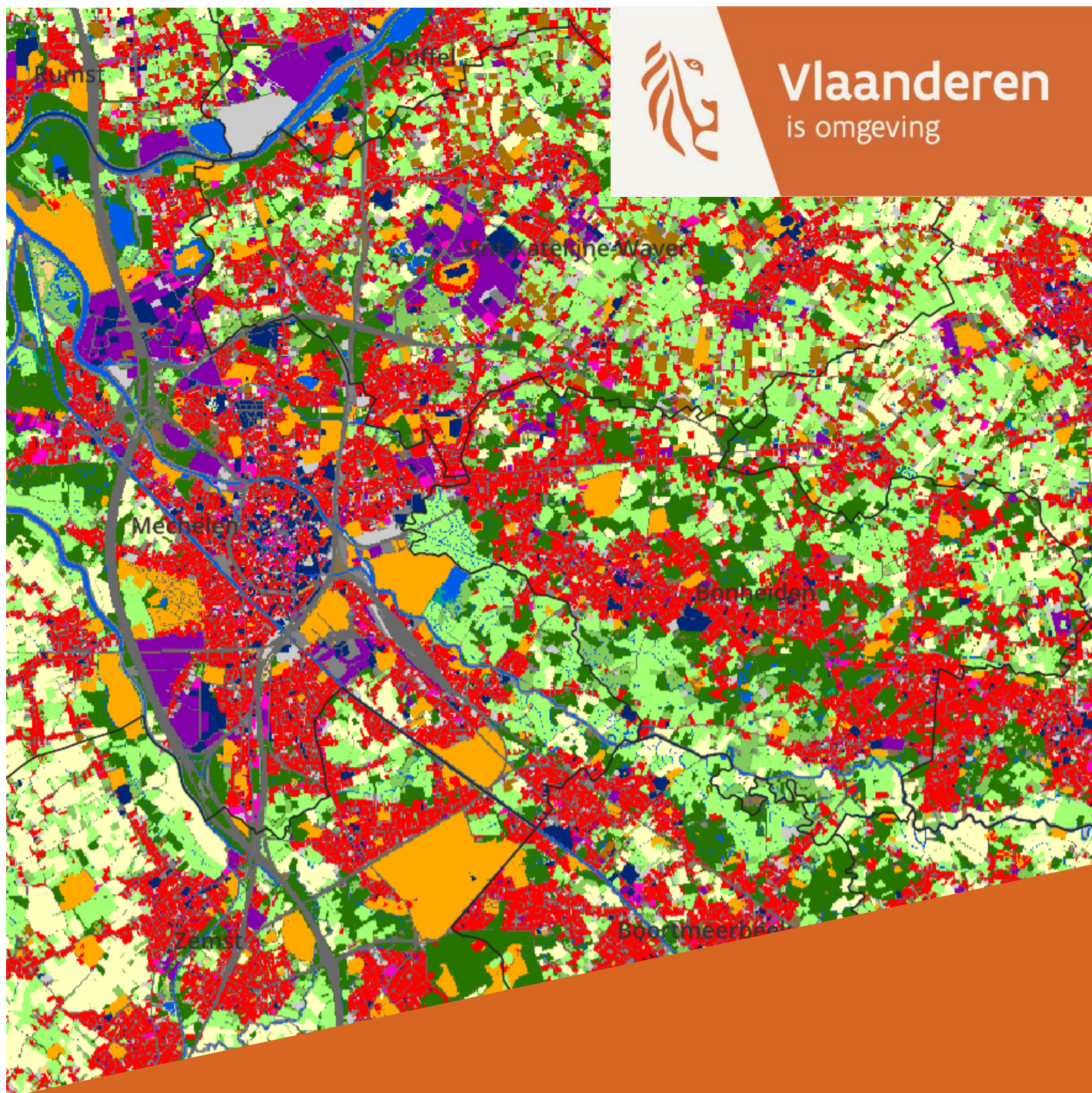




Vlaanderen
is omgeving



Landgebruik in kader van klimaatadaptatie en LULUCF

Eindrapport

DEPARTEMENT
OMGEVING

omgevingvlaanderen.be

Landgebruik in kader van klimaatadaptatie en LULUCF

Het Departement Omgeving publiceert sinds 2013 op 3-jaarlijkse basis een landgebruikskaart voor Vlaanderen. Deze kaart brengt 19 landgebruikscategorieën in beeld in de vorm van een rasterkaart met een resolutie van 10x10m².

In deze studie wordt onderzocht hoe de bestaande landgebruikskaart kan worden verbeterd om beter tegemoet te komen aan nieuwe beleidsnoden en rapportageverplichtingen, waarbij specifiek de focus wordt gelegd aan de monitoring en rapportering gerelateerd aan LULUCF en klimaatadaptatie.

Dit rapport bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Overheid.

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever:

Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving
Koning Albert II-laan 20 bus 8
1000 Brussel
vpo.omgeving@vlaanderen.be
www.omgevingvlaanderen.be

Bronverwijzing: VITO i.s.m. KENTER (2025), Landgebruik in kader van klimaatadaptatie en LULUCF, uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Planbureau voor Omgeving.

PARTNERS



Inhoud

Managementsamenvatting	7
1 Introductie	13
1.1 Situering	13
1.2 Doelstelling	14
1.3 Plan van aanpak	15
2 Identificatie van de noden vanuit de gebruikers	16
2.1 Werkwijze	16
2.2 Noden.....	16
2.2.1 Meer detail in de landgebruikscategorieën	16
2.2.2 Toekennen van attributen aan landgebruikscategorieën	18
2.2.3 Meervoudig landgebruik	19
2.2.4 Veranderingen in landgebruik	20
2.2.5 Generieke noden	21
2.3 Conclusie nieuwe noden	21
2.3.1 Overzicht nieuwe noden.....	21
2.3.2 Prioritering.....	22
2.3.3 Samenvatting van de specifieke noden in generieke gebruikersnoden	22
3 Verkenning van bestaande oplossingen	23
3.1 Overzicht van de onderzochte voorbeelden.....	23
3.2 Oplossingsrichtingen voor de gebruikersnoden	24
3.2.1 Flexibel omgaan met definities.....	24
3.2.2 Flexibel omgaan met resoluties en schaalniveaus.....	27
3.2.3 Flexibel omgaan met dataformaten	31
3.2.4 Karakteriseren via attributen.....	32
3.2.5 Structurele veranderingen meten	34
3.2.6 Korte termijnveranderingen opvolgen	38
3.2.7 Onzekerheid rapporteren	39
3.2.8 Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën	41
3.2.9 Koppeling met andere systemen	41
4 Illustratie van de gebruikersnoden en oplossingen aan de hand van praktijkvoorbeelden	42
4.1 Wetlands	42
4.1.1 Gebruikersnoden	42
4.1.2 Verschillende definities van wetlands in relatie tot databronnen	42
4.1.3 Een op maat gemaakte LULUCF-landgebruikskaart voor Vlaanderen op basis van het landgebruiksbestand	46
4.2 Gedetailleerd groen	50
4.2.1 Gebruikersnoden	50
4.2.2 Fijnschalige databronnen die groene en blauwe ruimte in Vlaanderen in kaart brengen	50

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

Bijlage B – Overzicht van de EAGLE elementen (versie 3.2 – oktober 2023) 119

Managementsamenvatting

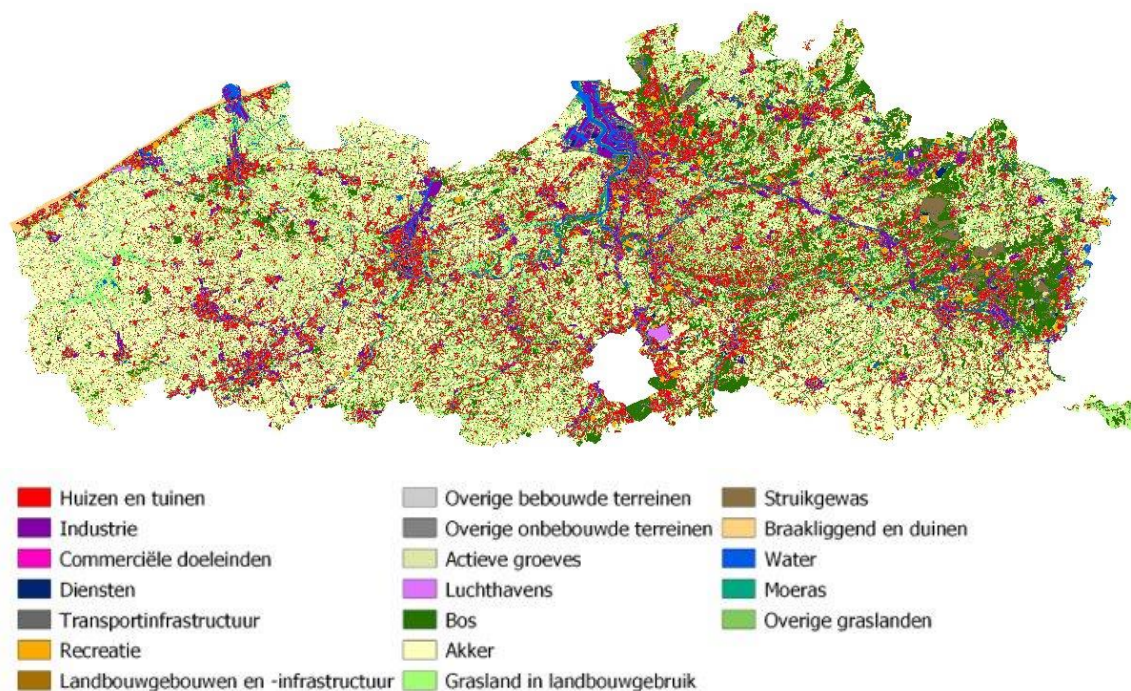
Context en doelstelling

Het Departement Omgeving publiceert sinds 2013 op 3-jaarlijkse basis een landgebruikskaart voor Vlaanderen i.s.m. VITO. Deze kaart brengt 19 landgebruikscategorieën in beeld in de vorm van een rasterkaart met een resolutie van 10x10m².

In deze studie wordt onderzocht hoe de bestaande landgebruikskaart kan worden verbeterd om beter tegemoet te komen aan nieuwe beleidsnoden en huidige en toekomstige rapportageverplichtingen, waarbij specifiek de focus wordt gelegd aan de monitoring en rapportering gerelateerd aan LULUCF en klimaatadaptatie.

Het onderzoek moet resulteren in:

1. Inzichten in evoluties en praktijken binnen en buiten Vlaanderen op basis van de beschikbare informatie en de analyse (kaarten, indicatoren, ...) over (veranderend) landgebruik.
2. Aanbevelingen in verband met knelpunten:
 - Waar zitten de huidige knelpunten i.v.m. monitoring en rapportage?
 - Hoe kan de nieuwe manier van werken in de toekomst structureel geïmplementeerd worden?



Identificatie van de gebruikersnoden

Op basis van een aantal diepte-interviews en een workshop met experts en gebruikers van de landgebruikskaart, werden een groot aantal zeer specifieke verwachtingen en gebruikersnoden verzameld. Deze werden samengevat tot 9 generieke gebruikersnoden:

- 1) Flexibel omgaan met verschillende definities: In gesprekken met gebruikers bleek dat de vaste indeling in 19 landgebruikscategorieën vaak tekortschiet. Bepaalde recente types landgebruik – bijvoorbeeld wetlands, hernieuwbare energiebronnen of overstromingsgebieden – worden niet of niet fijn genoeg weergegeven. Ook is er behoefte aan meer detail in bestaande categorieën (bv. ruimtebeslag). Vanuit LULUCF is het verplicht geworden om wetlands afzonderlijk in kaart te brengen, en ook agroforestry en nuances in bosbeheer moeten worden geïdentificeerd. Voor klimaatadaptatie is dan weer nauwkeurige informatie over stedelijk vs. landelijk groen relevant,

- 2) Flexibel omgaan met verschillende resoluties: De bestaande landgebruikskaart werkt met een rasterresolutie van 10x10 m². Punt- en lijnvormige elementen (bomenrijen, bermen, hagen) verdwijnen daardoor uit beeld. Voor klimaatadaptatie is dat nochtans cruciaal om de groen-blauwe dooradering van Vlaanderen te kunnen evalueren, en om hitte-eilandeffecten en lokale waterhuishouding te modelleren. Kleinere resoluties – bijvoorbeeld 1x1 meter – of vectordata met lijnen en polygonen zouden dat kunnen oplossen.
- 3) Flexibel omgaan met verschillende dataformaten (zie punt 2).
- 4) Landgebruiken karakteriseren via attributen: Het toevoegen van attributen bij de verschillende landgebruikscategorieën kan soelaas bieden bij de eerste gebruikersnood (verschillende definities). Zo kunnen hoogte-informatie, leeftijd van bossen en beheerkenmerken (bv. extensief beheerd grasland) als extra velden in een landgebruiksdatabase worden opgeslagen. Dit vermindert de nood aan telkens nieuwe subcategorieën, omdat een enkele landgebruikscategorie verder gedifferentieerd kan worden via attributen. Denk bijvoorbeeld aan het opsplitsen van 'natuur' in 'nat vs. droog', of 'hoogteligging', of aan het aanduiden van intensief of extensief beheer. Tegelijk vereisen nieuwe vormen van ruimtegebruik inzicht in meervoudig gebruik, bijvoorbeeld wonen boven winkels, groene daken boven industrie, ondergrondse parkings, etc. De huidige, eendimensionale kaart is daar niet op voorzien.
- 5) Veranderingen op een structurele manier meten: Zowel voor beleid als voor rapporteringen (LULUCF, Europese 'land-take' rapportages) is het essentieel om landgebruiksveranderingen gedetailleerd te monitoren. De huidige kaart wordt driejaarlijks gepubliceerd, maar veranderingen worden pas achteraf afgeleid door twee kaarten te vergelijken. Daarbij sluipt er steeds onzekerheid in de geobserveerde 'verschillen', die soms foute detecties zijn. Een betere methode hiervoor dringt zich op om onrealistische verschillen te vermijden en aan betrouwbaarheid te winnen.
- 6) Korte termijn veranderingen meten: Voor bepaalde nieuwe vormen van ruimtegebruik is het nodig om een inzicht te krijgen op verandering in de tijd: een perceel kan tijdens de week voor landbouw dienen, in het weekend voor recreatie, of seizoensgebonden ingezet worden als overstromingsgebied. Om zulke dynamieken te vangen, zijn vernieuwende methodes nodig, bijvoorbeeld via AI/teledetectie en tijdreeksen van satellietbeelden.
- 7) Rapporteren over onzekerheid / betrouwbaarheid: Validatie en het rapporteren van onzekerheden (foutenmarges) zijn essentieel voor robuuste beleidskeuzes.
- 8) Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën (zie punt 1)
- 9) Gemakkelijk te koppelen met andere systemen: Verschillende gebruikers gebruiken vandaag reeds verschillende systemen. Om op een transparante manier data en kennis uit te wisselen, moet een koppeling tussen de verschillende systemen mogelijk zijn.

Met deze 9 generieke gebruikersnoden als invalshoek werden een 15-tal bestaande systemen en projecten, binnen en buiten Vlaanderen, verkend. Het gaat hierbij o.a. om landgebruikskaarten of dataproducten die werden ontwikkeld buiten Vlaanderen (waarvan een aantal die specifiek in functie van LULUCF-rapportering werden ontwikkeld), remote sensing toepassingen, data standaarden die zijn ontwikkeld ter ondersteuning van de classificatie van landgebruik, en platforms en systemen waarop data verzameld en gedeeld kunnen worden. Er werd gekozen om een heel aantal voorbeelden te screenen die gerelateerd zijn aan het Europese Copernicus programma, het aardobservatieprogramma van de EU. Copernicus biedt data en diensten op basis van satelliet-gebaseerde aardobservatie en in-situ data. Deze diensten zijn gratis en open beschikbaar en worden op Europees niveau gepromoot voor o.a. land monitoring.

Samenvatting tot type-oplossingen

8

Om deze inhoudelijke verbeteringen te verwezenlijken, worden de volgende **organisatorische aanbevelingen** gedaan.

Wat betreft de korte termijn acties, die gerelateerd zijn aan de LULUCF-rapporteringsverplichtingen en het monitoren van klimaatadaptatie zijn er niet meteen organisatorische aanpassingen nodig. De huidige werkwijze waarbij de aansturing en financiering gebeurt vanuit het Departement Omgeving en/of VMM (bv. via onderzoeksagenda, referentietask VITO, ...) en waarbij specifieke noden kunnen worden ingevuld via interne (indien de juiste expertise en VTE aanwezig is) of externe onderzoekopdrachten of projecten.

De studie beveelt echter een meer **structurele en overkoepelende aanpak** aan voor die acties die geen extern opgelegde korte termijn deadline hebben, maar waar wel een duidelijke nood naar is vanuit de verschillende gebruikers van de landgebruikskaart. Vanuit de Vlaamse overheid kan het Departement Omgeving optreden als eigenaar-beheerder, met VITO voor de technische uitvoering. Een stuurgroep met belanghebbende organisaties (o.a. ALZ, VEKA, VMM, VLM, ANB, ...) stelt prioriteiten en kan opdrachten uitschrijven. Een klankbordgroep met bredere gebruikers houdt de vinger aan de pols en borgt dat nieuwe noden tijdig in beeld komen. Zo'n beheermodel voorkomt dat telkens ad-hoc oplossingen worden bedacht. Budget kan komen uit bestaande onderzoeksprogramma's. Daarnaast lijkt het zinvol om ook externe kennispartners en universiteiten structureel te betrekken (bv. via een kennishub). Op die manier kunnen ook nieuwe teledetectie- of AI-technieken en buitenlandse ervaringen worden gedeeld. Dit helpt om de data en methoden stapsgewijs te verbeteren, bv. voor validatie en onzekerheidsanalyses of voor het vastleggen van meervoudig ruimtegebruik in 3D.

genegeerd dat verschillende landgebruiken tegelijkertijd kunnen voorkomen doordat activiteiten in de hoogte en diepte worden gestapeld (bv. wonen boven winkels of voorzieningen, hernieuwbare energie op landbouwpercelen, parkings onder wooncomplexen, torengebouwen met een stapeling van heel wat functies, ...). Kortom **‘verweving’** of **‘meervoudig landgebruik’** is een moeilijk issue binnen de huidige landgebruikskaat.

Een derde type probleem is dat tot nu toe landgebruik dikwijls wordt uitgedrukt/getoond in **rasters/pixels** met een resolutie van 10x10 m² (in de Vlaamse landgebruikskaart) of groter (in Europese landgebruiksdatasets zoals de Corine Land Cover³). We weten al dat Europese metingen/datasets heel dikwijls veel van het gefragmenteerde beeld van Vlaanderen doen verdwijnen. Maar ook binnen de huidige Vlaamse metingen verdwijnen heel veel lijn- en puntvormige elementen. Ook in het kader van de LULUCF-rapportering in functie van de emissie-inventaris wordt gewerkt met een “landgebruiksmatrix”. Dit betreft een dataset van 6.799 puntlocaties die volgens een regelmatig grid zijn verspreid over Vlaanderen. Er wordt verondersteld dat elk punt een vaste oppervlakte van 199 ha vertegenwoordigt. Deze **grove resolutie** is niet nauwkeurig genoeg voor beleidsanalyses en -keuzes op Vlaams niveau.

1.2 Doelstelling

In dit onderzoek beogen we 3 grote uitdagingen:

- We ontwerpen aan de hand van alle moderne data/technologieën/inzichten die voorhanden zijn, een nieuwe structuur/architectuur/manier van werken die rekening houdt met 'een hedendaags landgebruik'.
- Nagaan hoe we, op basis van deze nieuwe structuur op een meer structurele manier 'landgebruiksveranderingen' kunnen monitoren.
- Deze nieuwe basis moet het mogelijk maken om structureel te monitoren/rapporteren omtrent klimaatadaptatie en LULUCF.

Dit betekent dat we in deze studie niet op zoek zijn naar een oplossing voor alle bestaande 'landgebruiks-issues' die beschreven worden in de vorige paragraaf, maar dat we een 'nieuwe basis' leggen om het landgebruik zodanig te kunnen monitoren dat dit ook mogelijk wordt voor doelstellingen gerelateerd aan klimaatadaptatie en LULUCF.

Hierbij moet minstens rekening worden gehouden met de volgende knelpunten, gerelateerd aan klimaatadaptatie en LULUCF-rapportering:

- fijnmaziger maken van landgebruiksdata
- hanteren van consistente definities
- consistent omgaan met landgebruiksveranderingen.

Daarnaast denken we dat er een aantal ‘algemenere’ zaken mee in rekening moeten worden genomen, die niet meteen gerelateerd zijn aan de LULUCF- en klimaatadaptatie rapportering:

- op naar een meerdimensionaal landgebruik,
- met reële objecten in plaats van rasters, en
- met nieuwe databronnen als motor.

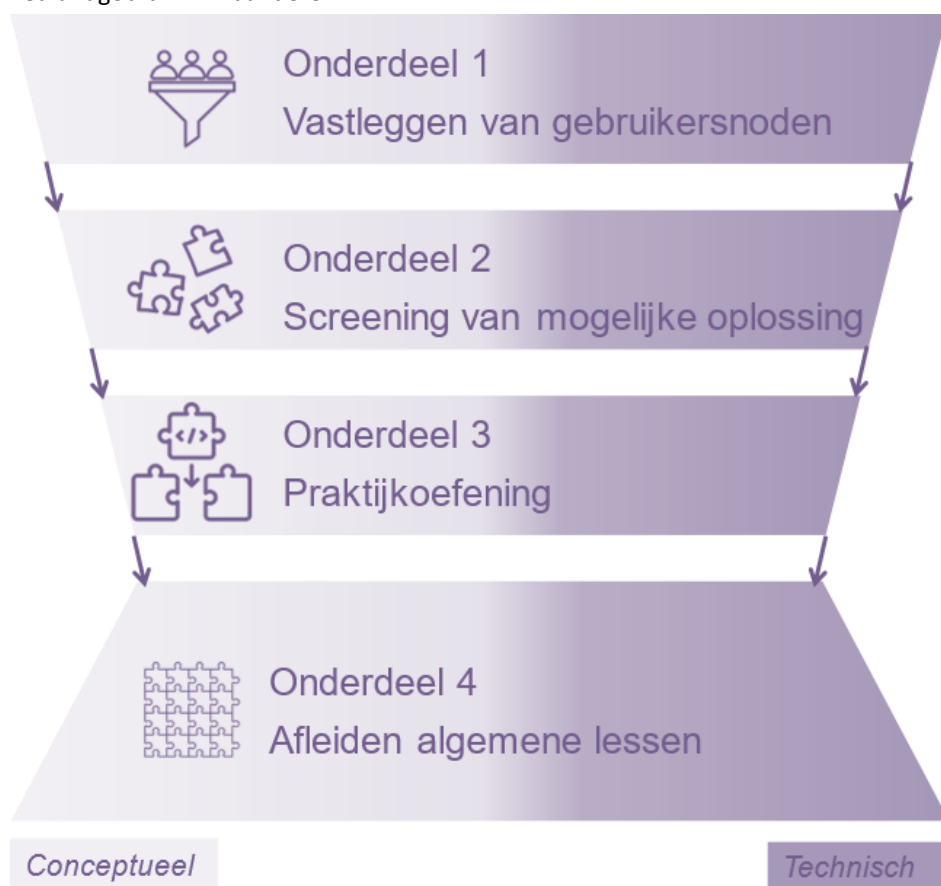
Het onderzoek moet resulteren in:

1. **Inzichten in evoluties en praktijken** in Vlaanderen op basis van de beschikbare informatie en de analyse (kaarten, indicatoren, ...) over veranderend landgebruik en klimaatadaptatie in Vlaanderen.
2. **Aanbevelingen in verband met knelpunten:**
 - Waar zitten de huidige knelpunten i.v.m. monitoring en rapportage?
 - Hoe kan de nieuwe manier van werken in de toekomst structureel geïmplementeerd worden?

³ <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>

1.3 Plan van aanpak

Het onderzoek wordt uitgevoerd in vier onderdelen. In een eerste onderdeel worden de **gebruikersnoden** vastgelegd. Hierin willen we een zicht krijgen op de beleidsvraagstukken waarvoor het nodig of wenselijk is om over informatie m.b.t. landgebruik te beschikken en over het type informatie dat daarvoor nodig is. In het tweede onderdeel wordt vervolgens een **verkenning** gedaan van **mogelijke oplossingen** om de landgebruiks-informatie zo beschikbaar te maken zodat aan de gebruikersnoden tegemoetgekomen kan worden. Dit gebeurt aan de hand van een (beknopt) literatuuronderzoek en aan de hand van gesprekken en workshops met verschillende experts. De onderdelen één en twee vertrekken vanuit een focus op twee omgevingsuitdagingen: klimaatadaptatie en LULUCF (klimaatmitigatie). We trachten, in de mate van het mogelijke, echter ook om de gebruikersnoden breder te bekijken dan deze twee thema's. Ook bij het verkennen van mogelijke oplossingen, blijft de vraag voor een verbreding naar andere omgevingstema's in het achterhoofd, zodat er een zicht is op hoe de mogelijke oplossingsrichtingen eventueel ook een invulling kunnen geven aan andere uitdagingen. In het derde onderdeel wordt de focus wel weer verengd tot klimaatadaptatie en LULUCF. Hierin worden de mogelijke oplossingsrichtingen gericht verkend aan de hand van **twee cases**. Aan de hand van beschikbare Vlaamse datasets worden de conceptuele en thematische verbeteringsvoorstellen in de praktijk gebracht en uitgetest voor een deel van Vlaanderen. Op die manier kan de mogelijke toekomstige workflow voor het in kaart brengen van landgebruik in Vlaanderen verder worden verfijnd en kan de haalbaarheid beter worden ingeschat. In het vierde onderdeel wordt de focus weer verruimd en worden **algemene lessen en aanbevelingen** opgesteld om in de toekomst om te gaan met landgebruik in Vlaanderen.



2 Identificatie van de noden vanuit de gebruikers

In het eerste onderdeel van het onderzoek wilden we zicht krijgen op de gebruikersnoden: welke nieuwe noden zijn er met betrekking tot het in kaart brengen van landgebruik vanuit de monitoring van klimaatadaptatie, vanuit de rapporteringsvereisten rond LULUCF, maar ook meer algemeen: in het (stedelijk) landgebruik in Vlaanderen en de beleidsdoelstellingen die hierrond werden geformuleerd.

In dit hoofdstuk beschrijven we de onderzoekstappen van dit eerste onderdeel van het onderzoek en vatten de resultaten ervan samen.

2.1 Werkwijze

De identificatie van de noden vanuit de gebruikers van de landgebruikskaat, verliep in twee opeenvolgende stappen:

- In een eerste stap werden drie **diepte-interviews** georganiseerd. Voor elk van de interviews werden enkele inhoudelijke experts en enkele beleidsmakers samengebracht. Ter voorbereiding van de gesprekken, werden relevante (beleids)documenten doorgenomen. De resultaten van de gesprekken zijn samengevat via een digitaal samenwerkingsplatform (MIRO).
- In de tweede stap werd het resultaat van de voorgaande stap afgetoetst, aangevuld en verdiept tijdens een **workshop met een breder publiek**. Voor de workshop waren volgende partijen uitgenodigd: leden van de taskforce klimaatadaptatie, leden van de datawerkgroep LULUCF, de zogenaamde ‘founding fathers’ of gebruikers van het Ruimtemodel Vlaanderen en enkele specifieke andere personen. De workshop vond eveneens online plaats; de input werd verzameld op een gedeeld online samenwerkingsplatform (MIRO).

De output die verkregen werd via MIRO, zijn bijgevoegd in bijlage bij dit rapport.

2.2 Noden

Uit de inventarisatie bleek duidelijk dat er de laatste jaren nieuwe noden zijn in het kaart brengen van landgebruik. Traditioneel wordt in Vlaanderen 3-jaarlijks een landgebruikskaat opgemaakt en gepubliceerd op schaal 10x10m²⁴. Op deze landgebruikskaat zijn 19 landgebruikscategorieën weergegeven (Figuur 1): van huizen en tuinen over industrie en transportinfrastructuur naar akker en grasland, bos en natuur.

We delen de nieuwe noden in in vier types nieuwe noden, die we in onderstaande paragrafen meer uitgebreid bespreken:

- De nood aan meer detail in de landgebruikscategorieën;
- De nood aan het aanbrengen van attributen bij de huidige en nieuwe landgebruikscategorieën;
- De nood aan de mogelijkheid om meervoudig (2D, 3D en 4D) ruimtegebruik in kaart te brengen;
- De nood aan het monitoren van verandering in landgebruik.

Daarnaast specificeren we een aantal meer horizontale of onderliggende noden.

2.2.1 Meer detail in de landgebruikscategorieën

Zoals hierboven gezegd, worden op de huidige landgebruikskaart 19 landgebruikscategorieën in kaart gebracht (Figuur 1).

Vanuit verschillende kanten komt de vraag naar opsplitsing in deze landgebruikscategorieën, om beter te voldoen aan de noden van monitorings- of rapportagevereisten.

⁴ https://archieff.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/973205/Landgebruik_en_Ruimtesbeslag_2022_finaal.pdf en <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/landgebruik-vlaanderen-toestand-2022>

- Meer detail in de huidige categorieën;
- Mogelijkheid bieden om ook lijn- en puntvormige elementen weer te geven;

Voor de verplichte **LULUCF-rapportering** zijn alle hoofdcategorieën voor rapportering in de huidige landgebruikskaat opgenomen, behalve 'wetlands'. Het bijkomend opnemen van een landgebruikscategorie 'wetlands' is met andere woorden een vereiste voor de rapportering van LULUCF. De oppervlakte van de wetlands en wijzigingen die zich in de loop van de jaren daarin voordoen moeten afzonderlijke gerapporteerd worden.

- Agroforestry;
- Opsplitsing van de categorie 'ruimtebeslag' in subcategorieën die onderscheidend zijn in de mogelijkheid om koolstof vast te houden of te capteren;
- Opsplitsing van de categorie 'bos' en types bos om zo nauwkeuriger de koolstofinhoud te kunnen inschatten en opvolgen: bv. onderscheid loof- vs. naaldhout, onderscheid oud vs. jong bos, ...

- Ook hier komt het ruimtebeslag aan bod. Met meer detail in de subcategorieën van ruimtebeslag zou bv. ook flexibeler omgegaan kunnen worden met het berekenen van het ruimtebeslag vs. 'landtake' (in kader van de soil monitoring law) als verschillende definities gevolgd moeten worden.
- Bebouwing: in functie van het opvolgen van bepaalde (ruimtelijke) doelstellingen zou het nuttig zijn om deze categorie op te splitsen in verschillende functies die erin aanwezig zijn. Zo zou geëvalueerd moeten kunnen worden wie in een 15-minuten omgeving woont (op 15 minuten afstand van mobiliteitsvoorzieningen en andere functies).
- Subcategorieën in 'groen': stedelijk vs. landelijk groen, extensief vs. intensief beheerd groen, enzovoort. Dit detailniveau kan onder meer meerwaarde betekenen in functie van de monitoring van klimaatadaptatiemaatregelen en de weerbaarheid van wijken of gemeenten in functie van de klimaatverandering.
- Op het vlak van natuur is inzicht nodig in de oppervlakte 'natte natuur' (ook nodig in functie van weerbaarheid klimaatverandering), in veengebieden (oppervlakkig vs. dieperliggend veen), ...
- Voor recreatie zou meer detail gebracht kunnen worden in de aard van het domein en de mate waarop dit intensief gebruikt wordt (bv. kamplocaties, speelgebieden voor de jeugd, speelbossen, onverharde sportterreinen, enzovoort). Als dit gelinkt wordt aan bodemdata (verontreinigde grond), kan nagegaan worden in hoeverre gevoelige receptoren in aanraking kunnen komen met de verontreinigde grond.
- Ook voor tuinen (en onderscheid moestuin, speeltuin, siertuin, ...) is de link met de verontreinigde grond nuttig om na te gaan wat de (potentiële) blootstelling is.

Naast nieuwe landgebruikscategorieën wordt door de stakeholders ook aandacht gevraagd voor het controleren van het op de kaart (officiële bronnen) weergegeven landgebruik en het werkelijke landgebruik. Als voorbeeld wordt aangegeven dat het nuttig zou kunnen zijn om bij de landbouwpercelen na te gaan of het landgebruik is zoals het in de verzamelaanvraag werd opgegeven, dan wel of het om niet-aangegeven landgebruik gaat. De informatie zal dan verkregen moeten worden via andere bronnen dan de officiële bronnen (bv. via teledetectie).

De gepubliceerde landgebruikskaart is een rasterkaart. Elke pixel op het raster heeft een grootte van 10 op 10 m² en krijgt één waarde mee dat het landgebruik bepaalt. **Punt en lijnvormige elementen** komen zo

- Kleine landschapselementen: bomen, heggen, houtkanten, ...;
- Bermen (naast wegen, maar ook naast landbouwpercelen) en grachten / groenblauwe dooradering;
- Wadi's;
- Onverharde wegen – niet enkel langs de wegen, maar ook langs akkers, ...;
- Wateroppervlakten die effectief als buffer fungeren.

2.2.2 Toekennen van attributen aan landgebruikscategorieën

Het kan gaan om:

- Als afzonderlijke categorie vermelden we hieronder een aantal attributen die nodig zijn in kader van LULUCF-rapportering en/of klimaatadaptatiemonitoring.

Doel van de LULUCF-rapportering is om uitspraken te kunnen doen over de (veranderingen in) koolstofinhoud als gevolg van (veranderingen in) landgebruik. Zoals vermeld in paragraaf 2.2.1 moet meer detail gebracht worden in de landgebruikscategorieën van de landgebruikskaart om alle landgebruiken, zoals ze verplicht zijn voor de rapportering, mee te hebben.

- Koolstofinhoud van de bodems per landgebruikstype;
- Aanduiding van beschermingsstatus en van biodiversiteitswaarden van gebieden (gebieden met 'hoge biodiversiteit en beschermde gebieden).
- Bosleeftijd in functie van aangepaste berekening LULUCF;
- Vochtgehalte van de bodem (link naar de wetlands);

Voor verschillende doeleinden is het nuttig om informatie te hebben over de 'kwaliteit' van het landgebruik. Volgende elementen illustreren dit:

- 18

- In het kader van de EU-bossenmonitoringsverordening is het ook nodig om bepaalde eigenschappen toe te kennen aan het landgebruik 'bos': bv. kartering van 'old growth forest', 'forest habitat' en 'protected forest areas'.

We onderscheiden 3D-eigenschappen van (enkelvoudig) landgebruik van het in kaart brengen van meervoudig ruimtegebruik in 3D dat in de volgende paragraaf wordt aangehaald. In deze categorie beschouwen we het weergeven van hoogten, diepten, enzovoort van een landgebruikscategorie. Het kennen van de hoogte van bv. bomen in een bebouwde omgeving is nuttige informatie voor het inschatten van de schaduw die geleverd wordt door deze bomen in kader van klimaatadaptatiemaatregelen. Ook de hoogte van gebouwen, of lokale ophogingen in stedelijke gebieden kunnen interessante informatie bieden. Ook voor bos wordt een 3D gebiedsdekkende kartering gevraagd (LIDAR-gegevens) om zo het volume bos en de koolstofinhoud van bos te kunnen inschatten. In Oostenrijk zouden hier reeds initiatieven rond worden genomen.

Voor bepaalde doeleinden is het ook nuttig om het type beheer te kunnen koppelen aan het landgebruik: zowel voor landbouw, grasland als natuur bevat dit nuttige informatie.

Omkeerbaarheid van ruimtegebruik

In het kader van duurzaam ruimtegebruik is het nuttig om informatie te hebben over de (mogelijke) omkeerbaarheid van het huidige landgebruik. Deze informatie kan beslissingen in verband met de ruimte inname vergemakkelijken.

Momenteel wordt elke pixel op de landgebruikskaart gekarakteriseerd door één landgebruikstype. Dit laat niet toe om de **complexiteit van het landgebruik**, dat vaak meervoudig is, weer te geven. Gedeeld en meervoudig ruimtegebruik wordt in ruimtelijke beleidsplan opgenomen als een principe om efficiënt ruimtegebruik te kunnen realiseren. Het is ook opgenomen als één van de tien kernkwaliteit voor de inrichting van ruimte.

2D meervoudig ruimtegebruik

- Combinatie werken / kantoor / horeca;
- Bebouwing op landbouwpercelen;
- ...

Verder denkend kunnen ook de 'stromen' vanuit het omgevingsperspectief hieronder worden ondergebracht.

In dit geval vinden de verschillende vormen van ruimtegebruik plaats boven en onder elkaar. Op de huidige landgebruiksk kaart kan dit niet worden weergegeven. Het gaat dan bv. om:

- Laagjes van functies (bv. groendaken (i.e. natuur) op bebouwing, verschillende functies die zich voordoen op de verschillende verdiepingen in een gebouw ...);
- Gebruik van de bodem onder het oppervlak: wat zit er allemaal in de bodem en ondergrond? Deze informatie is nodig om maatregelen te plannen.

In dit geval, ten slotte, houden we ook rekening met de tijd. Een bepaalde ruimte kan in de tijd verschillende functies inhouden.

- Tijdelijke functies: bv. overstromingsgebieden, bouwrijp maken van een perceel, tijdelijke schaduwvoorzieningen, ...
- Tijdelijke gebeurtenissen die opgevolgd moeten worden in het kader van LULUCF-rapportering: bv. heide- en bosbranden, droogte, windstormen;
- Groenbedekkers in winter of op braakliggende terreinen;
- Verschillen in dag / avond gebruik van een bepaalde ruimte of weekdays / weekenddagen, ...

Tegelijk wordt weergegeven dat dit tijdsaspect niet altijd te gedetailleerd moet worden opgenomen. Zo pleit men er vanuit landbouw voor om niet te focussen op de teelt van het moment, maar eerder naar de overheersende teelt over de jaren.

2.2.4 Veranderingen in landgebruik

Voor verschillende monitorings- en rapportageverplichtingen, is het nodig om op een accurate manier de veranderingen in landgebruik in kaart te kunnen brengen en te kunnen begroten. We onderscheiden volgende generieke noden onder deze titel en geven in onderstaande paragrafen enkele voorbeelden:

- Monitoring van landgebruiksveranderingen;
- In kaart brengen van de veranderingen in kwaliteit;
- Monitoring van functiewijzigingen.

Monitoring landgebruiksveranderingen

De huidige landgebruikskaart wordt 3-jaarlijks opgemaakt en gepubliceerd. De kaart laat hierdoor toe om 3-jaarlijkse veranderingen te monitoren door het vergelijken van het landgebruik uit de verschillende jaartallen. De landgebruikskaarten voor de verschillende jaartallen worden echter afzonderlijk van elkaar opgemaakt: het is m.a.w. het jaarlijkse landgebruik dat in kaart wordt gebracht, niet de 3-jaarlijkse verandering. De **betrouwbaarheid van de geobserveerde veranderingen** is hierdoor sterk afhankelijk van de betrouwbaarheid van de 3-jaarlijkse kaarten.

In functie van monitoring en rapportering (klimaatadaptatie / LULUCF) is echter een betrouwbaar zicht op landgebruiksveranderingen nodig.

- Voor klimaatadaptatie gaat het dan bv. over het monitoren van maatregelen die genomen zijn (creëren van schaduw voor koeltezones, enzovoort).
- Voor LULUCF moeten de landgebruiksveranderingen (categorieën – zie hierboven) gerapporteerd worden en de impact op de koolstofinhoud duidelijk worden. Hierbij moet gedurende 20 jaar de informatie beschikbaar blijven welk landgebruik naar welk landgebruik werd omgezet.

Andere interesses in verband met veranderingen in landgebruik zijn de volgende:

- Land dat verdwijnt uit het professioneel (aangegeven) landbouwgebruik;
- Grasland dat verdwijnt – of omgekeerd: ook om na te gaan hoe lang grasland al grasland is.

Voor de tijdsreeksen geeft men aan dat de **timing van de updates** goed gekozen moeten worden: in functie van (verplichte) rapportage (naar Europa), maar ook in functie van de beleidscyclus.

Ten slotte wordt opgemerkt dat als de veranderingen in landgebruik gemonitord worden (op microschaal) er een oplossing moet zijn voor de **niet-significante wijzigingen** die in de kaart sluipen. Weten wat de foutenmarge is op de gegevens, is belangrijk om significante veranderingen te kunnen inschatten.

In kaart brengen van de veranderingen in kwaliteit

Dit is gelinkt aan de nood om 'kwaliteit' als attribuut aan de pixels te kunnen toekennen. Onder meer veranderingen in de kwaliteit van natuur wordt vernoemd als een voorbeeld. Meer nog dan bij veranderingen in landgebruik (zie paragraaf hierboven) is het bij veranderingen in kwaliteit dan wel belangrijk om grote aandacht te hebben voor **data-kwaliteit**. Zonder hoge-kwaliteitsdata is het niet nuttig om te proberen om de veranderingen in kwaliteit van een landgebruik inzichtelijk te maken via de landgebruikskaart (of -dataset).

Monitoring van functiewijzigingen

Zoals het nuttig is om veranderingen in landgebruik inzichtelijk te maken, is het ook nuttig om informatie bij te houden over functiewijzigingen. Het kan gaan over functiewijzigingen binnen het landgebruik 'natuur', maar ook binnen bv. 'landbouw' (verpaarding, vertuining).

2.2.5 Generieke noden

Tijdens de gesprekken over de nieuwe noden rond het in kaart brengen van landgebruik, kwamen ook een aantal generiekere (soms onderliggende) noden aan bod. We lijsten ze hieronder op:

- Nood aan **meer gedetailleerde ruimtelijke gegevens**. De pixelgrootte (10x10 m²) is voor sommige doeleinden te groot. Oplossing om bepaalde zaken toch in beeld te brengen is over te gaan naar kleinere pixels (bv. 5x5 m² of 1x1 m², zoals toegepast in het klimaatportaal). Anderzijds kan er ook overwogen worden om over te schakelen naar een vector kaart in plaats van de huidige rasterkaart. Op een vectorkaart kunnen punten, lijnen en vlakken worden weergegeven wat meer detail toelaat. Er zijn echter ook problemen aan verbonden, bv. als lijnen van verschillende bronnen wel hetzelfde voorstellen maar niet precies op elkaar liggen. De stakeholders vragen om na te gaan of gewerkt kan worden met een **combinatie van beiden: raster én vectoren**.
- Andere afbakeningen dan de rasters. Voor sommige toepassingen is de rasterindeling niet zo'n nuttige indeling voor de landgebruikskaat. Steden en gemeenten geven onder meer aan dat **informatie per perceel of per bouwblok** wel nuttig zou zijn voor diverse toepassingen.

