



Vlaanderen
is wetenschap

Aanbevelingen voor een veerkrachtig Natura 2000 in Vlaanderen

Maud Raman

**INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK**

Auteur:

Maud Raman
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewer:

Gerald Louette

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw
INBO Brussel
Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel
vlaanderen.be/inbo

e-mail:

maud.raman@inbo.be

Wijze van citeren:

Raman M. (2022). Aanbevelingen voor een veerkrachtig Natura 2000 in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek jaar (27). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.85928888

D/2022/3241/289

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2022 (27)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Overstroomde ijzervallei , Yves Adams/Vilda



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

AANBEVELINGEN VOOR EEN VEERKRACHTIG
NATURA 2000 IN VLAANDEREN

Maud Raman

doi.org/10.21436/inbor.85928888

AANBEVELINGEN VOOR HET BELEID

In dit rapport geven we een ruimer kader weer over hoe je kan omgegaan met effecten van klimaatverandering en andere drukken op de Europees te beschermen habitats en soorten in Vlaanderen. We formuleren voorstellen om deze habitats en soorten meer klimaatrobuust te maken.

Grote delen van Vlaanderen zijn gevoelig voor een veranderend klimaat. Het landschap is eerder monotoon met een beperkte verbondenheid tussen de verschillende Natura2000-habitattypes.

Vlaanderen kan zowel inzetten op het tegengaan of het beperken van klimaatverandering, door het reduceren van de broeikasgasuitstoot (mitigatie) of door aanpassing van natuurlijke en menselijke systemen aan de huidige en de te verwachten gevolgen van klimaatverandering (adaptatie).

Bossen kunnen **koolstof vastleggen**, zowel boven als onder de grond, en zo de hoeveelheid broeikasgas CO₂ in de atmosfeer verminderen. Hoe vruchtbaarder, hoe vochtiger, hoe ouder, hoe meer biodiversiteit, hoe meer koolstof er opgeslagen zit onder de grond. Zo zijn oude en natte bossen op een venige bodem 'koolstof-hotspots'. Ook slikken en schorren en moerasgebieden met venige bodems kunnen veel CO₂ opslaan. Het is belangrijk om habitats die meer koolstof in de bodem opslaan in een goede staat van instandhouding te houden, zodat bestaande koolstofvoorraden behouden blijven. Eventueel kan je maatregelen nemen om bestaande hotspots die niet in Speciale Beschermingszones (SBZ) gelegen zijn bijkomend te beschermen tegen degradatie. Daarbovenop kan rekening gehouden worden met een klimaatadaptief beheer en gerichte keuze van soorten bij aanplanten.

Het beleid en de terreinbeheerders zullen verandering in zekere mate moeten omarmen om dynamische responsen van soorten en ecosystemen ten aanzien van klimaatverandering te ondervangen. Wanneer de range van soorten opschuift of wanneer interacties tussen soorten veranderen, kan de beheerder zich eerder focussen op de ecologische rol van een soort binnen een tot doel gesteld ecosysteem dan op de soort op zich. Waar klimaatverandering en andere drukken drijvende krachten zijn voor een transitie naar een nieuwe ecologische toestand kan de focus waar mogelijk eerder gelegd worden op het faciliteren van die transitie en het behoud van sleutelfuncties van ecosystemen. In samenhang met andere (niet) beschermde gebieden die mee het netwerk ondersteunen kan het **Natura 2000-netwerk als een meer dynamisch systeem** opgevat worden. De individuele SBZ's kunnen worden ingebed in een functioneel netwerk. Bijkomende adaptieve beheermaatregelen kunnen worden geformuleerd. Een dynamische aanpak wil niet zeggen dat de huidige wetgeving hiervoor aangepast moet worden, evenmin dat we de huidige vastgestelde doelstellingen moeten achterwege laten. De **beschermde natuurgebieden blijven ook in een veranderend klimaat een belangrijke rol spelen**. De toepassing van huidige natuurbehouds- en herstelacties in SBZ of andere groengebieden zullen de sleutelactiviteiten blijven om het voortbestaan van soorten en ecosystemen te garanderen. Instandhoudingsdoelstellingen blijven belangrijk in natuurbehoud. Deze kan je aanpassen als soorten verdwijnen, of andersom Vlaanderen als nieuw leefgebied kiezen.



Wat zijn nu essentiële elementen voor een robuust netwerk?

Diversiteit

Een hoge biodiversiteit, dus meer soorten in functionele groepen draagt bij aan risicospreiding - er is meer variatie. Bij verlies van een soort door verstoring kan een andere soort die dezelfde functie vervult die opvangen. Een grotere genetische variatie zorgt voor een grotere kans dat genotypes die bestand zijn tegen de verstoring, aanwezig zijn in een populatie.

Grote kernen natuur in (en rond) de SBZ

De veerkracht van ecosystemen tegen mogelijke klimaatveranderingen en de daarmee verbonden risico's op calamiteiten hangt nauw samen met hun grootte. Die bepaalt de ruimte die ze krijgen om structuren en processen natuurlijk te laten verlopen. Om het duurzaam voorkomen van soorten veilig te stellen, is het belangrijk dat hun leefgebieden voldoende groot zijn en onderdeel uitmaken van een ecologisch netwerk. Ze kunnen ook beschermd worden door bufferzones.

Robuuste netwerken

De N2000-gebieden staan niet op zich, en in vele gevallen zal de regionaal gunstige stand van instandhouding maar bereikt worden als de N2000-gebieden ingebed liggen in ecologische infrastructuur. Die moeten er zijn en/of een vorm van bescherming genieten zodat ze duurzaam kunnen bestaan, als leefgebieden voor en voor de migratie van soorten in (meta-populaties).

Optimaliseren van leefgebieden

Een eerste stap om populaties in Vlaamse SBZ's en andere natuurkernen meer veerkrachtig te maken is het wegnemen van belangrijke drukken en zorgen voor gunstige standplaatscondities om zo het zelfherstellend vermogen van habitats te vergroten. Ruimtelijke variatie kan het effect van weersextremen dempen. Voorbeelden zijn: vochtgradiënten met natte en droge plekken, variatie in de vegetatiestructuur, noord- en zuidhellingen en gradiënten in zoet-zout of voedselarm-voedselrijk. Binnen natuurgebieden is ook een grote variatie aan microklimaten van belang. Zo vinden de meer gespecialiseerde soorten altijd een gepaste plekje voor de verschillende stadia van hun complexe levenscyclus.

Voorkomen of milderen van natuurrampen

Verstoringen zoals een storm, brand of overstroming kunnen kansen bieden om veranderingen aan te brengen in de biodiversiteit. Het ecosysteem past zich aan veranderende omstandigheden aan. We pleiten om in te zetten op het vergroten van de veerkracht van ecosystemen. Dat is de mate waarin een ecosysteem bestand is tegen of snel kan herstellen van verstoringen en waarbij het zijn functies kan blijven leveren. Verstoringen kunnen ook schade veroorzaken. Adaptief beheer omvat ook de preventie of vermindering van natuurrampen waaronder brand, erosie en modderstromen, overstromingen, massale sterfte van planten en stormschade.

Om de effecten van klimaatverandering op te kunnen vangen zijn **adaptatiemaatregelen** en **adaptief beheer** nodig. We onderscheiden maatregelen om het adaptief vermogen van ecosystemen aan te passen, en effectgerichte maatregelen om de blootstelling van soorten aan klimaatverandering te verminderen. Deze maatregelen zijn nodig om voor habitats en soorten



een duurzame staat van instandhouding te garanderen onder een veranderend klimaat. We bevelen aan om adaptatiemaatregelen toe te passen via het N2000-beleid en in uitvoering van het Vlaams adaptatieplan, de Blue Deal en het stikstofsaneringsplan, op maat van de gebiedsspecifieke context, om het Natura 2000-netwerk meer veerkrachtig te maken ten aanzien van klimaatverandering.

De effecten van klimaatverandering spelen zich af op **een ruimtelijke schaal die groter is dan de SBZ**. Het bereiken van de gunstige regionale staat van instandhouding is dan ook niet mogelijk zonder een natuurbeleid en ecosysteembeheer dat verder gaat dan de SBZ of de IHD in de enge zin (soorten en habitats) alleen.

Wanneer doelstellingen moeten gerealiseerd worden in gebieden met een sterker aandeel van andere functies dan natuur wordt een geïntegreerde aanpak belangrijker. Hierbij wordt **samen met andere actoren en lokale en regionale overheden** een afweging gemaakt van de verschillende kosten en baten voor natuur, economie en maatschappij. Geïntegreerde oplossingen waarin natuur en ecosysteemdiensten een sleutelrol spelen, dragen bij aan een toekomstige duurzame ontwikkeling van een regio of gebied, en verhogen de weerbaarheid tegen drukken als klimaatverandering.

De idee is hier om mét de natuur samen te werken om de impact van klimaatverandering en andere drukken voor de maatschappij te verminderen of aan te passen. Dit kan onder meer door:

- behoud of herstel of ontwikkeling van biodiversiteit als bijdrage voor mitigatie: bijvoorbeeld behoud en uitbreiding wetlands voor koolstofopslag;
- optimaliseren van de levering van ecosysteemdiensten met vele voordelen voor de maatschappij;
- natuur te zien als een deel van de oplossing voor problemen als watervervuiling, hittestress, watertekort, ... deze natuurlijke oplossingen kunnen economisch worden afgewogen ten opzichte van andere maatschappelijke investeringen die ook voor deze problemen kunnen worden ingezet; een natuurlijke oplossing die op lange termijn duurzamer is en meer kostenefficiënt kan evengoed als een waardevolle investering worden beschouwd;
- natuur in te bedden in en te verbinden door middel van een samenhangende grotere natuurgehelen met baten voor biodiversiteit, mens en maatschappij.



Inhoudstafel

Aanbevelingen voor het beleid	2
Lijst van figuren.....	6
Lijst van tabellen	6
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Vraagstellingen.....	7
2 Effecten van klimaatverandering en andere drukken op Natura 2000.....	8
2.1 Effecten van klimaatverandering op Natura 2000	8
2.1.1 Effecten van klimaatverandering	8
2.1.2 Kwetsbaarheid van soorten, ecosystemen en het landschap	11
3 Nood aan meer veerkracht in het Natura 2000-NETWERK?	15
3.1 mitigatie	15
3.2 adaptieve strategie.....	16
3.2.1 Omgaan met verandering	16
3.2.2 Ruimte voor onzekerheden	17
3.2.3 Essentiële elementen voor een robuust netwerk.....	17
3.3 adaptatiemaatregelen	22
3.4 Mogelijke instrumenten voor implementatie van adaptieve maatregelen	23
3.4.1 Identificatie kwetsbaarheid van soorten ecosystemen en landschappen	23
3.4.2 Identificatie van geschikte adaptatiemaatregelen	24
3.4.3 Kosten-baten analyse	27
3.5 Geïntegreerde en sectoroverschrijdende ecosysteem gebaseerde aanpak	27
3.5.1 Ecosysteem gebaseerde aanpak	28
3.5.2 Uitdagingen en oplossingen voor effectieve implementatie	30
3.6 Monitoring	33
3.7 onderzoek	33
3.8 Communicatie	34
4 Referenties.....	36
5 Bijlagen	41
Bijlage 1: klimaattrends gedetecteerd in België tot in 2014	42
Bijlage 2: Gevoeligheid van vegetatietypes voor klimaatverandering en andere drukken.	43
Bijlage 3: Beslissingskader volgens Shoo et al. 2013	50



Lijst van figuren

Figuur 1:	Overzicht van de impact van klimaatverandering op habitats en soorten (Vos et al. 2010).	9
Figuur 2:	Componenten van kwetsbaarheid voor soorten (naar Dickinson et al. 2015).	12
Figuur 3:	Intensiteit van adaptieve maatregelen in relatie tot de verschillende componenten van kwetsbaarheid (Dickinson et al. 2015).	13
Figuur 4:	Indeling landschappen volgens kwetsbaarheid aan klimaatverandering en de mate van landschapsdegradatie (Gillson et al. 2013, Demey et al. 2015).	14
Figuur 5:	Mogelijkheden voor ondersteuning van klimaatadaptatie op verschillende schaalniveaus (gebaseerd op Rannow et al. 2014).	22
Figuur 7:	Relaties tussen biodiversiteit, ecosysteemdiensten en menselijk welzijn (bron: Millenium Ecosystem Assessment 2005)	29
Figuur 8:	De rol van een ecosysteem gebaseerde aanpak in een geïntegreerde aanpak om de impact van klimaatverandering ten aanzien van de maatschappij te reduceren (gebaseerd op een figuur volgens Cowan et al. 2010)	30

Lijst van tabellen

Tabel 1:	Uitdagingen en oplossingen voor de implementatie van de natuur gebaseerde strategie volgens Cowan et al. 2010.	30
----------	--	----



1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING

In 2009 heeft INBO doelen geformuleerd voor Europees te beschermen habitats en soorten in Vlaanderen, zowel binnen als buiten de speciale beschermingszones van het Natura 2000 netwerk. Deze zijn naderhand vastgesteld door de Vlaamse regering op twee niveaus: op Vlaams niveau (gewestelijke instandhoudingsdoelstellingen of G-IHD, 2010) of per gebied (specifieke instandhoudingsdoelstellingen of S-IHD, 2014). De gewestelijke doelen geven aan vanaf wanneer de in het Vlaamse Gewest voorkomende Europees te beschermen habitattypes of soorten in een gunstige staat van instandhouding zullen zijn, d.w.z. duurzaam zullen kunnen overleven; de specifieke doelen geven de verdeling van de gewestelijke doelen over de voor de betrokken soort of habitatype relevante gebieden aan.

Conform het Vlaams Natura 2000 programma wordt gevraagd om de gewestelijke instandhoudingsdoelstellingen te evalueren. Het project dat hiervoor tot stand gekomen is bestaat uit verschillende deelstudies, elk met een eigen vraagstelling:

- Zijn de IHD klimaat-robust; geeft de huidige kennis over de klimaatverandering aanleiding tot wijzigingen in de IHD?
- Geven het concept en de concrete invulling van habitattypische soorten aanleiding tot wijzigingen in de IHD?
- Leidt de rapportage ikv de VRL en HRL -op basis van de oude en nieuwe LSVI- tot nieuwe kennis of inzichten en zodoende wijzigingen in de IHD?
- Leidt de modellering van de potentiële leefgebieden in de tijd tot nieuwe kennis of inzichten en zodoende wijzigingen in de IHD?
- Bestaan er in het algemeen nieuwe wetenschappelijke kennis of inzichten over habitats en soorten (zowel Europees te beschermen als habitattypische soorten) die aanleiding geven tot wijzigingen in de IHD?

In de huidige rapportage wordt een ruimer kader weergegeven over hoe kan worden omgegaan met effecten van klimaatverandering en andere drukken op de Europees te beschermen habitats en soorten in Vlaanderen. We formuleren voorstellen om deze habitats en soorten meer klimaatrobust te maken.

1.2 VRAAGSTELLINGEN

We onderscheiden volgende vraagstellingen:

- Welke zijn de effecten van klimaatverandering op het Natura 2000-netwerk?
- Welke voorstellen kunnen geformuleerd worden om het Natura 2000-netwerk meer veerkrachtig te maken tegenover de (gevolgen van de) klimaatverandering?
- Moeten gewestelijke instandhoudingsdoelstellingen worden aangepast?



2 EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING EN ANDERE DRUKKEN OP NATURA 2000

2.1 EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING OP NATURA 2000

2.1.1 Effecten van klimaatverandering

De effecten van klimaatverandering in Vlaanderen zijn reeds in andere rapporten (Van der Aa et al. 2015, Brouwers et al. 2015) uitvoerig beschreven. In dit gedeelte wordt slechts zeer beknopt een aantal belangrijke processen, trends en verwachtingen overgenomen om de lezer de nodige achtergrondinformatie te geven voor deze rapportage.

Klimaatveranderingen in Vlaanderen en verwachtingen in de toekomst

Voor de waargenomen klimaatveranderingen in Vlaanderen en verwachtingen in de toekomst verwijzen we naar het **MIRA-klimaatrapport 2015** van Brouwers et al. (2015) en het Vlaams Klimaatadaptatieplan (Departement Omgeving 2019, *in prep.*). Voor een schematische weergave van klimaatrends gedetecteerd in België tot in 2014 verwijzen we naar bijlage 1.

Ondanks belangrijke natuurlijke schommelingen zijn de effecten van klimaatverandering nu al zichtbaar in een aantal indicatoren (Brouwers et al. 2015). Zo ligt de jaargemiddelde temperatuur in Ukkel inmiddels bijna 2,5°C hoger dan in de pre-industriële periode. Alle seizoenen worden warmer en er is een toename in het aantal tropische dagen ($T_{max} \geq 30^{\circ}C$) in een jaar. Sinds de jaren '70 zijn de frequentie en de lengte van hittegolven toegenomen. De verwachting is dat met de klimaatverandering hittegolven in de toekomst verder zullen toenemen in aantal, duur, en sterkte. De toename van de **hittestress** zal in stedelijke gebieden groter zijn dan in landelijke gebieden, niet alleen omdat het in steden sowieso al warmer is tijdens hittegolven, maar ook door de toekomstige uitbreiding van de steden zelf.

