enigszins beperken door bijvoorbeeld sociale randvoorwaarden op te leggen aan woonprojecten of door te diversifiëren in de huurprijzen van sociale woningen of in de toegangsgelden van natuurparken.

Terwijl SE en NW elkaar vinden in een scheidingslogica, zetten **kijkrichtingen CI en SN** eerder in op landschappelijke verwevenheid. Daarbij wordt de inplanting van groene infrastructuur afgestemd op de kansen en beperkingen van het landschap en op de maatschappelijke noden. Waar de motivatie voor groene-infrastructuurmaatregelen in CI vooral ingegeven is door lokale verbondenheid en landschapsidentiteit, ligt de klemtoon in SN op het optimaliseren van natuurlijke processen en een gerichte inplanting van maatregelen in functie van de maatschappelijke vraag. Beide motivaties leiden tot een gelijkaardige uitkomst voor de uitdagingen. Maar waar de effecten van de GI-

maatregelen in CI vaak een bijproduct van landschappelijke keuzes zijn, zorgt de gerichte toepassing van maatregelen in SN voor een grotere doeltreffendheid (Figuur 34).

Kijkrichting SN scoort op de meeste uitdagingen goed tot zeer goed. Vooral de uitdagingen die afhankelijk zijn van regulerende ecosystemendiensten zoals het reduceren van hittestress, waterzuivering, overstromingsbescherming en duurzaam bodemgebruik worden kleiner. SN steunt daarbij sterk op natuurgebaseerde oplossingen: de natuur wordt ingezet om meerdere maatschappelijke uitdagingen tegelijk zo efficiënt mogelijk aan te pakken. Dit is een relatief nieuw concept, dat mondjesmaat zijn weg vindt naar concrete toepassingen op het terrein (Maes & Jacobs 2017; Nesshöver *et al.* 2017). In de agro-ecologische landbouw is het werken met natuurgebaseerde oplossingen nochtans al een halve eeuw een basisprincipe. De algemene toepassing van agro-ecologische technieken in SN heeft een groot effect op de ecologische veerkracht van het systeem en op de milieueffecten van landbouw op de biodiversiteit en het watersysteem (Altieri *et al.* 2015). Omdat natuurgebaseerde technieken kennisintensief zijn, is in veel gevallen echter nog heel wat onderzoek nodig naar hoe deze technieken het best in de praktijk kunnen worden toegepast. Bovendien bestaat er nog onzekerheid over de effectiviteit van functionele agrobiodiversiteit, vooral onder snel wijzigende klimatologische omstandigheden (Bianchi *et al.* 2013). De snelheid en omvang van de klimaatverandering is sowieso cruciaal voor de uitkomst van de GI-strategieën in elke kijkrichting. Onder een hoog klimaatscenario (+ 3,6 °C tegen 2050 of + 7,1 °C tegen 2100) worden quasi alle uitdagingen groter. Zo zorgt de stijgende temperatuur voor een toename van de hittestress en luchtvervuiling, zorgen veranderende neerslagpatronen voor een dalende waterbeschikbaarheid en kunnen weersextremen en oprukkende ziektes en pestsoorten leiden tot lagere landbouwopbrengsten. De sterke groenblauwe dooradering van steden in SN heeft dan lokaal wel een verkoelend effect in hitte-eilanden, maar in vergelijking met de verwachte temperatuurstijging is dit effect relatief beperkt. De klimaatverandering zet ook de biodiversiteit verder onder druk. Zowel in CI als in SN zorgt de GI-strategie ervoor dat de biodiversiteitsuitdaging matig kleiner wordt. Dit komt door de toename van geschikte leefgebieden en een verhoogde connectiviteit tussen die habitats. Door hun beperkte omvang blijven de habitats echter kwetsbaar voor verstoringen zoals de klimaatverandering of een intensief gebruik door een groeiende bevolking.

De analyse van de voedselzekerheid in kijkrichting CI en SN toont een gemengd beeld. De landbouw in SN, en vooral in CI, is gericht op lokale productie en de lokale afzetmarkt. Dat maakt het landbouwsysteem minder kwetsbaar voor schommelingen op de internationale markten. Het blijft echter de vraag of en hoe een lokaal georiënteerd systeem zich zal kunnen handhaven in een open geglobaliseerde economie. In beide kijkrichtingen neemt de bioproductieve ruimte af door de uitbreiding van bos en andere natuur en door de aanleg van kleine landschapselementen. Dat verlies kan in CI deels gecompenseerd worden door de uitbreiding van stadslandbouw en CSA in en rond de steden. In SN kan de toepassing van agro-ecologische technieken helpen om de productieverliezen door weersextremen te beperken. Er bestaat echter wetenschappelijke onenigheid over de productiviteit van agro-ecologische landbouw. Volgens sommige auteurs ligt die beduidend lager dan bij de conventionele landbouw, terwijl andere studies argumenteren dat de productiviteit op lange termijn minstens even hoog is en er bovendien nog ruimte is voor opbrengstverhogingen wanneer verdere agro-ecologische kennisontwikkeling zich vertaalt in concrete teelttechnieken (Knapp & van der Heijden 2018; Schrama *et al.* 2018).

10.2 GI als onderdeel van een bredere transitie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat een groene-infrastructuurstrategie helpt bij het verbeteren van een aantal belangrijke maatschappelijke uitdagingen. Het gaat hierbij vaak om (deel)uitdagingen die ruimtelijk afgebakend zijn en waarvoor lokale GI-maatregelen een directe invloed hebben op de problematiek. Voorbeelden zijn groendaken in stedelijk gebied voor het vasthouden en vertraagd afvoeren van regenwater en de vermindering van hittestress, houtkanten op hellingen als erosiemaatregel, groenzones voor ontspanning en recreatie, of valleierstel voor de berging van overstromingswater. Ook de biodiversiteit profiteert rechtstreeks van de uitbreiding van de groene infrastructuur. Dit effect is wel afhankelijk van de omvang en de ruimtelijke samenhang van de maatregelen en een maatregel die de ene soort ondersteunt, kan nadelig zijn voor een andere soort (zie indicatoren biodiversiteitsverlies tegengaan). Bovendien blijft het herstel van de biodiversiteit afhankelijk van de afname van de milieudruk en daar heeft de aanleg van groene infrastructuur niet altijd vat op. Een aantal uitdagingen geraken dus niet opgelost door alleen in te zetten op groene infrastructuur. Vooral uitdagingen die sterk verband houden met ons consumptiepatroon, zoals voedselzekerheid, waterbeschikbaarheid, hernieuwbare energievoorziening of de klimaatverandering lijken moeilijk oplosbaar binnen de mogelijkheden van een groene-infrastructuurstrategie. Omdat een groot deel van onze consumptie en productie plaatsvindt in een open economisch systeem, reiken deze

uitdagingen ook verder dan de grenzen van Vlaanderen. Dit maakt ze moeilijk aan te pakken met enkel gewestelijke maatregelen. In de onderstaande paragrafen gaan we in op de (deel)uitdagingen waarvoor een bredere transitie naar een duurzamer consumptie- en productie nodig is om de problematiek te verkleinen.

Zo slaagt geen van de vier kijkrichtingen erin om de uitdaging omtrent **voedselzekerheid** te verkleinen binnen de milieugrenzen. Aan de oplossingsstrategie van elke kijkrichting zijn risico's verbonden die sociaaleconomisch, technologisch en ecologisch van aard zijn. Op een aantal van deze risico's hebben we in Vlaanderen bovendien weinig vat omdat ze sterk geglobaliseerd zijn (o.a. bevolkingsgroei, klimaatverandering en de beschikbaarheid van hulpbronnen). Wetenschappers gaan uit van drie doelstellingen om de wereldbevolking tegen 2050 te voeden en daarbij het voedingssysteem binnen de milieugrenzen van de planeet te houden: (1) de omschakeling naar een meer plantaardig dieet, (2) de landbouwpraktijken en technologieën duurzamer maken en (3) voedselverliezen beperken (Springmann *et al.* 2018). Groene infrastructuur is daarbij één aspect van de oplossing, maar veel belangrijker is de aanpassing van ons consumptie- en productiepatroon. Een matiging van de vleesconsumptie en -productie wordt daarbij als succesvolle strategie naar voren geschoven door zowel de experts die onze kijkrichtingen hebben beoordeeld, als door nationale en internationale studies (Danckaert *et al.* 2013; Springmann *et al.* 2018).

Bovendien wordt ook die andere mondiale uitdaging, de **klimaatverandering**, beïnvloed door de vleesproductie en door landbouwactiviteiten in het algemeen. Naast het gebruik van fossiele brandstoffen zorgen onder andere de veeteelt en daarmee samenhangende landgebruiksveranderingen voor een toename van broeikasgassen in de atmosfeer. Door ontbossing, de omvorming van permanente graslanden en drainage van natte bodems dalen de koolstofvoorraden in de biomassa en de bodem en wordt CO₂ vrijgegeven aan de atmosfeer (Letpens *et al.* 2014). Onze analyses tonen aan dat de landgebruiksveranderingen in de verschillende kijkrichtingen een impact hebben op de koolstofopslag in bodems en (houtige) biomassa, waarbij vooral de bosuitbreiding een effect heeft op de verwijdering van CO₂ uit de atmosfeer. De bijkomende opslag van CO₂ in biomassa tussen nu en 2050 is echter zeer beperkt in vergelijking met de totale Vlaamse uitstoot van broeikasgassen in dezelfde periode. De waarderingsstudie van het Natuurrapport 2016 kwam tot een gelijkaardige bevinding. Daaruit bleek dat de extra koolstofopslag in de bodem en biomassa door een bosuitbreiding van 10.000 ha eenmalig slechts 10% van de jaarlijkse koolstofuitstoot door voertuigen in Vlaanderen compenseert (Van Reeth *et al.* 2016). In kijkrichting NW is het effect het grootst door de omvangrijke bosuitbreiding. Maar zelfs daar bedraagt de koolstofopslag slechts 2,3% van de totale emissies. Maatregelen die gericht zijn op de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, door bijvoorbeeld meer in te zetten op hernieuwbare energie of door energiezuiniger te bouwen, zijn dan ook veel doeltreffender.

Die **hernieuwbare energie** kan afkomstig zijn van de zon, wind, waterkracht, geothermie of biomassa. Gezien de zeer beperkte mogelijkheden voor waterkracht in Vlaanderen, ligt de energiepotentie van groene infrastructuur vooral in biomassa. Er zijn echter heel wat technische, economische en (geo)politieke randvoorwaarden gekoppeld aan de grootschalige energetische valorisatie van maaisel en hout. Bovendien is energieproductie slechts een van de vele doeleinden waarvoor biomassa kan worden ingezet. Maaisel en hout vinden ook hun toepassing in veevoeder, bodemverbeteraar of als grondstof voor de bio-economie. Wanneer de biomassa gebruikt wordt als hernieuwbare energiebron, kan ze niet ingezet worden voor de andere uitdagingen die ook afhankelijk zijn van biomassa, zoals klimaatmitigatie of bodemvruchtbaarheid. In onze analyse van de biomassaproductie in de kijkrichtingen maken we geen onderscheid in de bestemming van de biomassa (indicator DG5). Een deel van de huidige jaarlijkse aanwas van hout wordt gebruikt voor de verwarming van particuliere woningen. Met de huidige verbrandingstechnologie van houtkachels komen er echter heel wat schadelijke stoffen vrij, wat het oplossen van de uitdaging inzake luchtkwaliteit hypothekeert. Op basis van het voorgaande lijkt het dan ook weinig waarschijnlijk dat de toekomstige energieproductie uit groene infrastructuur in staat zal zijn om de vraag naar hernieuwbare energie te dekken (Van Kerckvoorde & Van Reeth 2014).

Ook voor de deelduidingen rond **luchtkwaliteit** en waterbeschikbaarheid (kwaliteit en kwantiteit) is de vraag groter dan het aanbod. De groene infrastructuur zorgt er in die gevallen weliswaar voor dat de problematiek een beetje kleiner wordt, maar de uitdagingen veranderen niet fundamenteel. Zo schatten onderzoekers uit de Verenigde Staten dat de vegetatie zorgt voor een verbetering van de luchtkwaliteit met minder dan 1% (Nowak *et al.* 2014). Maatregelen die de vervuiling aan de bron aanpakken, hebben dan ook een veel groter effect op de luchtkwaliteit. Ook de analyse van de indicator stikstofverwijdering toont aan dat brongerichte maatregelen (lagere bemesting) een veel groter effect hebben op de **waterkwaliteit** dan de landgebruiksveranderingen in de kijkrichtingen. Bovendien kan de inzet van groene infrastructuur voor waterzuivering ook negatieve gevolgen

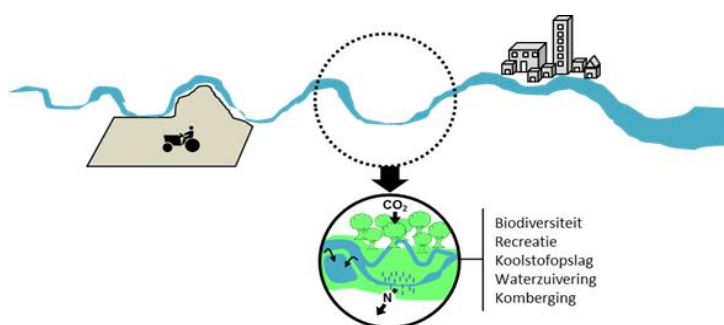
hebben voor de biodiversiteit in die ecosystemen. Bij een te hoge nutriëntenbelasting worden algemene soorten dominant en zullen soorten die gevoelig zijn voor eutrofiëring verdwijnen. Ten slotte hebben de GI-maatregelen in de kijkrichtingen weinig effect op de **aanvulling van de diepe grondwatervoorraden** (indicator DG1). Maatregelen die het gebruik van grondwater beperken, zijn veel doeltreffender voor de aanvulling en het herstel van de diepe grondwatervoorraden. Dit betekent niet dat de groene-infrastructuurmaatregelen geen nut hebben om de uitdagingen aan te pakken. De meerwaarde van GI zit vooral in het feit dat ze meerdere uitdagingen tegelijk helpen oplossen. Zo zorgt de aanplant van een bos niet alleen voor een beperkte afvang van fijn stof, maar draagt het ook bij aan verkoeling, waterretentie, biodiversiteit, koolstofopslag en recreatie.

10.3 Multifunctionele GI-strategieën

De sterkte van werken met groene infrastructuur ligt dus in de multifunctionaliteit van de oplossingsstrategieën. Sommige maatregelen en strategieën slagen erin om verschillende uitdagingen gelijktijdig aan te gaan. Door de juiste maatregelen op de juiste plaats toe te passen kunnen de maatschappelijke voordelen geoptimaliseerd worden. In deze paragraaf gaan we in op enkele strategieën waarbij de uitbreiding van groene infrastructuur bijdraagt aan het verkleinen van meerdere uitdagingen tegelijkertijd.

10.3.1 Valleierherstel

Alle kijkrichtingen bevatten maatregelen om het overstromingsrisico in valleien te beperken. In SE beperken de maatregelen zich tot het vrijwaren van de meest overstromingsgevoelige zones voor bebouwing. Maar in de andere kijkrichtingen worden grote delen van de valleien heringericht zodat het landgebruik beter afgestemd is op de kombergingsfunctie. Kijkrichting NW gaat daarin het verst door de rivierwerking en natuurlijke processen terug alle ruimte te geven in de valleien. Deze maatregel levert duidelijk winsten op voor de biodiversiteit. Dit komt niet alleen door de toename van de oppervlakte met natuurlijke ecosystemen maar ook omdat noord-zuid gerichte valleien op die manier een migratiecorridor kunnen vormen voor soorten die onder invloed van de klimaatverandering opschuiven naar het noorden. De vernatting en bebossing van valleien verhoogt ook de koolstofopslag en draagt zo bij aan het verwijderen van CO₂ uit de atmosfeer. Bovendien zorgt een meer natuurlijke inrichting van de valleien ervoor dat de bemestingsdruk in de valleien vermindert en dat het zelfreinigend vermogen van het systeem toeneemt, wat dan weer de waterkwaliteit van de rivieren ten goede komt. Veel Vlaamse steden hebben zich historisch ontwikkeld langs rivieren waardoor ze kwetsbaar zijn voor overstromingen. Valleierherstel helpt niet alleen het overstromingsrisico in de steden te verminderen, het biedt ook kansen voor de groenblauwe dooradering van die steden. De meeste groene-infrastructuurstrategieën gaan ten koste van landbouwgrond. Door de maatregelen echter te concentreren in de landbouweconomisch minder interessante valleigebieden, kan de impact van valleierherstel op de leefbaarheid van de landbouw in Vlaanderen enigszins worden beperkt.

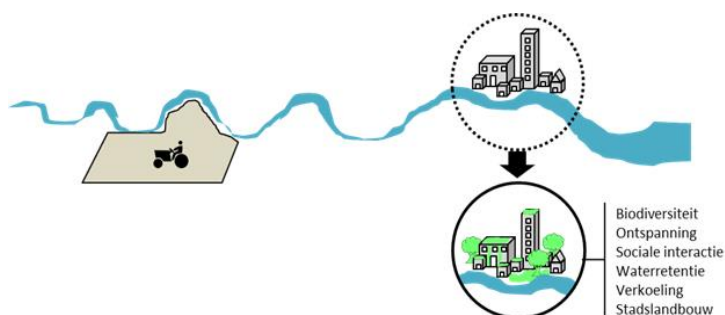


Figuur 35. Schematische voorstelling van de effecten van valleierherstel op meerdere uitdagingen.

10.3.2 Groenblauwe dooradering in steden

De dichtbevolkte verstedelijkte gebieden staan voor specifieke uitdagingen maar hebben relatief weinig ruimte en groene infrastructuur om de problematiek rond klimaatverandering, samenleven of voedselvoorziening aan te pakken. De toepassing van oplossingsstrategieën zoals intensieve voedselproductie of de aanleg van stadsbossen en overstromingsgebieden wordt dan ook vaak afgewenteld op de open ruimte rond de steden. Onze analyse onderstreept echter dat steden ook zelf heel wat maatregelen kunnen nemen om de uitdagingen te verkleinen. Een groenblauwe dooradering biedt onder andere oplossingen voor een kwalitatieve woon- en leefomgeving,

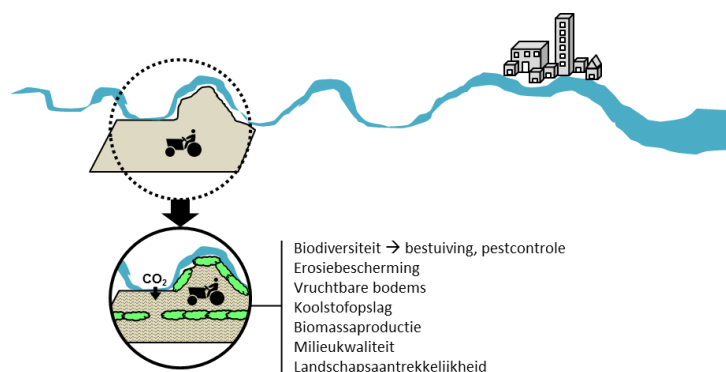
klimaatadaptatie, biodiversiteit en voedselproductie. De aanleg van, al dan niet tijdelijke, groenzones biedt ruimte voor sociale interactie en ontspanning, mildert de impact van hittestress en droogte en helpt het overstromingsrisico te verminderen. Ook een brede toepassing van groendaken is een effectieve maatregel voor klimaatadaptatie. De uitbouw van stadslandbouw (inclusief verticale landbouw) biedt kansen om de zelfvoorzieningsgraad van een stad voor voedsel op te krikken en kan helpen om de band tussen producent en consument te herstellen. Wanneer nieuw of bestaand groen zoals wegbermen en tuinen, ecologisch beheerd wordt en aansluit op het ecologisch netwerk buiten de stad, kan het een ondersteunende rol spelen voor het biodiversiteitsherstel. Voor weinig mobiele diersoorten en planten zijn kleinschalige lokale maatregelen meestal onvoldoende. Om steden en andere zones met intensief landgebruik doorwaadbaar te maken voor deze soorten zijn grotere natuurzones nodig (Beninde *et al.* 2015; Lepczyk *et al.* 2017). Daarvoor is echter ruimte nodig en die is schaars in steden. Een andere organisatie van de stedelijke mobiliteit waarbij het gemotoriseerd verkeer minder plaats inneemt, kan die ruimte creëren. Bijvoorbeeld de omvorming van stedelijke boulevards in brede groene assen, zoals in kijkrichting NW, helpt om de maatschappelijke uitdagingen in steden te verkleinen.



Figuur 36. Schematische voorstelling van de effecten van de groenblauwe dooradering in steden op meerdere uitdagingen.

10.3.3 Natuurgebaseerde oplossingen voor de landbouw

De landbouw staat wereldwijd voor de immense opdracht om tegen 2050 tussen 8.5 en 10 miljard mensen te voeden, binnen de planetaire grenzen (Springmann *et al.* 2018). Ook voor Vlaanderen stelt zich de vraag hoe we een leefbare, deels zelfvoorzienende landbouw kunnen creëren, zonder de draagkracht van het milieu te overschrijden. Onze analyse toont aan dat geen enkele kijkrichting erin slaagt om het voedselzekerheidsvraagstuk ten gronde aan te pakken. De kijkrichtingen die inzetten op intensieve landbouw (NW en SE) lopen het risico dat de impact op het milieu en de samenleving hoog blijft als we er niet in slagen om met technologie de milieudruk drastisch te verlagen. Zij stellen zich bovendien bloot aan schommelingen op de internationale markten. De kijkrichtingen die meer gericht zijn op lokale productie en consumptie (CI en SN) of die steunen op natuurlijke processen (SN) zijn minder afhankelijk van internationale marktschommelingen en hebben een lagere milieu-impact. De randvoorwaarden daarbij zijn echter dat de productiviteit van het landbouwsysteem voldoende hoog is en dat er een stabiele markt kan worden gecreëerd voor de producenten die zich richten op de lokale voedselvraag. Werken met natuurlijke processen verhoogt in ieder geval de maatschappelijke return en veerkracht van landbouw. Door het koolstofgehalte in landbouwbodems te verhogen, vermindert het risico op erosie, wordt CO₂ uit de atmosfeer verwijderd en verbetert de bodemvruchtbaarheid. Dit laatste zorgt er ook voor dat er minder meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn, waardoor natuurlijke ecosystemen en de leefomgeving minder belast worden. Meer natuurlijke perceelsranden en houtkanten ondersteunen de biodiversiteit. Die helpt op haar beurt bij bestuiving en natuurlijke plaagbestrijding. Ze verhogen ook de landschappelijke aantrekkelijkheid en dragen bij aan klimaatmitigatie. Bovendien kan een deel van de biomassa-productie in deze stroken worden gevaloriseerd als veevoeder, als energiebron of als grondstof voor de bio-economie.



Figuur 37. Schematische voorstelling van de effecten van natuurgebaseerde oplossingen voor de landbouw op meerdere uitdagingen.

10.3.4 Ruimteneutrale ontwikkeling na 2040 als randvoorwaarde

Een belangrijke randvoorwaarde voor elk van deze strategieën is de beschikbaarheid van voldoende ruimte om de GI-maatregelen te implementeren. Elke kijkrichting gaat uit van een ruimteneutrale ontwikkeling van de bebouwde omgeving na 2040 en zet daarbij in op compacter bouwen en op het verdichten van de bestaande kernen. Een van de bevindingen was daarbij dat de verwachte bevolkingsgroei tegen 2050 in elk van de kijkrichtingen kan opgevangen worden binnen de beschikbare ruimte en aan bevolkingsdichtheden die nauwelijks hoger zijn dan de huidige maxima. Een belangrijk deel van de sleutel voor een succesvolle invoering van een groene infrastructuurstrategie ligt dus in het **vrijwaren en herstellen van de niet-bebouwde ruimte**.

11 Robuustheidsanalyse

11.1 Omgaan met kritische onzekerheden

In het bovenstaande hoofdstuk onderzochten we kwantitatief en kwalitatief in welke mate de verschillende (beleids)strategieën en governancemechanismen rond groene infrastructuur bijdragen aan het oplossen van de uitdagingen waarop de kijkrichtingen geënt werden. Zo legden we de meest prominente sterktes en zwaktes van elke kijkrichting bloot (Figuur 34).

Bij deze analyse werd echter geen rekening gehouden met de onvoorspelbaarheid van het toekomstige verloop van de drijvende krachten die deze uitdagingen sturen. Om de onzekerheid over de toekomst toch mee te nemen in onze scenario-oefening voerden we een robuustheidsanalyse uit. Daarnaast maakt deze analyse de gebruiker attent op en doet hen openstaan voor de veranderlijkheid van de omgeving (Dammers *et al.* 2013).

Het doel van de robuustheidsanalyse is om na te gaan of de vier kijkrichtingen en de daarin voorgestelde beleidsstrategieën rond groene infrastructuur de geselecteerde uitdagingen beter of slechter oplossen wanneer de toekomstige ontwikkelingen twee plausibele maar tegengestelde richtingen zouden uitgaan. Dergelijke analyse wordt ook wel 'windtunneling' genoemd naar analogie met het testen van vliegtuigen onder allerlei extreme omstandigheden in een windtunnel. Ze geeft een idee van welke ontwikkelingen het functioneren van de kijkrichtingen ten goede komen en welke hen net hinderen. Daarnaast biedt ze een eerste blik op welke kijkrichtingen het meest effectief zijn onder verschillende omstandigheden.

We beperken de robuustheidsanalyse tot de meest kritische onzekerheden voor de toekomst die we in hoofdstuk 3 (Vught *et al.* 2018) identificeerden op basis van de drijvende krachten die de grootste impact hebben op alle geselecteerde uitdagingen, maar waarvan het tegelijk heel erg onzeker is hoe ze tegen 2050 zullen evolueren. Het gaat om:

- de **evolutie van onze consumptie** en levensstijl, waarbij we de huidige trend van consumentisme (voedsel, energie, ruimte,...) tegenover de trend van minder (consuminderen) en anders consumeren met het oog op duurzaamheid plaatsen.
- **technologische ontwikkelingen**, waarbij we de volgende mogelijke ontwikkelingen tegenover elkaar plaatsen:
 - Technologie vermindert de milieudruk aanzienlijk tegenover technologie vermindert de netto milieudruk niet.
 - Technologie zorgt voor een aanzienlijke verbetering van grondstoffen- en hulpbronnefficiëntie tegenover technologie zorgt netto niet voor een verbetering.
- de **ruimtelijke schaal van governance**, waarbij we het effect van globalisering en lokalisering op de werking van de kijkrichtingen nagaan.
- het **klimaat**, waarbij we de invloed van een laag, midden en hoog klimaatscenario (Brouwers *et al.* 2015) op de werking van de kijkrichtingen proberen te bepalen.

