

# BODEMBEDEKKINGSKAART VLAANDEREN 2021

Versie /// 1.0  
Publicatiedatum /// 24/01/2024



# INHOUD

Inhoud.....	3
1 Inleiding.....	5
2 Basisdata .....	5
2.1 Zomeropnamen .....	5
2.2 Hulpbestanden .....	5
2.3 Vegetatiekaart Vlaanderen.....	5
2.4 Landbouwgebruikspercelen (Lbgebrperc) .....	5
2.5 Grootchalig Referentie Bestand (GRB).....	6
2.6 Jaarlijkse BODEMafdekkingskaart Vlaanderen (jaarBAK) .....	6
3 Methodologie .....	7
3.1 Voorbereidend werk.....	7
3.1.1 Extractie Vegetatiekaart .....	7
3.1.2 Extractie NDVI.....	7
3.1.3 Extractie GRB .....	7
3.1.4 Extractie Lbgebrperc .....	7
3.1.5 Extractie jaarBAK .....	8
3.2 Verwerking.....	8
a. Overname van classificatie uit de vegetatiekaart.....	8
b. Aanpassingen van classificatie op basis van vectorinformatie .....	8
c. Aanpassingen op basis van de jaarBAK.....	9
3.3 Nabewerking.....	10
a. Bodembedekkingskaart, 1m resolutie .....	10
b. Afgeleide datasets .....	10
4 Beschrijving van de datasets .....	11
4.1 Bodembedekkingskaart (BBK) .....	11
4.2 Bodemafdekkingskaart (BAK) .....	14
4.3 Waterondoorlaatbaarheidskaart (WOK) .....	15
5 Validatie en oppervlakteberekeningen .....	16
5.1 Bodembedekkingskaart .....	17
5.1.1 Sample design .....	17
5.1.2 Response design .....	18
5.1.3 Analyse.....	22
5.2 Bodemafdekkingskaart .....	24
5.2.1 Samples.....	24
5.2.2 BAK 1 Analyse .....	25



BIJLAGE 1 .....26



# 1 INLEIDING

Dit document omschrijft de basisdata en methodologie voor de aanmaak van de Bodembedekkingskaart Vlaanderen 2021 en aanverwante afgeleide datasets. Er volgt een beschrijving van deze datasets waarbij tevens wordt ingegaan op een validatie. De methodiek voor aanmaak is conform de methodiek toegepast voor de Bodembedekkingskaart Vlaanderen 2018 met wijzigingen die toegelicht worden.

## 2 BASISDATA

### 2.1 ZOMEROPNAMEN

- Rasterbestand;
- multispectrale (RGBI<sup>1</sup>) beelden van de zomervlucht uit 2021<sup>2</sup> met een resolutie van 40 cm;
- opnamedatum: tussen 14/06 en 03/09;

### 2.2 HULPBESTANDEN

- Kaartbladversnijdingen van het NGI<sup>3</sup>;
- gemeentegrenzen, toestand 2022<sup>4</sup>.

### 2.3 VEGETATIEKAART VLAANDEREN

- Rasterbestand;
- raster segmentatieclassificatie van de beelden van de zomervlucht uit 2021 met een resolutie van 1m;
- de vegetatiekaart is een intern werkproduct. Een afgeleide hiervan is de Groenkaart 2021<sup>5</sup>. Bij het downloaden van dit product zit ook een rapport met meer achtergrondinformatie over de aanmaak. De belangrijkste klassen zijn *Niet groen*, *Hoog Groen* en *Laag Groen*. De klasse *Landbouw* uit de Groenkaart is in de vegetatiekaart ook onderverdeeld in deze 3 klassen.

### 2.4 LANDBOUWGEBRUIKSPERCELEN (LBGEBRPERC)

- Vector bestand.
- het Landbouwgebruiksperecelen bestand<sup>6</sup> geeft een overzicht van de percelen die in landbouwgebruik zijn op de uiterste indieningsdatum van de verzamelaanvraag dat jaar. De inventaris omvat onder meer ook poelen, houtkanten en landbouwproductiefaciliteiten (erven met stallen en gebouwen). De inventarisatie van deze percelen gebeurt jaarlijks in kader van de uitbetaling van de (co-gefinancierde) Europese landbouwsubsidies en de Vlaamse mestwetgeving;
- versie 2021: deze versie is verschenen in 2022 maar geeft dus de toestand in 2021 weer.

<sup>1</sup> Rood, groen, blauw, en infrarood spectraal kanaal

<sup>2</sup> [Orthofotomozaïek, middenschalig, zomeropnamen, 2021, Vlaanderen | Datasets | Catalogus | Geopunt Vlaanderen](#)

<sup>3</sup> [Kaartbladversnijdingen NGI, numerieke reeks | Datasets | Catalogus | Geopunt Vlaanderen](#)

<sup>4</sup> [Voorlopig referentiebestand gemeentegrenzen, toestand 16/08/2022 | Datasets | Catalogus | Geopunt Vlaanderen](#)

<sup>5</sup> [Groenkaart Vlaanderen 2021 | Datasets | Catalogus | Geopunt Vlaanderen](#)

<sup>6</sup> [Landbouwgebruiksperecelen LV, 2021 | Datasets | Catalogus | Geopunt Vlaanderen](#)



## 2.5 GROOTSCHALIG REFERENTIE BESTAND (GRB)

- Vector bestand;
- het Grootschalig Referentiebestand (GRB)<sup>7</sup> is een geografisch informatiebestand dat dient als topografische referentie voor Vlaanderen. Het is een gemeenschappelijke geografische basis waarop alle gebruikers eigen gegevens kunnen enten. 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;
- overzicht van de entiteiten uit het GRB<sup>8</sup> die gebruikt worden in de aanmaak van de bodembedekkingskaart:
  - Gebouw aan de grond (gbg),
  - Gebouwaanhorigheden (gba),
  - Kunstwerk (knw),
  - Terrein (trn),
  - Spoorbaan (sbn),
  - Wegbaan (wbn),
  - Wegverbinding (wvb),
  - en Watergang (wtz).
- extractiedatum 15/03/2022. Deze datum valt samen met de extractie van het GRB die gebruikt is voor de Groenkaart 2021;
- Toestandsdatum<sup>9</sup> is afhankelijk van de gemeente en gekozen extractiedatum. De actualisatiegraad van het GRB varieert niet alleen per gemeente maar ook naar zone of binnengebied, en de soort bijhouding (terrein, ADP, binnengebied). In de online Historiek GRB Producten<sup>10</sup> tabel kan nagegaan worden welke toestandsdatum voor een bepaalde gemeente geldt. Dit kan door per gemeente bovenstaande extractiedatum te vergelijken met de releasedatums uit de tabel en bijhorende toestandsdatums (kartering, ADP, binnengebied) af te lezen: vb. voor Aalst was de releasedatum bij extractie 15/01/2022 wat respectievelijk voor een toestandsdatum van 19/10/2021, 31/12/2021 en 19/04/2019 zorgt.

## 2.6 JAARLIJKSE BODEMAFDEKKINGSKAART VLAANDEREN (JAARBAK)

- Raster bestand;
- De Jaarlijkse Bodemafdekkingskaart (JaarBAK)<sup>11</sup> voor Vlaanderen, uitgegeven door Omgeving Vlaanderen<sup>12</sup>, op 1 m-resolutie geeft voor elke cel aan of deze wel of niet is afgedekt. Voor deze kaart wordt bodemafdekking eerst voorspeld door een machine learning-model o.b.v. de middenschalige winterluchtopnames van Vlaanderen. Vervolgens wordt deze gemodelleerde bodemafdekking gecombineerd met vectorinformatie over water, gebouwen, wegen en spoorwegen uit het Grootschalig Referentiebestand.
- Versie 2020<sup>13</sup>: Dit bestand bevat de terreintoestand minder dan 6 maanden verschil met de eerste opnamedatum van de zomervlucht en is bovendien ook gecorrigeerd op continuïteit met versie 2021.

---

<sup>7</sup> [Basiskaart Vlaanderen \(GRB\) | Digitaal Vlaanderen](#)

<sup>8</sup> [GRB-objectenhandboek | Digitaal Vlaanderen](#)

<sup>9</sup> [Hoe verloopt de GRB-actualisatie nu? | Digitaal Vlaanderen](#)

<sup>10</sup> [Historiek GRB Producten | Digitaal Vlaanderen](#)

<sup>11</sup> [Jaarlijkse Bodemafdekkingskaart Vlaanderen | Technisch Rapport](#)

<sup>12</sup> [Departement Omgeving - Vlaamse overheid](#)

<sup>13</sup> [Jaarlijkse bodemafdekkingskaart \(JaarBAK\), 1 m-resolutie, 2020](#)



### 3 METHODOLOGIE

Eerst wordt de Bodembedekkingskaart op 1m (BBK1m) aangemaakt. De aanmaak heeft als basiseenheid ‘de gemeente’ om de extractie van het GRB eenvoudig te houden. Uiteindelijk worden de raster bestanden samengevoegd volgens de kaartblad versnijdingen van het NGI. De methodologie bestaat uit de volgende stappen: voorbereiding, verwerking en nabewerking. In de voorbereiding wordt de basisdata geëxtraheerd per verwerkingseenheid en daarna verwerkt in de verwerking tot een BBK1m per verwerkingseenheid. In de nabewerking worden de resultaten per verwerkingseenheid samengevoegd tot een dataset.