De potentiële evapotranspiratie, een maat voor de verdamping, is samen met de temperatuur toegenomen. Door **droogte** in combinatie met hitte vergroot het risico op bos- en natuurbranden, kunnen de waterpeilen zakken en kan de waterkwaliteit afnemen.

Van jaar tot jaar vertoont de neerslaghoeveelheid een erg grote variabiliteit. Enkel in de winter nemen de neerslag en het aantal dagen met meetbare neerslag toe. In de andere seizoenen is er geen of nauwelijks verandering gemeten. Het aantal dagen met zware neerslag is evenwel gestegen. **Extreme neerslag** kan, samen met een stijgende zeewaterspiegel in Vlaanderen tot overstromingen leiden. Door de klimaatverandering kunnen er vaker overstromingen voorkomen. Er wordt ingeschat dat niet alle overstromingen een even zware impact zullen hebben. Relatief lichte overstromingen zullen waarschijnlijk alleen een tijdelijke impact hebben. De lokale waterdiepte bij overstroming is daarbij bepalend (Lokers et al. 2018).

Daarnaast nemen we ook een **stijging van het zeeniveau** waar en is ook de temperatuur van het zeewater gestegen (Brouwers et al. 2015). De verwachte zeespiegelstijging en de verhoogde stormopzet zullen de kansen op overstromingen aan de kust langs de oevers van rivieren die verbonden zijn met de Noordzee, zoals de Schelde doen toenemen. Hogere waterstanden kunnen niet alleen leiden tot overstromingen vanuit rivieren, maar ook de uitwateringsmogelijkheden van polders en wateringen beperken.



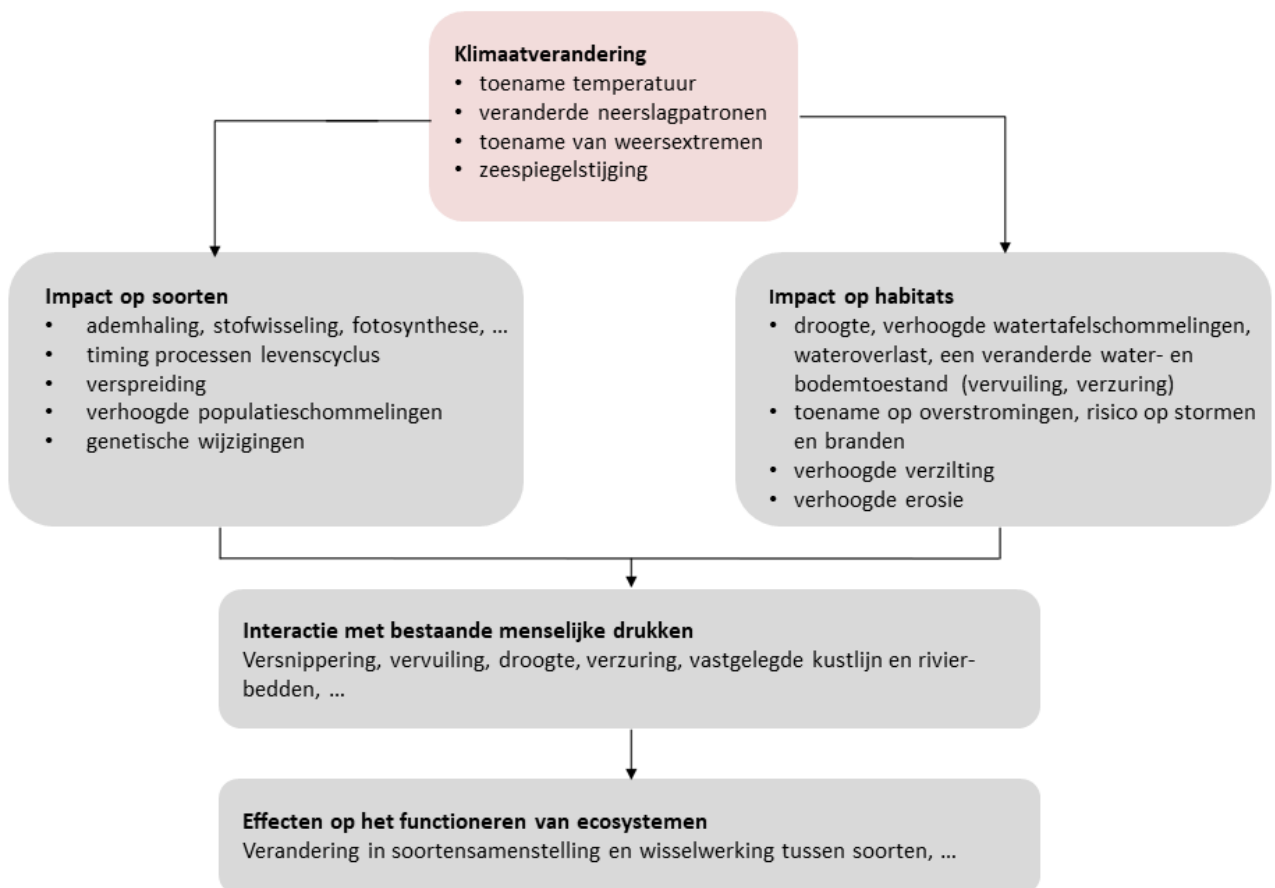
Naast de wijzigende overstromingsrisico's zullen de veranderende waterhoogten en waterstromingen langs de kust tot veranderingen leiden in onder andere de kusterosie, de troebelheid van het water, dus het beschikbare licht, en de instroom van zoet water (verzilting). Door de stijging van de zeespiegel zal ook het getijregime veranderen met impact op specifieke ecosystemen als estuaria, slikken, schorren en duinecosystemen en hun beschermende werking.

Klimaatverandering kan ook leiden tot een versterking van reeds bestaande milieudrukken, zoals bodemverzuring, vermesting, dalende grondwaterstanden en watervervuiling. Zo kan de waterkwaliteit in rivieren en beken dalen bij langere en meer frequente droogte, omdat opgeloste stoffen, incl. nutriënten en pollutanten, tijdens de hieraan gekoppelde perioden van lage waterafvoer meer geconcentreerd worden (Van der Aa et al. 2015).

Effecten van klimaatverandering op natuur en bos

Voor een beschrijving van de effecten van klimaatverandering op het Natura 2000-netwerk in Europa, alsook voor richtlijnen over de wijze waarop we moeten omgaan met de impact van klimaatverandering bij het managen van zo'n netwerk verwijzen we naar de 'Guidelines on climate change and Natura 2000' (European Union 2013).

In onderstaande figuur wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste effecten van klimaatverandering op soorten en habitats (Figuur 1). Soorten en populaties kunnen zeer verschillend reageren op klimaatverandering.



Figuur 1: Overzicht van de impact van klimaatverandering op habitats en soorten (Vos et al. 2010).

Voor een uitgebreide beschrijving van de effecten van klimaatverandering op natuur en bos in Vlaanderen verwijzen we naar de **INBO-klimaatstudie** (Van der Aa et al. 2015). Hierna een korte smaakmaker.

Wanneer de klimatologische omstandigheden niet meer voldoen, zullen organismen verdwijnen of zich verplaatsen naar een plaats waar het klimaat nog wel voldoet. Onder stijgende temperaturen kan men verwachten dat soorten naar het noorden zullen migreren. Wanneer de habitat van soorten met een specifieke habitatvoorkeur sterk gefragmenteerd is en de verschillende habitatvlekken ver van elkaar verwijderd liggen, zullen ze echter niet in staat zijn de voortschrijdende opwarming noordwaarts te volgen. Vermits verschillende soorten in verschillende mate gevoelig zijn voor temperatuurverschuivingen, kan de samenstelling van gemeenschappen gevoelig veranderen waardoor nieuwe (competitieve) interacties ontstaan in die gemeenschappen.

Veel fysiologische processen in planten hebben bepaalde optima wat betreft temperatuur en (lucht)vochtigheid. Klimaatwijzigingen zullen deze processen op directe wijze beïnvloeden. Over het algemeen zal bij stijgende temperaturen de biomassa-productie toenemen, zolang een maximumtemperatuur niet overschreden wordt en voor zover water geen limiterende factor vormt. De combinatie van hoge dagtemperaturen en een lage waterbeschikbaarheid leidt echter tot een afname van de groei.

Door verhoogde temperaturen wordt het sneller warm in de lente, zodat temperatuurgebonden activiteiten zoals het botten van veel boomsoorten, het uitsluipen van insecten of de paddentrek vroeger in de lente zullen voorkomen. Gelijkaardige verschuivingen kunnen ook in de herfst plaatsvinden waardoor het volledige groeiseizoen voor planten langer wordt. Op die manier kunnen voedselcycli en voedselketens verstoord worden.

Door de stijging van de zeespiegel als gevolg van klimaatwijziging zal het getijregime veranderen, de belangrijkste sturende factor op slikken en schorren. Het tijverschil kan er toe leiden dat slik- en schorarealen sterk wegeroderen. In principe zijn slikken en schorren zelfregulerend ten aanzien van de zeespiegelstijging, op voorwaarde dat er voldoende ruimte beschikbaar is om zich te herschikken in het landschap. In Vlaanderen zijn er landinwaarts onvoldoende uitwijkmogelijkheden. Dit geldt ook voor kustduinecosystemen. Drogere zomers leiden waarschijnlijk tot een verlaging van de duinwatertafel. Vooral in vochtige duinsystemen zal dit leiden tot vochttekorten wat ertoe kan leiden dat typische soorten van de duinen verdwijnen.

Een toename van de neerslag gedurende de wintermaanden zorgen voor frequentere en langduriger overstromingen. Hierdoor kan er een verschuiving van natte dopheidevegetaties naar bijvoorbeeld veenpluisvegetaties optreden. Een verminderde waterafvoer in rivieren met verminderde overstromingsfrequentie en -duur en verlaagde grondwatertafel in het aangrenzend valleigebied ten gevolge van een verminderde neerslag, lijkt veel effect te hebben op overstromingsgraslanden. Net zoals alluviale bossen, venen, natte graslanden en duinvalleien is ook vochtige heide is gevoelig aan een grondwaterdaling gedurende de zomer. Productieve grassen kunnen ook dominantier worden door verdroging en een verhoging van de temperatuur en zal er een verhoogd risico ontstaan op ongecontroleerde heidebranden.

Droogtestress wordt als een van de grootste risico's van klimaatwijziging voor bossen beschouwd, vooral op zandbodems met een lage waterberging en grondwatergebonden bossen (valleibossen). De gevolgen van een dalend wateraanbod zijn o.a. droogtestress en een verminderde groei. De voorspelde toename van de neerslag tijdens de winter zal leiden tot meer frequente en langdurige periodes van waterverzadiging in de bodem, wat resulteert in een verminderde stabiliteit en een kleinere weerstand van de bomen tegen stormwind. Vooral



naaldhoutbestanden met fijnspar en douglas blijken windgevoelig te zijn, evenals homogene beukenbestanden, berken- en populierenbestanden. Het toegenomen risico op bosbranden en grootschalige stormschade als gevolg van klimaatwijziging, kan ook leiden tot een verhoogd aanbod aan broedbiotoop voor verschillende potentieel schadelijke bastkevers. Bomen onder stress (bv. droogte) zijn gevoeliger voor ziekten en aantastingen.

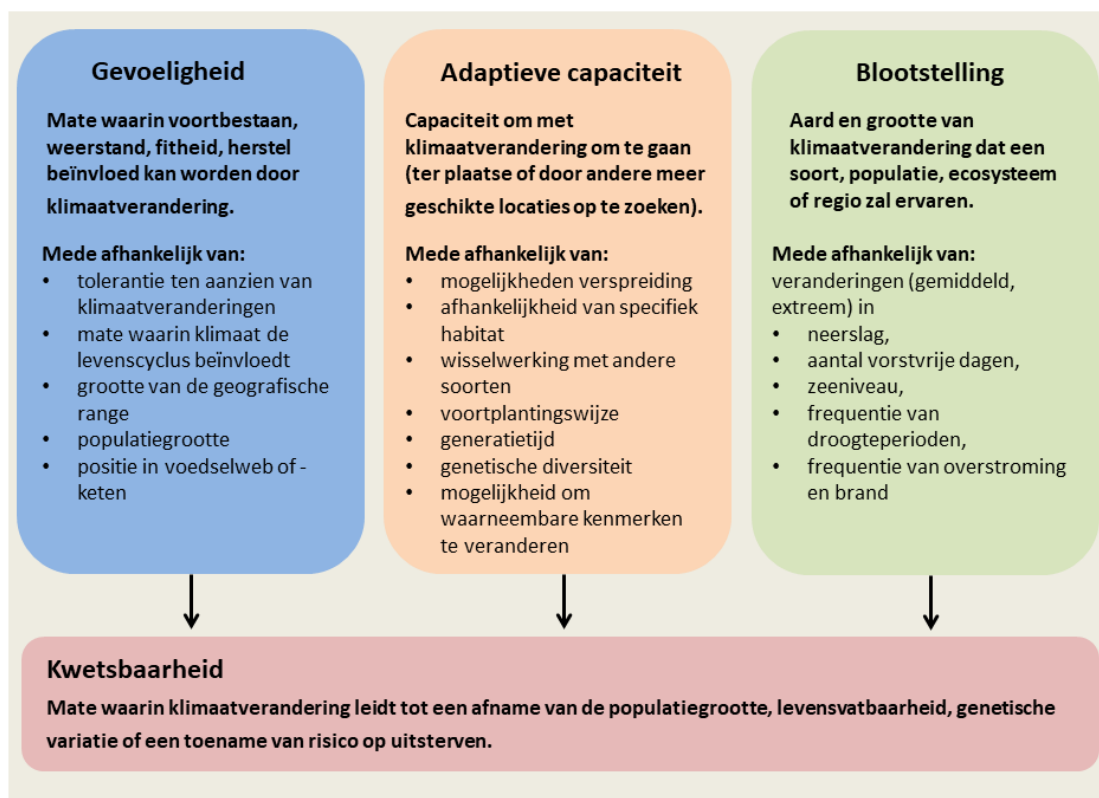
Bronnen, kleine duinwateren, poelen en vennen zouden de meest gevoelige watertypes zijn. Daarbij neemt de gevoeligheid af naarmate de voedselrijkdom hoger en het risico op uitdrogen kleiner is. De voorspelde gevolgen voor gebufferde, matig voedselrijke en eutrofe ondiepe meren en plassen omvatten o.a. een negatieve impact op biodiversiteit bij het teloorgaan van de heldere toestand, een minder diverse vegetatie, meer ernstige gevallen van botulisme en een verhoogde verspreiding van ziekten met muggen als vector. Door verdroging kunnen venen gemakkelijker gekoloniseerd worden door houtachtige gewassen.

Waterlopen krijgen, behalve met hogere temperaturen en hogere nutriëntenfluxen, af te rekenen met een lagere zomerafvoer en perioden van watertekort, maar ook met hogere piekafvoeren en meer frequente overstorten. Invasieve plantensoorten zullen veeleer toenemen.

2.1.2 Kwetsbaarheid van soorten, ecosystemen en het landschap

De mate waarin klimaatverandering impact heeft op individuele beschermde gebieden en soorten is zeer variabel. Klimaatverandering kan resulteren in bedreigingen en kansen tegelijk. We moeten aanvaarden dat ondanks alle mogelijk maatregelen sommige soorten verloren kunnen gaan en dat nieuwe soorten verschijnen (European Union 2013).