11.2 De evolutie van onze consumptie en levensstijl

Ons huidig westers consumptiepatroon gaat gepaard met een milieudruk. We zien echter dat meer en meer mensen milieubewuster gaan leven en dat kan een belangrijke impact op onze consumptie en bijgevolg ook op de productie hebben. De milieubewustheid uit zich in o.a. andere voedselconsumptie (lokaal, diervriendelijk, seizoensgebonden, fair, minder dierlijke eiwitten), andere mobiliteit (deelauto's, meer openbaar vervoer en fietsen), anders wonen (collectieve woonvormen, kangoeroewonen), een rationeel energiegebruik (doorgedreven isolatie, hernieuwbare energie) en een rationeel materiaalgebruik (herstellen van goederen in repaircafés, leenplatformen, materialen met een lange levensduur). We beschouwen meer consumeren en consuminderen/anders consumeren als de twee uitersten waarnaar onze consumptie en levensstijl kunnen evolueren.

Consuminderen is het bewust minder **consumeren** om het milieu te sparen. Consuminderen kan beleidsmatig vertaald worden in gebruiksbepalingen. **Anders consumeren** is kiezen voor een verantwoorde, milieuvriendelijke consumptie en productie die bijvoorbeeld lokale producenten ondersteunt en goed nabuurschap in de hand werkt.

Anders consumeren kan beleidsmatig vertaald worden in veranderde gebruikskeuzes (bv. lokaal geproduceerd voedsel in plaats van globaal vermarkt voedsel).

Belang van de kritische onzekerheid voor de uitdagingen

Onze consumptie en levensstijl hebben een grote impact op bijna alle uitdagingen waarvoor de kijkrichtingen een oplossing moeten bieden (zie hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018). Onze consumptie- en productiepatronen hebben onder andere een belangrijke invloed op de biodiversiteit, op de beschikbare ruimte voor groen, op de klimaatverandering en op de lucht- en waterkwaliteit via ruimtegebruik en de emissies van vervuilende stoffen. Daarnaast bepalen onze consumptie en levensstijl ook het al dan niet duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen zoals water, energie, bodem en grondstoffen en de mate van voedselzekerheid. Een verschuiving naar consuminderen en/of anders consumeren kan de milieu-impact van onze consumptie en levensstijl drastisch verminderen door de gebruiksbepkeringen en/of door de verandering in gebruikskeuzes die ermee gepaard gaan. Ook technologische ontwikkelingen kunnen de milieu-impact sterk verminderen (zie kritische onzekerheid technologie). De vier kijkrichtingen maken duidelijk verschillende keuzes in de mate waarin ze inzetten op technologie en/of veranderingen in de consumptie en levensstijl om de uitdagingen op te lossen. Dat leidt uiteraard tot een verschillende robuustheid ten opzichte van deze kritische onzekerheid (Tabel 4).

Tabel 4. Invloed van veranderingen op het vlak van consumptie en levensstijl op het functioneren van de kijkrichtingen . Een negatieve invloed betekent dat de maatregelen van een kijkrichting de uitdagingen minder goed zullen kunnen oplossen, een positieve invloed dat ze dat net beter zullen kunnen. (Rood: zeer negatief; oranje: negatief; blauw: neutraal; lichtgroen: positief; groen: zeer positief)

Duurzame consumptie en levensstijl	CI	MW	SE	SN
Minder of anders consumeren				
Meer consumeren (inclusief reboundeffect)				

Gevolgen voor het functioneren van de kijkrichtingen

De kijkrichting *CI* stelt lokale productie en consumptie, het delen van goederen (vervoersmiddelen, werktuigen,...) en collectief wonen met gedeelde ruimtes centraal (zie hoofdstuk 4 - Van Gossum *et al.* 2018). Daarmee zet de kijkrichting vooral in op gebruiksbepkeringen om de uitdagingen op te lossen. Dit geldt echter niet voor onze voedselconsumptie. Deze kijkrichting draagt de Bourgondische eetcultuur hoog in het vaandel. De productie van veel dierlijke producten zet de biodiversiteit sterk onder druk door bv. de stikstofdepositie die ermee gepaard gaat. Ook de afhankelijkheid van import stijgt hierdoor. De ruimte voor voedsel- en voederproductie is binnen deze kijkrichting kleiner dan de huidige oppervlakte door de uitbreiding van kleine landschapselementen (KLE) en halfnatuurlijke landschappen (bv. heide) (zie indicator LB1). Omdat de kijkrichting zorg draagt voor het landschap en de natuur, zet ze in op een meer duurzaam gebruik van de natuurlijke hulpbronnen. De productie van voedsel, hout, voeder, vezels of biomassa houdt immers rekening met de fysische geschiktheid van het landschap.

Wanneer onze consumptie of levensstijl naar anders en/of minder consumeren evolueert, zal de kijkrichting beter functioneren om de uitdagingen op te lossen (Tabel 4) aangezien gewoontes die samenhangen met onze culturele identiteit, zoals onze Bourgondische levensstijl, dan doorbroken kunnen worden. Indien het sociaal-economisch systeem het consumeren echter blijft aanwakkeren, bv. door reclame en promoties, zal de druk op het duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen niet of nauwelijks verminderen. Het gevaar bestaat namelijk dat de financiële middelen die uitgespaard worden door het delen van goederen aangewend worden voor de aankoop van andere producten en diensten. Ook de druk op de biodiversiteit en de importafhankelijkheid blijven hoog omdat onze consumptiegewoonten dan nauwelijks veranderen.

De kijkrichting *De natuur haar weg laten vinden* organiseert wonen, werken, mobiliteit, energie- en voedselproductie zo dat er zo weinig mogelijk ruimte ingenomen wordt (zie hoofdstuk 4 - Van Gossum *et al.* 2018). Dit uit zich onder andere in hoogbouw, kleinere woonruimtes, verticale landbouw en industrie en intensieve productiemethoden (zie hoofdstuk 4 - Van Gossum *et al.* 2018). Om vraag en aanbod met elkaar in evenwicht te brengen, kan men enerzijds het aanbod verhogen door meer producten te importeren en door ruimtebesparend te bouwen of anderzijds door de vraag te beperken. De intensieve productiemethoden rekenen in deze kijkrichting wel sterk op technologische ontwikkelingen om de milieu-impact te verminderen (zie kritische onzekerheid technologie).

Indien consumenten centraal blijft staan, zullen goederen geïmporteerd moeten worden. Dat kan niet alleen onze ecologische voetafdruk in het buitenland verhogen, maar verhoogt ook de onzekerheid over voedselbeschikbaarheid in geval van geopolitieke spanningen. Meer consumenten kan er ook toe leiden dat de landbouwproductie verder intensiveert, waardoor de afhankelijkheid van externe inputs (mest, energie, water) toeneemt en het bodemkoolstofgehalte verder afneemt. Een globale voldoende breed gedragen evolutie naar consuminderen (bv. minder vlees) of anders consumeren (bv. kweekvlees en insecten) kan ervoor zorgen dat de importafhankelijkheid verlaagt en dat de voedselproductie zelfs binnen de 'lokale' milieugebruiksruimte mogelijk wordt. Daardoor zou een deel van de kleine landschapselementen behouden kunnen worden. Die kleine landschapselementen kunnen, in combinatie met bepaalde technologische oplossingen die hun effectiviteit reeds bewezen hebben (zoals bv. niet-kerende bodembewerking in plaats van ploegen), zorgen voor een vermindering van de bodemerosie en een verbetering van de waterkwaliteit.

De kijkrichting *De stroom van de economie benutten* verkiest technologie boven verandering van gewoonten om het gebruik van natuurlijke hulpbronnen te verminderen (bv. via druppelirrigatie) of om de impact ervan te beperken (bv. precisietechnieken om mest en gewasbeschermingsmiddelen toe te dienen). Daarnaast worden er ook technologische oplossingen ontwikkeld om de concentraties van vervuilende stoffen in het milieu te verminderen (bv. afvangen en opslaan van koolstof om klimaatverandering te beperken). Gebruiksbeperkingen zijn binnen deze kijkrichting een individuele keuze van de consument.

Als de technologie haar belofte waarmaakt (zie kritische onzekerheid technologie), kan de kijkrichting zelfs bij meer consumenten goed blijven functioneren. Maar dat zal alleen het geval zijn als er drie bijkomende randvoorwaarden vervuld zijn. Ten eerste dienen er, zelfs bij mondiale schaarste, voldoende goederen en diensten voor Vlaanderen ter beschikking te zijn. Ten tweede mag een nog intensievere productie die het gevolg is van meer consumptie niet leiden tot een vermindering van de natuurlijke hulpbronnen (in bijzonder water en bodem). En ten derde mag meer consumenten er ook niet voor zorgen dat de verbeterde hulpbronnenefficiëntie door technologie teniet gedaan wordt (reboundeffect). Aangezien het zeer onzeker is dat deze randvoorwaarden vervuld zullen worden, is ook deze kijkrichting gebaat bij anders of minder consumeren. Vanuit economisch oogpunt hoeft anders consumeren geen probleem te zijn. We merken nu reeds een verschuiving van bezit van goederen naar het gebruik ervan. Als de evolutie naar anders consumeren zich in deze zin sterk doorzet, kunnen bedrijven erop inspelen door diensten zoals licht, het aantal verplaatsingen of het aantal wasbeurten te verkopen i.p.v. de verlichting, auto's, fietsen en wasmachines zelf. De verdere evolutie van een producteconomie naar een diensteneconomie kan het gebruik van natuurlijke hulpbronnen terugdringen en/of duurzamer maken omdat de producenten er dan voordeel bij hebben om energiezuinige goederen met een lange levensduur te verkopen. Consuminderen is een meer directe bedreiging voor de marktlogica van deze kijkrichting. Maar ook hier kan door de keuze voor nicheproducten of meerwaardeproducten (bv. superfoods) op ingespeeld worden.

Duurzame consumptie en levensstijl is binnen *Samenwerken met natuur* een belangrijke randvoorwaarde om de verschillende uitdagingen op te lossen en om te voorkomen dat onze levensstijl ecologische en sociale schade veroorzaakt buiten onze landsgrenzen. De kijkrichting streeft dus een 'duurzame' consumptie en levensstijl na door te kiezen voor goederen en diensten met een lagere milieu- en sociale impact. Dit ligt volledig in de lijn met de filosofie achter consuminderen en anders consumeren. De kijkrichting zal daarom beter functioneren bij een evolutie naar anders en minder consumeren en veel slechter of helemaal niet bij een evolutie naar meer consumeren. Consuminderen of anders consumeren zorgt er ook voor dat onze importafhankelijkheid verkleint omdat we zelfs met de kleinere productieruimte voor voedsel (zie indicator LB1) toch nog voldoende voedsel kunnen produceren en maar beperkt veevoeder moeten importeren. Bij een verdere verschuiving richting consumeren zal de druk op buitenlandse ecosystemen toenemen en komt de achterliggende filosofie van de kijkrichting, namelijk consumeren binnen de planetaire grenzen, onder druk.

11.3 Technologische ontwikkelingen

We rekenen op technologische ontwikkelingen om de milieu-impact direct of indirect te verminderen, enerzijds door een betere verwijdering van afvalstoffen uit het milieu en anderzijds door een vermindering van de uitstoot als gevolg van een verbeterde efficiëntie en design van processen en producten. Die toegenomen efficiëntie vermindert ook het grondstoffen- en hulpbronnengebruik.

Maar technologie kan naast het oplossen van milieuproblemen ook problemen veroorzaken. Zo kan de toegenomen procesefficiëntie teniet worden gedaan door een verdere toename van de consumptie en van de economische activiteit. Dit is het zogenaamde 'reboundeffect'. Technologische ontwikkelingen kunnen daarnaast ook nieuwe, soms nog ongekende risico's met zich meebrengen of het probleem verleggen. Elektrische wagens kunnen bijvoorbeeld de koolstofuitstoot en bijgevolg de klimaatverandering beperken. Maar tegelijkertijd kan de productie ervan aanleiding geven tot aantasting van ecosystemen door de ontginning van bijvoorbeeld lithium dat gebruikt wordt in de batterijen van elektrische wagens. Hetzelfde geldt voor precisielandbouwtechnieken die de verliezen van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlakte- en grondwater sterk kunnen verminderen. Deze technieken zijn echter data-intensief en doen beroep op rekenkracht van computers wat bijkomende energie vereist. Het is dus moeilijk in te schatten of het hulpbronnengebruik en/of de milieu-impact door technologische ontwikkelingen zal dalen of gelijk blijven. In de robuustheidsanalyse hebben we ervoor gekozen om het functioneren van de kijkrichtingen in te schatten voor een **netto vermindering** en **netto status quo** van zowel de milieu-impact en als het hulpbronnengebruik.

Belang van kritische onzekerheden voor de uitdagingen

Technologische ontwikkelingen hebben een grote impact op alle uitdagingen waarvoor de kijkrichtingen een oplossing moeten bieden (zie hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018). Door het gericht toedienen van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en water kan technologie de milieudruk van de intensieve landbouw en het waterverbruik verminderen. Fossiele brandstoffen kunnen vervangen worden door milieuvriendelijke alternatieven en zo de uitstoot van broeikasgassen reduceren en de luchtkwaliteit verbeteren. Technologische ontwikkelingen kunnen de afvang en opslag van koolstof mogelijk maken (geo-engineering) en zo de klimaatverandering beperken. Door alternatief veevoeder (bv. algen) te ontwikkelen dat op kleinere oppervlaktes en met minder water en energie geproduceerd kan worden dan het huidige veevoeder, kan technologie ook bijdragen aan het garanderen van de voedselzekerheid en het duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen.

Het belang en de aard van technologie waarop men focust, verschilt van kijkrichting tot kijkrichting en leidt dus tot een verschillende robuustheid ten opzichte van deze kritische onzekerheid (Tabel 5). Indien technologie faalt is het effect op het functioneren van de kijkrichting afhankelijk van:

- de noodzaak van technologie om milieudrukken te milderen en/of hulpbronefficiëntie te verhogen met het oog op duurzaam gebruik. Het kan zijn dat de kijkrichting door GI-oplossingen de milieudruk reeds voldoende mildert of de hulpbronnen reeds duurzaam gebruikt,
- de mogelijkheid om door beheer de milieudruk te verlichten (mitigerend beheer),
- de gevoeligheid van het ecosysteem voor milieudrukken: sommige natuurtypes zijn minder gevoelig. Daarnaast zijn ook grotere gebieden met een groot aandeel kernhabitat minder gevoelig voor milieudrukken.

Het effect van een succesvolle toepassing van technologie bij hulpbronnenefficiëntie op het functioneren van de kijkrichting is ook afhankelijk van de mate waarin de maatschappij in de kijkrichting openstaat voor alternatief voeder of eiwitbronnen zoals algen, kweekvlees en insecten. Tenslotte is het behouden van natuurlijke rijkdommen en het verminderen van de milieudruk door technologie vaak met elkaar verweven. Zo kan druppelirrigatie ervoor zorgen dat minder water gebruikt wordt (behoud van natuurlijke rijkdommen) en dat gewasbeschermingsmiddelen meer gericht kunnen worden toegediend (vermijden van milieudrukken).

Tabel 5. **Invloed van veranderingen op het vlak van technologie op het functioneren van de kijkrichtingen.** Een negatieve invloed betekent dat de GI-oplossingen van een kijkrichting de uitdagingen minder goed zullen kunnen oplossen, een positieve invloed dat ze dat net beter zullen kunnen. (Rood: zeer negatief; oranje: negatief; blauw: neutraal; lichtgroen: positief; groen: zeer positief).

Toestand drijvende kracht	CI	NW	SE	SN
Technologie vermindert de milieudruk en/of verwijdert afvalstoffen uit het milieu	■	■	■	■
Technologie zorgt netto voor een status quo van de milieudruk of de verwijdering van afvalstoffen in het milieu	■	■	■	■
Technologie zorgt voor een aanzienlijke verbetering grondstof- en hulpbronnefficiëntie	■	■	■	■
Technologie zorgt netto voor een status quo in grondstof- en hulpbronnefficiëntie	■	■	■	■

Gevolgen voor het functioneren van de kijkrichtingen

De kijkrichting *CI* kiest eerder voor gebruiksbependingen dan voor technologie om de milieu-impact van de productie van materialen en energie te beperken (zie kritische onzekerheid consumptie en levensstijl). De productie van voedsel is hierop een uitzondering door de hoge consumptie van dierlijke producten in ons Westers eetpatroon. De groene-infrastructuur oplossingen binnen deze kijkrichting kunnen de lokale milieudrukken ten gevolge van voedselproductie beperken. Zo hebben de kleine landschapselementen zoals houtkanten een bufferende werking waardoor de verliezen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het oppervlaktewater beperkt worden. De groene-infrastructuur oplossingen kunnen de globale milieudrukken zoals de atmosferische stikstofdepositie echter niet beteugelen. Onder andere stikstofdepositie vormt een bedreiging voor de biodiversiteit. Door de kleinschaligheid van de natuur en het groot aandeel randhabitat dat daarmee gepaard gaat, is de natuur in deze kijkrichting gevoelig voor milieudrukken. Bovendien is de nutriëntenarme heide, die cultuurhistorisch gewaardeerd wordt, zeer gevoelig voor een overschrijding van de kritische last van stikstof. Indien technologische ontwikkelingen de milieudruk kan verminderen dan verbetert het functioneren van de kijkrichting. Indien niet, dan functioneert de kijkrichting veel minder goed.

De gekozen GI-oplossingen en de maatschappelijke keuze om, nu en in de toekomst, zorg te dragen voor het landschap garanderen binnen deze kijkrichting, zelfs als technologie haar belofte niet waarmaakt, een duurzaam gebruik van de natuurlijke rijkdommen (zie ook Figuur 34). Zo vermindert de bodemerosie door het behouden en herstellen van kleine landschapselementen. De druk op de grondwatervoorraden vermindert door te kiezen voor teelten in functie van de fysische geschiktheid, waardoor er minder nood aan irrigatie is. De bodemvruchtbaarheid verbetert doordat de kijkrichting ook inzet op bodemherstel. Als technologie haar belofte waarmaakt, dan functioneert de kijkrichting beter. Dit komt omdat technologische vernieuwingen nog efficiënter omspringen met de natuurlijke rijkdommen. Technologische vernieuwingen op het vlak van voeding en veevoeder zouden efficiënter kunnen omspringen met ruimte en deze ruimte vrijwaren voor bv. de uitbreiding van halfnatuurlijke landschappen waardoor deze robuuster worden ten opzichte van milieudrukken. Maar de maatschappelijke acceptatie van deze veranderingen ligt in deze kijkrichting moeilijker. Mensen zien graag koeien in de weide en gras zal hierdoor een belangrijke voedercomponent blijven. Daarnaast veranderen voedingsgewoonten van mensen maar zeer geleidelijk, maar hier kan de evolutie naar 'superdiversiteit' wel verandering teweegbrengen: insecten die in de westerse keuken maar moeilijk ingang vinden zijn gegeerd in veel Aziatische landen. Als mensen van elkaar leren, kan dit helpen om ook andere voeding te appreciëren.

De kijkrichting *De natuur haar weg laten vinden* kiest voor de combinatie van gebruiksbependingen (in het bijzonder ruimtegebruik) en technologie. Binnen deze kijkrichting rekent men op technologische ontwikkelingen om onder andere de stikstofdepositie brongericht aan te pakken. De bossen zijn door hun omvang en hun groter aandeel kernhabitat dan wel robuuster ten opzichte van deze druk, maar door de keuze voor nulbeheer is er geen mitigerend beheer. Technologische ontwikkelingen zijn ook noodzakelijk om de andere milieudrukken te beperken, in het bijzonder door de zeer beperkte aanwezigheid van kleine landschapselementen. Het gaat hierbij onder andere om het voorkomen van bodemerosie en het uitspoelen van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar het grond- en oppervlaktewater. Omdat de bewoningsdichtheid in deze kijkrichting toeneemt, neemt de transportgerelateerde milieudruk af en kan technologie efficiënter ingezet worden om de milieudruk te verlagen. Rioolwaterzuiveringsinstallaties werken bijvoorbeeld efficiënter bij een constante en hoge aanvoer van afvalstoffen. Binnen deze kijkrichting kiest men er enerzijds voor om zoveel mogelijk ruimte voor natuur te vrijwaren en

anderzijds om de voedselproductie verder te intensiveren. Binnen de grote bosgebieden en moerasbossen blijven de natuurlijke rijkdommen behouden. De natuur krijgt door het ontbreken van beheer de tijd om te herstellen. De kijkrichting blijft daardoor, zelfs als de technologie faalt, goed functioneren voor de bossen. Binnen het intensieve landbouwgebied daarentegen is er een grote nood aan technologie om bodemerosie te beperken, de schaarse watervoorraden zo efficiënt mogelijk te gebruiken en de impact van de landbouwbedrijfsvoering op de bodem-, water- en luchtkwaliteit te beperken. Falen van de technologie zorgt ervoor dat de kijkrichting slecht functioneert. Tenslotte kan technologie ervoor zorgen dat de importafhankelijkheid binnen deze kijkrichting sterk vermindert door prijsconcurrerende alternatieven voor geïmporteerd veevoeder en voedsel in de markt te zetten.

De kijkrichting SE zet sterk in op technologie om de milieudrukken te verminderen. Het gebruik ervan wordt gestimuleerd door internalisatie van de milieukosten in de productieprijzen. De focus ligt daarbij vooral op milieudrukken die gelinkt zijn aan ons welzijn. Het gebruik van nieuwe technologie is afhankelijk van de kostprijs van de technologie, de betaalbaarheid ervan voor de begunstigde en de urgentie van het probleem. Indien technologie faalt in het reduceren van milieudrukken functioneert SE zeer slecht. De natuurgebieden zijn klein en bestaan vooral uit randhabitat waardoor ze gevoelig zijn voor drukken, net als sommige natuurtypen zoals heide. Mitigerend beheer, zoals o.a. het plaggen van heides, wordt zelden toegepast aangezien dit vaak duur is en bijkomend tot een tijdelijk inkomstenverlies kan leiden.

SE zet ook zeer sterk in op technologie om de hulpbronnefficiëntie te verhogen. Verticale landbouw bespaart ruimte, druppelirrigatie vermindert het watergebruik en precisietoedieningen en *early warning* systemen verlagen de hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen die gebruikt worden. Daarnaast wordt er ook beroep gedaan op technologie om milieudegradatie aan te pakken, bijvoorbeeld bij het herstel van *brownfields*. De kosten van de technologie dienen hierbij wel lager te zijn dan de baten die ze op korte en middellange termijn genereert. Technologie kan ook nieuwe markten openen. In het kennisintensieve Vlaanderen wordt sterk ingezet op alternatieven voor voedsel en veevoeder die in een industriële setting geproduceerd kunnen worden. De importafhankelijkheid van Vlaanderen zal hierdoor waarschijnlijk niet veranderen aangezien de focus van de kijkrichting globaal is. SE functioneert dus veel beter wanneer technologie de hulpbronnefficiëntie verhoogt en zeer slecht wanneer ze haar beloftes niet waarmaakt.

In de kijkrichting SN ligt de nadruk op het voorkomen van milieudrukken door aanpassing van de productie en consumptie. De resterende milieudrukken worden in deze kijkrichting vooral aangepakt met natuurgebaseerde technieken. Van heel wat van die technieken, zoals bufferstroken, natuurlijke plaagbestrijding, permacultuur en agro-ecologische technieken weten we dat ze de milieudrukken deels kunnen verminderen en kunnen bijdragen aan het duurzaam gebruik van natuurlijke rijkdommen. Over de duurzaamheid van andere technieken, die minder courant gebruikt worden, zijn de meningen verdeeld. Zo weten we bijvoorbeeld dat een verticaal bos zorgt voor een betere luchtkwaliteit, verkoeling en welbevinden, maar hebben we weinig zicht op de impact ervan op het waterverbruik en de beschikbaarheid van andere natuurlijke rijkdommen. Daarnaast vraagt de bouw van een verticaal bos ook meer constructiemateriaal dan een normaal appartement, wat ook een effect heeft op het gebruik van natuurlijke rijkdommen. De kijkrichting functioneert daardoor iets minder goed wanneer technologie faalt en beter als ze haar beloftes waarmaakt.

SN hecht veel belang aan een duurzaam gebruik van de natuurlijke rijkdommen. Ook hier gaat de voorkeur uit naar natuurgebaseerde oplossingen zoals de opbouw van organisch materiaal in de bodem, het beperken of verminderen van bodemverdichting en -afdichting, het verhogen van waterinfiltratie of het kiezen van gepaste gewassen. Technologische vernieuwingen op het vlak van veevoeder en voedsel kunnen de importafhankelijkheid verlagen en de duurzaamheid van het voedingssysteem verbeteren. Het verkleinen van de ruimtevrage voor veevoederproductie kan ervoor zorgen dat er ook ruimte vrijkomt om de levering van andere ecosysteemdiensten te verhogen. Dit betekent dat het falen van de technologie om hulpbronnen efficiënter te gebruiken, het functioneren van de kijkrichting slechts in beperkte mate bemoeilijkt. Indien technologie haar beloftes waarmaakt, verbetert het functioneren van de kijkrichting.

11.4 Ruimtelijke schaal van governance en instituties

Governance en instituties omvatten de formele en informele processen, patronen, mechanismen, regels, en machts- en organisatiestructuren waarmee we de interacties binnen en tussen groepen van maatschappelijke actoren coördineren en in goede banen leiden. De schaal ervan kan variëren van kleine lokale gemeenschappen tot

een globaal, wereldomvattend systeem. De huidige trend van globalisering gaat hand in hand met de tegentrend om zich meer terug te plooiën op lokale noden en behoeften (lokalisering). Dat fenomeen heet glocalisering (VMM 2014). In deze paragraaf gaan we de effecten na van globalisering en lokalisering op het functioneren van de kijkrichtingen om de uitdagingen op te lossen.