2.3 Conclusie nieuwe noden

2.3.1 Overzicht nieuwe noden

De 'nieuwe noden' voor het in kaart brengen van landgebruik zijn zeer divers. Ze neigen echter allemaal in dezelfde richting: het kunnen bevatten van **meer detail**: ruimtelijk detail, detail in landgebruikscategorieën, inzichtelijk maken in wijzigingen van landgebruik, inzichtelijk maken van meervoudig landgebruik (2D, 3D, 4D), het meegeven van attributen (kwaliteit, beheer, enzovoort) van de landgebruikscategorieën, enzovoort. In plaats van te denken aan 'een kaart' als product, moet daarom misschien meer nagedacht worden over een **databanksysteem** waarin al deze informatie opgeslagen wordt en waaruit men op een **gebruiksvriendelijke manier** die informatie kan halen die men wenst te bekomen.

Naast nieuwe noden vanuit monitoring van klimaatadaptatie en rapporteringsverplichtingen voor LULUCF, die de aanleiding vormden voor deze studie, zijn er andere (Europese) rapporteringsverplichtingen (bv. soil monitoring law, forest monitoring law) waarvoor nieuwsoortige, gedetailleerdere, ... landgebruiksgegevens nodig zijn.

Een heel aantal van de **nieuwe noden** zijn worden door verschillende (types) stakeholder en in functie van **verschillende doeleinden** aangevoeld. Zo bv.

- Punt- en lijnvormige elementen zijn nuttig in stedelijke omgeving in functie van de evaluatie van het realiseren van een groen-blauwnetwerk, in kader van monitoring van maatregelen in het kader van klimaatadaptatie, maar ook voor het in kaart brengen van grasstroken langs akkers in functie van rapportering LULUCF.
- De mogelijkheid voor het mee in beeld brengen van functies van het landgebruik, is nuttig in kader van beleidsdoelstellingen als het realiseren van de 15 minuten stad, maar ook in functie van de bosmonitoring (type en leeftijd van bossen) of van beheer van grasland in functie van rapportering LULUCF.
- Het aanbrengen van meer detail in het ruimtebeslag via bv. subcategorieën is belangrijk in functie van de LULUCF-rapportering, maar ook voor het invullen van het begrip 'land take' in functie van de soil monitoring law en voor het opvolgen van bepaalde doelstellingen uit de strategische visie van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen.

Bij het in kaart brengen van landgebruik zijn '**definities**' van wat onder een bepaald type landgebruik valt heel belangrijk. Dit is momenteel actueel bij de definitie van 'ruimtebeslag' dat in de soil monitoring law wordt benoemd als 'land-take', maar niet helemaal dezelfde definitie heeft van wat wij in Vlaanderen op de landgebruikskaat als ruimtebeslag aanduiden. Als we meer detail brengen in de landgebruikscategorieën, kunnen we verschillende detail-landgebruikscategorieën aggregeren naargelang de definitie van een bepaalde term in het kader van een bepaalde verplichting.

2.3.2 Prioritering

Samen met de aanwezigen op een klankbordgroepoverleg werd gepoogd enig reliëf te brengen in de nieuwe noden zoals ze hierboven worden opgelijst. Omdat ‘gestemd’ kon worden op verschillende niveaus waarop de noden zich bevonden (generiek vs. specifiek), is het niet relevant om het resultaat van deze stemming als such in dit rapport weer te geven.

We vermelden hieronder wel enkele noden die als prioritair werden aanvoeld door de aanwezige personen binnen de klankbordgroep.

- Het in kaart brengen van **landgebruiksveranderingen** komt uit de prioriteringsoefening het sterkst naar voor als nood voor de toekomstige landgebruikskaart. Dit is nodig voor verschillende doeleinden: in functie van het monitoren van klimaatadaptatiemaatregelen en de weerbaarheid tegen klimaatverandering, in functie van LULUCF-rapportering, maar ook voor allerlei andere beleidsdoeleinden (bv. het in kaart brengen van de “verrommeling” van het landbouwgebied), enzovoort.
- Meer generiek werden de verschillende noden die passen in het kader van de **LULUCF-rapportering** als prioritair aangeduid door heel wat aanwezigen. Dit behoeft geen verbazing, daar een deel van de genodigden specifiek aanwezig waren omwille van hun interesse in en betrokkenheid bij de LULUCF-rapportering (LULUCF-datawerkgroep). Naast het in kaart brengen van wijzigingen in landgebruik, betreft dit ook het in kaart brengen van de landgebruikscategorieën die momenteel nog niet in kaart gebracht zijn (zoals wetlands) en het toekennen van eigenschappen aan het landgebruik die nodig zijn voor de LULUCF-rapportering.
- Ook voor de LULUCF-rapportering, maar ook in functie van de soil monitoring law wil men dat er werk gemaakt wordt van gedetailleerdere invulling / uitsplitsing van de categorie ‘**ruimtebeslag**’. Dit is nodig om de definitie die her en der in kader van verplichtingen misschien kan verschillen, toch in te vullen.
- **Ecosysteemwaardering** ten slotte verdient ook nog een vermelding. Het betreft het geven van een ‘score’ van ecosysteemwaardering aan verschillende landgebruikscategorieën.

2.3.3 Samenvatting van de specifieke noden in generieke gebruikersnoden

De specifieke gebruikersnoden die naar boven kwamen in de diepte-interviews en de workshop werden tot slot gebundeld in een aantal generieke gebruikersnoden. Deze vormen de basis waarop de verschillende voorbeelden of oplossingsrichtingen in het tweede onderdeel van de studie zullen worden gescreend. Het gaat om de volgende noden waaraan een toekomstig landgebruiksbestand zou moeten kunnen tegemoetkomen:

- 1) Flexibel omgaan met verschillende definities
- 2) Flexibel omgaan met verschillende resoluties
- 3) Flexibel omgaan met verschillende dataformaten
- 4) Landgebruiken karakteriseren via attributen
- 5) Veranderingen op een structurele manier meten
- 6) Korte termijn veranderingen meten
- 7) Rapporteren over onzekerheid / betrouwbaarheid
- 8) Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën
- 9) Gemakkelijk te koppelen met andere systemen

In het volgende onderdeel worden deze 9 generieke gebruikersnoden gebruikt als kapstok voor de verkenning van de verschillende voorbeelden.

3 Verkenning van bestaande oplossingen

In het tweede onderdeel van het onderzoek willen we verschillende oplossingen voor de generieke gebruikersnoden verkennen. Hierbij zijn we gestart aan de hand van een selectie van een aantal Vlaamse en internationale voorbeelden die zijn onderzocht in functie van de deze noden. Voor elk van de onderzochte voorbeelden werd een technische fiche opgemaakt. Deze technische fiches zijn opgenomen in **Bijlage A – Technische fiches van de onderzochte voorbeelden**.

In dit hoofdstuk beschrijven we de onderzoekstappen van dit tweede onderdeel van het onderzoek en vatten de resultaten ervan samen.

3.1 Overzicht van de onderzochte voorbeelden

Samen met de leden van de stuurgroep werd een lijst opgesteld van bestaande⁵ monitoringssystemen, kaarten, databanken, tools en modellen die werden opgenomen in de verkenning. De voorbeelden uit deze lijst zijn niet beperkt tot systemen of modellen die direct gerelateerd zijn aan landgebruik. Ook inspirerende voorbeelden gerelateerd aan andere thema's werden opgenomen in de verkenning (bv. Databank Ondergrond Vlaanderen, het uitwisselingsplatform voor digitale stedenbouwkundige informatie). Zowel Vlaamse als internationale voorbeelden zijn opgenomen in de lijst. Bedoeling is om een divers beeld te krijgen van verschillende manieren waarop de generieke gebruikersnoden uit deze studie kunnen worden aangepakt.

De volgende voorbeelden zijn opgenomen in de verkenning.

- Voorbeelden uit Vlaanderen
 - Databank Ondergrond Vlaanderen: databank waarin (ruimtelijke en niet-ruimtelijke) gegevens over de ondergrond in Vlaanderen worden verzameld en worden verspreid via een webportaal.
 - Grootschalig Referentiebestand of Basisbestand Vlaanderen (GRB): digitale topografische referentiekaart van Vlaanderen.
 - Uitwisselplatform Digitale Stedenbouwkundige Informatie (DSI): digitaal overzicht van de vigerende ruimtelijke verordenende plannen en verordeningen in Vlaanderen.
- Voorbeelden gerelateerd aan het Europese Copernicus programma
 - EAGLE-datamodel: semantisch datamodel ter ondersteuning van de uitwisseling en monitoring van land use en land cover data in Europa.
 - Corine Land cover 2nd generation (CLC+): set van producten (kaarten en databank) voor Europese land cover en land use monitoring.
 - CROatian Land Information System (CroLIS): datamodel voor integratie van gegevens over bodembedekking, landgebruik en landbeheer in Kroatië.
 - LCFM – Land Cover Forestry Monitoring: mapping en monitoringsservice om wereldwijde bodembedekkingskaarten te ontwikkelen op een hoge resolutie (10m).
 - Global Human Settlement Layer: set van verschillende kaartlagen die nederzettingen wereldwijd in beeld brengen.
- Voorbeelden van monitoringssystemen voor LULUCF
 - French land use change monitoring: systeem ter ondersteuning van de Franse LULUCF-rapportering.
 - LASSO: model om op basis van verschillende databronnen de koolstofopslag en -fluxen te berekenen voor Nederland.
- Andere internationale voorbeelden
 - RUDIFUN (Ruimtelijke dichtheden en Functiemenging in Nederland): set van rekenscripts en vectorlagen om de ruimtelijke dichtheid voor verschillende schaalniveaus in beeld te brengen.
 - OpenStreetMap: publieke en open-source gebaseerde digitale wereldkaart.

⁵ Inclusief voorbeelden die nog in ontwikkeling / in opbouw zijn

- FAO-standaarden: gestandaardiseerd classificatiesysteem voor het beschrijven en classificeren van landbedekking wereldwijd.
- Terrascope: webplatform dat toegang geeft tot aardobservatiebeelden en de diensten om deze beelden te bekijken, te verwerken, downloaden, ...
- HILDA+ (Historical Land Dynamics Assessment): onderzoeksproject waarin een globale kaarten met landgebruiksveranderingen voor het verleden (1960-2019) zijn gemaakt.
- World Ecosystem Extent Dynamics: toolkit voor het in kaart brengen van ecosystem extents en hun veranderingen.
- Lifewatch Land cover map: een bodembedekkingskaart voor Wallonië (2006, 2015, 2018, 2022), met als belangrijkste doelstelling het gebruik in biodiversiteitsmodellen.

Voor elk van deze voorbeelden is een technische fiche, met een korte beschrijving en een verwijzing naar achtergronddocumenten, opgenomen in Bijlage A.

De manier waarom de verschillende voorbeelden omgaan met de generieke gebruikersnoden werd onderzocht aan de hand van een beknopt literatuuronderzoek van o.a. technische achtergronddocumenten, en, zo nodig, interviews met de ontwikkelaars of experts. Per generieke gebruikersnood is er een korte bespreking opgenomen in de technische fiches in Bijlage A.

De resultaten hiervan zijn samengevat in de volgende paragraaf.

3.2 Oplossingsrichtingen voor de gebruikersnoden

In dit onderdeel wordt per generieke gebruikersnood een aantal inspirerende voorbeelden gegeven aan de hand van de onderzochte systemen en modellen. Daarnaast wordt in een tekstkader beschreven hoe de huidige landgebruikskaart hier al mee omgaat en wat de eventuele knelpunten zijn.

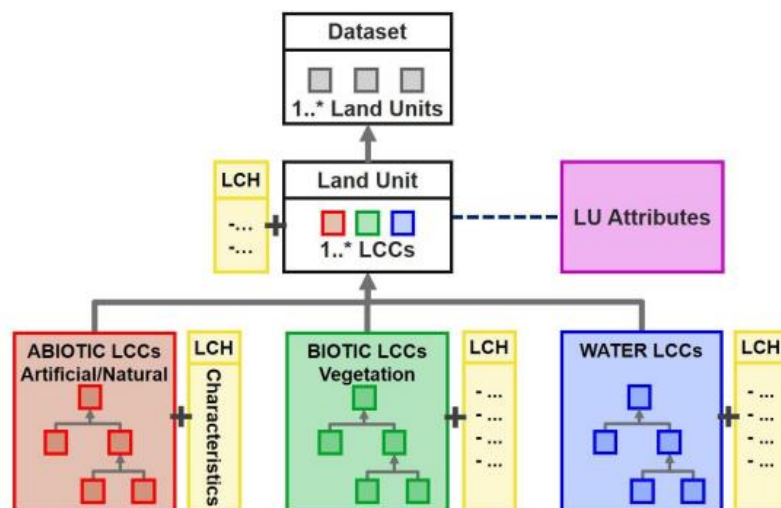
3.2.1 Flexibel omgaan met definities

Semantische datamodellen en gestandaardiseerde classificatiesystemen zoals het EAGLE-datamodel en de FAO-standaard zijn manieren om landgebruikscategorieën eenduidig te definiëren en te beschrijven. Ze laten bovendien toe om verschillende databronnen te harmoniseren. Zulke semantische datamodellen gebruiken een gedetailleerde, component gebaseerde benadering, op basis van componenten en attributen, om landgebruik te beschrijven. Op die manier is het mogelijk om monitoring en analyses van landgebruik uit te voeren voor verschillende doeleinden die elk een eigen typologie vereisen.

Binnen het Copernicusprogramma wordt gebruik van het **EAGLE-datamodel** gepromoot en gebruikt in verschillende toepassingen (CLC+, LCFM), maar het model wordt intussen ook toegepast op nationaal niveau (o.a. in Kroatië bij de ontwikkeling van het nieuwe CroLIS-datamodel). Dit datamodel werd specifiek ontwikkeld om flexibel te kunnen omgaan met verschillende definities en om **landgebruik** van **bodembedekking** te kunnen onderscheiden.

Het EAGLE-model is object georiënteerd en wordt toegepast op 'land units', afzonderlijke, homogene geometrische objecten. Elke 'land unit' bestaat uit één of meerdere 'land cover' componenten uit de klassen 'abiotic', 'biotic' en 'water', die op hun beurt weer uit subklassen kunnen bestaan. De drie hoofdklassen zijn exclusief en volledig: elke locatie kan dus slechts aan één enkele klasse toegewezen worden en er zijn geen andere 'land cover' klassen dan diegene die zijn opgenomen in het datamodel. Naast de 'land cover' component kan een 'land unit' ook een of meerdere 'land use' attributen en 'land characteristics' hebben. Deze lijst van 'land uses' en 'land characteristics' is niet exhaustief en kan dus worden aangevuld, moest er hiertoe een nood zijn. Bijlage B geeft een overzicht van de klassen die momenteel zijn opgenomen in het EAGLE datamodel (versie 3.2).

Het EAGLE-datamodel is beschikbaar in UML (Unified Modelling Language), dat het datamodel op een visuele manier presenteert (zie Figuur 2) en als een matrix die beschikbaar is in excel waarin de verschillende 'land cover', 'land use' en 'land characteristics' klassen en subklassen zijn opgenomen (zie Figuur 3). In tekstkader 1 is het gebruik van de matrix geïllustreerd aan de hand van een toepassing van het EAGLE datamodel op de bestaande landgebruikscategorie 'Huizen en tuinen' uit de landgebruikskaart.



Figuur 2: Vereenvoudigde weergave van het EAGLE UML datamodel met 'land cover' componenten (in rood – groen – blauw), die kunnen worden gecombineerd met 'land use' attributen (in paars) en 'land characteristics' (in geel) kunnen bevatten

Tekstkader 1: toepassing EAGLE datamodel op de landgebruikscategorie 'Huizen en tuinen'

De definitie van de categorie Huizen en tuinen volgens het rapport van de landgebruikskaart is de volgende: Deze categorie bevat (1) bebouwde kadastrale percelen die een zuiver residentiële functie hebben (m.n. er zijn inwoners gedomicilieerd op het adres en er vinden geen economische activiteiten plaats of de percelen zijn in het kadaster opgenomen als 'huis') en (2) bebouwde percelen met een residentiële functie in combinatie met de aanwezigheid van een zelfstandig uitgeoefende activiteit.

Het volledige kadastrale perceel is steeds opgenomen in de landgebruikskaart, waardoor niet enkel de gebouwen of huizen zelf, maar ook tuinen of eventuele andere buitenruimte op het perceel behoren tot deze categorie.

Kadastrale percelen die tot deze categorie behoren moeten m.a.w. elementen bevatten uit de land cover categorie 'conventional buildings' (LCC 1.1.1.1.1) en mogen daarnaast ook sealed surfaces, natural surfaces, vegetation en standing water bevatten.

Wat betreft de landgebruikscategorieën moet er minstens één van de volgende categorieën voorkomen in het perceel: permanent residential (LUA 5.1), residential use with other compatible uses (LUA 5.2), temporary dwelling – non permanent structure (LUA 5.3.2) of informal dwelling (LUA 5.3.3). De categorie temporary residential, permanent structure (LUA 5.3.1) bevat zones voor vakantieverblijven en mag dus niet voorkomen in het gebied in kwestie. Deze zones zitten in de landgebruikskaart immers opgenomen in de categorie 'Recreatie'.

Dit leidt tot de onderstaande toepassing van de matrix:

Code	Label	Level	Barco	Betekenis
LCC-1.1.1.1.1	Conventional Buildings	5	3	MOET
LCC-1.1.1.3	Open Sealed Surfaces	4	1	MAG
LCC-1.1.2.1	Open Non-Sealed Artificial Surfaces	4	1	MAG
LCC-1.2	Natural Material Surfaces	2	1	MAG
LCC-2	Biotic, Vegetation	1	1	MAG
LCC-3.1.2	Standing Water	4	1	MAG
LUA-5.1	Permanent Residential	2	2	MIN. 1
LUA-5.2	Residential Use With Other Compatible Uses	2	2	MIN. 1
LUA-5.3.1	Temporary Residential, Permanent Structure	3	X	niet
LUA-5.3.2	Temporary Dwelling, Non-Permanent Structure	3	2	MIN. 1
LUA-5.3.3	Informal Dwelling	3	2	MIN. 1

Voor een overzicht van de verschillende land cover en land use categorieën uit het EAGLE datamodel, zie <https://dd.eionet.europa.eu/vocabulary/landcover/eagle/view> en Bijlage B.

26

[illegible][illegible]

Een alternatieve manier om landgebruik te karakteriseren is het **'tag-model'** dan wordt gebruikt door de **OpenStreetMap** (OSM) gemeenschap. De OSM-databank is opgebouwd uit 'elementen', zoals 'nodes' (puntlocaties), 'ways' (lijnen) en 'areas' (vlakken) die een of meerdere 'tags' kunnen bevatten. Deze 'tags' beschrijven wat het element is aan de hand van een 'key' en een 'value' en kunnen worden gezien als een soort label dat wordt toegekend aan een element. Het systeem van de tags is niet vastgelegd, dus de gebruikers kunnen zelf tags toevoegen. Dit laat toe om op een flexibele manier bepaalde zaken toe te voegen. Voor de meest gebruikte tags zijn er echter bepaald key-value combinaties die als een informele

Een alternatieve manier om landgebruik te karakteriseren is het **'tag-model'** dan wordt gebruikt door de **OpenStreetMap** (OSM) gemeenschap. De OSM-databank is opgebouwd uit 'elementen', zoals 'nodes' (puntlocaties), 'ways' (lijnen) en 'areas' (vlakken) die een of meerdere 'tags' kunnen bevatten. Deze 'tags' beschrijven wat het element is aan de hand van een 'key' en een 'value' en kunnen worden gezien als een soort label dat wordt toegekend aan een element. Het systeem van de tags is niet vastgelegd, dus de gebruikers kunnen zelf tags toevoegen. Dit laat toe om op een flexibele manier bepaalde zaken toe te voegen. Voor de meest gebruikte tags zijn er echter bepaald key-value combinaties die als een informele

standaard worden gebruikt door de OpenStreetMap gemeenschap. Zo is er bijvoorbeeld een key:landuse die wordt gebruikt om verschillende landgebruiken in kaart te brengen. De 'values' die deze elementen kunnen hebben zijn echter nog niet helemaal vastgelegd. Een lijst van mogelijke 'values' die aan een landuse-element kunnen worden gekoppeld is opgenomen in de OSM-wiki-pagina: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Land_use

Het gevolg hiervan is dat niet alle locaties met eenzelfde type landgebruik op dezelfde manier zijn opgenomen in OpenStreetMap. Zo kunnen parken worden opgenomen als 'landuse:recreational_ground', maar ook als 'leisure:park'. Dit vrije systeem zorgt er m.a.w. voor dat legende-eenheden op een minder eenduidige manier gedefinieerd en beschreven zijn, wat kan leiden tot inconsistenties.

Een ander verschil met de semantische datamodellen is dat het tag-systeem van OpenStreetMap niet hiërarchisch en relationeel werkt en er dus geen verdere verfijningen binnen een bepaald type landgebruik kunnen worden aangebracht of relaties tussen de verschillende types landgebruik die in een object kunnen voorkomen.

Het **landgebruiksbestand** gebruikt een eigen semantisch datamodel, dat echter niet helemaal technisch en grafisch gedocumenteerd is (bv. via UML-diagrammen of aan de hand van een matrix zoals gebruikt in EAGLE), maar wel is beschreven in het rapport (Poelmans et al., 2023). Het landgebruiksbestand hanteert m.a.w. uniforme beschrijvingen voor de verschillende categorieën, die zijn beschreven in het rapport. Het bestand is georganiseerd op een hiërarchische manier door de verschillende niveaus. En ook de relaties tussen de verschillende categorieën zijn beschreven in het rapport.

De **landgebruikskaart**⁶ die publiek wordt verspreid, is slechts één mogelijke uitwerking van het landgebruiksbestand. Het bestand laat m.a.w. al toe om op een flexibele manier om te gaan met definities. Dit wordt geïllustreerd in Onderdeel 3 waarin een use case wordt uitgewerkt voor het opmaken van een op maat gemaakte **LULUCF-kaart** voor Vlaanderen.

Het huidige landgebruiksbestand bevat geen (of weinig) informatie over **ecosystemen** opgenomen, enkel informatie over **landgebruik en bodembedekking**, zoals in het EAGLE-datamodel. Het huidige bestand kan dus niet rechtstreeks worden gebruikt voor het opmaken van zogenaamde 'Ecosystem accounts' die binnenkort verplicht zullen moeten worden gerapporteerd volgens de EU-Verordening 691/2011 inzake milieu-economische rekeningen. De opmaak van deze accounts worden momenteel onderzocht in het FLEA (Flanders Ecosystem Accounting) project door INBO. De huidige categorieën volstaan m.a.w. niet om alle types van ecosystemen waarvoor een 'ecosystem account' moet worden opgesteld te monitoren. Om die reden lijkt het zinvol om in het landgebruiksbestand ook informatie op te nemen over ecosystemen, naast de bestaande informatie over landgebruik en bodembedekking. In de use case over 'wetlands' in Onderdeel 3 wordt hier dieper op ingegaan.

6

3.2.2 Flexibel omgaan met resoluties en schaalniveaus

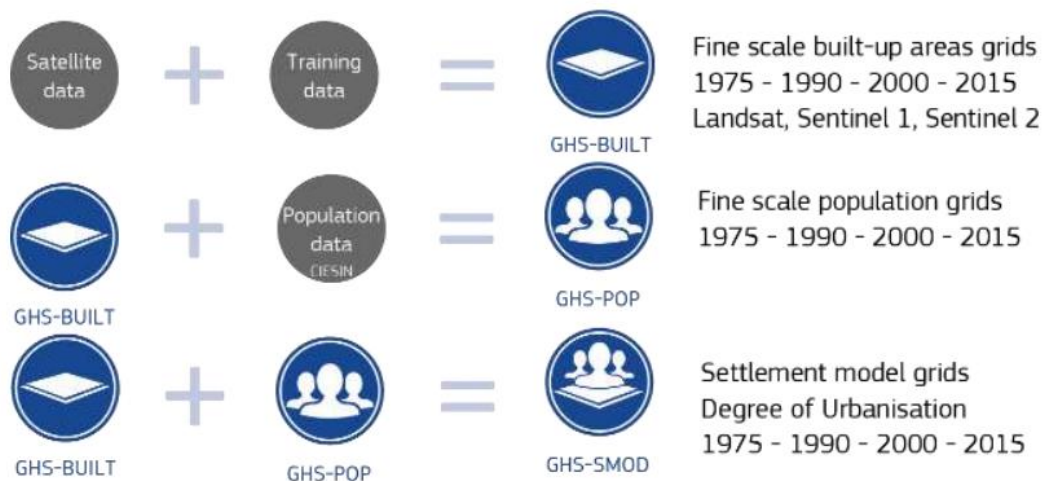
Een vaststelling op basis van de onderzochte voorbeelden is dat de **meeste systemen of modellen** werken met **één vaste resolutie**. Alle datalagen die zijn opgenomen in het systeem hebben dezelfde resolutie, of worden omgezet naar dezelfde resolutie vooraleer ze worden toegevoegd in het systeem. Een voorbeeld hiervan zijn de landgebruikskaarten die worden gebruikt in het Nederlandse LASSO-model dat is ontwikkeld voor de LULUCF-rapportering. Deze kaarten zijn rasterkaarten met een 25m resolutie en zijn gebaseerd op de topografische kaarten van Nederland (1:10.000), aangevuld met andere datalagen. De topografische kaart en andere brondata zijn echter allemaal omgezet naar eenzelfde 25m resolutie vooraleer ze verder te gebruiken in het LASSO-model. Op een analoge manier is de CLC+ Core databank en webapplicatie specifiek ontwikkeld om datasets op een vaste resolutie van 100m te verwerken.

In een aantal voorbeelden van projecten die voortbouwen op satellietdata worden wel **resultaten op verschillende resoluties** verzameld en verspreid. Zo wordt binnen het Global Human Settlement Layer (GHSL) project het wereldwijde voorkomen van nederzettingen in kaart gebracht aan de hand van datalagen met de bebouwde oppervlakte (GHS-Built), de bevolking (GHS-POP) en nederzettingenpatronen (GHS-SMOD) (Figuur 4). De informatie over de bebouwde oppervlakte is rechtstreeks afkomstig uit satellietdata

⁶ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/landgebruik-vlaanderen-toestand-2022>

en is beschikbaar op de fijnste resolutie (10m voor 2018, 30m voor de periode voor 2015). De bevolkingskaarten zijn afgeleid uit de GHS-Built datalagen in combinatie met bevolkingsstatistieken uit volkstellingen en is beschikbaar op een iets minder fijne resolutie (100m). Naast de originele, fijne resolutie waarop de GHS-Built en GHS-POP producten worden gemaakt, worden ze ook verwerkt en aangeboden op een hogere resolutie (1km, 3 arcsec, 30 arcsec). Hiertoe worden de fjnschalige kaartlagen geaggregeerd (gemiddelde bebouwde oppervlakte per rastercel en som van het aantal inwoners per rastercel). De nederzettingenpatronen, tot slot, worden afgeleid van de GHS-Built en GHS-POP datalagen en zijn enkel beschikbaar op een resolutie van 1km.

GHSL – an integrated **global** geospatial product suite:

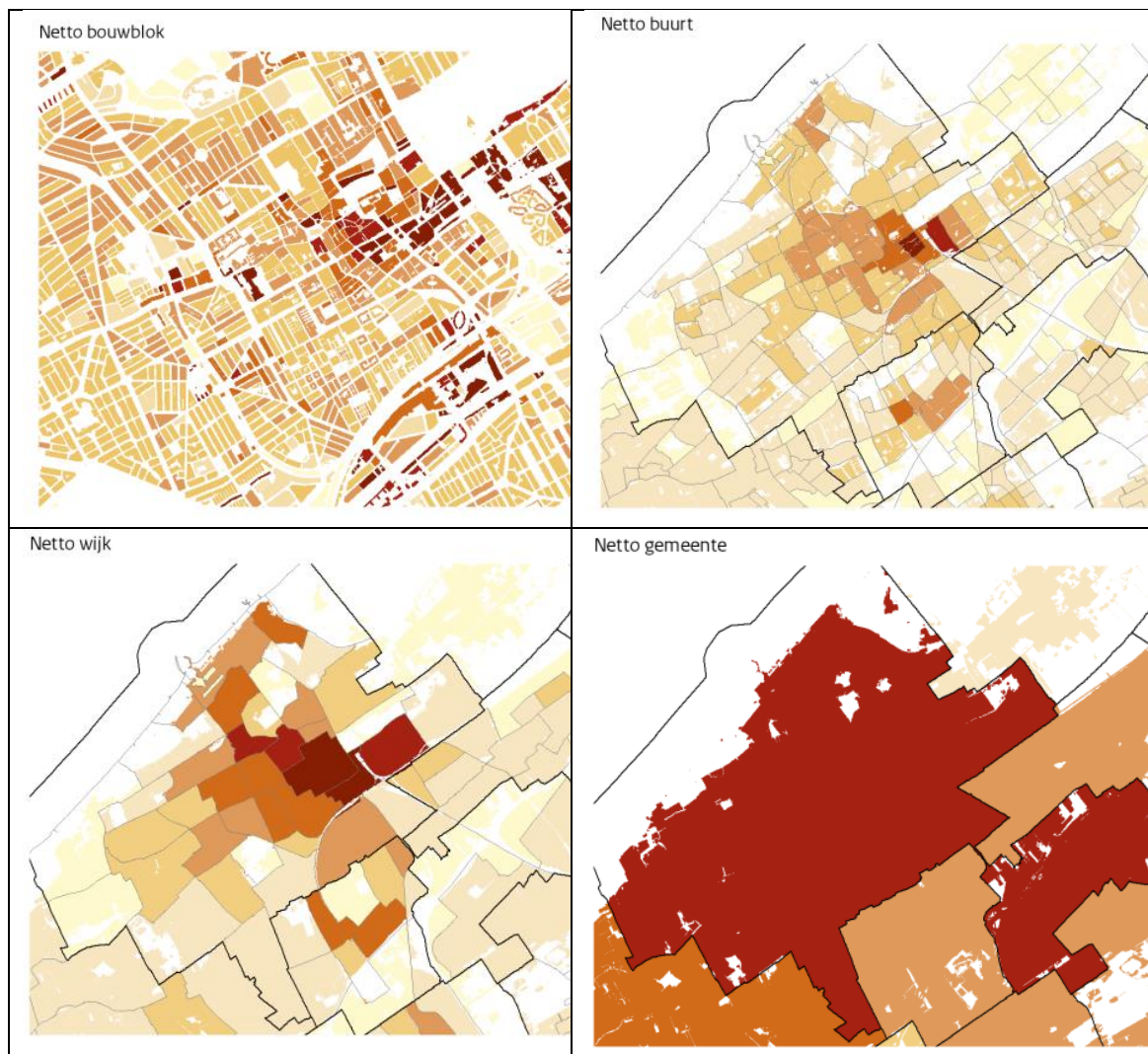


Figuur 4: Global Human Settlement Layer – overzicht van de verschillende beschikbare producten (Bron: Copernicus GHSL 2021)

Dit is vergelijkbaar met het Nederlandse Rudifun-project waarin de resultaten ook op verschillende schaalniveaus (bouwblok, buurt, wijk, gemeente) verwerkt en verspreid worden (Figuur 5).

In beide voorbeelden gaat het echter over datalagen of producten die **continue kwantitatieve indicatoren** in kaart brengen zoals het percentage bebouwde oppervlakte, het aantal inwoners, de ruimtelijke dichtheid, ... waardoor de aggregatie naar een bovenliggend schaalniveau op een rekenkundig eenduidige manier kan worden uitgevoerd.

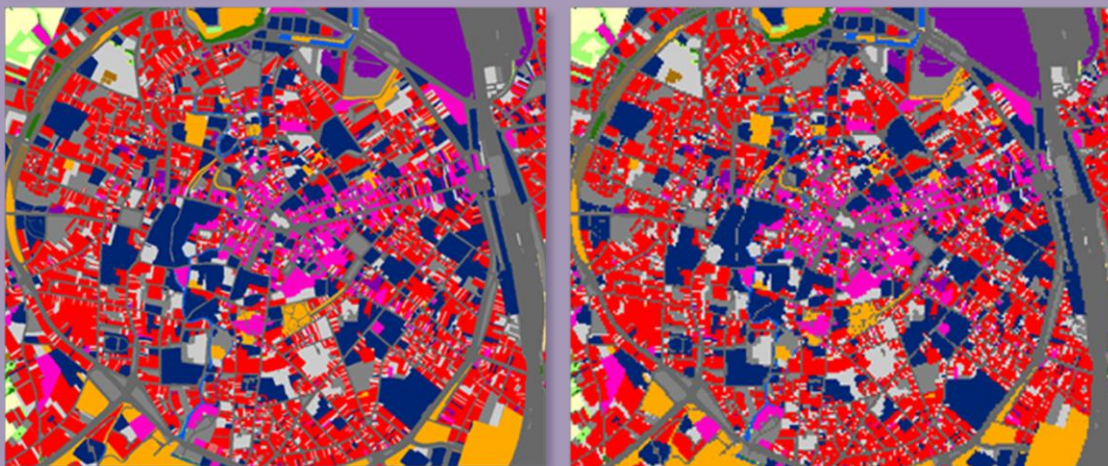
De landgebruikskaart is echter een datalaag met een **categorische/discrete schaal** waardoor er speciale aandacht moet uitgaan naar het resamplen van de ene resolutie naar de andere. De meest gebruikte methoden om dit te doen zijn via de modus (meest voorkomende waarde), nearest neighbour (dichtstbijzijnde buurcel) en majority filter (meest voorkomende waarde binnen een bepaalde zoekstraal). Alle drie deze methoden hebben als nadeel dat kleine, weinig voorkomende categorieën verloren kunnen gaan. Voor het opmaken van de 1ha-resolutie landgebruikskaart die als input wordt gebruikt voor het RuimteModel Vlaanderen wordt daarom vaak de op maat gemaakte 'Spataggr' algoritme gebruikt dat gebaseerd is op de modus, maar een behoud van oppervlakte nastreeft. Nadeel van dit algoritme is dat het niet zo transparant is in de prioriteiten die worden gegeven en de keuzes die worden gemaakt. In het Land Cover Forestry Monitoring project zullen globale bodembedekkingskaarten op 2 verschillende resoluties (10m en 100m) worden opgesteld. Hierbij zal de kaart op 100m resolutie worden afgeleid van de kaart op 10m resolutie via een **beslisboom** waarin specifieke classificatieregels kunnen worden opgenomen en dus op maat gemaakte keuzes kunnen worden gemaakt. Dit project is echter recent opgestart, waardoor er nog geen duidelijk voorbeeld is van hoe zo'n aanpak er uit zou zien.



Figuur 5: Voorbeeld aggregatie Floor Space Index (FSI) indicator op verschillende schaalniveaus in Rudifun (Bron: Harbers et al., 2022)

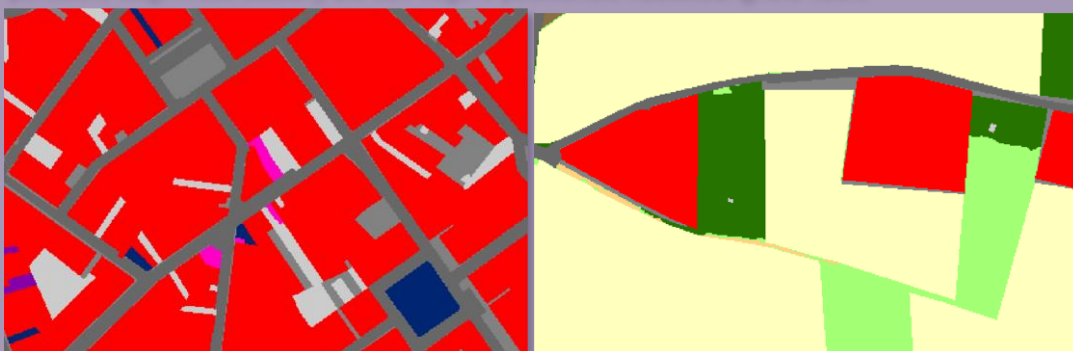
De **landgebruikskaart** die publiek wordt verspreid heeft een vaste resolutie van 10x10 m². De onderliggende datalagen in het landgebruiksbestand zijn veelal vector-GIS-lagen die hiervoor worden verrasterd naar een 10x10m² resolutie. Het landgebruiksbestand gebruikt momenteel slechts twee raster-GIS-bestanden als input: de Groenkaart Vlaanderen en de Boswijzer. Beide zijn raster-GIS-lagen met een 1x1m² resolutie. Technisch is het dus haalbaar om een landgebruikskaart te ontwikkelen met een 1x1m² resolutie. Dit is de fijnste resolutie die vandaag ook wordt gehanteerd in de verschillende tools (IMPACT-PLAN-PROJECT tool) uit het klimaatportaal (<https://klimaat.vmm.be/>).

In het verleden zijn reeds tests uitgevoerd om de landgebruikskaart op te maken op een 1x1m² resolutie. Onderstaande figuur illustreert het verschil tussen de bestaande 10x10m² kaart (rechts) en een 1x1m² resolutie kaart (links).



Ook een kaart met een minder fijne resolutie (100x100m²) is reeds beschikbaar. Deze wordt gebruikt als basiskaart in het RuimteModel Vlaanderen⁷.

Niet alle gebruikte inputs in het landgebruiksbestand hebben echter een voldoende hoge toepassingsschaal om te worden gebruikt op een 1x1m² resolutie. Een vuistregel die hierbij wordt gehanteerd is dat land cover data met een schaal vanaf 1:2000 een positionele nauwkeurigheid van minder dan 1m moeten hebben. Niet alle gebruikte inputbestanden hebben een schaal van 1:2000. Daardoor kan een vals niveau van nauwkeurigheid worden verkregen wanneer deze met elkaar worden gecombineerd. Bovendien leidt het combineren van de verschillende inputlagen tot een gebiedsdekkende landgebruikskaart ook tot zeer veel 'randen' tussen de verschillende landgebruikscategorieën. Dit lijkt vooral het geval te zijn buiten de stads- en dorpskernen, waar de landgebruikskaart meer gebruik maakt van informatie uit de BWK (onder – rechts). In een meer bebouwde omgeving, maakt de kaart vooral gebruik van informatie uit GRB (bebouwde kadastrale percelen, weginfrastructuur), die een hogere positionele nauwkeurigheid heeft.



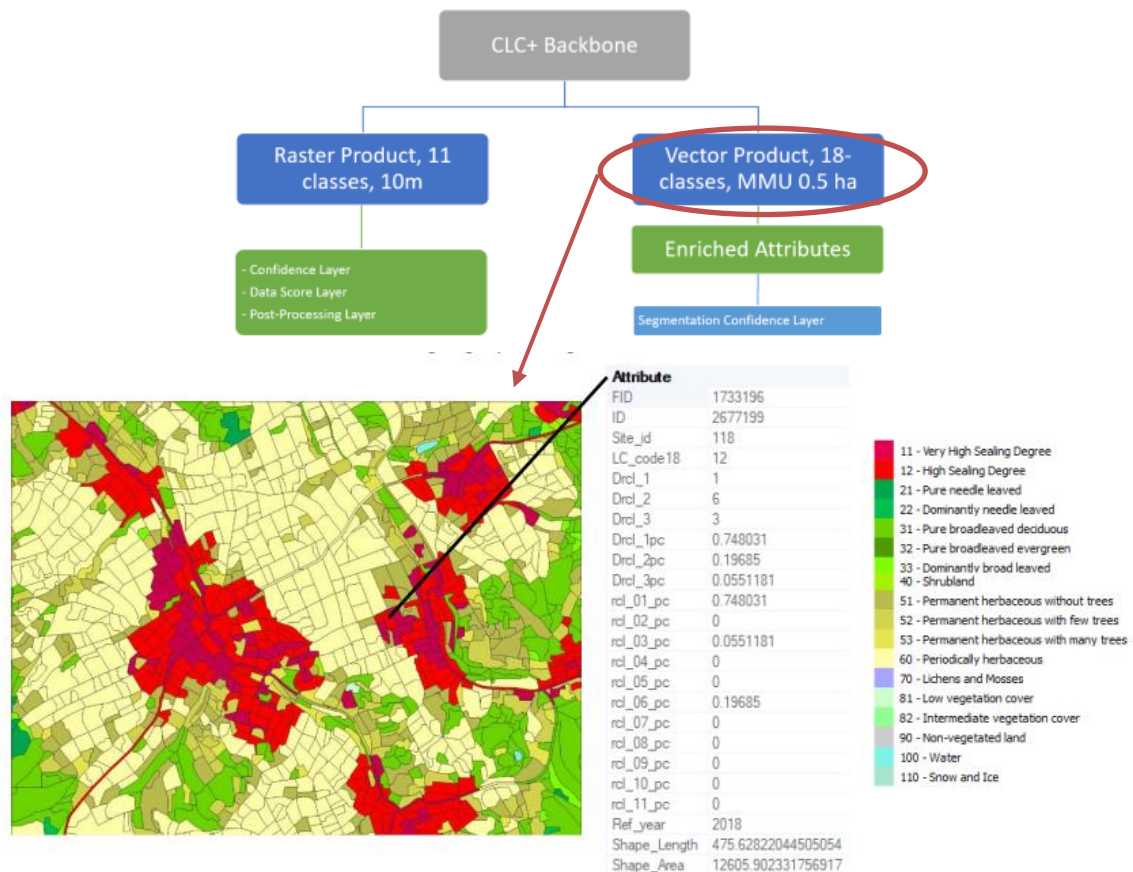
In de use case rond 'gedetailleerd groen' die is uitgewerkt in Onderdeel 3 van deze studie wordt verder verkend hoe fjnscalige informatielagen kunnen worden verwerkt en opgenomen in de landgebruikskaart.

3.2.3 Flexibel omgaan met dataformaten

Om spatiale data weer te geven kunnen verschillende dataformaten worden gebruikt. De meest gebruikte zijn **rasterdata** en **vectordata**. Rasterdata bestaan uit een matrix van gelijke vierkante cellen (pixels) die elk een specifieke waarde hebben die een continu of categorisch fenomeen kan weergeven. Grootste voordeel van rasterdata is dat ze eenvoudig en efficiënt te verwerken zijn door computers. Vectordata gebruiken geometrieën zoals punten, lijnen en polygonen om ruimtelijke elementen af te bakenen. Dit type data is meer geschikt voor discrete objecten die duidelijk afgebakend zijn in de ruimte. Vectordata laten bovendien toe om op een redelijk eenvoudige en compacte manier verschillende kenmerken over dezelfde objecten op te slaan (via attributen).

Een vaststelling op basis van de onderzochte voorbeelden is dat er amper systemen te vinden zijn die op een geïntegreerde manier werken met zowel raster- als vectordata. Bovendien focussen de **meeste landgebruiks- of bodembedekkingsbestanden** op één enkel dataformaat (raster of vector), waarbij satellietgebaseerde datasets veelal ter beschikking worden gesteld in een rasterformaat.