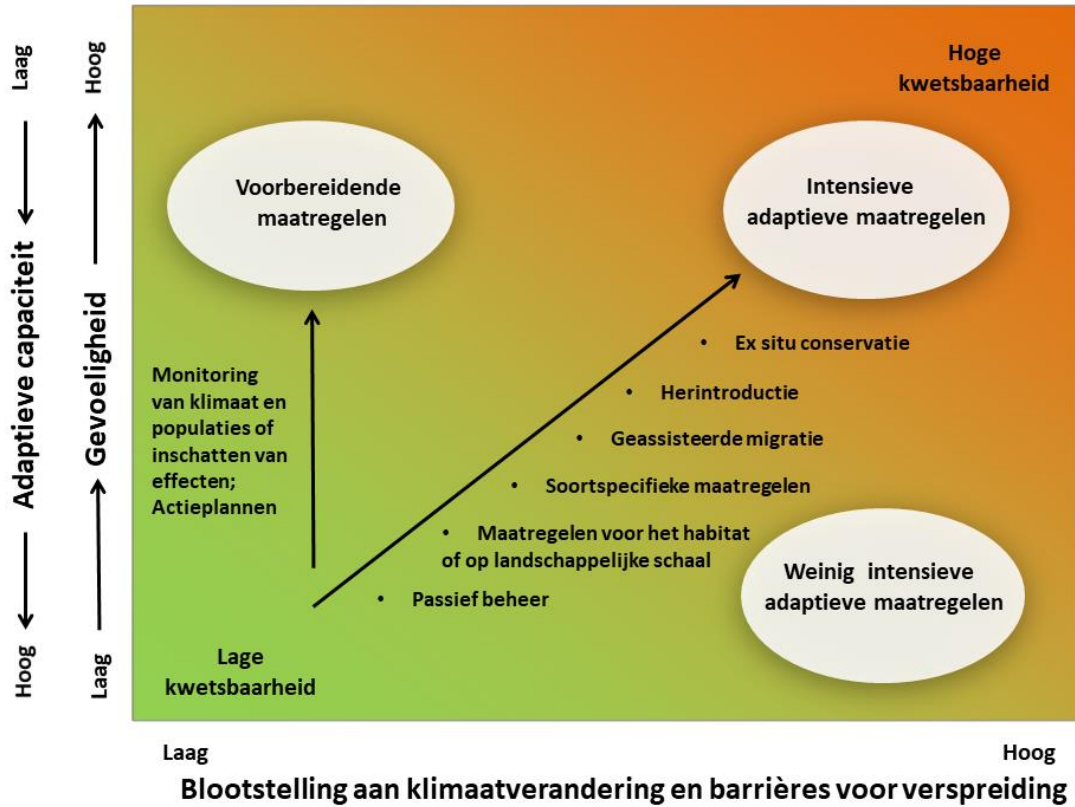
Kwetsbaarheid omvat meer dan enkel de blootstelling aan klimaatverandering. Het vermogen van soorten om te reageren op klimaatverandering wordt bepaald door biologische karakteristieken die ervoor zorgen dat ze al dan niet weerstand kunnen bieden (sensitiviteit) of zich aanpassen aan de vernieuwde situatie (adaptieve capaciteit). Figuur 2 geeft enerzijds biologische componenten weer van kwetsbaarheid (gevoeligheid en adaptieve capaciteit) voor soorten die afhangen van verschillen in biologie, ecologie, anatomie, fysiologie en levenscyclus. En anderzijds uitwendige drukken die afhangen van de geografie, milieuomstandigheden en toekomstige klimaatverandering.



Figuur 2: Componenten van kwetsbaarheid voor soorten (naar Dickinson et al. 2015).

Het type en de timing van de respons zal afhangen van het evenwicht tussen gevoeligheid, capaciteit voor adaptatie en de blootstelling aan klimaatverandering (Dickinson et al. 2015).

In figuur 2 worden de biologische componenten van kwetsbaarheid geprojecteerd langs de Y-as en de uitwendige component langs de X-as. De positie van een soort of ecosysteem volgens deze assen geeft aan welke maatregel kan toegepast worden en hoe urgent dit is.



Figuur 3: Intensiteit van adaptieve maatregelen in relatie tot de verschillende componenten van kwetsbaarheid (Dickinson et al. 2015).

De kwetsbaarheid van ecosystemen kan ingeschat worden door de gevoeligheid van de individuele samenstellende soorten of van ecologisch relevante groepen van soorten te bekijken. Zo kunnen soorten gegroepeerd worden volgens functionele kenmerken die gelinkt kunnen worden aan ecosysteemdiensten (Lawler 2009, Diaz 2013).

Ook voor landschappen kan de kwetsbaarheid schematisch in beeld gebracht worden zoals Gilson et al. (2013) en Demey et al. (2015) hebben gedaan. De landschapkwetsbaarheid is de combinatie van de blootstelling aan klimaatverandering en buffering door de aanwezige milieugradiënten. De totale kwetsbaarheid van een landschap bestaat uit de kwetsbaarheid van elk aanwezig ecosysteem met bijhorende soorten en de landschapkwetsbaarheid.

De landschapkwetsbaarheid kan in combinatie met de degradatie van het landschap (houdt rekening met bescherming en connectiviteit) landschappen indelen in veerkrachtig, gevoelig, vatbaar en resistente landschappen (zie Figuur 4).



Figuur 4: Indeling landschappen volgens kwetsbaarheid aan klimaatverandering en de mate van landschapsdegradatie (Gillson et al. 2013, Demey et al. 2015).

Ook deze indeling kan gebruikt worden als indicatie voor de mate waarbij adaptieve maatregelen of beheer vereist is. Voor meer uitleg wordt verwezen naar Demey et al. (2015).

In grote delen van Vlaanderen is het landschap eerder monotoon en is de verbondenheid van de matrix beperkt. Ook milieudrukken kunnen op diverse manieren leiden tot een monotoon landschap en een slechte verbondenheid. Grote delen van Vlaanderen, incl. veel (deelgebieden van) SBZ kunnen in dit conceptueel schema rechtsboven geplaatst worden. Ze zijn gevoelig voor een veranderend klimaat. Er zijn potentieel grotere gevolgen van de klimaatverandering voor de staat van instandhouding in gevoelige SBZ-gebieden. Dat wil zeggen dat het bereiken van de gunstige staat van instandhouding bemoeilijkt kan worden door klimaatverandering.

3 NOOD AAN MEER VEERKRACHT IN HET NATURA 2000-NETWERK?

Wat kunnen we dan doen voor deze ecosystemen die in de toekomst te maken krijgen met voortdurende verandering. Vlaanderen zet in op zowel mitigatie als adaptatie van klimaatverandering:

- Mitigatie: tegengaan of beperken van klimaatverandering door het reduceren van de broeikasgasuitstoot.
- Adaptatie: aanpassing van natuurlijke en menselijke systemen aan de huidige en de te verwachten gevolgen van klimaatverandering.

3.1 MITIGATIE

CO₂ komt door toedoen van de mens via fossiele brandstof in de atmosfeer terecht. Ongeveer de helft wordt geabsorbeerd door de plantengroei en oceanen. De rest blijft in de atmosfeer.

De Europese lidstaten hebben zich geëngageerd om de gemiddelde opwarming onder de 2 graden Celsius te houden. Dit betekent volgens het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) dat de broeikasgasemissies wereldwijd zullen moeten worden gehalveerd tegen 2050 (t.o.v. 1990) en dat we in de 2de helft van de eeuw wereldwijd naar nul-emissies moeten evolueren. Maar met de huidige voornemens en maatregelen stevenen we daarentegen af op een opwarming van 3 a 4 graden tegen 2030 (Bruyninckx 2020, IPCC 2022). Er zijn dus bijkomende drastische maatregelen nodig willen we de Europese doelstellingen halen.

Bij mitigatie wordt vooral gekeken naar sectoren die betrekking hebben op de verbranding van fossiele brandstoffen. Zo wordt er ondermeer gekeken naar de uitstoot van het vervoer en de energie-efficiëntie in gebouwen. Zaken buiten de context van natuurbeheer. Wel van belang zijn de broeikasgasemissies ten gevolge van landgebruik en bosbouw.

In natuurbeheer wordt vooral gekeken naar mogelijkheden om koolstof op te slaan. Bossen kunnen koolstof vastleggen, zowel boven- als onder de grond, en zo het broeikasgas CO₂ in de atmosfeer verminderen. De hoeveelheid koolstof onder de grond is heel variabel maar kan gemakkelijk even groot of groter zijn dan boven de grond. In moerasbossen kan dat zelfs 3 à 4 keer zo groot zijn. In ons klimaat zit gemiddeld 60% van de totale koolstof van een bos onder de grond. Hoe vruchtbaarder, hoe vochtiger, hoe ouder, hoe meer biodiversiteit, hoe meer koolstof er opgeslagen zit onder de grond. Zo zijn oude en natte bossen op een venige bodem 'koolstof-hotspots' (Vandekerkhove 2020). Ook slikken en schorren en moerasgebieden met venige bodems kunnen veel CO₂ opslaan (Natuurlijke klimaatbuffers). Bij een zware verstoring, zoals verdroging, ontbossing of bodemverstoring, zal de stabiele koolstofvoorraad afgebroken worden en zullen er grote hoeveelheden CO₂ vrijkomen (Vandekerkhove 2020).

Veel van deze koolstof-hotspots zijn in SBZ gelegen. Ook voor koolstofopslag is het belangrijk om deze habitattypes in een goede staat van instandhouding te houden. Meer koolstof-hotspots zorgt voor een grotere koolstofopslag. Is bosuitbreiding dan nodig? Bosuitbreiding is geen wondermiddel. Zelf als we massaal aanplanten, kunnen we onze uitstoot nooit compenseren. We moeten vooral eerst het gebruik van fossiele brandstoffen terugschroeven en ontbossing tegengaan. Verder is het vooral belangrijk om niet aan te planten op veengrond. Door hun groter waterverbruik drogen ze de veenbodem uit (Sara Vicca 2020). En vooral in te zetten op



gemengde bossen met standplaatsgeschikte soorten die robuust zijn en weinig gevoelig voor klimaatextremen en –veranderingen (Vandekerckhove 2020).

Het is belangrijk om habitats die meer koolstof in de bodem opslaan in een goede staat van instandhouding te houden, zodat bestaande koolstofvoorraden behouden blijven. Eventueel kunnen maatregelen genomen worden om bestaande hotspots die niet in SBZ gelegen zijn bijkomend te beschermen tegen degradatie. De instandhoudingsdoelstellingen kunnen behouden blijven. Daarbovenop kan rekening gehouden worden met een klimaatadaptief beheer en gerichte keuze van soorten bij aanplanten.

3.2 ADAPTIEVE STRATEGIE

3.2.1 Omgaan met verandering

Klimaatverandering zorgt door voortdurende veranderingen in soortensamenstelling en standplaatskenmerken voor risico's voor behoud en ontwikkeling van biodiversiteit. Het traditionele natuurbehoud heeft vooral als doel soorten en populaties in een specifieke habitat en locatie te behouden. Zowel op gewestelijk niveau als op gebiedsniveau (SBZ) zijn doelstellingen vastgelegd, voornamelijk binnen het Natura 2000-netwerk. Maar dit netwerk houdt geen rekening met condities die kunnen veranderen, noch met soorten die migreren om meer geschikte standplaatsen te gaan opzoeken.

Nieuwe interacties zullen frequenter voorkomen als klimaatverandering en andere antropogene drukken groter worden. Op zich is het geen nieuw gegeven, in die zin dat we ook vandaag al veranderde ecosystemen hebben ten opzichte van hetgeen in het verleden aanwezig was. Het onderscheid tussen een veranderd of natuurlijk systeem is eerder subjectief en afhankelijk van het referentiebeeld en daaraan gekoppelde tijds kader (Hobbs et al. 2011, Murcia et al. 2014). Sommige soorten hebben zich reeds aangepast aan klimaatverandering door bijvoorbeeld tijdstippen in hun levenscycli of hun habitat te veranderen (Walter 2010). Het beleid en de terreinbeheerders zullen verandering in zekere mate moeten omarmen om dynamische responsen van soorten en ecosystemen ten aanzien van klimaatverandering te ondervangen. Wanneer de range van soorten opschuift of wanneer interacties tussen soorten veranderen, kan de focus eerder op de ecologische rol van een soort gelegd worden binnen een tot doel gesteld ecosysteem dan op de soort op zich. Waar klimaatverandering en andere drukken drijvende krachten zijn voor een transitie naar een nieuwe ecologische toestand kan de focus waar mogelijk eerder gelegd worden op het faciliteren van die transitie en het behoud van sleutelfuncties van ecosystemen (Lawler 2009, Willis et al. 2010, Dickinson et al. 2015).

In samenhang met andere (niet) beschermde gebieden die mee het netwerk ondersteunen kan het Natura 2000-netwerk als een meer dynamisch systeem opgevat worden (Cliquet et al. 2009, Möckel and Köck 2009). De individuele SBZ's kunnen worden ingebed in een functioneel netwerk. Bijkomende adaptieve beheer maatregelen kunnen worden geformuleerd.

Belangrijke vragen hierbij zijn: welke impact moeten we accepteren en welke veranderingen kunnen we omarmen en ondersteunen (Hobbs et al. 2010)? Verandering omarmen wil niet zeggen dat we alle verandering moeten toelaten. Zonder meer de komst van elke nieuwe soort of de omvorming naar nieuwe gemeenschappen accepteren is niet de beste strategie om globale en lokale biodiversiteit te behouden. Een balans tussen flexibiliteit en voorzichtigheid is vereist (Hobbs et al. 2011, Murcia et al. 2014). Beheerders moeten inschatten in hoeverre een verandering kan ontweken worden of onvermijdbaar is. Hierbij kan rekening gehouden worden



met de antropogene impact of met effecten van klimaatverandering, de haalbaarheid en kosten die nodig zijn om het historisch ecosysteem te behouden en de veerkracht, stabiliteit en levering van ecosysteemdiensten van het alternatief (Hobbs et al. 2009, Murcia et al. 2014, Dickinson et al. 2015).

Een dynamische aanpak wil niet zeggen dat de huidige wetgeving hiervoor aangepast moet worden, evenmin dat we de huidige vastgestelde doelstellingen moeten achterwege laten. De beschermde natuurgebieden blijven ook in een veranderend klimaat een belangrijke rol spelen (Rannow et al. 2014). De toepassing van huidige natuurbehouds- en herstelacties in SBZ of andere groengebieden zullen de sleutelactiviteiten blijven om het voortbestaan van soorten en ecosystemen te garanderen (Heller & Zavaleta 2009, Dickinson et al. 2015). Instandhoudingsdoelstellingen blijven belangrijk in natuurbehoud. Deze kunnen aangepast worden als soorten verdwijnen of andersom Vlaanderen als nieuw leefgebied kiezen.

3.2.2 Ruimte voor onzekerheden

De invloed van klimaatverandering op habitattypes en het functioneren van soorten en hun leefgebieden is complex en gedeeltelijk onvoorspelbaar. Onzekerheden in toekomstige klimaatprojecties zijn moeilijk weg te nemen, rekening houdend met de moeilijk voorspelbare processen die klimaatverandering sturen (Gray 2011). Ook Rannow et al. (2014) benoemt volgende onzekerheden:

- Betrouwbaarheidsgrenzen van klimaatmodellen (vooral bij de projectie van frequentieverandering van extreme gebeurtenissen).
- Kennishiaten inzake de sensitiviteit en intrinsieke adaptieve capaciteit van vele soorten en ecosystemen. Dit maakt het moeilijk om het omslagpunt van grote ecologische veranderingen te bepalen.
- Kennishiaten over hoe de interactie tussen en binnen verschillende trofische niveaus van een ecosysteem door klimaatverandering beïnvloed worden.

Ook hiervoor is een flexibele benadering vereist (Dickinson et al. 2015). Dit kan door deze onzekerheden in adaptieve strategieën te integreren.

Bij een flexibel management dat rekening moet houden met onzekerheden zou er ruimte moeten zijn voor experimenten, waarbij de resultaten vervolgens worden meegenomen bij nieuwe ontwikkelingen. Management in de toekomst gaat over het managen van verandering. Het tijdstip en de grootte van veranderingen en de daaropvolgende responsen zullen variëren van plaats tot plaats (Rannow et al. 2014).

Onzekerheden mogen zeker niet als excuus gebruikt worden om acties uit te stellen. Er is nu een dringende nood voor vroege en preventieve acties om biodiversiteit en hun natuurlijk milieu te beschermen en te behouden (Possingham et al. 2002, Dickinson et al. 2015).

3.2.3 Essentiële elementen voor een robuust netwerk

Veerkracht

Verschiedende factoren beïnvloeden de veerkracht van een ecosysteem, en dit zowel op soortniveau, gemeenschapsniveau en landschapsniveau. 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 op een maatschappelijk overeengekomen niveau (Hodgson et al. 2015; Oliver et al. 2015). Het weerstandsvermogen en het herstellervermogen van het ecosysteem zijn 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 (Stevens et al. 2018).

Diversiteit

Diversiteit is hier een sleutelbegrip. Een ecosysteem bevat functionele groepen. Zo'n groep bestaat uit soorten die ongeveer dezelfde functie in een ecosysteem vervullen, zoals verschillende soorten bestuivers, strooiselafbrekers of insecteneters. Het risico bestaat dat door weersextremen, zoals overstromingen of droogte meerdere soorten van zo'n functionele groep lokaal verdwijnen. Een hoge biodiversiteit, dus meer soorten in zo'n functionele groep draagt bij aan risicospreiding, er is meer variatie. Bij verlies van een soort door verstoring kan die opgevangen worden door een andere soort die dezelfde functie vervult. Zo vallen er geen relaties weg in de voedselketen. Een grotere genetische variatie zorgt voor een grotere kans dat genotypes die bestand zijn tegen de verstoring aanwezig zijn in een populatie. Beide worden ondersteund door een hoge habitatdiversiteit en de bijbehorende biodiversiteit, welke op zijn beurt gerelateerd is aan de oppervlakte, de connectiviteit en de kwaliteit (of staat van instandhouding) van (semi-)natuurlijke ecosystemen (Loreau & de Mazancourt 2013; Oliver et al. 2015; Stevens et al. 2018).