#### 3.1 VOORBEREIDEND WERK

##### 3.1.1 Extractie Vegetatiekaart

De raster dataset (opgeslagen per NGI kaartblad) wordt geëxtraheerd per gemeente. Eerst wordt nagegaan welke NGI kaartbladen overlappen met de grenzen van een gemeente op 1m pixel resolutie en per deel geëxtraheerd. Daarna worden deze verschillende delen samengebracht in één raster bestand per gemeente.

##### 3.1.2 Extractie NDVI

De ‘Normalized Difference Vegetation Index’<sup>14</sup> wordt geëxtraheerd per gemeente. Eerst wordt het rode kanaal en infrarood kanaal per gemeente geëxtraheerd uit de zomeropnamen van 40cm (hiervoor wordt dezelfde methode als voor de vegetatiekaart gehanteerd). Daarna wordt de NDVI uitgerekend en *resampled* naar 1m in één raster bestand per gemeente.

##### 3.1.3 Extractie GRB

De extractie van de vector datasets gebeurt op basis van de gemeentegrens (‘intersect with’). Er is gekozen om 1 extractiedatum te bepalen: 15/03/2022. Op deze manier blijft het resultaat van deze extractie: 99% van de gemeenten hebben een terreinupdate gekregen die minder dan 6 maanden verschilt met de eerste opnamedatum. Alle gemeenten een terreinupdate die minder dan 12 maanden verschilt met die datum.

De Wegbaan (wbn) dataset wordt verrijkt met verhardingsinformatie uit de Wegverbinding (wvb) dataset:

- WVB polylijnen bevatten informatie over verharding in het attribuut VERH (1 = verharde weg, 2 = onverhard)
- er wordt gewerkt met ‘join attributes by location’ met het voordeel voor VERH = 1 (minimum) als er meerdere WVB polylijnen op een WBN polygoon snijden.

Uiteindelijk leidt dit per gemeente tot 7 vector bestanden (*Gbg, Gba, Knw, Wbn, Sbn, Trn* en *Wtz*).

##### 3.1.4 Extractie Lbgebrperc

De extractie van deze vector dataset gebeurt op basis van de gemeentegrens (‘intersect with’). Dit leidt per gemeente tot één vector dataset (*Lbgebrperc*).

---

<sup>14</sup> [Normalized difference vegetation index | Wikipedia](#)







- *Wbn* met 'Onverharde weg' als VERH attribuut wordt gebruikt om de klasse *Niet groen* om te zetten naar de klasse *Overig Onafgedekt*;
- *Sbn* wordt gebruikt om de klasse *Niet groen* om te zetten naar de klasse *Spoorwegen*;
- tenslotte wordt *Knw* van het type 'bruggen' en 'pijlers' omgezet in *Autowegen* of *Spoorwegen* aan de hand van nabuurschap;
- De *Lbgebrperc* dataset wordt gebruikt om de klasse *Laag Groen* en *Niet groen* op te delen in de klasse *Akker* en *Gras, Struiken (Lbgebrperc)* op basis van de teeltcodes (attribuut *HDFTLT*). In bijlage 1 is een tabel terug te vinden van de teeltcodes die niet als *Akker* worden beschouwd. Er is in de tabel ook aangeduid welke van deze teeltcodes als *Gras, Struiken (Lbgebrperc)* worden beschouwd. Bij de keuze is er rekening gehouden of het betreffende veld voor het grootste deel van het jaar bedekt is met vegetatie (éénjarig vs. meerjarig).
- Het overige *Laag Groen* en *Hoog Groen* wordt respectievelijk omgezet naar de klassen *Gras, Struiken* en *Bomen*.

### c. Aanpassingen op basis van de jaarBAK

De klasse *Niet groen* wordt opgedeeld in de klasse *Overig Afgedekt* en *Overig Onafgedekt* op basis van de jaarBAK. Deze stap is volledig herzien: er wordt niet meer gewerkt met een combinatie van NDVI en nabuurschap, op de kunstgrasvelden na. Daarnaast worden ook andere klassen opgedeeld volgens de data uit de jaarBAK. Dit gebeurt in volgende algemene stappen:

- Opdeling van *Niet groen* objecten in kleinere objecten op basis van de jaarBAK en een 'watershed transformation'<sup>15</sup> (om grote aansluitende objecten te vermijden);
- Classificatie van resulterende objecten in *Overig Afgedekt* en *Overig Onafgedekt* op basis van hun afdekking in de jaarBAK
- De entiteit *Trn* van het *GRB* wordt gebruikt om de klasse *Niet groen* om te zetten naar *Strand* op basis van de attributen in de *TRN* laag en de grootte (onverhard niet begroeid, natuur, groter dan 10ha), de klasse *Strand* wordt in een laatste stap toegevoegd aan *Overig Onafgedekt*;
- Kunstgrasvelden worden omgezet van *Overig Onafgedekt* naar *Overig Afgedekt* op basis van hun vorm (rectangular fit minimaal 0.7), grootte (tussen 0.4ha en 2ha), NDVI (gemiddelde maximaal -0.1 en deviatie maximaal 0.3) en nabuurschap (geen grens met Water en grens met Bomen maximaal 25%);
- Vliegvelden worden omgezet van *Overig Afgedekt* naar *Overig Onafgedekt* op basis van de grootte (tussen 100ha en 300ha) en de NDVI (minimaal 0 en deviatie maximaal 0.1);
- De klasse *Autowegen* wordt op basis van de jaarBAK opgedeeld in *Autowegen* en *Overig Onafgedekt (WBN)*. Op die manier is een terugwaarde vergelijking mogelijk met de vorige bodembedekkingskaarten voor de klasse *Autowegen*;
- De klasse *Spoorwegen* wordt op basis van de jaarBAK opgedeeld in *Spoorwegen (Afgedekt)* en *Spoorwegen (Overig Onafgedekt)*. Op die manier is een terugwaarde vergelijking mogelijk met de vorige bodembedekkingskaarten voor de klasse *Spoorwegen*.

<sup>15</sup> [Watershed \(image processing\) | Wikipedia](#)



### 3.3 NABEWERKING

#### a. Bodembedekkingskaart, 1m resolutie

Er is een nabewerking nodig om de uiteindelijke Bodembedekkingskaart, raster dataset met 16 klassen van 1m resolutie, te bekomen. Deze kaart dient als basis voor een aantal afgeleide datasets. In de nabewerking wordt er eerst nagegaan welke gemeenten tot een NGI kaartblad behoren. De raster bestanden van desbetreffende gemeenten worden dan samengevoegd tot een raster bestand per NGI kaartblad. Alle 41 kaartbladen vormen dan de dataset Bodembedekkingskaart van 1 m resolutie.

#### b. Afgeleide datasets

De dataset Bodembedekkingskaart van 1m dient voor de aanmaak van een aantal afgeleide producten:

- Bodembedekkingskaart (BBK) in 5m resolutie. Deze bestaat uit de meest voorkomende klasse per 25 pixels (5m op 5m) in de Bodembedekkingskaart van 1 m resolutie.
- Bodemafdekkingskaart (BAK) in 5m resolutie. Deze bestaat uit het percentage afdekking per 25 pixels waarbij afdekking bestaat uit de klassen *Autowegen*; *Spoorwegen (Afgedekt)*; *Gebouwen* en *Overig Afgedekt*.
- Waterdoorlaatbaarheid (WOK) in 5m resolutie. Deze bestaat uit het percentage waterdoorlaatbaarheid per 25 pixels waarbij waterdoorlaatbaarheid bestaat uit de klassen *Autowegen*; *Gebouwen* en *Overig Afgedekt*.