Globalisering is een toenemend proces van economische, culturele en politieke integratie op mondiaal niveau. Uit economisch oogpunt betekent globalisering dat grenzen tussen landen worden opengesteld zodat goederen en diensten zich gemakkelijker kunnen verplaatsen. Op politiek vlak zorgt globalisering voor een toenemend belang van beleidsuitvoering en coördinatie op internationale schaal door instellingen zoals de Europese Unie, de Verenigde Naties (klimaatakkoord van Parijs), de NAVO of de Wereldhandelsorganisaties. Op cultureel vlak zorgt globalisering voor het verminderen van verschillen tussen regio's en landen. **Lokalisering** wil de economie lokaal verankeren en wil hoofdzakelijk lokale en regionale hulpbronnen gebruiken. Op economisch vlak kunnen handelsbelemmeringen opgeworpen worden voor buitenlandse goederen en diensten. Op politiek vlak krijgen lokale overheden meer verantwoordelijkheden en op cultureel vlak wordt er ingezet op het behoud van de culturele identiteit.

Belang van kritische onzekerheden voor de uitdagingen

De uitdagingen die onze gebruikersgroep selecteerde, variëren van zeer lokale noden (bv. ruimte voor buitenactiviteiten, milderende van hittestress), over bovenlokale noden (bv. verminderen van overstromingsrisico) tot transnationale of globale noden (bv. voedselzekerheid garanderen, klimaatmitigatie, luchtkwaliteit verbeteren, tegengaan biodiversiteitsverlies). De ruimtelijk schaal van governance en instituties heeft impact op al deze uitdagingen.

Biodiversiteit is, zeker in het licht van de klimaatverandering, gebaat bij transnationale netwerken die noord-zuidmigratie van soorten mogelijk maken. De realisatie hiervan gebeurt best op Europese of globale schaal omdat de netwerken op elkaar moeten aansluiten. Maar de globale schaal zou er wel kunnen toe leiden dat men alleen op de huidige hotspots van biodiversiteit focust en soortenarmere regio's, zoals Vlaanderen, vergeet. Lokalisering helpt dan weer om het draagvlak voor biodiversiteitsbehoud te verhogen door in te zetten op lokale charismatische soorten en/of cultuurhistorische landschappen. Maar de impact van onze gewoonten op biodiversiteit in het buitenland en de netwerken die nodig zijn om soorten te laten migreren kunnen hierdoor uit het oog verloren worden.

Voedselzekerheid is volgens economen gebaat bij globalisering omdat elke regio zich dan kan specialiseren in de productie van voedings- en voedergrassen waarvoor ze uit economisch en abiotisch oogpunt (klimaat, bodem) het best geschikt is (in de economische wetenschappen is dit gekend als de wet van het comparatief voordeel). Maar het maakt ons wel afhankelijk van buitenlandse hulpbronnen en van schommelingen op de internationale markten die soms niets te maken hebben met vraag en aanbod (bv. de boycot van conferenceperen door Rusland als het gevolg van de Oekraïne-crisis). Globalisering zorgt er ook voor dat het aantal geteelde gewassen en rassen eerder beperkt is. Bij uitbraak van een ziekte of plaag, verhoogt zo het risico op wereldwijde verspreiding en op enorme verliezen (bv. de Panamaziekte die het huidige bananenras Cavendish dreigt uit te roeien (Ordóñez *et al.* 2015). Lokalisering zorgt ervoor dat lokale voedselnetwerken ontstaan die gebruik maken van lokaal aangepaste rassen en gewassen. De lokaliseringsmaatregel mag ook niet te sterk doorgedreven zijn want connecties tussen regio's kunnen nodig zijn om producten uit te wisselen die plaatselijk niet geteeld kunnen worden of om met lokale productieproblemen om te gaan (bv. aardappelen invoeren omwille van een lokale aardappelplaag).

De **klimaatverandering** is een mondiaal probleem. Het aanpakken ervan is gebaat bij globale afspraken. Temeer omdat die ervoor zorgen dat er een gelijk speelveld is voor alle natiestaten en bedrijven. Klimaatmitigatie en -adaptatie zijn echter ook gebaat bij het uittesten van beheer- en beleidsmaatregelen op lokaal niveau, waardoor er meer inzicht wordt verkregen in welke maatregelen in een gegeven context werken.

Het **verbeteren van de luchtkwaliteit** is een transnationaal probleem. Zo is in Vlaanderen gemiddeld 70 tot 80% van het fijn stof afkomstig van Europese en niet-Europese bronnen (VMM 2018c). Maar ook de stoffen die Vlaanderen uitstoot, waaien ook naar andere regio's (VMM 2018c). Het aanpakken van de luchtkwaliteit is dus gebaat bij afspraken op Europees of globaal niveau. Maar andere luchtpolluenten kennen een zeer lokale verspreiding. Arseen overschrijdt bijvoorbeeld de Europese streefwaarde in Hoboken. Hierbij gaat het om een kleine zone in de onmiddellijke omgeving van een non-ferrobedrijf (VMM 2018c). Bovendien kunnen er op lokaal niveau acties ondernomen worden om de luchtkwaliteit te verbeteren (bv. circulatieplannen, schoolstraten).

Tabel 6. Invloed van veranderingen op het vlak van ruimtelijke schaal van governance en instituties op het functioneren van de kijkrichtingen. Een negatieve invloed betekent dat de GI-oplossingen van een kijkrichting de uitdagingen minder goed zullen kunnen oplossen, een positieve invloed dat ze dat net beter zullen kunnen. (Rood: zeer negatief; oranje: negatief; blauw: neutraal; lichtgroen: positief; groen: zeer positief).

Toestand drijvende kracht	CI	NW	SE	SN
Globalisering	oranje	lichtgroen	lichtgroen	blauw
Glokalisering	groen	groen	groen	groen
Lokalisering	lichtgroen	oranje	oranje	blauw

Gevolgen voor het functioneren van de kijkrichtingen

In de kijkrichting CI voelen de mensen zich verbonden met de natuur en het landschap in hun omgeving en met de lokale gemeenschap. De kijkrichting zet sterk in op lokale productie en consumptie. Daarnaast krijgen lokale overheden meer verantwoordelijkheden van de hogere overheden zodat meer beleid dichterbij de burgers komt en het beleid aangepast kan worden aan de lokale context. Zowel voor het bewaren van de culturele eigenheid, als voor het inzetten op lokale productie en consumptie, als voor bijkomende verantwoordelijkheden voor lokale overheden, is lokaliserend beter voor het functioneren van de kijkrichting dan globalisering.

De kijkrichting NW stelt de intrinsieke waarde van de natuur centraal en gelooft in de veerkracht van de natuur, op voorwaarde dat de natuurlijke processen voldoende ruimte en tijd krijgen. Daarom wordt een groot natuurnetwerk ontwikkeld waarlangs soorten zich kunnen verplaatsen. De ontwikkeling van een grootschalig natuurnetwerk is gebaat bij een transnationale aanpak op Europees of globaal niveau. Dit betekent dat de kijkrichting gebaat is bij een politieke integratie (bv. EU), maar ook bij een culturele integratie (bv. de intrinsieke waarde van natuur staat in alle lidstaten van de EU centraal). De voedselproductie is in deze kijkrichting inputintensief. Het gevolg is dat de importafhankelijkheid groot is, zowel voor buitenlandse grondstoffen voor de productie als voor voedsel zelf. Omwille van deze importafhankelijkheid is NW ook gebaat bij een integratie op economisch vlak. Een sterk doorgedreven lokaliserend met een focus op lokale noden zorgt ervoor dat globale noden minder op de voorgrond treden en binnen een dergelijke context is het ontwikkelen van een groot natuurnetwerk zeer moeilijk.

SE gelooft sterk in de oplosbaarheid van milieugerelateerde uitdagingen door technologie. Technologische ontwikkelingen zijn gebaat bij globalisering omdat die de schaal en omvang van economische transacties vergroot en ideeën, weliswaar betalend, wereldwijd verspreidt. De kijkrichting haalt ook haar voordeel uit een zekere politieke integratie omdat organisaties zoals de WHO belangrijk zijn om handelsbelemmeringen te voorkomen. Omdat nagenoeg dezelfde goederen en diensten over de wereld verhandeld worden en multinationale ondernemingen belangrijk zijn, draagt een zekere vorm van culturele integratie, zodat iedereen dezelfde verhandelbare producten wenst, bij aan het functioneren van de kijkrichting. Lokalisering en in het bijzonder de aandacht voor de lokale economie gaat dikwijls gepaard met handelsbelemmeringen. Bovendien gaat het ook gepaard met een heropleving van lokale culturele tradities en een toenemend belang van lokale producten, waardoor het voor multinationale ondernemingen moeilijker wordt om in te zetten op globaal vermarktbaar producten. Daarnaast kan de focus op de lokale identiteit en gebruiken de weerstand voor nieuwe technologieën en producten verhogen.

De kijkrichting SN benadrukt de afhankelijkheid van mens en natuur. De mens is verantwoordelijk voor het duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen zodat die ook beschikbaar blijven voor de volgende generaties. Om tot duurzaam gebruik te komen, zijn lokale instituties zeer belangrijk (Uphoff 1992). Deze lokale instituties helpen om middelen (geld en personen) voor duurzaam gebruik te mobiliseren en die efficiënt aan te wenden, om lokaal-specifieke kennis te integreren, om lokale conflicten op te lossen en om een langetermijnvisie te ontwikkelen met gemeenschappelijke verwachtingen als basis. De kijkrichting is dus gebaat bij lokaliserend. Bovendien kan lokaliserend ervoor zorgen dat duurzame, lokaal geproduceerde producten niet weggeconcurrereerd worden door niet-duurzame buitenlandse producten. De overheid kan invoertaksen heffen op niet-duurzame buitenlandse producten waardoor deze duurder worden dan het binnenlands duurzaam alternatief. Maar de Vlaamse markt voor goederen en diensten is klein waardoor de invloed van Vlaanderen op het productieproces van buitenlandse producten klein is. Bovendien zijn de meningen over het effect van globalisering op duurzaamheid verdeeld. Enerzijds wordt er gewezen op het gevaar van een *race to the bottom* (Davies & Vadamannati 2013). Anderzijds zijn de milieustandaarden van multinationale ondernemingen regelmatig hoger dan die van lokale ondernemingen (Eskeland & Harrison 2003). Het comparatief voordeel van globalisering kan ook zorgen voor een efficiënter gebruik

van natuurlijke rijkdommen. Daarnaast is de ontwikkeling van duurzaamheidsstandaarden ook gebaat bij globale instituties zoals FSC en ISO. Dit betekent dat zowel lokalisering als globalisering voor- en nadelen hebben. We beoordelen het netto effect van beide ontwikkelingen op het functioneren van kijkrichting SN dan ook neutraal.

Hoewel het effect van globalisering en lokalisering duidelijk verschilt tussen de kijkrichtingen, functioneren de vier kijkrichtingen het beste bij een combinatie van globalisering en lokalisering, hier glocalisering genoemd (Tabel 6). Transnationale of globale noden (zoals biodiversiteitsverlies tegengaan en het omgaan met klimaatverandering) zijn wereldwijde collectieve actieproblemen (Ostrom 2010). In theorie raken deze problemen niet opgelost tenzij een externe autoriteit bepaalt welke acties ondernomen moeten worden, de uitvoering van de acties controleert en sancties oplegt (Brennan 2009). Maar in de praktijk blijkt dat onvoldoende (Ostrom 2010). Het globale monocentrische governance systeem dient aangevuld te worden met lokale polycentrische governance systemen omdat die zich beter kunnen aanpassen aan onverwachte omstandigheden en omdat ze ruimte kunnen creëren voor variabiliteit en leren (zie Misselhorn *et al.* 2012; Ostrom 2010; Pereira & Ruysenaar 2012; Termeer *et al.* 2011). Collectieve actieproblemen vragen dus om een combinatie van afspraken op hoger of globaal schaalniveau en polycentrische governance systemen op een lager schaalniveau.

11.5 Klimaat

De gevolgen van de klimaatverandering op lange termijn zijn moeilijk in te schatten vanwege de complexiteit van de uitdaging. Men gaat er echter van uit dat dit wereldwijd langdurige, ingrijpende en overwegend negatieve effecten zal hebben (VMM 2014). De effecten van de klimaatverandering zijn nu al zichtbaar in Vlaanderen. De klimaatverandering zal zich in Vlaanderen onder andere uiten in een stijging van de temperatuur, een toename van het aantal extreem warme dagen in de zomer, een verdroging in de zomer en vernatting in de winter, een stijging van de zeespiegel en een toename van extreme zomeronweders (Brouwers *et al.* 2015). Er zijn voor de toekomst drie scenario's voor Vlaanderen afgeleid: een hoog, midden en laag scenario (Brouwers *et al.* 2015). We lijken op dit moment te evolueren naar het hoog scenario.

Belang van de kritische onzekerheid voor de uitdaging

De klimaatverandering is een belangrijke drijvende kracht achter bijna alle uitdagingen waarop onze kijkrichtingen geënt zijn (zie hoofdstuk 3 - Vught *et al.* 2018). Om de robuustheid van de kijkrichtingen voor de klimaatverandering te bepalen, gaan we na of de kijkrichtingen de uitdagingen onder de verschillende klimaatscenario's beter of slechter kunnen oplossen dan onder de huidige klimatologische omstandigheden (zie Figuur 34).

De klimaatverandering zal in Vlaanderen onder andere zorgen voor een toename van hittestress, droogte, overstromings- en erosierisico. Anderzijds zorgt de langere groeiperiode en de langere vorstvrije periode voor een toename van de gewasopbrengsten. Het risico op landbouwverliezen door weersextremen, ziekten en plagen neemt dan weer toe (Brouwers *et al.* 2015; EEA 2015; Lokers *et al.* 2018; Notebaert *et al.* 2006; VMM 2018b). De effecten van het laag scenario zijn voor 2050 eerder beperkt. De verwachte gemiddelde jaartemperatuur neemt met 0,3 °C toe terwijl het aantal extreem warme dagen status quo blijft en het risico op droogte, overstromingen en erosie slechts licht toeneemt. We verwachten dan ook dat de uitdagingen niet veel gaan veranderen ten opzichte van nu. De impact van het midden en het hoog klimaatscenario op de uitdagingen is daarentegen heel wat groter. De jaargemiddelde temperatuur stijgt met 1,8 °C in het midden scenario en met maar liefst 3,6 °C in het hoog scenario. Ook het aantal extreem warme dagen neemt tegen 2050 sterk toe in beide scenario's (Brouwers *et al.* 2015). De **hittestress** zal dus toenemen, vooral in stedelijke gebieden waar het stedelijk hitte-eilandeffect een rol speelt. Bovendien zijn groene-infrastructuur oplossingen onvoldoende om deze toenemende hittestress te milderen. De maximale verkoeling, in het geval van een loofbos, is beperkt tot ongeveer 2 °C (Hendrix *et al.* 2015). Het **risico op verdroging** zal matig tot sterk vergroten in respectievelijk het midden en hoog scenario (VMM 2018b). Een droogte die zich op dit moment eens om de honderd jaar voordoet, zal in 2050 ongeveer drie keer vaker voorkomen in het midden scenario en tot 12 keer vaker in het hoge scenario. De duur ervan zal toenemen van 31 naar 56 dagen in het midden klimaatscenario en naar 84 dagen in het hoog scenario. Ook het **overstromingsrisico** vanuit de zee, rivieren en riolen zal toenemen in het midden en hoog scenario (Brouwers *et al.* 2015; Tabari *et al.* 2014; Van Lipzig & Willems 2014). Bij een stijging van het zeeniveau met 50 cm verwacht men dat een kustoverstroming die op dit moment slechts eens om de 1000 jaar voorkomt, zich om de 100 jaar zal voordoen. Tegen 2050 verwacht men een toename van het zee- en stormvloedniveau tot respectievelijk + 36 en + 45 cm in het hoog klimaatscenario (Brouwers *et al.* 2015). De piekafvoer in grote waterlopen neemt in een hoog klimaatscenario toe met 30-35% in 2100. In kleine rivieren kan dit zelfs oplopen tot 100% (Brouwers *et al.* 2015). De frequentie van

riooloverstromingen neemt toe met factor 5 tot 10 in een hoog klimaatscenario tegen 2100. De kans is ook groot dat de erosiviteit van de neerslag toeneemt door de grotere intensiteit van de regenbuien en daardoor ook het **risico op bodemerrosie**, vooral in periodes met een beperkte bodembedekking. Deze toename is trouwens nu al merkbaar: over de periode van 1898 tot 2004 bedroeg de neerslagerosiviteit 880 MJ.mm/ha.jaar, over de kortere periode van 1995 tot 2004 was dat al 1040 MJ.mm/ha.jaar (Notebaert *et al.* 2006). Dat is al een stijging met 18%. Men verwacht dat de **landbouwproductie** in Noord-Europa zal stijgen vanwege een langer teeltseizoen en langere vorstvrije perioden (EEA 2015). De opbrengsten zullen jaarlijks waarschijnlijk wel meer fluctueren als gevolg van schade door extreme weersomstandigheden en door plagen en ziekten. De klimaatwijziging heeft ook een impact op **luchtkwaliteit** (Brouwers *et al.* 2015). De kijkrichtingen zijn meer of minder robuust voor deze kritische onzekerheid in functie van de gekozen GI-oplossingen en het klimaatscenario (Tabel 7).

Tabel 7. **Invloed van veranderingen op het vlak van klimaat op het functioneren van de kijkrichtingen.** Een negatieve invloed betekent dat de GI-oplossingen van een kijkrichting de uitdagingen minder goed zullen kunnen oplossen, een positieve invloed dat ze dat net beter zullen kunnen. (Rood: zeer negatief; oranje: negatief; blauw: neutraal; lichtgroen: positief; groen: zeer positief. **Natuur: bescherming tegen overstromingsrisico en het tegengaan van biodiversiteitsverlies. Landbouw: voedselzekerheid en behoud van natuurlijke rijkdommen).**

Klimaat	CI	NW		SE	SN
Hoog klimaatscenario	Rood	Oranje	Rood	Rood	Oranje
Midden klimaatscenario	Oranje	Oranje	Rood	Rood	Lichtgroen
Laag klimaatscenario	Lichtgroen	Lichtgroen	Lichtgroen	Lichtgroen	Lichtgroen

Gevolgen voor het functioneren van de kijkrichtingen

Door de beperkte klimatologische veranderingen die we verwachten in het laag klimaatscenario, gaan we ervan uit dat het functioneren van de vier kijkrichting voor het oplossen van de uitdagingen gelijk blijft aan de beoordeling in Figuur 34. In het midden en hoog klimaatscenario ligt dat anders.

De groene-infrastructuur oplossingen binnen de kijkrichting CI verminderen de bodemerrosie met ongeveer een derde (zie indicator DG3). Bij een sterke toename van de neerslagerosiviteit, zoals die in het midden en hoog klimaatscenario verwacht wordt, zullen de groene-infrastructuur oplossingen waarschijnlijk niet volstaan om de uitdaging bodemverlies door erosie op te lossen. Ook de groene infrastructuur-gerelateerde aanpassingen die het verdrogings- en overstromingsrisico en de veerkracht ten opzichte van weersextremen en ziekten en plagen moeten tegengaan, zijn vermoedelijk onvoldoende in het middenscenario en al zeker in het hoog scenario. De aanleg van kleine landschapselementen, het halfnatuurlijk landschap en de relatief kleine natuurgebieden zorgen voor een onvoldoende klimaatrobuuste natuur in het hoog klimaatscenario en waarschijnlijk ook in het middenscenario. Voor voedselzekerheid is de uitkomst onzeker. Enerzijds kan de langere groeiperiode zorgen voor grotere opbrengsten in goede jaren. Anderzijds kunnen extreme weersomstandigheden (hagelbuien, zomeronweders,...) en ziekten en plagen ervoor zorgen dat de opbrengsten sterk fluctueren.

De kijkrichting *De natuur haar weg laten vinden* zorgt voor de meest klimaatrobuuste natuur en voor de hoogste bescherming tegen overstromingen vanuit rivieren en de zee. Door de keuze om in het grootste deel van de valleien natuurlijke processen alle ruimte te geven, neemt het risico op schade door overstromingen onder elk scenario sterk af. Door de keuze voor intensieve landbouw is de voedselproductie in deze kijkrichting echter kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering. Weersextremen, droogte, ziekten en plagen kunnen voor jaarlijkse schommelingen in de voedselproductie zorgen. Door het verwijderen van KLE in het landbouwgebied is ook het risico op bodemerrosie redelijk hoog. De toename van het risico op opbrengstverliezen en van de neerslagerosiviteit zorgt ervoor dat de kijkrichting zowel in het midden als hoog klimaatscenario nog slechter scoort voor de uitdagingen voedselzekerheid en bodemverlies. Door de extreme tweedeling tussen natuur en landbouw in deze kijkrichting schatten we het functioneren van de kijkrichting voor het oplossen van de uitdagingen voor beiden afzonderlijk in (Tabel 7). In functie van het belang dat men aan de uitdagingen hecht, zal men het functioneren van de kijkrichting anders inschatten.

De kijkrichting SE is afhankelijk van individuele keuzes van investeerders, beheerders en eigenaars. Lokaal kan dit leiden tot het (succesvol) aanpakken van een aantal klimaatgerelateerde uitdagingen, voor zover echter de baten minstens de kosten van de genomen maatregelen dekken voor de betrokken actoren. Bijvoorbeeld de samenwerking tussen een verzekeringsmaatschappij (bv. weersverzekering, gebaat bij lager risico), een

groentenconservenfabriek (afnemer, gebaat bij een stabiele afzet) en individuele landbouwers (gebaat bij stabiele inkomsten) kan ervoor zorgen dat de landbouwers maatregelen nemen om het bodemkoolstofgehalte te verhogen en spaarzamer om te springen met water, waardoor het risico op schade door droogte vermindert. Door het risico te beperken kan de landbouwer zijn afnemer en verzekeraar behouden. Maar om de klimaatgerelateerde uitdagingen als geheel op Vlaams niveau op te lossen zal dit waarschijnlijk niet volstaan bij een hoog en een middenscenario. In het bijzonder omdat de kosten om deze risico's als geheel te milderen de beschikbare financiële middelen van de direct betrokken individuen overstijgen. Het gevolg hiervan is dat in het midden- en het hoog scenario de volgende uitdagingen groter worden: overstromings-, droogte- en erosierisico en de kans op misoogsten door ziekten, plagen en weersextremen.

SN is de meest klimaatrobuuste kijkrichting voor het geheel aan uitdagingen (Tabel 7). Deze kijkrichting zet onder andere in op brede valleien die gecontroleerd gebruikt worden als overstromingsgebied. Het gecontroleerd benutten heeft als voordeel dat de vallei, wanneer ze niet gebruikt wordt voor waterberging, gebruikt kan worden voor buitenactiviteiten en/of voor teelten die combineerbaar zijn met tijdelijke overstromingen. Hierdoor kan de kijkrichting beter omgaan met de vele diverse ruimtevragen die leven in Vlaanderen. In deze kijkrichting wordt groene infrastructuur daar aangelegd waar het een maximaal effect heeft en net daardoor worden veel uitdagingen redelijk goed opgelost. Door deze aanpak kunnen de gevolgen van het midden scenario grotendeels gemitigeerd worden. Het is echter de vraag of dat volstaat om de gevolgen van het hoog scenario op te vangen. De maatregelen die in deze kijkrichting genomen worden zullen de bodemerosie bij een sterk toenemende neerslagerosiviteit misschien niet volledig kunnen tegengaan maar wel sterk reduceren in vergelijking met de andere kijkrichtingen. Er heerst in deze kijkrichting bij iedereen de bereidheid om bij te dragen aan groene infrastructuur om zo de problemen aan te pakken. Hierdoor biedt SN de meeste garantie dat de uitdagingen ook onder het hoge klimaatscenario kleiner zullen worden. Voor de biodiversiteitsuitdaging scoort NW echter beter.