Grote kernen natuur in (en rond) de SBZ

De veerkracht van ecosystemen tegen mogelijke klimaatveranderingen en de daarmee verbonden risico's op calamiteiten hangt nauw samen met hun grootte. Die bepaalt de ruimte die ze krijgen om structuren en processen natuurlijk te laten verlopen (Vught et al. 2018).

Om het duurzaam voorkomen van soorten veilig te stellen, is het belangrijk dat hun leefgebieden voldoende groot zijn en onderdeel uitmaken van een ecologisch netwerk. Ze kunnen ook beschermd worden door bufferzones. Populaties vertonen grotere aantalschommelingen als gevolg van weers-extremen. De kans op uitsterven neemt dan toe. Soorten hebben grotere gebieden nodig om bij toenemende kans op weers-extremen te kunnen overleven. Grotere populaties zijn ook in staat hun leefgebied sneller uit te breiden. Zo kunnen ze de klimaatverandering beter bij kunnen houden.

Beschermde natuurgebieden zijn een essentiële component van succesvol natuurbehoud bij een veranderend klimaat (Rannow et al. 2014, Thomas et al. 2010). Het zijn locaties waar gestreefd kan worden naar habitats in optimale omstandigheden, die het voortbestaan van soorten faciliteren en zorgen voor geschikte zones voor koloniserende of migrerende soorten (Johnston et al. 2013) en het blijven centra met hoge soortendiversiteit (Thomas et al. 2012, Dickinson et al. 2015).

Hoewel algemeen genomen soorten een voorkeur hebben voor beschermde natuurgebieden, variëren soorten veel in hun afhankelijkheid van die gebieden, wat vooral te maken heeft met hun afhankelijkheid voor een specifiek habitat, standplaatscondities, de aanwezigheid van een specifieke soort of structuren. Hierdoor worden beschermde gebieden onevenredig gekoloniseerd door soorten wanneer ze zich verplaatsen naar nieuwe regio's (Thomas et al. 2010).

Robuuste netwerken

In het huidige Vlaamse Natura 2000-netwerk is er een aanzienlijke **versnippering** en zijn de meeste Natura 2000-gebieden heel **klein van oppervlakte** (zie ook Decler et al. 2019). Als



gevolg van klimaatverandering zal de geschiktheid van veel van de huidige habitatvlekken verdwijnen of op zijn best ruimtelijk verschuiven. Om spontane migratie en vestiging tussen deelgebieden voor vele doelsoorten mogelijk te maken is de aanleg van corridors van essentieel belang. Door voldoende voor **ruimtelijke samenhang** te zorgen, kunnen ook de soorten die zich minder goed kunnen verspreiden hun leefgebied aanpassen aan het veranderende klimaat.

Dit betekent dat de N2000-gebieden niet op zich staan en dat in vele gevallen de regionaal gunstige SVI maar zal bereikt worden als de N2000-gebieden ingebed liggen in ecologische infrastructuur. Die moeten er zijn en/of een vorm van bescherming genieten zodat ze duurzaam kunnen bestaan, als leefgebieden voor en voor de migratie van soorten in (meta-populaties). Individuele beschermde gebieden dienen eveneens als onderdeel van een netwerk gezien te worden. De identificatie van sleutelregio's die de landschappelijke connectiviteit zouden kunnen verbeteren, zouden de adaptieve capaciteit en veerkracht kunnen versterken. Dit door zowel de oppervlakte en diversiteit van de beoogde habitats te vergroten alsook door verplaatsing van soorten te faciliteren (Hole et al. 2011, Dickinson et al. 2015).

Hoe kleiner gebieden zijn, hoe breder en kwaliteitsvoller een ecologische verbinding moet zijn om functioneel te zijn. Hier is een kosten-batenanalyse vereist die nagaat welke optie de voorkeur geniet: een gebied vergroten zodat de verbinding met andere gebieden minder robuust moet zijn of louter richten op robuuste verbindingen (Van der Aa et al. 2015).

Ook kleine geïsoleerde populaties kunnen cruciaal zijn voor het voortbestaan van soorten onder klimaatverandering. Er zijn genoeg voorbeelden van soorten die tijdelijk weerstand bieden in kleine geïsoleerde populaties omringd door een ongeschikt landschap (Willis et al. 2010, Heller & Zavaleta 2009, Dickinson et al. 2015). Voor Thomas et al. (2010) zijn additionele niet beschermde gebieden essentieel om een uitbreiding voor veel soorten in een gefragmenteerd landschap mogelijk te maken. Zo kan een mozaïek van terreinen met een natuurvriendelijk landgebruik en beheer, alsook de versterking van bestaande lijnvormige landschapskenmerken als rivieren, dijken en hagen een rol spelen als stapstenen en corridors die deel uitmaken van een robuust netwerk.

Om de robuustheid van een netwerk te bekijken in functie van klimaatverandering kan tevens de klimatologische diversiteit bekeken worden. Heller et al. 2015 belicht de klimatologische diversiteit aan de hand van twee karakteristieken:

- de klimatologische ruimte gebruik makend van klimatologische isotypes. Hiervoor worden drie variabelen gerelateerd aan de waterhuishouding en het klimaat en belangrijk voor de distributie van planten gebruikt: gemiddelde winter minimumtemperatuur, gemiddelde zomer maximumtemperatuur en het jaarlijkse klimatologisch watertekort (een geïntegreerde maat die aangeeft hoeveel de vereisten voor verdamping het beschikbare water overschrijdt). Deze isotypes kunnen op vele manieren aangepast worden als men enkel een specifiek systeem wenst te benaderen.
- de klimatologische stabiliteit: overlap van historische en toekomstige klimaatprojecties.

Een hoge diversiteit aan klimatologische condities in een netwerk zorgt ervoor dat ecosystemen meer verandering aankunnen en er ruimtelijke herschikking op lokale schaal mogelijk is met behoud van gelijkaardige functies, structuur, identiteit en feedbacks. Een hogere stabiliteit in een netwerk verhoogt de kans dat soorten hun eigen niche/habitat kunnen opsporen (Heller et al. 2015). Uit onderzoek van Heller et al. (2015) blijkt dat landschappelijke eenheden met een lage topografische heterogeniteit minder klimatologische stabiliteit bezitten. Topografische complexiteit biedt een ruimtelijke buffering voor de impact van klimaatverandering op populaties. In landschappen met grote topografische gradiënten verloopt de overgang van



klimatologische omstandigheden over kortere afstanden en is er een verhoogde kans dat de huidige en toekomstige klimatologische omstandigheden voor eenzelfde landschappelijk eenheid gedeeltelijk hetzelfde zijn. Wat dus een hogere klimatologische stabiliteit betekent en tegelijk ook een verhoogde kwetsbaarheid voor populaties die in vlakke gebieden als Vlaanderen leven. Dit pleit nog eens voor het belang van gebieden die groot genoeg zijn (Heller et al. 2015).

Optimaliseren van leefgebieden

Antropogene drivers en drukken (milieudrukken, landgebruikveranderingen, stedelijke ontwikkeling, ...) oefenen een sterke invloed uit op de staat van instandhouding van soorten en ecosystemen. Klimaatverandering versterkt de effecten van al bestaande drukken zoals een toegenomen voedselrijkdom, verzuring en verdroging. Een eerste stap om populaties in Vlaamse SBZ's en andere natuurkernen meer veerkrachtig te maken is het **wegnemen van belangrijke drukken** en zorgen voor gunstige standplaatscondities (Dodd et al. 2010) om zo het zelfherstellend vermogen van habitats te vergroten. Wanneer meerdere drukken op dezelfde locatie aanwezig zijn, dient voorrang gegeven te worden aan de druk die het meest impact heeft op soorten en habitats (European Union 2013). Echter het inschatten van effecten van drukken op natuur en maatschappij zal steeds gepaard gaan met onzekerheden. Daarom is het belangrijk om rekening te houden met deze onzekerheden en/of niet enkel te focussen op één enkele druk.

Door te zorgen voor een diversiteit aan leefomgevingen (habitat, geologie, topografie, bodem, hydrologie) zal ook voor een hoger aantal soorten **geschikte condities** gecreëerd worden (Dickinson et al. 2015).

Herstel van **natuurlijke, landschapsvormende processen** is essentieel om variatie in standplaatsen te creëren.

Ruimtelijke variatie kan het effect van weersextremen dempen. Voorbeelden zijn: vochtgradiënten met natte en droge plekken, variatie in de vegetatiestructuur, noord- en zuidhellingen en gradiënten in zoet-zout of voedselarm-voedselrijk. Bij droogte kunnen de meer vochtige of natte delen van een gebied dienen als uitwijkmogelijkheid. Een soort kan zich verplaatsen naar die plekken waar ze kan overleven. Zo ook kunnen beschaduwde plekken of noordhellingen helpen om beschutting te bieden, te overleven of voor zich voort te planten. Binnen natuurgebieden is ook een grote variatie aan microklimaten - omstandigheden op een kleine schaal- van belang zodat de meer gespecialiseerde soorten altijd een gepaste plek vinden voor de verschillende stadia van hun complexe levenscyclus.

Voorkomen of milderen van rampen

Verstoringen zoals een storm, brand of overstroming kunnen kansen bieden om veranderingen aan te brengen in de biodiversiteit. Het ecosysteem past zich aan, aan veranderende omstandigheden. Kansen voor vernieuwing van ecosystemen worden gemist wanneer we verstoringen als ongewenste gebeurtenissen beschouwen. Omdat verstoringen door grotere weersextremen nog onbekende verschijnselen zijn voor onze ecosystemen, is het nog onduidelijk hoe groot gebieden moeten zijn om dit soort extra dynamiek op te kunnen vangen. Daarom pleiten we om in te zetten op het vergroten van de veerkracht van ecosystemen. Dat is de mate waarin een ecosysteem bestand is tegen of snel kan herstellen van verstoringen en waarbij het zijn functies kan blijven leveren. 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.



Echter verstoringen kunnen ook schade veroorzaken. De frequentie en de ernst van natuurrampen of onverwachte gebeurtenissen die schade veroorzaken, is sterk aan het stijgen als gevolg van klimaatverandering (IPCC, 2019). Langdurige droogte, extreme neerslag en stormen liggen aan de basis. Adaptief beheer omvat ook de preventie of vermindering van natuurrampen waaronder brand en, erosie en modderstromen, overstromingen, massale sterfte van planten en stormschade (Thoonen et al 2021) .Ondersteuning van adaptatie op verschillende schaalniveaus.

Een adaptieve strategie dient op verschillende schaalniveaus ondersteund te worden (Rannow et al. 2014):

Gebiedsgerichte aanpak ter hoogte van natuurkernen

Het is nodig om te streven naar adaptatie op maat van de specifieke lokale condities van natuurkernen. Hierbij worden aanwezige ecosystemen, soorten, lokale instandhoudingsdoelen, landgebruik, potentiële veranderingen in relatie met de aanwezige milieudrukken en klimaatverandering en beheermogelijkheden in beschouwing genomen.

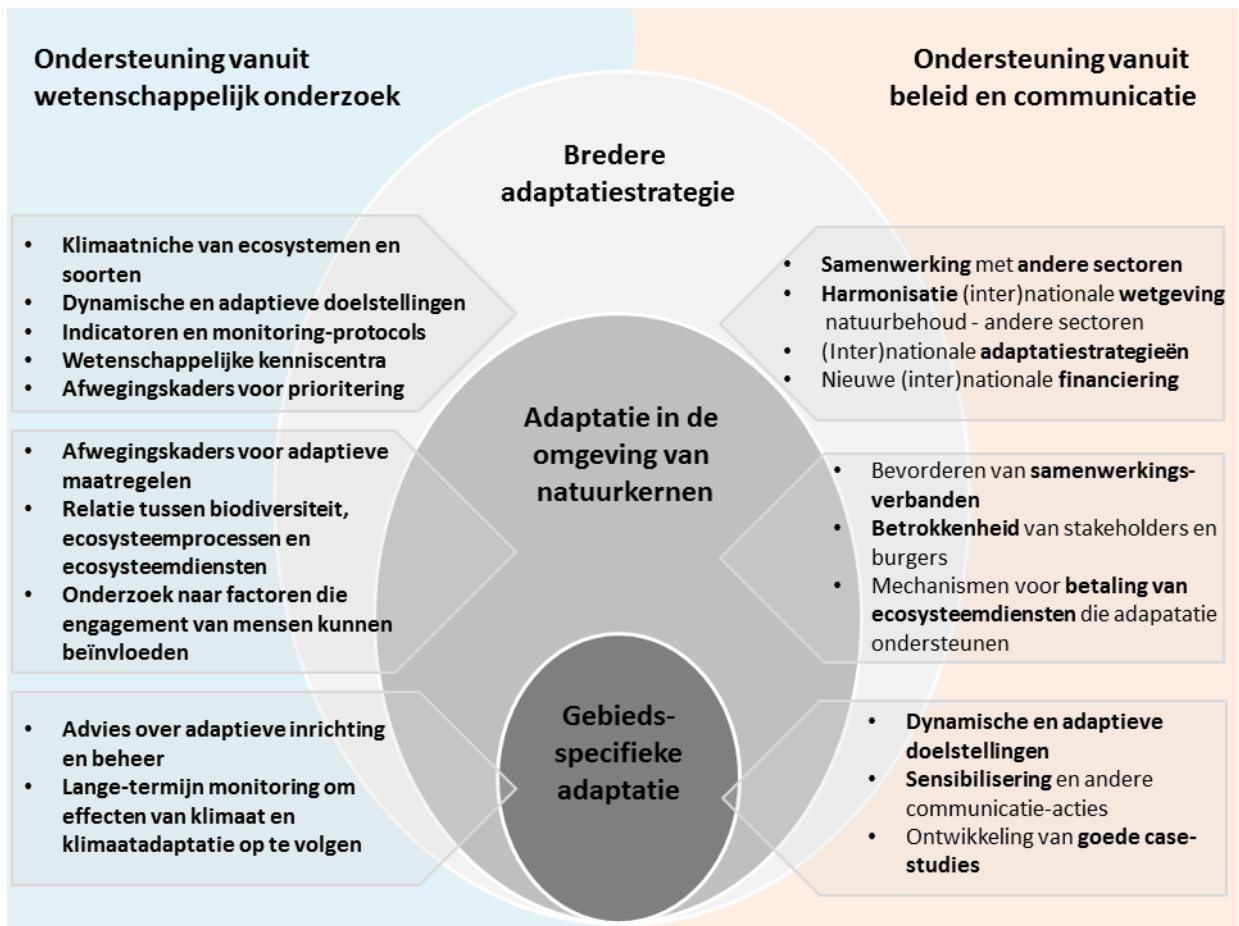
Bredere kijk op activiteiten en landgebruik rond de natuurkernen

Om externe milieudrukken te kunnen reduceren die het voorkomen of de staat van instandhouding beïnvloeden van soorten en habitats in natuurkernen dienen we de zone rond de natuurkernen te bekijken. Dit geldt ook om bepaalde processen die bijvoorbeeld te maken hebben met hydrologie en metapopulaties dynamisch te houden of te maken. Het is mogelijk dat de natuurkern niet groot genoeg is om deze processen te realiseren en dat een grotere oppervlakte wenselijk is, hetzij via verwerving, door bufferzones, door corridors, door aangepaste landgebruiken, bio-agrarische beheerovereenkomsten...

Natuurkernen en natuurverbinding beschouwd als een geheel

Bovenvernoemde acties worden best ingebed in een grotere strategie die de verschillende natuurkernen, zones rond de natuurkernen en corridors samen beschouwd. Inzicht in effecten en doelstellingen van soorten en ecosystemen op grotere schaal kunnen de keuze om in te zetten op behoud van soorten dan wel verandering te accepteren onderbouwen. Zo kan het verlies van een soort in één bepaalde natuurkern een winst betekenen in een andere natuurkern, gesteld dat deze soort zich beweegt op zoek naar nieuwe geschikte standplaatsen onder invloed van klimaatverandering. Bovendien kunnen gecoördineerde acties in een netwerk van natuurkernen nodig zijn om de effectiviteit van de adaptatiemaatregel op lokaal niveau te verzekeren.





Figuur 5: Mogelijkheden voor ondersteuning van klimaatadaptatie op verschillende schaalniveaus (gebaseerd op Rannow et al. 2014).

3.3 ADAPTATIEMAATREGELEN

Om de effecten van klimaatverandering op te kunnen vangen zijn adaptatiemaatregelen nodig. Demey et al. (2015) onderscheiden maatregelen om het adaptief vermogen van ecosystemen aan te passen alsook effectgerichte maatregelen om de blootstelling van soorten aan klimaatverandering te verminderen.