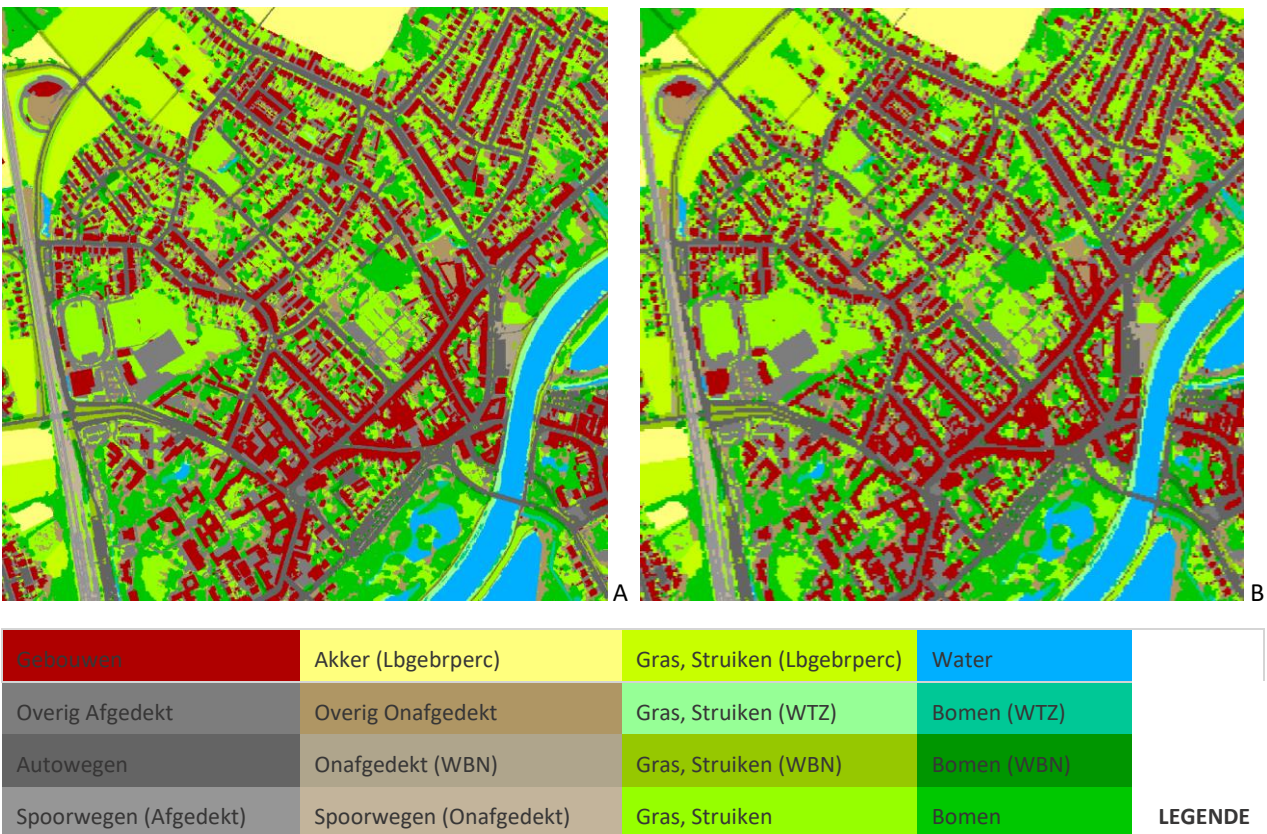
Deze bewerkingen resulteren per NGI kaartblad in een raster bestand. Alle 41 rasterbestanden vormen dan een dataset.



## 4 BESCHRIJVING VAN DE DATASETS

### 4.1 BODEMBEDEKKINGSKAART (BBK)

Deze kaart heeft als doelpubliek de algemene gebruiker die een kaart met bodembedekking van Vlaanderen wil raadplegen als een basis voor diverse analyses met betrekking tot bodembedekking (vb. ruimtegebruik, ...) of bodemgebruik. Hierna volgt de omschrijving van de klassen uit de Bodembedekkingskaart (1m en 5m). Er is ook telkens de waarde, die de klasse heeft in het raster product, aangegeven.



Figuur 1: A geeft de bodembedekkingskaart van 1m weer, B geeft deze van 5m weer. De legende is te vinden in bovenstaande tabel.



## **Gebouwen (waarde 1)**

De klasse *Gebouwen* bestaat uit de klasse *Niet groen* en *Hoog Groen* (wegens ‘overhangende bomen’) uit de vegetatiekaart waar de GRB entiteiten *Gbg*, *Gba* en *Knw* overlappen. De GBG entiteit wordt in zijn geheel overgenomen. Van de *Gba* en *Knw* entiteiten wordt respectievelijk ‘afdak’, ‘uitbreiding’, ‘verdieping’ en ‘cabine’, ‘schoorsteen’, ‘watertoren’, ‘silo, opslagtank’, ‘chemische installatie’ ook als gebouw beschouwd.

## **Autowegen (waarde 2)**

Deze klasse bestaat uit *Niet groen* uit de vegetatiekaart waar een *Wbn* entiteit aanwezig is dat in de *Wvb* entiteit wordt omschreven als verhard. In het conceptueel model van het GRB wordt het verschil tussen verhard en onverhard niet verder beschreven. Op basis van de *Knw* entiteit ‘bruggen’ en ‘pijlers’ wordt deze klasse aangevuld aan de hand van nabuurschapsregels. *Op basis van de informatie uit de jaarBAK wordt deze klasse deels omgezet naar Onafgedekt (WBN) (4.1.13).*

## **Overig Afgedekt (waarde 3)**

Deze klasse bestaat uit het overblijvend *Niet groen* uit de vegetatiekaart. *Deze klasse wordt voornamelijk aan de hand van de jaarBAK aangemaakt* en in minder mate met nabuurschapsregels met andere klassen, NDVI en de *Trn* entiteit van het GRB.

## **Spoorwegen (Afgedekt) (waarde 4)**

Deze klasse bestaat uit *Niet groen* uit de vegetatiekaart waar een *Sbn* entiteit aanwezig is. Op basis van de *Knw* entiteit ‘bruggen’ en ‘pijlers’ wordt deze klasse aangevuld aan de hand van nabuurschapsregels. *Op basis van de informatie uit de jaarBAK wordt deze klasse deels omgezet naar Spoorwegen (Onafgedekt) (4.1.14).*

## **Water (waarde 5)**

De klasse *Water* komt overeen met *Niet groen* uit de vegetatiekaart dat overlapt met *Wtz* entiteit van het GRB. De *Wtz* entiteit bestaat uit alle bovengronds wateroppervlakken van minstens 10m op 3m. In tegenstelling tot het GRB wordt er in de bodembedekkingskaart wel rekening gehouden met bruggen, sluizen, .... Deze laatste zorgen voor een onderbreking van de wateroppervlakken.

## **Overig Onafgedekt (waarde 6)**

Deze klasse bestaat uit het overblijvend *Niet groen* uit de vegetatiekaart. *Deze klasse wordt voornamelijk aan de hand van de jaarBAK aangemaakt* en in minder mate met nabuurschapsregels met andere klassen, NDVI en de *Trn* entiteit van het GRB. De klasse kan potentieel uitgedroogd Groen bevatten.

## **Akker (Lbgebrperc) (waarde 7)**

De klasse *Akker (Lbgebrperc)* bestaat uit al het *Niet groen* (dat niet overlapt met *Gebouwen*) en *Laag Groen* dat in de *Lbgebrperc* laag niet overeenkomt met een HFDTLT beschrijving opgelijst in de tabel in bijlage 2.

## **Gras, Struiken (waarde 8)**

Deze klasse komt overeen met *Laag Groen* (en in mindere mate *Niet Groen* op basis van nabuurschapsregels en NDVI) uit de vegetatiekaart dat niet in een landbouwperceel ligt en niet overlapt met de *Wbn* of *Wtz* entiteit van het GRB.

## **Bomen (waarde 9)**

Deze klasse komt overeen met *Hoog Groen* uit de vegetatiekaart die niet overlappen met de *Wbn* of *Wtz* entiteit van het GRB.

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

**Gras, Struiken (Lbgebrperc) (waarde 10)**

Deze klasse bestaat uit *Laag Groen* en *Niet groen* (wegens ‘droog’ gras) dat in de *Lbgebrperc* overeenkomt met de HFDTLT aangegeven in de tabel in bijlage 2.

**Gras, Struiken (WBN) (waarde 11)**

Deze klasse bestaat uit de klasse *Gras, Struiken* (4.1.8) of *Gras, Struiken (Lbgebrperc)* (4.1.9) waar een *Wbn* entiteit aanwezig is dat in de *Wvb* entiteit wordt omschreven als verhard.

**Bomen (WBN) (waarde 12)**

Deze klasse bestaat uit de klasse *Bomen* (4.1.9) waar een *WBN* entiteit aanwezig is dat in de *WVB* entiteit wordt omschreven als verhard.

**Onafgedekt (WBN) (waarde 13)**

Deze klasse bestaat uit de klasse *Autowegen* (4.1.2) dat volgens de *jaarBAK* niet afgedekt is, kortom: niet afgedekte oppervlakken waar een *Wbn* entiteit aanwezig is dat in de *Wvb* entiteit wordt omschreven als verhard.

**Spoorwegen (Onafgedekt) (waarde 14)**

Deze klasse bestaat uit de klasse *Spoorwegen* (4.1.4) dat volgens de *jaarBAK* niet afgedekt is, kortom: niet afgedekte oppervlakken binnen een *Sbn* entiteit.

**Gras, Struiken (WTZ) (waarde 15)**

Deze klasse bestaat uit de klasse *Gras, Struiken* (4.1.8) of *Gras, Struiken (Lbgebrperc)* (4.1.9) dat overlapt met de *WTZ* entiteit van het *GRB*.