Referenties

- Afdeling Bos en Groen (2001) *De beheervisie: een leidraad voor duurzaam bosbeheer*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Bos & Groen, Brussel, 27pp.
- Alaerts, K., Van Gossum, P., Michels, H., Schneiders, A., Stevens, M., Van Reeth, W. & Vught, I. (2018) *Natuurverkenning 2050. Hoofdstuk 1: Wat, waarom en hoe?* Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 42pp.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Henao, A. & Marcos, A.. (2015) Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 869–890.
- Anon (2018) Milieu-indicatoren - Lucht. Available from: <https://www.vmm.be/lucht> (September 27, 2018).
- Archer, N.A., Otten, W., Schmidt, S., Bengough, A., Nadeem, S. & Bonell, M. (2016) Rainfall infiltration and soil hydrological characteristics below ancient forest, planted forest and grassland in a temperate northern climate: Influence of Forest Age on Rainfall Infiltration in Temperate Environments. *Ecohydrology* 9, 585–600.
- Batelaan, O. & Woldeamlak, S.. (2003) *ArcView Interface for WetSpas, User Manual, Version 1-1-2003*. Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Vrije Universiteit Brussel, Brussel, 50pp.
- Beninde, J., Veith, M. & Hochkirch, A. (2015) Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology letters* 18, 581–592.
- Benton, T.G., Vickery, J.A. & Wilson, J.D. (2003) Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution* 18, 182–188.
- Bianchi, F.J.J., Mikos, V., Brussaard, L., Delbaere, B. & Pulleman, M.. (2013) Opportunities and limitations for functional agrobiodiversity in the European context. *Environmental Science & Policy* 27, 223–231.
- Bollen, B. & Wellemans, K. (2018) *Landbouwimpactstudie 2017 of LIS 2017 - duidingsdocument*. Departement Landbouw en Visserij, Brussel, 32pp.
- Braaker, S., Ghazoul, J., Obrist, M.K. & Moretti, M. (2014) Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs. *Ecology* 95, 1010–1021.
- Braaker, S., Obrist, M.K., Ghazoul, J. & Moretti, M. (2017) Habitat connectivity and local conditions shape taxonomic and functional diversity of arthropods on green roofs. *The Journal of animal ecology* 86, 521–531.
- Brennan, G. (2009) Climate change: a rational choice politics view. *The Australian journal of agricultural and resource economics* 53, 309–326.
- Broeckx, S., De Nocker, L., Liekens, I., Poelmans, L., Staes, J., Van der Biest, K., Meire, P. & Verheyen, K. (2013) *Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000-netwerk. Studie uitgevoerd in opdracht van ANB*. VITO, Universiteit Antwerpen en Universiteit Gent, 211pp.
- Brouwers, J., Peeters, B., Van Steertegem, M., van Lipzig, N., Wouters, H., Beullens, J., Demuzere, M., Willems, P., De Ridder, K., Maiheu, B., De Troch, R., Termonia, P., Vansteenkiste, T., Craninx, M., Maetens, W., Defloor, W. & Cauwenberghs, K. (2015) *MIRA Klimaatrapport 2015, over waargenomen en toekomstige klimaatveranderingen*. Vlaamse Milieumaatschappij i.s.m. KU Leuven, VITO en KMI. VMM-MIRA, Belgium, 147pp.
- Buekers, J., Torfs, R., Deutsch, F., Lefebvre, W. & Bossuyt, M. (2012) *Inschatting ziekte last en externe kosten veroorzaakt door verschillende milieufactoren in Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA*. VITO, Mol, 133pp.
- Burel, F. (1996) Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences* 15, 169–190.
- Christen, B. & Dalgaard, T. (2013) Buffers for biomass production in temperate European agriculture: A review and synthesis on function, ecosystem services and implementation. *Biomass and Bioenergy* 55, 53–67.
- CIW (2017) *Evaluatierapport droogte 2017*. Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, 45pp.
- Coppens, J., Stas, S., Dolmans, E., Meers, E., Vlaeminck, S., Buysse, J. & Overloop, S. (2013) *Begroting van stikstof- en fosforstromen in Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2013/09*. UGent, 137pp.
- Dammers, E., van 't Klooster, S., de Wit, B., Hilderink, H., Petersen, A. & Tuinstra, W. (2013) *Scenario's maken voor milieu, natuur en ruimte: een handreiking*. Planbureau voor de Leefomgeving, Nederland, 110pp.
- Danckaert, S., Deuninck, J. & Van Gijsegem, D. (2013) *Food footprint: welke oppervlakte is nodig om de Vlaming te voorzien van lokaal voedsel? Een theoretische denkoefening*. Departement Landbouw en Visserij, Brussel, 73pp.
- Davies, R. & Vadlamannati, K.. (2013) A race to the bottom in labour standards? An empirical investigation. *Journal of development economics* 103, 1–14.
- De Bruyn, L. & Bauwens, D. (2009) *Terrestrische soorten. Wetenschappelijk rapport, nara 2009, inbo.r.2009.26*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 24pp.
- De Frenne, P., Rodríguez-Sánchez, F., Coomes, D.A., Baeten, L., Verstraeten, G., Vellend, M., Bernhardt-Römermann, M., Brown, C.D., Brunet, J., Cornelis, J., Decocq, G.M., Dierschke, H., Eriksson, O., Gilliam, F.S., Hédil, R., Heinken, T., Hermy, M., Hommel, P., Jenkins, M.A., Kelly, D.L., Kirby, K.J., Mitchell, F.J.G., Naaf, T., Newman, M., Peterken, G., Petrik, P., Schultz, J., Sonnier, G., Van Calster, H., Waller, D.M., Walther, G.-R.,

- White, P.S., Woods, K.D., Wulf, M., Graae, B.J. & Verheyen, K. (2013) Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, 18561–18565.
- De Meyer, A., Tirry, D., Gulinck, H. & Van Orshoven, J. (2011a) *Ondersteunend Onderzoek. Actualisatie MIRA Achtergronddocument Bodem. Thema Bodemafdicthting. Eindrapport. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2011/04*. SADL & Departement Aard- en Omgevingswetenschappen, K.U.Leuven., 30pp.
- De Meyer, S.E., Van Hoorde, K., Vekeman, B., Braeckman, T. & Willems, A. (2011b) Genetic diversity of rhizobia associated with indigenous legumes in different regions of Flanders (Belgium). *Soil Biology and Biochemistry* 43, 2384–2396.
- De Smedt, P. (2005) *Verkennen van de toekomst met scenario's*. Studiedienst van de Vlaamse Regering, 68pp.
- Decleer, K., Wouters, J., Jacobs, S., Staes, J., Spanhove, T., Meire, P. & van Diggelen, R. (2016) Mapping wetland loss and restoration potential in Flanders (Belgium): an ecosystem service perspective. *Ecology and Society* 21.
- Demolder, H., Schneiders, A., Spanhove, T., Maes, D., Van Landuyt, W. & Adriaens, T. (2014) *Hoofdstuk 4 - Toestand biodiversiteit. (INBO.R.2014.6194611)*. In Stevens, M. et al. (eds.), *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 81pp.
- Departement Omgeving (2018) *Strategische Visie Beleidsplan Ruimte Vlaanderen. VR 2018 2007 DOC.0797/3BIS*. Departement Omgeving, Brussel, 93pp.
- Departement Ruimte Vlaanderen (2011) *Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen. Gecoördineerde versie 2011*. Departement Ruimte Vlaanderen, Brussel, 493pp.
- Doick, K. & Hutchings, T. (2013) *Air temperature regulation by urban trees and green infrastructure*. Forestry Commission, UK, 10pp.
- Dolman, H., Moors, E., Elbers, J., Snijders, W. & Hamaker, P. (2000) *Het waterverbruik van bossen in Nederland*. Alterra, Wageningen, 31pp.
- Dondina, O., Kataoka, L., Orioli, V. & Bani, L. (2016) How to manage hedgerows as effective ecological corridors for mammals: A two-species approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 231, 283–290.
- Dumortier, M., De Bruyn, L., Hens, M., Peymen, J., Schneiders, A., Van Daele, T. & Van Reeth, W. (2009) *Natuurverkenning 2030. Natuurrapport Vlaanderen, NARA 2009. Mededeling van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 224pp.
- EC (2013) *Groene Infrastructuur (GI) - Versterking van Europa's natuurlijke kapitaal. Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's, COM(2013)249*. Europese Commissie, Brussel, 13pp.
- EEA (2011) *Landscape fragmentation in Europe. Joint EEA-FOEN report*. European Environment Agency, Copenhagen, 89pp.
- EEA (2015) *Landbouw en klimaatverandering. Signalen 2015 - Leven in een veranderend klimaat*. European Environment Agency, Copenhagen, 10pp.
- Egerer, M.H., Arel, C., Ootshi, M.D., Quistberg, R.D., Bichier, P. & Philpott, S.M. (2017) Urban arthropods respond variably to changes in landscape context and spatial scale. *Journal of Urban Ecology* 3, 1–10.
- Ellison, D. (2018) *Background Analytical Study 2. Forests and Water*. 45pp.
- Ellison, D., Morris, C.E., Locatelli, B., Sheil, D., Cohen, J., Murdiyarto, D., Gutierrez, V., Noordwijk, M. van, Creed, I.F., Pokorny, J., Gaveau, D., Spracklen, D.V., Tobella, A.B., Ilstedt, U., Teuling, A.J., Gebrehiwot, S.G., Sands, D.C., Muys, B., Verbist, B., Springgay, E., Sugandi, Y. & Sullivan, C.A. (2017) Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change* 43, 51–61.
- Engelen, G., Poelmans, L., Uljee, I., De Kok, J. & Van Esch, L. (2011a) *De Vlaamse Ruimte in 4 Wereldbeelden (eindrapport)*. VITO, Mol, 170pp.
- Engelen, G., Van Esch, L., Uljee, I., De Kok, J., Poelmans, L., Gobin, A. & Van der Kwast, H. (2011b) *RuimteModel: Ruimtelijk-dynamisch model voor Vlaanderen, Eindrapport. Studie uitgevoerd in opdracht van Steunpunt Ruimte en Wonen*. VITO, Mol, 256pp.
- Eskeland, G. & Harrison, A. (2003) Moving to greener pastures? Multinationals and the pollution haven hypothesis. *Journal of development economics* 70, 1–23.
- van Etten, J. (2018) Distances and Routes on Geographical Grids. R package version 1.2-2, URL <https://CRAN.R-project.org/package=gdistance>.
- Fahrig, L. (2003) Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34, 487–515.
- FAO (1996) Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action: World Food Summit, 13-17 November 1996, Rome, Italy. In: FAO, Rome, pp. 43.
- Federaal Planbureau en Algemene Directie Statistiek (2017) *Demografische vooruitzichten 2016-2060, Bevolking, huishoudens en prospectieve sterftequotienten*. Federaal Planbureau, Brussel, 44pp.
- Federaal Planbureau en Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Verkeer (2015) *Vooruitzichten van de*

- transportvraag in België tegen 2030*. Federaal Planbureau, Brussel, 110pp.
- Filoso, S., Bezerra, M.O., Weiss, K.C.B. & Palmer, M.A. (2017) Impacts of forest restoration on water yield: A systematic review. *PLoS one* 12, e0183210.
- Folke, C. (2006) Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16, 253–267.
- Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. & Rockstrom, J. (2010) Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15, Article 20.
- Gunawardena, K.R., Wells, M.J. & Kershaw, T. (2017) Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *The Science of the total environment* 584–585, 1040–1055.
- Haase, D., Kabisch, S., Haase, A., Andersson, E., Banzhaf, E., Barã³, F., Brenck, M., Fischer, L.K., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Krellenberg, K., Kremer, P., Kronenberg, J., Larondelle, N., Mathey, J., Pauleit, S., Ring, I., Rink, D., Schwarz, N. & Wolff, M. (2017) Greening cities - To be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities. *Habitat International* 64, 41–48.
- Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., Gonzalez, A., Holt, R.D., Lovejoy, T.E., Sexton, J.O., Austin, M.P., Collins, C.D., Cook, W.M., Damschen, E.I., Ewers, R.M., Foster, B.L., Jenkins, C.N., King, A.J., Laurance, W.F., Levey, D.J., Margules, C.R., Melbourne, B.A., Nicholls, A.O., Orrock, J.L., Song, D.-X. & Townshend, J.R. (2015) Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances* 1, e1500052.
- Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S. & Frumkin, H. (2014) Nature and health. *Annual review of public health* 35, 207–228.
- Hefting, M.M., van den Heuvel, R.N. & Verhoeven, J.T.. (2013) Wetlands in agricultural landscapes for nitrogen attenuation and biodiversity enhancement: Opportunities and limitations. *Ecological Engineering* 56, 5–13.
- Hendrix, R., Liekens, I., De Nocker, L., Vranckx, S., Janssen, S., Lauwaet, D., Brabers, L. & Broekx, S. (2015) *Waardering van ecosysteemdiensten in een stedelijke omgeving, een handleiding. Studie in opdracht van LNE en ANB*. VITO, Mol, 148pp.
- Hodgson, D., McDonald, J.L. & Hosken, D.J. (2015) What do you mean, “resilient”? *Trends in ecology & evolution* 30, 503–506.
- Hodgson, J.A., Moilanen, A., Wintle, B.A. & Thomas, C.D. (2011) Habitat area, quality and connectivity: striking the balance for efficient conservation: Area, quality and connectivity. *Journal of Applied Ecology* 48, 148–152.
- IDEA Consult (2014) *Tevredenheid over milieugerelateerde leefkwaliteit. Studie in opdracht van het Beleidsdomein Leefmilieu, Natuur en Energie*. IDEA Consult, Brussel, 191pp.
- IPBES (2018) *Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. M. Fischer, M. Rounsevell, A. Torre-Marín, Rando, A. Mader, A. Church, M. Elbakidze, V. Elias, T. Hahn, P. Harrison, J. Hauck, B. Martín-López, I. Ring, C. Sandström, I. Sousa Pinto, P. Visconti, N. Zimmermann, and M. Christie (Eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany, 48pp.
- Klaus, F., Bass, J., Marholt, L., Müller, B., Klatt, B. & Kormann, U. (2015) Hedgerows Have a Barrier Effect and Channel Pollinator Movement in the Agricultural Landscape. *Journal of Landscape Ecology* 8, 22–31.
- Knapp, S. & van der Heijden, M.G.A. (2018) A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture. *Nature Communications* 9, 3632.
- Lauwaet, D., De Ridder, K., Maiheu, B., Hooyberghs, H. & Lefebvre, F. (2018) *Uitbreiding en validatie indicator hitte-eilandeffect, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2018/01*. VITO, 136pp.
- Lepczyk, C.A., Aronson, M.F.J., Evans, K.L., Goddard, M.A., Lerman, S.B. & MacIvor, J.S. (2017) Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Understanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation. *BioScience* 67, 799–807.
- Letten, S., Demolder, H. & Daele, T.V. (2014) *Hoofdstuk 24 - Ecosysteemdienst regulatie van het globaal klimaat (INBO.R.2014.1993545)*. In Stevens, M. et al. (eds.), *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en eco- systeemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 99pp.
- Liekens, I., Smeets, N., Staes, J., Van der Biest, K., De Nocker, L. & Broekx, S. (2013) *Waardering van ecosysteemdiensten, een handleiding. Studie in opdracht van LNE, afdeling milieu-, natuur- en energiebeleid. Digitale versie maart 2018*. LNE, Brussel, 173pp.
- Lin, B.. (2011) Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *Bioscience* 61, 183–193.
- Lokers, R., Coninx, I., Willems, P., de Groot, H. & Staritsky, I. (2018) *Klimaatportaal Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, dienst Hoogwaterbeheer en dienst Milieureportering, AOW&MIRA/2018/02*. Wageningen Environmental Research/KU Leuven
- Loreau, M. & de Mazancourt, C. (2013) Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms. *Ecology letters* 16 Suppl 1, 106–115.
- Luyssaert, S., Schulze, E.D., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B.E., Ciais, P. & Grace, J. (2008) Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455, 213–215.

- Maes, J. & Jacobs, S. (2017) Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development: Europe's sustainable development. *Conservation Letters* 10, 121–124.
- Marshall, M.R., Francis, O.J., Frogbrook, Z.L., Jackson, B.M., McIntyre, N., Reynolds, B., Solloway, I., Wheeler, H.S. & Chell, J. (2009) The impact of upland land management on flooding: results from an improved pasture hillslope. *Hydrological Processes* 23, 464–475.
- Martin, T.G., Burgman, M.A., Fidler, F., Kuhnert, P.M., Low-Choy, S., McBride, M. & Mengersen, K. (2012) Eliciting expert knowledge in conservation science. *Conservation Biology* 26, 29–38.
- Meersmans, J., De Ridder, F., Canters, F., De Baets, S. & Van Molle, M. (2008) A multiple regression approach to assess the spatial distribution of Soil Organic Carbon (SOC) at the regional scale (Flanders, Belgium). *Geoderma* 143, 1–13.
- Mentens, J., Raes, D. & Hermy, M. (2006) Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning* 77, 217–226.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 137 pp.
- Misselhorn, A., Aggarwal, P., Ericksen, P., Gregory, P., Horn-Phathanothai, L., Ingram, J. & Wiebe, K. (2012) A vision for attaining food security. Current Opinion in Environmental Sustainability. *Current opinion in environmental sustainability* 4, 7–17.
- Neiryck, J. & Stevens, M. (2014) Hoofdstuk 19 - Ecosysteemdienst regulatie van luchtkwaliteit. (INBO.R.2014.1986607). In Stevens, M. et al. (eds.), *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport*. 62pp.
- Nelissen, V., Van Gossum, P., Reubens, B., Ruyschaert, G., D'Hose, T., Pardon, P. & Van Vooren, L. (2016) Hoofdstuk 7: Maatregelen om het ESD-aanbod van landbouw te verhogen (INBO.R.2016.12342977). In: Van Gossum P., Alaerts K., Michels H., Schneiders A., Stevens M., Van Reeth W., Vught I. (editors). *Natuurrapport - Samenwerken met landschappen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*. INBO.M.201612342456. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 54pp.
- Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K.N., Rusch, G.M., Waylen, K.A., Delbaere, B., Haase, D., Jones-Walters, L., Keune, H., Kovacs, E., Krauze, K., Külvik, M., Rey, F., van Dijk, J., Vistad, O.I., Wilkinson, M.E. & Wittmer, H. (2017) The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *The Science of the total environment* 579, 1215–1227.
- Nieuwenhuijsen, M.J., Khreis, H., Triguero-Mas, M., Gascon, M. & Davvand, P. (2017) Fifty Shades of Green: Pathway to Healthy Urban Living. *Epidemiology* 28, 63–71.
- Nisbet, T. (2005) *Forestry Commission Information Note: Water use by trees*. Forestry Commission, Edinburgh, 8pp.
- Notebaert, B., Govers, G., Verstraeten, G., Van Oost, K., Ruyschaert, G., Poesen, J. & Van Rompaey, A. (2006) *Verfijnde erosiekaart Vlaanderen. Studie in opdracht van de dienst Land en Bodembescherming*. KUL, Onderzoeksgroep Fysische en Regionale Geografie, 53pp.
- Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A. & Greenfield, E. (2014) Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution* 193, 119–129.
- O'Connell, P., Ewen, J., O'Donnell, G. & Quinn, P. (2007) Is there a link between agricultural land-use management and flooding? *Hydrology and Earth System Sciences* 11, 96–107.
- Oliver, T., Hear, M., Isaac, N.J., Roy, D., Procter, D., Eigenbrod, F., Freckleton, R., Hector, A., Orme, C.D., Petchey, O., Proença, V., Raffaelli, D., Suttle, K., Mace, G., Martín-López, B., Woodcock, B. & Bullock, J. (2015a) Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution* 30, 673–684.
- Oliver, T., Isaac, N., August, T., Woodcock, B., Roy, D. & Bullock, J. (2015b) Declining resilience of ecosystem functions under biodiversity loss. *Nature communications* 6, 10122.
- Oliver, T.H., Brereton, T. & Roy, D.B. (2013) Population resilience to an extreme drought is influenced by habitat area and fragmentation in the local landscape. *Ecography* 36, 579–586.
- Onwuegbuzie, A.J. & Johnson, R.B. (2006) The validity issue in mixed research. *Research in the Schools* 13, 48–63.
- Ordonez, N., Seidl, M.F., Waalwijk, C., Drenth, A., Kilian, A., Thomma, B.P.H.J., Ploetz, R.C. & Kema, G.H.J. (2015) Worse Comes to Worst: Bananas and Panama Disease--When Plant and Pathogen Clones Meet. *PLoS pathogens* 11, e1005197.
- Ostrom, E. (2010) Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change* 20, 550–557.
- Paelinckx, D., Sannen, K., Goethals, V., Louette, G., Rutten, J. & Hoffmann, M. (2009) *Gewestelijke doelstellingen voor de habitats en soorten van de Europese Habitat- en Vogelrichtlijn voor Vlaanderen*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 669pp.
- Pascual-Hortal, L. & Saura, S. (2006) Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* 21, 959–967.
- Pereira, L. & Ruysenaar, S. (2012) Moving from traditional government to new adaptive governance: the changing face of food security responses in South Africa. *Food security* 4, 41–58.

- Poelmans, L. (2016) *Landgebruiksbestand voor Vlaanderen, referentiejaar 2013*. VITO, Mol, 81pp.
- Poelmans, L., Van der Meulen, M., Vermeiren, K., Engelen, G., Adriaens, D. & Vandegehuchte, M. (2015) *ZoekZoneModel: Technische beschrijving. Rapport 2015/RMA/R/0382 Vertrouwelijk*. VITO, Mol
- Pukkala, T. (2017) Does management improve the carbon balance of forestry? *Forestry* 90, 125–135.
- Renard, K.G., Yoder, D.C., Lightle, D.T. & Dabney, S.M. (2011) Universal Soil Loss Equation and Revised Universal Soil Loss Equation. In: *Handbook of Erosion Modelling: Morgan/Handbook of Erosion Modelling*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 135–167.
- Ries, L. & Sisk, T.D. (2004) A predictive model of edge effects. *Ecology* 85, 2917–2926.
- van Rooij, S., van der Sluis, T. & Steingröver, E.. (2003) *Networks for LIFE: development of an ecological network for Persiceto (Emilia-Romagna, Italy). Report 729*. Alterra, Wageningen, 65pp.
- Sala, O.. & Paruelo, J.. (1997) Ecosystem services in grasslands. In: G. . Daily (Ed), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, DC.
- Sandelowski, M. (2001) Real qualitative researchers do not count: the use of numbers in qualitative research. *Research in nursing & health* 24, 230–240.
- Schneiders, A., De Reu, J. & Wils, C. (2018a) *Natuurverkenning 2050. Fragmentatie-indicator voor Vlaanderen. Technisch achtergronddocument*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 20pp.
- Schneiders, A. & Müller, F. (2017) Chapter 2.2 A natural base for ecosystem services. In: B. Burkhard and J. Maes (Eds), *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers, Sofia.
- Schneiders, A., Spanhove, T., Breine, J. & Zomlot, Z. (2014) *Hoofdstuk 22 - Ecosysteemdienst regulering overstromingsrisico (INBO.R.2014.2001135)*. In Stevens, M. et al. (eds.), *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 91pp.
- Schneiders, A., Van Daele, T., Wils, C. & Van Landuyt, W. (2018b) *Natuurverkenning 2050. Modelling soortenrijkdom planten. Technisch achtergronddocument*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, xxpp.
- Schrama, M., de Haan, J., Kroonen, M., Verstegen, H. & Van der Putten, W.. (2018) Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 256, 123–130.
- Smith, J., Smith, P., Wattenbach, M., Zaehle, S., Hiederer, R., Jones, R.J., Montanarella, L., Rounsevell, M.D., Reginster, I. & Ewert, F. (2005) Projected changes in mineral soil carbon of European croplands and grasslands, 1990–2080. *Global change biology* 11, 2141–2152.
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D’Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B.L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S.J., Herrero, M., Carlson, K.M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L.J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H.C.J., Tilman, D., Rockström, J. & Willett, W. (2018) Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature* 562, 519–525.
- Stevens, M., Demolder, H., Jacobs, S., Michels, H., Schneiders, A., Simoens, I., Spanhove, T., Van Gossum, P., Van Reeth, W. & Peymen, J. (2014) *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Syntheserapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2014.1988666*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 80 pp.
- Tabari, H., Taye, M.. & Willems, P. (2014) *Bijsturing van de Vlaamse klimaatscenario's voor hydrologische en hydrodynamische impactanalyse inclusief hydrologische extremen. Studie uitgevoerd in opdracht van de Afdeling Operationeel Waterbeheer van de Vlaamse Milieumaatschappij en MIRA 2014*. KUL, Afdeling Hydraulica, 106pp.
- Tanner, T., Lewis, D., Wrathall, D., Bronen, R., Cradock-Henry, N., Huq, S., Lawless, C., Nawrotzki, R., Prasad, V., Rahman, M.A., Alaniz, R., King, K., McNamara, K., Nadiruzzaman, M., Henly-Shepard, S. & Thomalla, F. (2015) Livelihood resilience in the face of climate change. *Nature Climate Change* 5.
- Termeer, C., Dewulf, A., Rijswick, H. van, Buuren, A. van, Huitema, D., Meijerink, S., Rayner, T. & Wiering, M. (2011) The regional governance of climate adaptation: A framework for developing legitimate, effective, and resilient governance arrangements. *Climate Law* 2, 159–179.
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S. & Mosseler, A. (2009) *Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change: a synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Technical Series no. 43. 1-67*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- Timpane-Padgham, B.L., Beechie, T. & Klinger, T. (2017) A systematic review of ecological attributes that confer resilience to climate change in environmental restoration. *PLoS one* 12, e0173812.
- T’Jollyn, F., Bosch, H., Demolder, H., De Saeger, S., Leyssen, A., Thomaes, A., Wouters, J., Paelinckx, D. & Hoffmann, M. (2009) *Ontwikkeling van criteria voor de beoordeling van de lokale staat van instandhouding van de Natura 2000 habitattypen: Versie 2.0*. INBO: Brussel.
- Torné, J. & Saura, S. (2013) Conefor 2.7.1 - Command line version 1.0.21 - www.conefor.org.
- UN (2015) *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1*. United Nation, General Assembly, New York
- Uphoff, N. (1992) *Local institutions and participation for sustainable development. IIED Gatekeeper Series, No. 31*. IIED, London, 16pp.

- Van der Biest, K., Van Gossum, P., Struyf, E. & Van Daele, T. (2014) *Hoofdstuk 21: Ecosysteemdienst regulatie van erosierisico*. In: Stevens M., Demolder H., Jacobs S., Schneiders A., Van Gossum P., Van Reeth W., Peymen J. (editors). *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch Rapport*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 50pp.
- Van Gossum, P., Danckaert, S. & Spanhove, T. (0) *Hoofdstuk 11 - Ecosysteemdienst voedselproductie*. (INBO.R.2014.1987588). In Stevens, M. et al. (eds.), *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport*. 105pp.
- Van Gossum, P., Schneiders, A., Alaerts, K., Van Reeth, W., Michels, H., Stevens, M. & Vught, I. (2018) *Natuurverkenning 2050. Hoofdstuk 4: Vier kijkrichtingen in verhaal en beeld*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 95pp.
- Van Herzele, A., Wiedemann, T., Van Overmeire, M., Claes, I. & van Walsum, I. (2000) Stedelijk milieu. In: MIRA-S (Ed), *Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: scenario's*. Vlaamse Milieumaatschappij.
- Van Kerckvoorde, A. & Van Reeth, W. (2014) *Hoofdstuk 14 - Ecosysteemdienst productie van energiegewassen*. (INBO.R.2014.1987641). In Stevens, M. et al. (eds.), *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 98pp.
- Van Landuyt, W., Hoste, I., Vanhecke, L., Van den Bremt, P., Vercruyse, W. & De Beer, D. (2006) *Atlas van de Flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest*. Instituut voor natuur- en bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België & Flo.Wer.
- Van Lipzig, N. & Willems, P. (2014) *Actualisatie en verfijning klimaatscenario's tot 2100 voor Vlaanderen. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA*. KUL / KMI, 88pp.
- Van Reeth, W., Alaerts, K., Stevens, M., De Keersmaeker, L., Van Gossum, P. & Verachtert, E. (2016) *Hoofdstuk 4 – Landgebruiksveranderingen waarden in Vlaanderen* (INBO.R.2016.12342907). In Van Gossum, et al. (eds.), *Natuurrapport - Aan de slag met ecosysteemdiensten. Technisch rapport*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 138pp.
- Van Steertegeem, M. ed. (2009) *Milieuverkenning 2030. Milieurapport Vlaanderen*. VMM, Aalst, 384pp.
- Vande Walle, I., Van Camp, N., Perrin, D., Lemeur, R., Verheyen, K., Van Wesemael, B. & Laitat, E. (2005) Growing stock-based assessment of the carbon stock in the Belgian forest biomass. *Annals of Forest Science* 62, 853–864.
- Vandekerkhove, K., Keersmaeker, L.D. & Demolder, H. (2014) *Hoofdstuk 13 - Ecosysteemdienst houtproductie*. (INBO.R.2014. 1993289). In Stevens, M. et al. (eds.), *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 75pp.
- Verachtert, E., Poelmans, L. & Van der Meulen, M. (2017) *Recreatiescenario's. Studie uitgevoerd in opdracht van INBO*. VITO, Mol, 43pp.
- Verhoeve, A., Dewaelheyens, V., Kerselaers, E., Rogge, E. & Gulinck, H. (2015) Virtual farmland: Grasping the occupation of agricultural land by non-agricultural land uses. *Land Use Policy* 42, 547–556.
- Verstraeten, A., Sioen, G., Neiryneck, J., Roskams, P. & Hens, M. (2012) *Bosgezondheid in Vlaanderen bosvitaliteitsinventaris, meetnet Intensieve Monitoring Bosccosystemen en meetstation luchtverontreiniging. Resultaten 2010-2011*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 64pp.
- Vlaamse Regering (2016) *Visie 2050. Een langetermijnstrategie voor Vlaanderen*. Vlaamse Regering, 105pp.
- VLM (2012) *Normen en richtwaarden 2013*. Vlaamse Landmaatschappij, Brussel, 22pp.
- VLM (2017) *Mestrapport 2015*. Vlaamse Landmaatschappij, Brussel, 193pp.
- VMM (2014) *Megatrends: ingrijpend, maar ook ongrijpbaar? Hoe beïnvloeden ze het leefmilieu in Vlaanderen. MIRA Toekomstverkenning 2014*. Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, 152pp.
- VMM (2018a) *Fysisch-chemische kwaliteit oppervlaktewater 2017*. Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, 20pp.
- VMM (2018b) *Impact van klimaatverandering op meteorologische droogte in Vlaanderen*. Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, 44pp.
- VMM (2018c) *Jaarrapport Lucht. Emissies 2000-2016 en luchtkwaliteit 2017*. Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, 650pp.
- Vos, P.E.J., Maiheu, B., Vankerkom, J. & Janssen, S. (2013) Improving local air quality in cities: to tree or not to tree? *Environmental Pollution* 183, 113–122.
- Vrebos, D., Staes, J., Bennetsen, E., Broekx, S., De Nocker, L., Gabriels, K., Goethals, P., Hermy, M., Liekens, I., Marsboom, C., Ottoy, S., Van der Biest, K., van Orshoven, J. & Meire, P. (2017) *ECOPLAN-SE: Ruimtelijke analyse van ecosysteemdiensten in Vlaanderen, een Q-GIS plugin, Versie 1.0*. Universiteit Antwerpen, 141pp.
- Vught, I., Alaerts, K., Michels, H., Schneiders, A., Stevens, M., Van Gossum, P. & Van Reeth, W. (2018) *Natuurverkenning 2050. Hoofdstuk 3: Drijvende krachten en uitdagingen*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 61pp.
- Watts, K., Eycott, A.E., Handley, P., Ray, D., Humphrey, J.W. & Quine, C.P. (2010) Targeting and evaluating biodiversity conservation action within fragmented landscapes: an approach based on generic focal species and least-cost networks. *Landscape Ecology* 25, 1305–1318.