Het **adaptief vermogen** is de mogelijkheid van het ecosysteem zich aan te passen aan klimaatverandering (inclusief de variabiliteit en extremen van het klimaat) en daarbij schade te beperken, opportuniteiten te benutten of om te gaan met de gevolgen. Het adaptief vermogen van ecosystemen wordt in belangrijke mate bepaald door biodiversiteit, interne heterogeniteit, ruimte voor spontane, landschappelijke processen en ecologische netwerken. Het betreffen maatregelen om bijvoorbeeld belangrijke drukken (milieudrukken, landgebruikveranderingen, stedelijke ontwikkeling, ...) te reduceren, geschikte standplaatscondities te creëren, ruimte te maken voor landschappelijke processen, bufferzones te creëren rond beschermde gebieden.

De **blootstelling van soorten aan klimaatverandering te verminderen** kan enerzijds kan door de effecten van klimaatverandering op de abiotische omstandigheden te mitigeren (weerstand bieden), door gericht en flexibel vegetatiebeheer, of door soorten en herkomsten te verplaatsen

(geassisteerde migratie) naar streken waar het klimaat nog lange tijd geschikt zal blijven (De Mey et al. 2015).

Een **overzicht van adaptatiemaatregelen** is ondermeer terug te vinden in:

- De Europese Climate-Adapt databank: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>;
- De burgemeesterconvenant: <https://www.burgemeestersconvenant.be/adaptatiemaatregelen>;
- Oplijsting van adaptieve maatregelen per biotoopgroep (Demey et al. 2015).Maatregelentabel voor klimaatadaptief natuurbeheer in verschillende landschapstypes (Thoonen et al. 2021, Van Den Berge et al. 2021);
- Maatregelendatabank klimaatadaptatietool (VITO, Sumaqua, Hydroscan 2022 in ontwikkeling);
- Maatregelen om stad of gemeente klimaatbestendig in te richten: <https://www.klimaatruimte.be/klimaatbestendig-inrichten>.

Om een afweging te maken tussen de druk, de staat van instandhouding en de kost van de adaptatiemaatregel wordt veelal gebruik gemaakt van een **afwegingskader**. Hierbij worden via een aantal stappen afwegingen gemaakt die resulteren in verschillende scenario's waarbij aangegeven wordt wat waar moet worden uitgevoerd. Precies aangeven wat waar moet worden uitgevoerd in relatie tot klimaatverandering en andere drukken is complex en moet meestal bekeken worden in een gebiedsspecifieke context.

Het is belangrijk om verschillende ruimtelijke en temporele niveaus te overwegen bij de implementatie van klimaatadaptief beheer. Enerzijds dienen we het adaptatieproces gebiedsspecifiek te bekijken en moeten we het ecosysteem en de sociale en economische condities binnen dit gebied samen beschouwen. Zelfs voor een kleine individuele site moeten beslissingen gemaakt worden uitgaande van verschillende opties en strategieën. Anderzijds is ook een meer strategisch overzicht nodig: natuurbehoudsprioriteiten en impact van klimaatverandering op regionale of zelfs ruimere schaal (Rannow et al. 2014).

3.4 MOGELIJKE INSTRUMENTEN VOOR IMPLEMENTATIE VAN ADAPTIEVE MAATREGELEN

3.4.1 Identificatie kwetsbaarheid van soorten ecosystemen en landschappen

Wanneer verschillende drukken aanwezig zijn voor soorten en habitats is het belangrijk om de hoogste prioriteit te geven aan de belangrijkste drukken.

Een inschatting van de kwetsbaarheid van soorten en ecosystemen maakt het mogelijk om acties te prioriteren. Hierbij is niet alleen de inschatting van kwetsbaarheid belangrijk, maar ook de inschatting van de verschillende componenten sensitiviteit en adaptieve capaciteit (Wagner-Lücker et al. 2014).

Er is een groeiende consensus dat soortdistributiemodellen alleen niet solide genoeg zijn voor een prioritering in een natuurbehoudscontext (Heller & Zavaleta 2009). Een meer geïntegreerde inschatting in een context van een veranderend klimaat kan een meer robuust alternatief aanreiken (Dickinson et al. 2015).



De toepasbaarheid van volgende methoden (niet limitatief) kan verder verkend worden op Vlaamse schaal:

Prioritering op basis van de kwetsbaarheid van soorten, habitats en landschappen

- ➔ *soorten en systemen die meer gevoelig zijn en in hoge mate blootgesteld zijn aan klimaatverandering en andere drukken krijgen voorrang bij de inzet van adaptieve maatregelen.*
- Schema dat de intensiteit van adaptieve maatregelen voor soorten in relatie brengt met de verschillende componenten van kwetsbaarheid (Dickinson et al. 2015), zie ook figuur 2.
- Indeling landschappen volgens kwetsbaarheid aan klimaatverandering en de mate van landschapsdegradatie (Gillson et al. 2013, Demey et al. 2015), zie ook figuur 3.
- Een generieke index voor de kwetsbaarheid van een beschermd natuurgebied: de Climatic Vulnerability Index (Wilson et al. 2013).
- Ellenberg T-getal en de daarvan afgeleide Neubert-Rannow T-index: geeft een idee van de gevoeligheid van de Europese habitats voor een temperatuurwijziging (Neubert & Rannow 2011).
- Actuele invloed van milieudrukken op vegetatietypes in Vlaanderen (expertenoordeel, effectenindicator) (Vanderhaeghe et al. 2017), zie ook bijlage 2.
- Criteria voor de beoordeling van kwetsbaarheid van ecosystemen gekoppeld aan maatregelen voor klimaatadaptief natuurbeheer in verschillende landschapstypes (Thoonen et al. 2021, Van Den Berge et al. 2021).

Effecten van klimaatverandering

- ➔ *Soorten en ecosystemen met weinig veerkracht en wiens leefgebied of areaal sterke verschuivingen kent door klimaatverandering krijgen voorrang bij de inzet van adaptieve maatregelen.*
- Modelleren van leefgebieden van soorten gebruik makend van verschillende klimaatprojecties (Maes et al. 2019).
- Inschatten van de klimatologische diversiteit, gebruik makend van klimatologische isotopen (Heller et al. 2015).
- Klimaatportaal Vlaanderen (klimaat.vmm.be). Ontsluiting van informatie over de huidige en toekomstige toestand van klimaatverandering in Vlaanderen.

3.4.2 Identificatie van geschikte adaptatiemaatregelen

Ontwikkeling van scenario's voor adaptatie – ruimtelijke tools

- ➔ *Identificatie van opties voor het ruimtelijk inplannen van adaptieve maatregelen (wat, waar) rekening houdend met vooropgestelde doelstellingen vanuit verschillende sectoren.*
- Clusteranalyse voor N2000-habitattypes in kader van EU-rapportage. Deze analyse kan gebruikt worden ter identificatie van de beste potenties voor het vormen van een



netwerk voor een specifiek vegetatietype. Hierbij wordt nog geen rekening gehouden met vereisten van andere sectoren.

- POTNAT is een tool die gebruikt kan worden ter identificatie van de beste potenties voor het vormen van een netwerk voor een specifiek vegetatietype. Hierbij wordt nog geen rekening gehouden met vereisten van andere sectoren (Wouters et al. 2015).
- Marxan is een tool voor ruimtelijke prioritering van natuurbehoudsdoelen. Deze tool identificeert de beste set (laagste kost) van in te plannen eenheden rekening houdend met vooropgestelde doelen. Ook klimatologische isotypes kunnen hierin geïntegreerd worden (Heller et al. 2015).
- Ontwikkeling van klimaatadaptatietool. Er worden tools ontwikkeld voor het identificeren en beoordelen van adaptatiemaatregelen op plan- en projectniveau voor de thema's hitte, pluviale overstromingen en droogte. Het zijn beleidsondersteunende instrumenten waarmee klimaatadaptatiestrategieën kunnen concreetiseerd worden door adaptatiedoelen te formuleren en de doelfstand op te volgen vanuit concrete maatregelen- en actieprogramma's. Hiervoor wordt maximaal hergebruik gemaakt van reeds bestaande (web)databanken met adaptatiemaatregelen, studies rond effectiviteit en (voorkeurs)locatie, kosten en co-benefits van maatregelen en modellen waarmee klimaateffecten en ook ruimtelijke ontwikkelingen gesimuleerd kunnen worden (Broeckx et al. 2022).

Tools voor implementatie van groene infrastructuur in functie van klimaatadaptatie

- Groentoolantwerpen. Een inspiratietool voor de stad Antwerpen om groen mee te nemen als mogelijke maatregelen om uitdagingen in de stad (luchtkwaliteit, hitte, recreatie...) aan te pakken (www.groentoolantwerpen.be).

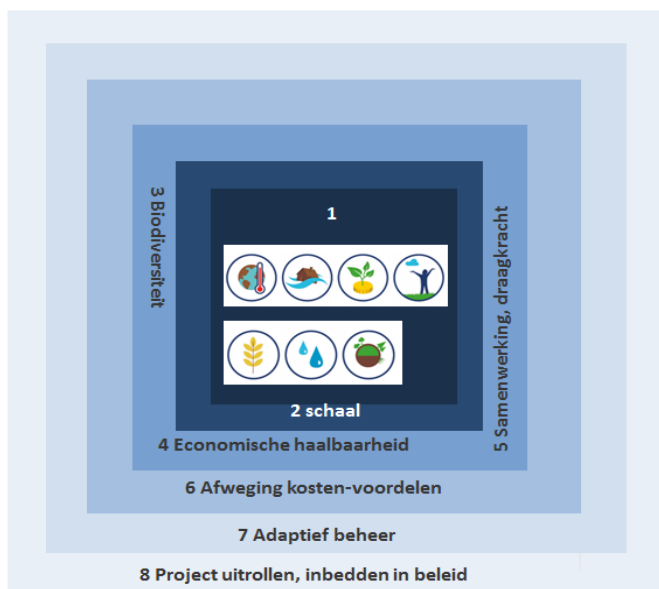
Eco-Adapt tool is een prototype voor Antwerpen en Venlo gebaseerd op de groentool maar berekent de grootte van de uitdaging (<https://ecoadapt.marvin.vito.be/>).

Ontwikkeling van scenario's voor adaptatie – beslissingskaders

- Beslissingskader voor het nemen van adaptatiemaatregelen met focus op het milderen van de impact van klimaatverandering op wilde soorten (Shoo et al. 2013), zie bijlage 3.
- Protocol voor het prioriteren van acties (Joseph et al. 2009). Het bestaat uit negen acties
 - (1) definiëren van doelen;
 - (2) aangeven welke componenten voor biodiversiteit beschermd/hersteld moeten worden;
 - (3) weging van deze componenten op basis van baten voor verschillende sectoren of beslissen dat elke soort evenveel gewicht krijgt;
 - (4) oplist van mogelijke maatregelen;
 - (5) berekenen van de kosten;
 - (6) oplist van de voordelen voor soorten;
 - (7) inschatten of de maatregel succesvol geïmplementeerd kan worden;
 - (8) weergeven van randvoorwaarden;
 - (9) combineren van informatieve informatie met betrekking tot kosten, baten, kans op succes om tot een prioritering te komen voor de uit te voeren acties.



IUCN Global Standard voor natuur gebaseerde oplossingen



De standaard opgemaakt door de IUCN (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE) bestaat uit volgende stappen:

1. Identificatie van maatschappelijke uitdagingen waarvoor een oplossing moet gevonden worden.
2. Design van de oplossing overeenkomend met schaal: geografisch, economisch, ecologisch, maatschappelijke aspecten van landschap. De maatregel kan beken worden op lokaal niveau, de veerkracht, toepasbaarheid en respons kan op een groter schaalniveau bekeken worden.
3. Bekijken of het voor de drie steunpilaren van duurzame ontwikkeling de goede kant op gaat na toepassing van de maatregel. Dit steeds bekijken tov baseline, huidige toestand.
6. Afwegen van kosten en voordelen + keuzes maken in functie van korte- en lange-termijndoelen.
7. Er is adaptief beheer nodig dat rekening houdt met de wijze waarop een ecosysteem reageert op de maatregel. Ecosystemen zijn complexe, dynamische systemen en er kunnen onverwachte of ongewenste effecten zijn. Opvolging van de maatregel is een leerproces waarna de maatregel kan worden bijgesteld.
8. Eens een goed model is gevonden met goede praktijkvoorbeelden, kan dit uitgerold worden op grotere schaal alsook ingebed worden in beleidsdoelen en -acties (IUCN 2020).



3.4.3 Kosten-baten analyse

In klimaatadaptieve strategieën is veelal een kosten-baten analyse vereist enerzijds om de inzet van adaptieve maatregelen voor ecologische doelen te verantwoorden, anderzijds om in te zetten in een afwegingskader ten opzichte van kosten en baten van doelstellingen geformuleerd uit andere sectoren.

Er zijn reeds heel wat producten opgebouwd die hier gedeeltelijk aan tegemoet komen:

Financiering van Natura 2000

- producten met betrekking tot financiering van Natura 2000 op Europese schaal (http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/financing/index_en.htm).
- een raming van de baten geleverd door het Vlaamse Natura 2000-netwerk alsook op Vlaamse schaal geleverd aangaande de financiering van Natura 2000 (Broeckx et al. 2013).

Waardeverkenners om kost-efficiënte strategieën te selecteren in functie van het verbeteren van de omgevingskwaliteit

- natuurwaardeverkenner (www.natuurwaardeverkenner.be). Een eerste verkenner om de impact op de levering van ecosysteemdiensten van landgebruiksveranderingen in urbaan en ruraal gebied berekenen (Liekens et al. 2009,2013). Voor meer gedetailleerde resultaten kan de ECOPLAN-scenario-evaluator (Vrebos et al. 2017) gebruikt worden.

Betaling van ecosysteemdiensten

- Betaling voor ecosysteemdiensten: opties voor financiering van klimaatadaptatie (Mark Reed, University of Birmingham, UK).

Kosten-batenanalyse Adaptatie Vlaanderen (De Nocker et al. 2022). Een analyse van de maatschappelijke en economische kosten en baten van de beschreven adaptatiemaatregelen in het ontwerp Vlaams Adaptatieplan 2021-2030 (in procedure van goedkeuring). Hierbij willen ze een beeld krijgen van de integrale kosten en baten van de maatregelen voor de samenleving en omgeving zowel op sociaal, economisch, ruimtelijk en ecologisch vlak als wat betreft gezondheid.

3.5 GEÏNTEGREERDE EN SECTOROVERSCHRIJDENDE ECOSYSTEEM GEBASEERDE AANPAK

Wanneer doelstellingen moeten gerealiseerd worden in gebieden met een sterker aandeel van andere functies dan natuur wordt een geïntegreerde aanpak belangrijker. Hierbij wordt samen met andere actoren en lokale en regionale overheden een afweging gemaakt van de verschillende kosten en baten voor natuur, economie en maatschappij. Geïntegreerde oplossingen waarin natuur en ecosysteemdiensten een sleutelrol spelen die bijdragen aan een toekomstige duurzame ontwikkeling van een regio of gebied, (gedeeltelijk) weerbaar tegen drukken als klimaatverandering.

3.5.1 Ecosysteem gebaseerde aanpak

Een bestaand kader hiervoor is de ecosysteem gebaseerde aanpak (Ecosystem approach) die als strategie naar voor werd geschoven op de conferentie van Parijs (Conference of the Parties, COP), het bestuurslichaam van de Convention on Biological Diversity.

De ecosysteembenadering is een **strategie** voor het geïntegreerd beheer van land, water en levende organismen die behoud en duurzaam gebruik promoten. Het is gebaseerd op de toepassing van geschikte wetenschappelijke methoden met focus op essentiële structuren, processen, functies van biologische groepen en interacties tussen organismen en hun omgeving. De mens met zijn culturele diversiteit wordt als een component gezien van vele ecosystemen. Ecosysteem wordt hier geïnterpreteerd als een dynamisch complex van plant, dier en micro-organismen en hun niet-levende omgeving die samen interageren als een functionele unit. Deze definitie refereert niet naar een specifiek schaalniveau.

Het wordt beschreven als het primair kader voor acties onder de Conventie. In de beslissing V/6 die werd vorm gegeven op de 5e conferentie (COP 5 Decision V/6, <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7148>) wordt deze strategie beschreven, worden 12 **principes** weergegeven alsook een operationele handleiding voor toepassing van dit kader. De volgende vijf items worden weergegeven in deze handleiding:

- focus op de functionele relaties en processen binnen de ecosystemen;
- benadruk de voordelen in functie van de maatschappij;
- gebruik adaptieve inrichting- en beheermaatregelen;
- voer deze maatregelen uit op het meest gepaste schaalniveau;
- verzeker sector overschrijdende samenwerking.