**Bomen (WTZ) (waarde 16)**

Deze klasse bestaat uit de klasse *Bomen* (4.1.9) dat overlapt met de *WTZ* entiteit van het *GRB*.





## 4.2 BODEMAFDEKKINGSKAART (BAK)

Deze kaart heeft een focus op de bodem en het verlies van zijn essentiële ecosysteemfuncties als bodem en de onomkeerbaarheid hiervan. We spreken hier van 'Bodemafdekking'. Bodemafdekking wordt uitgedrukt als de oppervlakte waarvan de aard en/of toestand van het bodemoppervlak gewijzigd is door het aanbrengen van artificiële, (semi-) ondoorlaatbare materialen waardoor essentiële ecosysteemfuncties van de bodem verloren gaan. De kaart wordt weergegeven in percentage afdekking per pixel (5m resolutie). In dit geval gaat over de klassen: Gebouwen, Autowegen, Overig Afgedekt en Spoorwegen (Afgedekt).



Gebouwen	Akker (Lbgebrperc)	Gras, Struiken (Lbgebrperc)	Water	
Overig Afgedekt	Overig Onafgedekt	Gras, Struiken (WTZ)	Bomen (WTZ)	
Autowegen	Onafgedekt (WBN)	Gras, Struiken (WBN)	Bomen (WBN)	
Spoorwegen (Afgedekt)	Spoorwegen (Onafgedekt)	Gras, Struiken	Bomen	LEGENDE A

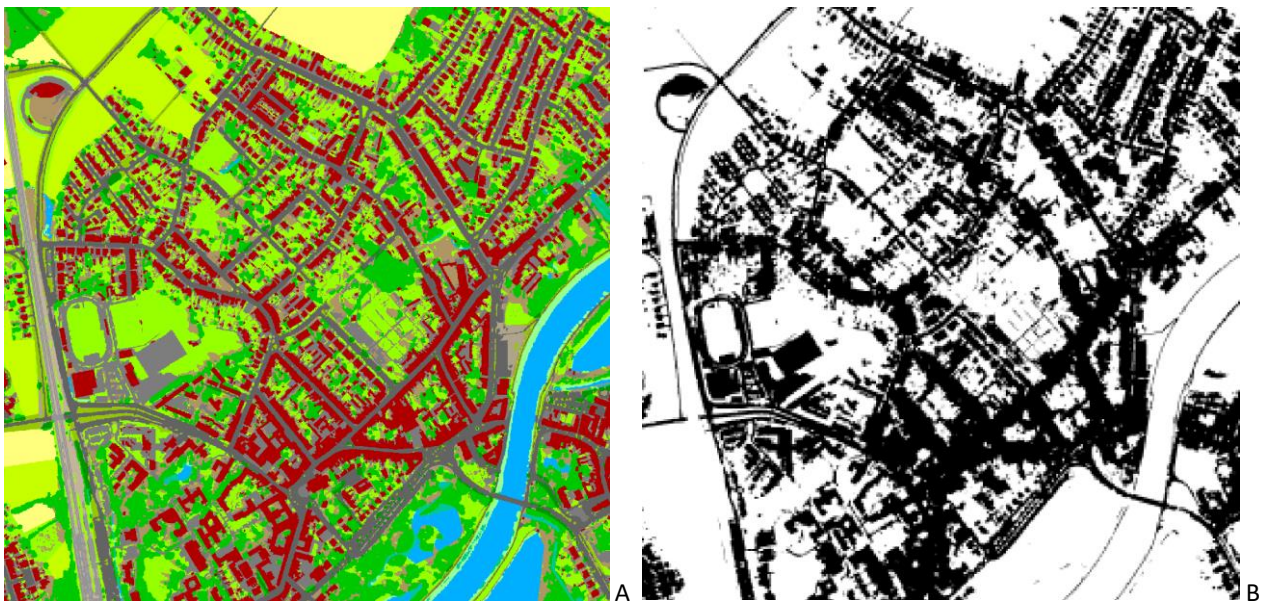


Figuur 2: A geeft de bodembedekkingskaart van 1m weer, B geeft de bodemafdekkingskaart van 5m resolutie weer. Beide legendes zijn hierboven te vinden.



### 4.3 WATERONDOORLAATBAARHEIDSKAART (WOK)

Deze kaart heeft een focus op permeabiliteit van de bodem, meer specifiek de ‘Waterdoorlaatbaarheid’. Het heeft hier een hydrologische context waarbij het verlies van de waterdoorlaatbaarheid belangrijk is. Waterdoorlaatbaarheid houdt verband met de oppervlakte waar het bodemoppervlak zijn infiltreerbaarheid voor water is verloren omwille van het aanbrengen van een artificieel waterondoorlatend oppervlak en dus waar water afstroomt via dit oppervlak. De kaart wordt weergegeven in percentage waterdoorlaatbaarheid per pixel (5m resolutie). In dit geval gaat over de klassen: Gebouwen, Autowegen en Overig Afgedekt.



Gebouwen	Akker (Lbgebrperc)	Gras, Struiken (Lbgebrperc)	Water	LEGENDE A
Overig Afgedekt	Overig Onafgedekt	Gras, Struiken (WTZ)	Bomen (WTZ)	
Autowegen	Onafgedekt (WBN)	Gras, Struiken (WBN)	Bomen (WBN)	
Spoorwegen (Afgedekt)	Spoorwegen (Onafgedekt)	Gras, Struiken	Bomen	



Figuur 3: A geeft de bodembedekkingskaart van 1m weer, B geeft de waterdoorlaatbaarheidsskaart van 5m resolutie weer. Beide legendes zijn hierboven te vinden.



## 5 VALIDATIE EN OPPERVLAKTEBEREKENINGEN

De validatie van bodembedekkingskaarten kan een indicatie geven van hoe goed de kaarten presteren in het weergeven van de *werkelijke situatie*<sup>16</sup>. In een validatie wordt een *referentie* vergeleken met *data* (in dit geval een bodembedekkingskaart). Een validatie is nodig:

- om de *accuracy* van de *data* te bepalen (crosstabel) (accuraatheid);
- een oppervlakte te schatten per klasse, die rekening houdt met de accuraatheid van de data (*trueness*);
- en de grootte van het betrouwbaarheidsinterval op deze oppervlakte schattingen te bepalen (precision of *precisie*).

Hierbij wordt steeds uitgegaan van de veronderstelling dat de *referentie* een hogere kwaliteit heeft dan de kaart. Figuur 4 geeft een vereenvoudigde voorstelling van de begrippen die horen bij het schatten van een oppervlakte via de voorgestelde validatie.



Figuur 4: Voorbeeld ter illustratie van verschillende termen: *accuracy of accuraatheid*, *precision of precisie* en *trueness*. Bron: [https://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy\\_and\\_precision](https://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy_and_precision)

Op basis van deze validatie kunnen dus rasteroppervlaktes, dit zijn oppervlaktes die bekomen worden door het optellen van *pixels* per klasse, uit de geproduceerde Bodembedekkingskaart, bijgestuurd worden naar een oppervlakte schatting met een bijhorend betrouwbaarheidsinterval. Deze oppervlakte schatting houdt dus rekening met de accuraatheid van de data (de Bodembedekkingskaart) en met de *precisie* van de schatter.

Om de data te valideren moet er eerst een *referentie* aangemaakt worden. De referentie bestaat hier uit *samples* die manueel beoordeeld worden. De methode om de samples te selecteren wordt beschreven in het *sample design*. Het is daarnaast ook noodzakelijk om vast te leggen hoe deze *samples* moeten beoordeeld worden. Dit wordt vastgelegd in een *response design*. Deze volgende paragrafen zijn voornamelijk gebaseerd op de aanbevelingen uit *Map Accuracy Assessment and Area Estimation: A Practical Guide* (FAO, 2016)<sup>17</sup>. Daarna volgt er ook een analyse van de vergelijking van de *referentie* met de data. Deze analyse wordt beschreven in de derde paragraaf en is gebaseerd op de formules van *Olofsson et al. (2014)*<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> De menselijke interpretatie op basis van het *response design* (zie 5.1.2) wordt beschouwd als de werkelijke situatie. Dit leidt tot de *referentie*.

<sup>17</sup> [Accuracy Assessment | FAO](#)

<sup>18</sup> 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, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>.



## 5.1 BODEMBEDEKKINGSKAART

### 5.1.1 Sample design

Om een bodembedekkingskaart te valideren is de meest voor de hand liggende methode deze van het *samplen*. Dit heeft als voordeel dat niet alle pixels van een resultaat moeten gecontroleerd worden om een referentie te bepalen. Het heeft ook het voordeel dat er meer aandacht kan besteed worden aan het beoordelen per *sample*, en dus de kwaliteit van de referentie wordt verbeterd. Het *sample design* omvat de werkwijze voor het selecteren van samples, om de validatie van de bodembedekkingskaarten te kunnen uitvoeren.