Een uitzondering van een landgebruiksbestand dat zowel rasterdata als vectordata bevat is de CLC+. De CLC+ backbone zal immers zowel worden opgemaakt als een rasterlaag (op 10m resolutie) als ter beschikking worden gesteld als een vectorlaag (met 0.5ha MMU) (Figuur 6, boven), vergelijkbaar met de eerste generatie Corine Land Cover die ook beschikbaar was als in een vector- en een rasterformaat. De verschillende objecten in de vectorlaag worden onderscheiden op basis van lineaire wegen- en hydrologische datasets en beeldclassificatie van de satellietbeelden die eveneens zijn gebruikt voor het rasterproduct. De verschillende ‘landschapsobjecten’ in de vectorlaag representeren m.a.w. stabiele en unieke segmenten die spectraal en/of thematisch homogene kenmerken vertonen en die een minimale afmeting hebben van 0.5ha (MMU) en een minimale breedte van 20m. De thematische invulling van de vectorobjecten gebeuren op basis van de rasterlaag (dominante bodembedekkingsklasse en percentage van de verschillende bodembedekkingsklassen binnen het object). Figuur 6 (onder) toont een voorbeeld van de vectorlaag voor een gebiedje in Luxemburg.



Figuur 6: Schematisch overzicht van de CLC+ backbone die beschikbaar is in zowel raster- als vectorformaat (boven) en voorbeeld van het vectorproduct voor een gebiedje in Luxemburg (onder) (Bron: EEA, 2022)

Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) is een voorbeeld van een **platform** waarin datasets over de ondergrond van verschillende dataformaten (zowel ruimtelijke datasets als niet-ruimtelijke datasets) zijn verzameld, gevisualiseerd en geanalyseerd kunnen worden. De verschillende datasets worden grotendeels onafhankelijk van elkaar opgemaakt, maar worden binnen DOV samengebracht in verschillende thema's en kunnen binnen DOV samen worden bevraagd en geanalyseerd.

Ook in het Klimaatportaal worden verschillende datasets van verschillende formaten met elkaar gecombineerd.

De gebruikte bronbestanden in het huidige **landgebruiksbestand** zijn veelal vectorlagen. Het gaat vooral om vectorlaag met informatie op het niveau van polygonen, maar ook over puntdata en lijndata. Deze worden verzameld en verwerkt in een PostGIS databank en vervolgens verrasterd en gecombineerd tot de finale, publiek beschikbare landgebruikskaart. Deze PostGIS databank is op vandaag niet publiek raadpleegbaar. De originele bronbestanden zijn, over het algemeen, wel beschikbaar als open data, maar de verwerkte vectorlagen, die ingepast worden in de landgebruikskaart, zijn dat niet.

In het rapport van het landgebruiksbestand (Poelmans et al., 2023) is een overzicht opgenomen van de gebruikte vectorlagen en de hierop toegepaste verwerkingsstappen.

3.2.4 Karakteriseren via attributen

Vanuit de gebruikersnoden kwamen redelijk wat vragen naar boven naar extra karakteristieken over de landgebruiksobjecten. Er zijn verschillende manieren om hier mee om te gaan.

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

Deze informatie wordt op vandaag nergens centraal verzameld of gepubliceerd. Wel worden de verschillende datalagen, waaronder deze uit het landgebruiksbestand, met elkaar gecombineerd om nieuwe indicatoren te maken. Een voorbeeld hiervan zijn de indicatoren 'Ruimtelijk rendement'⁹ die worden ontwikkeld voor het Departement Omgeving en die gebaseerd zijn op informatie uit het landgebruiksbestand, in combinatie met extra karakteristieken over dat landgebruik (bv. inwonersdichtheid per ha ruimtebeslag, tewerkstelling per ha ruimtebeslag, vloeroppervlakte per ha, ...).

De extra informatie uit de verschillende bronbestanden is echter niet altijd volledig afgestemd op elkaar. Zo is het bv. mogelijk dat er inwoners worden geregistreerd op een adrespunt dat niet overeenkomt met een 'bebouwd perceel' volgens het landgebruiksbestand. Of dat de bosleeftijd is weergegeven op locaties die geen 'bos' zijn op de landgebruikskaart. Deze afstemming gebeurt meestal op maat wanneer de informatie wordt verwerkt en gecombineerd tot een nieuwe indicator, maar die op een meer systematische manier moeten gebeuren indien de extra informatie zou worden opgenomen in het landgebruiksbestand.

89

3.2.5 Structurele veranderingen meten

Hoewel veel van de onderzochte voorbeelden tijdsreeksen van landgebruiksdata opstellen, wordt er zelden specifieke aandacht besteed aan het structureel meten van veranderingen. Zo worden o.a. de CLC+ backbone (beschikbaar voor 2018 en 2021), de Nederlandse landgebruikskaarten die worden gebruikt in het LASSO model (4-jarlijks beschikbaar) en de Rudifun-indicatoren (beschikbaar voor 2015 en 2022) steeds afzonderlijk van elkaar opgemaakt en de verschillen tussen deze afzonderlijk opgestelde kaarten worden vervolgens als veranderingen geïnterpreteerd. Deze methode is m.a.w. vergelijkbaar met de werkwijze die op vandaag wordt gehanteerd voor de Vlaamse landgebruikskaarten. Grote nadeel van deze werkwijze is dat de gemeten veranderingen ook te wijten kunnen zijn aan onzekerheden in de afzonderlijke kaartlagen.

Een van de manieren om dit anders te doen is via ‘veranderingskaarten’ (**land cover change maps**). Dit is een methode die vaak wordt gebruikt in de remote sensing wereld, waarin zeer veel onderzoek naar het structureel meten van veranderingen (change detection) gebeurt. In de Lifewatch land cover kaart voor Wallonië worden in eerste instantie potentiële locaties waar verandering optreedt gedetecteerd op satellietbeelden. Op plaatsen waar een verandering onwaarschijnlijk is, worden de kaarten voor de verschillende jaartallen constant gehouden. In het Land Cover and Forestry Monitoring-project zal een specifieke workflow worden ontwikkeld om bodembedekkingsveranderingen in kaart te brengen (land cover change maps) eerder dan een workflow om afzonderlijke bodembedekkingskaarten voor verschillende jaartallen op te maken. Binnen het project zal eerst een initiële bodembedekkingskaart voor 2020 worden opgemaakt op basis van satellietbeelden. Nadien worden de classificatiealgoritmes getraind met een trainingsdataset over recente bodembedekkingsveranderingen om veranderingen en hun waarschijnlijkheid in kaart te brengen. De bodembedekkingskaart voor het volgende jaar wordt tot slot opgemaakt door de veranderde pixels toe te voegen aan de initiële bodembedekkingskaart voor 2020. Ook in het Franse LULUCF-rapporteringsstelsel wordt op een soortgelijke manier gewerkt: op basis van bestaande ‘change maps’ (Corine Land cover¹⁰ en Urban atlas¹¹) worden veranderingen aangebracht aan een landgebruikskaart die als referentie wordt gebruikt. Daarnaast wordt gebruikt gemaakt van extra

⁸ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/bosleeftijd-opname-1771-2001-actualisatie-2021>

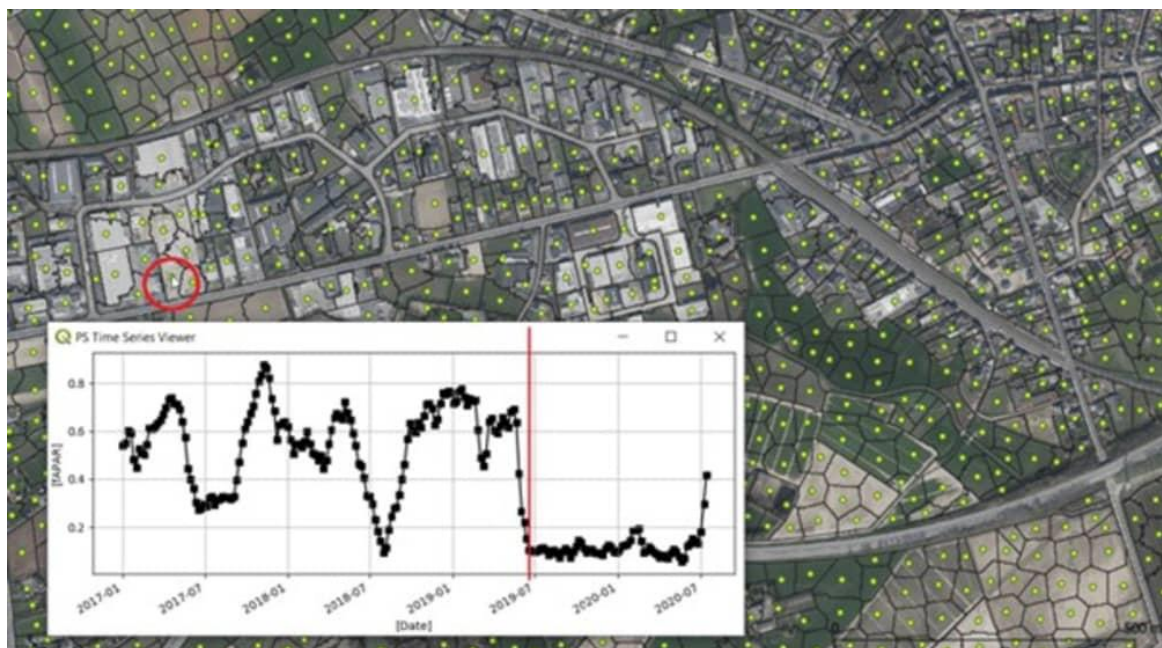
⁹ https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2021-10/Rapport_indicatoren%20ruimtelijk%20rendement.pdf en

https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2021-10/Rapport_indicatoren%20ruimtelijk%20rendement.pdf en https://archief.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/762878/Rapport_indicatoren_ruimtelijk_rendement_2013_2019.pdf

¹⁰ <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>

¹¹ <https://land.copernicus.eu/en/products/urban-atlas>

Een manier om zulke veranderingskaarten te maken op basis van satellietbeelden is via AI. Een voorbeeld is de inzet van de CropSAR-service die beschikbaar is in de Terrascope omgeving om tijdsreeksen te analyseren. De CropSAR-service maakt het mogelijk om via satellietdata (Sentinel-1 en Sentinel-2) een continue monitoring van het aardoppervlak te maken. Door de hoge tijdsresolutie van deze Sentinel-satellieten, die om de 3 dagen beelden leveren over ieder locatie in Vlaanderen, kan CropSAR frequent veranderingen detecteren tot op een schaalniveau van 10m. De geobserveerde veranderingen kunnen daarna gevalideerd worden met andere gegevens (bv. vergunningen, visuele controles ...) om te valideren of het daadwerkelijk om veranderingen gaat. De laatste jaren zijn er verschillende “proof of concept” (PoC) projecten uitgewerkt om te evalueren hoe deze tijdreeksen ingezet kunnen worden in Vlaanderen. Zo is er onderzocht of CropSAR kan worden ingezet voor het actualiseren van GRB, om verharding te detecteren, ontkruining te detecteren, ... Voor al deze PoC-projecten moet een op maat gemaakte verwerkingsworkflow worden opgesteld die informatie van GIS-lagen, luchtbeelden en Sentinel-tijdreeksen combineert om veranderingen te detecteren die relevant zijn voor de specifieke use-case. Zo is er bv. een use-case uitgewerkt voor permanente historische graslanden waarbij wordt nagekeken of deze worden gescheurd. Uit analyses bleek dat bij een overstroming de service een ‘fout signaal’ van verandering gaf (water op het perceel in kwestie i.p.v. scheuren van het grasland), dus het is belangrijk om ook andere GIS-data te combineren in de workflow. Een use-case waarin veranderingen voor de volledige landgebruikskaart worden gemonitord is niet haalbaar of nuttig, maar de techniek zou wel kunnen worden ingezet voor specifieke types landgebruik of om aanvullende gegevens te bezorgen.



Een andere manier om op een structurele manier om te gaan met veranderingen is via een **continuïteitscorrectie**. Deze wordt o.a. toegepast bij het opmaken van de jaarlijkse bodemafdekkingskaart (Cockx et al., 2022). Hierbij wordt voor elke pixel gekeken of deze is ‘afgedekt’ of niet op de bodemafdekkingskaart van het jaar in kwestie, het jaar ervoor en het jaar erna. Indien de toekenning voor het vorige en het volgende jaar hetzelfde is, maar verschillend voor het jaar in kwestie, wordt die pixel gecorrigeerd. In alle andere gevallen blijft de originele toekenning voor het jaar in kwestie behouden (Figuur

¹² <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-diensten-en-platformen/earth-observation-data-science-eodas/remote-sensing-projecten-bij-digitaal-vlaanderen/perceelsmonitor-vlaanderen/v>

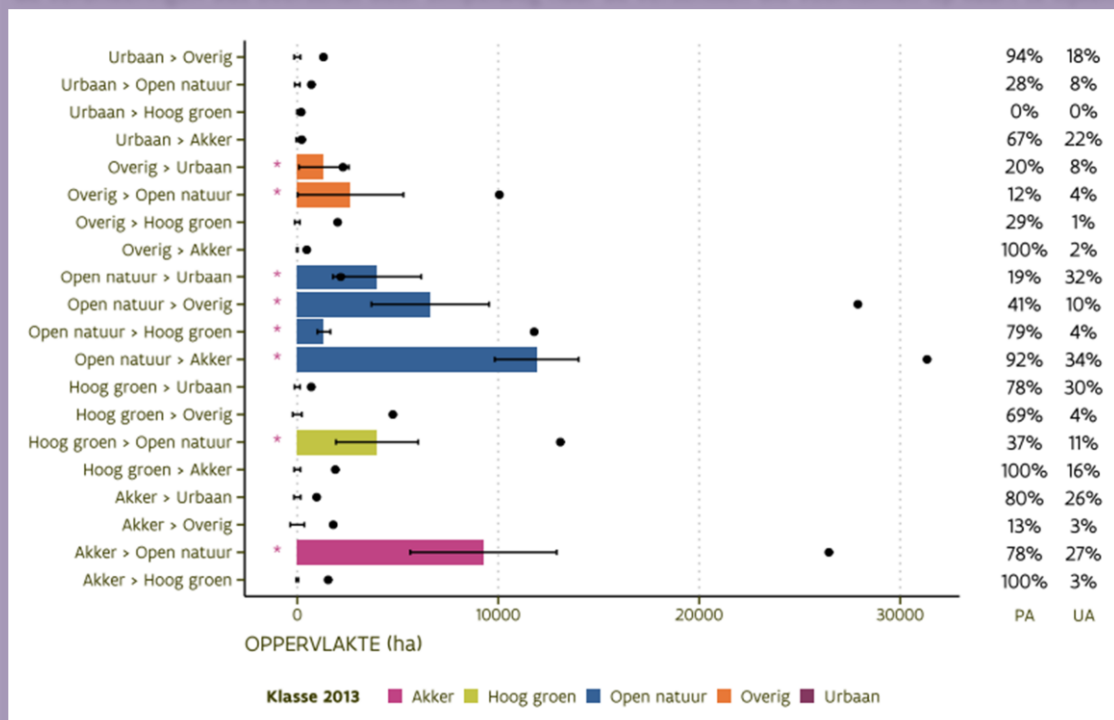
9). Ook in de Lifewatch land cover kaart van Wallonië wordt een soortgelijke temporele inconsistentie correctie uitgevoerd voor kleine houtige elementen (geïsoleerde bomen, bomenrijen, hagen).

<u>Gecorrigeerde</u> toekenning	Originele toekenning	Originele toekenning	<u>Gecorrigeerde</u> toekenning
vorig jaar	jaar in kwestie	volgend jaar	jaar in kwestie
niet-afgedekt	<i>afgedekt</i>	afgedekt	blijft afgedekt
afgedekt	<i>niet-afgedekt</i>	niet-afgedekt	blijft niet-afgedekt
niet-afgedekt	<i>afgedekt</i>	niet-afgedekt	wordt niet-afgedekt
afgedekt	<i>niet-afgedekt</i>	afgedekt	wordt afgedekt

Figuur 9: Continuïteitscorrectie die wordt toegepast in de jaarlijkse bodemafdekkingskaart (Bron: Cockx et al., 2022)

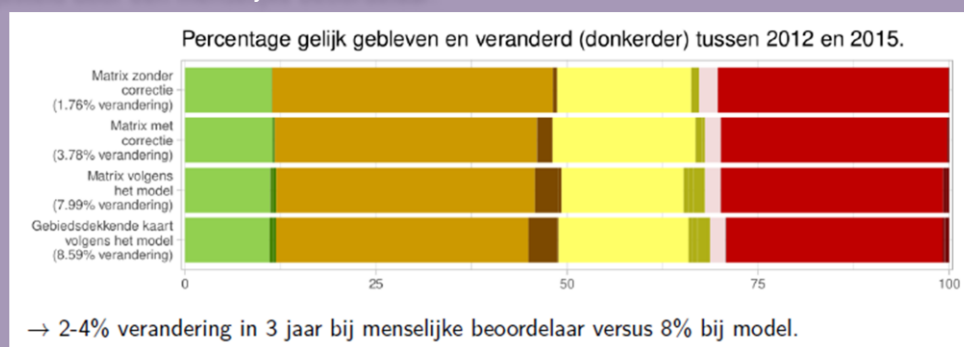
De huidige landgebruikskaart wordt 3-jaarlijks opgemaakt, maar de verschillende jaargangen worden onafhankelijk van elkaar ontwikkeld. Momenteel is er geen structurele manier om veranderingen te meten: wijzigingen in de tijd worden gedetecteerd en gerapporteerd door de kaarten van de verschillende jaartallen met elkaar te vergelijken. Het gevolg hiervan is dat er wellicht een grote foutenmarge zit op de gemeten landgebruiksveranderingen.

In het Natuurrapport 2020 werd een validatie uitgevoerd van de landgebruiksveranderingen in de periode 2013-2016 op basis van de toenmalige landgebruikskaarten van 2013 en 2016¹². Uit deze validatie-oefening bleek dat vooral de gerapporteerde veranderingen tussen 'hoog groen', 'laag groen' en 'overig' een hoge foutenlast hebben. In de onderstaande grafiek zijn de veranderingen die worden gemeten op basis van de landgebruikskaarten van 2013 en 2016 voorgesteld door het zwarte punt. De gevalideerde veranderingen tussen 2013 en 2016 zijn aangeduid door de horizontale lijn: over het algemeen zijn de gemeten veranderingen een stuk groter dan de vastgestelde veranderingen en worden de veranderingen dus overschat door simpelweg naar de verschillen die voorkomen op kaart te kijken.



(Bron: INBO, <https://www.vlaanderen.be/inbo/backgroundindicatoren/landgebruiksverandering-validatie>)

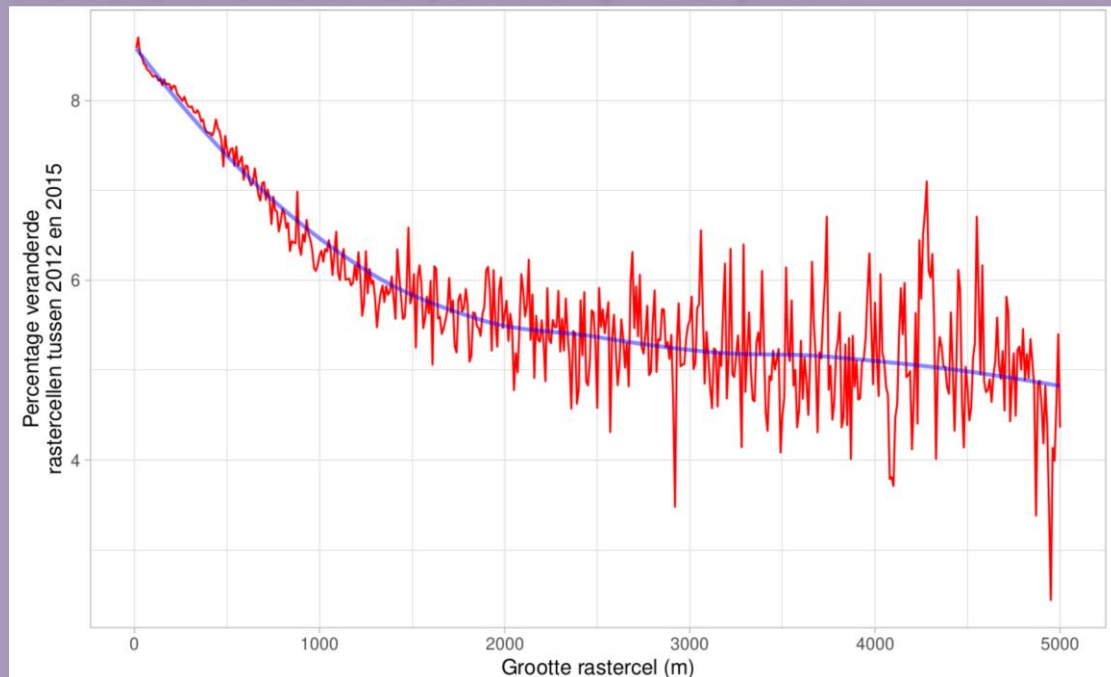
In het kader van de LULUCF-rapportering zette het Departement Omgeving een oefening op om landgebruiksveranderingen in te schatten op basis van de landgebruikskaart. Op basis van hun analyses bleek dat veranderingen tussen de LULUCF-categorieën bos, akkerland, grasland, wetlands en ruimtebeslag, gemeten op basis van de landgebruikskaart, 4x groter zijn dan veranderingen die werden vastgesteld door een menselijke beoordelaar.



(Bron: Departement Omgeving, intern werkdocument)

Ook deze analyse lijkt er op te wijzen dat veranderingen gemeten op basis van de 3-jaarlijkse landgebruikskaarten overschat zijn.

De analyses van het Departement Omgeving wezen er wel op dat de gemeten veranderingen sterk afhankelijk zijn van de resolutie waarop de veranderingen worden gemeten.



(Bron: Departement Omgeving, intern werkdocument, herschaling van de resolutie op basis van modale waarde per rastercel)

Een aandachtspunt bij het eventuele gebruik van satellietdata om veranderingen op een meer structurele manier in rekening te brengen in het landgebruiksbestand is dat niet alle soorten van landgebruiksveranderingen zichtbaar zijn vanaf satellietdata en/of luchtfoto's. Bepaalde types van 'landgebruiks' veranderingen doen zich voor zonder dat hiervoor de 'bodembedekking', die vaak wel zichtbaar is op basis van satellietdata, wijzigt.

13

3.2.6 Korte termijnveranderingen opvolgen

In tegenstelling tot structurele veranderingen, kunnen ook korte termijnveranderingen (bv. seizoenaal) worden weergegeven in landgebruiksbestanden of systemen.

Een manier om deze informatie op te slaan, is via de **kenmerken**, waarbij seizoenale of temporele variabiliteit als een specifieke kenmerk kan worden meegenomen (zie ook paragraaf 3.2.4).

Korte termijn informatie verzamelen kan aan de hand van satellietdata. Zo zijn Sentinel-data bv. iedere drie dagen ter beschikking voor Vlaanderen. Dit laat toe om analyses te maken met een hoge tijdsresolutie. In het Land Cover and Forestry Monitoring project zullen op termijn bijna real-time 'land surface categories' (zoals water, sneeuw, ijs, vegetatie, ...) en 'land cover characteristics' (bv. over de staat van de vegetatie) worden verzameld en bijgehouden.

Zoals reeds beschreven in paragraaf 3.2.5 is de CropSAR-service in Terrascope specifiek ontworpen om tijdsreeksen van Sentinel-satellieten te vervolledigen en analyseren. Deze maken het m.a.w. mogelijk om korte termijn veranderingen te detecteren en analyseren. Ook de TerraFlood applicatie, die is ontwikkeld

¹³ In de huidige landgebruikskaarten (versie 3, zie Poelmans et al. (2023)) zijn al heel wat verbeterpunten aangebracht ten opzichte van de vorige versies. De resultaten van de validatie uit 2020 zijn daarom enkel geldig voor de landgebruikskaarten versie 1 uit 2020 en niet voor de meest recent beschikbare versie 3. Resultaten van de validatie uit 2020 zijn te consulteren op: https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/39640899/INBO_Natuurrapport2020_weblinks.pdf (Kader 7) en <https://www.vlaanderen.be/inbo/backgroundindicatoren/landgebruiksverandering-validatie>

binnen Terrascope, geeft een zicht op de korte termijn tijdsdynamiek van overstromingen (<https://terrascope.be/en/cases/terraflood-mapping-and-monitoring-floods-using-sentinel-1-data?>).

Het huidige **landgebruiksbestand** wordt 3-jarlijks geactualiseerd en bevat geen informatie over korte termijnveranderingen. Zoals eerder vermeld worden momenteel ook geen karakteristieken over de landgebruikscategorieën bijgehouden waarin eventuele informatie m.b.t. korte termijnveranderingen zou kunnen worden bijgehouden.

De op vandaag gebruikte bronbestanden bevatten weinig tot geen informatie over sub-jaarlijkse veranderingen. Uitzondering zijn de landbouwgebruikspcelen die informatie bevatten over de eventueel verschillende teelten die in de verschillende seizoenen op een landbouwperceel aanwezig zijn (hoofdeelt, voorteelt, nateelt).

3.2.7 Onzekerheid rapporteren

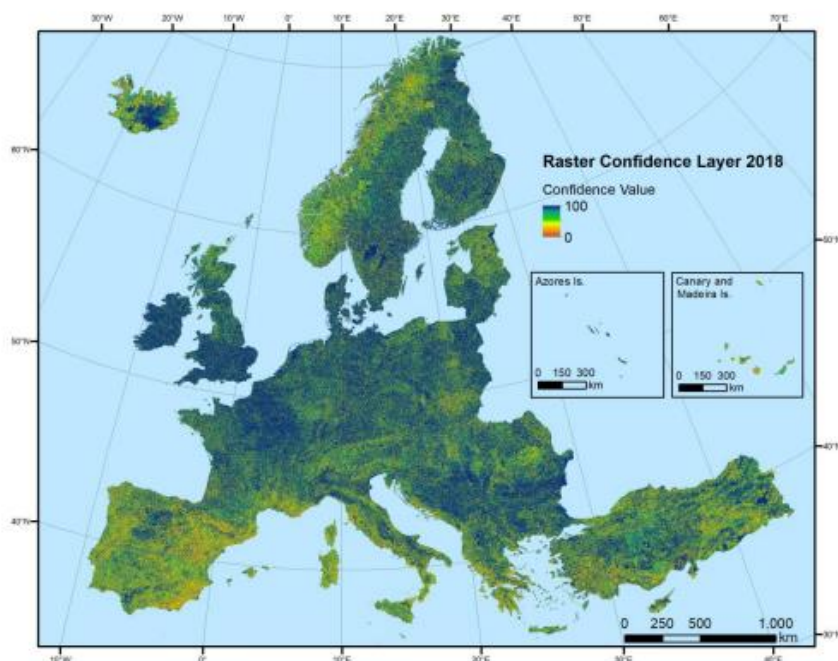
Landgebruikskarten kunnen twee bronnen van onzekerheid of onnauwkeurigheid bevatten: geometrische onzekerheid en thematische onzekerheid.

Geometrische onzekerheid verwijst naar fouten of onnauwkeurigheden in de locatie of vorm van ruimtelijke objecten. Dit heeft te maken met de precisie waarmee de geografische positie van een object in de kaart overeenkomt met de werkelijke positie op aarde.

De geometrische onzekerheid is sterk afhankelijk van de bronbestanden die worden gebruikt en kan worden gerapporteerd aan de hand van de toepassingsschaal waarop de kaart bedoeld is te worden gebruikt. Zo is het GRB opgesteld om te worden gebruikt op een zeer lokale schaal (tot 1:250), wat overeenkomt met een positionele nauwkeurigheid van een tiental centimeters, terwijl satellietgebaseerde datasets (bv. afgeleid van Sentinel-satellieten) een positionele nauwkeurigheid hebben van een tiental meter.

Thematische onzekerheid verwijst naar fouten in de classificatie of toewijzing van categorieën aan ruimtelijke objecten, zoals het landgebruikstype.

Remote sensing gebaseerde producten geven meestal informatie mee over de waarschijnlijkheid van de classificatie. Figuur 10 toont zo'n betrouwbaarheidskaart, met een schaal van 0 tot 100%, voor de CLC+ rasterlaag van 2018. In de meeste gevallen gebeurt deze validatie aan de hand van een (in-situ) referentiedataset. De meeste datasets refereren hierbij naar de best-practices die worden beschreven door Olofsson et al. (2014). Hierin staan vuistregels beschreven over het ontwerp en de grootte van de steekproef en de manier van rapporteren (via een foutenmatrix en klasse-specifieke nauwkeurigheid). Deze methode van Olofsson wordt in Vlaanderen o.a. gebruikt voor de validatie van de bodembedekkingskaarten (Van der Linden et al., 2021), maar werd ook gebruikt door INBO voor de validatie van de landgebruikskaarten van 2013 en 2016 in functie van het Natuurrapport 2020 (Van Reeth et al., 2020).



Figuur 10: Betrouwbaarheidskaart (confidence layer) van de CLC+ backbone rasterlaag van 2018

De publieke **landgebruikskaart** is gevalideerd aan de hand van Europese LUCAS-dataset (European Land Use/Land Cover Area Frame Statistical Survey). LUCAS is een project van Eurostat met als voornaamste doel om geharmoniseerde informatie over landgebruik en bodembedekking te verzamelen en statistisch te analyseren. Het project verzamelt hiervoor informatie over landgebruik en bodembedekking voor een aantal vooraf vastgelegde locaties in Europa aan de hand van veldobservaties. De locaties van de observatiepunten ligt vast en is gebaseerd op een regelmatig grid van 2x2km² waaruit een stratified random sample wordt getrokken. Voor Vlaanderen gaat het over een 1.600-tal referentiepunten. Op basis van deze referentiepunten zijn vervolgens een aantal accuraatheidsmaten berekend (user's accuracy, producer's accuracy, zoals voorgesteld door Olofsson et al. (2014)). Deze methode volgt m.a.w. wel een aantal van de vuistregels zoals geïdentificeerd door Olofsson et al. (2014), maar niet deze over het ontwerp van de steekproef: de stratified random steekproef uit LUCAS is stratified op basis van de 10 strata die hiervoor gedefinieerd zijn in LUCAS (arable land, permanent crops, grass, wooded areas, shrubs, bare surface, artificial construction, inland water, transitional and coastal water), maar niet op basis van de 19 landgebruikscategorieën uit de landgebruikskaart. Een steekproefontwerp op maat van de landgebruikskaart zou dus een verbetering zijn ten opzichte van de huidige methode op basis van de LUCAS-dataset. Het verzamelen van een voldoende grote en betrouwbare steekproef is echter een dure en tijdrovende bezigheid.

In het Natuurrapport 2020 (Van Reeth et al., 2020) werd een validatie van de landgebruikskaarten van 2013 en 2016 uitgevoerd volgens de vuistregels van Olofsson et al. (2014). Die validatie spitste zich toe op de **landgebruiksveranderingen** tussen 2013 en 2016 die optraden tussen zes hoofdklassen: open natuur (heide, duinen, moeras, permanent grasland, laag groen, slikken en schorren), hoog groen (bos en hoog groen), akker (tijdelijk grasland, akker), urbaan (bebouwing en infrastructuur), overig (bodemverharding) en water. Hiervoor werd een steekproef opgemaakt met meer dan 3.800 referentiepunten die werden beoordeeld door evaluatoren op basis van luchtfoto's.

Ook in het kader van het FLEA (Flanders Ecosystem Accounting) project zal INBO een validatie uitvoeren van de landgebruikskaart die op maat van het FLEA-project zal worden opgesteld op basis van het bestaande landgebruiksbestand.

3.2.8 Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën

De meeste gescreende voorbeelden hanteren een **vaste set** aan categorieën. Het EAGLE-datamodel hanteert een vaste set van 'land cover' categorieën (zie Bijlage B voor het overzicht), maar laat wel toe om nieuwe 'land use' en 'land characteristics' categorieën toe te voegen.

Een uitzondering hierbij is OpenStreetMap waarbij de OSM-gemeenschap kan beslissen om nieuwe categorieën toe te voegen indien daar nood toe zou zijn. Grootste nadeel hiervan is dat er een wildgroei kan ontstaan van categorieën of manieren om bepaalde ruimtegebruikers in kaart te brengen. Bovendien zorgt het toevoegen van categorieën ervoor dat historische opvolging bemoeilijkt wordt. Om die reden wordt in het GRB gewerkt met een bestuurscomité die beslist om nieuwe categorieën toe te voegen. Momenteel loopt er bv. een use-case om 'verharding' toe te voegen als categorie in het GRB.

De publieke **landgebruikskaart** (versie 3) bevat 19 categorieën. In de vorige versie (versie 2) waren het nog 18 categorieën. Ook het aantal categorieën op de verschillende niveaus van het landgebruiksbestand is gewijzigd tussen de versie 2 en versie 3 van het bestand.

Het aanpassen van de categorieën gebeurt op ad hoc basis, in overleg tussen VITO en het Departement Omgeving. Op dit moment is er geen echte structurele werking om dit soort beslissingen te onderbouwen en door te voeren.

3.2.9 Koppeling met andere systemen

De meeste gescreende voorbeelden worden ter beschikking gesteld via **download als open data**. Daarnaast worden een aantal van de voorbeelden ter beschikking gesteld via **Application Programming Interface (api)**. Deze stellen ontwikkelaars van softwaresystemen in staat om de datasets rechtstreeks in hun systemen te gebruiken.

Een stap verder is het **uitvoeren van verwerkingsstappen** op de gegevens in verschillende systemen. Terrascope bevat bv. de mogelijkheid om via virtual machines satellietdata te downloaden en te bewerken rechtstreeks op het platform en op een gestandaardiseerde manier. Daarnaast kunnen specifieke applicaties worden gebouwd bovenop het platform. Een ander voorbeeld is DOV dat een python-toepassing (pyDOV) bevat waarmee data uit DOV kunnen worden geïntegreerd en geanalyseerd in andere toepassingen.

Ook CLC+ Core is een webapplicatie om op een gebruiksvriendelijke manier verschillende databronnen met elkaar te koppelen. Het systeem vereist echter dat alle gebruikte databronnen EAGLE compliant zijn en is bovendien beperkt tot een gemeenschappelijke resolutie van 100m.

De publieke **landgebruikskaart** wordt verspreid door Departement Omgeving als open data via de hiertoe voorziene platforms van de Vlaamse overheid.

4 Illustratie van de gebruikersnoden en oplossingen aan de hand van praktijkvoorbeelden

In het derde onderdeel van de studie wordt een praktijkoefening uitgevoerd waarbij mogelijke oplossingen bestudeerd worden in 2 cases. Vanuit de thematieken van klimaatadaptatie en LULUCF werd gekozen om zowel het landgebruik “wetlands” als data over gedetailleerd groen uitgebreider te bekijken.

4.1 Wetlands

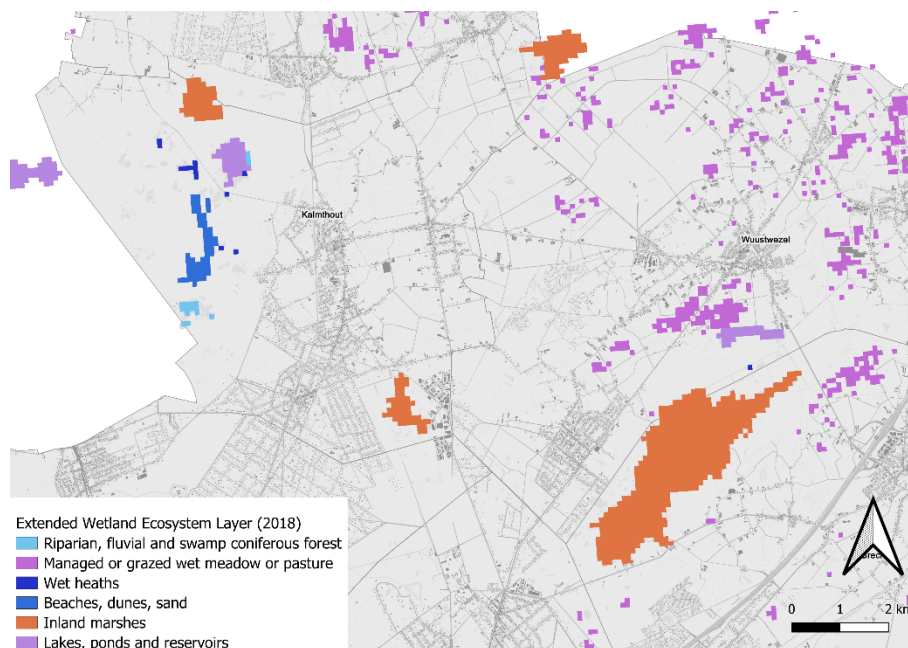
4.1.1 Gebruikersnoden

Zoals aangehaald in Hoofdstuk 2 is er een algemene vraag om de 19 categorieën van de landgebruikskaart te verruimen, zodat voldaan kan worden aan verschillende monitoring- of rapportagevereisten. Het in kaart brengen van wetlands vormt hierbij een interessante case, aangezien deze categorie nog niet is opgenomen in de huidige landgebruikskaart, maar wetlands wel een belangrijke bijdrage leveren aan zowel klimaatadaptatie, als bescherming tegen overstromingen en waterschaarste, als aan klimaatmitigatie, door koolstof te capteren. Zowel het VN-klimaatverdrag (UNFCCC) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019) en de Europese LULUCF-verordening (European Parliament and Council, 2018) beschouwen wetlands dan ook expliciet als een aparte landgebruikscategorie die opgenomen moet worden in de rapportage van de inventaris van broeikasgasemissies. Daarnaast vormen wetlands ook waardevolle ecosystemen met een specifieke soortensamenstelling. Gezien de verschillende invullingen van wetlands is er dus nood aan een zekere flexibiliteit m.b.t. de definitie en karakteristieken van wetlands om deze in kaart te brengen.

4.1.2 Verschillende definities van wetlands in relatie tot databronnen

Verschillende invullingen van wetlands, relevant voor Vlaanderen, worden hieronder opgelijst.

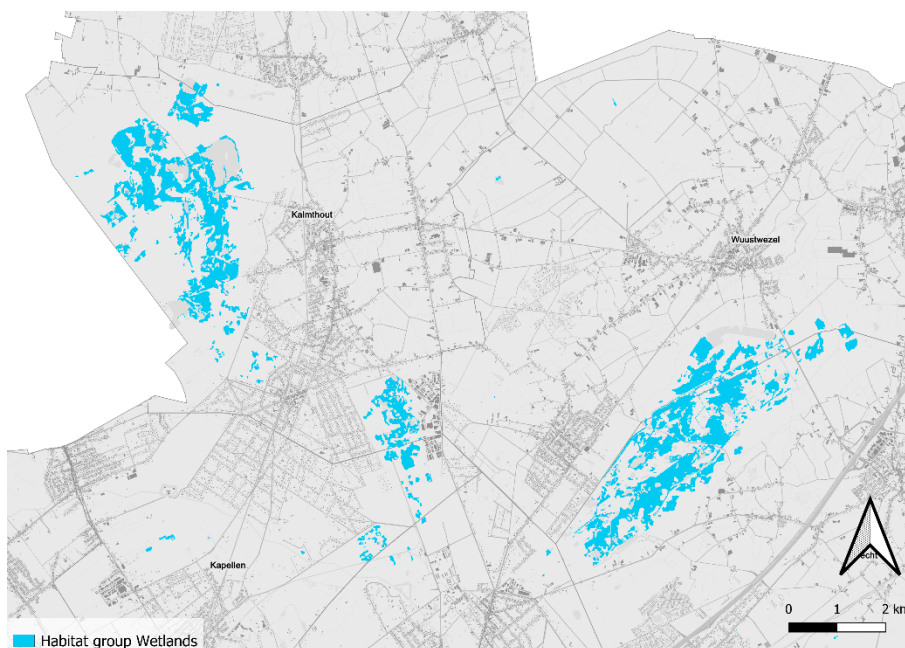
De **Ramsar Convention on Wetlands** (1971) omvat een brede definitie van wetlands: *"areas of marsh, fen, peatland or water, whether natural or artificial, permanent or temporary, with water that is static or flowing, fresh, brackish or salt, including areas of marine water the depth of which at low tide does not exceed six metres"* (Ramsar Convention Secretariat, 2016). Aan deze definitie kan op Europees niveau ruimtelijk invulling gegeven worden aan de hand van de extended wetland ecosystem layer (European Environment Agency, 2023) (Figuur 11). Volgens deze kaart telt Vlaanderen in totaal 53.575 ha wetlands.



Figuur 11: De omgeving van de Kalmthoutse heide en het Groot Schietveld volgens de Europese extended wetland ecosystem layer, die invulling geeft aan wetlands zoals gedefinieerd in de Ramsar Convention on Wetlands (European Environment Agency, 2023).

De definitie van wetlands gehanteerd door het **International Panel for Climate Change (IPCC)** – en overgenomen in de Europese **LULUCF**-verordening – is strikt en sluit bos, grassland, akkerland en ruimtebeslag uit als wetland: *"This category includes land that is covered or saturated by water for all or part of the year (e.g., peatland) and that does not fall into the forest land, cropland, grassland or settlements categories"* (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019). Momenteel bestaat er nog geen officiële, gebiedsdekkende kaart met de LULUCF-categorieën. Op Europees niveau wordt in het kader van de CLC+ Core (zie ook Bijlage 7.2, paragraaf 2) wel gewerkt rond cases om de LULUCF-categorieën ruimtelijk te monitoren (Copernicus Land Monitoring Service, 2021). Zo wordt momenteel een CLC+ LULUCF instance uitgewerkt op basis van het EAGLE-datamodel en Copernicus data (zie ook paragraaf 4.1.3). Het Dynamic Land Cover product van Copernicus omvat wel de categorie "herbaceous wetlands", gedefinieerd als "Lands with a permanent mixture of water and herbaceous or woody vegetation. The vegetation can be present in either salt, brackish, or fresh water". Ook deze invulling lijkt echter te ruim om in overeenstemming te zijn met de LULUCF-definitie. Op Vlaams niveau kan de categorie wetlands ingevuld worden door open water te combineren met schorre en rietland, wat in het landgebruiksbestand gekarteerd wordt op basis van de Biologische Waarderingskaart (BWK) (zie ook paragraaf 4.1.3). Deze invulling van 'wetlands' wordt ook gevolgd in de Nederlandse LULUCF-kartering (Baren et al., 2024). Volgens deze indeling is er in Vlaanderen in totaal 42.195 ha aan wetlands.