- Wickham, H., Chang, W. & Henry, L. (2018) Create elegant data visualisations using the grammar of graphics. R package version 3.1.0., URL <http://ggplot2.tidyverse.org>.
- Williams, N.S.G., Lundholm, J. & Scott MacIvor, J. (2014) FORUM: Do green roofs help urban biodiversity conservation? R. Fuller (Ed). *Journal of Applied Ecology* 51, 1643–1649.
- Willis, K.J. & Petrokofsky, G. (2017) The natural capital of city trees. *Science* 356, 374–376.
- Wilson, M.C., Chen, X.-Y., Corlett, R.T., Didham, R.K., Ding, P., Holt, R.D., Holyoak, M., Hu, G., Hughes, A.C., Jiang, L., Laurance, W.F., Liu, J., Pimm, S.L., Robinson, S.K., Russo, S.E., Si, X., Wilcove, D.S., Wu, J. & Yu, M. (2015) Habitat fragmentation and biodiversity conservation: key findings and future challenges. *Landscape Ecology* 31, 219–227.
- Wolton, R., Pollard, K., Goodwin, A. & Norton, L. (2014) *Regulatory services delivered by hedges: the evidence base. Report of Defra project LM0106*. 99pp.
- World Economic Forum (2018) *The Global Risks Report 2018, 13th Edition*. World Economic Forum, 70pp.
- Wouters, J., Declerck, K., Vanderhaeghe, F. & Hens, M. (2013) *PotNat, een GIS-tool voor het bepalen van de abiotische kansrijkdom van natuurtypen. Deel 1: Methodologie. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (rapportnr. INBO.R.2013.1042214)*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 173pp.
- Yang, J., Yu, Q. & Gong, P. (2008) Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment* 42, 7266–7273.

Bijlage 1: Ruimtelijke principes

Tabel B1: Ruimtelijke principes voor de uitwerking van de kijkrichtingen met het RuimteModel Vlaanderen.

	De culturele identiteit versterken	De natuur haar weg laten vinden	De stroom van de economie benutten	Samenwerken met de natuur
<p>1) Biodiversiteitsverlies tegengaan</p> <ul style="list-style-type: none"> - ruimte voor biodiversiteit creëren - versnippering tegengaan - drukken op biodiversiteit verminderen 	<p>- natuurontwikkeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> * bos: uitbreiding van netto 10.000 ha ivf (1) het verbinden en vergroten oude bossen in traditioneel bosrijke regio's en (2) het behalen van huidige Europese doelen binnen speciale beschermingszones. Waar open landschappen primeren is omzetting van bos in andere natuurtypes mogelijk. Behoud: oude bossen, bosreservaten, bos in natuurreservaten. Nieuwe bossen zijn loofbossen. * heide: binnen SBZ: behoud en uitbreiding volgens huidige Europese doelen. Buiten SBZ: behoud in traditioneel heidelandschap en uitbreiding van relicten tot minimumoppervlakte van 25 tot 50 ha, afhankelijk van de geografische streek * (half)natuurlijk grasland: binnen SBZ: uitbreiding volgens huidige Europese doelen. Buiten SBZ: uitbreiding op akker in overstromingsgevoelig gebied (overstromingskans eens om de 10 jaar). Behoud: wettelijk beschermde poldergraslanden, graslanden in huidige natuurgebieden. Bescherming waar mogelijk: biologisch waardevolle permanente graslanden en graslanden in traditioneel open landschappen of culturele relicten. * moeras: binnen SBZ: uitbreiding volgens Europese doelen. Buiten SBZ: behoud bestaand open moeras ivf karakteristieke soorten * slikken en schorren: behoud, tenzij waar het Sigmaplan anders voorziet * duinen: binnen SBZ: uitbreiding oppervlakte volgens huidige Europese doelen, maar zowel bos- als stuifduinvorming worden tegengegaan. Buiten SBZ: uitbreiding waar duinbodem - behoud huidige houtige kleine landschapselementen (KLE's) in grasland of akker en uitbreiding tot 10% van de oppervlakte waar dit aansluit bij het traditionele landschapspatroon - ontwikkeling landschapsparken (voor 1/3 bebost) rond centrumsteden, volgens stadsgroencriteria (elke inwoner min 60ha, binnen 3,2km) en in de buurt van kasteelparken, forten, monumenten - inzet op buurt- en wijkgroen in de stad (zie 2)) - afbraak lintbebouwing waar 80 % open ruimte rondom 	<p>- natuurontwikkeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> * bos: in overstromingsgevoelige delen van valleien (overstromingskans 1 op 1000 jaar) worden alle niet-bebouwde percelen bebost, behalve in de getijdenzone van de waterlopen. Buiten de valleien: uitbreiding oude bossen en bossen in SBZ tot minstens 150 - 250 ha, zodat ze zichzelf in stand kunnen houden. Prioritaire inzet op het verbinden van de bestaande bossen, andere natuur moet daarvoor wijken. Uitheemse populier- en naaldbossen worden omgevormd tot inheemse loofbossen. Nieuwe bossen zijn loofbossen. * heide: enkel in stand gehouden waar bebossing niet samengaat met menselijke activiteiten (militaire domeinen en vliegvelden). Elders ingenomen door bos (zie boven), of evolutie naar verboste complexen. * (half)natuurlijk grasland: enkel in stand gehouden waar bebossing niet samengaat met menselijke activiteiten (militaire domeinen en vliegvelden). Elders ingenomen door bos (zie boven), of evolutie naar verboste complexen. * moeras: wordt moerasbos * slikken en schorren: behoud huidige slikken en schorren en uitbreiding in de getijdenzone van de waterlopen * duinen: behoud huidige duinen en uitbreiding potentie door afbraak lage densiteitsbebouwing, militaire infrastructuur of recreatiegebied op duingrond. Duinvorming vindt plaats waar er contact is tussen zee en land en er zich grote duingebieden landinwaarts bevinden, elders ontstaat loofbos. - behoud huidige houtige KLE's enkel op halfnatuurlijk grasland - ontwikkeling van groene vingers die doordringen tot diep in de stad (zie 2)) - intensieve groendaken waar nodig om groenzones in de stad te verbinden - afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelige zones van valleien en op duingrond 	<p>- natuurontwikkeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> * bos: netto 10.000 ha bosuitbreiding ivf (1) het bufferen of verbinden van bestaand bos, (2) de realisatie van de huidige Europese natuurdoelen binnen SBZ of (3) de aanleg van stadsbossen, op percelen die landbouw zo veel mogelijk sparen. De operationele uitvoeringsprogramma's van het AGNAS-proces zijn richtinggevend. Behoud: oude bossen in eigendom van ANB, bosreservaten, bos in natuurreservaten. Nieuwe bossen zijn loofbossen. * heide: binnen SBZ: behoud en uitbreiding volgens huidige Europese doelen, vanwege belang voor toerisme. Buiten SBZ: omzetten in productiebos * (half)natuurlijk grasland: binnen SBZ: behoud en uitbreiding volgens huidige Europese doelen waar die haalbaar zijn met begrazing. Buiten SBZ: omzetten in productiegrasland. * moeras: binnen SBZ: behoud voor rietooft en bescherming veengronden. Buiten SBZ: wordt moerasbos. * slikken en schorren: behoud, tenzij waar het Sigmaplan anders voorziet. * duinen: binnen SBZ: behoud en uitbreiding volgens huidige Europese doelen. Buiten SBZ: wordt recreatiegebied. - behoud huidige houtige KLE's in grasland of akker en uitbreiding tot 10% van de oppervlakte op sterk erosiegevoelige landbouwpercelen. 	<p>- natuurontwikkeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> * bos: uitbreiding van minstens 10.000 ha ivf (1) de realisatie van de huidige Europese natuurdoelen binnen SBZ, (2) bescherming van alle sterk erosiegevoelige landbouwpercelen die van belang zijn voor waterretentie, (3) de buffering van woonkernen tegen geluidsoverlast van snelwegen en (4) de aanleg van stadsbossen nabij grote woonkernen (60 - 200 ha, afhankelijk van het inwonersaantal). Behoud: oude bossen in eigendom van ANB, bosreservaten, bos in natuurreservaten, bossen binnen 5 km van stedelijke centra, bossen in overstromingsgevoelige zones (overstromingskans van eens op 10 jaar), bossen langs autostrades en bossen nabij bedrijventerreinen. Nieuwe bossen zijn loofbossen, naaldbossen worden omgevormd tot gemengde bossen. * heide: behoud en uitbreiding volgens huidige Europese doelen * (half)natuurlijk grasland: behoud en uitbreiding volgens huidige Europese doelen. Uitbreiding op landbouwgrond in overstromingsgevoelige zones zonder moeraspotentie. * moeras: behoud en uitbreiding waar natuurlijke potentie en geen bos of bebouwing * slikken en schorren: behoud, tenzij waar het Sigmaplan anders voorziet * duinen: behoud en uitbreiding volgens huidige Europese doelen. Extra duinen voor de ganse bebouwde kustlijn als bescherming. - behoud huidige houtige KLE's in grasland of akker en uitbreiding tot 10% van de totale landbouwoppervlakte - inzet op buurt- en wijkgroen in de stad (zie 2)) - afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelige zones

	De culturele identiteit versterken	De natuur haar weg laten vinden	De stroom van de economie benutten	Samenwerken met de natuur
<p>2) Een gezonde werk-/leefomgeving garanderen</p> <ul style="list-style-type: none"> - luchtkwaliteit verbeteren - ruimte voor buitenactiviteiten creëren - hittestress milderen 	<ul style="list-style-type: none"> - intensieve groendaken op publieke gebouwen in stedelijk gebied, extensieve groendaken op residentiële en industriële gebouwen in stedelijk gebied - inzet op groen op wandelafstand (buurt- en wijkgroen: elke inwoner min 1 - 10 ha groen binnen 400 - 800 m) in de stad via behoud van parken, groenontwikkeling op braakliggende terreinen, verwaarloosde, leegstaande panden, verontreinigde gronden die wachten op sanering, onbebouwde woon(uitbreidings)zones, en openstelling van tuinen en intensieve groendaken van publieke instellingen - inzet op nabij stadsgroen voor sport- en ontspanning (zie 1)) 	<ul style="list-style-type: none"> - inzet op groene vingers in de stad via behoud van parken en natuurontwikkeling op grote (overkapte of afgebroken) boulevards bij centrumsteden, braakliggende terreinen, verwaarloosde, leegstaande panden, verontreinigde gronden die wachten op sanering en onbebouwde woon(uitbreidings)zones. - intensieve groendaken in stedelijk en randstedelijk gebied waar nodig om zulke groenzones te verbinden 	<ul style="list-style-type: none"> - extensieve groendaken in stedelijk en randstedelijk gebied - inzet op groen in de stad via behoud parken en nieuwe harde ontwikkelingen met ruime groenvoorziening. - uitbreiding recreatienatuur voor sport- en ontspanning 	<ul style="list-style-type: none"> - intensieve groendaken op publieke gebouwen in stedelijk gebied, extensieve groendaken op residentiële en industriële gebouwen in stedelijk gebied - inzet op groen op wandelafstand (buurt- en wijkgroen: elke inwoner min 1 - 10 ha groen binnen 400 - 800 m) in de stad via behoud van parken, groenontwikkeling op braakliggende terreinen, verwaarloosde, leegstaande panden, verontreinigde gronden die wachten op sanering, onbebouwde woon(uitbreidings)zones, en openstelling van tuinen en intensieve groendaken van publieke instellingen - inzet op nabij stadsbos voor sport- en ontspanning (zie 1))
<p>3) Samen- en bewust leven</p> <ul style="list-style-type: none"> - voldoende kwaliteitsvolle woonruimte voorzien - veilige en kwaliteitsvolle mobiliteit voorzien - sociale cohesie verhogen 	<ul style="list-style-type: none"> - verdichting van kernen, geen hoogbouw in historische centra (max 500 inw/ha in stad en randstad, 250 inw/ha in landelijk gebied) - lintbebouwing, woonuitbreidingsgebieden en onbebouwd woongebied in open ruimte worden geschrapt ifv visuele aantrekkelijkheid - toegankelijke groene ruimte voor ontmoeting en ontspanning: buurt- en wijkgroen, stadsdeelgroen, natuurgebieden (zie 1) en 2)) 	<ul style="list-style-type: none"> - verdichting van kernen, hoogbouw toegelaten (max 1000 inw/ha) - woonuitbreidingsgebieden en onbebouwd woongebied worden geschrapt waar nodig voor natuurontwikkeling (zie 1)), afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelig gebied (kans op overstroming van eens in de 1000 jaar) - toegankelijke groene ruimte voor ontmoeting en ontspanning: groene vingers, delen van natuurgebieden (zie 1) en 2)) - groothandel aan de stadsrand i.f.v. mobiliteit 	<ul style="list-style-type: none"> - verdichting van kernen, hoogbouw toegelaten (tot huidige max van 750 inw/ha) - lage densiteitsbebouwing met zicht op groen rond natuurgebieden - aangepaste, lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelig gebied toegelaten, tenzij in signaalgebied met bouwvrije opgave. - toegankelijke groene ruimte voor ontmoeting en ontspanning: natuur- en recreatiegebieden (zie 1) en 2)) 	<ul style="list-style-type: none"> - verdichting van kernen, hoogbouw toegelaten (max 500 inw/ha) - woonuitbreidingsgebieden en onbebouwd woongebied worden geschrapt waar nodig voor natuurontwikkeling (zie 1)), afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelig gebied (kans op overstroming van eens in de 10 jaar), urbanisatie spaart belangrijke infiltratiezones - toegankelijke groene ruimte voor ontmoeting en ontspanning: buurt- en wijkgroen, stadsbos, natuurgebieden (zie 1) en 2))
<p>4) Duurzaam gebruik hulpbronnen</p> <ul style="list-style-type: none"> - bodemkwaliteit verbeteren en bodemverlies tegengaan - bodemafbinding voorkomen en verminderen - waterkwaliteit en waterbeschikbaarheid verbeteren - voldoende ruimte voor hernieuwbare energievoorziening verzekeren 	<ul style="list-style-type: none"> - behoud huidige houtige kleine landschapselementen in grasland of akker en uitbreiding tot 10 % van de oppervlakte waar dit aansluit bij het traditionele landschapspatroon - bescherming en uitbreiding van de oppervlakte bos en natuur, ook langs rivieren (zie 1) - benuttingsgraad van houtproductie in lijn met de huidige, hoger voor KLE's (60 %) om onderhoudskosten te dekken, lager in SBZ (10 %), zoals huidige reservaten - verharding beperkt door afbraak lintbebouwing, verdichting en vergroening in steden (zie 1),2) & 3)), geen verdere bebouwing in overstromingsgevoelig gebied, uitbreiding industrie & groothandel alleen op bestaande bedrijventerreinen, graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040 	<ul style="list-style-type: none"> - bescherming en ruime uitbreiding van de totale oppervlakte bos en natuur, met prioriteit voor bosontwikkeling (zie 1) - ruime bosuitbreiding langs rivieren, inclusief moerasbos - preferentiële inname meest erosiegevoelige landbouwpercelen door bos - benuttingsgraad van houtproductie in lijn met de huidige reservaatgebieden (10 %), iets hoger in stedelijke en randstedelijke groengebieden en tuinen (30 %) - verharding beperkt door afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelige gebieden, verdichting en vergroening in steden (zie 1),2) & 3)), graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040, uitbreiding industrie & groothandel alleen op bestaande bedrijventerreinen, groothandel (hubs) ook op geplande terreinen in straal van 500 m rond stedelijk gebied, 	<ul style="list-style-type: none"> - behoud huidige houtige KLE's in grasland of akker en uitbreiding tot 10 % op sterk erosiegevoelige percelen - bescherming en uitbreiding van de oppervlakte bos en natuur, uitgenomen voor heide, halfnatuurlijk grasland en duinen buiten SBZ (zie 1) - toename benuttingsgraad van houtproductie (80 % voor bos, 60 % voor KLE's) tenzij in huidig natuurgebied, SBZ of reservaat (10 %) en in parken of tuinen (30 %) - verharding beperkt door verdichting en vergroening in steden (zie 1),2) & 3)), graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040, uitbreiding industrie & groothandel op bestaande en geplande bedrijventerreinen i.f.v. knooppuntwaarde 	<ul style="list-style-type: none"> - behoud huidige houtige KLE's in grasland of akker en uitbreiding tot 10 % van de totale landbouwoppervlakte - bescherming meest erosiegevoelige landbouwpercelen door bebossing of grasland - bescherming en uitbreiding van de oppervlakte bos en natuur (zie 1) - ruime uitbreiding moerasgebieden waar natuurlijke potentie - benuttingsgraad van houtproductie in lijn met de huidige, hoger voor KLE's (60 %) om onderhoudskosten te dekken, lager in SBZ (10 %), zoals huidige reservaten - verharding beperkt door afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelige gebieden, verdichting en vergroening in steden (zie 1),2) & 3)), graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040, uitbreiding industrie & groothandel op bestaande en geplande bedrijventerreinen - bescherming belangrijke infiltratie- en retentiezones

	De culturele identiteit versterken	De natuur haar weg laten vinden	De stroom van de economie benutten	Samenwerken met de natuur
<p>5) Omgaan met een veranderend klimaat</p> <ul style="list-style-type: none"> - kans op schade door overstroming verminderen - droogterisico verminderen - veerkracht van het ecosysteem verzekeren - klimaatmitigatie 	<ul style="list-style-type: none"> - overstromingsgebieden bevaarbare waterlopen: Sigmaphan uitgevoerd - in overstromingsgevoelige valleigebieden langs onbevaarbare waterlopen (overstromingskans eens op 10 jaar) worden landbouwteelten omgezet in grasland en natuurgebieden uitgebreid als in overeenstemming met traditionele landschapkenmerken - bestaande natuuroppervlakte aan kust blijft behouden en breidt licht uit - verharding beperkt door afbraak lintbebouwing, verdichting en vergroening in steden, geen verdere bebouwing in overstromingsgevoelig gebied, graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040 - bescherming en uitbreiding van de oppervlakte bos, natuur en houtige KLE's (zie 1)) 	<ul style="list-style-type: none"> - overstromingsgevoelige gebieden (overstromingskans eens op 1000 jaar): alle niet-bebouwde percelen worden bos of slikke/schorre in de getijdenezone - bestaande natuuroppervlakte aan kust blijft behouden en breidt uit (zie 1) - verharding beperkt door afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelige gebieden en duinen, en verdichting en vergroening in steden (zie 1),2) & 3)), graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040 - bescherming en uitbreiding van de totale oppervlakte bos en natuur, met prioriteit voor bosontwikkeling (zie 1)) 	<ul style="list-style-type: none"> - overstromingsgevoelige gebieden: signaalgebieden met bouwvrije opgave blijven gevrijwaard van bebouwing, Sigmaphan uitgevoerd - bestaande natuuroppervlakte aan de kust blijft behouden en breidt licht uit - verharding beperkt door verdichting en vergroening in steden (zie 1),2) & 3)), graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040 - bescherming en uitbreiding van de oppervlakte bos, natuur binnen SBZ en houtige KLE's (zie 1) 	<ul style="list-style-type: none"> - overstromingsgebieden bevaarbare waterlopen: Sigmaphan uitgevoerd - in overstromingsgevoelige valleigebieden langs onbevaarbare waterlopen (overstromingskans eens op 10 jaar) blijft bos behouden en worden landbouwteelten omgezet in grasland waar niet geschikt voor moerasontwikkeling - ruime uitbreiding moerasgebieden waar natuurlijke potentie - bestaande natuuroppervlakte aan kust blijft behouden en breidt sterk uit, duinen voor de bebouwingslijn als kustbescherming - verharding beperkt door afbraak lage densiteitsbebouwing in overstromingsgevoelig gebied, verdichting en vergroening in steden, geen verdere bebouwing in overstromingsgevoelig gebied, graduele afname van het ruimtebeslag tot 0 tegen 2040 - bescherming en uitbreiding van de oppervlakte bos, natuur en houtige KLE's (zie 1)) - bescherming belangrijke infiltratiezones en retentiezones
<p>6) Voedselzekerheid</p> <ul style="list-style-type: none"> - voldoende vruchtbare ruimte verzekeren - aanzetten tot duurzame keuzes op vlak van consumptie en productie van voeding en biomassa 	<ul style="list-style-type: none"> - landbouwfunctie waar mogelijk gespaard door beperkte oppervlakte natuurontwikkeling en urbanisatie in open ruimte. - Uitgenomen in overstromingsgevoelig gebied: omzetting akker naar halfnatuurlijk gras (zie 1). Geen niet-landbouwactiviteiten toegelaten in landbouwgebied. - Preferentiële inname van hobbylandbouw en minst rendabele akkers eerst - traditionele landschappen richtinggevend voor hoofddeelt (akker/gras): wettelijk beschermde poldergraslanden, waardevolle permanente graslanden en culturele relictten zijn beschermd tegen omvorming - behoud huidige houtige KLE's in grasland of akker en uitbreiding tot 10% van de oppervlakte waar dit aansluit bij het traditionele landschapspatroon 	<ul style="list-style-type: none"> - landbouwfunctie ondergeschikt aan urbanisatie en uitgebreide natuurontwikkeling. - Preferentiële inname van hobbylandbouw, meest erosiegevoelige percelen en minst rendabele akkers eerst. - intensieve landbouw, zonder KLE's 	<ul style="list-style-type: none"> - landbouwfunctie waar mogelijk gespaard door beperkte oppervlakte natuurontwikkeling en omzetting van natuur- naar landbouwgrasland buiten SBZ - intensieve landbouw, met behoud huidige houtige KLE's in grasland of akker en uitbreiding tot 10% op sterk erosiegevoelige percelen. - keuze hoofddeelt op basis van rendabiliteit: in de buurt van steden (5 km) wordt grasland akker voor kleinschalige niche-landbouw (uitgenomen op erosiegevoelige percelen). 	<ul style="list-style-type: none"> - landbouwfunctie ondergeschikt aan urbanisatie en natuurontwikkeling. - Preferentiële inname van hobbylandbouw, meest erosiegevoelige percelen en minst rendabele akkers eerst. - agro-ecologische landbouw, met behoud huidige houtige KLE's in grasland of akker en uitbreiding tot 10% van de totale productie landbouwoppervlakte - keuze hoofddeelt op basis van fysische geschiktheid: omzetting van akker naar productiegrasland op de meest erosiegevoelige percelen die minder van belang zijn voor retentie (elders bos, zie 1)).

Bijlage 2: Verfijning landgebruikskarten Ruimtemodel

Tabel B2. Indeling landgebruiksklassen voor de verschillende indicatoren.

Landgebruiksklasse	LG-klasse indicator landgebruiksveranderingen	Ind B3	Ind B4 (Meff)
Overig laag groen	Halfnat. grasland	Grasland	Groene ruimte
Overige bebouwde terreinen	Urbaan		Urbaan
Agrarische gebouwen (uitz. glastuinbouw)	Urbaan		Urbaan
Niet geregistreerde landbouwgrond	Hobbylandbouw		Open ruimte
Productiegrasland	Landbouw		Open ruimte
Akker	Landbouw		Open ruimte
Boomgaard (laagstam)	Landbouw		Open ruimte
Recreatie- en sportterrein	Recreatie		Groene ruimte
Residentiële	Urbaan		Urbaan
Glastuinbouw (serres)	Urbaan		Urbaan
Lichte industrie	Urbaan		Urbaan
Zware industrie	Urbaan		Urbaan
Afval & afvalwater, waterwinning & waterdistributie	Urbaan		Urbaan
Mijnbouw	Urbaan		Urbaan
Energie	Urbaan		Urbaan
Groothandel en transport & verkeer	Urbaan		Urbaan
Detailhandel en horeca	Urbaan		Urbaan
Kantoren & administratie	Urbaan		Urbaan
Overige diensten	Urbaan		Urbaan
Bos	Bos	Bos	Groene ruimte
Grasland	Halfnat. grasland	Grasland	Groene ruimte
Moeras	Moeras	Moeras	Groene ruimte
Heide	Heide	Heide	Groene ruimte
Kustduin	Strand & duin	Kustduin	Groene ruimte
Slik en schorre	Slik & schor	Slik & schor	Groene ruimte
Groen in de stad	Recreatie		Groene ruimte
Bos geoptimaliseerd	Bos	Bos	Groene ruimte
Boomgaard hoogstam	Landbouw		Open ruimte
Park	Recreatie		Groene ruimte
Militaire voorziening	Urbaan		Urbaan
Infrastructuur	Urbaan		Urbaan
Zeehaven	Urbaan		Urbaan
Water	Water		Water

De landgebruikskarten onderscheiden 32 landgebruiksklassen met een resolutie van 1 hectare. Een aantal klassen geeft enkel informatie over het landgebruik en niet over de bodembedekking. Zo geeft een residentiële cel aan dat bewoning de hoofdfunctie van die cel is, maar in die cel kunnen naast bebouwing ook tuinen voorkomen. Die tuinen kunnen belangrijk zijn voor de biodiversiteit en de levering van ecosystemendiensten. Om ook die elementen mee in rekening te brengen, hebben we datalagen aangemaakt die ons bijkomende informatie geven over de aanwezigheid van groene infrastructuur.