De *best practice* bij het selecteren is het random gestratificeerd selecteren van *samples*. Dit betekent dat de te evalueren elementen gegroepeerd worden en dan per groep of stratum een aantal *samples* random worden geselecteerd. Het stratificeren kan per klasse maar er kan ook gegroepeerd worden op basis van locatie (vb.: deelgebieden, gemeenten, provincies, ...). In dit rapport is er een validatie uitgevoerd op basis van 9 klassen verspreid over heel Vlaanderen. Hiermee wordt een idee verkregen van totale oppervlaktes van deze 9 klassen. Om de 16 klassen om te zetten naar 9 klassen worden *Gras, Struiken (Lbgebrperc)*; *Gras, Struiken (WTZ)*; *Gras, Struiken (WBN)* en *Bomen (WTZ)*; *Bomen (WBN)* respectievelijk als de klassen *Gras, Struiken* en *Bomen* beschouwd. Daarnaast wordt *Onafgedekt (WBN)* en *Spoorwegen (Onafgedekt)* aan de klasse *Onafgedekt* toegevoegd. *Spoorwegen (Afgedekt)* wordt verder vernoemd als de klasse *Spoorwegen*.

Er is dus geen stratificatie gebeurd op basis van locatie. Dit zou het aantal *samples* sterk opdrijven en valt buiten het doel van dit rapport. Het is aan de gebruiker van de data om, indien gewenst, een meer specifiek *sample design* op te stellen. Op basis van het vraagstuk waarvoor hij een oppervlakte schatting wil uitvoeren (een oppervlakte schatting voor 9 klassen over heel Vlaanderen resulteert in 9 *strata*, maar vb. een oppervlakte schatting per provincie voor 2 klassen levert 10 *strata*, en een oppervlakte schatting voor 9 klassen per provincie zelfs 45 *strata*). Het specifieke *sample design* dient rekening te houden met voldoende samples per stratum waarvoor een oppervlakteberekening dient uitgevoerd te worden. Het is daarom belangrijk om als gebruiker eerst de vragen duidelijk te stellen en daarna, rekening houdend met wat praktisch haalbaar is, een functioneel *sample design* op te stellen.

Het bepalen van het aantal samples (per *stratum*) is geen exacte wetenschap. Als *best practice* wordt er wel een minimum van 100 *samples* per stratum gesteld. Dit kan verlaagd worden tot 20 *samples* indien dit uit praktische of financiële redenen noodzakelijk blijkt. In dit rapport is het minimum van 100 gebruikt. Op deze manier blijven er voldoende *samples* over per stratum indien er twijfelgevallen ontstaan bij het bepalen van de referentie.

Er zijn twee redenen om het totaal aantal maximum *samples* te beperken. Vooreerst is er de praktische reden, nl. het willen beperken van het manuele werk dat nodig is om de referentie te bepalen. Daarnaast zal nadat een bepaald maximum van *samples* is bereikt, het opdrijven van het aantal *samples* niet meer bijdragen tot een betere schatting van de oppervlaktes (de *trueness* zal dus niet verbeteren). Enkel de betrouwbaarheidsintervallen zullen verkleinen (de *precisie* zal dus wel verbeteren). Dit laatste heeft ook zijn beperking: het opdrijven van het aantal samples zal na een bepaalde hoeveelheid maar een marginale verbetering opleveren.

Aan de hand van de verwachte *accuracy* per stratum kunnen we een idee krijgen van het totaal aantal *samples* dat moet geselecteerd worden. De validatie uit het rapport van de vorige editie<sup>19</sup> is een bron om een idee te krijgen van *accuracy* per stratum. Meer informatie over deze berekening zelf kan terug gevonden worden in *Map Accuracy Assessment and Area Estimation: A Practical Guide* (FAO, 2016). Er is gebruik gemaakt van de Openforis tool<sup>20</sup>. Er wordt gestratificeerd op de klassen, *Gebouwen*; *Autowegen*; *Overig Afgedekt*; *Spoorwegen*; *Water*; *Akker*; *Overig Onafgedekt*; *Gras, Struiken*; en

<sup>19</sup> Bodembedekkingskaart Vlaanderen 2018 (13/09/2021)

<sup>20</sup> [Openforis/accuracy-assessment | Github](https://github.com/Openforis/accuracy-assessment)



*Bomen*. Dit betekent dat er dus negen strata zijn. In Tabel 1 is het resultaat van de *sample* grootte bepaling terug te vinden voor 2021 op basis van een *standard error of overall accuracy* van 0.01.

Tabel 1: Overzicht van aantal te nemen samples per stratum voor de validatie van de 9 klassen bodembedekkingskaart.

<b>stratum</b>	<b>expected accuracy</b>	<b># samples 2021</b>
Gebouwen	0.85	100
Autowegen	0.85	100
Overig Afgedekt	0.65	100
Spoorwegen	0.85	100
Water	0.85	100
Overig Onafgedekt	0.65	100
Akker	0.85	273
Gras, Struiken	0.85	298
Bomen	0.85	170
		1341

Er wordt gewerkt met een punt *sample* die overeenkomt met een 1m resolutie pixel. 1m resolutie wordt in de literatuur beschouwd als een hoge resolutie. De kans is groot dat bij het bepalen van de referentie twijfelgevallen zullen voorkomen omwille van randeffecten. Om de twijfelgevallen te beperken wordt het selecteren van *samples* uitgevoerd op de 5m resolutie rasters. De kans is dan groter dat de uiteindelijk geselecteerde 1m resolutie pixel (de middelste van een 5m resolutie pixel) in één klasse valt.

## 5.1.2 Response design

Het *response design* omvat naast een definitie van de *sample* ook de werkwijze of het te volgen protocol voor het beoordelen van *samples* om zo een referentie aan te maken voor de validatie van de bodembedekkingskaarten. Er is gekozen om te werken met de 1 meter pixel als *sample*. Op deze manier kan een punt *sample* als basis worden genomen. Dit heeft als voordeel dat de *sample* weinig heterogeen is en eenvoudiger te beoordelen. Het blijft wel belangrijk om de directe omgeving van elk punt (binnen 1m) mee te nemen in een beoordeling, zeker in twijfelgevallen. Daarnaast helpt een ruimere context uiteraard ook om een oordeel te vellen.

Omdat een grondcontrole duur is en niet retroactief kan worden toegepast is de best beschikbare controlemethode op basis van de betrokken zomervluchtbeelden en andere data van die periode. Het is geen probleem om een validatie uit te voeren op brondata die eventueel gebruikt zijn bij de aanmaak van bodembedekkingskaarten. Als deze een hogere resolutie hebben kan een menselijke interpretatie een meerwaarde bieden ten opzichte van een automatisch classificatieprotocol. Voor de bodembedekkingskaarten is dit het geval. Naast vluchtbeelden kan ook andere informatie gebruikt worden om het oordeel te vellen. In Tabel 2 volgt een overzicht van de brondata die kan gebruikt worden.

Een *sample* wordt beschouwd als correct indien de klasse uit de *referentie* overeenkomt met de klasse uit de punt extractie van het raster. Het is *best practice* om de *referentie* bepaling door zoveel mogelijk mensen te laten uitvoeren (minstens 3). Na duidelijk afspraken te hebben gemaakt (met als leidraad het protocol) kan de beoordeling individueel gebeuren, waarbij bij twijfelgevallen opmerkingen kunnen worden genoteerd. Na deze beoordeling is het ook aan te raden om de *samples* samen te overlopen. Ideaal zouden alle *samples* opnieuw kunnen worden overlopen om eventuele foute beoordelingen te corrigeren, maar een beslissing vinden over twijfelgevallen is het belangrijkste.

Uiteindelijk worden alle meningen omgezet in een definitieve beslissing per *sample*, dit wordt dan beschouwd als de *referentie*. Indien na deze stap nog twijfelgevallen overblijven, kunnen deze worden weggelaten uit de analyse. Voor alle duidelijkheid, deze *best practice* is niet aangehouden voor de analyse van de 9 klassen uit praktische overwegingen: de beoordeling is uitgevoerd door 1 ervaren operator. De uiteindelijke resultaten in deze paragraaf zijn dus bedoeld als leidraad en kunnen geoptimaliseerd worden.



In Tabel 2 is ook de prioriteit van de verschillende bronnen toegevoegd die bij het beoordelen van de *samples* kan worden gevolgd. In Figuur 5 wordt schematisch een overzicht van het gebruikte protocol weergegeven. Tenslotte zijn een aantal voorbeelden terug te vinden van de klassen aan de hand van de zomerbeelden in Tabel 3.

Dit *response design* kan dus als een leidraad gebruikt worden door de gebruiker om zelf een *response design* op te stellen. Het is ook zo dat deze schematische weergave in de praktijk na een oefenperiode sneller en minder exact kan worden opgevolgd. Hiermee wordt bedoeld dat niet altijd alle bronnen moeten worden nagekeken of het volledige schema moet worden doorlopen bij de beoordeling van elke *sample*.