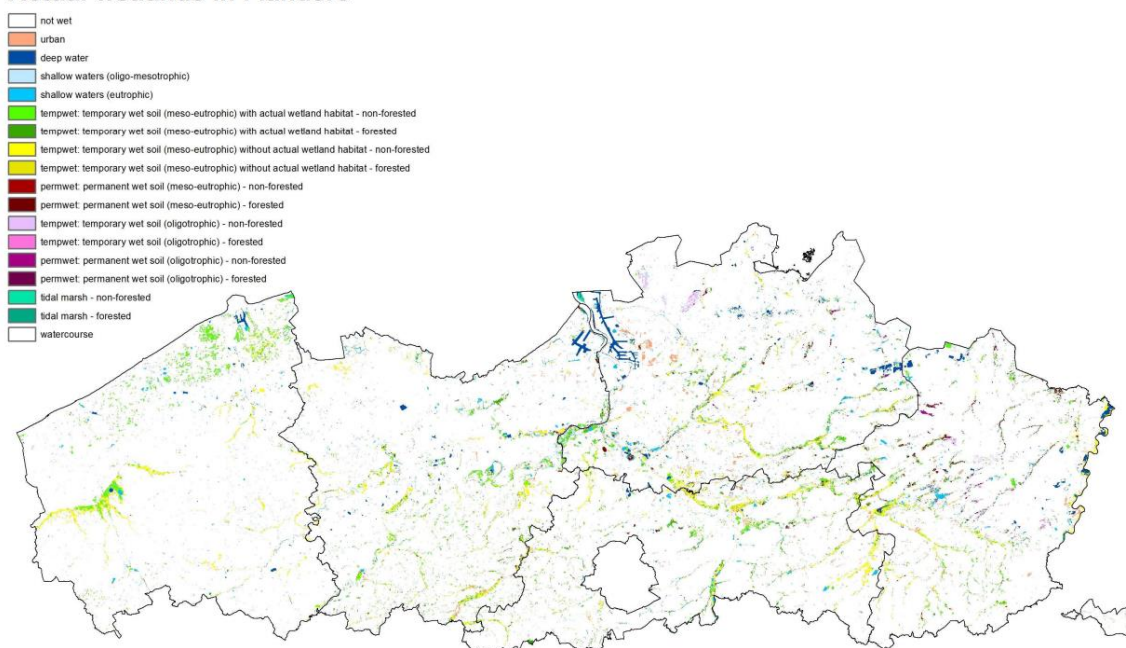
De habitattypes van de Habitatrichtlijn worden in de Europese **natuurherstelwet** ingedeeld in 6 groepen, waaronder de wetland habitats, die *kusthabitats* (bv. *estuaria*), *natte heide en veengebieden* omvatten (European Parliament and Council, 2023). Gezien de ecosysteembenadering van wetlands in de natuurherstelwet, kunnen in Vlaanderen deze wetland habitats in kaart gebracht aan de hand van de Europese habitattypes opgenomen in de BWK (Figuur 12). Volgens deze kartering (aan de hand van het dominante habitatype) is er ongeveer 10.457 ha aan wetland habitatype in Vlaanderen.



Figuur 12: Voorkomen (in de omgeving van de Kalmthoutse Heide en het Klein en Groot Schietveld) van de 'wetland'-habitatgroep van de Europese Natuurherstelwet volgens de Biologische Waarderingskaart (BWK), gekarteerd volgens de eerste eenheid (HAB1).

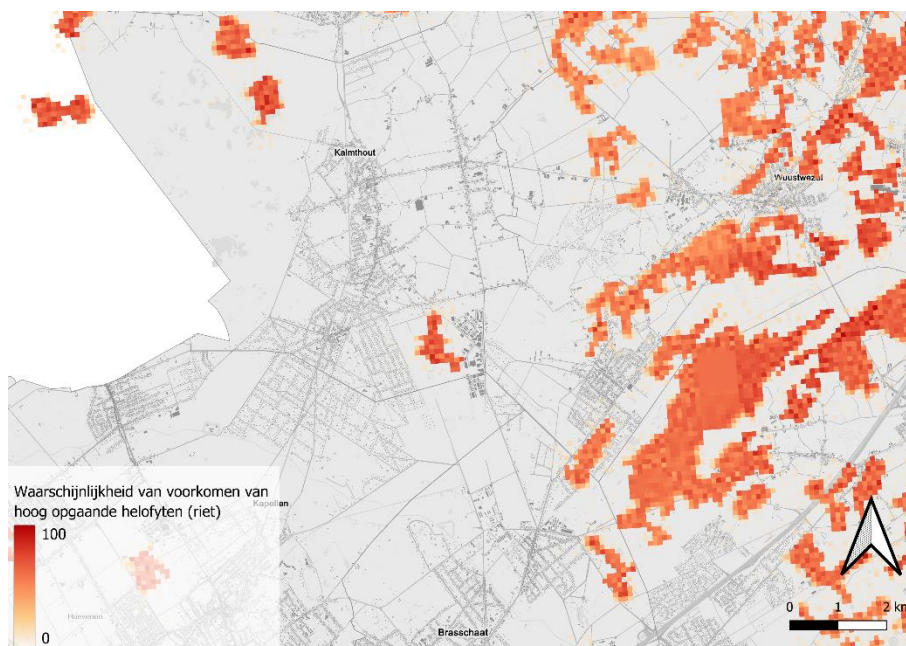
In de **Blue Deal** van de Vlaamse overheid wordt onder meer gefocust op het herstellen van 'natte natuur', gedefinieerd als *"gebieden die van nature water vasthouden: veengebieden, broekbossen, vallei- en moerasgebieden en vochtige graslanden"*. Daarnaast wil de Blue Deal ook de verdroging van wetlands, ofwel *"waterafhankelijke terrestrische natuur"*, tegengaan. De Blue Deal omvat wetlands dus in de brede zin van het woord. Deze interpretatie stemt grotendeels overeen met de invulling van [Decler et al. \(2016\)](#), die (historische) wetlands gekarteerd heeft met de BWK, aangevuld met informatie uit de bodemkaart en overstromingsgevoelige gebieden. Deze kaart omvat ook natte heide en alluviale bossen en graslanden (Figuur 13). Volgens Decler et al. (2016) bestaat Vlaanderen voor 67.899 ha uit wetlands.

Actual wetlands in Flanders



Figuur 13: Actueel voorkomen van wetlands in Vlaanderen volgens Decler et al. (2016). De wetlands omvatten ook natte heide en alluviale bossen en graslanden.

EUNIS is een informatiesysteem en database, opgezet met het oogpunt om een Europees consistente habitattypologie te ontwikkelen (<https://eunis.eea.europa.eu/about>). De EUNIS-typologie omvat eveneens een categorie ‘Wetlands’, die gedefinieerd wordt als “Wetlands, with the water table at or above ground level for at least half of the year, dominated by herbaceous or ericoid vegetation.” Op Europees niveau worden kaarten opgemaakt die de habitatgeschiktheid en waarschijnlijkheid van voorkomen voor de EUNIS-habitattypes weergeven (zie bv. Figuur 14 voor de waarschijnlijkheid van voorkomen van het habitattype ‘hoog opgaande helofyten’ (rietvegetatie)). Volgens de habitatmapping, met een waarschijnlijkheid van voorkomen van minstens 90%, beslaan alle habitattypes in de categorie ‘wetlands’ ongeveer 9.775 ha in Vlaanderen.



Figuur 14: Waarschijnlijkheid van voorkomen van het EUNIS-habitattype ‘Tall-helophyte bed’ (hoog opgaande helofyten (riet)) in de omgeving van de Kalmthoutse Heide en het Klein en Groot Schietveld.

De EUNIS-typologie wordt o.a. toegepast in de richtlijnen rond de Europese verordening betreffende **Environmental Economic Accounts** (ecosysteemrekeningen), die vanaf 2026 3-jaarlijks gerapporteerd moeten worden. De classificatie gebeurt op basis van verschillende niveaus, waarbij rapportage verplicht is op het eerste, meest algemene niveau. Dit niveau omvat ook een klasse ‘inland wetlands’, die gedefinieerd wordt als: “Inland wetlands are areas that are year-round or seasonally strongly affected by water, in the form of temporary flooding or groundwater levels close to surface. This class includes natural, semi-natural or modified inland marshes as well as mires, bogs and fens, but excludes seasonally flooded grasslands and heathlands, for example. It also includes peat extraction sites.” Op Vlaams niveau worden de ecosysteemrekeningen opgesteld door INBO in het FLEA (Flanders Ecosystem Accounting) project. Deze oefening is lopende en maakt onder andere gebruik van de verschillende niveaus van het landgebruiksbestand en bijkomende databronnen, zoals (extra) informatie uit het BWK, om ecosystemen om minstens 3 niveaus af te bakenen.

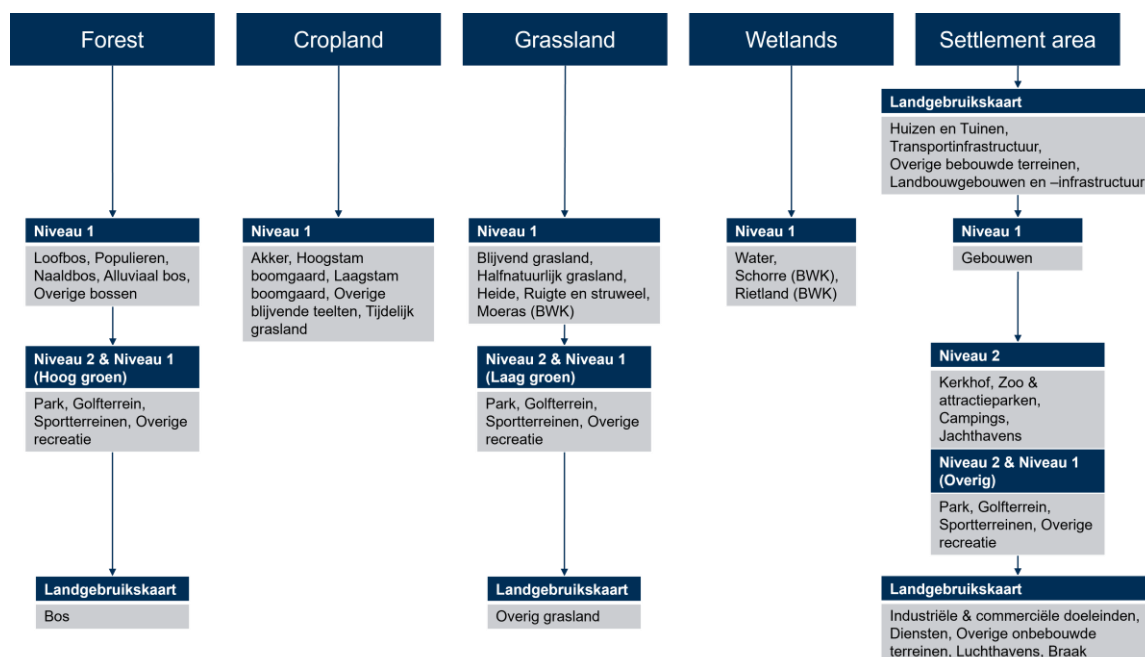
Het **Vlaamse bodemkoolstofmonitoringnetwerk Cmon** monitort de organische koolstofvoorraad in de bodem voor 5 landgebruiskategorieën, namelijk akkerland, blijvend grasland, bos, natuur en ruimtebeslag. Met het oog op de LULUCF-rapportering en het Vlaamse omgevingsbeleid werden wetlands als 6^e categorie toegevoegd. Wetlands vormden dus geen onderdeel van de landgebruiksstratificatie, maar worden tijdens de staalname aan de hand van terreinobservaties als dusdanig bemonsterd. Wetlands worden hierbij gedefinieerd als “gebieden die ondergelopen of verzadigd zijn van oppervlakte- of grondwater met een frequentie en duur die lang genoeg is om een aangepaste vegetatie toe te laten”. Deze definitie is ruimer dan de LULUCF-definitie. Voor de monitoring van de koolstofopslag bij landgebruiksveranderingen zal dan ook een striktere definitie gebruikt worden, i.e. wetland mag niet voldoen aan de definitie van een andere LULUCF-categorie (bos, akker, grasland of ruimtebeslag) (Oorts et al., 2024).

Gezien de verschillende benaderingen van wetlands (bv. als landbedekking, zoals in LULUCF, of als ecosysteem, zoals ins het moeilijk om een datamodel te definiëren dat al deze definities kan omvatten. Het FLEA-project beoogt wel ‘crosswalks’ te formuleren naar andere invullingen van wetlands.

4.1.3 Een op maat gemaakte LULUCF-landgebruikskaart voor Vlaanderen op basis van het landgebruiksbestand

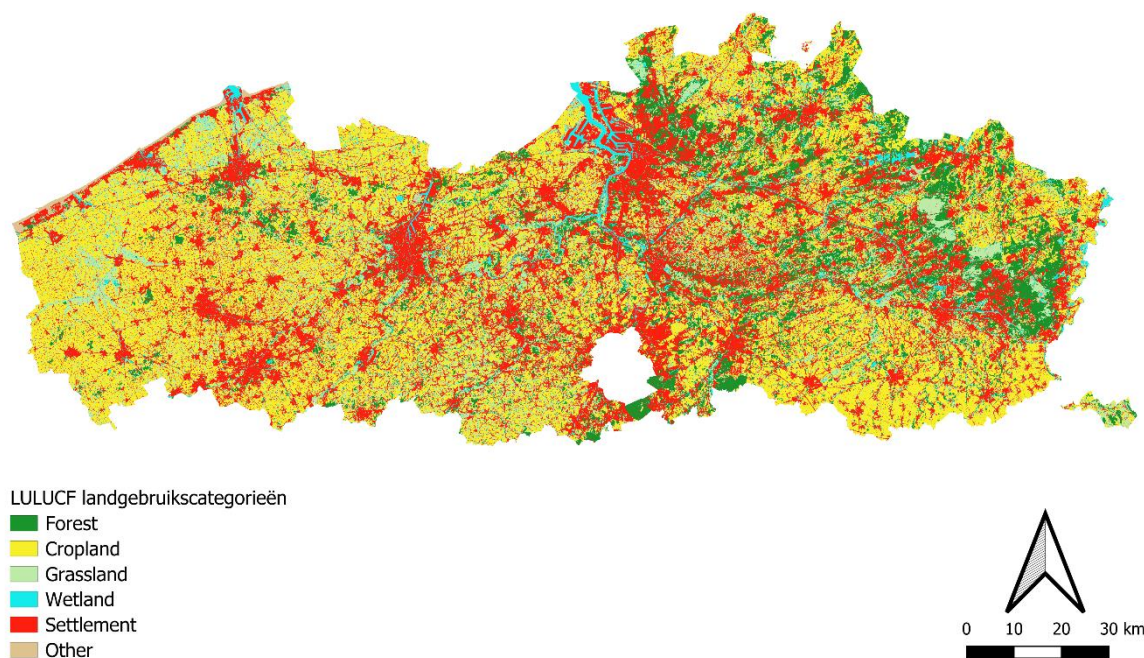
Momenteel worden de oppervlaktes van de LULUCF-landgebruikscategorieën (bos – forest, akkerland – cropland, grasland – grassland, wetlands en woongebied – settlement area), die gebruikt worden in de rapportage van de koolstofemissies (positief en negatief), bepaald op basis van een puntenmatrix, waarbij ieder punt een oppervlakte van 200 ha vertegenwoordigd. De landgebruikscategorie van deze punten wordt vervolgens bepaald op basis van thematische lagen en orthofoto’s. Europese richtlijnen leggen echter aan de lidstaten op om te evolueren naar een steeds verfijndere berekeningsmethode van de LULUCF-gerelateerde emissies, waarbij het ook noodzakelijk is om landgebruiksveranderingen ruimtelijk expliciet te monitoren. In het kader van de Europese LULUCF-rapportering werd dan ook de oefening gemaakt om de (hoofd)landgebruikscategorieën, volgens de definitie van het IPCC, gebiedsdekkend in kaart te brengen.

Hiertoe worden de 4 niveaus van het landgebruiksbestand (Poelmans et al., 2023) geherclassificeerd en hiërarchisch gecombineerd tot één rasterkaart met een resolutie van 10 m, wat schematisch wordt weergegeven in Figuur 15. Eerst worden de categorieën ‘Huizen en Tuinen’, ‘Transportinfrastructuur’, ‘Overige bebouwde terreinen’ en ‘Landbouwgebouwen en -infrastructuur’ gedefinieerd als ‘Settlement area’. Vervolgens worden verschillende categorieën van niveau 1 (bodembedekking) van het landgebruiksbestand geherclassificeerd in de 5 landgebruikscategorieën, waarbij de categorie ‘wetlands’ ingevuld wordt als open water, schorre en rietland (afgeleid van de BWK-categorie ‘Rietland en andere Phragmition-vegetaties’; Poelmans et al., 2023). Natte graslanden en zeggenvegetaties, en natte bossen vallen immers volgens de definities van het IPCC eerder resp. in de grasland- en bos-categorieën (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019). De hier gehanteerde classificatie van wetlands stemt grotendeels overeen met de invulling van ‘Other wetlands’ in de LULUCF-rapportering van Nederland (Baren et al., 2024). Na de herclassificatie van niveau 1 wordt op basis van niveau 2 (verstedelijkt landgebruik) ‘Settlement area’ verder gedefinieerd, waarbij niveau 1 verder gebruikt wordt om graslanden en bossen op recreatie-domeinen in kaart te brengen. Ten slotte worden nog resterende pixels gecategoriseerd aan de hand van de landgebruikskaart. Naast de 5 hoofdlandgebruiken wordt ook nog de categorie ‘Overige/Other’ gedefinieerd, deze categorie bestaat voornamelijk uit kustduinen en groeves.

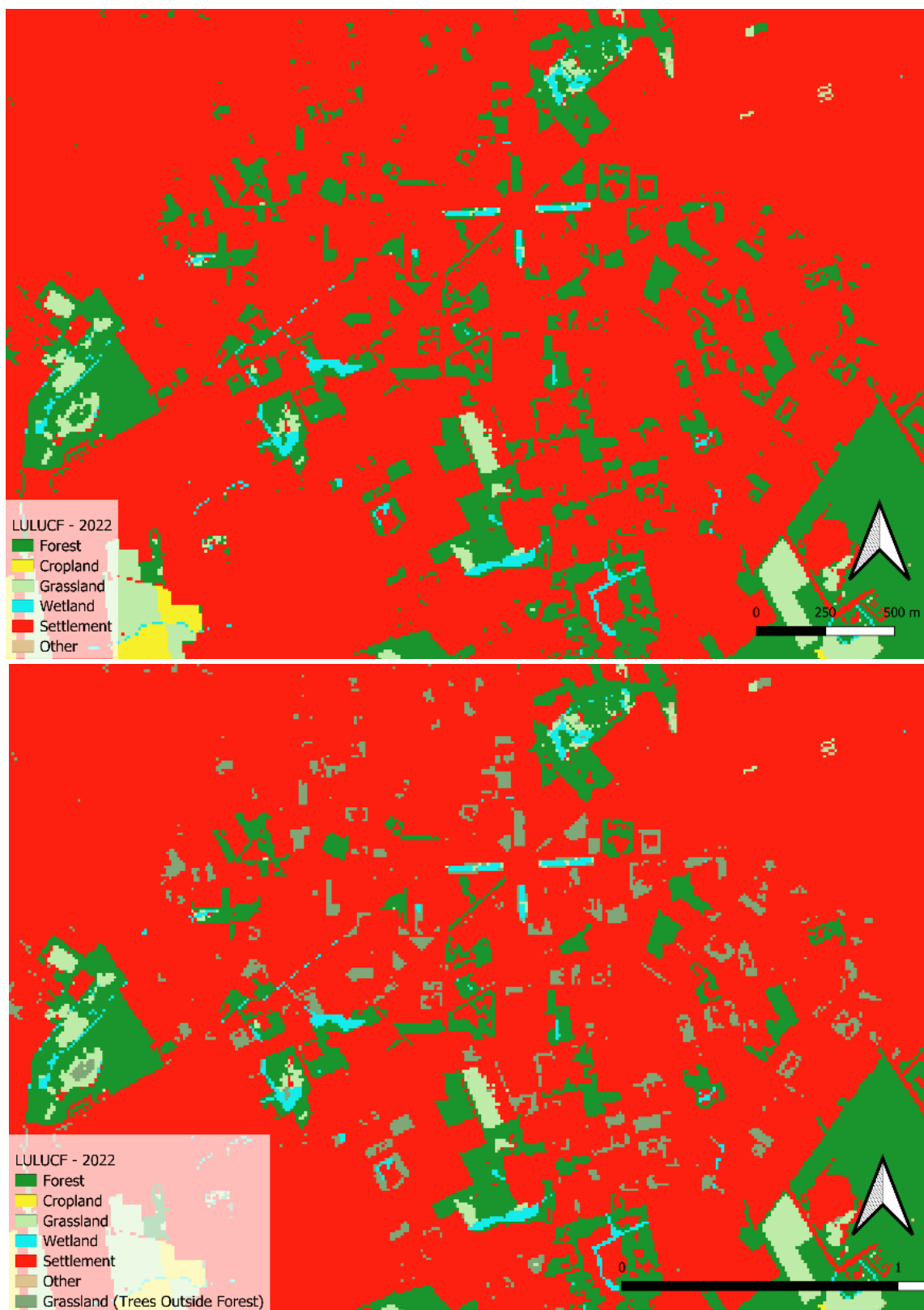


Figuur 15: Schematische weergave van de herclassificatie van het landgebruiksbestand (Poelmans et al., 2023) in de 5 hoofdlandgebruikscategorieën van de LULUCF-regulatie (volgens de definities van het IPCC). De categorie 'Overig' ('Other') wordt eveneens gedefinieerd en bestaat hoofdzakelijk uit kustduinen en groeves.

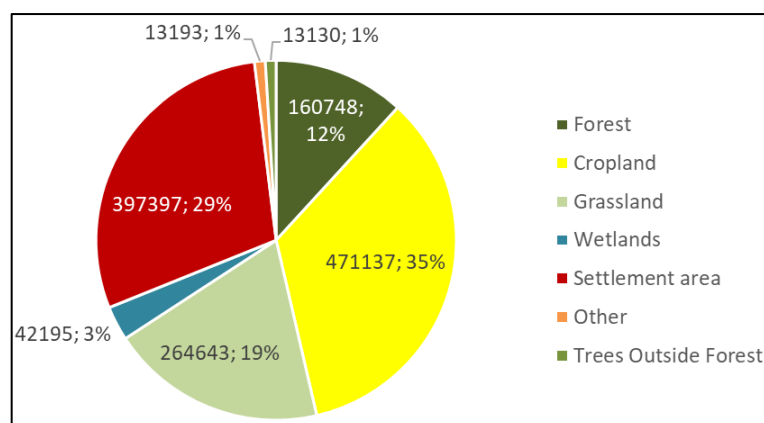
Figuur 16 geeft het resultaat weer van deze karteringsoefening op basis van het landgebruiksbestand 2022 met een resolutie van 10 m. Volgens de nationale inventaris van broeikasgasemissies (NIR) wordt een minimale oppervlakte van 0.5 ha opgelegd aan bos. Bosclusters met een oppervlakte kleiner dan 0.5 ha kunnen in een subcategorie van grasland ('Trees Outside Forest') ondergebracht worden, analoog aan de methodologie die gevolgd wordt in de Nederlandse LULUCF-kartering (Figuur 17) (Baren et al., 2024). In Figuur 18 wordt de verdeling van de oppervlakte voor de LULUCF-landgebruikscategorieën weergegeven.



Figuur 16: LULUCF-kaart van Vlaanderen opgemaakt op basis van het landgebruiksbestand 2022 met 10 m resolutie. Wetlands werden gekarteerd als open water, schorre en rietland.



Figuur 17: Boven: LULUCF-kaart met 5 hoofdcategorieën, Onder: LULUCF-kaart waarbij de bosclusters kleiner dan 0.5 ha als subcategorie van grasland ('Trees Outside Forest', lichter groen) beschouwd worden.



Figuur 18: Verdeling van de oppervlakte (ha) over de vijf LULUCF-landgebruikscategorieën en de subcategorie 'Trees Outside Forest'.

In opdracht van het European Environment Agency wordt gewerkt aan een CLC+ LULUCF instance, gebaseerd op het EAGLE-datamodel en Europese Copernicus data (zie ook Bijlage 7.2, paragraaf 2). De CLC+ LULUCF instance van 2021, met een resolutie van 100 m, is op aanvraag beschikbaar. De oppervlakte van de 5 hoofdcategorieën van deze LULUCF instance worden in Tabel 1 vergeleken met de oppervlakte afgeleid van de LULUCF-kaart gebaseerd op het landgebruiksbestand Vlaanderen. Deze vergelijking toont aan dat de CLC+ LULUCF instance veel meer bos en grasland in kaart brengt en minder wetland, settlement en akkerland in vergelijking met de LULUCF-landgebruikskaart. De CLC+ LULUCF instance lijkt m.a.w. een bias te vertonen naar die categorieën die meer gedefinieerd worden door bodembedekking, eerder dan landgebruik. Dit is verklaarbaar doordat de CLC+ LULUCF instance grotendeels opgebouwd wordt op basis van Copernicus datasets die zijn afgeleid van satellietgegevens. Op basis van deze gegevens kan er bv. geen onderscheid gemaakt worden tussen permanent grasland en tijdelijk grasland, die beide eenzelfde bodembedekking (gras) vertonen. Aangezien tijdelijk grasland in de landbouwpraktijk is opgenomen in de gewasrotatie, leunt het, wat betreft de koolstofvoorraden, eerder aan bij het akkerland dan bij grasland.

Naast het onderscheid tussen bodembedekking en landgebruik, laat de hogere resolutie van de LULUCF-landgebruikskaart ook toe om kleine watervlakken en waterlopen te karteren, die niet detecteerbaar zijn op de resolutie van 100m die wordt gebruikt in de CLC+ LULUCF instance. Dit leidt tot een veel hogere oppervlakte 'wetland' in de LULUCF-landgebruikskaart.

Tabel 1: Vergelijking van de oppervlakte (ha) van de vijf hoofdcategorieën tussen de CLC+ LULUCF instance en de LULUCF-landgebruikskaart.

Categorie	CLC+ LULUCF instance (ha)	LULUCF landgebruiksbestand (ha)	Verschil CLC+ – landgebruikskaart (ha)
Forest	238.579	173.878	+64.702
Cropland	461.886	471.137	-9.251
Grassland ¹⁴	311.342	264.643	+46.699
Wetland	23.827	42.195	-18.368
Settlement	323.230	397.397	-74.167
Other	0	13.193	-13.193

¹⁴ De CLC+ LULUCF instance bevat in Vlaanderen geen categorie 'Other', de oppervlakte van deze categorie in de LULUCF-kaart op basis van het landgebruiksbestand werd voor de vergelijking toegevoegd aan de categorie 'Grassland'.

- “Gedetailleerd groen”: set van datalagen in ontwikkeling bij EODaS (Digitaal Vlaanderen) i.s.m. Departement Omgeving, die op basis van de LIDAR-gebaseerde hoogtedata groene ruimte binnen het ruimtebeslag op een zeer gedetailleerde manier in kaart brengt. De voorlopige datalagen bevatten o.a. contouren van afzonderlijke groene objecten van verschillende hoogtes (70cm – 3m – 6m – 12m – 20m – 100m), een inschatting van het hoogste punt van de boomkruinen en een intern werkbestand (raster) met hoogtes van de groene objecten (25cm resolutie). Figuur 19 bevat een uitsnede van deze kaartlaag. De data laag zal enkel beschikbaar zijn voor de periode 2013-2015 omwille van het ontbreken van een gebiedsdekkende LIDAR-dataset voor Vlaanderen voor andere periodes.



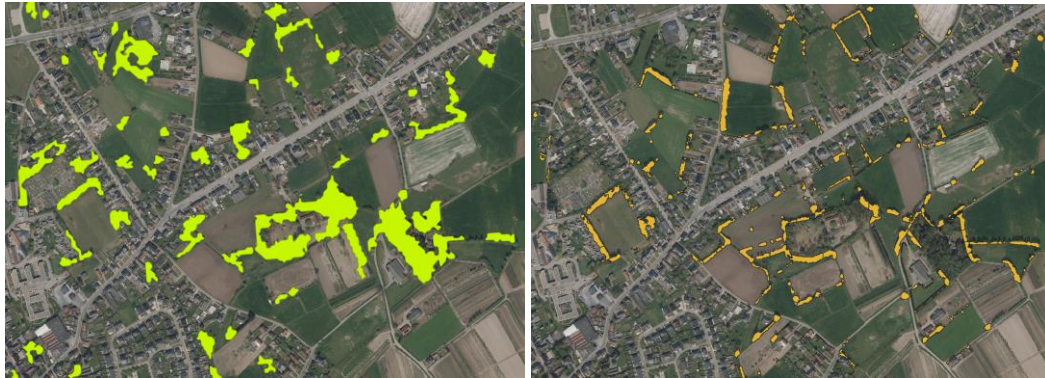
Figuur 19. Voorbeeld van lage vegetatie (geel), kruinen (groen) en kruintoppen uit de dataset gedetailleerd groen.

- Landschapselementen op of aangrenzend aan landbouwgebruikspcelen¹⁸ (Figuur 20, rechts): vectorlaag met waterlichamen, bosranden, lanen en bomen (boom, bomengroep, bomenrij, haag, houtkant, haagbomenrij, struikboom) die is opgemaakt op basis van luchtopnamen en LIDAR-gebaseerde hoogtedata. De data laag, opgemaakt door EODaS (Digitaal Vlaanderen) i.o.v. Agentschap Landbouw en Visserij (ALV) is enkel beschikbaar voor de periode 2013-2015 omwille van het ontbreken van gebiedsdekkende LIDAR-gegevens voor een andere periode. Het is voorzien deze data laag uit te breiden zodat in de toekomst niet enkel de landschapselementen op en rond landbouwpercelen, maar voor het volledige grondgebied van Vlaanderen beschikbaar zullen zijn.
- Copernicus Small Woody Features¹⁹ (Figuur 20, links): set van datalagen (vector en raster) die beschikbaar zijn voor heel Europa voor 2015 en 2018 op basis van Very-High Resolution satellietbeelden (VHR). De dataset bevat enkel hoog groen, en kijkt specifiek naar zowel lineaire elementen (bomenrijen en hoge hagen tot max. 30 m breed) als naar kleine stukjes bos die gelegen

¹⁸ <https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/open-geodata-kaart-landschapselementen>

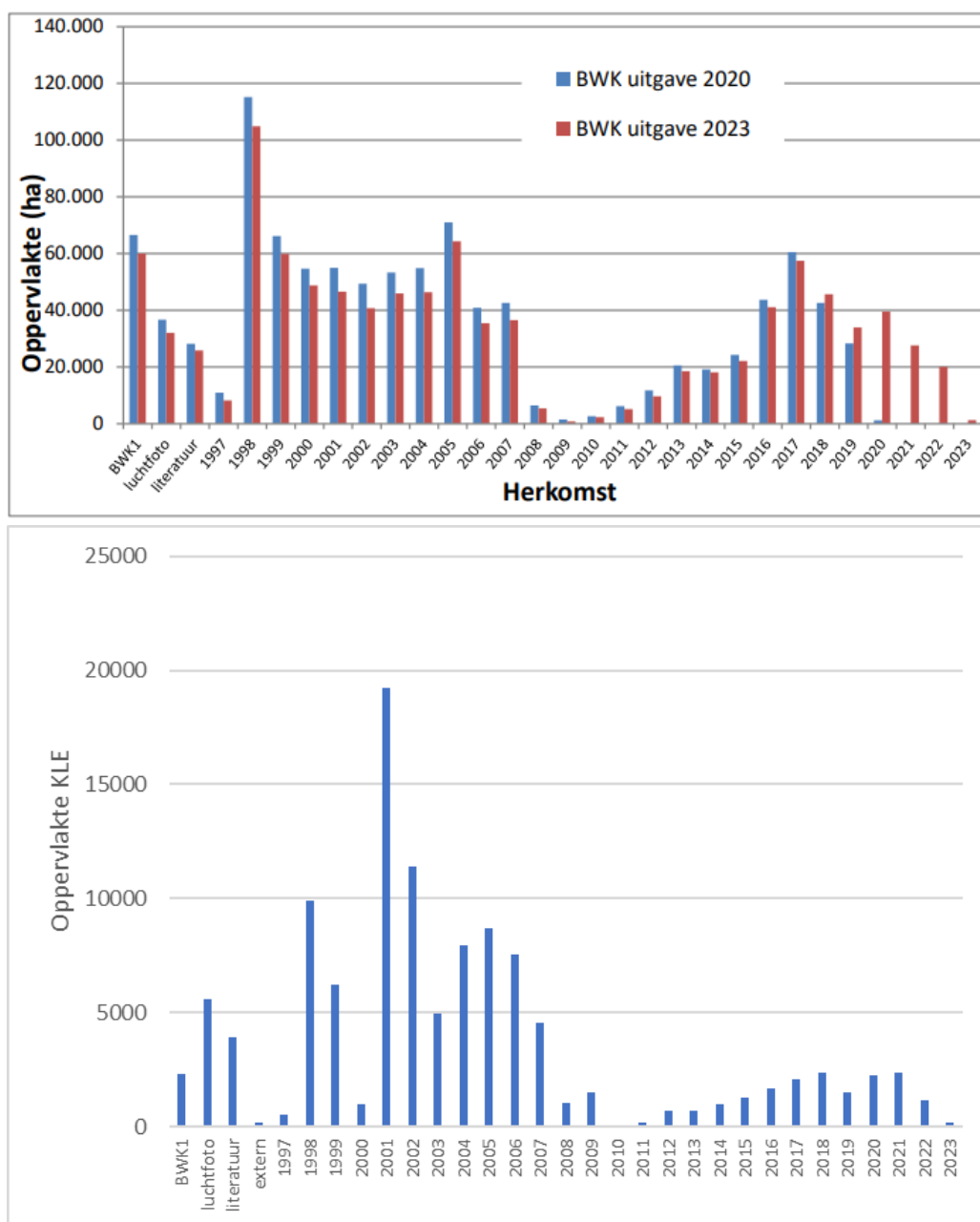
¹⁹ <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-small-woody-features>

zijn buiten bosgebied zoals gedefinieerd in de laag Tree Cover Density (en dus een maximale aaneengesloten oppervlakte hebben van 5000 m²). De dataset bevat zo een deel van de KLE (geen bermen of lage hagen), maar ook een deel van hoog groen buiten bos (bv. tuinen, park en recreatie, landbouw, overig) dat in principe ook opgenomen is via de Groenkaart in de landgebruikskaart.



Figuur 20 Copernicus Small Woody Features (SWF) 2018 (links) en Landschapselementen op of aangrenzend aan landbouwgebruikspcelen 2013-2015 (rechts)

- Kleine landschapselementen in de Biologische Waarderingskaart: in de BWK worden verschillende kleine landschapselementen opgenomen: taluds (eenheid kt), veedrinkpoelen (kn), muurvegetatie (km), bomenrijen, houtkanten en houtwallen (kb, kh, khw), holle wegen (kw) en lijnvormige begroeiing (k(biotoop)). Deze zijn in kaart gebracht via terreinbezoeken en desktopcontroles van o.a. luchtbeelden en landbouwgebruikspcelen. Een deel van de informatie is echter afkomstig vanuit oudere observaties, waardoor een deel van de informatie sterk verouderd is. Figuur 21 (boven) toont het jaar van herkomst van de kartering van de BWK – toestand 2023. Hieruit blijkt dat een groot deel van de oppervlakte al in kaart werd gebracht voor 2007. Voor de subset van KLE die opgenomen zijn in de BWK is dit aandeel dat voor 2007 werd gekarteerd nog hoger (Figuur 21 - onder). Een bijkomend nadeel van de BWK is dat de kleine landschapselementen vaak worden ingetekend als onderdeel van een complex van verschillende biotopen. In totaal zijn er in de BWK – toestand 2023 zo’n 238.000 polygonen (goed voor zo’n 280.000ha) waarin een klein landschapselement voorkomt, al dan niet in complex met een ander biotoop. Indien rekening wordt gehouden met de ingeschatte oppervlakte die de verschillende karteereenheden innemen binnen het complex (zie De Saeger et al., 2023), gaat het slechts om iets meer dan 113.000ha aan kleine landschapselementen.

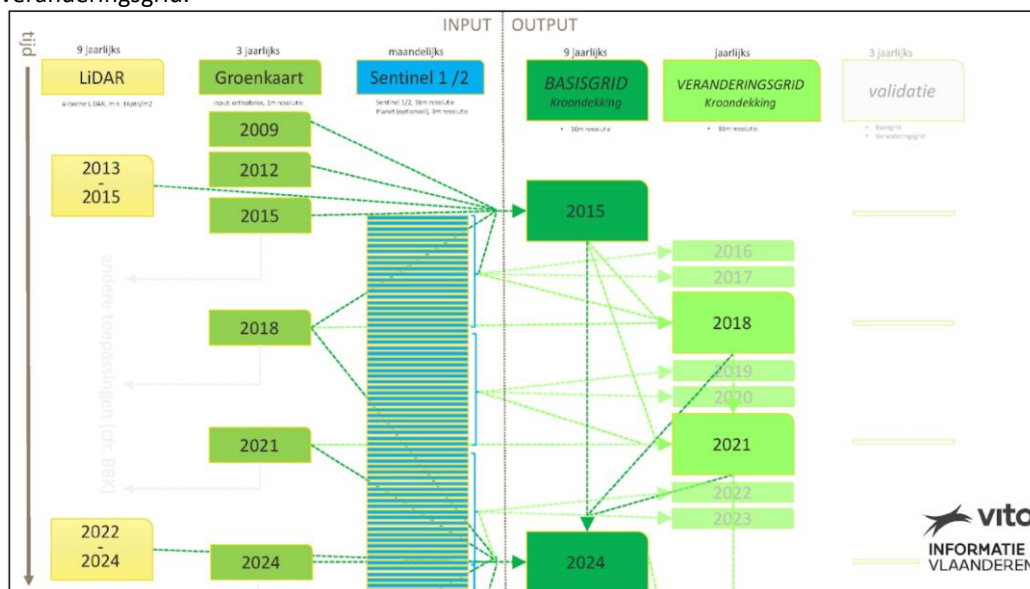


Figuur 21: Herkomstperiode van de BWK-kaart voor heel Vlaanderen, exclusief het bebouwd gebied (Bron: De Saeger et al., 2023) (boven) en herkomstperiode van de KLE die zijn opgenomen in de BWK 2023 (onder)

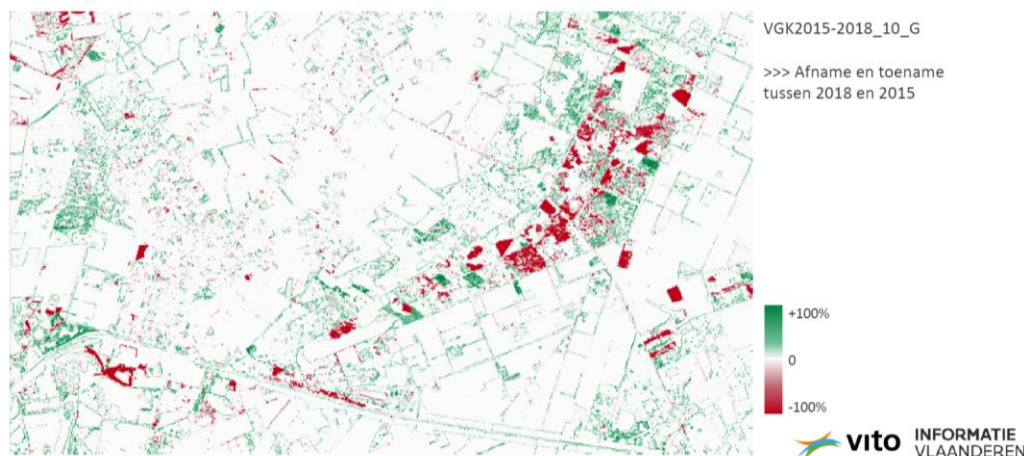
- Grachtenkaart²⁰: product in ontwikkeling bij VMM, EODaS (Digitaal Vlaanderen) en VITO waarin aan de hand van AI, toegepast op het Digitaal Hoogtemodel, de Vlaamse Hydrografische Atlas (VHA) en het GRB, grachten op een zeer gedetailleerde manier in kaart gebracht worden. De resultaten van de ontwerpkaart worden momenteel gevalideerd door de lokale besturen en zijn nog niet publiek beschikbaar.
- Kruinbedekking en kruinafname: set van producten werd ontwikkeld door EODaS (Digitaal Vlaanderen) en VITO op vraag van INBO en partners binnen het beleidsdomein Omgeving. Het begrip "kruinbedekking" wordt hierbij beschouwd als 'de zone bedekt door (boom)kruinen en van bovenaf gezien door remote sensing technieken'. Kruinafname is het verdwijnen van kruinbedekking doorheen de tijd (bv. als gevolg van kap of afsterven van bomen). In de eerste plaats werd een Basisgrid Kruinbedekking (toestand 2015) aangemaakt aan de hand van een

²⁰ <https://vmm.vlaanderen.be/projecten/lokaal/validatie-grachtenkaart>

combinatie van luchtbeelden, LiDAR data en de groenkaart. Het basisgrid is beschikbaar op 1m²¹ en 10m resolutie²². Dit basisgrid werd vervolgens gebruikt als basis om kruinbedekking te monitoren en om machine learning netwerken te trainen op satellietdata met een hogere temporele resolutie (Sentinel 1 & 2). Op die manier werden jaarlijkse en 3-jaarlijkse veranderingsproducten uitgewerkt met een resolutie van 10m. De datasets ontwikkeld voor periode 2015-2018 en 2018-2021²³ worden publiek beschikbaar gesteld. Figuur 22 toont het schematisch overzicht van de combinatie van de verschillende datalagen tot het basisgrid en veranderingsgrid.



VERANDERINGSGRID KRUINBEDEKKING (2018 & 2021)



Figuur 22 Schematisch overzicht methode aanmaak basisgrid kruinbedekking en veranderingsgrid (boven) en uitsnede van het veranderingsgrid 2018-2021 (onder)

- Copernicus High Resolution Layer Tree Cover Density²⁴: rasterlaag die beschikbaar is voor heel Europa voor 2012, 2015 en 2018 op basis van Very-high Resolution satellietbeelden (VHR) met een resolutie van 20 m in 2012 en 2015 en 10 m in 2018. Deze dataset bevat, net zoals de dataset 'gedetailleerd groen' boomkruinen en drukt deze uit als het aandeel boomkruinbedekking per pixel.