Tabel B3. Kaarten die gebruikt worden bij de verfijning van de landgebruikskaart voor de berekening van de indicatoren.

Naam	Beschrijving	Referentie
Landgebruiksbestand Vlaanderen 2013	Landgebruik in Vlaanderen, referentiejaar 2013, volgens bodembedekking (niveau 1), verstedelijkt landgebruik (niveau 2), multifunctioneel landgebruik (niveau 3) en juridische bestemmingen (niveau 4)	VITO/Departement Omgeving (Poelmans 2016)
Typologie verstedelijkt/randstedelijk/landelijk	Opdeling Vlaanderen in stedelijk, randstedelijk en landelijk gebied op basis van het ruimtebeslag en de activiteitsdichtheid	VITO/Department Omgeving
Potentieel platte daken	Inschatting van de oppervlakte aan platte daken (helling < 15%) op basis van oa DHMVII (2013-2015).	VITO - Team Beeldverwerkingsketen Informatie Vlaanderen (intern)
Bodembedekkingskaart	Bodembedekking in Vlaanderen, 1 meter resolutie, toestand 2012	Agentschap Informatie Vlaanderen
Digitale Boswijzer Vlaanderen 2012	Bosoppervlakte in Vlaanderen op basis van orthofoto's uit 2012	ANB / Agentschap Informatie Vlaanderen
Traditionele landschappen en bijhorende beschrijving van de kenmerken en beleidswenselijkheden	De indeling van Vlaanderen in traditionele landschappen op basis van fysische kenmerken (reliëf en bodemgesteldheid) en cultuurlandschappelijke kenmerken (bewoningsvormen, landgebruik, percelering en landschapstype)	UGent / Agentschap Informatie Vlaanderen
Potentiële bodemerosiekaart per perceel	Erosiegevoeligheid van bodems in landbouwgebruik (2016)	Databank Ondergrond Vlaanderen

1. Bostype

Niveau 1 van het landgebruiksbestand Vlaanderen (Poelmans 2016) geeft de bodembedekking weer en maakt onderscheid tussen vier bostypes op basis van de Biologische Waarderingskaart: loofbos, naaldbos, populieren en alluviaal bos. De klassen loofbos, naaldbos en alluviaal bos werden overgenomen om het bostype te specificeren in de landgebruikskaart van de Natuurverkenning 2050. Populieren werden onder loofbos geplaatst.

2. Groen in bebouwd gebied

Groen in residentiële gebied

Voor elke kijkrichting bepalen we het percentage groen in residentiële cellen in volgende stappen:

- We berekenen het huidige percentage groen in residentiële cellen. Daarvoor combineren niveau 1 en niveau 2 van de landgebruikskaart 2013 (resolutie 10 x 10 m) en selecteren alle cellen met een groene bodembedekking in residentiële gebied. Voor elke residentiële hectarecel uit de 100 x 100 m kaart bepalen we het percentage groen als de som van de groene cellen uit de voorgaande selectie.
- We stellen een verband op tussen de huidige bevolkingsdichtheid en het huidige percentage groen in residentiële cellen. Dat verband blijkt o.a. afhankelijk van de graad van verstedelijking. Daarom delen we de residentiële cellen op in drie klassen: stedelijk, randstedelijk en landelijk (o.b.v. de typologiekaart van VITO en Dept. Omgeving). De bevolkingsdichtheid delen we op in volgende klassen: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-200, 200-300, 300-400, 400-500 en >500 inw/ha. Voor elke combinatie van verstedelings- en bevolkingsdichtheidsklassen berekenen we het 75-percentiel van het huidige aandeel groen.
- We gaan er in elke kijkrichting van uit dat nieuwe residentiële cellen en cellen waarin het aantal inwoners sterk verandert (een verschil van minimaal 20 inw/ha) ook een grondige wijziging kennen in de manier van bouwen. Meer aandacht zal er gaan naar kwaliteitsvol wonen in een groenere omgeving. Om dat in rekening te brengen, delen we die nieuwe en sterk veranderde cellen op in bovenstaande klassen van bevolkingsdichtheid en verstedelijking. We stellen het aandeel groen er telkens gelijk aan het 75-percentiel van het huidige aandeel groen in de bijhorende klasse (cf. stap 2).
- Reeds bestaande residentiële cellen waarin de bevolkingsdichtheid nauwelijks verandert, behouden het huidige percentage groen.

- Voor de berekening van de indicatoren verderop gaan we steeds uit van de huidige gemiddelde verhouding van 25% hoog groen versus 75% laag groen in bebouwd gebied. Voor parken en vergelijkbaar stedelijk groen rekenen we met een gemiddelde van 30% hoog groen en 70% laag groen.

Groen in industriegebied

Voor elke kijkrichting bepalen we het percentage groen in industriële cellen in volgende stappen:

- We berekenen het huidige percentage groen in industriële cellen. Daarvoor combineren niveau 1 en niveau 2 van de landgebruikkaart 2013 (resolutie 10 x 10 m) en selecteren alle cellen met een groene bodembedekking in industriegebied. Voor elke industrieel uit de 100 x 100 m kaart bepalen we het percentage groen als de som van de groene cellen uit de voorgaande selectie.
- We stellen een verband op tussen de tewerkstellingsgraad (aantal werknemers per ha) en het percentage groen. Daartoe delen we de tewerkstellingsgraad op in 4 klassen: < 5, 5 - 50, 50 - 250 en > 250 werknemers/ha. Per klasse berekenen we het 75-percentiel van het huidige aandeel groen.
- We gaan er bij elke kijkrichting van uit dat in nieuwe industriële cellen en cellen die van tewerkstellingsklasse veranderen ook de bouwstijl wijzigt: de bebouwing wordt er dichter met meer ruimte voor groen. Om dat in rekening te brengen delen we de nieuwe en gewijzigde cellen op in bovenstaande tewerkstellingsklassen en stellen het aandeel groen er telkens gelijk aan het 75-percentiel van het huidige aandeel groen in de respectievelijke klasse (cf. stap 2).
- Reeds bestaande industriële cellen waarin de tewerkstellingsgraad nauwelijks verandert, behouden het huidige percentage groen.

Deze methode gaat uit van eenzelfde relatie tussen activiteitsgraad en percentage groen in de vier kijkrichtingen. Over het type groen (bv. grasperk of wild, privé of publiek) doet ze geen uitspraak.

3. Groendaken

Voor elke kijkrichting werd het percentage groendaken per hectarecel bepaald. De geschiktheid van het dakbestand voor de plaatsing van een groendak werd bepaald via een analyse van de huidige dakhellingen op basis van DHMVII (2013-2015) en gerealiseerd door VITO (team Beeldverwerkingsketen Informatie Vlaanderen). Deze basiskaart (Potentieel platte daken) wordt in elke kijkrichting aangepast in functie van de veranderingen van het landgebruik en van de activiteitsgraad. Voor de **cellen die veranderen** van landgebruik (nieuwe bebouwing) of waar de activiteitsgraad sterk wijzigt (meer inwoners of meer tewerkstelling) gaan we ervan uit dat het bebouwingstype wijzigt en dat daarbij gekozen wordt voor een dak dat volledig geschikt is voor de plaatsing van een groendak. De oppervlakte groendak in zo'n cel is dan gelijk aan de bebouwde oppervlakte (zie 'Groen in bebouwd gebied'). Voor de cellen waarin het landgebruik **niet verandert** en de activiteitsgraad niet sterk toeneemt, gaan we ervan uit dat het bebouwingstype niet wijzigt. In die gevallen gebruiken we de huidige geschiktheid van de daken uit de basiskaart 'Potentieel platte daken' om de oppervlakte groendak in de cel te bepalen. Het type groendak (intensief of extensief) in een cel is afhankelijk van de activiteit in die cel en van de verstedelijkingsgraad (typologie verstedelijkt/ randstedelijk/ landelijk) en verschilt tussen de kijkrichtingen:

- **De culturele identiteit versterken: Extensieve** groendaken op residentiële gebouwen en bedrijven in stedelijk en randstedelijk gebied. **Intensieve** groendaken op publieke gebouwen (kantoren & administratie en overige diensten) in stedelijk gebied.
- **De natuur haar weg laten vinden:** in deze kijkrichting worden intensieve groendaken onder andere ingezet om de connectiviteit voor de biodiversiteit in steden te verhogen. Ze dienen als *stepping stones* voor de dispersie van vooral insectensoorten tussen tussen groengebieden in verstedelijkt en randstedelijk gebied (Braaker *et al.* 2014, 2017; Williams *et al.* 2014). Als gemiddelde dispersieafstand voor insecten nemen we 300 m (Egerer *et al.* 2017). De daken in verstedelijkte en randstedelijke cellen die meer dan 300 m van een groenzone liggen en waar de bebouwingsgraad hoog is (< 10% groen in een cel - zie 'Groen in bebouwd gebied') worden uitgerust met een **intensief** groendak. De daken in cellen in verstedelijkt en randstedelijk gebied met een lagere bebouwingsgraad (> 10% groen) worden uitgerust met een **extensief** groendak.
- **De stroom van de economie benutten: Extensieve** groendaken op residentiële gebouwen en bedrijven in stedelijk en randstedelijk gebied. **Geen intensieve** groendaken.
- **Samenwerken met natuur: Intensieve** groendaken op publieke gebouwen (kantoren & administratie en overige diensten) in stedelijk gebied. **Extensieve** groendaken op de overige gebouwen in stedelijk, randstedelijk en landelijk gebied.

Voor de uitgangssituatie (referentiejaar 2013) gaan we ervan uit dat het huidige percentage groendaken te laag is om de levering van ecosysteemdiensten significant te beïnvloeden. Voor de berekening van de indicatoren voor de uitgangssituatie werd het percentage groendaken dus niet in rekening gebracht.

4. Kleine landschapselementen

Voor elke kijkrichting wordt per hectarecel het oppervlaktepercentage houtige kleine landschapselementen (houtkanten, hagen) bepaald. De bedekkingsgraad van houtige KLE in de uitgangssituatie wordt bepaald op basis van de digitale Boswijzer Vlaanderen en de bodembedekkingskaart. Beide kaarten hebben een resolutie van 1 x 1 m. Cellen die volgens de bodembedekkingskaart hoog groen zijn en die geen bos zijn volgens de boswijzer en die volgens de landgebruikskaart in **open landbouwgebied** vallen (akker, niet-geregistreerde landbouw, productie grasland, halfnatuurlijk grasland) worden weerhouden als potentieel houtig KLE. Bij de opschaling naar een resolutie van 100 x 100 m nemen we per hectarecel de som van het aantal cellen met houtige KLE en rekenen dit om naar het oppervlaktepercentage. Op basis van de frequentieverdeling van de bedekkingspercentages werd beslist om cellen die meer dan 30% KLE bevatten te schrappen (2% van de cellen). Deze cellen blijken na visuele inspectie vooral te bestaan uit clusters bomen die niet als bos geklasseerd worden.

- **De culturele identiteit versterken:** de huidige KLE blijven behouden en waar houtkanten deel uitmaken van het traditionele landschap breiden ze uit tot 10% van de landbouwoppervlakte. De begeleidende tekst bij de kaart van de traditionele landschappen vermeldt voor elke landschapspolygoon de belangrijkste kenmerken en beleidswenselijkheden. Indien de beleidswenselijkheden aangeven dat houtkanten en KLE's hersteld moeten worden, wordt de bedekkingsgraad van houtige KLE in elke cel in open landbouwgebied op 10% gezet.
- **De natuur haar weg laten vinden:** het huidige percentage KLE blijft behouden in cellen met halfnatuurlijk grasland, maar elders verdwijnen de KLE (bedekkingsgraad = 0%).
- **De stroom van de economie benutten:** het huidige percentage KLE blijft behouden en op erosiegevoelige percelen (paarse en rode percelen uit de potentiële bodemerosiekaart) nemen ze 10% van de oppervlakte in.

Samenwerken met natuur: de huidige KLE blijven behouden en in de rest van het open landbouwgebied breiden ze uit tot 10% van de oppervlakte.

Bijlage 3. Basiskaarten als input RuimteModel

Tabel B4. Overzicht van de kaarten die gebruikt werden voor de aansturing van het RuimteModel. CI: *Culturele identiteit versterken*; NW: *De natuur haar weg laten vinden*; SE: *De stroom van de economie benutten*; SN: *Samenwerken met natuur*

Kaart	Eigenaar	Gebruik vertaling ruimtelijke principes
Overstromingsgevaarkaarten grote kans (T10), kleine kans (T1000)	VMM	Afbakenen overstromingsgevoelige gebieden in CI (T10), NW (T1000) en SN (T10)
Effectief overstromingsgevoelig gebied	VMM	Locatie schrappen woonuitbreidingsgebied in CI en SN
Signaalgebieden - bouwvrije opgave	VMM	Geen woonuitbreiding in SE en SN
Natura 2000 gebieden	ANB	Locatie speciale beschermingszones (SBZ) voor plaatsing natuurklassen in alle KR'en
Bosleeftijd, Opname 1771-2001	ANB	Identificeren oude boskernen i.f.v. bosuitbreiding in CI en NW
Landschapsatlas (Databank en kaart) - Ankerplaatsen	AOE	Locatie uitbreiding heide in CI Locatie bescherming grasland in CI
Traditionele landschappen (kaart en beschrijving kenmerken en beleidswenselijkheden)	UGent	Locatie bosuitbreiding in CI Locatie bescherming grasland in CI Oppervlakte doelstelling heide in CI Locatie kleine landschapselementen in CI
AGNAS - Operationeel uitvoeringsprogramma	Dep. Omg.	Locatie en oppervlakte bosuitbreiding in SE
Bodemkaart	Dep. Omg.	Locatie uitbreiding kustduinen in CI en NW
Stedelijk-Randstedelijk-Landelijk gebied	VITO	Locatie groendaken in alle KR'en Locatie bevolkingsgroei CI
Kernen-Linten-Verspreide bebouwing	VITO	Locatie woonuitbreiding CI Plaatsing schermbossen SN
Potentiekaart wetlands (Decler <i>et al.</i> 2016)	INBO	Locatie moeras in SN
Biologische Waarderingskaart	INBO	Locatie bescherming graslanden in CI
Beschermde permanente graslanden	INBO	Locatie bescherming graslanden in CI
Percelen onder natuurbeheer	INBO	Locatie bescherming graslanden in CI
SIGMA-gebieden	Vlaamse Waterweg nv	Locatie inrichting overstromingsgebieden in alle KR'en
Voorlopige zoekzones	ANB	Locatie te realiseren Europees beschermde natuur in alle KR'en
Woonuitbreidingsgebieden	Dep. Omg.	Locatie woonuitbreiding in alle KR'en
Deel van de genummerde weg in bebouwde kom	AWV	Vergroening boulevards in NW
Landbouw Informatiesysteem (LIS)	Dep. LB	Vrijwaren meest waardevolle landbouwcellen in SE en NW
Groenkaart Vlaanderen	ANB	Locatie huidige KLE's in landbouwgebied
Bodembedekkingskaart	AIV	Locatie huidige KLE's in landbouwgebied
- Beschermde stads- en dorpsgezichten - Wetenschappelijke inventaris van het bouwkundig erfgoed: gehelen - UNESCO werelderfgoed kernen en buffers - Beschermde monumenten	AOE	Beperking hoogbouw in CI
Grondeninformatieregister	OVAM	Locatie plaatsing groen in de stad
Leegstaande/verwaarloosde bedrijfsruimten	VLAIO	Locatie plaatsing groen in de stad
Gassites en de vergunde stortgebieden	OVAM	Locatie plaatsing groen in de stad
Erosiegevoeligheid landbouwpercelen	DOV	Locatie bosuitbreiding NW en SN Locatie plaatsing permanent grasland in SN
Dakhelling (oppervlakte dak met helling < 15% per ha)	AIV/VITO	Plaatsing groendaken in alle KR'en
Herbevestigd Agrarisch gebied (HAG)	Dep. Omg.	Bescherming landbouw in SE
Ontwikkelingskansenkaart	VITO	Schrappen lintbebouwing in CI Woonuitbreiding in SE
Geschiktheid tijdelijke retentie	UA	Locatie bosuitbreiding SN
Potentiële Infiltratie	UA	Locatie beperking woonuitbreiding in SN

Bijlage 4: Experts betrokken bij de kwalitatieve beoordeling van de kijkrichtingen

Tabel B5. Experts die betrokken zijn bij de beoordeling van het effect van de kijkrichtingen op de uitdagingen. De experts van 'Voedselzekerheid' beoordeelden ook de deelluitdagingen 'bodemvruchtbaarheid' en 'erosie' van 'duurzaam gebruik natuurlijke hulpbronnen'.

Experts (naam en affiliatie)	Uitdagingen					
	Biodiversiteits- verlies tegengaan	Duurzaam gebruik nat. hulpbronnen	Gezonde leefom- geving garanderen	Omgaan met een veranderend klimaat	Samen & bewust leven	Voedselzekerheid
Geert De Blust (INBO)	x					
Arjen Van Hinsberg (Planbureau voor de Leefomgeving - NL)	x					
Olivier Honnay (KULeuven)	x					
Frank Van De Meutter (INBO)	x					
Bob Peeters (VMM-MIRA)		Water				
Els Willems (Dep. Omgeving)		Energie & bio-econ.				
Guy Engelen (VITO)		x				
Line Van Craeynest (VMM-MIRA)			x			
Matthias Demuzere UGent)			x			
Hans Keune (INBO-UA)			x			
Rik Hendrix (VITO)			x			
Jeroen De Waegemaeker (ILVO)				x		
Jeroen Panis (ANB)				x		
Greet Ruyschaert (ILVO)				x		
Pieter De Frenne (UGent)				x		
Ann Van Herzele (INBO)					x	
Françoise Vermeersch (Dep. Omgeving)					x	
Koen Devroey (VO - Coördinatie armoedebestrijding)					x	
Stijn Vanacker (Dep. Omgeving)					x	
Dirk Van Gijsegheem (VLM)		Bodem & erosie				x
Floor Vandevenne (VMM-MIRA)		Bodem & erosie				x
Kristof Rubens (Dep. Omgeving)		Bodem & erosie				x

Bijlage 5: Biodiversiteitsverlies tegengaan - indicatoren

De methodologie voor de berekening van de soortenrijkdom van planten (indicator B1) en de effectieve mesh size (Meff - indicator B4) worden in twee afzonderlijke rapporten beschreven:

- Schneiders A., Van Daele T., Wils C., Van Landuyt W. (2018). Modellerings soortenrijkdom planten. Technisch achtergrondrapport voor de Natuurverkenning 2050. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Brussel.
- Schneiders A., De Reu J., Wils C. (2018). Fragmentatie-indicator voor Vlaanderen. Technisch achtergrondrapport voor de Natuurverkenning 2050. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Brussel.

Indicator B2 - Realisatiegraad oppervlakte doelen IHD

De indicator geeft een beeld van de mate waarin de oppervlakte doelen voor Europees beschermde habitats binnen een kijkrichting gerealiseerd kunnen worden. We evalueren daarbij of de ecosysteemtipes in de landgebruikskaarten van 2050 (bos, grasland, heide, moeras, duinen, slik & schor) compatibel zijn met het doelhabitat in een speciale beschermingszone, zoals aangeduid door het Zoekzonemodel (Poelmans *et al.* 2015). De resultaten van het Zoekzonemodel geven aan waar welk habitattipe het beste geplaatst kan worden, gegeven de ecologische en maatschappelijke randvoorwaarden. Voor de boshabitats valt een groot deel van de te realiseren uitbreiding buiten de huidige zoekzones om zo maximaal gebruik te kunnen maken van het bestaande bosareaal. Daarom splitsen we de indicator voor bos op in een potentiële realisatiegraad binnen en buiten de zoekzones.

Voor de berekening van de realisatiegraad **binnen de zoekzones** vertrekken we van de kaart met de habitattypes zoals geplaatst door het zoekzonemodel na fase 1 (allocatie van het openstaand saldo). Voor elke kijkrichting wordt de landgebruikskaart vergeleken met de kaart van de geplaatste habitats. Een kruistabel geeft daarbij aan welk landgebruik op de plaats ligt van de habitattypes. Een cel met een bepaald habitattipe kan gerealiseerd worden als ze compatibel is met het landgebruik van die cel in 2050 (Tabel B6). In sommige gevallen worden door de verrasteringsprocedures bij de opmaak van de landgebruikskaart een aantal ecosystemen niet afzonderlijk weergegeven of verkeerd geclassificeerd. Zo worden zure vennen (3160) bijvoorbeeld door hun kleine oppervlakte niet weergegeven in de landgebruikskaart en vallen ze onder heide. Een ander voorbeeld zijn vochtige alluviale bossen (91E0) die, omdat ze meestal een hoge grondwaterstand hebben, ook onder moeras of slik & schorre geclassificeerd kunnen worden. Dergelijke kleinere classificeringsfouten hebben weinig invloed op het resultaat van een analyse van landgebruiksveranderingen op schaal Vlaanderen. Op kleinere schaal (bijvoorbeeld SBZ-niveau) kunnen ze de uitkomst echter wel significant beïnvloeden. Daarom veronderstellen we dat deze habitattypes toch aanwezig kunnen zijn in 2050 indien ze overlappen met de verwante landgebruiken. De realisatiegraad wordt berekend als het quotiënt van de som van de potentiële oppervlakte van een habitattipe in een kijkrichting en de oppervlakte van dat habitattipe in de zoekzones. Tabel B7 geeft de potentiële realisatiegraad per habitattipe binnen de SBZ.

We berekenen de totale te realiseren oppervlakte **buiten de zoekzones** voor elk boshabitat op basis van een inschatting van de huidige oppervlakte van elk boshabitat, de oppervlakte die reeds werd afgebakend binnen de SBZ en de gewestelijke instandhoudingsdoelstellingen (telkens maxima zie tabel B8).

Voor elk boshabitattipe selecteren we de zones met een beperkte tot hoge abiotische kansrijkdom voor de realisatie van het habitat uit de bijhorende PotNatkaarten (klassen 5 en 6 uit de gecombineerde actuele en potentiële kansrijkdomkaart - zie (Wouters *et al.* 2013). We beschouwen een boshabitatcel als potentieel gerealiseerd in 2050 als ze (1) binnen deze kansrijke zones valt, (2) loofbos bevat volgens de landgebruikskaart van de kijkrichting en (3) zich buiten de zoekzones bevindt. Waar kansrijke zones voor verschillende boshabitats overlappen, krijgen de habitats met de kleinste huidige oppervlakte voorrang. Bij het toewijzen van een cel aan een habitattipe streven we telkens naar een maximale realisatie van het geheel aan boshabitatdoelen. De realisatiegraad wordt berekend als het quotiënt van de som van de potentiële gerealiseerde oppervlakte van elk boshabitattipe in een kijkrichting en de totale te realiseren oppervlakte boshabitat buiten de zoekzones.

Tabel B6. Compatibiliteit van de verschillende habitattypes binnen de zoekzones met de klassen in de landgebruikskaarten van de kijkrichtingen. x geeft het hoofdtype weer, () geeft aan dat in sommige gevallen het habitatype ook onder dat landgebruik kan vallen.

Nr	Habitatype	Overig laag groen	Bos	Grasland	Moeras	Heide	Kustduin	Slik & schorre	Water
91F0	Droge hardhoutooibossen		x						
91E0	Vochtige alluviale bossen		x		x			()	
9160	Eiken-haagbeukenbossen		x						
9130	Eiken-Beukenbossen en Parelgras-Beukenbossen		x						
9120 & 9190	Beuken-eikenbossen met hulst & Oude eikenbossen		x						
7230	Kalkmoerassen				x				
7210	Galigaanmoerassen				x				
7140	Overgangs- en trilvenen				x				
7110	Actieve hoogvenen				x				
6510	Glanshaver- en vossenstaarthooidanden	x		x					
6410	Blauwgraslanden	x		x					
6230	Heischrale graslanden	x		x		x			
6210	Kalkgraslanden	x		x					
6120	Stroomdalgraslanden	x		x					
5130	Jeneverbesstruwelen	x				x			
4030	Droge heiden	x				x			
4010 & 7150	Vochtige heiden & Pioniervegetaties met snavelbiezen	x				x			
3160	Zure vennen			()		x			x
3150	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden				x	x			x
3140	Kranswierwateren				x				x
3130	Zwakgebufferde vennen				x				x
3110	Zeer zwakgebufferde vennen				x				x
2310 & 2330	Stuifzandheiden met struikhei & Binnenlandse kraaiheibegroeiingen					x			
2190	Vochtige duinvalleien						x		
2180	Duinbossen						x		
2170	Kruipwilgstruwelen						x		
2160	Duindoornstruwelen						x		
2150	Duinheiden met struikhei						x		
2130	Grijze duinen						x	()	
2120	Witte duinen						x	()	
2110	Embryonale duinen						x	()	
1330	Schorren en zilte graslanden	x		x				x	
1320	Slijkgrasvelden							x	
1310	Zilte pionierbegroeiingen			x					
1140	Slik- en zandplaten						x		
1130	Estuaria							x	
9150	Kalkrijke beukenbossen		x						
9110	Veldbies-beukenbossen		x						
6430	Ruigten en zomen	x		x					
3270	Slikkige rivieroever								x
3260	Beken en rivieren met waterplanten								x

Tabel B7. Potentiële realisatiegraad van de Europees beschermde habitattypes binnen de Speciale beschermingszones.