Tabel 2: Overzicht van luchtbeelden en andere informatie die kan gebruikt worden bij de aanmaak van de referentie voor de validatie van de bodembedekkingskaarten. Daarnaast is ook hun prioriteit of weging in de beoordeling weergegeven.

Naam	Bron	Prioriteit	Opmerking
Zomeropnames, Kleur & Infrarood	40cm, 2021: Zie voetnoot <sup>2</sup>	1	Basis, altijd startpunt voor evaluatie. De infrarode versie is beter om de aanwezigheid van groen te beoordelen.
Winteropnames, Kleur	25cm, 2021: Zie <sup>21</sup>	2	Indien resolutie te laag.
Winteropnames 2013-2015, 10cm, Kleur	Zie <sup>22</sup>	3	Indien resolutie te laag is, maar opletten voor tijdsverschil!
GRB: meer specifiek de objecten: WBN met WVB, SBN, GBG en KNW, en WTZ	Zie voetnoot <sup>7</sup>	WBN+WVB, SBN: 1 GBG, KNW, WTZ: 2	WBN+WVB en SBN: Basis, voor specifieke klassen (Autowegen <> Overig, Spoorwegen <> Overig), ook hier moet er opgelet worden voor tijdsverschil. Gbg , Knw, Wtz: beoordelen van randgevallen.
Landbouwgebruikspercelen	2021: Zie voetnoot <sup>6</sup> 2018: Zie <sup>23</sup>	1	Basis, voor specifieke klassen (Gras, Struiken <> Akker).
Mobile Mapping	/		Via adres op te zoeken (WBN <> B) MAAR tijdsverschil!



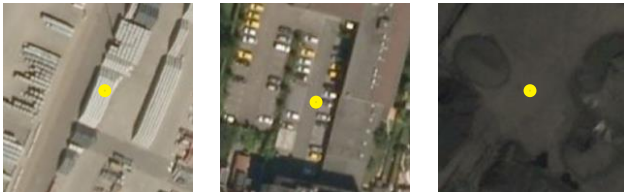
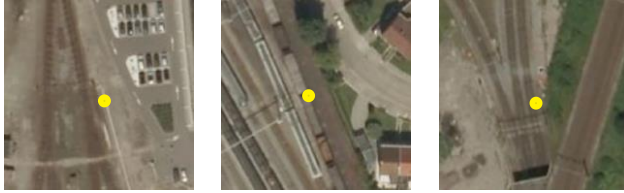

<sup>21</sup> [Orthofotomozaïek, middenschalgig, winteropnamen, kleur, 2021, Vlaanderen | Datasets | Catalogus | Geopunt Vlaanderen](#)

<sup>22</sup> [Orthofotomozaïek, grootschalig, winteropnamen, kleur, 2013-2015, Vlaanderen | Datasets | Catalogus | Geopunt Vlaanderen](#)

<sup>23</sup> [Landbouwgebruikspercelen ALV, 2018 | Datasets | Catalogus | Geopunt Vlaanderen](#)



Tabel 3: Voorbeelden van de 9 te beoordelen klassen weergegeven met bron prioriteit 1: de zomeropnamen. Opgelet: de eigenlijke *sample* is telkens het gele punt in de voorbeelden.

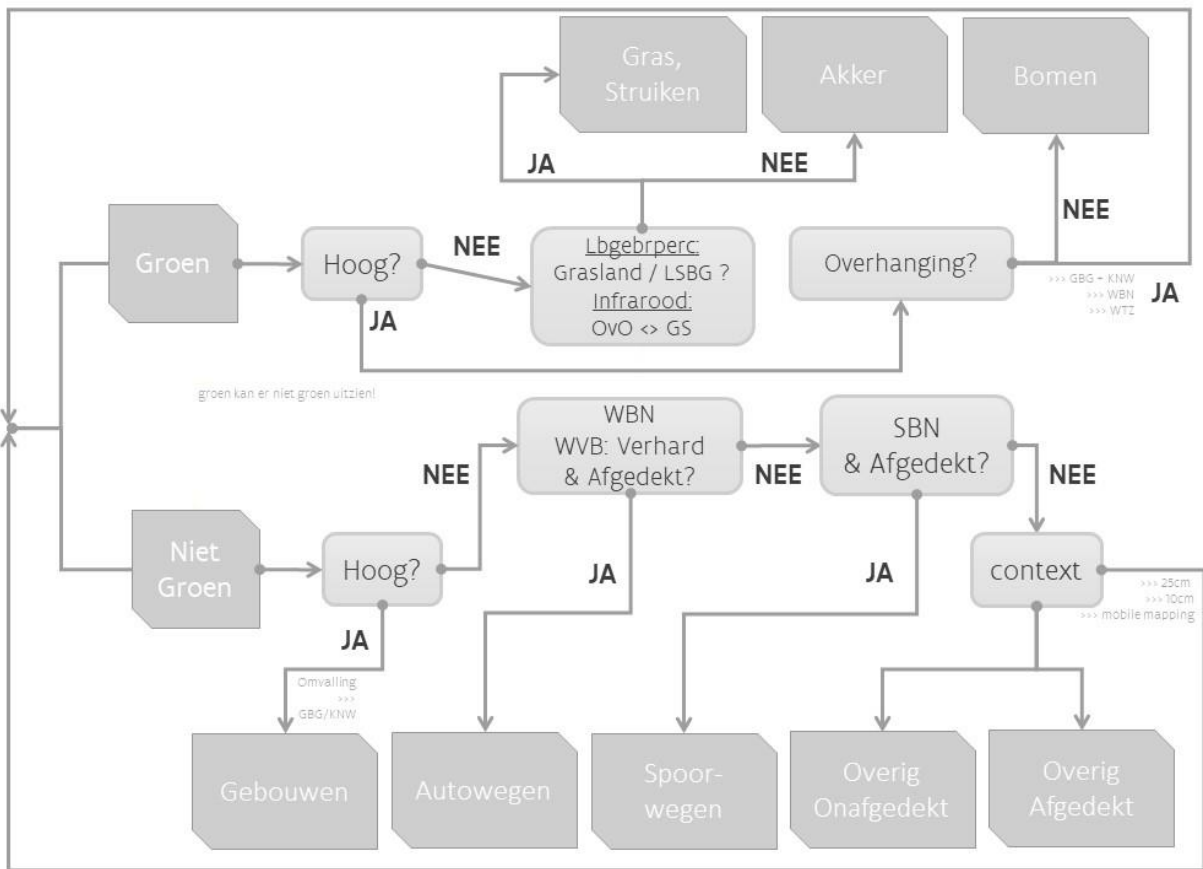
Klasse	Afk.	Voorbeelden	Opmerking
Gebouwen	G		De klasse is gemaakt op basis van GBG en KNW. Het is niet groen met een hoogte. Dus alle gebouwen, inclusief installaties, etc. Opletten met omvalling en randgevallen, de aflijning van de GBG of KNW polygoon geeft uitsluitsel.
Autowegen	AW		Afgedekt Niet groen zonder hoogte in WBN. Dus alle wegen inclusief voetpaden, fietspaden, etc. Opgelet voor het verschil met <i>Overig Afgedekt</i> . Daarnaast komt een WBN met WVB attribuut 'onverhard' terecht bij <i>Overig Onafgedekt</i> . Niet afgedekt Niet groen komt ook terecht bij <i>Overig Onafgedekt</i> . Dit is een wijziging in versie 2021.
Overig Afgedekt	OA		Niet groen zonder hoogte, niet in WBN en afgedekt. Het verschil met onafgedekt is niet eenduidig en hangt sterk af van de context.
Spoorwegen	SW		Niet groen zonder hoogte in SBN. Het zijn dus alle spoorwegen en andere afgedekte niet groen oppervlaktes, zoals vb. platformen in stations, opslagplaatsen, etc.. Het verschil met <i>Overig (On)Afgedekt</i> is niet gemakkelijk. SBN kan uitsluitsel geven. Daarnaast is de overgang tussen spoor en onafgedekt ook niet altijd even duidelijk. Het aanduiden van dit verschil is wel belangrijk geworden met de aanpassingen in de versie 2021.
Water	W		Deze klasse is op basis van WTZ aangemaakt, visueel op beelden zeer donker. Opletten voor verwarring met <i>Gras</i> , <i>Struiken</i> : WTZ en 25cm/10cm beelden geven uitsluitsel. Ook overhangende vegetatie kan een probleem vormen.