²¹ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/basisgrid-kruinbedekking-vlaanderen-1m-resolutie-opname-2015>

²² <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/basisgrid-kruinbedekking-vlaanderen-10m-resolutie-opname-2015>

²³ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/veranderingsgrid-kruinbedekking-vlaanderen-10m-resolutie-2018-2021-continue-versie>

²⁴ <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-tree-cover-density>

Tabel 2 geeft een overzicht van deze verschillende databronnen. In functie van de voorliggende case wordt een test uitgevoerd over hoe met deze gedetailleerde datalagen kan worden omgegaan in het landgebruiksbestand aan de hand van een tussentijds beschikbare data laag van gedetailleerd groen (beta-versie).

Tabel 2: Overzicht databronnen groene en blauwe ruimte in Vlaanderen

Databron	Types groene en blauwe ruimte	Type geo-data / Ruimtelijke resolutie	Periodiciteit	Temporeel bereik	Geografisch bereik
Groenkaart	3 categorieën: Hoog groen (>3m), laag groen (<3m), landbouwpercelen	Raster - 1m	3-jaarlijks	2012-2015-2018-2021-2024*	Vlaanderen (gebiedsdekkend)
CLC+	7 categorieën groene en blauwe ruimte: Needle leaved trees, Broadleaved deciduous trees, Broadleaved evergreen trees, Low-growing woody plants, permanent herbaceous, lichens and mosses en water	Raster – 10m	3-jaarlijks	2018-2021	EU + VK
Dataset gedetailleerd groen	5 categorieën van groenobjecten met hoogte 70cm-3m, 3-6m, 6-12m, 12-20m, 20-100m	Groenobjecten: Vector (polygonen) Hoogte: Raster – 25cm	eenmalig	2013/2015	Vlaanderen (gebiedsdekkend)
Landschapselementen op of aangrenzend aan landbouwgebruikspercelen	7 categorieën KLE: boom, bomengroep, bomenrij, haag, houtkant, haagbomenrij, struikboom	Vector (polygonen)	eenmalig	2013/2015	Vlaanderen (contouren landbouwpercelen 2015)
Kleine landschapselementen Biologische Waarderingskaart	Meerdere categorieën KLE: taluds, veedrinkpoelen, muurvegetatie, bomenrijen, houtkanten en houtwallen, holle wegen en lijnvormige begroeiing	Vector (polygonen met complexen)	Continue bijhouding	1997-2023	Vlaanderen (gebiedsdekkend)
Grachtenkaart	1 type: grachten	Vector (lijnen)	eenmalig	2013/2015	Vlaanderen (gebiedsdekkend)
Kruinbedekking (BGK)	1 categorie: Boomkruinen	Raster – 1m, 10m	Jaarlijks (niet-publiek), 3-	2015-2021	Vlaanderen (gebiedsdekkend)

			jaarlijks (publiek)		
Copernicus High resolution Small woody features	1 categorie: hoog groen structuren > 200m ² en < 5000m ²	Vector (polygonen) Raster – 5m	3-jaarlijks	2015-2018- 2021*	EU + VK
Copernicus High resolution Tree cover	1 categorie: Boomkruinen	Raster – 1m, 10m	3-jaarlijks	2012-2015- 2018	EU + VK

* in opmaak

4.2.3 Kaartlaag ‘Gedetailleerd groen’ in het landgebruiksbestand

De producten ‘Gedetailleerd groen’ zijn momenteel nog in ontwikkeling bij Digitaal Vlaanderen. Binnen deze studie kon gebruik worden gemaakt van een beta-versie van het product in een gebied van 4x4 km rond Harelbeke. Om die reden focust de praktijkoefening op die regio.

Om de data laag te ontwikkelen, wordt gebruik gemaakt van verschillende bronbestanden waaronder het digitaal hoogtemodel (DHMV-II), de Landbouwgebruikspercelen 2015, de zomerluchtopnamen 2015 en zowel het historisch GRB 2015 als het actueel GRB. Objecten uit het GRB en de landbouwinfrastructuur (gebouwen) worden gebruikt als masker waarin geen groen op de grond kan voorkomen. Overhangend (hoog) groen kan wel voorkomen binnen dit masker.

Het resultaat werd reeds vergeleken met de Groenkaart Vlaanderen en kruinafnamekaart om weer te geven (als attriboot) waar waarschijnlijk groen is verdwenen sinds 2015 (= referentietoestand gedetailleerd groen). Omgekeerd (‘waarschijnlijk nieuw groen’) wordt niet in beschouwing genomen.

Het product bestaat uit verschillende datalagen:

- Canopy Height Model (CHM): rasterkaart op 25 cm met hoogte van de bedekking van hoog groen
- Kruinen: polygonen (hoogte > 3 m) met o.a. gemiddelde en maximale hoogte als velden (groene contouren op Figuur 19)
- Kruintoppen: punten (1 tot meerdere per kruin) met de maximale hoogte als veld (puntlocaties met hoogte op Figuur 19)
- Lage vegetatie: polygonen (met vegetatie tussen 70 cm en 3 m hoogte) met o.a. gemiddelde en maximale hoogte als velden (gele contouren op Figuur 19)

➔ Verwerking van de brondata in functie van de landgebruikskaart

Wanneer deze vectordata voor heel Vlaanderen gepubliceerd worden, dan kunnen deze gebruikt worden in het landgebruiksbestand. Een aandachtspunt hierbij is dat doordat het Digitaal Hoogtemodel enkel beschikbaar is voor de referentieperiode 2013-2015, er op dit moment slechts één versie van de kaartlaag met gedetailleerd groen kan worden opgemaakt. Deze zou dus niet in alle jaargangen van het landgebruiksbestand kunnen worden opgenomen of er zou nog een verwerkingsstap op moeten gebeuren om verdwenen kruinen of laag groen te verwijderen en een inschatting over mogelijk nieuwe kruinen/laag groen toe te voegen.

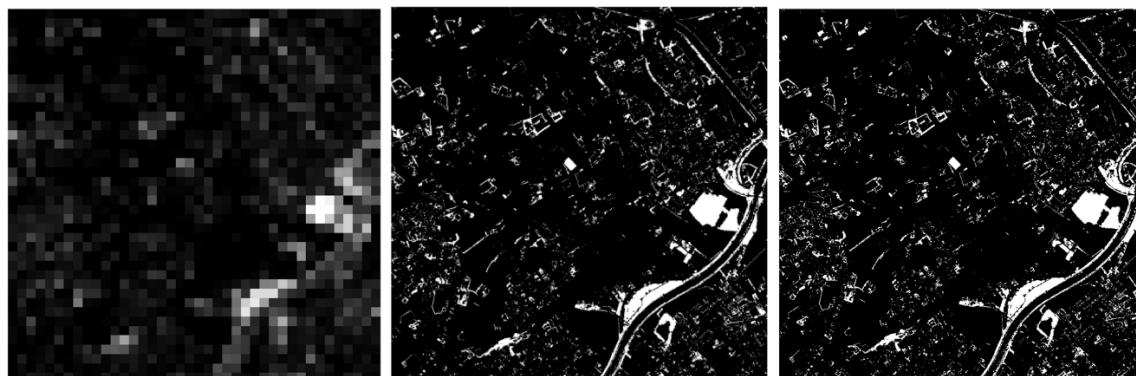
De data kunnen rechtstreeks, in de vorm van bv. een API op de vectordata (polygonen, puntdata), worden opgenomen in de bestaande databank van het landgebruiksbestand. Naast de reeds beschikbare data, kan hier ook nog bijkomend gedacht worden aan het berekenen van lijnelementen om kleine landschapselementen (hagen, bomenrijen) in kaart te brengen. Bij de lage vegetatie zouden dit de middellijnen kunnen zijn van polygonen met een grote verhouding tussen omtrek en oppervlakte (drempelwaarde te onderzoeken). Bij de hoge vegetatie kan er gezocht worden naar een lineaire reeks van kruinpolygonen. In dat laatste geval moet er bepaald worden vanaf wanneer een reeks kruinen lang genoeg is en voldoende dichtbij elkaar staat. Deze aanpak wordt momenteel door EODaS (Digitaal Vlaanderen) onderzocht in een proof-of-concept in opdracht van Agentschap Natuur en Bos (ontwikkeling KLE-kaart voor Vlaanderen). Dit zou eventueel een mogelijkheid bieden om de lengte van de KLE's te kunnen vergelijken met deze van historische KLE's zoals gerapporteerd door De Vroey et al. (2024). Een dergelijke vergelijking zou wel rekening moeten kunnen houden met verschuivingen naar aangrenzende pixels tussen de verschillende producten.



Figuur 4-4 Van gedetecteerde houtkanten (polygonen) naar lijnen en dan naar lijndensiteit (Ferrariskaart)

Figuur 23 Lengte van houtkanten aan het einde van de 18^e eeuw (De Vroey et al., 2024)

Daarnaast kunnen de originele vectorlagen ook worden omgezet naar **rasterkaarten** met verschillende resoluties (Figuur 24). Dit kan door de boomkruinbedekking te berekenen, op eenzelfde manier als in de Europese Copernicus Tree Cover Density rasterkaart. Op 1m resolutie volstaat het wellicht om de aanwezigheid of afwezigheid van een boomkruin te detecteren (0 of 100% boomkruinbedekking), terwijl op hogere schaalniveaus de bedekkingsgraad ergens tussen de 0 en 100% zal liggen.



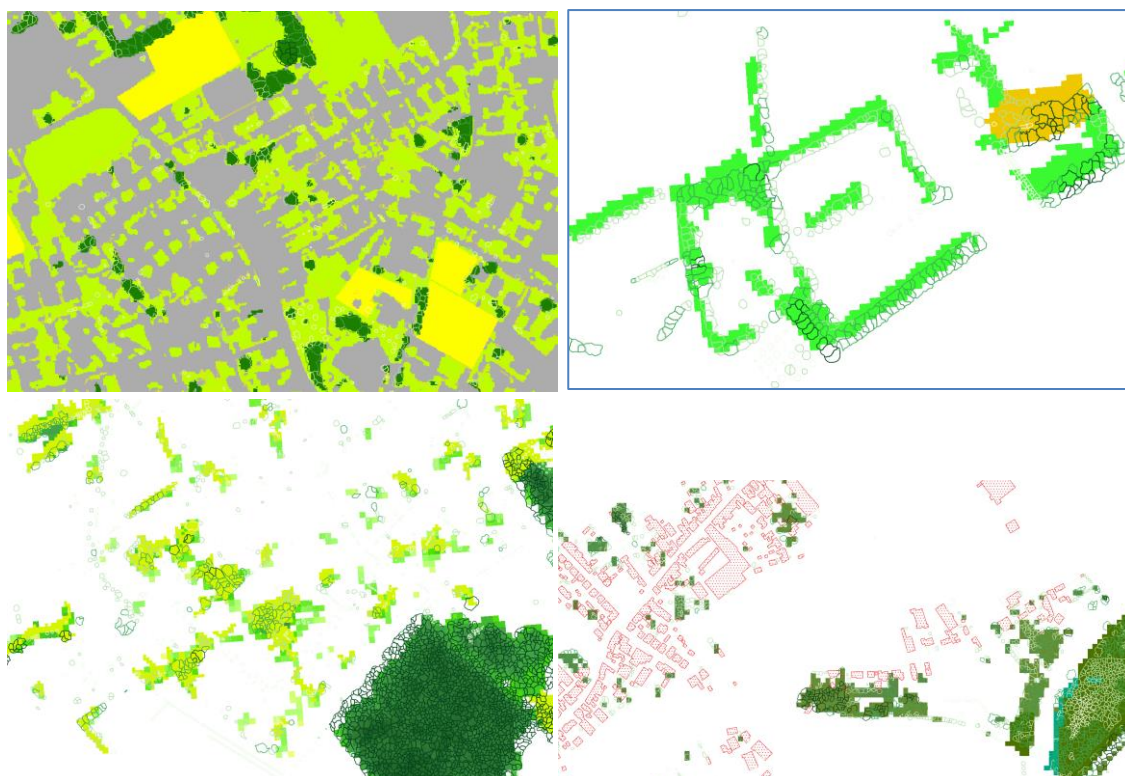
Figuur 24 Gemiddelde boomkruinbedekking per rastercel op verschillende resoluties: a) 100m, b) 10m en c) 1m: zwart: 0% boomkruinbedekking – wit: 100% boomkruinbedekking

Het is verder ook mogelijk om bepaalde **kenmerken** over het gedetailleerd groen op een gewenste resolutie te verrasteren in de vorm van indicatoren. Zo kan gedacht worden aan gemiddelde bedekking door kruinen of door laag groen op verschillende resoluties. Het aantal kruintoppen (Figuur 25) of de gemiddelde of maximale hoogte van kruinen (Figuur 26) binnen een cel kan ook berekend worden.

Uit Figuur 25 en Figuur 26 blijkt dat vooral de informatie op 10 m (de huidige resolutie van de landgebruikskaart) het meest zinvol lijkt om zulke informatie samen te vatten. Grotere cellen kunnen eventueel wel dienen als input voor modellering van grote gebieden, maar bieden visueel minder meerwaarde. Op een fijne resolutie zoals 1 m gaat dan weer het voordeel van een rasterkaart (namelijk compact in data-opslag en mogelijkheid om continue waarden te visualiseren) verloren, waardoor er ook weinig meerwaarde is t.o.v. de originele vectordata.



Figuur 25. Aantal kruintoppen verrasterd op verschillende resoluties: a) 100 m (max. 275 kruintoppen), b) 10 m (max. 10 kruintoppen), c) 1 m (max. 1 kruintop), en d) originele vectordata.



Figuur 27. Vergelijking tussen de dataset 'gedetailleerd groen' en de Groenkaart 2015 (boven, links), de Small Woody Features 2015 (boven, rechts), de Copernicus Tree density (onder, links) en de verschillende types hoog groen in de bestaande landgebruikskaart 2016 (onder, rechts)

Tabel 3: Oppervlakte (ha) boomkruinbedekking volgens de resultaten van de POC gedetailleerd groen (voor het testgebied rondom Harelbeke) in de verschillende categorieën van het landgebruiksbestand 2013 niveau 1 (landgebruikscategorieën met hoog groen zijn in het groen aangeduid)

Landgebruiksbestand 2013 (niveau 1)	Oppervlakte boomkruinbedekking in POC gedetailleerd groen (ha)	% van totale oppervlakte boomkruinbedekking
Ruigte en struweel	0,68	0%
Loofbos	22,92	17%
Populieren	2,99	2%
Naaldbos	0,09	0%
Alluviaal bos	0,54	0%
Halfnatuurlijk grasland	0,06	0%
Heide	0,00	0%
Kustduin	0,00	0%
Moeras	0,22	0%
Slik en schorre	0,00	0%
Akker	3,15	2%
Niet geregistreerde landbouw	0,00	0%
Hoogstam boomgaard	0,00	0%
Laagstam boomgaard	0,07	0%
Tijdelijk grasland	1,07	1%
Overige bossen	10,68	8%
Blijvend grasland	8,70	6%

Tabel 4: Vergelijking van de oppervlakte (ha) hoog groen in Vlaanderen in 2018 tussen meerdere databronnen op 10 m resolutie

Bron	Oppervlakte (ha)	Oppervlakte (%)
Copernicus (Tree Cover Density 2018 + Small Woody Features 2018)	226.437	16,5%
BasisGrid Kruinbedekking 2018	231.798	16,9%
Groenkaart 2018	250.573	18,3%
CLC+ (selectie woody vegetations)	263.580	19,2%
Landgebruikskaart 2019 (selectie hoog groen, cfr. Tabel 3)	216.495	15,8%

➔ **Tijdsreeks gedetailleerd groen**

Zoals eerder vermeld is de dataset ‘gedetailleerd groen’ enkel beschikbaar voor de referentieperiode 2013-2015. Beleidsdoelen zijn echter vaak gericht op verschillen of veranderingen in de tijd (bv. aantal hectaren bijkomend bos). Op basis van het ‘VeranderingsGrid Kruinbedekking’ (VGK) kan een inschatting worden gemaakt over locaties waar kruinen verdwenen of gegroeid zijn sinds 2013-2015. Eveneens is het mogelijk om de wijzigingen in groen te vergelijken tussen het landgebruiksbestand, de groenkaart en het VeranderingsGrid Kruinbedekking tussen bijvoorbeeld 2015 en 2018 (Tabel 5). De verschillende Europese datasets (tree cover density en CLC+) laten een vergelijking tussen 2015 en 2018 niet toe omdat de methode om het groen in kaart te brengen werd gewijzigd, waardoor een analyse in de tijd geen betrouwbare resultaten geeft.

Tabel 5: Vergelijking van de trend in oppervlakte (ha) hoog groen in Vlaanderen tussen 2015 en 2018 in meerdere databronnen op 10 m resolutie

Bron	Oppervlakte 2015 (ha)	Oppervlakte 2018 (ha)	Nieuw hoog groen (ha)	Verdwenen hoog groen (ha)
VeranderingsGrid Kruinbedekking (VGK)	231.196	231.798	11.584	10.982
Groenkaart (1 m resolutie)	246.992	250.573	27.092	23.511
Landgebruikskaart 2016-2019 niveau 1	216.333	216.495	17.131	16.969

De oppervlakte hoog groen neemt in alle datalagen licht toe tussen 2015 en 2018. De Groenkaart heeft duidelijk de grootste wijzigingen alsook de grootste schommelingen. Dit is te wijten aan het feit dat de dataset is gebaseerd op luchtfoto's die een momentopname weergeven tijdens het zomerseizoen. Het VeranderingsGrid Kruinbedekking is een heel stuk stabiel, allicht door het gebruik van data uit meerdere jaren. De landgebruikskaart is in grote lijnen gebaseerd op de Groenkaart, alleen zijn de wijzigingen hier iets beperkter door de generalisatie, zoals hierboven reeds vermeld. Toch zijn de schommelingen nog steeds groter dan in bijvoorbeeld het VGK, alhoewel dit VGK vollediger is qua oppervlakte en meer kleine structuren bevat.

5 Samenvatting van de resultaten van het onderzoek tot type-oplossingen

5.1 Bespreking type-oplossingen

Op basis van de gebruikersnoden uit onderdeel 1 en de bestaande oplossingen die werden verkend in onderdeel 2 kunnen zeven type-oplossingen voor de landgebruikskaat Vlaanderen worden voorgesteld. Deze type-oplossingen kunnen elk op verschillende manieren worden geïmplementeerd. De verschillende varianten sluiten elkaar hierbij niet uit en kunnen naast elkaar bestaan of gecombineerd worden. Tabel 6 geeft het overzicht van deze type-oplossingen en hun mogelijke uitwerking (variant). In wat volgt zullen deze type-oplossingen verder worden besproken en geconcretiseerd. Voor elke variant worden bovendien de belangrijkste voor- en nadelen besproken die naar boven kwamen tijdens de workshop die werd georganiseerd met verschillende experts en gebruikers van de kaart.

Tabel 6 Overzicht van de voorgestelde type-oplossingen

Type-oplossing	Variant
1. Opmaak standaardtaal	a) EAGLE-datamodel
	b) Eigen semantisch datamodel
	c) Tag-model
2. Toevoegen attributen	a) In aparte kaart- of datalagen
	b) Als 'attribuut' in attributentabel van pixels/polygonen
3. Beschikbaar stellen landgebruikskaat en onderliggende informatie	a) Download bestaande databank
	b) Toegang databank via API
	c) Portaal met analysemogelijkheden (cfr. DOV)
4. Opname (nieuwe/kleinschalige) vectorelementen	a) Vectordatabank verspreiden
	b) Fijnschalige rasterkaarten berekenen en publiceren
5. Opmaak landgebruiksveranderingskaarten	a) Inconsistente veranderingen detecteren
	b) Veranderingskaarten opmaken via satellietbeelden/AI
	c) Waarschijnlijkheidskaarten
6. Aanduiding tijdelijke wijzigingen	a) Als attributen (karakteristieken)
	b) Landgebruikskaarten met hoge frequentie aanmaken (voor bepaalde categorieën)
7. Aanduiden van onzekerheidsklassen	a) Validatie van de afzonderlijke kaarten
	b) Validatie van landgebruiksveranderingen
	c) Onzekerheidskaart opmaken o.b.v. inschatting onzekerheid gerelateerd aan brondata

5.1.1 Opmaak van een 'standaard-taal' voor de landgebruikskaat

Deze type-oplossing houdt een standaardisering in van de 'taal' die gebruikt wordt om landgebruikscategorieën te definiëren en beschrijven. Dit moet toelaten om voldoende flexibiliteit te bieden om te kunnen voldoen aan de verschillende rapporteringsverplichtingen. Bovendien moet deze

Er zijn drie mogelijke manieren waarop deze type-oplossing kan worden gerealiseerd:

- ### 5.1.2 Toevoegen van attributen in de landgebruikskaat

Er werden twee mogelijke manieren besproken waarop dit zou kunnen worden uitgerold:

- 64

5.1.3 Beschikbaar stellen van de landgebruikkaart en de onderliggende informatie

Momenteel wordt enkel de finale landgebruikskaart met 19 categorieën publiek verspreid. Gebruikers van de landgebruikskaart zien enkel deze 19 categorieën, maar weten niet altijd welke data onderliggend aanwezig zijn en eventueel opgevraagd kunnen worden om te gebruiken in hun eigen toepassingen. Deze onderliggende datasets en tussenproducten zouden ook beschikbaar kunnen worden gesteld op verschillende manieren. Hierbij kan worden overwogen of deze tussenproducten en onderliggende datasets daarnaast nog moeten worden verrijkt met extra data die nuttig kunnen zijn in functie van bepaalde toepassingen of rapportages (bv. bepaalde attributen waar regelmatig naar wordt gevraagd zoals hoogte van bomen, ...).

Om de datasets ter beschikking te stellen, werden drie oplossingsrichtingen geformuleerd, met een toenemende mate van complexiteit:

- a) Ter beschikking stellen van bestaande databanken met tussentijdse resultaten via download. Om de bestaande landgebruikskaart op te bouwen, wordt reeds gewerkt met een databank (zie tekstkader in paragraaf 3.2.3) die ter beschikking zou kunnen worden gesteld. Momenteel gebeurt dat niet actief, maar worden datalagen uit deze databank bezorgd aan gebruikers op vraag. Nadeel van het volledig downloadbaar maken van de databank is dat dit over zware producten gaat en dat ze, op dit moment, te weinig metadata bevatten om er goed mee aan de slag te kunnen gaan. Daarnaast zouden alle tussenproducten ook moeten worden vervangen iedere keer er een nieuwe versie wordt gemaakt van de landgebruikskaart. Voordeel is dat de gebruiker (als hij voldoende vertrouwd is met het werken met kaartlagen) dan gemakkelijk de onderliggende datalagen kan consulteren.
- b) Toegankelijk maken van de databank via een API. Dit kan bv. gebeuren via bestaande systemen (bv. wms/wfs in Geopunt). Voordeel van zo'n aanpak is dat je deze api's zou kunnen afstemmen met deze van andere producten (bv. vergunningendatabank, ...) waardoor het uitwisselen van data tussen verschillende systemen efficiënt kan verlopen. Nadelen van zo'n systeem zijn dezelfde als voor een download.
- c) Data toegankelijk maken binnen een webportaal, eventueel met extra analysemogelijkheden. We denken dan aan een platform zoals DOV (zie Bijlage A 7.1.1), CLC+Core (zie Bijlage A 7.2.2) of Terrascope (zie Bijlage A 7.4.4). Voordeel van zo'n systeem is dat het de landgebruikskaart en -data sterk in de markt kan zetten en de mogelijkheid geeft aan de gebruikers om de kaartlagen specifiek te bevragen en analyseren. Aandachtspunt hierbij is dat de gegevens momenteel ook al worden verspreid via o.a. Geopunt en [Provincies.inCijfers](#), waarnaar een deel van de gebruikers hun weg al goed kennen. Er zijn op dit moment m.a.w. al veel portalen en tools beschikbaar. De bestaande platforms bevatten echter geen analysemogelijkheden. Belangrijkste nadeel van deze oplossingsrichting zijn de middelen die nodig zijn voor het opzetten en onderhouden van zo'n portaal.

5.1.4 Opname van kleinschalige vectorelementen

De huidige landgebruiksk kaart wordt verspreid als een rasterkaart met een 10x10m² resolutie. Werken met
 fijschalige vectordata op een zinvolle manier kan op verschillende manieren:

- ➔ Rechtstreeks via de vectordatabank verspreiden. Dit sluit aan bij de paragraaf 5.1.3: indien de onderliggende databanken beschikbaar worden gesteld, kan dit meteen gebeuren samen met de beschikbare fijschalige vectordata. Belangrijkste aandachtspunt hierbij is dat indien de verschillende databronnen afzonderlijk worden verspreid, ze soms inconsistenties kunnen bevatten t.o.v. elkaar, veroorzaakt door een verschil in karteerperiode, ruimtelijk detail/schaalniveau, karteermethode, positionele onzekerheid, ... Dit wordt aangetoond in het praktijkvoorbeeld rond gedetailleerd groen (paragraaf 4.2). Belangrijkste nadeel van deze aanpak is, zoals reeds vermeld in paragraaf 5.1.3, dat dit op het vlak van data-opslag belangrijke uitdagingen met zich meebrengt om zo'n vectordatasets werkbaar te houden voor eindgebruikers (topologie van de polygonen).
- ➔ Fijschalige rasterkaarten berekenen vertrekkende van de vectordata en deze publiceren. Een andere werkwijze, die meer aansluit en compatibel is met de huidige werkwijze voor de aanmaak en publicatie van de landgebruikskaart, is het verrasteren van de fijschalige gegevens naar een fijner rasterformaat (bv. $1 \times 1 \text{ m}^2$) en deze samen met de andere databronnen opnemen in een fijschalige landgebruikskaart. Voordeel van zo'n fijschalige rasterdata is dat deze werkbaarder

- Vaste resoluties (bv. 1m, 10m, 50m) berekenen en publiceren.
- Fijnschalige rasterkaart berekenen en publiceren en daarnaast een service voorzien om kaarten automatisch te genereren op gewenste resoluties vanaf het resultaat op fijne resolutie (met beslisbomen).
- Geen rasterkaarten vooraf berekenen, maar enkel een service om rasterkaarten automatisch te genereren op de gewenste resoluties, rechtstreeks vanaf de brondata.

5.1.5 Opmaak landgebruiksveranderingskaarten

De oplossingsrichtingen die toepasbaar zijn op de landgebruikskaart zijn:

- a) Inconsistentente veranderingen detecteren (en eventueel wegwerken). Deze methode houdt in dat de consistentie van de kaarten in de tijd wordt gecheckt. Indien een bepaald landgebruik op tijdstip t afwijkt van $t+1$ en $t-1$, kan dit als onwaarschijnlijk worden bestempeld. Doordat de landgebruikskaart intussen over een redelijke tijdsreeks (3-jaarlijkse kaarten sinds 2013) beschikt, is deze toepassing haalbaar. Nadeel is dat deze niet kan worden toegepast voor alle categorieën. Bepaalde landgebruikscategorieën kunnen op 3-jaarlijkse basis wijzigen (bv. afbraak van een woning en hernieuwbouw, wijziging van functies binnen de bebouwde omgeving). Deze temporele check zal dus zeker niet op alle categorieën kunnen worden toegepast.
- b) Veranderingen detecteren via satellietbeelden. Dit houdt in dat er eerst veranderingskaarten worden gemaakt op basis van satellietbeelden (bv. door het gebruik van AI in een gerichte percelenmonitoring²⁵, of via andere detectiemethoden). Vervolgens kan worden gekozen om de landgebruikscategorieën enkel te wijzigen op locaties waar een verandering werd gedetecteerd en op andere locaties constant te houden. Een andere werkwijze is om deze veranderingsdetectie louter te gebruiken als proxy-data om bv. waarschijnlijkheidskaarten te maken (zie punt 3) of de kaarten te valideren. Nadeel is dat vanuit satellietdata wel bodembedekkingsveranderingen kunnen worden afgeleid, maar niet alle landgebruiksveranderingen (bv. verschuivingen tussen functies in de bebouwde ruimte, gebruik van open ruimte voor recreatie enz.). Deze methode zal dus niet bruikbaar zijn voor alle types van veranderingen op de kaart.
- c) De waarschijnlijkheid van veranderingen in kaart brengen op basis van verschillende databronnen. Hierin worden veranderingskaarten vanaf verschillende databronnen met elkaar gecombineerd. Indien de verschillende databronnen elkaar tegenspreken, is de waarschijnlijkheid van een verandering lager. Hierbij kan rekening gehouden worden met de kwaliteit van de databronnen (positionele en categorische onzekerheid, zie paragraaf 5.1.7). Vervolgens kan, zoals bij de tweede optie, al dan niet worden gekozen om de meest waarschijnlijke veranderingen op kaart te zetten of de waarschijnlijkheidskaart louter als extra product/datalaag naast de landgebruikskaarten te publiceren. Indien de waarschijnlijkheidskaarten worden gebruikt om veranderingen te karteren, moet een drempelwaarde worden gekozen. Nadeel hiervan is dat er op deze manier minder helder kan worden gecommuniceerd over de veranderingen. Afhankelijk van de gekozen

66

drempelwaarden, komen er meer of minder veranderingen voor op kaart (zie bv. in de proof-of-concept rond ontkruiding in paragraaf 4.2.1).

5.1.6 Aanduiding tijdelijke wijzigingen

Deze type-oplossing gaat over het bijhouden van tijdelijke wijzigingen in de databank van de landgebruikskaat. Het kan bv. gaan over vaststellingen die zijn gebeurd aan de hand van satellietbeelden: waar is bosbrand geweest / waar is iets overstroomd / ...? Maar ook om tijdelijke evenementen (festivals, markten, sportevenementen, ...) die worden bijgehouden in databanken zoals het vergunningenregister.

Er werden twee manieren besproken waarop dit kan worden geïmplementeerd:

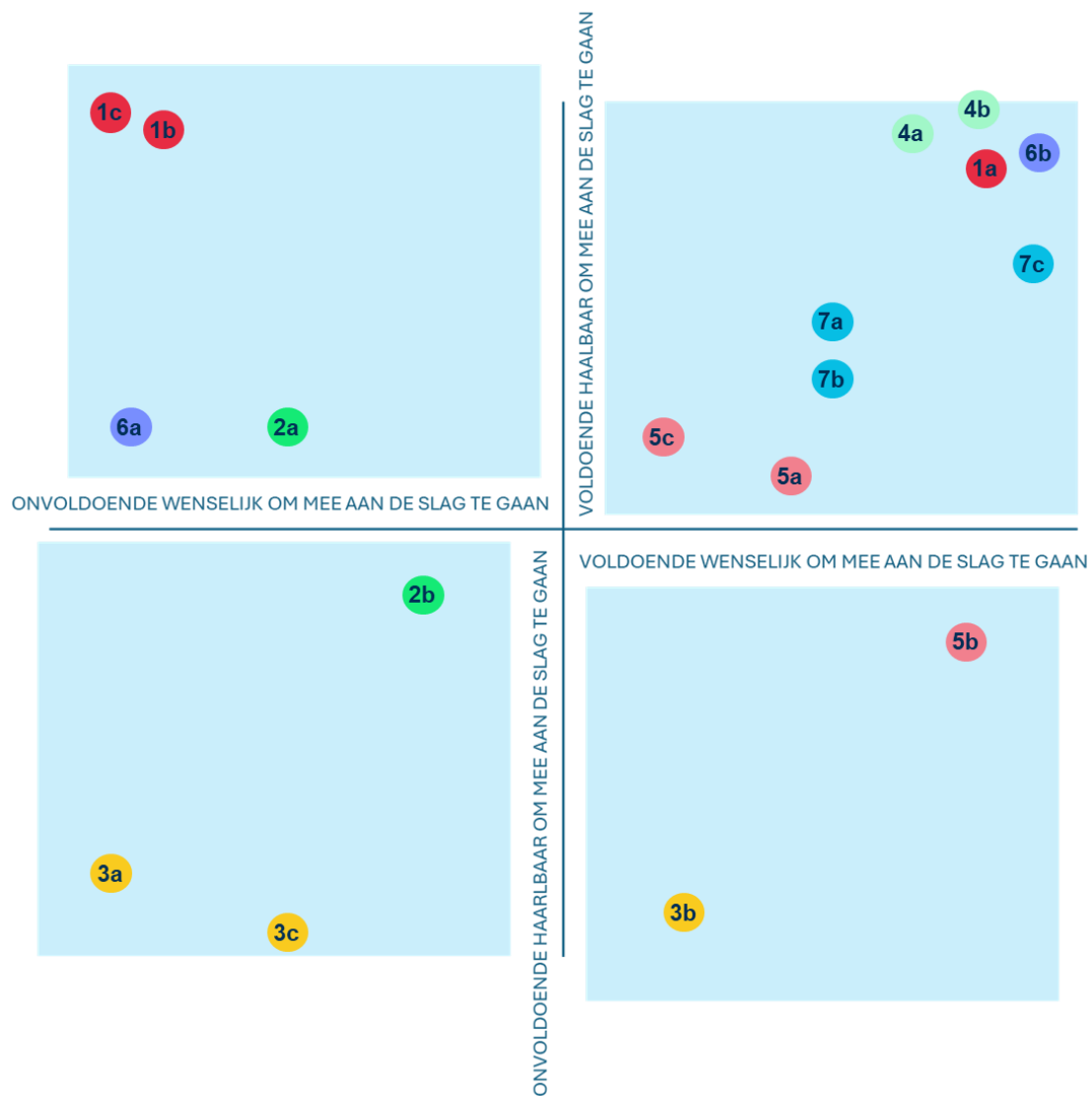
- a) Als attributen of karakteristieken van bepaalde locaties of landgebruikscategorieën. Dit sluit aan bij het toevoegen van karakteristieken aan de kaart (paragraaf 5.1.2), met dezelfde voor- en nadelen.
- b) Landgebruikskaarten met zeer hoge frequentie aanmaken (eventueel enkel voor bepaalde categorieën of locaties). Voordeel van zo'n werkwijze is dat, wanneer de data beschikbaar zijn, het technisch vaak mogelijk is om ze ook op kaart te zetten. Zo kan voor bepaalde tijdelijke activiteiten die vergunningsplichtig zijn (bv. festivals, evenementen) met de vergunningendatabank worden gewerkt. Indien deze gegevens samen ontsloten zouden worden, kunnen ze ook worden geconsulteerd bij specifieke vragen (zie paragraaf 5.1.3, opties 2 en 3).

5.1.7 Aanduiden van onzekerheidsklassen

Deze type-oplossing houdt in dat onzekerheidsklassen voor elk van de landgebruikscategorieën en/of landgebruiksveranderingen worden berekend en gerapporteerd.

Verschillende opties worden besproken, deze verschillende opties kunnen naast elkaar gebruikt worden en worden gecombineerd:

- a) Validatie van de afzonderlijke landgebruikskaarten. Dit gebeurt op vandaag al in beperkte mate (zie tekstkader in paragraaf 3.2.7), maar nog niet volgens de standaarden die in de meeste andere toepassingen worden gehanteerd. Hiervoor is het nodig om een sampling procedure op te zetten of om bestaande samples verzamelen en gebruiken. Voordeel is dat de werkwijze die gevolgd kan worden voor zo'n validatie is zeer duidelijk beschreven en veelvuldig toegepast in de literatuur (zie Olofsson et al., 2014). Nadeel is dat het opzetten en uitvoeren van zo'n validatie aan de hand van een voldoende grote sample dataset, voor veel categorieën, relatief veel tijd en middelen vraagt. Er bestaan echter heel wat opportuniteiten om dit gezamenlijk aan te pakken vanuit de verschillende monitoringstrajecten die vandaag al lopen of zullen worden uitgerold in de toekomst (bv. bodemkoolstofmonitoringsnetwerk CMON (Oorts et al., 2024), het FLEA-project).
- b) Validatie van de veranderingen. Ook deze methode werd in het verleden al uitgevoerd door INBO (zie tekstkader in paragraaf 3.2.7). Grootste nadeel in vergelijking met de validatie van de afzonderlijke landgebruikskaarten is dat er nog een groter aantal sample punten nodig is om elke type verandering te kunnen valideren met een voldoende hoge betrouwbaarheid. Een goede sample punten dataset moet immers voldoende punten bevatten in elk van de categorieën van verandering die voorkomen op de kaart. Eventueel kan worden beslist om enkel te focussen op veranderingen die belangrijk zijn voor een specifieke gebruikersnood (bv. veranderingen tussen LULUCF-categorieën).
- c) Onzekerheidskaart maken op basis van inschatting van de betrouwbaarheid van de brondata (en eventueel externe (Europese) databronnen). Dit houdt in dat verschillende brondata worden vergeleken en waar ze elkaar bevestigen, is de onzekerheid kleiner dan op locaties waar ze elkaar eventueel tegenspreken, vergelijkbaar met de werkwijze bij de waarschijnlijkheidskaarten in paragraaf 5.1.5. Hierbij kan een verschillend gewicht of belang worden toegekend aan de verschillende databronnen op basis van hun schaalniveau, updatefrequentie of eigen onzekerheid. Een voorbeeld is de Biologische Waarderingskaart waarvoor de kartering deels is gebaseerd op oude terreinwaarnemingen. Aan deze locaties zou een grotere onzekerheid kunnen worden toegekend dan aan locaties die recent werden gekarteerd. Nadeel is dat de onzekerheid van de verschillende databronnen niet altijd goed gekend en gerapporteerd is. Indien de kwaliteit van de brondata gekwantificeerd is op basis van een validatie, kan deze informatie worden gebruikt in de



Figuur 28 Inschatting van de wenselijkheid en haalbaarheid van de verschillende type-oplossingen (nummering, zie Tabel 6)

6 Leerlessen en aanbevelingen

Op basis van het onderzoek kunnen een aantal leerlessen worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen technische-inhoudelijke aspecten en organisatorische aspecten.

6.1 Technische en inhoudelijke aanbevelingen

Op basis van de inzichten die werden opgedaan tijdens het onderzoek en werden besproken tijdens de workshop met experts en gebruikers, kunnen vijf concrete acties worden gedefinieerd voor verdere technische en inhoudelijke ontwikkelingen aan de bestaande landgebruikskaart.

1. Maak werk van een **fijschalige rasterkaart** met landgebruik en een methode om deze op te schalen naar een resolutie van $10 \times 10 \text{ m}^2$. De meest haalbare en zinvolle resolutie lijkt hierbij een $1 \times 1 \text{ m}^2$ resolutie. Dit is de resolutie waarop de Groenkaart Vlaanderen beschikbaar is. Bovendien wordt deze resolutie momenteel reeds gebruikt in o.a. het Klimaatportaal.
2. Werk aan **meerdere eindproducten** die gepubliceerd kunnen worden, eerder dan één finaal eindproduct (landgebruikskaart) dat op vandaag 3-jarlijks wordt gepubliceerd. Voorbeelden van zulke eindproducten zijn o.a. een landgebruikskaart met een fijnere resolutie (zie punt 1), een op maat gemaakte landgebruikskaart die kan worden ingezet voor de monitoring van LULUCF, een op maat gemaakte landgebruikskaart die kan worden ingezet voor het monitoren van ecosystemerekeningen (cfr. FLEA-project), ... Hierbij is het belangrijk om oog te hebben voor de update-frequentie van de verschillende eindproducten aangezien de verschillende rapporteringsverplichtingen mogelijks een andere periodiciteit vragen dan de huidige 3-jarlijkse frequentie.
3. Maak werk van een vertaling van de landgebruikskaart (en eventuele andere eindproducten) naar het **EAGLE datamodel**.
4. **Ontwikkel een werkplan om onzekerheden beter in beeld te brengen**. Dit houdt in de eerste plaats in dat er een sampling procedure moet worden opgezet voor een referentiedataset. Daarnaast is het belangrijk om inzichten te krijgen in zowel geometrische onzekerheden als categorische onzekerheden, zeker indien de kaarten op een meer fijschalige resolutie worden ontwikkeld (zie punt 1).
5. Voer **verder onderzoek** uit naar de verschillende manieren om **veranderingen in kaart** te brengen. In het voorliggende onderzoek werden verschillende methodes voor het in kaart brengen van veranderingen behandeld. Geen enkele van deze methodes is echter rechtstreeks en volledig bruikbaar om te kunnen toepassen op alle verschillende types landgebruiksveranderingen. Er is daarom nood aan een gediversifieerde en/of gecombineerde aanpak voor de verschillende types landgebruiksveranderingen. Verder onderzoek naar een optimale methode is hierbij aangewezen.

6.1.1 Roadmap

Om een **roadmap** voor het uitvoeren van deze acties op te stellen, stellen we voor om te vertrekken vanuit de verschillende monitorings- en rapporteringsverplichtingen en -voornemens, die elk een min of meer heldere timing hebben. Hierbij starten we vanaf LULUCF en klimaatadaptatie, die de focus van deze opdracht uitmaken, maar bekijken we daarnaast ook een aantal andere Europese en Vlaamse beslissingen die een impact kunnen hebben op de toekomstige roadmap. Figuur 29 stelt de verschillende deadlines schematisch voor.

➔ LULUCF

Wat betreft de rapportering van de LULUCF-broeikasemissies maakt de IPCC-richtlijn een onderscheid tussen verschillende 'tiers' die een steeds hoger detailniveau van inschatting van de emissies inhouden:

- Tier 1: standaard methode met standaard parameterswaarden en een grove resolutie
- Tier 2: standaard methode met regio- of land-specifieke parameterwaarden (C-waarden) en een hogere temporele en ruimtelijke resolutie

- Tier 3: geavanceerde methodes, inclusief modellen en inventarisatiesystemen, aangedreven door data met hoge resolutie.

Momenteel mogen landgebruiksklassen en koolstofwaarden nog steeds grofmazig gerapporteerd worden (tier 1). Volgens de LULUCF-verordening van 2023²⁶, worden alle lidstaten echter verplicht om een Tier 2-methodologie toe te passen vanaf **2028** en een Tier 3 vanaf **2030**. Om de Tier 3-methodologie toe te passen, is het noodzakelijk om geografisch expliciete data te gebruiken voor het meten en rapporteren van landgebruiksveranderingen. Ook voor het berekenen van de effecten van beleidsmaatregelen op de LULUCF-emissies (prognoses) is het noodzakelijk om over nauwkeurig kaartmateriaal te beschikken. Dit vereist m.a.w. dat er tijdig een landgebruikskaart op maat van de LULUCF-rapportering wordt gemaakt. Dit zou een eerste nieuw eindproduct kunnen zijn waarvan sprake in de eerder vermelde actie 2.

De kaart ontwikkeld in paragraaf 4.1.3 kan hierbij als vertrekpunt worden gebruikt. Deze kaart bevat alle nodige categorieën voor de LULUCF-rapportage, heeft een voldoende hoge resolutie om te voldoen aan de Europese verplichtingen.