Nr	Verkorte naam	2013	CI	NW	SE	SN
91F0	Droge hardhoutoobossen	41%	100%	100%	46%	100%
91E0	Vochtige alluviale bossen	78%	97%	98%	78%	97%
9160	Eiken-haagbeukenbossen	82%	100%	100%	83%	100%
9130	Eiken-Beukenbossen en Parelgras-Beukenbossen	66%	100%	100%	70%	100%
9120 & 9190	Beuken-eikenbossen met hulst & Oude eikenbossen	88%	99%	99%	88%	99%
7230	Kalkmoerassen	50%	100%	21%	50%	100%
7210	Galigaanmoerassen	13%	100%	13%	13%	100%
7140	Overgangs- en trilvenen	45%	100%	55%	45%	100%
7110	Actieve hoogvenen	25%	100%	25%	25%	100%
6510	Glanshaver- en vossenstaartheilanden	61%	97%	32%	62%	93%
6410	Blauwgraslanden	56%	100%	28%	56%	83%
6230	Heischrale graslanden	56%	100%	47%	99%	97%
6210	Kalkgraslanden	88%	100%	81%	100%	100%
6120	Stroomdalgraslanden	29%	100%	13%	79%	100%
5130	Jeneverbesstruwelen	42%	100%	42%	100%	100%
4030	Droge heiden	65%	99%	64%	98%	98%
4010 & 7150	Vochtige heiden & Pioniervegetaties met snavelbiezen	63%	100%	62%	100%	91%
3160	Zure vennen	94%	94%	94%	94%	94%
3150	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	71%	71%	70%	71%	71%
3140	Kranswierwateren	53%	53%	53%	53%	53%
3130	Zwakgebufferde vennen	77%	77%	76%	77%	78%
3110	Zeer zwakgebufferde vennen	13%	13%	13%	13%	13%
2310 & 2330	Stuifzandheiden met struikhei & Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	44%	100%	43%	99%	99%
2190	Vochtige duinvalleien	53%	100%	53%	100%	100%
2180	Duinbossen	10%	100%	10%	99%	100%
2170	Kruipwilgstruwelen	84%	100%	84%	100%	100%
2160	Duindoornstruwelen	83%	100%	83%	100%	100%
2150	Duinheiden met struikhei	0%	100%	0%	100%	100%
2130	Grijze duinen	100%	100%	100%	100%	100%
2120	Witte duinen	89%	100%	91%	98%	99%
2110	Embryonale duinen	100%	100%	100%	100%	100%
1330	Schorren en zilte graslanden	74%	84%	73%	82%	84%
1320	Slijkgrasvelden	100%	100%	100%	100%	100%
1310	Zilte pionierbegroeiingen	45%	59%	45%	45%	59%
1140	Slik- en zandplaten	95%	95%	95%	95%	95%
1130	Estuaria	77%	94%	93%	93%	93%
9150	Kalkrijke beukenbossen	50%	100%	100%	50%	100%
9110	Veldbies-beukenbossen	93%	100%	100%	93%	100%
6430	Ruigten en zomen	48%	93%	20%	91%	86%
3270	Slikkige rivieroeveren	59%	59%	59%	59%	59%
3260	Beken en rivieren met waterplanten	31%	31%	31%	31%	31%

Tabel B8: Gewenste bosuitbreiding en bosomvorming voor de boshabitats van Europees belang volgens het G-IHD-besluit van de Vlaamse Regering van 23 juli 2010. De actuele oppervlakte is die zoals beschreven in (Paelinckx *et al.* 2009), de oppervlakte in de zoekzones werd bepaald aan de hand van de basiskaart van fase 1 van het zoekzonemodel (ruimtelijke resolutie 100 m).

habitat-code	actuele oppervlakte	doel uitbreiding	doel omvorming	oppervlakte in zoekzone	te realiseren min	te realiseren max
9110	290 - 330	50 - 100	20 - 40	405	-45	65
9120 - 9190	23500 - 31200	2570 - 4090	17250 - 23000	23577	19743	34713
9130	2900 - 3600	950 - 1260	975 - 1300	3351	1474	2809
9150	3,7	5 -20	0	10	-1,3	13,7
9160	2400 - 3500	450 - 690	525 - 700	3044	331	1846
91E0	10700 - 13000	1800 - 3000	8775 - 11700	10576	10699	17124
91F0	9 - 11	50	0	56	3	5

Indicator B4 - Versnipperingsgraad - Oppervlakteverdeling natuurlijke ecosystemen

De indicator geeft voor de verschillende natuurlijke ecosystemen (bos, duinen, heide, moeras, halfnatuurlijk grasland en slikken en schorren) aan in welke mate de deelgebieden groot genoeg zijn in functie van ecologische criteria. De klassegrenzen voor de analyse zijn gekozen op basis van de faunistische oppervlaktecriteria voor een gunstige en voldoende lokale staat van instandhouding (LSVI) van de Europees beschermde habitattypes (T'Jollyn *et al.* 2009). De LSVI-criteria zijn specifiek voor de habitattypes. Aangezien we onze analyse echter uitvoeren op ecosysteemniveau, kunnen we geen uitspraak doen over de staat van instandhouding van de afzonderlijke habitattypes. De klassegrenzen verschillen meestal tussen de subtypes van een ecosysteem. In dat geval worden de waarden van het meest kenmerkende subtype gekozen. Bij een aantal ecosystemen liggen de oppervlaktecriteria sterk uiteen voor de verschillende habitattypes (bos en strand & duinen). De habitattypes zijn echter niet gespecificeerd in de kijkrichtingen, waardoor we de clusters niet kunnen beoordelen a.d.h.v. habitatspecifieke oppervlaktecriteria. Daarom voegen we voor die ecosystemen een extra klasse toe die aangeeft dat een deelgebied met een oppervlakte die te klein is volgens de strengste criteria toch een gunstige staat van instandhouding kan bereiken indien het tot het bijhorend habitatype behoort.

Voor elk natuurlijk ecosysteemtype wordt een binaire kaart gemaakt die aangeeft welke cellen tot het ecosysteemtype behoren (1) en welke niet (NoData). Vervolgens worden de deelgebieden geïdentificeerd als clusters van aaneengesloten cellen van hetzelfde ecosysteemtype (ArcGIS - Region group). Elk van de deelgebieden wordt op basis van hun oppervlakte ingedeeld in een van de klassen uit tabel B9.

Tabel B9. Oppervlaktecriteria van de natuurklassen voor een gunstige en voldoende staat van instandhouding (T'Jollyn *et al.* 2009). De criteria worden alleen gebruikt voor de indeling van de klassegrenzen van de oppervlakteverdeling.

	Gunstig	Gunstig voor sommige deelhabitats	Voldoende	Ongunstig
Bos	> 250 (droog loof)	> 150 ha - 250 ha (nat loof)	> 15 ha - 150 ha	< 15 ha
Heide	> 50 ha	/	> 5 ha - 50 ha	< 5 ha
Grasland	> 30 ha	/	> 1 ha - 30 ha	< 1 ha
Moeras	> 30 ha	/	> 1 ha - 30 ha	< 1 ha
Strand & duinen	> 500 ha (stuifduin)	> 50 ha - 500 ha (vastgelegde duin)	> 5 ha - 50 ha	< 5 ha
Slik en schor	> 30 ha	/	> 5 - 30 ha	< 5 ha

Indicator B5 - Connectiviteit - Integrale connectiviteitsindex (IIC)

Als maat voor de functionele connectiviteit gebruiken we de Integral Index of Connectivity (IIC - (Pascual-Hortal & Saura 2006). De index houdt zowel rekening met de **oppervlakte** van de habitatkernen als met het **aantal functionele verbindingen** tussen de kernen. Elke cel in de landschapsmatrix krijgt daarbij een weerstandsscore die aangeeft hoe doordringbaar de cel is voor een soort. Naast de connectiviteit tussen habitatkernen is ook de connectiviteit binnen een patch van belang: hoe groter een kern, hoe meer migratiemogelijkheden een soort binnen het habitat heeft. De totale connectiviteitsgraad van een landschap wordt dus bepaald door zowel de connectiviteit tussen als binnen de habitatkernen. De index neemt dan ook toe als de habitatkernen groter worden en als het aantal functionele verbindingen toeneemt.

De doordringbaarheid van een landschap is sterk afhankelijk van soortspecifieke kenmerken. Voor een analyse van de algemene connectiviteitsgraad zouden we de index in principe dan ook voor een groot aantal soorten moeten berekenen. Die soortspecifieke informatie is echter niet steeds beschikbaar en binnen het beperkte tijds kader van dit onderzoek was een dergelijke uitgebreide analyse niet mogelijk. Daarom hebben we gewerkt met een generieke doelsoort, of *generic focal species* (GFS - (Watts *et al.* 2010). Een GFS is een virtuele soort waarvan het profiel is opgebouwd uit een reeks ecologische kenmerken die de behoeften van echte soorten weerspiegelen, maar waarvoor geen uitgebreide gegevens beschikbaar zijn. GFS zijn gelijkaardig aan de ecoprofielen die onder andere gebruikt worden in het LARCH-model (De Bruyn & Bauwens 2009; van Rooij *et al.* 2003). We kiezen daarbij voor een fictieve bossoort omdat bossen duidelijk contrasteren met het omliggende open landschap en het bosareaal in Vlaanderen sterk versnipperd is. Een connectiviteitsanalyse voor soorten die aan bossen gebonden zijn, zou ons dus ook iets moeten zeggen over de algemene connectiviteit van het landschap.

De minimale oppervlakte van de boskernen in onze analyse bedraagt 10 ha en de maximale dispersieafstand voor de generieke doelsoort in optimaal habitat (bos) is 5 km. De dispersieafstand verkleint naarmate de weerstand van het tussenliggend landgebruik toeneemt. In het model krijgt urbaan landgebruik een hoge weerstand (50), landbouw een gemiddelde weerstand (20) en de natuurklassen een lage weerstand (1-10) (Watts *et al.* 2010) (Tabel B10). De aanwezigheid van houtige kleine landschapselementen verlaagt de weerstand van het landbouwlandschap (akker, productiegrasland, niet geregistreerde landbouwgrond, grasland). Als meer dan 5% van een cel wordt ingenomen door kleine landschapselementen, dan verlaagt de weerstand met 50%. Bij een KLE-bedekkingsgraad tussen > 1% en 5%, verlaagt de weerstand van de cel met 25%.

In ArcGIS worden boskernen > 10 ha geselecteerd en wordt de landgebruikskaart via tabel B10 omgezet in een weerstandskaat. Beide kaarten worden vervolgens als input gebruikt voor de berekening van een afstandsmatrix via het *gdistance* package in R (van Etten 2018). De functie *costDistance* berekent daarbij de least-cost distance tussen elk paar van boskernen. Deze matrix wordt ten slotte gebruikt om de IIC te berekenen in Conefor (Torné & Saura 2013).

Tabel B10. Weerstandswaarde van de verschillende landgebruiksklassen. De weerstandswaarde van de vetgedrukte klassen (*) kan verlagen in functie van de aanwezigheid van houtige kleine landschapselementen.

Klasse	Weerstand
Overig laag groen	20
Overige bebouwde terreinen	50
Agrarische gebouwen (uitz. glastuinbouw)	50
Niet geregistreerde landbouwgrond	20*
Productiegrasland	20*
Akker	20*
Boomgaard (laagstam)	20
Recreatie- en sportterrein	20
Residentieel	50
Glastuinbouw (serres)	50
Lichte industrie	50
Zware industrie	50
Afval & afvalwater, waterwinning & waterdistributie	50
Mijnbouw	50
Energie	50
Groothandel en transport & verkeer	50
Detailhandel en horeca	50
Kantoren & administratie	50
Overige diensten	50
Zelfstandigen	50
Bos	1
Grasland	5*
Moeras	10
Heide	3
Kustduin	3
Slik en schorre	10
Groen in de stad	20
Bos geoptimaliseerd	1
Boomgaard hoogstam	5
Park	5
Militaire voorziening	50
Infrastructuur	50
Zeehaven	50
Water	20
Boulevard	20

Bijlage 6: Een gezonde werk/leefomgeving garanderen

Indicator LK1 - Afvang fijn stof (PM₁₀) door vegetatie

Deze indicator geeft de afvang van fijn stof (PM₁₀) in Vlaanderen. We beperken ons tot fijn stof omdat deze pollutant verantwoordelijk is voor ongeveer 60% van de totale ziektelast die veroorzaakt wordt door milieuverontreiniging en omdat er voor de andere pollutanten te weinig informatie beschikbaar is voor een kwantificering van de afvang. Voor het bepalen van de hoeveelheid fijn stof die wordt afgevangen door vegetatie steunen we op de kengetallen die gehanteerd worden in de Natuurwaardeverkenner (Hendrix *et al.* 2015). Daarbij krijgt elke landgebruiksklasse een waarde voor de depositiesnelheid van fijn stof (PM₁₀ - cm/s).

De depositiesnelheid in bebouwde cellen wordt gecorrigeerd voor de aanwezigheid van groene ruimtes (bv. tuinen) en groendaken, en in landbouwcellen voor de aanwezigheid van houtkanten (KLE). Bijlage 2 beschrijft hoe het groendaktype en de bedekkingspercentages van groendaken en groen in bebouwde cellen bepaald wordt. De depositiesnelheid van extensieve groendaken bedraagt 0.2 cm/s en van intensieve groendaken 0.3 cm/s (Hendrix *et al.* 2015). Voor het groen in de bebouwde cellen gaan we uit van een gemiddelde bedekking van 25% hoog groen (0.5 cm/s) en 75% laag groen (0.2 cm/s). De depositiesnelheid van open landbouwklassen (akker, grasland) bedraagt 0.2 cm/s. Indien er in deze cellen houtige KLE (0.3 cm/s) aanwezig zijn, dan wordt de depositie verhoogd op basis van het bedekkingspercentage van de KLE.

Om de jaarlijkse totale afvang van fijn stof (kg PM₁₀/ha*jaar) te berekenen wordt de kaart met de depositiesnelheden vermenigvuldigd met de jaargemiddelde concentratie van fijn stof op een locatie en een correctie voor de resuspensie. Voor de jaargemiddelde PM₁₀-concentratie op een locatie gebruiken we in elke kijkrichting de gemodelleerde kaarten voor 2015 (Bron: IRCEL).

afvang PM₁₀ (kg/ha.jaar) = (depositiesnelheid (cm/s) * concentratie PM₁₀ (µg/m³) * 3.1536) * (1-50% resuspensie)

Indicator LK2 - Verkoelend effect van vegetatie

Om het verkoelend effect van vegetatie in hitte-eilanden te bepalen, wordt in drie stappen gewerkt. In de eerste stap worden de hitte-eilanden afgebakend. Vervolgens wordt binnen deze hitte-eilanden het temperatuureffect van de aanwezige vegetatie berekend. In de laatste stap wordt dit temperatuureffect omgezet in de Predicted Mean Vote (PMV-waarde).

- De **hitte-eilanden** worden afgebakend op basis van de bevolkingsdichtheid (Vrebos *et al.* 2017). Het RuimteModel geeft per scenario een kaart van de bevolkingsdichtheid per hectare. Cellen met een bevolkingsdichtheid hoger dan 50 inw/ha beschouwen we als potentiële hitte-eilanden. Deze afbakening is arbitrair, maar levert een vrij goede afbakening op van de meest dichtbebouwde gebieden van Vlaanderen. De methode houdt echter geen rekening met meteorologische factoren of fysische omstandigheden die het temperatuurspatroon sterk kunnen beïnvloeden. Daardoor onderschatten we het hitte-eilandeffect bijvoorbeeld in de Kempen, waar de aanwezigheid van zandgrond en gemiddeld lagere windsnelheden tot hogere temperaturen leidt. Omgekeerd maken we een overschatting aan de kust waar de nabijheid van de zee en de hoge gemiddelde windsnelheid aanleiding geven tot lagere zomertemperaturen (Lauwaet *et al.* 2018).
- Binnen de zones met een hitte-eiland berekenen we het **temperatuureffect** van de aanwezige groenelementen op basis van onderstaande formule (Vrebos *et al.* 2017). De bebouwde cellen worden gecorrigeerd voor de aanwezigheid van groendaken en groenelementen (bv. tuinen - zie bijlage 2).

$$\text{Temperatuureffect (°C)} = \% \text{ Oppervlakte groen binnen 250m} * 3.3368$$

Het temperatuurseffect wordt omgezet in de **PMV-waarde** op basis van de onderstaande tabel uit de Natuurwaardeverkenner (Hendrix *et al.* 2015).

Temperatuurseffect	Hittestressreductie	PMV-waarde
-2 °C	zeer sterk	0
-1.5 °C	sterk	1
-1 °C	gemiddeld	2
-0.5 °C	klein	3
-0.5 - 0 °C	erg klein	3
verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	4

Indicator LK 3 - Bevolking zonder nabij groen voor ontspanning

Deze indicator geeft de invloed weer van de landgebruiksveranderingen op de afstand tot en de bereikbaarheid van groene ruimte. Hij toont het percentage van de **inwoners dat geen toegang heeft tot buurt- of wijkgroen en tot stadsbos**. We gaan daarbij uit van het referentiekader voor bereikbare groene ruimte zoals vermeld in (Van Herzele *et al.* 2000). Buurtgroen wordt daarin beschreven als een cluster van minstens 1 ha groen op hoogstens 400 m afstand, wijkgroen omvat een cluster van minstens 10 ha groen op hoogstens 800 m en bij stadsbos gaat het om een oppervlakte van minimum 200 ha groen op maximum 5 km afstand.

- Uit de vijf landgebruikskaarten selecteren we de groene landgebruiksklassen die deel kunnen uitmaken van buurt- of wijkgroen of van een stadsbos. Deze selectie verschilt tussen de kijkrichtingen. Natuur, bos en park (inclusief de categorieën 'groen in de stad' en 'groene boulevards') horen er telkens bij. Aanvullende klassen:
 - **de culturele identiteit versterken en samenwerken met natuur** : recreatie- en sportterreinen en tuinen van openbare gebouwen (klassen: kantoren en administratie). De tuinen van openbare gebouwen bakemen we af op basis van de kaart met het aandeel groendaken en de kaart met het aandeel groen in bebouwde ruimte (zie bijlage 2). Enkel de tuinen en intensieve groendaken met een oppervlakte van minstens 1 ha rekenen we tot het toegankelijke groen. Om die minimumgrens te bepalen, steunen we op het percentage groendak en tuingroen in een cel en haar naburige omgeving (ArcGIS: focal statistics).
 - **de natuur haar weg laten vinden**: sport- en recreatiegebied. Tuinen en groendaken blijven privé en nemen we niet mee.
 - **de stroom van de economie benutten**: inkomgelden beperken de vrije toegankelijkheid van sport- en recreatiegebied. Net als tuinen en groendaken vormen ze dus geen deel van het toegankelijke groen.
 - **huidige situatie**: tuinen, groendaken en sport- en recreatiegebied blijven ook hier buiten beschouwing.
- Op basis van de geselecteerde cellen bakemen we clusters van aaneengesloten, toegankelijke groene ruimte af. Die clusters kunnen ook landbouw-, 'overig groen' of watercellen omvatten als de omgeving ervan voor respectievelijk minstens 30% of 50% uit toegankelijk groen bestaat. Voor grotere groenclusters wordt een grotere omgeving in aanmerking genomen (Verachtert *et al.* 2017). Belangrijke wegen en waterwegen vormen barrières die zulke groenzones van elkaar kunnen scheiden. De resulterende clusters van > 1 ha behoren tot het buurgroen, die van > 10 ha tot wijkgroen en van > 200 ha tot stadsbos.

Op basis van de inwonerskaart berekenen we welk percentage Vlamingen er op meer dan 400 m van buurtgroen, 800 m van wijkgroen en 5 km van een stadsbos woont. Die afstand bepalen we via de huidige openbare wegen van het Wegenregister van het Agentschap Wegen en Verkeer.

Bijlage 7: Samen en bewust leven - indicatoren

Indicator - Inkomensgerelateerde toegang tot buurt- en wijkgroen

Deze indicator toont het aandeel inwoners met toegang tot buurt- of wijkgroen per statistische sector in functie van het huidig gemiddeld netto belastbaar inkomen per inwoner. De resultaten van de indicator LK3 (Bevolking zonder nabij groen voor ontspanning) worden geaggregeerd per statistische sector (som) en uitgezet tegenover het gemiddeld belastbaar inkomen in 2015 per statistische sector³. Om de interpretatie te vereenvoudigen wordt het inkomen gegroepeerd in vier klassen: minder dan € 30.000/jaar, tussen € 30.000/jaar en € 40.000/jaar, tussen € 40.000/jaar en € 50.000/jaar en meer dan € 50.000/jaar. Statistische sectoren waarvoor het gemiddelde inkomen niet beschikbaar is, worden verwijderd uit de dataset. De densiteitsplots worden opgemaakt in R via het package ggplot2 (Wickham *et al.* 2018).

Bijlage 8: Duurzaam gebruik hulpbronnen

Indicator DG1 - Waterkwantiteit - Aanvulling diep grondwater

Deze indicator geeft de verandering weer in jaarlijkse infiltratie naar de diepere grondwaterlagen tussen de kijkrichtingen en de uitgangssituatie in 2013. De belangrijkste fysische factoren die de maximale potentiële infiltratiecapaciteit van de bodem bepalen, zijn de diepte van de grondwatertafel en de bodemtextuur (Vrebos *et al.* 2017). Die maximale potentiële infiltratiecapaciteit wordt gecorrigeerd voor verliezen door interceptie van neerslagwater door planten en voor verdichting door het landgebruik.

- We vertrekken van de kaart van de **potentiële bodemkundige infiltratie** ([ECOPLAN 06 1 1](#)). Deze kaart werd ontwikkeld in het kader van het ECOPLAN-project en geeft aan in welke mate de bodem in staat is om neerslag te laten doorsijpelen naar diepere bodemlagen (zie www.ecosysteemdiensten.be). Deze kaart houdt rekening met de bodemtextuur en de grondwaterstand, maar niet met het landgebruik. Om ook de invloed van het landgebruik op retentie in rekening te brengen, wordt de potentiële bodemkundige infiltratie verlaagd op basis van interceptieverliezen en bodemafdicthting.
- Voor de **interceptieverliezen** (m³/ha*jaar) per landgebruiksklasse worden de kengetallen van ECOPLAN overgenomen ([06 2 2 Interceptie](#)). De tabel met kengetallen geeft aan dat de interceptie van naaldbomen hoger is dan die van loofbomen. Dit geldt zeker voor fijnsparren, maar de verschillen tussen grove dennen, veruit de meest voorkomende naaldboomsoort in Vlaanderen, en loofbomen zijn eerder beperkt (Dolman *et al.* 2000; Nisbet 2005). Bovendien houdt de tabel ook geen rekening met de eventuele aanwezigheid van een onderetage in de bossen, waardoor de interceptie kan verhogen (Verstraeten *et al.* 2012). Daarom werd voor loof- en naaldbomen dezelfde interceptie gebruikt. De interceptie wordt vervolgens uitgedrukt als fractie van de maximale fysische infiltratiepotentie (450 mm - ECOPLAN).
- **Bodemafdicthting** door bebouwing of infrastructuur verhindert de infiltratie van regenwater. De afdichtingsgraad van bebouwde cellen wordt berekend op basis van het percentage groen in de bebouwde omgeving (zie bijlage 2). Wanneer een bebouwd gebied afwatert via baangrachten, kan een deel van het regenwater vooralsnog infiltreren. Dit aspect werd echter niet mee in rekening gebracht in onze analyses.
- In een laatste stap worden de totale procentuele verliezen door interceptie en bodemafdicthting opgeteld en vermenigvuldigd met de potentiële bodemkundige infiltratie.

³ <https://statbel.fgov.be/nl/themas/huishoudens/fiscale-inkomens>

Indicator DG2 - Waterkwaliteit - Stikstofverwijdering

De indicator toont de totale stikstofverwijdering of denitrificatie in ton stikstof per jaar. Voor de berekening gebruiken we de module voor stikstofverwijdering uit de ECOPLAN-SE plugin voor QGIS (Vrebos *et al.* 2017). Het model houdt daarbij rekening met de nitraatconcentratie in het grondwater, de grondwateraanvoer, de verblijftijd in de bodem en het denitrificatiepotentieel op basis van de grondwaterstand. Voor een uitvoerige beschrijving van de methodologie verwijzen we naar de handleiding bij de plugin (Vrebos *et al.* 2017). Het model wordt op twee punten aangepast voor de analyses van de Natuurverkenning:

- De nitraatconcentratie in het grondwater wordt standaard berekend op basis van de bemestingsnormen per teeltgroep voor totale stikstof (VLM 2012). In kijkrichting SN gaan we er echter van uit dat er geen kunstmest gebruikt wordt en hanteren we de **lagere bemestingsnormen voor dierlijke mest** (170 kg N/ha*jaar).
- Het denitrificatiepotentieel van een cel is afhankelijk van de grondwaterstand. Omdat we voor de kijkrichtingen niet beschikken over kaarten van de grondwaterstand in 2050, gebruiken we de kaarten van de huidige potentieel natuurlijke gemiddeld hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand (Vrebos *et al.* 2017). Deze kaarten worden aangepast om de verandering van de grondwaterstand door de creatie van moeras in de kijkrichtingen in rekening te brengen. In cellen die omgevormd worden tot moeras wordt het **denitrificatiepotentieel** verhoogd tot 30%. De andere cellen blijven ongewijzigd.

Indicator DG3 - Bodemverlies door erosie

Deze indicator geeft aan in welke mate de landgebruiksveranderingen in elke kijkrichting resulteren in een wijziging van het bodemverlies (ton droge stof/ha). We brengen enkel het bodemverlies door watererosie in rekening. Voor de berekening maken we gebruik van de RUSLE-vergelijking (Revised Universal Soil Loss Equation; (Renard *et al.* 2011):

$$A = R \times K \times LS \times P \times C$$

Met: A = gemiddelde bodemverlies (ton/ha.j), R = regenerativiteitsfactor (MJ.mm/ha.h.j), K = bodemerosiegevoeligheidsfactor (ton.h/MJ.mm), LS = topografische factor voor hellingslengte en hellingsgraad (dimensieloos), P = erosiebeheersingsfactor (dimensieloos) en C = gewas- en bedrijfsvoeringsfactor (dimensieloos).