Op de zevende conferentie werd gesteld dat de implementatie van de ecosysteembenadering prioritair moet gefaciliteerd worden (COP 7, Decision VII/11, <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7748>). Er zijn bijkomende **richtlijnen** opgenomen die het belang aangeven van:

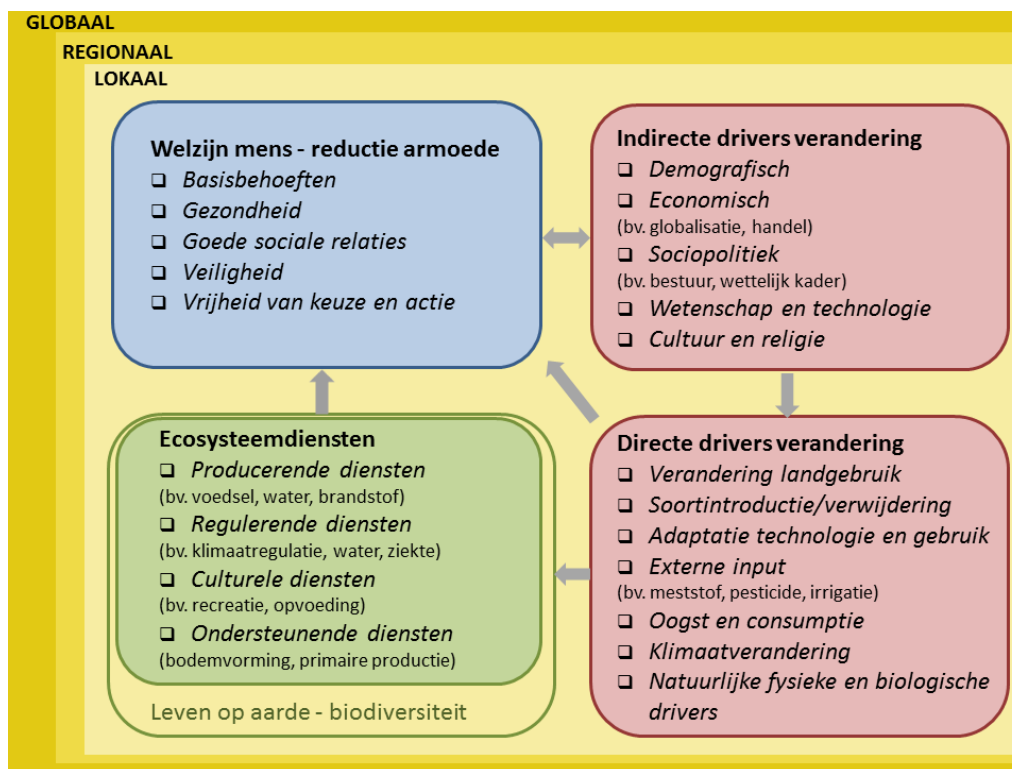
- een goede definiëring van de knelpunten;
- gezamenlijke draagkracht en financiële steun;
- verzamelen van de relevante beschikbare ecologische, biofysische, sociale en economische informatie;
- monitoring en evaluatie van de resultaten door middel van indicatoren;
- goede governance op alle niveaus.

Voor andere internationale beleidskaders die de implementatie van ecosysteem gebaseerde benaderingen in verschillende sectoren ondersteunen om klimaatverandering te mitigeren en te adapteren wordt verwezen naar bijlage.

Ook het informele netwerk ENCA (European Network of Heads of Nature Conservation Agencies) dat toekomstige uitdagingen identificeert, informatie aanbiedt en advies geeft aan beleidsmakers op het terrein van natuurbehoud en landschapsbescherming en BFN (Federal Agency for Nature Conservation) pleiten voor een ecosysteem gebaseerde strategie om klimaatverandering aan te pakken (Cowan et al. 2010). Ze pleiten om ook natuur in te zetten om uitdagingen ten aanzien van klimaatverandering aan te gaan en tegelijk hierbij ook de maatschappij te helpen.

//

In Figuur 6 worden de relaties tussen biodiversiteit, ecosysteemdiensten en menselijk welzijn weergegeven.



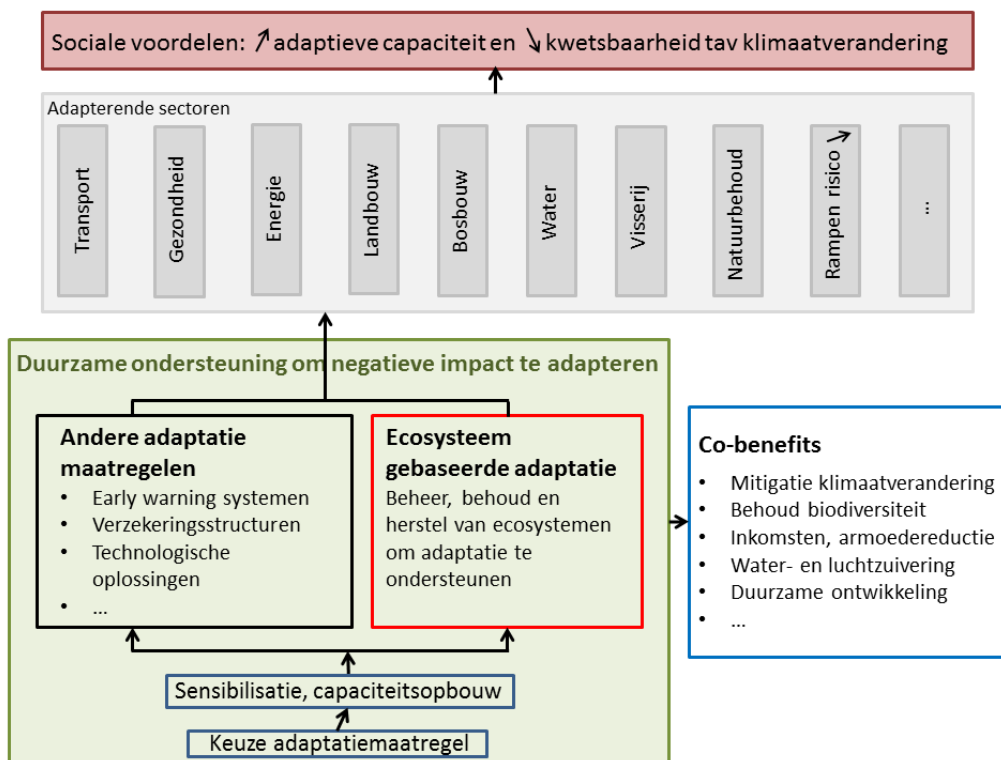
Figuur 6: Relaties tussen biodiversiteit, ecosysteemdiensten en menselijk welzijn (bron: Millenium Ecosystem Assessment 2005)

De componenten van biodiversiteit vormen de basis voor de voorziening van ecosysteemdiensten die op hun beurt gerelateerd zijn met het menselijk welzijn. Een veranderend klimaat zal deze relaties veranderen. Zo zal het verlies van biodiversiteitscomponenten ook leiden tot het verlies van ecosysteemdiensten en zo ook een impact hebben op het menselijk welzijn.

De idee is hier om **met natuur te werken** om de impact van klimaatverandering en andere drukken voor de maatschappij te reduceren of te adapteren. Dit kan ondermeer door:

- behoud of herstel van biodiversiteit **als bijdrage voor mitigatie**: bijvoorbeeld behoud wetlands voor koolstofopslag, reductie van emissie via bebossing;
- verzekeren van de **levering van ecosysteemdiensten** met vele voordelen voor de maatschappij;
- natuur te zien **als een deel van de oplossing voor problemen voor de mens** als watervervuiling, hittestress, watertekort, ... Deze natuurlijke oplossingen kunnen economisch worden afgewogen ten opzichte van andere maatschappelijke investeringen die eveneens voor deze problemen kunnen worden ingezet en kunnen Een natuurlijke oplossing die op lange termijn duurzamer is en meer kostenefficiënt kan evengoed als een waardevolle investering worden beschouwd (guidelines);
- natuur **in te bedden in een samenhangende groene infrastructuur** met baten voor biodiversiteit, mens en maatschappij.

Een ecosysteem gebaseerde aanpak is één van de vele mogelijke opties om te adapteren, zie ook Figuur 7. Deze aanpak kan worden ingezet naast gebruik van technische oplossingen, early warning systems, beleidsrestricties, ... en moet gezien worden als deel van een **portfolio** met adaptatiemaatregelen. Het is niet noodzakelijk een 'of of' verhaal, maar eerder een 'en en' verhaal. Deze aanpak kan zowel gebaseerd zijn op volledig natuurlijke systemen, half-natuurlijke systemen als intensief door de mens beheerde systemen. Eén activiteit draagt vaak bij aan de adaptatiedoelstellingen van vele sectoren. Dit kan expliciet in beeld gebracht worden, naast de weergave van relevante functies en ecosysteemdiensten en het effect voor menselijk welzijn (Cowan et al. 2010).



Figuur 7: De rol van een ecosysteem gebaseerde aanpak in een geïntegreerde aanpak om de impact van klimaatverandering ten aanzien van de maatschappij te reduceren (gebaseerd op een figuur volgens Cowan et al. 2010)

3.5.2 Uitdagingen en oplossingen voor effectieve implementatie

Vaak zijn we nog niet voldoende vertrouwd met de strategie van de ecosysteem gebaseerde benadering, denken we nog onvoldoende op lange termijn, verloopt de samenwerking tussen verschillende sectoren nog moeilijk of zijn er niet altijd financieringsmogelijkheden. Geleidelijk aan komt hier ondertussen verandering in. Toch zijn de onderstaande uitdagingen en voorstellen om hier mee om te gaan geschreven door Cowan in 2010 (Cowan et al. 2010) nog steeds van toepassing.

Tabel 1: Uitdagingen en oplossingen voor de implementatie van de natuur gebaseerde strategie volgens Cowan et al. 2010.

Uitdagingen	Oplossingen
Institutionele barrières	

////////////////////////////////////

Uitdagingen	Oplossingen
Kortdurende politieke en economische cycli hebben vaak een focus op snelle resultaten. Kosten en baten op lang termijn kunnen op dat moment als irrelevant beschouwd worden.	Start met het promoten van ecosysteem gebaseerde oplossingen met quick wins (bv. verminderde drainage in wetlands). Benadruk de aspect rond duurzaamheid om lange termijn denken te stimuleren.
Bestaande milieu-gerelateerde wetgeving zou de ecosysteem gebaseerde benadering kunnen ondersteunen. Tot nu toe wordt dit weinig toegepast.	Betrek andere doelen (ondersteund door andere wetgeving) bij het stellen van prioriteiten en benadrukken van de nevenvoordelen.
Governance en integratie van adaptatie over verschillende sectoren en landen heen wordt nog weinig toegepast. Vaak zijn de maatregelen lokaal, maar is een samenwerking op hoger niveau ook nodig.	Gebruik opportuniteiten van nationale adaptatiestrategieën om samenwerkingsverbanden en integratiemechanismen te stimuleren.
	Gebruik EU financieringsmechanismen om activiteiten met verschillende landen te steunen (bv. Interreg). Dit kunnen demonstratieprojecten zijn.
	Zorg dat het concept ecosysteem gebaseerde adaptatie goed gekend geraakt en uit de nood voor nieuwe vormen van samenwerking in dit verband.
Omgaan met onzekerheden	
Gebrek aan goed gedocumenteerde voorbeelden van ecosysteem gebaseerde adaptatie of monitoringsresultaten van de effectiviteit ervan.	Review bestaande informatie om de randvoorwaarden en baten te identificeren. Verzamel bestaande goede voorbeelden van reeds uitgevoerde projecten.
Beleidsmakers hebben weinig voeling met de sterktes van zo'n benadering. Vooral in Europa is dit minder gekend.	Zorg voor de zichtbaarheid van dergelijke projecten en resultaten ervan bij de beleidsmakers. Hun uitnodigen om een demonstratieproject te gaan bezoeken is een optie.
	Zorg dat de baten beter gekwantificeerd kunnen worden in ecosysteem gebaseerde projecten, zodat hiermee kan uitgedrukt worden en ook gerefereerd kan worden naar demonstratieprojecten.
	Omschrijf de vele baten voor verschillende sectoren die met deze benadering kan worden gerealiseerd. Benadruk ook het potentieel voor mitigatie.
Een relatief nieuwe benadering betekent ook dat er nog niet zoveel informatie hierover beschikbaar is over de kosten, baten en effectiviteit. Dit maakt het moeilijk om kosten-batenanalyses uit te voeren en andere inschattingen te maken die nodig zijn voor beslissingen inzake financiering en wetgeving.	Stimuleer en faciliteer onderzoek naar de economische kosten en baten van een ecosysteem gebaseerde benadering in relatie tot klimaatverandering.
	Gebruik zo veel mogelijk vergelijkbare beschikbare methoden die toegepast zijn in andere gefinaliseerde projecten.
	Verzeker lange termijn monitoring van activiteiten in relatie tot biodiversiteit, ecosysteemdiensten en klimaatverandering om kosten-batenanalyses te kunnen onderbouwen.
Onzekerheid over de gevolgen van klimaatverandering wordt vaak als excuus gebruikt om acties uit te stellen.	Toon hoe we met onzekerheden kunnen omgaan.
	Benadruk de impact die klimaatverandering al heeft en de nood om tot actie over te gaan.
Sector overschrijdende samenwerking	
Een ecosysteem gebaseerde aanpak vereist een samenwerking over verschillende instanties	Benadruk wat de voordelen van deze aanpak kan zijn voor de andere sectoren.



Uitdagingen	Oplossingen
<p>heen. Dit is vooral een uitdaging als wetgeving, financiële ondersteuning, diensten sectoraal zijn opgedeeld.</p> <p>Adaptatiedoelstellingen vanuit verschillen sectoren kunnen strijdig zijn met elkaar. Doelstellingen die vanuit milieuwetgeving geformuleerd worden, hebben vaak een lagere prioriteit dan economisch georiënteerde doelstellingen.</p>	<p>Promoot samenwerking door middel van nationale adaptatiestrategieën en maak budgetten vrij voor geïntegreerde activiteiten.</p> <p>Identificeer en promoot 'win-win oplossingen'.</p> <p>Gebruik tools om de impact in kaart te brengen als hulpmiddel bij conflicten.</p> <p>Zorg ervoor dan biodiversiteit en ecosysteemdiensten ten volle overwogen worden in besluitvormingen en afwegingskaders. Ondersteun eenvoudige methoden om de waarden van biodiversiteit en ecosysteemdiensten te integreren in kosten-batenanalyses.</p>
<p>Onwil om gewoontes en gebruikelijke praktijken te veranderen.</p>	<p>Stel deze benadering aantrekkelijk voor aan beleidsmakers en stakeholders (bv. door kosten-baten ratio's te linken aan makkelijk toepasbare demonstratieprojecten).</p> <p>Gebruik bestaande strategieën, regelgeving en stimulansen vanuit klimaatwetgeving om gedragsverandering te induceren.</p> <p>Maak gebruik van opportuniteiten als infrastructuur die aan vervanging toe is en vervangen zou kunnen worden door een natuur gebaseerde aanpak. Gebruik innovatieve financieringsmechanismen.</p>
<p>Grote oppervlakten privé-eigendom en historische overeenkomsten kan de implementatie van zo'n nieuwe aanpak verhinderen. Gemeenschappelijke belangen worden moeilijker geaccepteerd.</p>	<p>Voer een gerichte sensibilisering uit waarbij de voordelen van zo'n aanpak benadrukt worden (info-avonden aan een breed gericht publiek).</p> <p>Stimuleer betrokkenheid en transparantie.</p> <p>Zorg voor financiering van voorbereidende processen om privé-eigenaars en een breder publiek te engageren.</p>
<p>Nog steeds worden vaak eerder technische oplossingen aangeleerd in onderwijs en instituten, waardoor er minder bewustwording is aangaande andere strategieën.</p>	<p>Zorg dat informatie over andere strategieën makkelijk en toegankelijk beschikbaar wordt.</p> <p>Promoot ecosysteem gebaseerde benaderingen in onderwijs en instituten, zodat ook voor zo'n benadering een "business as usual" mentaliteit ontstaat</p>
<p>Administratieve en financiële uitdagingen Beschikbare bronnen voor financiering zijn soms niet flexibel genoeg en gericht op bijvoorbeeld technische oplossingen en niet op de combinatie met natuur gebaseerde oplossingen.</p>	<p>Maak beleidsmakers die financiering voorzien bewust van de kostenefficiënte aanpak en tegelijk van de sociale nevenvoordelen. Dit is niet hetzelfde als een vraag voor meer middelen.</p>
<p>Technische oplossingen kunnen verkozen worden boven een meer ecosysteem gebaseerde aanpak als deze laatste een voortdurend beheer vereist. Dit heeft te maken met onzekerheden over toekomstige financiering.</p>	<p>Continue financieringsmechanismen zijn nodig om ecosysteem gebaseerde adaptatie op lange termijn te kunnen verzekeren met inbegrip van een evaluatie van de efficiëntie van deze maatregel.</p> <p>Vermijd om niet duurzame acties te stimuleren (bv. irrigatie-infrastructuur waardoor de grondwaterbeschikbaarheid in de toekomst verlaagt).</p> <p>Wetgeving en programma's zouden moeten getoetst worden aan het incorporeren van weerbaarheid ten aanzien van klimaatverandering en andere drukken op lange termijn.</p>



3.6 MONITORING

Waar mogelijk en relevant kan adaptief management opgevat worden als een iteratief proces waarbij er na implementatie van de adaptatiemaatregelen ook gemonitord en geëvalueerd wordt. Dit kan leiden tot vernieuwde richtlijnen die gehanteerd worden bij nieuwe realisaties.