Overig Onafgedekt	OO				Niet groen zonder hoogte en onafgedekt. Het verschil met afgedekt is niet eenduidig en hangt sterk af van de context. Onafgedekt kan wel voorkomen in een WBN of SBN entiteit, dit is gewijzigd in versie 2021.
Akker	A				Deze klasse is op basis van Lbgebrperc. Het is niet (permanent) groen of groen zonder hoogte. Opletten voor verschil met <i>Overig Onafgedekt</i> en <i>Gras, Struiken</i> : Lbgebrperc geeft uitsluitel. Meerdere versies (2018 & 2021) kunnen gebruikt worden om te bepalen of vb. een Grasland in 2021 niet Akker was in 2018, of vb. in 2018 Akker of Grasland was en in 2021 uit de dataset is verdwenen (zonder duidelijke wijziging zichtbaar op de luchtbeelden).
Gras, Struiken	GS				Permanent groen zonder hoogte. Opletten voor verschil met A, Lbgebrperc geeft uitsluitel. Daarnaast kan grasland ook niet groen lijken (droogte), Lbgebrperc geeft ook hier uitsluitel: de teelten Grasland en Laagstamboomgaarden geeft <i>Gras, Struiken</i> aan. Buiten Lbgebrperc gebied, kunnen de infrarode zomerbeelden gebruikt worden voor verschil met <i>Overig (On)Afgedekt</i> . Indien dit geen uitsluitel biedt kunnen winteropnames van 2021 gebruikt worden om te bepalen of het om <i>Gras, Struiken</i> gaat of om <i>Overig Onafgedekt</i> , zeker in het geval van droogte. Zoals steeds moet er op het tijdsverschil gelet worden: indien er tekenen zijn van versterking op de infrarood zomerbeelden valt de keuze eerder op <i>Overig Onafgedekt</i> dan op <i>Gras, Struiken</i> .
Bomen	B				Dit is groen met hoogte. Opletten voor overhangende vegetatie en verschil met <i>Gras, Struiken</i> . Hiervoor kunnen 25cm of 10cm beelden gebruikt worden. Ook WBN en GBG kunnen uitsluitel bieden.







Figuur 5: Schematische weergave van het te volgen protocol voor de beoordeling van de *samples* voor de 9 klassen validatie. Het schema is recursief: indien er geen oordeel kan gevormd worden, kan een nieuwe bron (zie Tabel 2) gebruikt worden om hetzelfde schema te doorlopen.

### 5.1.3 Analyse

Na de aanmaak van de *referentie* wordt deze vergeleken met de punt extracties uit de 1m resolutie rasters. Dit gebeurt aan de hand van een crosstabel (Tabel 4).

Uit deze crosstabel kan volgende informatie gehaald worden. Ten eerste is er de algemene overeenkomst of *overall accuracy* die de proportie van het aantal door de kaart correct geclassificeerde *samples* weergeeft. Dit refereert naar de *probabiliteit* (kans) dat een random gekozen locatie correct is geclassificeerd. De *overall accuracy* kan een goed beeld geven van de kwaliteit van de data die gevalideerd is maar het is echter ook belangrijk om de *omissiefouten* en *commissiefouten* per klasse apart te beoordelen.

Daarvoor wordt uit de crosstabel ook de *users accuracy* berekend, die de proportie voor een bepaalde klasse aangeeft van door de kaart correct geclassificeerde *samples*. Of anders gezegd: de *probabiliteit* dat een locatie in de kaart met een bepaalde klasse ook deze klasse heeft in de werkelijkheid. De *users accuracy* is het tegengestelde van de *commissie*, dit is het surplus dat door de kaart verkeerd wordt geclassificeerd van 1 bepaalde klasse. Het zegt dus iets over de correctheid van deze bepaalde klasse in de kaart.

Daarnaast is er ook de *producers accuracy*, ofwel de proportie van *samples* van een klasse uit de referentie die ook diezelfde klasse hebben volgens de kaart. Of anders gezegd: de *probabiliteit* dat een klasse in de werkelijkheid ook



dezelfde klasse heeft in de kaart. De *producers accuracy* is het tegengestelde van de *omissie*, dit is wat door de classificatie van 1 bepaalde klasse wordt gemist. Het zegt dus iets over de volledigheid van deze bepaalde klasse in de kaart.

In Tabel 4 kan voor de Bodembedekkingskaart 2021 een *overall accuracy* van 92.7% teruggevonden worden. Dat is beter dan vorige edities maar in se vergelijkbaar: 2018 (90.4%), 2015 (87.5%) en 2012 (86.2%). Zoals eerder gesteld is het ook belangrijk om naar de volledigheid (*producer accuracy*) en correctheid (*user accuracy*) per klasse te kijken. De klasse *Spoorwegen* is vb. heel volledig maar relatief minder correct. In mensentaal: als je op een plek staat met een spoorweg is de kans groot dat dit op de kaart ook is aangeduid als *Spoorwegen* (volledigheid), echter als je de klasse *Spoorwegen* op de kaart gaat opzoeken op het terrein is de kans dus wat kleiner dat die ook effectief een spoorweg is (correctheid).

Meer specifiek voor de Bodembedekkingskaart 2021 heeft de klasse *Overig Afgedekt* (76.0%), een lagere volledigheid relatief gezien ten opzichte van de andere klassen in tegenstelling tot de vorige edities<sup>24</sup> waarbij dit ook het geval was voor de klassen *Overig Onafgedekt* en *Gras, Struiken*. Specifiek voor *Overig Afgedekt* valt uit de tabel op te maken dat een groot deel van de vergissingen bij de klassen *Overig Onafgedekt* (13), *Spoorwegen* (8) te vinden zijn. In de vorige edities was er ook een groot deel van de omissie van *Overig Afgedekt* aanwezig bij *Gras, Struiken*. Die is nog aanwezig maar in mindere mate. Bij de klasse *Gras, Struiken* zelf is er ook minder omissie naar *Overig Afgedekt* en *Overig Onafgedekt*. Vermoedelijk een gevolg van de afwezigheid van extreme droogte in de zomerbeelden van 2021 in vergelijking met de droogte van 2018 en de beschikbaarheid van de jaarBAK.

De klasse *Overig Onafgedekt* is heel volledig maar minder correct: een *user accuracy* van 69.4%. De vergissing met *Overig Afgedekt* (13, een verdubbeling) blijft bestaan ondanks het gebruik van de jaarBAK. De vergissing met *Gras, Struiken* (13, een halvering) is wel veel lager in vergelijking met de editie van 2018, dankzij de afwezigheid van een droogte tijdens de opnames van de zomerbeelden. De klasse *Autowegen* is vergeleken met de editie van 2018 wel meer correct door bijna geen vergissingen met *Gras, Struiken* waarschijnlijk een gevolg van de afwezigheid van droogte. De klasse *Overig Afgedekt* heeft dan weer bijna geen vergissingen met de klasse *Overig Onafgedekt* een verbetering waarschijnlijk dankzij de jaarBAK.

Tabel 4: Crosstabel van puntsamples met een *overall accuracy* van 92.7% voor de Bodembedekkingskaart 2021. De *producers accuracies* per klasse kunnen in de onderste rij afgelezen worden. De *users accuracies* per klasse kunnen in de laatste kolom afgelezen worden.

2021	Referentie											
	G	AW	OA	SW	W	OO	A	GS	B			
Kaart	G	93	1	4	0	0	0	0	2	0	100	93.0%
	AW	1	92	0	0	0	1	0	1	0	95	96.8%
	OA	2	1	95	0	0	1	0	5	0	104	91.3%
	SW	0	1	8	60	0	5	0	1	0	75	80.0%
	W	0	0	1	0	93	1	0	1	0	96	96.9%
	OO	0	2	13	2	1	75	0	13	2	108	69.4%
	A	0	0	0	0	0	0	270	1	0	271	99.6%
	GS	2	6	4	0	0	4	1	302	2	321	94.1%
	B	0	0	0	0	0	0	1	7	163	171	95.3%
			98	103	125	62	94	87	272	333	167	1341
		94.9%	89.3%	76.0%	96.8%	98.9%	86.2%	99.3%	90.7%	97.6%		92.7%

Om te kijken of er een significante verbetering is ten opzichte van de vorige edities moet de methode van *Olofsson et al. (2014)* gebruiken. Deze methode omvat om aan de hand van de rasteroppervlaktes (het optellen van pixels) en crosstabellen aangepaste en meer 'robuste' oppervlaktes, zogenaamde schattingen, uit te rekenen en een

<sup>24</sup> Zie voetnoot 19.



betrouwbaarheidsinterval hierop te bepalen. Kort samengevat houden de berekeningen rekening met het geheel van omissies en commissies van elke klasse om de rasteroppervlaktes bij te stellen in geschatte oppervlaktes met betrouwbaarheidsinterval, via de proportie van deze rasteroppervlaktes ten opzichte van de volledige oppervlakte. Meer details van deze berekeningen zijn terug te vinden in het artikel: *Map Accuracy Assessment and Area Estimation: A Practical Guide* (FAO, 2016) en *Olofsson et al. (2014)*. De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat terug te vinden in Tabel 5 voor de Bodembedekkingskaart 2021.

Tabel 5: Overzicht van de resultaten van oppervlakteberekening en bijhorende betrouwbaarheidsintervallen (BI) volgens *Olofsson et al (2014)* voor de Bodembedekkingskaart 2021.