Wat betreft de LULUCF-rapportage is het opstellen van tijdsreeksen van landgebruiksveranderingen echter cruciaal. Er dient daarom op korte termijn ook te worden gefocust op het betrouwbaar in kaart brengen van veranderingen in deze LULUCF-landgebruikskaart. Het eerder vermelde verdere onderzoek naar het in kaart brengen van veranderingen (actie 5) zou zich dus in de eerste plaats moeten focussen op de zes LULUCF-categorieën.

Ook de onzekerheden gerelateerd aan de oppervlakte per LULUCF-categorie en oppervlakte veranderingen tussen de LULUCF-categorieën moeten worden gerapporteerd. Ook wat betreft de eerder vermelde actie 4 zou in de eerste plaats moeten worden gefocust op de zes LULUCF-categorieën en de veranderingen tussen deze categorieën. Een eerste stap hierbij is beoordelen of hiervoor een nieuwe, op maat gemaakte, dataset met referentiegegevens moet worden opgesteld, of de mogelijkheid bestaat om te vertrekken vanaf bestaande referentiedatasets, die zijn uitgewerkt in functie van bv. Het FLEA-project, het CMON-monitoringsnetwerk en de Europese LUCAS survey.

➔ **Klimaatadaptatie**

De Vlaamse Regering keurde in 2022 het Vlaams Adaptatieplan **2030** (VAP) goed. Dit plan moet Vlaanderen verder voorbereiden op de effecten van de klimaatverandering en dit zowel op korte termijn, tegen 2030, alsook op langere termijn, tegen 2050. Het plan bestaat uit 14 actiepunten, waarvan een aantal rechtstreeks gerelateerd zijn aan landgebruik/bodembedekking (o.a. Actiepunt A1 - Groenblauwe metamorfose van onze bebouwde kernen en A5 - Terugdringen van het ruimtebeslag en vrijwaren openruimte). De Vlaamse 'Taskforce Adaptatie' heeft als taak om de acties uit het VAP op te volgen en verder te concretiseren. Om verschillende van de actiepunten van het VAP 2030 te kunnen opvolgen, is op korte termijn een goede nulmeting nodig over o.a. groene ruimte en verharding op een fijn schaalniveau. Een aandachtspunt hierbij is dat het VAP niet juridisch bindend is en vooral is opgesteld als een beleidskader door de vorige Vlaamse regering. In de huidige legislatuur zal het plan worden geëvalueerd en geactualiseerd.

Ook het Lokaal Energie en Klimaat Pact (LEKP) en het Burgemeestersconvenant (Convenant of Mayers – Mayers Adapt) vereisen op korte termijn indicatoren om over de voortgang en effectiviteit van adaptatiemaatregelen te rapporteren. Gezien de kleinschaligheid van de meeste maatregelen, is het nodig om dit op een fijne schaal te kunnen meten.

In de voorstudie Monitoring- en Rapporteringssysteem Klimaatadaptatie die in 2024 werd uitgevoerd (Couderé et al., 2024) werden reeds een nulmeting uitgevoerd voor een aantal landgebruik gerelateerde indicatoren. Hiervoor werd gebruik gemaakt van bestaande fijschalige rasterkaarten zoals de jaarlijkse verhardingskaart en de groenkaart Vlaanderen, in combinatie met de bestaande landgebruikskaart op 10m resolutie. Deze indicatoren kunnen worden verbeterd door middel van een fijschalige versie van de bestaande landgebruikskaart (actie 1).

In de voorstudie worden daarnaast ook de beperkingen benoemd van de bestaande fijschalige datasets (o.a. Groenkaart Vlaanderen) om de evolutie van de totale oppervlakte groene ruimte te kunnen monitoren. Om meer gefundeerde uitspraken over de evolutie van groene ruimte te kunnen doen, is verder onderzoek naar de veranderingen op dit fijne schaalniveau noodzakelijk. Het eerder vermelde verdere onderzoek naar het in kaart brengen van veranderingen (actie 5) zou zich hiervoor dus kunnen focussen op veranderingen in de groene ruimte op een fijn schaalniveau.

²⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0839>

Een aandachtspunt hierbij is dat er op dit moment nog geen monitorings- en rapporteringssysteem geïmplementeerd en werkzaam is in Vlaanderen. Bovendien maken de lokale besturen op vandaag al gebruik van andere systemen (o.a. groenblauwpeil) om te voldoen aan hun rapporteringsverplichtingen voor LEKP en het Burgemeestersconvenant. Er lijkt daarom geen directe aanleiding om op de zeer korte termijn werk te maken van een meer fijschalige landgebruikskaart, ondanks de hoog ingeschatte wenselijkheid.

→ **Acties gerelateerd aan andere Vlaamse en Europese rapporteringsverplichtingen en -voornemens**

Naast LULUCF en klimaatadaptatie werden in het onderdeel 1 verschillende andere (opkomende) rapporteringsverplichtingen benoemd die van belang zijn voor het opmaken van een roadmap.

- 1) Op Vlaams niveau zijn landgebruik en ruimtebeslag gedefinieerd als **'Vlaamse openbare statistieken'**²⁷. Beide zijn gebaseerd op het bestaande landgebruiksbestand en worden 3-jaarlijks geactualiseerd. Een volgende update is gepland in november 2026 (toestand 2025). Daarnaast is 'ruimtebeslag' ook opgenomen als 'prestatie-indicator' voor het Inhoudelijk Structuurelement (ISE) 'Ruimte en Milieu' in de **Beleidsnota Omgeving 2024-2029**²⁸. In de Beleidsnota Omgeving staan daarnaast nog een aantal operationele doelstellingen (OD) opgenomen waarvoor informatie m.b.t. landgebruik, of een op maat gemaakt eindproduct of analyses, ondersteuning kunnen bieden (o.a. in 'OD3.2: Omgeving ondersteunt duurzame landbouw' waarin wordt opgenomen dat er een visie voor de landbouwsector 2030-2050 zal worden uitgewerkt met oog voor o.a. een duurzaam grondgebruik).
- 2) **EU-Verordening 691/2011 inzake milieu-economische rekeningen** waarvoor 'Ecosystem accounts' (ecosysteemrekeningen) moeten worden gerapporteerd. In 2026²⁹ is hiervoor een eerste meting van de 'extent' (oppervlakte) van de verschillende ecosystemen nodig voor het basisjaar 2024. Vervolgens is er 3-jaarlijks een actualisatie nodig van deze oppervlaktes en een rapportering van de veranderingen. Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat het basisjaar waarvoor een ecosysteemrekening moet worden ingediend 2024 is, terwijl het bestaand landgebruiksbestand een referentietoestand in 2022 weergeeft, met een volgende update voor 2025. Om met die verschil in basisjaren om te gaan zijn er verschillende oplossingen mogelijk. Een eerste mogelijkheid is om de **landgebruikskaart op een jaarlijkse basis** op te stellen. Op die manier kan voor iedere toepassing het meest geschikte basisjaar worden geselecteerd. Om dit op een correcte manier te kunnen doen, is het echter nodig dat de gebruikte bronbestanden ook op een jaarlijkse basis beschikbaar zijn. Op vandaag is dat het geval voor een groot deel van de gebruikte bronbestanden van het landgebruiksbestand (o.a. landbouwgebruikspercelen, GRB, VKBO, ...), maar niet voor o.a. de Groenkaart Vlaanderen (eigenaar/beheerder: Digitaal Vlaanderen), die slechts op 3-jaarlijkse basis wordt opgemaakt. Dit zou m.a.w. jaarlijkse zomerbeelden (orthofoto's) vereisen. Een andere mogelijkheid is om voor iedere rapporteringsverplichting een op maat gemaakte landgebruikskaart samen te stellen die de gevraagde referentietoestand 'zo goed mogelijk' benadert. Dit zou inhouden dat bv. voor de ecosystem extent van 2024 gedeeltelijk dezelfde bronbestanden worden gebruikt als voor de landgebruikskaart van 2025, maar indien beschikbaar, bronbestanden die beter aansluiten bij het gevraagde referentiejaar. Een goed data management systeem is in dat geval noodzakelijk om de verschillende eindproducten moet elkaar te kunnen vergelijken.
- 3) De recent goedgekeurde **Europese Natuurherstelverordening** vereist een ontwerp nationaal herstelplan tegen 2026³⁰. In dit plan moeten de gebieden worden aangeduid waar herstelmaatregelen zullen toegepast worden. Op dit moment is het nog niet duidelijk in welke mate informatie m.b.t. het huidige landgebruik hiervoor kan/zal worden ingezet. In het praktijkvoorbeeld rond wetlands (paragraaf 4.1.2) wordt wel al kort beschreven op welke manier wetlands, volgens de definitie die wordt gehanteerd in de Natuurherstelwet, uit de BWK kunnen worden afgeleid. Wat betreft het monitoren van stedelijke groene ruimten (artikel 8) zal waarschijnlijk worden gewerkt op basis van de CLC+ backbone omdat deze het dichtst aansluit bij de definitie die wordt gehanteerd binnen de verordening.

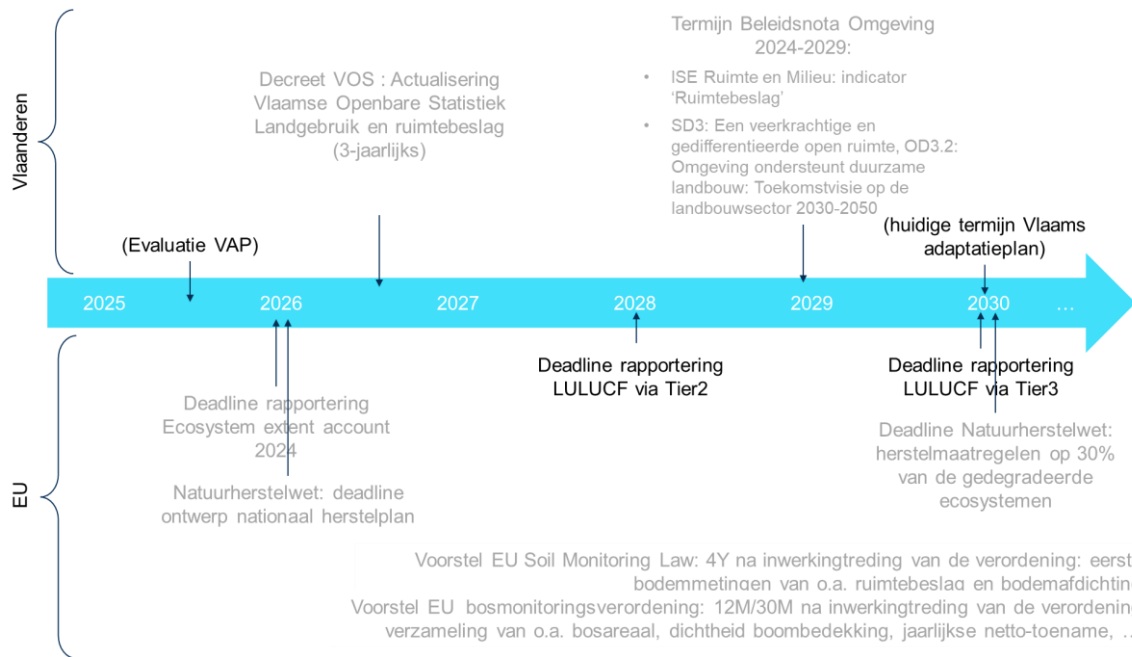
²⁷ <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/tussentijdse-update-lijst-vlaamse-openbare-statistieken>

²⁸ <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/70859>

²⁹ Hiervoor kan 2 jaar uitstel worden gevraagd bij de EU.

³⁰ <https://www.natuurenbos.be/natuurherstelverordening>

- 4) Het voorstel voor de **Europese Soil Monitoring law**³¹ legt op vier jaar na de inwerkingtreding van de verordening een meting van ruimtebeslag en bodemafdicthting gebeurt. Op dit moment is de verordening echter nog niet goedgekeurd en is er dus nog geen duidelijke deadline. Zoals beschreven in het paragraaf 2.2 vereist de Soil Monitoring law een op maat gemaakte invulling van het begrip 'ruimtebeslag' en dus mogelijks een op maat gemaakt eindproduct.
- 5) Het voorstel voor de **Europese Forest Monitoring law**³² legt op dat 12 maanden na de inwerkingtreding informatie over o.a. het bosareaal wordt gerapporteerd. Na 30 maanden moeten een heel aantal andere indicatoren, zoals o.a. de jaarlijkse netto-toename worden gerapporteerd. Op dit moment is deze verordening echter nog niet goedgekeurd, waardoor er geen duidelijke deadline is.



Figuur 29 Schematisch overzicht van de verschillende Vlaamse en Europese monitorings- en rapporteringsverplichtingen en -voornemens

➔ Acties niet gerelateerd aan rapporteringsverplichtingen

De overige acties zijn niet noodzakelijk om te kunnen voldoen aan de hierboven vermelde rapporteringsverplichtingen en hebben daarom een minder strikte timing of deadline. Het gaat hierbij bv. om het vertalen van de landgebruikskaat naar het EAGLE datamodel en de nodige kennisdeling hierrond binnen de verschillende gebruikers van de landgebruikskaat (actie 3). Op die manier kan een gedragen en gekende werkwijze ontstaan tussen de verschillende administraties m.b.t. het definiëren van bepaalde landgebruikscategorieën zoals wetlands (zie paragraaf 4.1.2), maar ook bv. bos. Dit zijn landgebruikscategorieën waarvoor door de verschillende gebruikers vaak een ietwat verschillende invulling wordt gegeven. Dit leidt tot onduidelijkheden in de communicatie over het landgebruik, de oppervlaktes die het inneemt en de evolutie ervan. Het grote verschil met de andere vermelde acties is dat deze toepassing van het EAGLE datamodel niet strikt noodzakelijk is om te voldoen aan de verschillende rapporteringsverplichtingen. Wel biedt zo'n toepassing de grote meerwaarde dat de verschillende eindproducten of rapporteringen die in functie vanuit verschillende beleidslijnen moeten gebeuren op een eenduidige manier kunnen worden beschreven en hierdoor op een transparantie manier met elkaar kunnen worden vergeleken. Dit vereist wel dat de verschillende eindgebruikers, maar ook producenten van brondata en van op maat gemaakte versies van de landgebruikskaat (bv. in functie van de Ecosystem accounting, zie tekstkader in paragraaf 3.2.1) goed op de hoogte zijn van de EAGLE methodologie.

³¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0416&qid=1736778744537>

³² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=COM:2023:728:FIN>

Daarnaast zien we ook een minder directe aanleiding voor het meten van onzekerheden (actie 4) en het beter begrijpen van de veranderingen (actie 5) voor de overige landgebruikscategorieën (bv. de 19 categorieën die voorkomen op de bestaande landgebruikskaart). Deze categorieën zijn niet nodig voor het berekenen van de LULUCF-emissies, maar worden wel gebruikt in verschillende bestaande indicatoren die door het departement Omgeving worden gerapporteerd in functie van de Omgevingsrapportage en voor het opvolgen van de bouwshift. Deze acties werden door de gebruikers, tijdens de workshop, als zeer wenselijk (en haalbaar) ingeschat, maar lopen het gevaar om, omwille van het ontbreken van een verplichting, op de langere baan te worden geschoven of nooit te worden uitgevoerd.

Om die reden worden ook enkele organisatorische aanbevelingen naar voren geschoven.

6.2 Organisatorisch aanbevelingen

In de voorliggende studie lag de focus expliciet op de noden vanuit de verplichte LULUCF-rapportering en klimaatadaptatie. De oplistijng van de gebruikersnoden uit Onderdeel 1 maken echter duidelijk dat er ook voor andere Europese en Vlaamse beleidsvoornemens ondersteuning kan worden geboden met de landgebruikskaart. De acties die hiervoor nodig zijn, overlappen mogelijk voor een deel met deze die in deze studie naar voren worden geschoven, maar om een meer volledig en gedetailleerd actieplan en bijhorende roadmap op te stellen, is het noodzakelijk om een soortgelijke oefening te uit te voeren als diegene die in de voorliggende studie werd doorlopen. Gezien deze beleidsnoden echter kunnen veranderen in de tijd, lijkt een meer systematische aanpak, waarbij op geregelde tijdstippen een gerichte bevraging naar nieuwe gebruikersnoden gebeurt, aangewezen om de wijzigende beleidsnoden snel en efficiënt te kunnen opvolgen.

Aansluitend bij de technisch/inhoudelijke aanbevelingen hierboven, geven we daarom in volgende paragrafen ook graag mee hoe dit georganiseerd kan worden, zowel meer algemeen overkoepelend als voor de acties die op kortere termijn die in het kader van rapporteringsverplichtingen nodig zijn of in het kader van beleidsvoornemens zullen gebeuren.

Algemeen zou de beheerstructuur eruit kunnen zien zoals voorgesteld in Figuur 30, met een algemene beheerstructuur voor het bepalen van prioriteiten, het aanpakken van lange termijn technische/inhoudelijke wijzigingen om aan de noden te voldoen, ... en een projectmatige aanpak in functie van rapporteringsverplichtingen of beleidsvoornemens. We lichten beide aspecten in onderstaande paragrafen verder toe.



Figuur 30: Voorstel beheerstructuur (overkoepelend & projectmatig)

6.2.1 Algemene organisatie rond de landgebruikskaart

Hieronder beschrijven we in eerste instantie een voorstel voor algemene beheerstructuur rond de landgebruikskaart. Een algemene en goed werkende beheerstructuur lijkt ons aangewezen, om de landgebruikskaart structureel te blijven verbeteren en aan te passen aan de veranderende noden.

We merken immers doorheen verschillende opdrachten dat de noden die worden aangehaald door (mogelijke) gebruikers van de landgebruikskaart voor een deel dezelfde blijven. In het kader van de opdracht 'Naar een betere modelmatige ondersteuning van het omgevingsbeleid en versterking van de analysecapaciteit van het Vlaams Planbureau voor Omgeving'³³ (opgeleverd in april 2022) werden een aantal van de noden die ook in kader van huidige opdracht naar voor kwamen ook reeds geïdentificeerd: bv. mogelijkheden om meervoudig ruimtegebruik (in tijd en ruimte) in kaart te brengen, de noodzaak om onzekerheden mee in kaart te brengen, enzovoort.

Het volstaat dus niet om de noden te identificeren en na te gaan wat er inhoudelijk beter kan en hoe dit vorm zou kunnen krijgen. Om werkelijk vooruitgang te maken, moet dit ook opgenomen worden. Bij afwezigheid van een deadline die extern wordt opgelegd (bv. in kader van LULUCF-rapportering) of vanuit vastgesteld beleid logisch is (bv. klimaatadaptatie monitoring) is het des te meer belangrijk om gestructureerd te werk te gaan. Een beheerder van het landgebruiksmodel die de doorontwikkeling uitvoert, een stuurgroep die dit de doorontwikkelingen mee aanstuurt en een klankbordgroep die de doorontwikkelingen mee opvolgt, is nodig om de realisaties waar te maken.

In het eindrapport van de opdracht 'Naar een betere modelmatige ondersteuning van het omgevingsbeleid en versterking van de analysecapaciteit van het Vlaams Planbureau voor Omgeving' werd een voorstel uitgewerkt voor beheerstructuur rond het Ruimtemodel Vlaanderen. Omdat de ruimtelijke modelleringen vertrekken vanuit de landgebruikskaart, is de beheerstructuur die in dat rapport werd voorgesteld zeker ook geldig voor de doorontwikkeling van de landgebruikskaart. De voorgestelde beheerstructuur zou bestaan uit volgende organisaties met specifieke verantwoordelijkheden:

- **Departement Omgeving**, als eigenaar en beheerder van de huidige landgebruikskaart.
- **VITO** heeft de nodige kennis in huis voor het beheer van de landgebruikskaart.
- Een **stuurgroep**, bestaande uit betrokken overheidsorganisaties die reeds werkten met de landgebruikskaart en die dus beter op de hoogte zijn van de mogelijkheden, de achterliggende data, enzovoort en eventueel ook leveranciers van basisdata.
Taak van de stuurgroep is om een strategie op te maken voor doorontwikkeling van de landgebruikskaart op langere termijn en opdrachten uit te schrijven voor stapsgewijze uitwerking van verschillende bijkomende mogelijkheden.
- Een **klankbordgroep** die op de hoogte willen blijven van de ontwikkelingen die doorgevoerd worden in de landgebruikskaart. Met hen kan op regelmatige tijdstippen ook getoetst worden of er nieuwe noden zijn, bv. in functie van nieuwe rapporteringsverplichtingen, en hoe deze zouden kunnen worden opgenomen in de landgebruikskaart. Ook het actualiseren van prioritaire doorontwikkelingsmogelijkheden (zie Figuur 28) kan in samenspraak met de klankbordgroep gebeuren.

Deze beheerstructuur werd voorgesteld in functie van ondersteuning van het beleid met ruimtelijke modellen. Binnen de voorliggende studie ligt de focus vooral op het meten en monitoren van landgebruik en bodembedekking. Het lijkt daarom aangewezen om de voorgestelde beheerstructuur aan te vullen met de afdeling EODas van **Digitaal Vlaanderen**. Zij zijn leverancier van verschillende van de basisdatasets en afgeleide bestanden die belangrijk zijn voor het monitoren van landgebruik en landgebruiksveranderingen zoals de Groenkaart, Bodembedekkingskaart, Kruinbedekking en kruinafname, Gedetailleerd groen, KLE's, ...

Naast deze structuur, die in het rapport 'Naar een betere modelmatige ondersteuning van het omgevingsbeleid en versterking van de analysecapaciteit van het Vlaams Planbureau voor Omgeving' ook werd voorgesteld, stellen we voor om ook academische partners te betrekken in een soort van '**kennishub**'. Deze kennishub kan samengesteld zijn uit de partijen die reeds aanwezig zijn in de stuurgroep / klankbordgroep van hierboven, maar wordt dan aangevuld met professoren en onderzoekers uit de

³³ Zie: <https://www.vlaanderen.be/publicaties/naar-een-betere-modelmatige-onderbouwing-van-het-omgevingsbeleid-en-versterking-van-de-analysecapaciteit-van-het-vlaams-planbureau-voor-omgeving-eindrapport>

academische wereld en de Vlaamse overheid. De werking van de kennishub zou kunnen worden vormgegeven als één studiedag per jaar, met:

- Toelichting van nieuwigheden die kunnen worden geïmplementeerd in de landgebruikskaart voor Vlaanderen (geïnitieerd vanuit de stuurgroep rond de landgebruikskaart);
- Toelichting van nieuwe ontwikkelingen vanuit de academische wereld (professoren en onderzoekers) die toegepast zijn in andere (internationale) onderzoeksprojecten en waaruit geleerd kan worden voor de landgebruikskaart Vlaanderen;
- Bespreking van de noden voor toekomstige rapporteringen / monitoring / onderzoek (input vanuit de klankbordgroep rond de landgebruikskaart) en verdere prioritering of uitwerking van actieplannen hierrond;
- Inspiratie vanuit buitenland (bv. uitnodigen van buitenlandse experts rond landgebruikskaartering of ruimtelijke modellering).

Naast een beheerstructuur is het natuurlijk ook nodig om over voldoende financiële middelen te beschikken om de doorontwikkelingen mogelijk te maken. Ook voor het uitwerken van bepaalde prioriteiten in de doorontwikkeling van de landgebruikskaart kan budget gereserveerd worden in de onderzoeksagenda van het departement Omgeving of binnen het onderzoeksbudget van andere partijen die interesse hebben in de doorontwikkeling. Dit kan zorgen voor de benodigde financiële middelen.

Daarnaast – en zeker voor ontwikkelingen die nog enig onderzoek vergen – kan ook ruimer gekeken worden dan de eigen overheidsmiddelen. Het onderzoeken en uitwerken van bepaalde doorontwikkelingsopties in een master- of doctoraatsthesis is een optie die verder verkend zou kunnen worden. Door via de hierboven voorgestelde kennishub meer contact te onderhouden met de academische wereld, kunnen de mogelijkheden hierrond verkend worden.

6.2.2 Projectmatige organisatie in functie van specifieke rapporteringverplichtingen

Voor specifieke rapporteringsverplichtingen (bv. LULUCF) of beleidsvoornemens (monitoring klimaatadaptatie) kan een projectmatige organisatie opgezet worden, met:

- Aansturing vanuit de verantwoordelijke voor de rapportering (departement Omgeving, VMM, ...);
- Uitvoering intern (als de juiste kennis aanwezig is) of extern (opdrachtnemer);
- Opvolging vanuit een stuurgroep die nauw betrokken is bij het onderwerp (bv. datawerkgroep LULUCF voor LULUCF rapportering / taskforce klimaatadaptatie voor monitoring klimaatadaptatie / ...).

Omdat de nieuwigheden die ontwikkeld zullen worden in het kader van specifieke rapporteringsverplichtingen ook nuttig zullen zijn voor andere monitoringsactiviteiten of rapporteringsverplichtingen voorzien we sterke interactie tussen de projectmatige aanpak enerzijds en de meer algemene organisatie anderzijds. We denken bv. aan het monitoren van veranderingen: voor de LULUCF-rapportering moet dit voor een beperkt aantal landgebruikscategorieën worden uitgewerkt. Hieruit kan geleerd worden om het ook meer algemeen (alle landgebruikscategorieën) toe te passen.

Dit wederzijds leren kan op meerdere manieren vormgegeven worden:

- Regelmatige terugkoppeling vanuit de projectmatige aanpak naar de ruimere organisatiestructuur: hoe worden bepaalde technische vernieuwingen uitgewerkt en geïmplementeerd? Welke aandachtspunten kunnen daarbij geformuleerd worden? Wat als dit ruimer zou toegepast worden?

Ruimere klankbordgroep van geïnteresseerden uit de algemene organisatiestructuur die de projectmatige aanpak in kader van de specifieke rapporteringsverplichtingen mee opvolgen. Financiering gebeurt vanuit de initiatiefnemer bij wie de rapporteringsverplichting gelegd wordt – of (voor grote nieuwe ontwikkelingen die nuttig zijn voor meerdere rapporteringsverplichtingen/ beleidsvoornemens) vanuit budget dat de Founding Fathers bij elkaar brengen (budget onderzoeksagenda, ...).

7 Quellen

Baren S.A. van, Arets E.J.M.M., Hendriks C.M.J., Kramer H., Lesschen J.P. & Schelhaas M.J. (2024), Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands: Methodological background (update 2024), *Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu)*, Wageningen. [https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/03%20Landgebruik%20en%20bosbouw/2024%20\(WO%20Natuur%20&%20Milieu\)%20Methodology%20for%20reporting%20LULUCF%20ER%201990-2022.pdf](https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/03%20Landgebruik%20en%20bosbouw/2024%20(WO%20Natuur%20&%20Milieu)%20Methodology%20for%20reporting%20LULUCF%20ER%201990-2022.pdf)

Buchhorn, M., Smets, B., Bertels, L., De Roo, B., Lesiv, M., Tsendbazar, N.E., Linlin, L., Tarko, A. (2020), Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: Version 3 Globe 2015-2019: Product User Manual. Zenodo, Geneva, Switzerland, September 2020. <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/global-dynamic-land-cover-product-user-manual-v3.0/@@download/file>

Cockx, K., Pieters, J., Willems, P. & Vanacker, S. (2022), Jaarlijkse bodemafdekkingskaart Vlaanderen: Technisch rapport. Vlaams Planbureau voor Omgeving.
[https://archief.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/843715/Jaarlijkse_bodemafdekkingskaart_Vlaanderen%20\(1\).pdf](https://archief.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/843715/Jaarlijkse_bodemafdekkingskaart_Vlaanderen%20(1).pdf)

Copernicus Land Monitoring Service (2021), CLC+: A new generation Land Information System for Europe. Retrieved October 2024, from <https://land.copernicus.eu/en/products/clc-a-new-generation-land-information-system-for-europe>

Coudré, K., Poelmans, L., Gommers, A. en Caeyers, D. (2024), Voorstudie Monitoring- en Rapporteringssysteem Klimaatadaptatie, uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij en het Vlaams Planbureau voor Omgeving.
https://archief.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/1027323/20240130_voorstudie_M_en_R_systeem_klimaatadaptatie.pdf

Declerck, K., Wouters, J., Jacobs, S., Staes, J., Spanhove, T., Meire, P. & van Diggelen, R. (2016), Mapping wetland loss and restoration potential in Flanders (Belgium): an ecosystem service perspective, *Ecology and Society* 21(4) 46. <https://doi.org/10.5751/ES-08964-210446>

De Saeger, S., Dhaluin, P., Erens, R., Guelinckx, G., Hennebel, D., Jacobs, I., Kumpen, M., Van Oost, F., Spanhove, T., Leyssen, A., Oosterlynck, P., Van Dam, G., Van Hove, M., Wils, C. (red.) (2023). Biologische Waarderingskaart en Natura 2000 Habitatkaart, uitgave 2023. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2023 (31). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.96375305

De Vroey M., Roggemans P., De Keersmaeker L. (2024). Kartering van historische landschappen met houtkanten en bomenrijen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2024 (2). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.101416035

Digitaal Vlaanderen (2024), Perceelsmonitor Vlaanderen. Retrieved October 2024, from <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-diensten-en-platformen/earth-observation-data-science-eodas/remote-sensing-projecten-bij-digitaal-vlaanderen/perceelsmonitor-vlaanderen>

European Environment Agency (2022), CLC+ Backbone Product specification and user manual – Issue 3.0. September 2022. <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/clc-backbone-product-user-manual/@@download/file>

European Environment Agency (2023), Extended wetland ecosystem layer.
<https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/b9399908-557a-47a8-954a-958dabeaf1b6#:~:text=This%20metadata%20refer%20to%20datasets,%2C%20estuaries%2C%20or%20rice%20fields.>

European Parliament and Council (2023), Regulation (EU) 2023/1234 on nature restoration, *Official Journal of the European Union*. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en

European Parliament and Council (2018), Regulation (EU) 2018/841 on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry in the 2030 climate and energy framework, and amending Regulation (EU) No 525/2013 and Decision No 529/2013/EU, *Official Journal of the European Union*, L 156, 1-25.

Gommers A., Verhaegen K. (KENTER), Poelmans L. (VITO) (2022), Naar een betere onderbouwing van het omgevingsbeleid en versterking van de analysecapaciteit van het Vlaams Planbureau voor Omgeving, studie uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Planbureau voor Omgeving. <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/63429>

Harbers, A., van Amsterdam, A. & Spoon, M. (2022), RUDIFUN 2022, Ruimtelijke Dichtheden en Functiemenging in Nederland, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2022-rudifun-2022-ruimtelijke-dichtheden-en-functiemenging-in-nederland_4150.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (2019), Consistent representation of lands. In *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* 4(3). IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf

Olofsson, P., Foody, G.M., Herold, M., Stehman, S.V., Woodcock, C.E. & Wulder, M.A. (2014), Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change, *Remote Sensing of Environment*, 148, 42-57. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>

Oorts K., Amery F., Lettens S., D'Hose T., De Vos B., Luts D., Vercruyssen M., Salomez J. (2024), Bodemkoolstofmonitoringnetwerk Cmon - jaarrapport werkjaar 3 (1 juli 2023 – 30 juni 2024). Vlaams Planbureau voor Omgeving, Brussel.

<https://archief.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/1061504/Bodemkoolstofmonitoringnetwerk%20Cmon%20jaarrapport%20werkjaar%203%202023-2024.pdf>

Poelmans L., Janssen L., Hambsch L. (2023), Landgebruik en ruimtebeslag in Vlaanderen, toestand 2022, uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Planbureau voor Omgeving.
https://archief.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/973205/Landgebruik_en_Ruimtebeslag_2022_finaal.pdf

Radoux J, Bourdouxhe A, Coppée T, De Vroey M, Dufrêne M, Defourny P. (2023), A Consistent Land Cover Map Time Series at 2 m Spatial Resolution—The LifeWatch 2006-2015-2018-2019 Dataset for Wallonia. Data. 2023; 8(1):13. <https://doi.org/10.3390/data8010013>

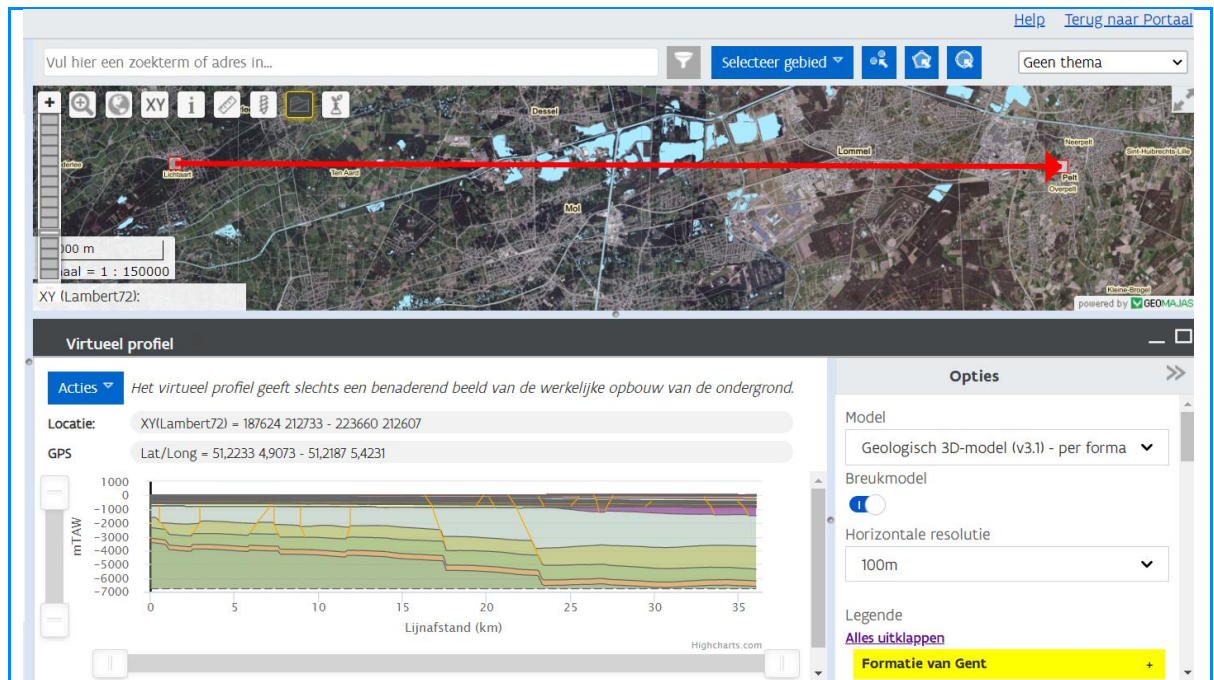
Ramsar Convention Secretariat (2016), An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands, 7th ed. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_final_e.pdf

Bijlage A – Technische fiches van de onderzochte voorbeelden

7.1 Voorbeelden uit Vlaanderen

1. Databank Ondergrond Vlaanderen

Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV)
Korte beschrijving
Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) verzamelt gegevens over de ondergrond in Vlaanderen en stelt deze beschikbaar via het DOV-portaal. Dit webportaal omvat de DOV-Verkenner en metadatacatalogus. De DOV-verkenner is opgebouwd om zowel ruimtelijke als niet-ruimtelijke gegevens te visualiseren. Binnen de DOV-verkenner kunnen ook enkele thema's (bv. PFAS-verkenner , freatisch grondwater en de Waterbodemverkenner) specifiek uitgelicht worden. Daarnaast bevat de DOV-verkenner ook verschillende tools, waaronder de Virtuele bodemanalyse, de Virtueel profiel lijn en de Virtuele boring.
Documentatie
Gebruikersinformatie en handleidingen worden hier verzameld.
Van wie?
DOV is een samenwerkingsverband tussen Departement Omgeving, de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Departement Mobiliteit en Openbare Werken en de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM).
Operationeel?
DOV is operationeel, wordt up-to-date gehouden en uitgebreid (bv. in het kader van de PFAS-problematiek).
Link met gebruikersnoden
Flexibel omgaan met definities
Binnen DOV wordt informatie verzameld van verschillende organisaties en stakeholders. Om de semantische interoperabiliteit te waarborgen is binnen DOV een traject gestart om Open Standards for Linked Organisations (OSLO) te implementeren. Het OSLO-implementatiemodel definieert de structuur en context (betekenis, definitie) van de data. De Vlaamse Overheid zet in op deze standaard om de uitwisseling van informatie te faciliteren door te zorgen voor meer samenhang, een betere begrijpbaarheid en een betere vindbaarheid van informatie en dienstverlening.
Flexibel omgaan met resoluties
Niet van toepassing.
Flexibel omgaan met dataformaten
Databank Ondergrond Vlaanderen bevat zowel raster- als vectorgegevens. De vectorgegevens kunnen verschillende attributen bevatten, waaronder ook tijdreeksen (bv. metingen van grondwaterstanden). Bepaalde (raster)gegevens kunnen ook bevraagd worden via tools, zoals de Virtuele boring of de Virtueel profiel lijn, die resp. een diepteprofiel of dwarsdoorsnede van de ondergrond opstellen op basis van de geologische modellen. De Virtuele bodemanalyse geeft bodemeigenschappen op puntlocaties weer op basis van rasterdatasets, die opgesteld werden op basis van puntobservaties en digital soil mapping.



Karakteriseren via attributen

Informatie (bv. meetreeksen) wordt gelinkt aan ruimtelijke gegevens (bv. locatie grondwaterputten) via attributen.

Structurele veranderingen meten

Niet van toepassing.

Opvolgen van korte termijn veranderingen

DOV publiceert ook tijdreeksen van metingen (bv. grondwatermetingen op basis van Internet of Things (IoT), die continu geüpdatet worden). Indicatoren op basis van metingen kunnen afgeleid worden (bv. Grondwaterstandindicator).

Onzekerheid rapporteren

Niet van toepassing (bepaalde meetgegevens met quality flag)

Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën

Ja, nieuwe tools en thema's kunnen gedefinieerd worden. Met OSLO kunnen ook bijkomende gegevens (bv. omtrent grondverzet) geïntegreerd worden binnen DOV.

Koppeling met andere systemen

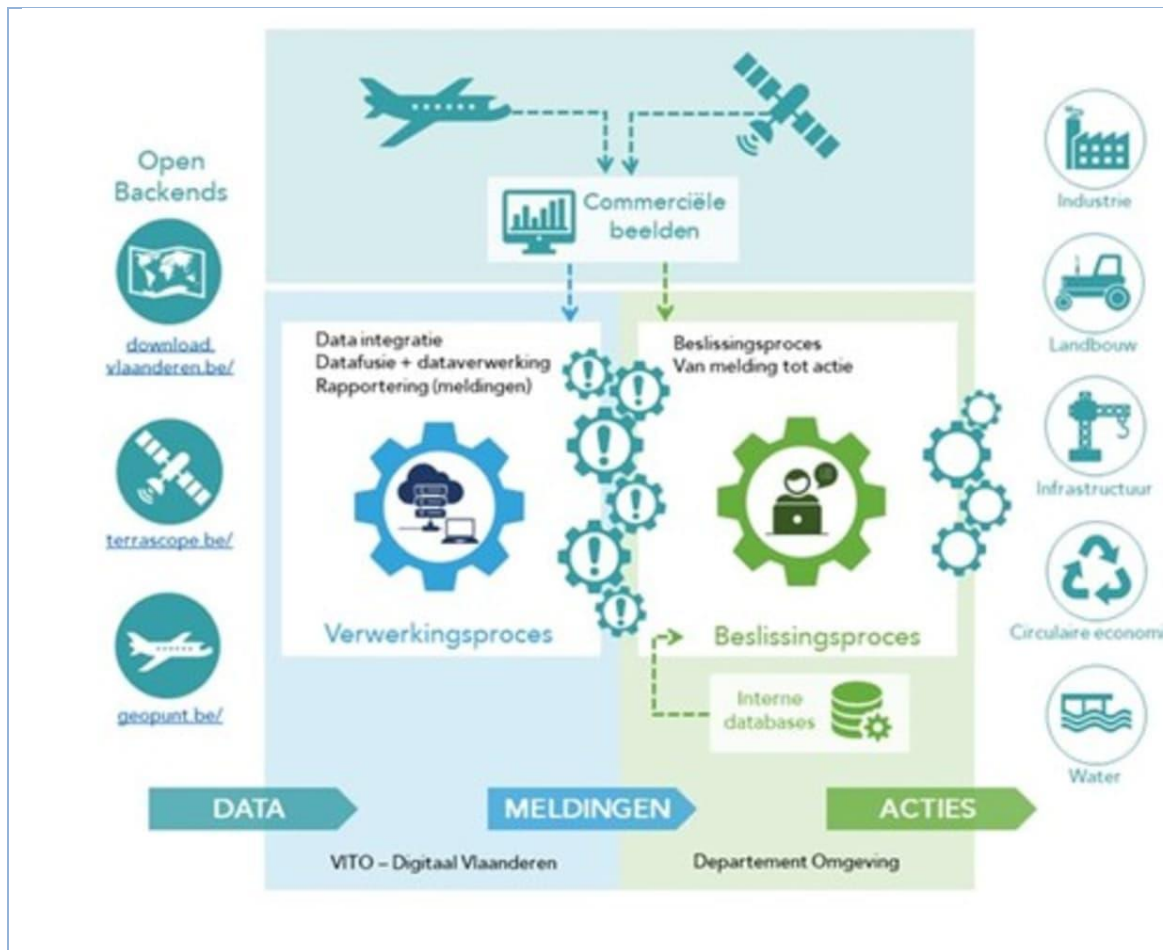
Pydov is een open source python package waarmee data van DOV geïntegreerd en geanalyseerd kan worden in andere toepassingen.

2. GRB

Grootschalig Referentie Bestand

Korte beschrijving

Het Grootschalig Referentiebestand of Basiskaart Vlaanderen (GRB) is een digitale topografische referentiekaart van Vlaanderen. Het GRB bevat enkel geografische en kenmerkende informatie van goed definieerbare, conventioneel aanvaarde referentiegegevens: gebouwen, percelen, wegen en hun inrichting, waterlopen, spoorbanen en het wegennetwerk. Deze objecten worden gedetailleerd en nauwkeurig opgemeten zodat de gegevens bruikbaar zijn in een grootschalige voorstelling met een schaalbereik tussen 1/250 en 1/5000.



Opvolgen van korte termijn veranderingen

Er zijn diverse bijhoudingsinitiatieven waardoor het GRB-product bijna dagelijks wijzigt. In het [dashboard bijhouding per gemeente](#) is een overzicht beschikbaar van alle openstaande en verwerkte anomalieën sinds de start van de bijhouding via managed service op 1/06/2023, dit per gemeente en per thema op dashboard, kaart en lijstweergave.

CropSar laat toe om korte termijn- en structurele veranderingen te meten, zie fiche Terrascope.