De effectiviteit van de maatregel kan volgens verschillende ambitieniveaus worden opgevolgd, gaande van het opvolgen van de responsen na uitvoering van de maatregel tot experimenten waarbij de maatregel in verschillende context toegepast wordt (Dickinson et al. 2015).

In Vlaanderen wordt op alle bestuursniveaus (ook het lokale) hoe langer hoe meer gewerkt aan adaptatie. Ook de privésector ziet het belang ervan in en neemt initiatieven. De adaptatietrein in Vlaanderen is duidelijk vertrokken, en zal in de komende jaren meer en meer leiden tot tastbare resultaten. Het zal erop aankomen de voortgang van deze maatregelen en hun effectiviteit op te volgen, ter ondersteuning en optimalisatie van het beleid. Kenter (2019) werkte de algemene principes voor een Vlaams adaptatiemonitoringsysteem uit en deed een voorstel voor op te volgen indicatoren om de voortgang te meten van adaptatiemaatregelen zoals beschreven in het klimaatadaptatieplan 2021-2030 (Kenter 2019).

In een vervolproject worden indicatoren uit deze studie geselecteerd en zal een meer gedetailleerd monitoringsplan worden uitgewerkt.

3.7 ONDERZOEK

Rannow & Neubert (2014) erkennen dat wetenschappelijk onderzoek natuurbehoud en –herstel kan versterken, maar beklemtonen de nood aan meer afwegingskaders en andere methoden die de keuze van een goede maatregel en implementatie ervan kunnen faciliteren. De kloof tussen onderzoeksresultaten en de praktijk moet overbrugd worden. Het is belangrijk om in de toekomst wetenschappelijk onderzoek te harmoniseren met praktisch advies inzake natuurbehoud, -inrichting en –herstel. Om dit faciliteren kunnen kenniscentra worden opgericht. Enerzijds kunnen wetenschappelijke resultaten te beschikking worden gesteld en waar mogelijk worden doorvertaald in praktische richtlijnen en tools. Anderzijds kunnen praktijkvoorbeelden goed worden gedocumenteerd, zodat ook kan geleerd uit een meer experimentele aanpak of het uittesten van afwegingskaders en nieuwe technieken.

Transdisciplinaire projecten kunnen helpen om kennis meer te oriënteren naar concrete acties. Ook de uitwisseling van ervaring en goede voorbeelden kunnen sterke motivaties zijn voor acties, terwijl niet succesvolle experimenten helpen om problemen te begrijpen en barrières voor adaptatie te identificeren.

Samenwerkingsverbanden tussen wetenschappers en het beleid die verantwoordelijk is voor de realisatie van klimaatadaptatie zijn een mogelijkheid om die doorvertaling van wetenschap naar praktische realisatie te overbruggen (Rannow et al. 2014).

Volgende kennisnoden worden in de internationale literatuur opgelijst (niet limitatief):



- Identificatie van proxy's en predictoren voor sensitiviteit en adaptieve capaciteit zoals biologische kenmerken, taxonomische en regionale patronen (Pearson et al. 2014; Dickinson & Mace 2015).
- De respons op en adaptatiepotentieel van specifieke habitats en soorten voor klimaatverandering en andere drukken. Individuele soorten hebben een specifieke klimaatniche. Elke soort reageert anders en beschikt over een ander adaptatiepotentieel: tolerantiegraad, mogelijkheid om geschikte locaties op te zoeken, potentieel om de fenologie te veranderen of om hun afhankelijkheid van wijzigende voedselbronnen aan te passen ... (Rannow & Neubert 2014, Dawson et al. 2011, Dickinson & Mace 2015).
- De kwetsbaarheid en adaptieve capaciteit van landschappen; de veerkracht van landschappen als socio-ecologische systemen (Meyer & Rannow 2013).
- Afwegingskader om uitgaande van verschillende scenario's een duurzame toekomstige ontwikkeling te faciliteren (Rannow & Neubert 2014).
- Toolbox voor de identificatie van geschikte adaptatiemaatregelen (inclusief geschikte beheermaatregelen). Met ontwerp van specifieke randvoorwaarden en evaluatiecriteria (Rannow & Neubert 2014).
- Identificatie van kosten-baten van adaptieve maatregelen (Joseph et al. 2009; Shoo et al. 2013).
- Klimaatprojecties die bruikbaar zijn op lokale schaal om te impact van klimaatverandering en de effectiviteit van adaptatiestrategieën te modelleren (Rannow & Neubert 2014).
- Geschikte indicatoren om de impact van klimaatverandering op biodiversiteit lokaal te evalueren (Rannow & Neubert 2014).
- Potentiële impact van klimaatverandering op de mogelijkheid voor competitie van invasieve soorten (Rannow & Neubert 2014).

3.8 COMMUNICATIE

Afspraken op verschillende schaalniveaus

De realisatie van transnationale netwerken die de noordzuidmigratie van soorten mogelijk maken gebeurt best op Europese of globale schaal omdat de netwerken op elkaar moeten aansluiten. Maar de globale schaal zou er wel toe kunnen 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. 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 landen 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 (European Union 2013).



Participatiemomenten

Bij de implementatie van adaptieve maatregelen buiten de grote natuurkernen is multifunctionele participatie zeer belangrijk. Participatie is een open proces dat inwoners en organisaties samenbrengt en betreft bij het beleid. Het gaat verder dan louter informeren. Door hen al meteen bij de opmaak van het klimaatactieplan te betrekken, kan het draagvlak voor de uitvoering worden vergroot.

Het draaiboek van de provincie Vlaams-Brabant in samenwerking met Ecolife en de Bond voor Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw (BBL) (2016) bevat veel tips om op originele wijze inwoners bij een plan te betrekken (Klimaatcafé, Klimaatontbijt of –lunch, Tekentafel, Klimaatlabo) alsook algemene tips met betrekking tot het taalgebruik en attitudes.

Best practice examples

Positieve resultaten en ‘best practice examples’ kunnen beleidsmakers en beheerders helpen om de nood voor urgente acties in kader van klimaatverandering en andere drukken te communiceren. Hierbij moet jargon vermeden worden en worden best voorbeelden genomen die een zekere zin gekoppeld kunnen worden aan het dagelijkse leven.



4 REFERENTIES

- Broeckx Steven, De Nocker Leo, Liekens Inge, Poelmans Lien, Staes Jan, Van der Biest Katrien, Meire Patrick, Verheyen Kris (2013). Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000-netwerk. VITO, Universiteit Antwerpen en Universiteit Gent 2013/RMA/R/87.
- Broeckx Steven, Lefebvre Filip, Lauwaet Dirk, Beckx Carolien, Verachtert Els, Wolfs Vincent, Schoeters Kato, Cauwenberg Peter, Hilgersom Koen, Gabriëls Karen, Guido Vaes, Els Lemeire, Maud Raman (2022). Uitbreiding van het Klimaatportaal-Vlaanderen met een klimaatadaptatietool. Methodologische beschrijving. In ontwikkeling.
- 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 Th., 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. Aalst, Belgium, 147 p.
- Bruyninckx H. (2020). Het Klimaatalarm: 'We hebben écht geen tijd te verliezen'. Knack 15/09/2020.
- Cliquet A. (2014). International and European law on protected areas and climate change: need for adaptation or implementation? *Environ Manag.* doi:10.1007/s00267-013-0228-0.
- Cliquet A., Backes C., Harris J., Howsam P. (2009). Adaptation to climate change—legal challenges for protected areas. *Utrecht Law Rev* 5(1):158–175.
- Council of the European Communities (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Off J Eur Communities* of 22.07.1992, L 206:7.
- Council of Europe (1979). Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats, Bern, 19.IX.1979. <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/104.htm>.
- Cowan C., Epple C., Korn H., Schliep R., Stadler J. (Editors) (2010). Working with Nature to Tackle Climate Change. Report of the ENCA / BfN Workshop on “Developing ecosystem-based approaches to climate change – why, what and how”. International Academy for Nature Conservation, Isle of Vilm, Germany (22 - 25 June 2009). Bundesamt für Naturschutz (BfN). Bonn, Germany. 84 pp.
- Dawson, T.P., Jackson, S.T., House, J.I., Prentice, I.C. & Mace, G.M. (2011). Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate. *Science* (80) 332, 53–58.
- Demey A., De Frenne P., Verheyen K. (2015). Klimaatadaptatie in natuur- en bosbeheer. Fornalab, UGent, Gent. 43 pp.
- De Nocker L., Broeckx S., De Ridder K., Vanuytrecht E., Liekens I., Couderé K. (2022). Verkenning kosten en baten van klimaatadaptatie in Vlaanderen.
- Departement Omgeving (2019). Vlaams adaptatieplan 2021-2030. 75 pp. *In prep.*
- Díaz, S. et al. Functional traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability. *Ecol. Evol.* 3, 2958–2975 (2013).

////////////////////////////////////

- Kenter (2019). Het uitwerken van een efficient monitorsysteem met indicatoren om de voortgang te meten van de adaptatiemaatregelen zoals beschreven in het klimaatadaptatieplan 2021-2030.
- Kirkpatrick M. & Barton N.Â.H. (1997). Evolution of a species' range. *Am. Nat.* 150, 1–23.
- Lawler J.J. (2009). Climate change adaptation strategies for resource management and conservation planning. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1162, 79–98.
- Liekens I., Schaafsma M., Staes J., De Nocker L., Brouwer R., Meire P. (2009). Economische waarderingsstudie van ecosysteemdiensten voor MKBA. Studie in opdracht van LNE, afdeling milieu-, natuur- en energiebeleid, VITO, 2009/RMA/R308.
- Liekens I., Van der Biest K., Staes J., De Nocker L., Aertsens J., Broekx S. (2013). Waardering van ecosysteemdiensten: een handleiding. Studie uitgevoerd in opdracht van LNE, afdeling milieu-, natuur- en energiebeleid (2013/RMA/R/46).
- 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 Milieurapportering, 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.
- Meyer B.C. & Rannow S. (2013). Landscape ecology and climate change adaptation: perspectives in managing change. *Reg Environ Change* 13, 739–741. DOI 10.1007/s10113-013-0502-y.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Möckel S., Köck W. (2009). Naturschutzrecht im Zeichen des Klimawandels. Vorläufige Bewertung und weiterer Forschungsbedarf. *Nat Recht* 31, 318–325.
- Murcia C., Aronson J., Kattan G.H., Moreno-Mateos D., Dixon K., Simberloff D. (2014). A critique of the “novel ecosystem” concept. *Trends Ecol. Evol.* 29, 548–553.
- Natuurlijke klimaatbuffers . Factsheet Koolstof sink. Coalitie natuurlijke klimaatbuffers. 3 p.
- Neubert M. & S. Rannow S. (2011). HABIT-CHANGE Adaptive management of climate-induced changes of habitat diversity in protected areas.4.2.1 Indicator Classification Tool. Project report.
- 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. (2015). Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution* 30, 673–684.
- Ouden den J., Muys B., Mohren F., Verheyen K. (2010) *Bosecologie en bosbeheer*, Acco, Leuven, België.
- Pearson R.G., Stanton J.C., Shoemaker K.T. et al. (2014). Life history and spatial traits predict extinction risk due to climate change. *Nat. Clim. Chang.* 4, 217–221.

////////////////////////////////////

- Possingham H.P., Andelman S.J., Burgman M.A., Medellín R.A., Master L.L. and Keith D.A. (2002). Limits to the use of threatened species lists. *Trends Ecol. Evol.* 17, 503–507.
- Prov. Vlaams Brabant, Ecolife, BBL Vlaanderen vzw (2016). *Draaiboek voor een participatief klimaatbeleid in de gemeente.* Prov. Vlaams-Brabant, Leuven. 21 pp.
- Rannow S., Macgregor N.A., Albrecht J., Crick H.Q.P., Förster M., Heiland S., Janauer G., Morecroft M.D., Neubert M., Sarbu A., Sienkiewicz J. (2014). *Managing Protected Areas Under Climate Change: Challenges and Priorities.* *Environmental Management* (2014) 54:732-743. DOI 10.1007/s00267-014-0271-5.
- Rannow S. and Neubert M. (eds.) (2014). *Managing Protected Areas in Central and Eastern Europe Under Climate Change, Advances in Global Change Research* 58, DOI 10.1007/978-94-007-7960-0_20.
- Shoo L.P., Pressy R.L., Falconi L., Alagador D. (2013). Making decisions to conserve species under climate change. *Climatic Change* 119:239–246. DOI 10.1007/s10584-013-0699-2.
- Stevens M., Alaerts K., Van Reeth W., Schneiders A., Michels H., Van Gossum P., Vught I. (2018). *Natuurverkenning 2050. Hoofdstuk 5: De kijkrichtingen doorgelicht. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (85), Brussel.* doi.org/10.21436/inbor.15597808.
- Thomas, C.D. (2011). Translocation of species, climate change, and the end of trying to recreate past ecological communities. *Trends Ecol. Evol.* 26, 216–221.
- Thomas, C.D. et al. (2012). Protected areas facilitate species' range expansions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 14063–14068.
- Thoonen, M., Lievevrouw, I., Raman, M., Spanhove, T. en Van Den Berge, S. (2021). *Klimaatadaptief Natuurbeheer: Het heidelandschap. Rapporten van het Instituut voor Natuuren Bosonderzoek 2021 (36).* Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.39656605.
- Trouwborst A. (2011). Conserving European Biodiversity in a Changing Climate: the Bern Convention, the EU Birds and Habitats Directives and the Adaptation of Nature to Climate Change. *Rev Eur Community Int Environ Law* 20(1):62–77.
- Vandekerkhove K., Verstraeten A., Sioen G., Cools N., De Keersmaeker L., De Vos B., Lettens S., Neiryneck J., Steenackers M., Thomaes A., Vanden Broeck A., Vander Mijnsbrugge K. (2020). *Klimaatlim bosbeheer: van wetenschappelijke achtergrond naar aandachtspunten voor de praktijk. Advies van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.A.4000).* Instituut voor Natuur en Bosonderzoek, Brussel. 16 pp.
- Van Den Berge, S., Lievevrouw, I., Thoonen, M., Raman, M., Spanhove, T., De Frenne, P., & Verheyen, K. (2021). *Klimaatadaptief natuurbeheer. Het boslandschap.*
- Van der Aa B., Vriens L., Van Kerckvoorde A., De Becker P., Roskams P., De Bruyn L., Denys L., Mergeay J., Raman M., Van den Bergh E., Wouters J., Hoffmann M. (2015). *Effecten van klimaatverandering op natuur en bos. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.9952476).* Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Vos C., van der Hoek D., Vonk M. (2010). Spatial planning of a climate adaptation zone for wetland ecosystems. *Landscape Ecology*, 25, 10. Pages: 1465-1477.



- Vicca S. 2020. Het klimaatalarm podcast: 'Wat bomen ons vertellen'. Knack.
- Vrebos D., Staes J., Bennetsen E., Broeckx 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, 017-R202 Universiteit Antwerpen, Antwerpen, 141 p. DOI. 10.13140/RG.2.2.16174.10565.
- Vught I., Alaerts K., Michels H., Schneiders A., Stevens M., Van Gossum P. & Van Reeth W. (2018). Natuurverkenning 2050. Hoofdstuk 3: Uitdagingen en drijvende krachten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (83). Instituut voor Natuur en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.15597713.
- Walther, G.-R. (2010). Community and ecosystem responses to recent climate change. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 365, 2019–2024.
- Willis, K.J., Bennett, K.D., Bhagwat, S.A. & Birks, H.J.B. (2010). 4 °C and beyond: what did this mean for biodiversity in the past? *Syst. Biodivers.* 8, 3–9.
- Wilson L., Astbury S., Bhogal A., McCall R., Walmsley C.A. (2013). Climate vulnerability assessment of designated sites in Wales. CCW Science Report number 1017. Countryside Council for Wales, Bangor.
- Wouters J., Decler 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.