De methodologie wordt meer in detail beschreven in bijlage 2 van (Nelissen *et al.* 2016). We berekenen telkens het verschil tussen het bodemverlies in een kijkrichting en het bodemverlies in de huidige situatie (de referentietoestand in 2013). R, K en LS blijven constant.

Voor P hanteren we op alle parse (zeer sterk erosiegevoelige) en rode (sterk erosiegevoelige) akkerbouwpercelen een gewogen gemiddelde erosiebeheersingsfactor van respectievelijk 0,32 en 0,40. Daarbij houden we rekening met de huidige erosierandvoorwaarden en de toepassing van beheermaatregelen als groenbedekkers en niet-kerende bodembewerking op dergelijke percelen.

Om de erosiebescherming door kleine landschapselementen in rekening te brengen steunen we op onderstaande formule. Ze beschrijft de erosiereductie op een perceel in functie van de breedte van de KLE (een grasstrook) (Nelissen *et al.* 2016):

$$\ln(TSS_{in}/TSS_{uit}) = 2,66 \times \log(Breedtegrasstrook)$$

Met TSS_n/TSS_{uit} = de verhouding van het sedimentgehalte (total suspended solids) in het inspoelende ten opzichte van het uitspoelende water.

We gaan ervan uit dat 1% KLE's in een hectarecel overeenkomt met een strook van 1 m breedte. Een strook van 10 m breedte (= een cel met 10% KLE's) biedt maximale erosiebescherming voor het perceel (= 93% of een P-factor van 0,07).

Naast bodemtype, topografie en bodembeheer, is vooral het verschil in erosiegevoeligheid tussen de oorspronkelijke en nieuwe vegetatie (de C-factor) bepalend voor het verschil in bodemverlies. Zo leidt een omvorming van akker naar bos, onder vergelijkbare topografische en bodemomstandigheden, tot een grotere vermindering van het bodemverlies dan een omvorming van grasland naar bos. Tabel B11 geeft een overzicht van de gehanteerde gewasfactoren. Ze zijn gebaseerd op Bijlage 1 uit (Van der Biest *et al.* 2014) en volgende veronderstellingen:

- Niet-geregistreerde landbouwgrond bestaat voor de helft uit akker, de andere helft uit grasland
- Parken en vergelijkbaar stedelijk groen bestaan voor 30% uit hoog groen (bos) en voor 70% uit laag groen (gras)
- Groen in bebouwd gebied (zie bijlage 2) bestaat voor 25% uit hoog groen (bos) en voor 75% uit laag groen (gras)
- KLE's bieden op de oppervlakte die ze zelf innemen een gelijkaardige erosiebescherming als bos

Tabel B11: Gewasfactoren (C) voor de verschillende klassen uit de landgebruikskaat

Klasse	C-factor
Overig laag groen	0,01
Niet-geregistreerde landbouwgrond	0,17
Productiegrasland	0,01
Akker	0,37
Boomgaard laagstam	0,05
Boomgaard hoogstam	0,01
Bos	0,001
Grasland	0,01
Moeras	0,01
Heide	0,01
Kustduin	0,5
Slik en schorre	0,5
Groen in de stad	0,0073
Park	0,0073
Recreatie- en sportterrein	0,0073

Indicator DG4 - Bodemafdichting

Deze indicator beschrijft de verandering van de **bodemafdichting in bebouwd gebied**. Hij houdt zowel rekening met de verandering van het landgebruik (toename of afname van urbane cellen), als met de aanwezigheid van groen in deze bebouwde cellen (zie bijlage 2). Daarmee vormt hij een verfijning van de urbane landgebruiksklassen in de landgebruikskaat.

Indicator DG5 - Biomassaproductie voor energie en materialen

Deze indicator geeft voor elke kijkrichting de oogstbare **biomassa** weer die potentieel beschikbaar is voor de opwekking van hernieuwbare energie of voor het vervaardigen van industriële of huishoudelijke producten. We beperken ons tot de biomassa uit **houtige vegetatie** en **maaisel** uit graslanden, natuurgebieden, parken en tuinen. Akkerbouwgewassen laten we buiten beschouwing omdat we niet over een gedetailleerde modellering van de landbouwsector en -zone beschikken. De aard van de akkerbouwgewassen in 2050 en het aandeel ervan dat geschikt is voor energie- en materialenproductie, is daarom moeilijk in te schatten. Voedselproductie komt aan bod in indicator LB1.

Houtproductie

We berekenen de gemiddelde jaarlijkse aanwas van hout in functie van het vegetatietype en de standplaatscondities. Daarvoor doen we beroep op een verrasterde versie van de bodemkaart 2015 en aanwastabellen die per vegetatietype het verband aangeven tussen bodemtextuur- en drainageklassen enerzijds en de jaarlijkse aanwas van spilhout (in m³/ha) anderzijds (Tabel B12).

We gaan uit van volgende veronderstellingen voor de verschillende landgebruiksklassen:

- gemengd bos: bestaat uit een combinatie van multifunctioneel loofhout en multifunctioneel naaldhout. We nemen telkens het gemiddelde van de bijhorende aanwascijfers.
- alluviaal bos, loofbos, KLE's en de houtige vegetatie in parken, sport- en recreatiegebied en bebouwd gebied: bestaan uit multifunctioneel loofhout. Het groen in bebouwd gebied omvat 25% hoog groen, in parken en vergelijkbare landgebruiksklassen gaat het om 30% hoog groen (zie bijlage 2).
- naaldbos: we hanteren de data voor productienaaldhout.

Bij gemengde textuur- en/of drainageklassen wordt telkens een gemiddelde berekend van de betrokken klassen. Actief bemeste en bekalkte bodems geven een hogere groei­kracht dan onbemeste bodems. Daarom krijgen alle gronden in huidig landbouwgebruik hogere aanwascijfers toegekend. We rekenen met een aanwastoe­name van 25% op zeer natte bodems, op zand- en op zandleembodems en een toename van 10% op de overige bodems. Voor een gedetailleerdere bespreking van de methode verwijzen we naar (Vandeker­khove *et al.* 2014).

Tabel B12. Gehanteerde aanwascijfers (m³/ha.jaar) voor verschillende combinaties van bodemtextuur (rijen), drainageklasse (kolommen) en vegetatietype op een niet-bemeste bodem (Vandeker­khove *et al.* 2014).

Multifunctioneel loofhout	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	4	6	6	5
S/P	5	8	8	6
A/L/M/G	3	11	10	7
E/U	3	9	10	6
Multifunctioneel naaldhout	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	7	9	7	2
S/P	8	10	8	2
A/L/M/G	4	10	7	2
E/U	4	8	6	0
Productienaaldhout	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	11	14	10	3
S/P	11	14	12	2
A/L/M/G	9	15	10	2
E/U	9	8	8	0

Niet al het geproduceerde hout wordt ook gebruikt voor menselijke doeleinden. Het aandeel dat geoogst wordt, verschilt van kijk­richting tot kijk­richting en is afhankelijk van de gemaakte beheerkeuzes. Zo blijft er in *De natuur haar weg laten vinden* meer dood hout in de bossen liggen en streeft *De stroom van de economie benutten* naar een intensiever houtgebruik. Daarom corrigeren we bovenstaande aanwascijfers met oogstfactoren die de benuttingsgraad van de houtige vegetatie in de verschillende kijk­richtingen weergeven. We baseren ons daarvoor op een inschatting van de huidige benuttingsgraad, zoals vermeld in (Vandeker­khove *et al.* 2014):

- **Huidige toestand (2013):**
 - bosreservaten en gebieden van terreinbeherende verenigingen: 10%
 - bossen: 60% (geen onderscheid tussen privaat of publiek)
 - ander hoog groen (KLE's, groen in bebouwde omgeving, parken, sport- en recreatiegebied): 30%
- **De culturele identiteit versterken en Samenwerken met natuur:**
 - Speciale Beschermingszones (SBZ), bosreservaten en gebieden van terreinbeherende verenigingen: 10%
 - ander bos en parken en recreatiezones in landelijk gebied: 60%
 - KLE's: 60%, dit is hoger dan de huidige benuttingsgraad om ook de kosten voor landschapsonderhoud te dekken
 - parken en recreatie in stedelijk en randstedelijk gebied en groen in bebouwde omgeving: 30%
- **De natuur haar weg laten vinden:**
 - Alle houtige vegetatietypes: 10%
 - uitgenomen niet-reservaat groen in stedelijk en randstedelijk gebied en groen in bebouwd gebied: 30%, omwille van recreatie en veiligheid.
- **De stroom van de economie benutten:**
 - SBZ, bosreservaten en gebieden terreinbeherende verenigingen: 10%
 - ander bos en parken en recreatiezones in landelijk gebied: 80%
 - KLE's: 60%

- Parken en recreatiezones in stedelijk en randstedelijk gebied en groen in bebouwde omgeving: 30%

Die houtaanwas heeft enkel betrekking op spilhout. Om de totale hoeveelheid biomassa, inclusief tophout en wortels, te kennen, vermenigvuldigen we de aanwas met een soortspecifieke biomassaexpansiefactor (BEF) (Van Kerckvoorde & Van Reeth 2014). Vervolgens rekenen we de jaarlijkse houtige biomassaproductie en de oogstcijfers in m³/ha om naar ton droge stof/ha aan de hand van soortspecifieke dichtheidsdata. Tabel B13 geeft een overzicht van de biomassaexpansiefactoren, dichtheden (ton DS/m³) en koolstofdichtheden (ton C/m³) die we in deze studie hanteren (zie verder, Indicator koolstofopslag in biomassa). Ze werden berekend als (gewogen) gemiddelden van de data per boomsoort uit (Vande Walle *et al.* 2005). Opnieuw gaan we uit van de hoger vermelde veronderstellingen voor de verschillende landgebruiksklassen.

Tabel B13. Biomassaexpansiefactoren, dichtheden (ton DS/m³) en koolstofdichtheden (ton C/m³) voor de verschillende vegetatietypes (m³/ha.jaar) (Vande Walle *et al.* 2005).

	BEF	Dichtheid	C-dichtheid
Multifunctioneel loofhout	1,55	0,57	0,28
Multifunctioneel naaldhout	1,5	0,48	0,24
Productienaaldhout	1,68	0,45	0,22
Gemengd hout	1,53	0,51	0,26

Maaisel

Maaisel omvat zowel gras als het maaisel uit andere niet-houtige vegetaties (moeras- en rietland, ruigte, heide en ander laag groen). Maaisel afkomstig van tijdelijk grasland nemen we niet mee, omdat het vervat zit in de landgebruiksklasse akker. Tijdelijk grasland beslaat momenteel ongeveer 35% van het totale areaal aan grasland in landbouwgebruik. De potentiële productie wordt zo dus wellicht onderschat. We berekenen de geproduceerde hoeveelheid in functie van het vegetatietype en de standplaatscondities. Tabel B14 geeft een overzicht van de potentiële productiecijfers die we per landgebruiksklasse hanteren. We baseren ons daarbij op de data uit tabel 3 in (Van Kerckvoorde & Van Reeth 2014). We corrigeren de bekomen potentiële productie met een factor (tussen 0 en 1) die de geschiktheid van de standplaats voor gras weergeeft. Daarvoor gebruiken we de bijhorende fysische geschiktheidskaart uit (Van Gossum *et al.* n.d.) opgeschaald naar een resolutie van 100 x 100 m. Voor moeras en rietland gaan we overal uit van een fysische geschiktheid van 100%. We brengen ook het aandeel KLE's en het aandeel groen in bebouwd gebied in rekening (zie bijlage 2).

Tabel B14. Potentiële productie van maaisel (ton DS/ha.jaar) per landgebruiksklasse (gebaseerd op Van Kerckvoorde & Van Reeth 2014).

Landgebruiksklasse	Potentiële biomassaproductie (ton DS/ha.jaar)
Grasland	
Productiegrasland	6,5
Grasland (5% voedselrijk droog en 95% voedselrijk nat grasland)	4,8
Niet-geregistreerde landbouwgrond (bestaat voor 50% uit grasland)	2,4
Boomgaard hoogstam (cf. voedselrijk droog grasland)	4,3
Overige	
Laag groen	4,3
Moeras (20%) en rietland (80%) (incl. slik en schor)	3,4
Groen in de stad, parken, sport- en recreatie (70% voedselrijk droog gras)	3,0
Heide (50% vergrast)	2
Groen in bebouwd gebied (75% voedselrijk droog grasland)	3,2

Bijlage 9: Omgaan met een veranderend klimaat - indicatoren

Indicator K1 - Overstromingsrisico verminderen – Tijdelijk vasthouden van regenwater

Als basiskaart wordt de geschiktheid voor tijdelijke retentie gebruikt ([ECOPLAN 00_1_12](#)). Deze kaart werd ontwikkeld in het kader van het ECOPLAN-project en geeft op basis van de topografie aan of een locatie grondwater aangevoerd krijgt uit de omgeving (zie [www.ecosysteemdiensten.be](#)). Indien een locatie vooral toevoer krijgt op lagere schaalniveau's maar niet op hogere schaalniveau's, wordt verondersteld dat de grondwateraanvoer fluctueert met de seizoenen (tijdelijke kwel). Door dit water vast te houden kan er retentie plaatsvinden en kan dit bijdragen tot het voorkomen van benedenstroomse overstromingen (Vrebos *et al.* 2017). De kaart werd berekend op basis van de topografie en geeft een relatieve score (0-100) voor het tijdelijk vasthouden van water. Deze score houdt echter geen rekening met het landgebruik en toont dus eerder een potentiële geschiktheid van de omgeving voor retentie.

Om ook de invloed van het landgebruik op retentie in rekening te brengen, wordt de basiskaart vermenigvuldigd met een correctiefactor (1-Sv). De factor vermindert de score uit de basiskaart in functie van de oppervlakkige afstroming (Sv). De oppervlakkige afstroming wordt berekend met de methode van Wetspass (Batelaan & Woldeamlak 2003) en is een functie van het landgebruik onder maximale runoff condities (een kleibodem op een grote helling):

$$S_v = S_{v-pot} \times C_{HOR} \text{ met } S_{v-pot} = C_{sv} \times (P - I)$$

waarbij P = neerslag (1), I = interceptie (fractie in functie van landgebruik), C_{sv} = afstromingscoëfficiënt (functie van vegetatie, bodemtype en helling), C_{HOR} = coëfficiënt voor het deel van zomerneerslag dat bijdraagt aan hortonische afstroming (0.09 voor heide (zandgrond) en 0.95 voor ander landgebruik (kleibodem). De waarden voor de interceptie en de afstromingscoëfficiënt (C_{sv}) werden genomen uit de tabellen van (Batelaan & Woldeamlak 2003).

De scorekaart voor tijdelijke retentie op basis van de topografie en het landgebruik wordt verder gecorrigeerd voor de aanwezigheid van groendaken, KLE's en het percentage groen in de bebouwde cellen. De aanwezigheid van groen in bebouwde cellen en KLE's in landbouwcellen zorgt ervoor dat regenwater langer wordt vastgehouden en verhoogt de retentiescore van respectievelijk de bebouwde cellen en de landbouwcellen.

- Voor **groendaken** gaan we uit van een retentie op jaarbasis van 45% voor extensieve groendaken en 75% voor intensieve groendaken (Mentens *et al.* 2006).
- Voor **groen in bebouwde cellen** passen we de oppervlakkige afstroming aan in functie van het percentage groen in de cel (zie bijlage 2). Voor het groen in de bebouwde cellen gaan we uit van een gemiddelde bedekking van 25% hoog groen (Sv = 0,29) en 75% laag groen (Sv = 0,43).

Kleine landschapselementen verhogen de weerstand van het landoppervlak voor de afstroming van regenwater (Marshall *et al.* 2009; O'Connell *et al.* 2007; Wolton *et al.* 2014). In onze analyse brengen we het effect van de aanwezigheid van houtige landschapselementen op de retentie van regenwater in landbouwgebied in rekening. We selecteren daarvoor eerst de cellen die op een helling liggen die groter is dan 0,5%. Daarvoor gebruiken we de hellingenkaart die werd opgemaakt ter ondersteuning van de Watertoets (Geopunt). We veronderstellen dat een houtkant van 10 m breed op deze hellingen zorgt voor 70% reductie van de afstroming op akkers (Wolton *et al.* 2014) en voor maximaal 50% reductie op graslanden (Marshall *et al.* 2009). De correctiefactor voor retentie (1-Sv) neemt daarbij logaritisch toe in functie van het percentage KLE in een cel tot een maximale waarde van 0,71. Dat is de correctiefactor voor een cel die volledig bedekt is met hoog groen. De onderstaande tabel geeft de relatie weer tussen de correctiefactor voor retentie en het bedekkingspercentage KLE (zie bijlage 2).

Landgebruiksklasse	Berekening correctiefactor retentie
Akker	Correctiefactor (1-Sv) = 0,71 + 0,0364 * ln(%KLE)
Grasland	Correctiefactor (1-Sv) = 0,71 + 0,0294 * ln(%KLE)
Niet-geregistreerde landbouwgrond	Correctiefactor (1-Sv) = 0,71 + 0,0329 * ln(%KLE)

Indicator K2 - Overstromingsrisico verminderen – Komberging

Deze indicator toont in welke mate landgebruiksveranderingen een invloed hebben op het kombergend vermogen van laaggelegen gebieden nabij beken en rivieren, waardoor die gebieden overstromingsrisico's stroomafwaarts (of stroomopwaarts, langsheen getijdenrivieren) kunnen helpen reduceren. Dit vermogen wordt bepaald door de topografie van een gebied en door de combineerbaarheid van het landgebruik met een overstroming. De indicator toont het aandeel van elk van de combineerbaarheidsklassen in overstromingsgevoelig gebied. Daarnaast brengen we per kijkrichting ook het aantal inwoners in overstromingsgevoelig gebied in beeld.

Overstromingsgevaarkaarten tonen de omvang van een overstroming die zich met een bepaalde terugkeerperiode voordoet. Voor onze analyse gebruiken we de overstromingsgevaarkaarten voor overstromingen met grote kans (eens per 10 jaar - T10) en middelgrote kans (eens per 100 jaar - T100) (Geopunt). Binnen elk van deze overstromingscontouren kijken we vervolgens hoe de combineerbaarheid van het landgebruik met een overstroming verandert in functie van de verschillende kijkrichtingen.

De combineerbaarheid wordt uitgedrukt in een score van 1 (niet verplaatsbaar en niet combineerbaar) tot 5 (aangepast aan overstroming). Hiervoor werden de criteria gebruikt uit (Schneiders *et al.* 2014) - Bijlage 5). Voor de analyses van de kijkrichtingen werd de combineerbaarheid van sommige landgebruiksklassen verlaagd om de maatschappelijke realiteit beter te reflecteren. Zo werd de combineerbaarheid van landbouwteelten (excl. grasland) verlaagd van score 4 naar score 3. De score voor hoog- en laaggroen in urbaan gebied werd verlaagd van 4 naar 2 omdat het hierbij vaak gaat om tuinen en plantsoenen die in de realiteit nauwelijks ingezet worden om water te bergen. In kijkrichting NW werd de combineerbaarheid van bos in overstromingsgevoelig gebied verhoogd van 3 naar 5 omdat de bossen in deze kijkrichting geen economische functie hebben en ecologische processen sturend zijn.

Op basis van de kaarten van de bevolkingsdichtheid in elke kijkrichting werd het aantal inwoners in gebieden met een overstromingskans van 1 op 10 en 1 op 100 jaar bepaald.

Indicator K3 - Koolstofopslag in bodem en biomassa

Deze indicator toont de verandering in de opslag van organische koolstof in de bodem en in houtige biomassa. Zowel bodems als vegetatie halen CO₂ uit de lucht en leggen de koolstof vast in organisch materiaal waardoor ze het broeikas effect helpen verminderen. Koolstofopslag in de strooisellaag blijft buiten beschouwing.

Koolstofopslag in de bodem

Voor de kwantificering van de bodemorganische koolstof maken we gebruik van het meervoudige regressiemodel van (Meersmans *et al.* 2008). Dat model berekent de koolstofvoorraad in de bodem tot op een diepte van 1 meter als een functie van het landgebruik (bos, grasland, akkerland of heide), de bodemtextuur en de grondwaterstand. Aangenomen wordt dat de variaties in reliëf en klimaat gering zijn en slechts een beperkte invloed hebben op de koolstofvoorraad (Lettens *et al.* 2014). Voor een gedetailleerde beschrijving van de methode verwijzen we naar Bijlage 8 in (Van Reeth *et al.* 2016).

We houden geen rekening met het effect van beheersmaatregelen, zoals de omzetting van akker met conventioneel beheer naar akker met agro-ecologisch beheer (kijkrichting SN). Dit omdat de uiteenlopende effecten van verschillende bodembeheertechnieken vaak geen ondubbelzinnige inschatting toelaten (bv. (Lettens *et al.* 2014; Nelissen *et al.* 2016) en omdat hun impact op de koolstofsequestratie sowieso beperkt is (Smith *et al.* 2005). Enkel maatregelen die ook een verandering van de bodembedekking met zich meebrengen, zoals de introductie of het behoud van houtige kleine landschapselementen of het omzetten van grasland naar akken, tellen daarom mee.

We gaan uit van volgende veronderstellingen voor de verschillende landgebruiksklassen:

- Voor alle laag groenklassen gebruiken we de regressievergelijkingen voor grasland (zie tabel 15 uit bijlage 8 in (Van Reeth *et al.* 2016).
- Voor alle hoog groenklassen, incl. KLE's gebruiken we de regressievergelijkingen voor bos (zie tabel 15 uit bijlage 8 in (Van Reeth *et al.* 2016).

- We hanteren dezelfde aannames als voorheen voor de verhouding hoog groen/laag groen in bebouwd gebied en in parken/recreatiegebied: het groen in bebouwd gebied omvat 25% hoog groen, in parken en vergelijkbare landgebruiksklassen gaat het om 30% hoog groen (zie bijlage 2).
- We gaan ervan uit dat de niet-geregistreerde landbouwklasse bestaat uit dat 50% akker en 50% grasland.
- (Meersmans *et al.* 2008) geven geen vergelijking voor de berekening van de organische koolstofvoorraad. Op basis van (Broekx *et al.* 2013) schatten we de koolstofvoorraad in moerasbodems (inclusief moerasbos en slikke en schorre) onder evenwichtstoestand op 430 tonC/ha. Moerasbos is nieuw alluviaal bos in een kijkrichting dat in een zone voor potentieel permanent moeras ligt (potentieel permanent wetland: zie (Decler *et al.* 2016).
- Voor nieuw afgedichte bodems (de niet-groene delen van nieuw bebouwde cellen) veronderstellen we dat de koolstofvoorraad afneemt tot 0 door ingrijpende wijzigingen in de bodem zoals afgraafwerken.

De vergelijkingen berekenen de potentiële maximale koolstofvoorraad onder een evenwichtstoestand. Een verlies aan koolstof bij een verandering van landgebruik of -beheer verloopt in het begin gewoonlijk exponentieel om na een 20-tal jaar tot een nieuw evenwicht te komen (Lettens *et al.* 2014). Bij een afname van de koolstofvoorraad gaan we er daarom van uit dat de evenwichtstoestand in 2050 bereikt is. Het omgekeerde proces verloopt veel langzamer. Bij een toename van de koolstofvoorraad veronderstellen we dat de evenwichtstoestand pas bereikt wordt na 100 jaar. Om de koolstofopslag tussen nu en 2050 te bepalen, rekenen we de koolstofvoorraad onder evenwichtsomstandigheden om naar een jaarlijkse koolstofvastlegging. Die gebeurt bij benadering proportioneel (2,5%) ten opzichte van het resterend verschil tussen de te bereiken evenwichtstoestand en de huidige koolstofvoorraad (Liekens *et al.* 2013). We sommeren de bekomen cijfers over een periode van 30 jaar. De verandering in de bodemkoolstofvoorraad per kijkrichting berekenen we als het verschil tussen de gemodelleerde koolstofvoorraad onder het huidige landgebruik en de gemodelleerde koolstofvoorraad onder het nieuwe landgebruik in 2050.

Koolstofopslag in biomassa

De koolstofopslag in biomassa hangt af van het vegetatietype, de leeftijd, de standplaats en de oogstfactor. Ze is het grootst in bossen en houtige vegetatie. Bij andere vegetaties is de koolstofopslag beduidend lager, omdat ze minder biomassa bevatten, een kortere levensduur hebben en/of grotendeels voor directe consumptie bestemd zijn. We berekenen de biomassakoolstof daarom louter op basis van de totale aanwascijfers voor houtige biomassa en de bijhorende benuttingsgraad (zie indicator biomassaproductie). Het verschil tussen de jaarlijkse totale aanwas aan houtige biomassa en de houtoogst ($m^3/jaar$) zetten we om in een jaarlijkse koolstofopslag (ton C/jaar) aan de hand van een soortspecifiek kengetal voor de koolstofdichtheid van het hout (C/m^3) (zie Tabel B13).

We berekenen telkens het verschil tussen de jaarlijkse koolstofopslag in een kijkrichting en de huidige toestand. Om de verandering in biomassakoolstof tussen nu en 2050 te bepalen, vermenigvuldigen we dit verschil met een factor 30.

Bijlage 10: Voedselzekerheid - indicatoren

Indicator LB1 - Beschikbare landbouwoppervlakte

De **veranderingen in het landbouwareaal** worden berekend als het verschil in oppervlakte van de landgebruiksklassen tussen de kijkrichtingen en de uitgangssituatie (2013). De aanwezigheid van houtige kleine landschapselementen (KLE) in een landbouwcel vermindert de oppervlakte die rechtstreeks bruikbaar is voor voedselproductie. Bijlage 2 beschrijft hoe de oppervlakte KLE in elke kijkrichting bepaald wordt.

Om de impact van de kijkrichtingen op de productiviteit en de **economische waarde** van een landbouwgrond voor een landbouwer te bepalen, maken we gebruik van de classificatie die het Landbouw Informatie Systeem (LIS) hanteert. Naast de fysisch-morfologische landbouwwaarde, die rekening houdt met parameters zoals de intrinsieke bodemkwaliteit, de teeltgroep, het landbouwgebruik, de landbouwstructuur, de bedrijfsomgeving, en natuur- en milieubeperkingen, krijgt ook de economische landbouwwaarde een plaats in de impact-classificatie. Die geeft de economische impact weer als het perceel op geen enkele landbouwkundige wijze meer kan worden gebruikt (Bollen & Wellemans 2018). Voor elke kijkrichting gaan we na welke landgebruiksveranderingen plaatsvinden op percelen waar omvorming volgens het LIS leidt tot een hoge tot zeer hoge impact op de landbouwproductie.