Onzekerheid rapporteren

Er wordt algemeen gerapporteerd over de onzekerheid in 5 nauwkeurigheidsklassen:

“De nauwkeurigheid waarmee objecten opgemeten worden hangt af van de meetmethode (terrestrisch of via luchtfotogrammetrie) en van de precisie waarmee objecten op het terrein kunnen aangeduid worden. Om die reden verdelen we de verschillende GRB-entiteiten over 5 nauwkeurigheidsklassen met elk een vooropgestelde ‘relatieve nauwkeurigheid’. De relatieve nauwkeurigheid varieert van 5 cm voor klasse 1 (waartoe bijvoorbeeld de terrestrisch opgemeten gevelpunten behoren) tot 30 cm voor klasse 5 waartoe de watergangen behoren.”

Nauwkeurigheids-klasse	Relatieve nauwkeurigheid	Voorbeeld van terreinobjecten
1	5 cm	Gevelpunten die terrestrisch opgemeten worden, ronde putdeksels
2	10 cm	Boordsteen, rand van rijbaan, wegaanhorigheden, vierkante putdeksels
3	15 cm	Gevelpunten die niet terrestrisch opgemeten worden

4	20 cm	Wegbaan, spoorbaan, gebouwaanhorigheid, palen, verkeersdrempels, vangrails, grachten
5	30 cm	Watergangen

Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën
Nieuwe objectcategorieën kunnen worden toegevoegd indien die nodig geacht wordt door het bestuurscomité. Dit zal de historische opvolging wel bemoeilijken.

Koppeling met andere systemen
Ja, via API.

3. DSI

Digitale Stedenbouwkundige Informatie (DSI)

Korte beschrijving

Het uitwisselplatform voor digitale stedenbouwkundige informatie (DSI) heeft als doel om een volledig, betrouwbaar, continu bijgewerkt, geografisch digitaal overzicht te voorzien van al de vigerende ruimtelijke verordenende plannen (i.e. gewestplan, APA, BPA, RUP,...) en verordeningen op het grondgebied van het Vlaamse Gewest, en het onderling verband tussen hun respectievelijke stedenbouwkundige voorschriften.

Het loket laat toe om dossiers m.b.t. stedenbouwkundige informatie op te laden, deze informatie op te vragen, dossiers te beheren en adviesvragen over dossiers te behandelen.

Raadplegen van afzonderlijke plannen is mogelijk op <https://dsi.omgeving.vlaanderen.be/fiche-overzicht>.

Gebiedsdekkende data kan bekeken worden op Geopunt/Datavindplaats, het Omgevingsloket en via de WFS van MercatorNet.

Documentatie

Website DSI: <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/onderzoek-cijfers-en-geoloketten/dsi-platform>

Handleiding DSI: https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2022-08/handleiding_gebruik_dsi_gegevens.pdf

Van wie?

Departement Omgeving

Operationeel?

Ja

Link met gebruikersnoden

Flexibel omgaan met definities

Niet van toepassing.

Flexibel omgaan met resoluties

In DSI worden verschillende types van vector-lagen opgenomen: polygonen, lijnen en punten.

Flexibel omgaan met dataformaten

In DSI kunnen verschillende bestandsformaten worden opgeladen: pdf, shapefile, xml, tiff, legende (lyr/qml).

Karakteriseren via attributen

Ja, attributen zijn voorzien in de verschillende geolagen in DSI. De waarden die deze attributen kunnen hebben, zijn vastgelegd in de richtlijnen. Het systeem controleert op het correct ingeven van deze waarden (foutmelding).

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

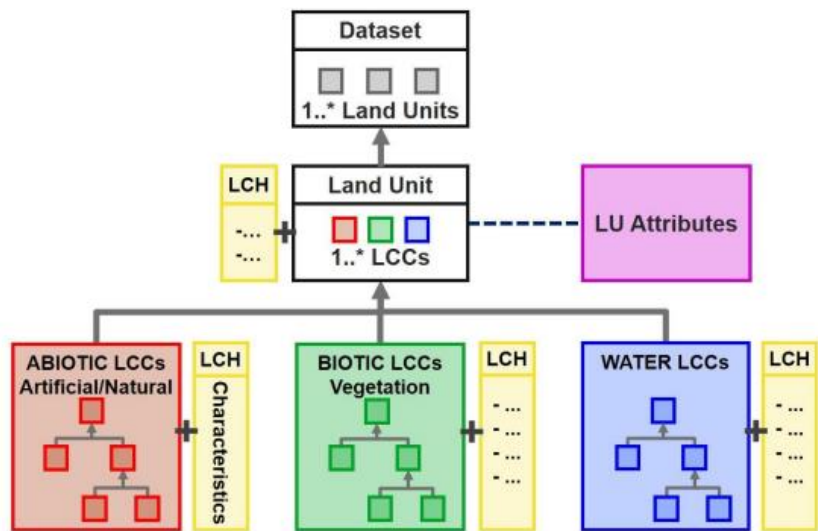


Figure 3: Simplified graphic on the EAGLE UML data model, with Land Cover Components, enriched Land Characteristics, one to many of them contained in a Land Unit, combined Land Use Attributes

Level	Land Cover Components																
Lv1	ABIOTIC								BIOTIC					WATER			
Lv2	Artificial				Natural				Woody		Herbaceous	Succu- lents	Lichen, Mosses, Algae		Liquid	Solid	
Lv3	Sealed		Non- Sealed		Consoli- dated		Un- Consolidated		Trees	Bushes	Grass- like	Forbs Ferns	Lichens Mosses Algae		Inland	Marine	Snow
Lv3	Buildings	Specific Structures	Open Sealed	Open Non-Sealed	Waste	Bare Rock	Hard Pan	Min. Fragment	Bare Soil	Nat. Deposits	Regular Bushes	Dwarf Shrubs	Grass, Cereals	Reeds, Bamboo	[...]		

Level	Land Use Attributes																	
Lv1	Primary Production			Secondary Production			Tertiary Production			Transport, Logistic, Utilities		Residentl		[...]				
Lv2	Agriculture	Forestry	Mining	Fishing	Aquaculture, Industry	Manufacture, Energy Prod.	Other Industry	Commercial	Financial, Information	Community Services	Cultural, Recreational	Other Services	Transport Netw.	Logistic, Storage	Utilities	Permanent Resi	Temporary Resi	[...]
Lv3	[...]				[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]			

Level	Land Characteristics																
Lv1	Built-up Characteristics			Vegetation Characteristics			[...]	Land Management				[...]	Status		Spatial Patterns		
Lv2	Soil Sealing Deg.	Built-up Pattern	Building Type	Surface Material	Leaf Form	Growth Form		Phenology	Crown Cover Dens.	Cult. Measures	Crop Type		Forest Practise	Mining Technique	Admin Regulation	Under Construction	Damaged
Lv3	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]				

Figure 7: The EAGLE Matrix in horizontal form with the three blocks LCC, LUA, LCH. All three blocks are shown here for illustration reasons below each other, but normally are arranged sideways next to each other

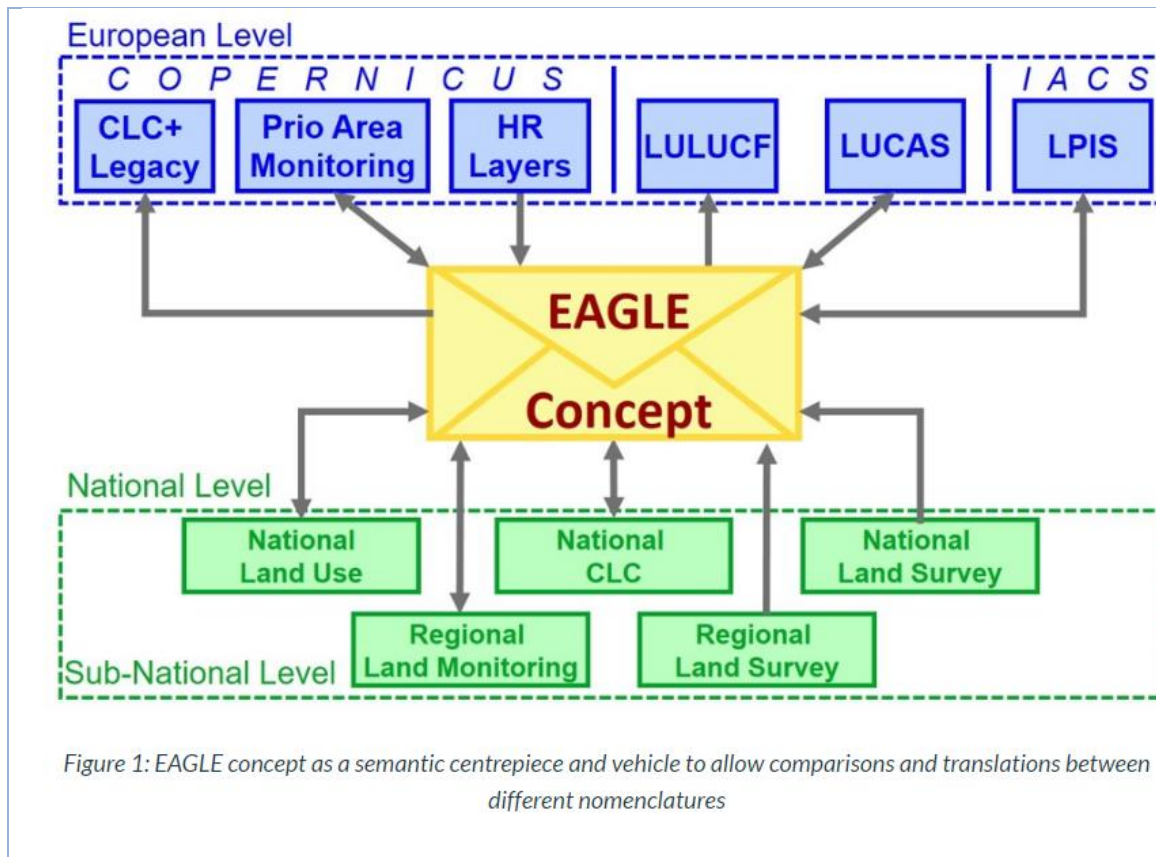
Documentatie

Copernicus website: <https://land.copernicus.eu/en/eagle?tab=main>

Explanatory Documentation of the EAGLE Concept: https://land.copernicus.eu/en/technical-library/explanatory-documentation-of-the-eagle-concept-3_2/@download/file

Van wie?

EAGLE data groep (EIONET Action Group on Land monitoring in Europe): vrijwillig samengestelde groep van landgebruiksspecialisten (EIONET leden en EEA)



2. CLC+

CLC+

Korte beschrijving

CLC+ of 'CORINE Land Cover second generation' is een set van producten die zijn opgebouwd als implementatie van het EAGLE data model (zie fiche) die naar voren worden geschoven als alternatief of 'nieuwe generatie' voor de traditionele Corine Land Cover (CLC). CLC+ zal deel gaan uitmaken van de nieuwe Europese Land cover and land use monitoring.

Daar waar de traditionele CLC bestond uit één enkele vector kaart (met raster versie) die 6-jaarlijks werd geactualiseerd, is het CLC+ systeem opgebouwd uit twee componenten:

- de CLC+ backbone: geospatiale land cover data bestaande uit een vector laag met 0.5ha MMU (18 thematische klassen) en een rasterlaag op 10m resolutie (11 categorieën). Het CLC+ backbone rasterproduct is gebiedsdekkend (EEA-38 + UK) beschikbaar en is gebaseerd op Sentinel satelliet informatie. Het CLC+ backbone vector product is afgeleid van (lineaire) wegen- en hydrologische datasets (hardbone) en beeldclassificatie (softbone).

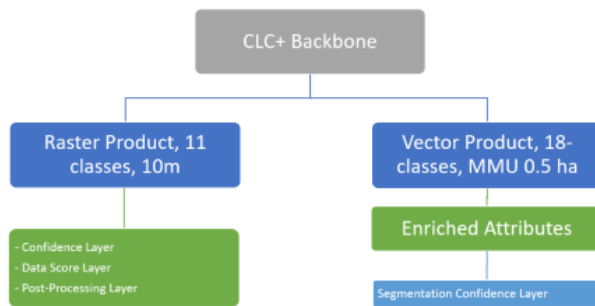
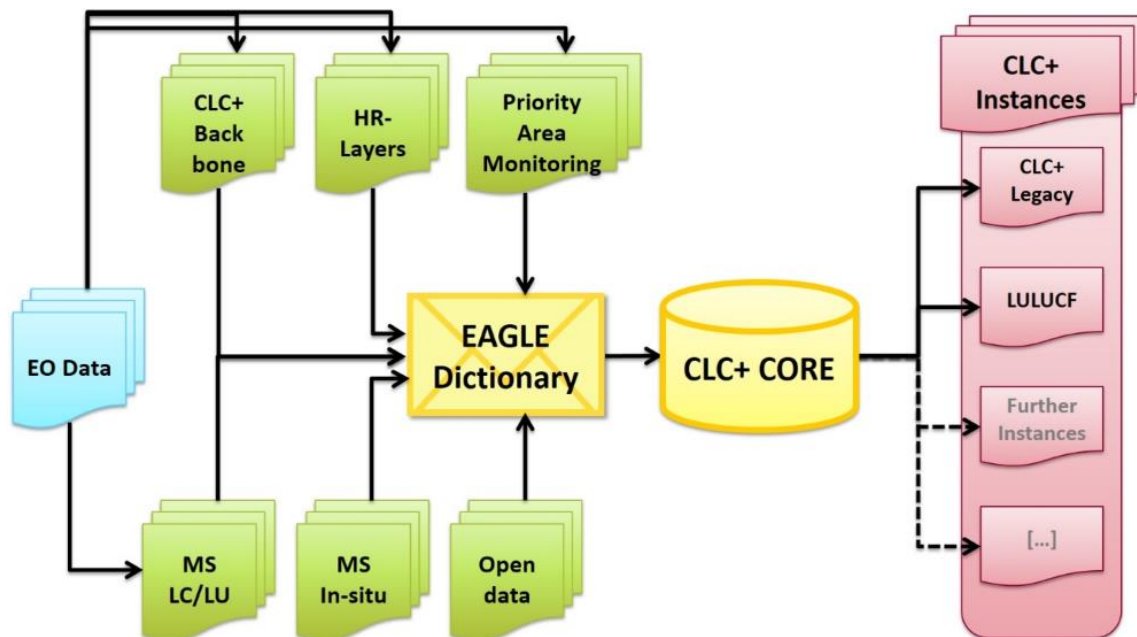


Figure 1: High-level overview of the CLC+ Backbone product portfolio.

- de CLC+ core: een (raster-gebaseerde) databank en web applicatie ('data cube') om op een flexibele manier thematische data samen te brengen en te verwerken. De CLC+ core steunt hierbij op het EAGLE data model. Bestaat uit een onderdeel om datasets te importeren (ingestion) en een onderdeel om de datasets te verwerken via (SQL) regels (extraction) op een simpele en gebruiksvriendelijke manier.

Dit systeem moet toelaten dat experts (op EU level, maar ook op het niveau van de lidstaten) zelf (raster)producten (i.e. CLC+ instances) kunnen ontwikkelen op basis van de verschillende CLC+ elementen en andere (thematische) datasets (ook nationale datasets). Dit moet toelaten om verschillende niet-geharmoniseerde datasets te combineren op een geharmoniseerde (EAGLE) manier. Dit is vooral gericht op monitoringsverplichtingen die worden opgelegd op Europees niveau. Een eerste instance die momenteel wordt ontwikkeld is een LULUCF-instance.



Documentatie

Copernicus-website: <https://land.copernicus.eu/en/products/clc-a-new-generation-land-information-system-for-europe>

Copernicus-website, link met EAGLE datamodel: <https://land.copernicus.eu/en/eagle/corine-land-cover-second-generation-clc>

CLC+ backbone documentatie: <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/clc-backbone-product-user-manual/@@download/file> (2018) en <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/product-user-manual-clc-backbone-2021/@@download/file> (2021, enkel raster product)

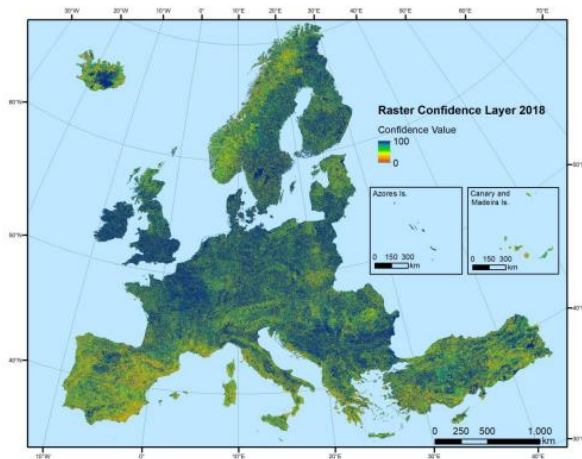


Figure 34: CLC+ Backbone Raster Confidence Layer 2018

Het CLC+ backbone vector product bevat een 'segmentation confidence layer' die de spectrale en texturale homogeniteit van de polygonen weergeeft.

Daarnaast zijn de producten gevalideerd op basis van foto-interpretatie.

Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën

Cfr. EAGLE data mode: land cover categorieën zijn vast, maar gemakkelijk uit te breiden met nieuwe land uses en land characteristics

Koppeling met andere systemen

Ja, maar andere systemen moeten worden ingebed in het EAGLE data model.

3. CROatian Land Information System

CROatian Land Information System

Korte beschrijving

Kroatië heeft momenteel geen datamodel om gegevens omtrent bodembedekking, landgebruik en landbeheer afkomstig van verschillende databronnen geharmoniseerd te kunnen integreren. Binnen het [LIFE-project CROatian Land Information System \(CROLIS\)](#) zal een nieuw model opgesteld worden, wat beoogt om de bestaande gegevens en systemen omtrent bodembedekking en landgebruik in Kroatië te integreren en te combineren met gegevens van COPERNICUS (Sentinel-2). Aan de hand hiervan kan ook een reconstructie gemaakt worden van historische landgebruiksveranderingen.

Documentatie

<https://www.lifecrolis.hr/en/>

Van wie?

Het Ministerie van Milieu en Energie coördineert het project.

Operationeel?

Nee, in ontwikkeling (project loopt tot 31/12/2026).

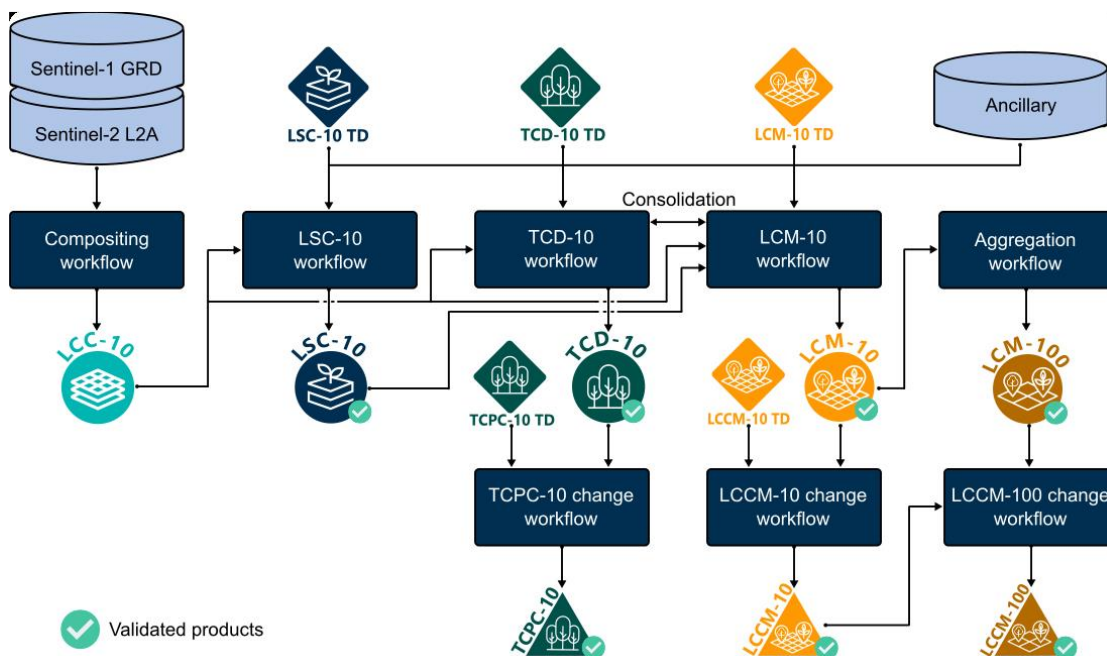
Link met gebruikersnoden

Flexibel omgaan met definities

Het data model zal gebruik maken van de conclusies van het FP7 HELM (Harmonised European Land Monitoring) project en **het EAGLE-concept**.

- Grasland
- Akkerland
- Groene wetlands
- (Korst)mossen
- Bebouwd
- Onbegroeid
 - Permanent onbegroeid
 - Seizonaal water
- Sneeuw en ijs
- Permanent water
- LCM-100: Land Cover Map (100 m) met 22 of 23 klassen in 3 niveaus. Dit zijn ongeveer dezelfde als hierboven bij LCM-10 met een bredere indeling voor bos. Een decision tree vertaalt de klassen van LCM-10 naar LCM-100.
 - De klasse bos heeft 3 niveaus: niveau 2 bepaalt of het een open of gesloten bos is waarbij gesloten gedefinieerd wordt vanaf 70 % bedekking. Niveau 3 heeft de indeling zoals bij bomen in LCM-10 met bijkomend nog gemengd en onbekend. Dit leidt tot 12 (2 x 6) types bos.
 - Mangroves zullen misschien geen deel uitmaken van deze kaart (te bepalen).
 - Oceanen zijn een extra categorie.
- LCCM-10 en LCCM-100: Land Cover Change Map (10 m en 100 m), jaarlijkse veranderingen in bodembedekking zoals gedefinieerd in LCM-10 en LCM-100. Ook een waarschijnlijkheid van de verandering, en de cumulatieve veranderingen vanaf 2020 worden gerapporteerd.
- TCD-10: Tree Cover Density (10 m): bosdichtheid (enkel tropische regio's)
- TCPC-10: Tree Cover Presence Change (10 m): jaarlijkse veranderingen in TCD-10

Hoe de lagen aangemaakt worden en aan elkaar gekoppeld zijn, wordt in de onderstaande workflow samengevat. "TD" betekent "training dataset".



Documentatie

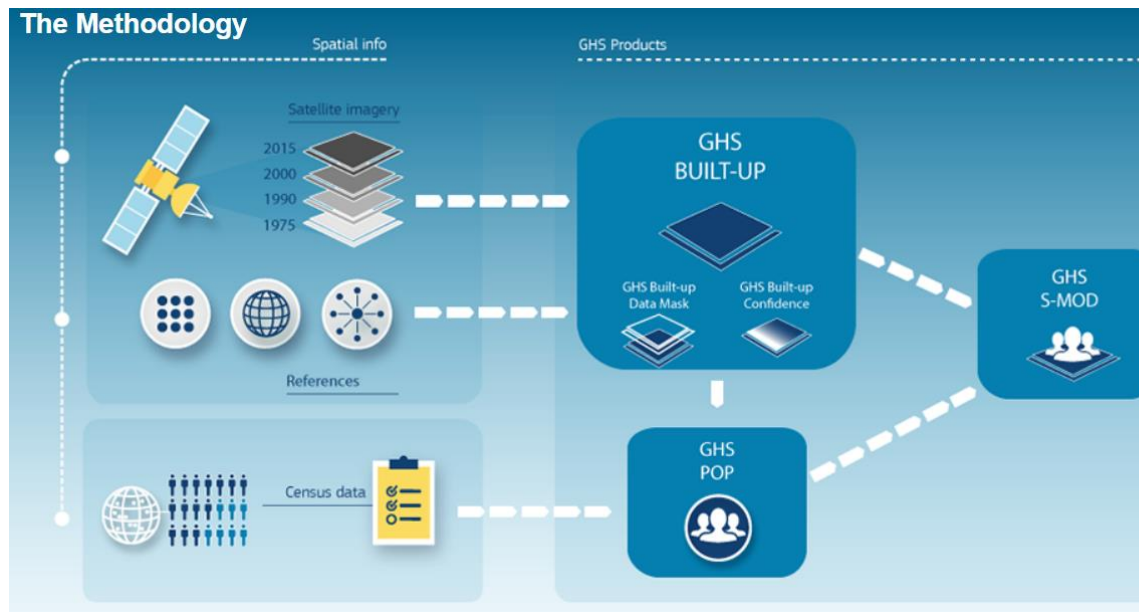
Aankondiging project: <https://land.copernicus.eu/en/news/copernicus-global-land-cover-and-tropical-forest-mapping-and-monitoring-service-awarded>

Verder nog geen publiek beschikbare documentatie

Van wie?

De Global Human Settlement Layer (GHSL) is een initiatief van de Europese Commissie dat zich richt op het verzamelen, verwerken en verstrekken van informatie over nederzettingen wereldwijd. Het combineert satellietbeelden (Copernicus programma) en andere geografische gegevens om gedetailleerde kaarten en datasets te produceren die de spreiding, omvang en evolutie van nederzettingen weergeven.

Visueel uitgelegd op <https://human-settlement.emergency.copernicus.eu/data.php> :



Voorbeeld voor Madrid:

GHSL is een initiatief van de Europese Commissie, beheerd door het Joint Research Centre (JRC).

Operationeel?

Ja, GHSL is operationeel en wordt continu bijgewerkt.

Link met gebruikersnoden

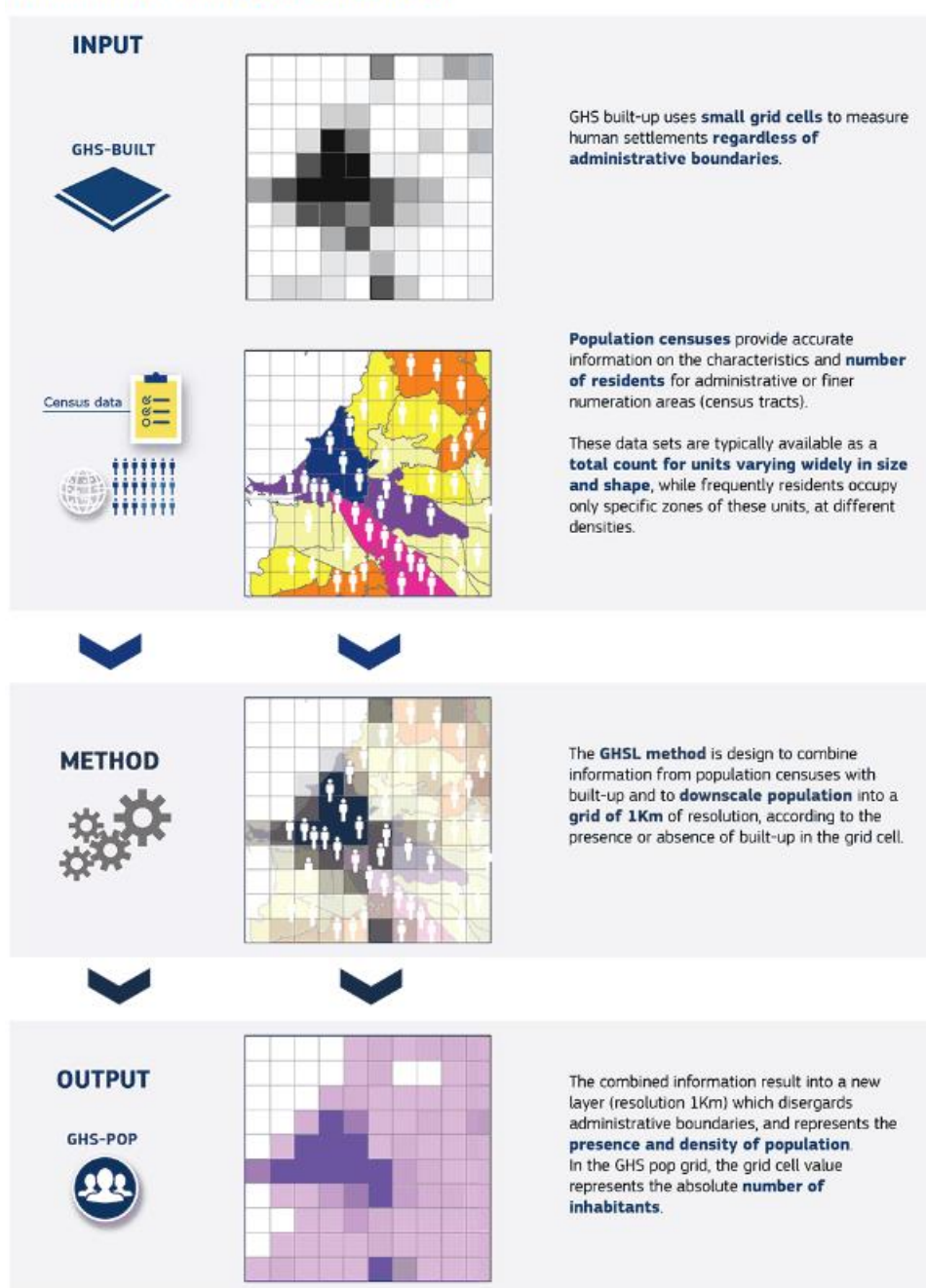
Flexibel omgaan met definities

Neen.

Flexibel omgaan met resoluties

Er wordt data van verschillende resoluties gecombineerd. De bevolkingsdata is typisch beschikbaar als een totaal aantal per administratieve eenheid (verschillende schaalniveaus). De GHSL-methode doet een 'downscaling' naar een 1km²-grid op basis van de bebouwing in de grid-cel, onafhankelijk van de schaal van de bevolkingsdata. Sommige datasets zijn ook op meerdere resoluties te downloaden (afzonderlijk opgesteld).

From built-up area to population grid



2. LASSO – LULUCF Nederland

LASSO – LULUCF Nederland

Korte beschrijving

In Nederland wordt de inventaris van emissies en opslag van broeikasgassen opgemaakt door Wageningen University & Research op basis van het LASSO-model. Dit model maakt gebruik van verschillende data-bronnen om de koolstofopslag te begroten en de fluxes te berekenen van CO₂, CH₄, en N₂O.

Documentatie

Geen gedetailleerde omschrijving van het model, de methodologie voor de opmaak van de broeikasgasinventaris voor de LULUCF-sector wordt wel jaarlijks gerapporteerd. Het laatste rapport (2024) is [hier](#) terug te vinden.

Van wie?

Wageningen University & Research (in opdracht van ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in het kader van Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu).

Operationeel?

Het model is operationeel: het wordt gebruikt om de emissies van broeikasgassen van de LULUCF-sector in Nederland te rapporteren.

Link met gebruikersnoden

Flexibel omgaan met definities

Neen, enkel de 6 LULUCF hoofdcategorieën zijn opgenomen in het model.

Hiervoor worden topografische kaarten (Historisch Grondgebruik Nederland (HGN) voor 1970 en 1990, Basiskaart Natuur (BN) voor 2004, 2009, 2013, 2017 en 2021) geharmoniseerd naar een classificatie van het landgebruik in 6 categorieën: bos, akkerland, grasland, urbaan gebied ('settlements'), wetlands en overig ('other land').

Binnen de categorie 'Grasland' wordt een onderscheid gemaakt tussen enerzijds 'Trees Outside Forest TOF' en anderzijds 'Grasland non-TOF', waaronder 'grasland vegetatie', 'natuurlijk grasland' en 'boomgaard' vallen. TOF omvat beboste gebieden waarvan de oppervlakte te klein is (< 0.5 ha) om als bos gedefinieerd te worden (bv. bomen langs wegen en velden, bomen in parken).

Ook binnen de categorie 'Wetlands' wordt een onderscheid gemaakt tussen verschillende subcategorieën.

Flexibel omgaan met resoluties

De kaarten worden geaggregeerd naar rasters met een vaste resolutie van 25m.

Flexibel omgaan met dataformaten

Niet van toepassing.

Karakteriseren via attributen

Niet van toepassing.

Structurele veranderingen meten

Topografische kaarten worden 4-jaarlijks opgemaakt (sinds 2004), maar veranderingen tussen de jaren worden niet structureel gemeten: de kaarten worden ieder afzonderlijk gemaakt en verschillen tussen de afzonderlijke kaarten worden vervolgens als verandering geïnterpreteerd.

Op basis van de landgebruiksrasters worden 6 landgebruiksmatrices opgesteld tussen opeenvolgende jaren (1970-1990, 1990-2004, 2004-2009, 2009-2013, 2013-2017 en 2017-2021). Deze landgebruikskaarten en -matrices worden omgevormd naar 'activity' data. Op basis van een overlay met de bodemkaarten worden unieke reeksen ('sequences') van landgebruik-bodem opgesteld. Voor elke reeks worden alle mogelijke intermediaire landgebruikstrajecten berekend. Vanuit de beschikbare rapporten is het niet duidelijk hoe dat gebeurt. Fluxes worden berekend voor elk traject.

-  Closed ways: Gesloten wegen zijn wegen die een gesloten lus vormen (meestal 'gebieden').
-  Areas: Gebieden zijn gesloten wegen die ook gevuld zijn.
-  Relation: Relatie kan gebruikt worden om complexere vormen te maken, of om elementen weer te geven die verwant zijn maar niet fysiek verbonden.

Al deze elementen kunnen tags hebben: een tag is een **key=value** paar dat beschrijft wat het element is. Meest gebruikte keys:

- **Key:highway** - For tagging highways, roads, paths, footways, cycleways, bus stops, etc.
- **Key:place** - Used for tagging countries, cities, towns, villages, etc.
- **Key:amenity** - Used for tagging useful amenities like restaurants, drinking water spots, parking lots, etc.
- **Key:shop** - Used for tagging shops that you buy products from.
- **Key:building** - Used for tagging buildings.
- **Key:landuse** - Used for tagging land being used by humans.
- **Key:natural** - Used for tagging natural land like woods.

Voorbeeld: een parking is een element 'closed way', met tag 'amenity=parking'.

OSM biedt een Application Programming Interface (API) waarmee gebruikers en ontwikkelaars geografische gegevens kunnen ophalen en bewerken. De API ondersteunt verschillende bewerkingen zoals het toevoegen, verwijderen en wijzigen van kaartgegevens.

Vrijwilligers gebruiken diverse tools om data bij te dragen, zoals JOSM (Java OpenStreetMap Editor) en iD, een webgebaseerde editor. Deze tools maken het mogelijk om gegevens vanaf verschillende bronnen (zoals GPS-tracks en luchtfoto's) in te voeren en te bewerken.

Distributie/output: OSM-gegevens zijn beschikbaar in verschillende formaten en via verschillende distributiekanaalen. Populaire formaten zijn onder andere XML en PBF (Protocolbuffer Binary Format). Gegevens kunnen ook worden gedownload via diensten zoals Geofabrik en Planet.osm, die periodieke snapshots van de volledige dataset aanbieden.

Documentatie

Er is een uitgebreide wiki-pagina: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page

Van wie?

OSM is open data, vrij om te gebruiken en is gebaseerd op een community van vele vrijwilligers. Het beheer wordt gedaan door de OpenStreetMap Foundation.

Operationeel?

Ja.

Link met gebruikersnoden

Flexibel omgaan met definities

Ja, met behulp van de tags.

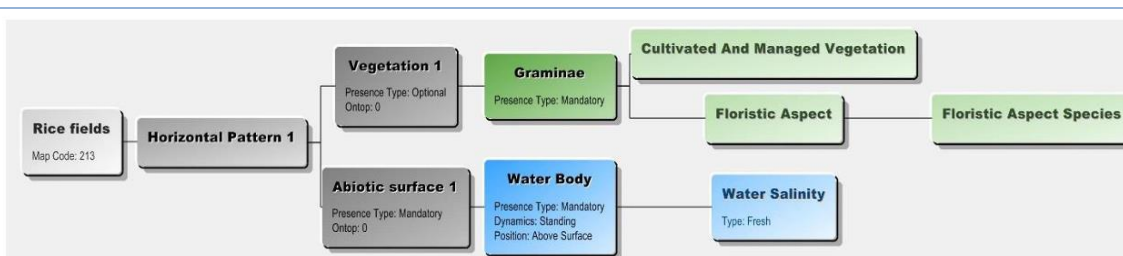
Flexibel omgaan met resoluties

OSM werkt met verschillende types van elementen: dit kunnen punten, lijnen of polygonen zijn waaraan 'tags' worden meegegeven. Zie ook bij de beschrijving.

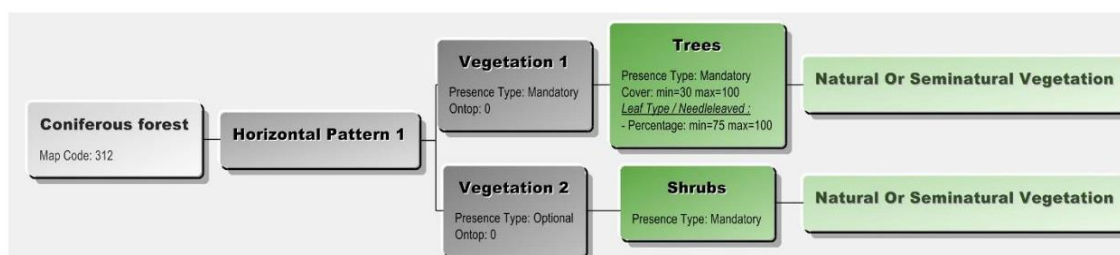
Flexibel omgaan met dataformaten

Niet van toepassing.

Karakteriseren via attributen



Naaldbos bestaat verplicht uit een minimale bedekking van het bouwblok bomen. De boomfractie en de fractie naaldbos als onderdeel van de bomen zijn gebruikt als eigenschap van het bouwblok bomen. Daarnaast kan naaldbos in CORINE optioneel ook bestaan uit een gedeelte struiken.



Documentatie

Een samenvatting van LCML en LCCS kan bekeken worden op

<https://www.fao.org/3/i6517e/i6517e.pdf>.

Van wie?

Food and Agriculture Organization (FAO)

Operationeel?

Ja, er is een databank met toepassingen, namelijk de Land Cover Legend Registry. Er is ook een tool die kan helpen om definities van classificatie uit te werken, de Land CHaracterisation System software (LCHS):

<https://www.fao.org/geospatial/resources/tools/land-characterization-system-software/en/>

De meeste voorbeelden in de databank zijn nationale classificaties in niet-Europese landen, waar de FAO projecten heeft. De CORINE-kaart is ook al vertaald naar de LCML.

Link met gebruikersnoden

Flexibel omgaan met definities

Ja, dit systeem is bedoeld om classificaties flexibel op te stellen in bepaalde standaarden. De LCML bevat veel categorieën in veel niveaus, die flexibel gecombineerd kunnen worden tot bepaalde categorieën in een specifieke kaart.

Flexibel omgaan met resoluties

Niet van toepassing. De standaarden vertrekken enkel vanuit definities. Er kan wel vanuit de definitie informatie gegeven worden over percentages bedekking in een klasse, waardoor het in zekere zin onafhankelijk wordt van de resolutie.

Flexibel omgaan met dataformaten

Niet van toepassing.

Karakteriseren via attributen

Attributen zijn voorzien, maar dit zijn meta-attributen om de klassen van een classificatie te vertalen naar de standaard bouwblokken van LCML (en dus geen attributen van de classificatie zelf).

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

Flexibel omgaan met dataformaten

Bevat rasterdata (satellietdata) en tijdsreeksen. Via notebooks en virtual machines kunnen analyses worden uitgevoerd met eigen dataformaten (incl. vectordata).

Karakteriseren via attributen

Verschillende van de datasets die zijn opgenomen in het platform bevatten verschillende karakteristieken van het landoppervlak (bv. biofysische parameters, LAI, Hoogte, ...). Ook services om afgeleide data (crop classificatie, evenementen (maaien, oogsten, ...)) te berekenen zitten in het platform.

Structurele veranderingen meten

O.a. de CropSAR-service die ontwikkeld is binnen de Terrascope omgeving focust op het meten van korte termijn- en structurele veranderingen (https://blog.vito.be/remotesensing/cropsar2023?hs_preview=hvLlyDZj-139839072553).

Opvolgen van korte termijn veranderingen

De CropSAR-service die ontwikkeld is binnen de Terrascope omgeving focust op het meten van korte termijn- en structurele veranderingen (https://blog.vito.be/remotesensing/cropsar2023?hs_preview=hvLlyDZj-139839072553). Dit wordt bijvoorbeeld gebruikt in het WatchItGrow platform dat op die manier toelaat om een continue gewasopvolging (groeicurves) te doen voor alle landbouwpercelen in Vlaanderen. Onderstaand voorbeeldje illustreert dit: de grafiek toont de fotosynthese-activiteit van groene vegetatie (fAPAR) op een perceel. De waarden die zijn aangeduid met een vierkantje zijn waarden die zijn vastgesteld op basis van wolkenvrije satellietwaarnemingen met Sentinel-2. De lijnen hiertussen zijn waarden die werden ingeschat op basis van CropSAR voor dagen waarvoor geen wolkenvrije Sentinel2- beelden beschikbaar waren voor dit perceel.



Een ander voorbeeld dat is geënt op Terrascope is de TerraFlood applicatie. Deze geeft een zicht op de tijdsdynamiek van overstromingen op basis van Sentinel1-satellietdata (<https://terrascope.be/en/cases/terraflood-mapping-and-monitoring-floods-using-sentinel-1-data?>).

Onzekerheid rapporteren

O.a. de CropSAR-service die ontwikkeld is binnen de Terrascope omgeving berekent ook confidence levels en andere onzekerheidsrapportering over de fAPAR inschattingen.

Op maat te ontwikkelen in OpenEO.

Het platform geeft rechtstreeks toegang tot satellietdata. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van OpenEO een API om op een gestandaardiseerde manier toegang te krijgen tot satellietdata. Ook analyses en gegevensverwerking kunnen rechtstreeks gebeuren op het platform via Notebooks en virtual machines.

Daarnaast worden specifieke applicaties gebouwd bovenop het platform. Een voorbeeld is WatchITGrow. Dit is een webapplicatie die ontwikkeld is om toegang te krijgen tot specifieke landbouw- en omgevingsgegevens die in Terrascope zitten (<https://watchitgrow.be/nl>).