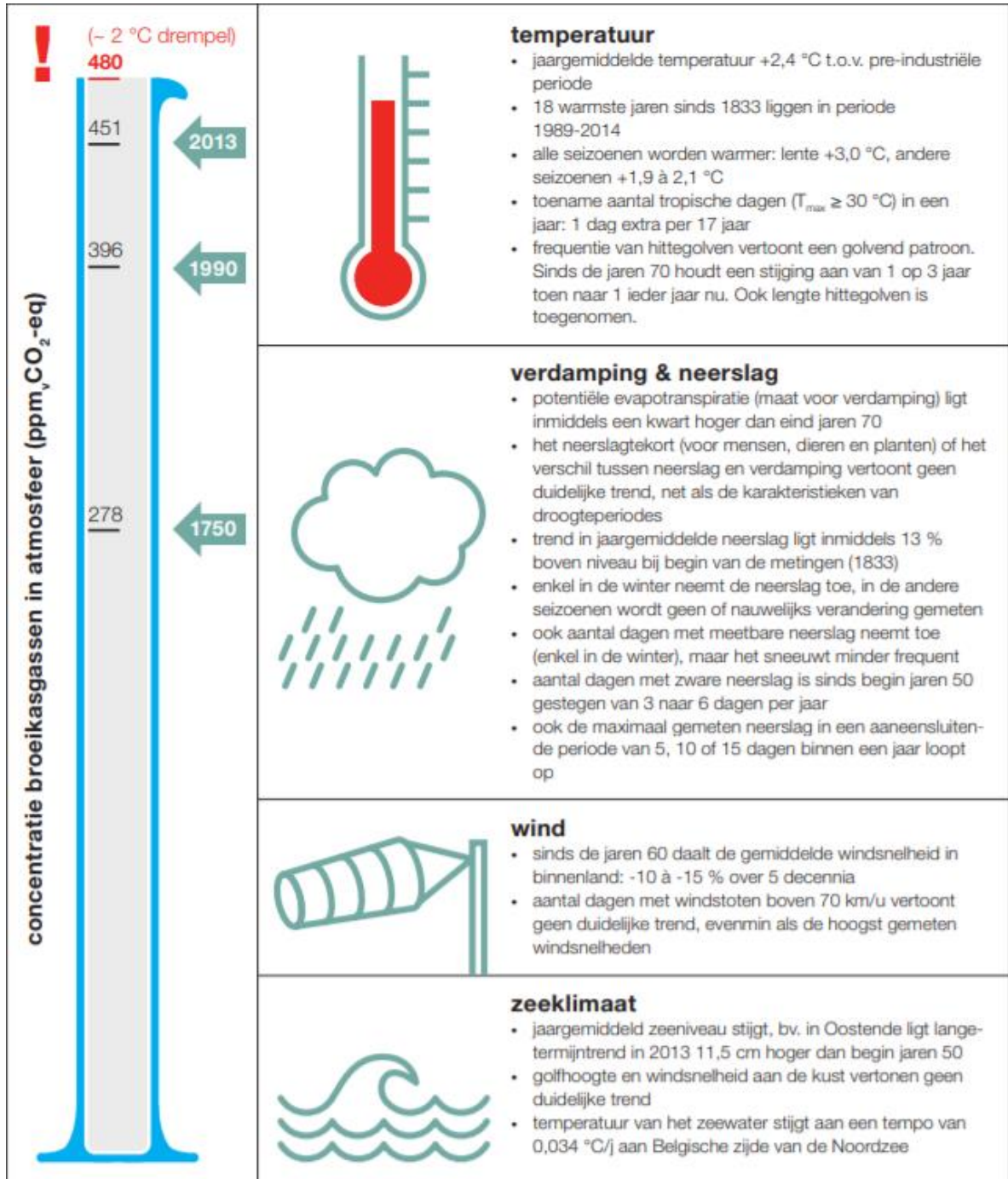


5 BIJLAGEN



BIJLAGE 1: KLIMAATTRENDS GEDETECTEERD IN BELGIË TOT IN 2014

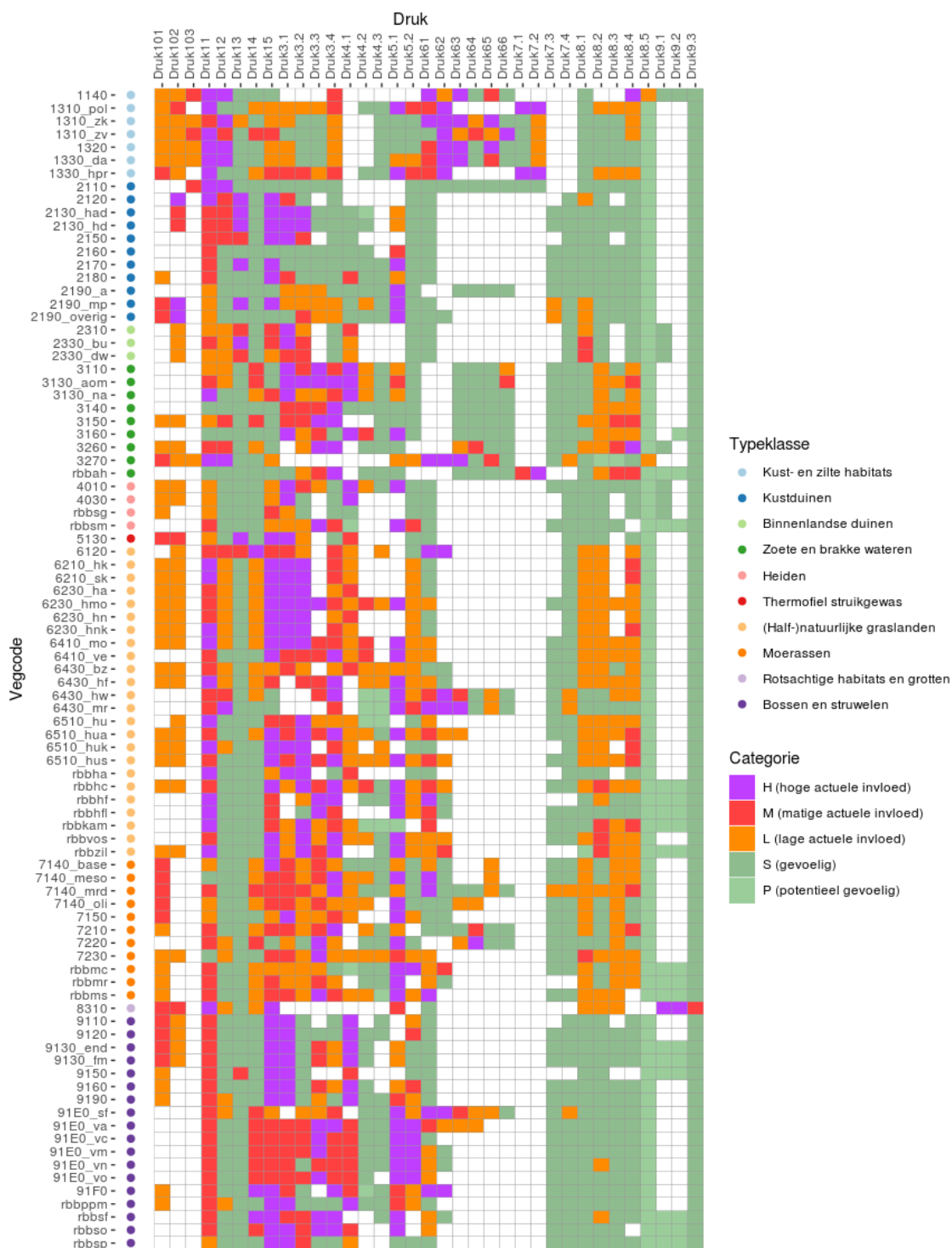
(Brouwers et al. 2015)



BIJLAGE 2: GEVOELIGHEID VAN VEGETATIETYPES VOOR KLIMAATVERANDERING EN ANDERE DRUKKEN.

(Vanderhaeghe et al. 2017)

Actuele rol van milieudrukken op niveau Vlaanderen (expertenoordeel, effectenindicator)



Ter ondersteuning van bovenstaande figuur worden ook de lijst met Europese habitattypes en de lijst met milieudrukken relevant voor Vlaanderen weergegeven. Beide volgens Vanderhaeghe et al. (2017).

Vegetatietypes voorkomend in Vlaanderen

Typeklasse	Type	Verkorte naam
Kust- en zilte habitats	1140	slik- en zandplaten
Kust- en zilte habitats	1310_pol	binnendijkse zeekraalvegetatie
Kust- en zilte habitats	1310_zk	buitendijks laag schor
Kust- en zilte habitats	1310_zv	buitendijks hoog schor
Kust- en zilte habitats	1320	slijkgrasvelden
Kust- en zilte habitats	1330_da	buitendijkse schor
Kust- en zilte habitats	1330_hpr	zilte graslanden
Kustduinen	2110	embryonale duinen
Kustduinen	2120	witte duinen
Kustduinen	2130_had	kalkarme duingraslanden
Kustduinen	2130_hd	kalkrijke duingraslanden
Kustduinen	2150	duinheiden met struikhei
Kustduinen	2160	duindoomstruwelen
Kustduinen	2170	kruiwilgstruwelen
Kustduinen	2180	duinbossen
Kustduinen	2190_a	duinplassen
Kustduinen	2190_mp	duinpannen (kalkrijk)
Kustduinen	2190_overig	vochtige duinvalleien - overig
Binnenlandse duinen	2310	psammofiele heide
Binnenlandse duinen	2330_bu	buntgrasvegetatie
Binnenlandse duinen	2330_dw	dwerghavervegetatie
Zoete en brakke wateren	3110	zeer zwakgebufferde vennen
Zoete en brakke wateren	3130_aom	oligotrofe tot mesotrofe vijvers en vennen
Zoete en brakke wateren	3130_na	dwergbiezenvegetaties
Zoete en brakke wateren	3140	kranswierwateren
Zoete en brakke wateren	3150	meren met krabbenscheer en fonteinkruiden
Zoete en brakke wateren	3160	zure vennen



Typeklasse	Type	Verkorte naam
Zoete en brakke wateren	3260	beken en rivieren met waterplanten
Zoete en brakke wateren	3270	slikkige rivieroever
Zoete en brakke wateren	rbbah	brak tot zilt water
Heiden	4010	vochtige heide
Heiden	4030	droge heide
Heiden	rbbsg	brem- en gaspeldoornstruweel niet vervat in een habitatype
Heiden	rbbsm	gagelstruweel niet vervat in een habitatype
Thermofiel struikgewas	5130	jeneverbesstruwelen
(Half-)natuurlijke graslanden	6120	stroomdalgraslanden
(Half-)natuurlijke graslanden	6210_hk	kalkgraslanden
(Half-)natuurlijke graslanden	6210_sk	kalkrijke zomen en struwelen
(Half-)natuurlijke graslanden	6230_ha	struisgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	6230_hmo	vochtige heischrale graslanden
(Half-)natuurlijke graslanden	6230_hn	droge heischrale graslanden
(Half-)natuurlijke graslanden	6230_hnk	kalkrijkere heischrale graslanden
(Half-)natuurlijke graslanden	6410_mo	blauwgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	6410_ve	veldrusgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	6430_bz	nitrofiele boszoom
(Half-)natuurlijke graslanden	6430_hf	moerasspirearuijgte
(Half-)natuurlijke graslanden	6430_hw	ruigte en zoom met harig wilgenroosje
(Half-)natuurlijke graslanden	6430_mr	ruiger rietland
(Half-)natuurlijke graslanden	6510_hu	glanshavergrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	6510_hua	vossenstaartgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	6510_huk	kalkrijk kamgrasgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	6510_hus	pimpernelgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	rbbha	soortenrijk struisgrasgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	rbbhc	dotterbloemgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	rbbhf	moerasspirearuijgte met graslandkenmerken
(Half-)natuurlijke graslanden	rbbhfl	natte ruigte, Kempisch type
(Half-)natuurlijke graslanden	rbbkam	kamgrasgrasland
(Half-)natuurlijke graslanden	rbbvos	grote vossenstaartgrasland niet vervat in 6510



Typeklasse	Type	Verkorte naam
(Half-)natuurlijke graslanden	rbbzil	zilverschoongrasland zonder zilte elementen
Moerassen	7140_base	basenrijk trilveen
Moerassen	7140_meso	circum-neutraal overgangsvveen
Moerassen	7140_mrd	rietland op drijftillen
Moerassen	7140_oli	zuur overgangsvveen
Moerassen	7150	pioniervvegetaties met snavelbiezen
Moerassen	7210	galigaanmoerassen
Moerassen	7220	kalktufbronnen
Moerassen	7230	kalkmoerassen
Moerassen	rbbmc	grote zeggenvegetatie
Moerassen	rbbmr	rietland en andere Phragmiton-vegetaties niet vervat in 6430
Moerassen	rbbms	kleine zeggenvegetaties niet vervat in 7140
Rotsachtige habitats en grotten	8310	grotten
Bossen en struwelen	9110	veldbies-beukenbossen
Bossen en struwelen	9120	beuken-eikenbossen met hulst
Bossen en struwelen	9130_end	atlantisch neutrofiel beukenbos
Bossen en struwelen	9130_fm	midden-Europese neutrofiel beukenbos
Bossen en struwelen	9150	kalkminnende beukenbossen
Bossen en struwelen	9160	eiken-haagbeukenbossen
Bossen en struwelen	9190	oude eikenbossen
Bossen en struwelen	91E0_sf	wilgenvloedbos
Bossen en struwelen	91E0_va	beekbegeleidend bos
Bossen en struwelen	91E0_vc	goudveil-essenbos
Bossen en struwelen	91E0_vm	mesotroof broekbos
Bossen en struwelen	91E0_vn	ruigt-elzenbos
Bossen en struwelen	91E0_vo	oligotroof broekbos
Bossen en struwelen	91F0	droge hardhoutooibossen
Bossen en struwelen	rbbppm	structuurrijke, oude bestanden van grove den
Bossen en struwelen	rbbfsf	vochtig wilgenstruweel op voedselrijke bodem niet vervat in 91E0
Bossen en struwelen	rbbso	vochtig wilgenstruweel op venige of zure grond

////////////////////////////////////

Typeklasse	Type	Verkorte naam
Bossen en struwelen	rbbsp	doornstruweel



Milieudrukken relevant voor Vlaanderen

Milieudrukklasse	Milieudruk
1 Ruimtebeslag	11 Aanpassing van de fysische structuur naar een blijvende nieuwe toestand (bodemcompactie, verharding, herprofilering, nieuw substraat, grondverzet, ...)
	12 Toename bodemdynamiek (erosie, omwoeling, verstuiving)
	13 Afname bodemdynamiek (erosie, omwoeling, verstuiving)
	14 Verlies van aquatische connectiviteit
	15 Verlies van terrestrische connectiviteit
3 Eutrofiëring	3.1 Eutrofiëring via de lucht
	3.2 Eutrofiëring via de bodem
	3.3 Eutrofiëring via het grondwater
	3.4 Eutrofiëring via het oppervlaktewater (incl. overstromingswater en afspoeling)
4 Verzuring	4.1 Verzuring via de lucht
	4.2 Verzuring via het grondwater
	4.3 Verzuring via het oppervlaktewater (incl. overstromingswater)
5 Wijziging van de grondwaterstand (en daaraan gekoppeld oppervlaktewaterpeil)	5.1 Verdroging via het grondwater
	5.2 Vernatting via het grondwater
6 Wijziging hydrologie via oppervlaktewater	61 Toename overstromingsduur of -frequentie (incl. getijden)
	62 Afname overstromingsduur of -frequentie (incl. getijden)
	63 Toename van stroomsnelheid, waterpeil en/of de fluctuatie ervan
	64 Afname van stroomsnelheid, waterpeil en/of de fluctuatie ervan
	65 Toename golfslagwerking
	66 Afname golfslagwerking
7 Verzoeting en verzilting	7.1 Verzoeting via het grondwater
	7.2 Verzoeting via het oppervlaktewater (incl. overstromingswater)
	7.3 Verzilting via het grondwater
	7.4 Verzilting via het oppervlaktewater (incl. overstromingswater)
8 Verontreiniging	8.1 Verontreiniging via de lucht
	8.2 Verontreiniging via de bodem
	8.3 Verontreiniging via het grondwater
	8.4 Verontreiniging via het oppervlaktewater (incl. overstromingswater)
	8.5 Thermische verontreiniging: toename temperatuur oppervlaktewater



Milieudrukklasse	Milieudruk
9 Verstoring	9.1 Geluid en trillingen
	9.2 Licht en straling
	9.3 Beweging en andere visuele verstoring
100 Klimaatverandering	101 Klimaatverandering in droge perioden
	102 Klimaatverandering in natte perioden
	103 Klimaatverandering: zeespiegelstijging



BIJLAGE 3: BESLISSINGSKADER VOLGENS SHOO ET AL. 2013

Beslissingskader voor het nemen van adaptatiemaatregelen met focus op het milderen van de impact van klimaatverandering op wilde soorten. 'M' wordt gebruikt voor acties die te maken hebben met verplaatsingen (movement), 'E' voor acties die te maken hebben met evolutionaire respons en 'Ex' voor ex situ maatregelen (Shoo et al. 2013).