Historic Land Dynamics Assessment + (HILDA+)

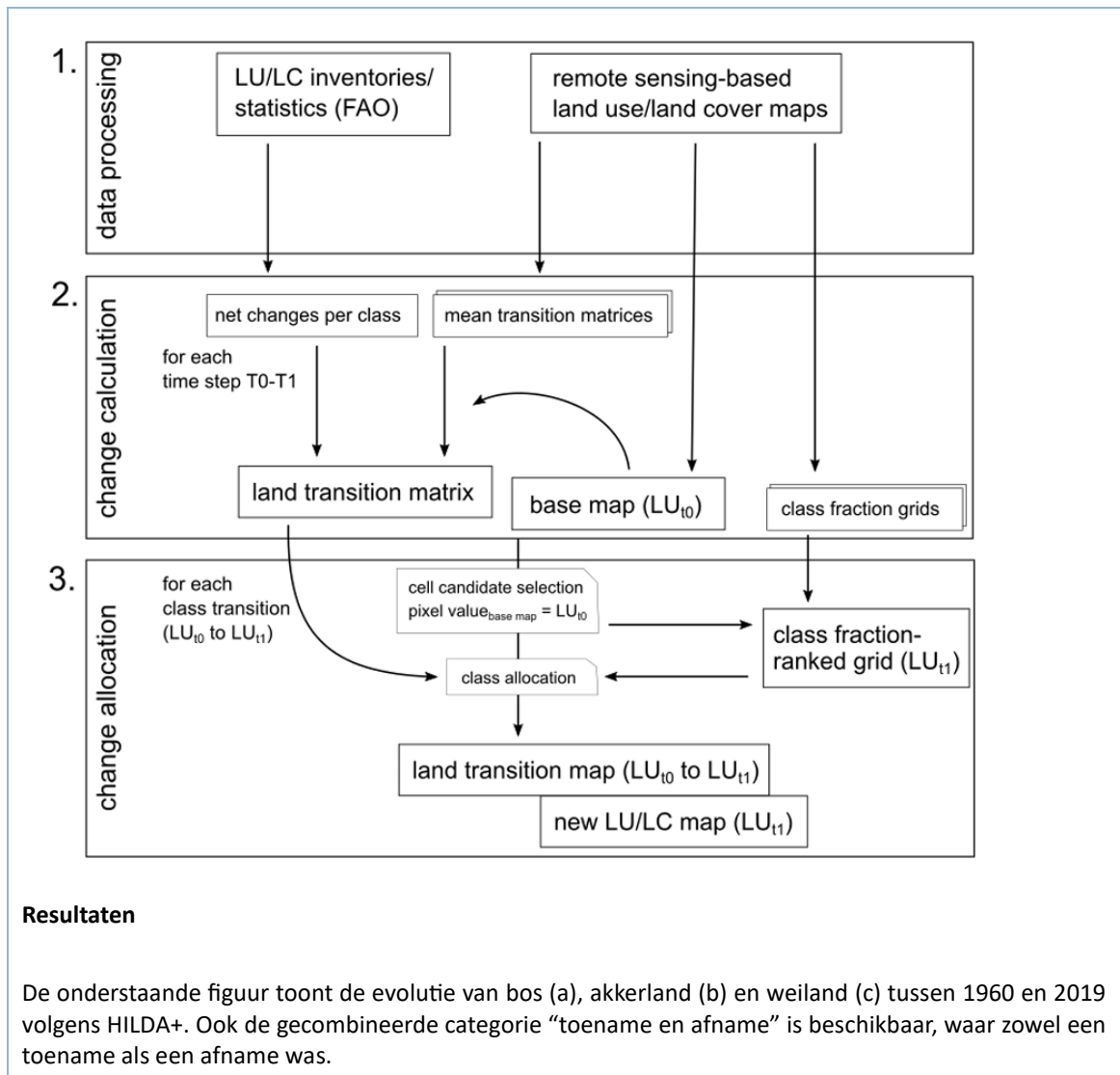
De studie Historic Land Dynamics Assessment + (HILDA+) van de Wageningen University & Research en het Karlsruhe Institute of Technology heeft een globale kaart gemaakt van landgebruiksveranderingen in 6 klassen op zeer lange termijn (1960-2019).

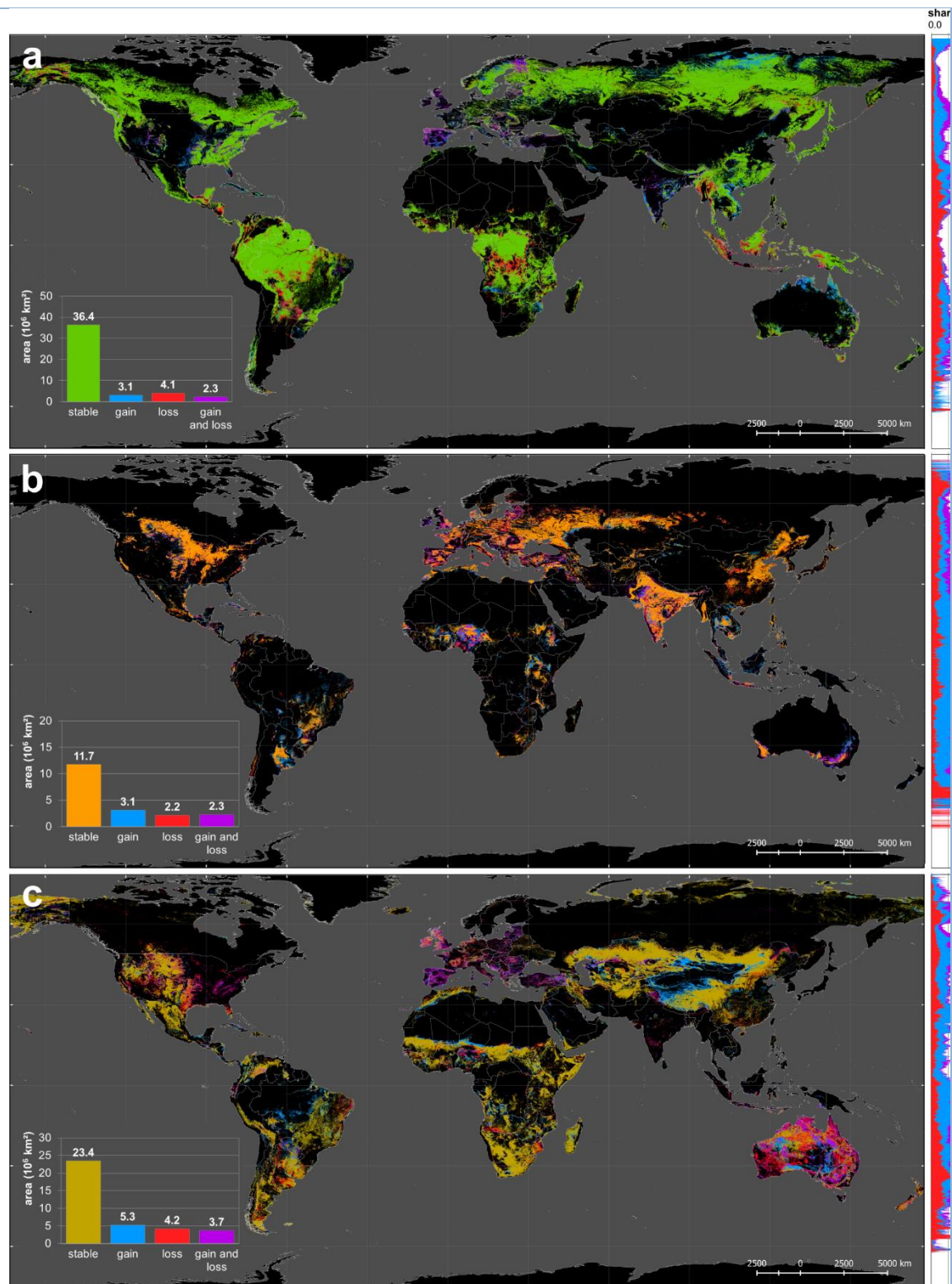
De studie vertrekt van een basisclassificatie uit verschillende bronnen van remote sensing data voor het jaar 2015 op een resolutie van 1 km. De 6 klassen van de kaart zijn stedelijk, akkerland, weiland, bos, natuurlijk gras- en struikland, en onbegroeid. Water wordt niet gekarteerd.

De hoeveelheid veranderingen per jaar per categorie komt uit nationale statistieken en enquêtes zoals gerapporteerd aan de FAO. Ontbrekende statistieken worden geëxtrapoleerd.

De locatie van waarschijnlijkheid van verandering is gebaseerd op tijdsreeksen van een 20-tal remote sensing en andere globale landgebruikskaarten (zoals de GHSL en de CORINE) waar mogelijk. Hieruit worden transitiepotentialen afgeleid per landgebruikscategorie. Deze worden verder geïnterpoleerd en geëxtrapoleerd naar jaren waar geen of weinig data voor beschikbaar is. Veranderingen in landgebruik starten jaarlijks vanaf het basisjaar 2015 terug in de tijd naar 1960 en voorwaarts naar 2019. De veranderingen worden toegekend aan de cellen met de grootste transitiepotentiaal tot de juiste hoeveelheid volgens de nationale statistieken is toegekend.

Schema van de procedure om HILDA+ aan te maken:





http://hilda.plus/hildaplus_map.html

Lopend project in opdracht van ESA met als doel om een open-source toolkit te ontwikkelen voor het in kaart brengen van zogenaamde 'ecosystem extents' en veranderingen in deze extents voor verschillende typologieën van ecosystemen op basis van remote sensing informatie in combinatie met in-situ data.

Deze toolkit moet op termijn ondersteuning kunnen bieden aan verschillende monitoringsverplichtingen op Europese en globale schaal (Global biodiversity framework, UN SEEA Ecosystem accounting, Europese regulering m.b.t. ecosystem accounting).

Dit project is pas opgestart, dus biedt momenteel nog geen bruikbare resultaten. Op basis van het voorgestelde plan van aanpak en overleg met de betrokken onderzoekers kunnen echter al een aantal mogelijke oplossingsrichtingen worden verkend voor de gebruikersnoden die worden gesteld in de voorliggende opdracht. De hierna volgende beschrijving is dus gebaseerd op het plan van aanpak, niet op de resultaten van het World Ecosystem Extent Dynamics project.

Documentatie

Nog niet beschikbaar.

Van wie?

Project uitgevoerd door VITO en verschillende internationale partners in opdracht van ESA

Operationeel?

Neen, project recent opgestart.

Link met gebruikersnoden

Flexibel omgaan met definities

Ecosystem extents moeten in kaart worden gebracht voor verschillende typologieën: IUCN Global Ecosystem Typology, IUCN habitats classificatie, EUNIS typologie, RAMSAR. Bovendien moeten verschillende ‘niveaus’ in deze typologieën behandeld kunnen worden. Hiervoor zal een ‘unified ecosystem characterization framework’ worden ontwikkeld, een eigen semantisch datamodel, dat moet toelaten om de verschillende typologieën met elkaar te vergelijken.

Het uiteindelijke resultaat van het project zal een toolbox zijn waarin gebruikers voor een gewenst studiegebied en aan de hand van de gewenste typologie een kaart kunnen opmaken.

Flexibel omgaan met resoluties

Het systeem zal schaalbaar zijn, zodat het kan worden toegepast op verschillende schaalniveaus.

Flexibel omgaan met dataformaten

In het project zal gebruik worden gemaakt van remote sensing datasets en diverse andere geospatiale datasets die in verschillende delen van de wereld beschikbaar zijn. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van (in-situ) referentiedata voor het valideren van de resultaten.

Karakteriseren via attributen

Het project zal gebruik maken van data cubes om verschillende karakteristieken van de ecosystemen op te slaan (remote sensing gebaseerde data en statistieken, land cover en landgebruikscategorieën, geofysische karakteristieken, klimaatinformatie, hydrologie, ...). Data cubes zijn multidimensionale datastructuren die worden gebruikt om data van diverse bronnen in op te slaan, organiseren en analyseren. Deze data cube zal bestaan uit honderden raster lagen die de verschillende variabelen voorstellen. Daarnaast zal gebruik worden gemaakt van puntgegevens en vector data in databanken voor het opslaan van de referentiedata.

De te ontwikkelen tool zal zowel informatie kunnen ophalen uit de data cube als uit de (vectorgebaseerde) databanken.

Structurele veranderingen meten

Het project heeft als voornaamste doel om veranderingen in de ecosystem extent op een structurele manier in kaart te brengen (3-jaarlijks: 2018-2021-2024). Hiervoor wordt gebruik gemaakt van verschillende remote sensing datasets (Sentinel1, 2 en 3 (beschikbaar sinds 2016), MODIS (beschikbaar sinds 2000)). Hierbij is er zowel focus op abrupte veranderingen en graduele veranderingen. Hiervoor worden voor ieder type verandering een aantal key indicatoren gedefinieerd die bepalend zijn voor de verandering.

Opvolgen van korte termijn veranderingen

De toolbox focust op het in kaart brengen van 3-jaarlijkse veranderingen.

Onzekerheid rapporteren

Thematische onzekerheid zal worden gerapporteerd gebruik makende van de verschillende referentiedata die beschikbaar zijn. Zowel Users' als Producers' accuracy als hun onzekerheid zal worden gerapporteerd (Olofsson et al., 2014³⁵).

Daarnaast zal er ook een validatie worden uitgevoerd van de ecosysteemveranderingen met een focus op de timing en richting van de verandering.

Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën

Het systeem (toolbox) moet na afloop van het project kunnen worden uitgebreid met nieuwe categorieën.

Koppeling met andere systemen

De toolkit zal het mogelijk maken om ook nationale datasets en kaarten te integreren. Deze moeten eerst worden vertaald naar het afgesproken semantisch datamodel en onzekerheidsrapportering. De datafusie van de verschillende nationale en remote sensing gebaseerde datasets houdt vervolgens rekening met deze onzekerheden.

7. Lifewatch land cover map (Wallonië)

Lifewatch Land cover map

Korte beschrijving

Bodembedekkingskaart voor Wallonië (België) die is gemaakt door Lifewatch Belgium, het Belgische luik van LifeWatch, een Europees onderzoeksinfrastructuurnetwerk dat zich richt op biodiversiteits- en ecosysteemonderzoek.

Doelstelling van de bodembedekkingskaart is om deze te gebruiken voor biodiversiteits-gerelateerd onderzoek en als input in biodiversiteitsmodellen.

Documentatie

Radoux J, Bourdouxhe A, Coppée T, De Vroey M, Dufrêne M, Defourny P. (2023). A Consistent Land Cover Map Time Series at 2 m Spatial Resolution—The LifeWatch 2006-2015-2018-2019 Dataset for Wallonia. *Data*. 2023; 8(1):13.

<https://doi.org/10.3390/data8010013>

³⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425714000704?via%3Dihub>

Kaarten beschikbaar op: <https://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/ecotopes.html?lang=en>

Van wie?

Lifewatch Belgium

Operationeel?

De output is beschikbaar voor Wallonië 2006, 2015, 2018, 2019 (voor België: enkel 2015 beschikbaar).

Link met gebruikersnoden

Flexibel omgaan met definities

Er wordt op de kaart gewerkt met 13 vaste land cover categorieën. In de publicatie worden deze categorieën beschreven volgens het EAGLE data model. De meeste land cover categorieën komen overeen met een enkele EAGLE land cover (LC) hoofdcategorie, maar voor bepaalde categorieën zijn daarnaast ook EAGLE land characteristics (LCH) gebruikt om de categorie te beschrijven (bv. LCH_3_1: leaf form: needle leaved (3.1.1) vs broad leaved (3.1.2), LCH_4_4_2: waterlogged, saturated ground). Om bepaalde categorieën te onderscheiden die van belang worden geacht voor de biodiversiteitsmodellen volstond het EAGLE datamodel niet. Hiervoor werd nog een verder onderscheid aangebracht tussen voor de rest dezelfde vegetatietypes (bv. op basis van boomhoogtes of verschillende management practices op graslanden).

Map Class	Map Code	Related EAGLE Code
Water	10	LCC-3
Natural Material Surfaces with less than 10% vegetation	15	LCC-1_2
Artificially sealed ground surface	20	LCC-1_1_1_3
Building, specific structures and facilities	21	LCC-1_1_1_1 LCC-1_1_1_2
Herbaceous in rotation during the year (e.g., crops)	30	LCC-2_2
Grassland with intensive management	35	LCC-2_2
Grassland and scrub of biological interest	40	LCC-2_2
Inundated grassland and scrub of biological interest	45	LCC-2_2 & LCH-4_4_2
Vegetation of recently disturbed area (e.g., clear cut)	48	LCC-2_2 & LCH-3_8
Coniferous trees (≥ 3 m)	50	LCC-2_1_1 & LCH-3_1_1
Small coniferous trees (< 3 m)	51	LCC-2_1_2 & LCH-3_1_1
Broadleaved trees (≥ 3 m)	55	LCC-2_1_1 & LCH-3_1_2
Small broadleaved trees (< 3 m) and shrubs	56	LCC-2_1_2 & LCH-3_1_2

Flexibel omgaan met resoluties

Neen, vaste resolutie van 2m.

Flexibel omgaan met dataformaten

Niet van toepassing (rasterkaart).

Karakteriseren via attributen

Zit impliciet opgenomen in de 13 land cover categorieën (zie toepassing EAGLE).

Structurele veranderingen meten

Consistentie in de tijd is een belangrijk kenmerk van deze dataset. Hierbij wordt specifieke aandacht gegeven aan het behouden van ‘stable boundaries’ voor alle attributen met een verticale dimensie (bv. bomen, gebouwen). Op die manier kan worden vermeden dat geometrische fouten worden verward met werkelijke veranderingen.

Classificatie wordt gedreven door change detection. Hiervoor worden gebieden die potentieel veranderden gedetecteerd aan de hand van een 'pixel-based change detection with iterative trimming' procedure. Op die locaties waar een verandering onwaarschijnlijk werd geacht, werd de classificatie van de bos en open biotopen gebaseerd op het majority principe (meest voorkomende classificatie voor de verschillende jaartallen). Voor gebouwen en wegen wordt de Walous 2018 dataset gebruikt als basis. Nieuwe gebouwen en wegen werden gedetecteerd indien ze niet overlappen met de gebouwen of wegen uit 2018 en toegevoegd aan de kaart. Indien de gebouwen of wegen wel overlappen met de contouren uit 2018, worden deze bewaard.

Voor bossen wordt verondersteld dat dezelfde bladvorm wordt bewaard in de tijd, tenzij er een kaalkap werd gedetecteerd. De bladvorm wordt geselecteerd op basis van het majority principe dat wordt toegepast op de verschillende databronnen (Sentinel classificatie, forest type map of Wallonia, orthophoto interpretatie).

Voor KLE (hagen, geïsoleerde bomen, bomenrijen) wordt de minimum omvang gebruikt. Daarna werden aanpassingen gedaan om temporele consistentie te bewaren (bv. boom werd toegevoegd in tijdstip t indien deze aanwezig was in tijdstippen t-1 en t+1).

Tot slot werden grote (>1000m²) inconsistenties tussen de verschillende jaartallen manueel opgezocht en verbeterd.

Opvolgen van korte termijn veranderingen

Niet van toepassing.

Onzekerheid rapporteren

Thematische onzekerheid is gerapporteerd op basis van 1.200 sample punten die onafhankelijk werden gecategoriseerd op basis van luchtfoto's (2015) volgens de methode van Olofsson et al. (2014).

In geval van onzekerheid van de classificatie werd een controle uitgevoerd op het terrein.

Dezelfde sample punten werden vervolgens ook nagekeken op orthofoto's van 2006-2018-2019. 13% van de sample punten was gelokaliseerd in gebieden waarin een verandering werd gedetecteerd. In deze gebieden werd een hogere onzekerheid bekomen in vergelijking met de volledig dataset van sample punten.

Daarnaast werd een specifieke sample dataset opgezet om veranderingen in de bosoppervlakte te valideren. Hiervoor werden 100 sample punten gekozen in bosoppervlaktes die minstens eenmaal veranderden in de tijd.

Zowel geometrische als thematische accuracy gemeten met dezelfde sample punten. Hiervoor werd ook de categorie van het dichtstbijzijnde object binnen een straal van 5m genoteerd in de sample punten dataset. Deze geometrische fouten doen de totale onzekerheid dalen met ongeveer 4%.

Gemakkelijk uit te breiden met nieuwe categorieën

Neen.

Koppeling met andere systemen

Niet van toepassing.

Bijlage B – Overzicht van de EAGLE elementen (versie 3.2 – oktober 2023)

Code	Label	Level
LCC	Land Cover Components	0
LCC-1	Abiotic, Non-Vegetated Surfaces and Objects	1
LCC-1_1	Artificial Surfaces and Constructions	2
LCC-1_1_1	Sealed Artificial Surfaces and Constructions	3
LCC-1_1_1_1	Buildings	4
LCC-1_1_1_1_1	Conventional Buildings	5
LCC-1_1_1_1_2	Specific Buildings	5
LCC-1_1_1_2	Specific Structures and Facilities	4
LCC-1_1_1_3	Open Sealed Surfaces	4
LCC-1_1_2	Non-Sealed Artificial Surfaces	3
LCC-1_1_2_1	Open Non-Sealed Artificial Surfaces	4
LCC-1_1_2_2	Waste Materials	4
LCC-1_2	Natural Material Surfaces	2
LCC-1_2_1	Consolidated Surfaces	3
LCC-1_2_1_1	Bare Rock	4
LCC-1_2_1_2	Hard Pan	4
LCC-1_2_2	Unconsolidated Surfaces	3
LCC-1_2_2_1	Mineral Fragments	4
LCC-1_2_2_1_1	Boulders, Stones	5
LCC-1_2_2_1_2	Pebbles, Gravel, Tuff	5
LCC-1_2_2_1_3	Sand, Grit	5
LCC-1_2_2_1_4	Clay, Silt	5
LCC-1_2_2_1_5	Mixed Unsorted Material	5
LCC-1_2_2_2	Bare Soils	4
LCC-1_2_2_3	Natural Deposits	4
LCC-1_2_2_3_1	Inorganic Deposits	5
LCC-1_2_2_3_2	Organic Deposits, Peat	5
LCC-2	Biotic, Vegetation	1
LCC-2_1	Woody Vegetation	2
LCC-2_1_1	Trees	3
LCC-2_1_2	Bushes, Shrubs	3
LCC-2_1_2_1	Regular Bushes	4
LCC-2_1_2_2	Dwarf Shrubs	4
LCC-2_2	Herbaceous Vegetation	2
LCC-2_2_1	Graminoids, Grass-Like	3
LCC-2_2_1_1	Grasses, Sedges, Rushes, Cereals	4
LCC-2_2_1_1_1	Poaceae, Grasses, Cereals	5
LCC-2_2_1_1_2	Cyperaceae, Sedges, Rushes	5
LCC-2_2_1_2	Reeds, Bamboos, Canes	4
LCC-2_2_2	Non-Graminoids, Forbs, Ferns	3

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

LUA-2_1_1_9	Manufacturing Other Raw Materials	4
LUA-2_1_2	Heavy End Product Industry	3
LUA-2_1_2_1	Manufacturing Machinery Products	4
LUA-2_1_2_2	Manufacturing Vehicles and Transport Equipment	4
LUA-2_1_2_3	Manufacturing Other Heavy End Products	4
LUA-2_1_3	Light End Product Industry	3
LUA-2_1_3_1	Manufacturing Food, Beverages and Tobacco Products	4
LUA-2_1_3_2	Manufacturing Clothes and Leather Products	4
LUA-2_1_3_3	Publishing, Printing, Reproduction of Recorded Media	4
LUA-2_1_3_4	Manufacturing Electrical, Precision and Optical Equipment	4
LUA-2_1_3_5	Manufacturing Other Light End Products	4
LUA-2_2	Energy Production	2
LUA-2_2_1	Nuclear Based Energy Production	3
LUA-2_2_2	Fossil Fuel Based Energy Production	3
LUA-2_2_2_1	Coal and Lignite Based Energy Production	4
LUA-2_2_2_2	Mineral Oil Based Energy Production	4
LUA-2_2_2_3	Mineral Gas Based Energy Production	4
LUA-2_2_2_4	Peat and Other Fossil Fuel Based Energy Production	4
LUA-2_2_3	Biomass Based Energy Production	3
LUA-2_2_4	Renewable Energy Production	3
LUA-2_2_4_1	Water Based Energy Production	4
LUA-2_2_4_2	Solar Based Energy Production	4
LUA-2_2_4_3	Wind Based Energy Production	4
LUA-2_2_4_4	Geo-Thermal Based Energy Production	4
LUA-2_2_4_5	Tide Based Energy Production	4
LUA-2_2_5	Waste Combustion Based Energy Production	3
LUA-2_5	Other Industry	2
LUA-3	Tertiary Services Sector	1
LUA-3_1	Commercial Services	2
LUA-3_1_1	Wholesale, Retail Trade, Repair of Vehicles and Household Goods	3
LUA-3_1_2	Real Estate Services	3
LUA-3_1_3	Accommodation and Food Services	3
LUA-3_1_4	Other Commercial Services	3
LUA-3_2	Financial, Professional and Information Services	2
LUA-3_2_1	Financial and Insurance Services	3
LUA-3_2_2	Professional, Technical and Scientific Services	3
LUA-3_2_3	Information and Communication Services	3
LUA-3_2_4	Administrative and Support Services	3
LUA-3_2_5	Other Financial Professional and Information Services	3
LUA-3_3	Community Services	2
LUA-3_3_1	Public Administration, Defense, Justice, Public Security	3
LUA-3_3_2	Science, Research, Education	3
LUA-3_3_3	Health and Social Services	3
LUA-3_3_4	Religious Services	3
LUA-3_3_4_1	House of Worship	4

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

LUA-3_3_4_2	Monastery	4
LUA-3_3_4_3	Cemetery	4
LUA-3_3_5	Other Community Services	3
LUA-3_4	Cultural, Entertainment and Recreational Services	2
LUA-3_4_1	Cultural Services	3
LUA-3_4_1_1	Indoor Cultural Service	4
LUA-3_4_1_2	Outdoor Cultural Service	4
LUA-3_4_2	Entertainment	3
LUA-3_4_3	Sports Infrastructure	3
LUA-3_4_3_1	Golf Course	4
LUA-3_4_3_2	Ski Piste	4
LUA-3_4_3_3	Outdoor Racecourse	4
LUA-3_4_3_4	Sport Hall	4
LUA-3_4_3_5	Stadium	4
LUA-3_4_3_6	Swimming Pool	4
LUA-3_4_3_7	Sports Ground	4
LUA-3_4_3_8	Fitness Club	4
LUA-3_4_3_9	Yachtharbour, Sport Boat Marina	4
LUA-3_4_4	Open Air Recreational Areas	3
LUA-3_4_4_1	Urban Greenery, City Parks, Playgrounds	4
LUA-3_4_4_2	(Semi-)Natural Areas Used for Recreation	4
LUA-3_4_5	Other Recreational Services	3
LUA-3_4_5_1	Allotment Garden	4
LUA-3_4_5_2	Amateur Fishing	4
LUA-3_5	Other Services	2
LUA-4	Transport Networks, Logistics, Utilities	1
LUA-4_1	Transport Networks	2
LUA-4_1_1	Road Network	3
LUA-4_1_2	Railway Network	3
LUA-4_1_3	Air Transport	3
LUA-4_1_4	Water Transport	3
LUA-4_1_5	Other Transportation Networks	3
LUA-4_2	Logistics and Storage	2
LUA-4_3	Utilities	2
LUA-4_3_1	Power Distribution Services	3
LUA-4_3_1_1	Electricity Distribution	4
LUA-4_3_1_2	Gas Distribution	4
LUA-4_3_1_3	Thermal Energy Distribution	4
LUA-4_3_2	Water and Sewage Infrastructure	3
LUA-4_3_2_1	Drinking Water Facilities	4
LUA-4_3_2_2	Sewage Water Treatment	4
LUA-4_3_2_3	Water Runoff Retention Basin	4
LUA-4_3_2_4	Artificial Snow Water Pond	4
LUA-4_3_2_5	Irrigation and Fire Fighting Water Pond	4
LUA-4_3_3	Waste Treatment	3
LUA-4_3_3_1	Dump Site	4

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

LUA-4_3_3_1_1	Hazardous Waste	5
LUA-4_3_3_1_2	Inert Or Non-Hazardous Waste	5
LUA-4_3_3_2	Recycling Facilities	4
LUA-4_3_4	Other Utilities	3
LUA-5	Residential	1
LUA-5_1	Permanent Residential	2
LUA-5_2	Residential Use With Other Compatible Uses	2
LUA-5_3	Other Residential	2
LUA-5_3_1	Temporary Residential, Permanent Structure	3
LUA-5_3_2	Temporary Dwelling, Non-Permanent Structure	3
LUA-5_3_3	Informal Dwelling	3
LUA-6	Other Uses	1
LUA-6_1	Transitional Areas Under Construction	2
LUA-6_3	Areas Not In Any Economic Use	2
LUA-6_4	Flood Protection	2
LCH	Land Characteristics	0
LCH-1	Built-Up Characteristics	1
LCH-1_1	Soil Sealing Degree	2
LCH-1_2	Built-Up Pattern	2
LCH-1_2_1	Scattered Single Houses, Discontinuous	3
LCH-1_2_2	Single Blocks, Discontinuous	3
LCH-1_2_3	Suburban Row Houses, Terraced, Semi-Detached Houses	3
LCH-1_2_4	City Street Blocks, Closed Front	3
LCH-1_2_5	Large Complex Buildings, Big Halls	3
LCH-1_3	Building Nature	2
LCH-1_3_1	Building Nature Value	3
LCH-1_4	Other Construction Nature	2
LCH-1_4_1	Other Construction Nature Value	3
LCH-1_5	Artificial Surface Material Type	2
LCH-1_5_1	Mineral Compound	3
LCH-1_5_1_1	Glass	4
LCH-1_5_1_2	Ceramic, Clay Tiles, Bricks	4
LCH-1_5_1_3	Concrete	4
LCH-1_5_1_4	Asbestos Fibre Cement	4
LCH-1_5_1_5	Non-Asbestos Fibre Cement	4
LCH-1_5_2	Solar Panels	3
LCH-1_5_3	Metal	3
LCH-1_5_3_1	Copper	4
LCH-1_5_3_2	Zinc	4
LCH-1_5_3_3	Aluminium	4
LCH-1_5_3_4	Steel	4
LCH-1_5_3_5	Iron	4
LCH-1_5_3_6	Lead	4
LCH-1_5_4	Hydrocarbon Compound	3
LCH-1_5_4_1	Tar	4
LCH-1_5_4_2	Asphalt	4

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

LCH-3_1_1	Needle Leaved	3
LCH-3_1_2	Broad Leaved	3
LCH-3_1_3	Palm Leaved	3
LCH-3_1_4	Non-Leafy	3
LCH-3_2	Foliage Persistence	2
LCH-3_2_1	Evergreen	3
LCH-3_2_2	Deciduous	3
LCH-3_2_2_1	Winter Deciduous	4
LCH-3_2_2_2	Summer Deciduous	4
LCH-3_3	Leaf Anatomy	2
LCH-3_3_1	Sclerophyllous	3
LCH-3_4	Phenological Plant Life Span	2
LCH-3_4_1	Annual Plant	3
LCH-3_4_2	Biennial Plant	3
LCH-3_4_3	Perennial Plant	3
LCH-3_4_4	Ephemeral Plant	3
LCH-3_5	Plant Location	2
LCH-3_5_1	Terrestrial Plant	3
LCH-3_5_2	Epiphyte Plant	3
LCH-3_5_3	Aquatic Submerged Plant	3
LCH-3_5_4	Aquatic Emergent Plant	3
LCH-3_6	Growth Form, Habit	2
LCH-3_6_1	Erect Growth, Single Stem	3
LCH-3_6_2	Open, Spreading, Dense Growth, Multi-Stem	3
LCH-3_6_3	Prostrate, Creeping	3
LCH-3_6_4	Clump-Forming	3
LCH-3_6_5	Cushion, Mat-Forming	3
LCH-3_6_6	Climbing	3
LCH-3_7	Raunkiaer Life Form	2
LCH-3_7_1	Phanerophyte	3
LCH-3_7_2	Epiphyte	3
LCH-3_7_3	Chamaephyte	3
LCH-3_7_4	Hemicryptophyte	3
LCH-3_7_5	Cryptophyte	3
LCH-3_7_6	Therophyte	3
LCH-3_7_7	Aerophyte	3
LCH-3_8	Vegetation Cover Transition	2
LCH-3_8_1	Natural Succession	3
LCH-3_8_2	Vegetation Degradation	3
LCH-3_9	Plant Species Origin	2
LCH-3_9_1	Native Plant	3
LCH-3_9_2	Non-Native Plant	3
LCH-3_9_3	Endemic Plant	3
LCH-3_9_4	Invasive Plant	3
LCH-3_9_5	Migratory Plant	3
LCH-3_9_6	Genetically Modified Plant	3

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

LCH-4_9_1	Groundwater Table Level	3
LCH-4_10	Snow Characteristics	2
LCH-4_10_1	Snow Height	3
LCH-4_11	Ice Characteristics	2
LCH-5	Land Management	1
LCH-5_1	Agricultural Land Management	2
LCH-5_1_1	Agricultural Cultivation Form	3
LCH-5_1_1_1	Cropland	4
LCH-5_1_1_1_1	Arable Crop Land	5
LCH-5_1_1_1_2	Permanent Crop Land	5
LCH-5_1_1_2	Managed Permanent Grassland	4
LCH-5_1_2	Cultivation Practice	3
LCH-5_1_2_1	Crop Rotation	4
LCH-5_1_2_2	No Crop Rotation	4
LCH-5_1_2_3	Plantation	4
LCH-5_1_2_4	Extensive Cultivation Practice	4
LCH-5_1_2_5	Agroforestry	4
LCH-5_1_2_6	Shifting Cultivation	4
LCH-5_1_2_7	Intercropping	4
LCH-5_1_2_8	Kitchen Garden	4
LCH-5_1_2_9	Paddy Field Cultivation	4
LCH-5_1_3	Cultivation Installation	3
LCH-5_1_3_1	Greenhouse Under Glass or Foil	4
LCH-5_1_3_2	Under Foil On Ground	4
LCH-5_1_3_3	Plantation Protection Net	4
LCH-5_1_3_4	Espalier, Trellis, Lattice	4
LCH-5_1_3_5	Hydroculture	4
LCH-5_1_3_6	Vertical Farming	4
LCH-5_1_4	Cultivation Measure and Activities	3
LCH-5_1_4_1	Ploughing and Tillage	4
LCH-5_1_4_1_1	No Ploughing	5
LCH-5_1_4_1_2	Ploughing Applied, Direction Unspecified	5
LCH-5_1_4_1_3	Ploughing Across The Slope	5
LCH-5_1_4_1_4	Ploughing Oblique Direction	5
LCH-5_1_4_1_5	Ploughing in Direction of Slope	5
LCH-5_1_4_2	Fertilization	4
LCH-5_1_4_2_1	No Fertilizing	5
LCH-5_1_4_2_2	Fertilization Applied, Type Unspecified	5
LCH-5_1_4_2_3	Organic Fertilizer	5
LCH-5_1_4_2_3_1	Animal Manure	6
LCH-5_1_4_2_3_2	Green Manure	6
LCH-5_1_4_2_4	Synthetic Fertilizer	5
LCH-5_1_4_3	Weed Control	4
LCH-5_1_4_3_1	No Weed Control	5
LCH-5_1_4_3_2	Weed Control Applied, Method Unspecified	5
LCH-5_1_4_3_3	Mechanical or Biological Weed Control	5

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

LCH-5_1_6_2	Meadow Grasses And Herbs	4
LCH-5_1_6_3	Permanent Crops	4
LCH-5_1_6_3_1	Pome Fruits	5
LCH-5_1_6_3_1_1	Apple	6
LCH-5_1_6_3_1_2	Pear	6
LCH-5_1_6_3_1_3	Quince	6
LCH-5_1_6_3_1_4	Medlar	6
LCH-5_1_6_3_1_5	Pomegranate	6
LCH-5_1_6_3_2	Drupes, Stone-Like Fruits	5
LCH-5_1_6_3_2_1	Sweet Cherry	6
LCH-5_1_6_3_2_2	Sour Cherry	6
LCH-5_1_6_3_2_3	Plum	6
LCH-5_1_6_3_2_4	Mirabelle, Spilling	6
LCH-5_1_6_3_2_5	Peach, Nectarine	6
LCH-5_1_6_3_2_6	Apricot	6
LCH-5_1_6_3_2_7	Avocado	6
LCH-5_1_6_3_2_8	Mango	6
LCH-5_1_6_3_2_9	Litchi	6
LCH-5_1_6_3_2_10	Date Fruit	6
LCH-5_1_6_3_2_11	Oil Palm	6
LCH-5_1_6_3_3	Nuts	5
LCH-5_1_6_3_3_1	Walnuts	6
LCH-5_1_6_3_3_2	Chestnuts	6
LCH-5_1_6_3_3_3	Hazelnuts	6
LCH-5_1_6_3_3_4	Cashew Nuts	6
LCH-5_1_6_3_3_5	Brazil Nuts	6
LCH-5_1_6_3_3_6	Pekka Nuts	6
LCH-5_1_6_3_3_7	Pistachios	6
LCH-5_1_6_3_3_8	Almond	6
LCH-5_1_6_3_3_9	Coconuts	6
LCH-5_1_6_3_4	Citrus Fruits	5
LCH-5_1_6_3_4_1	Oranges	6
LCH-5_1_6_3_4_2	Lemons	6
LCH-5_1_6_3_4_3	Limes	6
LCH-5_1_6_3_4_4	Pomelos	6
LCH-5_1_6_3_4_5	Grapefruits	6
LCH-5_1_6_3_4_6	Mandarine	6
LCH-5_1_6_3_4_7	Clementine	6
LCH-5_1_6_3_5	Berry Crops	5
LCH-5_1_6_3_5_1	Raspberries	6
LCH-5_1_6_3_5_2	Blackberries	6
LCH-5_1_6_3_5_3	Currants	6
LCH-5_1_6_3_5_4	Gooseberries	6
LCH-5_1_6_3_5_5	Blueberries	6
LCH-5_1_6_3_5_6	Cranberries	6
LCH-5_1_6_3_5_7	Juniper	6

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

LCH-5_2_2_1	Seedlings	4
LCH-5_2_2_2	Young or Mid-Aged Trees	4
LCH-5_2_2_3	Grown-Up or Mature Trees	4
LCH-5_2_3	Forest Composition	3
LCH-5_2_3_1	Mixed Forest Stands	4
LCH-5_2_3_2	Unmixed Forest Stands	4
LCH-5_2_4	Forestry Practice	3
LCH-5_2_4_1	Coppice, Low Forest	4
LCH-5_2_4_2	Coppice-Standard Combination	4
LCH-5_2_4_3	High Forest	4
LCH-5_2_5	Forestry Rotation System	3
LCH-5_2_5_1	Short Rotation Coppice (SRC) Plantation	4
LCH-5_2_5_2	Short Rotation Forestry (SRF) Plantation	4
LCH-5_2_5_3	Intermediate or Long Rotation Forestry	4
LCH-5_2_5_4	Continuous Cover Forestry	4
LCH-5_2_6	Forest Rejuvenation	3
LCH-5_2_6_1	Planted Rejuvenation	4
LCH-5_2_6_2	Natural Forest Succession	4
LCH-5_2_6_2_1	Self-Seeded Forest Succession	5
LCH-5_2_6_2_2	Re-Sprouting Forest	5
LCH-5_2_7	Silvicultural Measure	3
LCH-5_2_7_1	Forest Cleaning, Weeding	4
LCH-5_2_7_2	Forest Thinning	4
LCH-5_2_7_3	Forest Pruning	4
LCH-5_2_7_4	Ring-Barking, Girdling	4
LCH-5_2_7_5	Interplanting	4
LCH-5_2_7_6	Dead Wood Removal	4
LCH-5_2_7_7	Forest Irrigation	4
LCH-5_2_7_8	Forest Drainage	4
LCH-5_2_7_9	Forest Liming	4
LCH-5_2_7_10	Forest Firebreak	4
LCH-5_2_8	Silvicultural Harvest and Regeneration Method	3
LCH-5_2_8_1	Clearcutting	4
LCH-5_2_8_2	Shelterwood Cutting	4
LCH-5_2_8_3	Femel Cutting	4
LCH-5_2_8_4	Strip Cutting	4
LCH-5_2_8_5	Selection Cutting	4
LCH-5_2_8_6	Coppicing	4
LCH-5_2_8_7	Pollarding	4
LCH-5_2_9	Forest Product Type	3
LCH-5_2_9_1	Wood Product	4
LCH-5_2_9_1_1	Timber Wood	5
LCH-5_2_9_1_2	Energy Wood	5
LCH-5_2_9_1_3	Wood Fibre	5
LCH-5_2_9_2	Non-Wood Product	4
LCH-5_2_9_2_1	Cork	5

LCH-7_1	Habitat Context	2
LCH-7_1_1	Marine Habitats	3
LCH-7_1_2	Coastal Habitats	3
LCH-7_1_3	Inland Surface Waters Habitats	3
LCH-7_1_4	Mires, Bogs and Fens	3
LCH-7_1_5	Grasslands and Lands Dominated By Forbs, Mosses Or Lichens	3
LCH-7_1_6	Heathland, Scrub and Tundra	3
LCH-7_1_7	Woodland, Forest and Other Wooded Land	3
LCH-7_1_8	Inland Unvegetated Or Sparsely Vegetated Habitats	3
LCH-7_1_9	Regularly Or Recently Cultivated Agricultural, Horticultural and Domestic Habitats	3
LCH-7_1_10	Constructed, Industrial and Other Artificial Habitats	3
LCH-7_1_11	Habitat Complexes	3
LCH-7_1_12	Lagoon	3
LCH-7_1_13	Estuary	3
LCH-7_1_14	Marine Inlet, Fjord	3
LCH-7_1_15	Coastal Salt Marsh	3
LCH-7_1_16	Intertidal Flat	3
LCH-7_2	Height Zone	2
LCH-7_2_1	Planar Zone	3
LCH-7_2_2	Collin Zone	3
LCH-7_2_3	Submontane Zone	3
LCH-7_2_4	Montane Zone	3
LCH-7_2_5	High Montane Zone	3
LCH-7_2_6	Subalpine Zone	3
LCH-7_2_7	Alpine Zone	3
LCH-7_2_8	Nival Zone	3
LCH-7_3	Geographical Context	2
LCH-7_3_1	Inland Context	3
LCH-7_3_2	Coastal Context	3
LCH-7_3_3	Island Context	3
LCH-7_3_4	Oceanic Context	3
LCH-7_3_5	Urban Context	3
LCH-7_3_6	Rural Context	3
LCH-7_3_7	Riparian Context	3
LCH-7_3_8	Mountain Context	3
LCH-7_4	Geomorphological Landform Type	2
LCH-7_4_1	Geomorphological Landform	3
LCH-7_5	Littoral Zone	2
LCH-7_5_1	Epilittoral	3
LCH-7_5_2	Supralittoral	3
LCH-7_5_3	Eulittoral, Intertidal	3
LCH-7_5_4	Infralittoral, Sublittoral	3
LCH-7_6	Physical Climate Zone	2
LCH-7_6_1	Tropical Climate Zone	3
LCH-7_6_2	Subtropical Climate Zone	3

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