	2021	oppervlakte			overall	
		raster	schatting		accuracy	
	# samples	%	%	BI	%	BI
<b>G</b>	740	5.44%	5.38%	± 0.42%	95.01%	±1.17%
<b>AW</b>	442	3.25%	3.92%	± 0.52%		
<b>OA</b>	655	4.81%	5.48%	± 0.57%		
<b>SW</b>	22	0.16%	0.19%	± 0.09%		
<b>W</b>	247	1.81%	1.79%	± 0.09%		
<b>OO</b>	489	3.59%	3.01%	± 0.52%		
<b>A</b>	4066	29.85%	29.95%	± 0.36%		
<b>GS</b>	4436	32.57%	32.34%	± 1.08%		
<b>B</b>	2523	18.52%	17.93%	± 0.66%		

Er is geen significante verbetering van de classificatie in 2021,  $95.01\% \pm 1.17\%$  ten opzichte van 2018,  $93.0\% \pm 1.4\%$ . De betrouwbaarheidsintervallen overlappen namelijk. De geschatte oppervlaktes van de klassen *Gebouwen* en *Spoorwegen* komen vrij goed overeen met hun rasteroppervlaktes. De klasse *Gebouwen* is dan ook een klasse met relatief weinig omissie en commissie. In het geval van de klasse *Spoorwegen* ligt dit aan hun laag totaal percentage, de betrouwbaarheidsintervallen van deze klasse zijn bijna even groot als de percentages van de klasse zelf. De klasse *Overig Afdgedekt* wordt dus hoger geschat ten opzichte van de rasteroppervlaktes. Dit is te verwachten gezien de verschillen in verband met commissie (8.7%) en omissie (24%).

Op de klasse *Water* na, is er geen klasse waarbij de geschatte oppervlakte meer verschilt tussen de editie van 2018 en 2021 rekening houdend met de bijhorende betrouwbaarheidsintervallen<sup>25</sup>. Met andere woorden, indien er verschillen (toename of afname tussen 2018 en 2021) zijn opgetreden binnen deze klassen in de realiteit, dan worden die door de Bodembedekkingskaarten 2021 en 2018 en de overeenkomstige oppervlakte schatting niet gedetecteerd door deze sampling en op het niveau van de 9 klassen.

## 5.2 BODEMAFDEKKINGSKAART

### 5.2.1 Samples

Zoals bij de vorige edities kan dezelfde techniek als in 5.1 ook toegepast worden op een binaire versie van de Bodembedekkingskaart waarbij de 9 klassen (en dus 16 klassen) worden opgedeeld in 2 klassen: *Afdgedekt* (*Gebouwen*, *Autowegen*, *Spoorwegen* (*Afdgedekt*), *Overig Afdgedekt*) en *Niet Afdgedekt* (*Water*; *Overig Onafgedekt*; *Spoorwegen* (*Onafgedekt*); *Onafgedekt* (*WBN*); *Gras*, *Struiken*; *Bomen*; *Gras*, *Struiken* (*Lbgebrperc*); *Gras*, *Struiken* (*WTZ*); *Gras*, *Struiken* (*WBN*) en *Bomen* (*WTZ*); *Bomen* (*WBN*)). Dit is in principe de *Bodemafdekkingskaart* op 1m resolutie zonder dat er dus een gemiddeld afdekkingspercentage is uitgerekend per 25 pixels (5m resolutie). De analyse omschrijven we verder als de "BAK1 analyse".

<sup>25</sup> Zie voetnoot 19.





### 5.2.2 BAK 1 Analyse

In Tabel 6 zijn de resultaten van de BAK1 vergelijking terug te vinden. Voor de volledigheid zijn deze van 2012 en 2015, 2018 onder deze van 2021 weergegeven. Er kan verondersteld worden dat de kwaliteit van versie 2021 van dezelfde grootte orde is als de vorige edities (*overall accuracy* in alle drie de versies afgerond groter dan of gelijk aan 94%). De volledigheid (92.3%) en correctheid (95.7%) zijn beide zeer hoog en vergelijkbaar met de resultaten uit 2012, 2015 en 2018.

De gegevens kunnen volgens de methode van *Olofsson et al.* gebruikt worden in combinatie met de rasteroppervlaktes (het optellen van pixels), om aangepaste en meer ‘robuuste’ oppervlaktes of zogenaamde schattingen uit te rekenen en een betrouwbaarheidsinterval hierop te bepalen. De resultaten hiervan kunnen terug gevonden worden in Tabel 7.

Voor 2021 komt de geschatte oppervlakte *Afgedekt* op 15.75% met een betrouwbaarheidsinterval van 0.98%. In vergelijking met 2012, 2015 en 2018, was dit respectievelijk  $15.93\% \pm 1.17\%$ ,  $16.04\% \pm 1.2\%$  en  $15.7\% \pm 1\%$  (zie ook rapport van de Bodembedekkingskaart 2015<sup>26</sup> en 2018<sup>27</sup>), Er kan dus geen significante stijging of daling van de oppervlakte *Afgedekt* worden vastgesteld, vermoedelijk omdat de werkelijke wijziging kleiner is dan het betrouwbaarheidsinterval.

Tabel 6: Crosstabellen van puntsamples voor de klassen Afgedekt en Niet afgedekt in 2012, 2015, 2018 en 2021. De referentie, volgens de BAK1 vergelijking, staat per kolom, de klasse in de Bodemafdekkingskaart per rij. Dus De *producers accuracies* per klasse kunnen in de onderste rij afgelezen worden. De *users accuracies* per klasse kunnen in de laatste kolom afgelezen worden. Voor de duidelijkheid de locaties van de samples zijn voor elk versiejaar verschillend. Er kan per sample dus niet paarsgewijs vergeleken worden.

		Referentie					
		NA	A				
Kaart	2021	NA	937	30	967	96.9%	
	A	16	358	374	95.7%		
			953	388	1341		
			98.3%	92.3%		96.6%	

		Referentie				2015		2018						
		NA	A			NA	A	NA	A					
Kaart	2012	NA	862	34	896	96.2%	NA	933	27	960	97.2%			
	A	44	331	375	88.3%	A	36	353	389	90.7%	A	29	347	376
			906	365	1271		879	383	1262		962	374	1336	
			95.1%	90.7%	93.9%		95.9%	92.2%	94.8%		97.0%	92.8%	95.8%	

Tabel 7: Overzicht van de resultaten van oppervlakteberekening en bijhorende betrouwbaarheidsintervallen (BI) volgens *Olofsson et al* (2014) voor de Bodembedekkingskaart 2021 opgedeeld in 2 klassen: Afgedekt en Niet Afgedekt.

	Area			User	Producer	Overall
	km2	%	% gecorrigeerd			
Afgedekt	1859	13.65%	15.75% ± 0.98%	95.72% ± 2.10%	82.99% ± 5.00%	96.74% ± 0.98%
Onafgedekt	11760	86.35%	84.25% ± 0.98%	96.90% ± 1.10%	99.31% ± 0.30%	

<sup>26</sup> Van der Linden, S., N. Van Camp, and J. Van Valckenborgh. 2019. "Bodembedekkingskaart Vlaanderen 2015: Technische Handleiding."

<sup>27</sup> Zie voetnoot 19.



# BIJLAGE 1

HFDTLT	Label	Gras, Struiken (Lbgebrperc)?
1	Stallen en gebouwen	NEEN
2	Andere gebouwen	NEEN
3	Poelen <= 0,1 ha	NEEN
4	Houtkanten en houtwallen <= 10 m breed	NEEN
5	Tuin met hoogstam	JA
6	Begraasde niet-landbouwgrond met overeenkomst	JA
60	Grasland	JA
638	Festulolium	JA
722	Meerjarige klaver	JA
732	Meerjarige luzerne	JA
8	Volkstuinpark	JA
882	Mariadistel	JA
883	Bebossing (korte omlooptijd)	NEEN
884	Miscanthus	JA
89	Braakliggend land met minimale activiteit met EAG	JA
8910	Bebossing loofbomen-ecologisch	NEEN
8911	Bebossing loofbomen-economisch	NEEN
8912	Bebossing naaldbomen	NEEN
8915	Bebossing populieren	NEEN
894	Andere bebossing	NEEN
895	Bomen in groep	NEEN
9	Onverharde landingsbaan of veiligheidszones op vliegvelden	JA
9201	Hazelnoten	JA
9202	Walnoten	JA
9710	Meerjarige fruitteelten (appel)	JA
9711	Meerjarige fruitteelten (peer)	JA
9713	Meerjarige fruitteelten (pruim)	JA
9714	Andere meerjarige fruitteelten	JA
9715	Druiven	JA
9716	Wijnstokken	JA
9717	Frambozen	JA
9718	Rode bessen	JA
9719	Stekelbessen	JA
972	Andere eenjarige fruitteelten	JA
9720	Zwarte bessen	JA
9721	Braambessen	JA
9722	Blauwe bessen	JA
9723	Andere bessen	JA
9725	Meerjarige fruitteelten (zoete kers, laagstam)	JA
9726	Meerjarige fruitteelten (zoete kers, hoogstam)	JA
9727	Meerjarige fruitteelten (zure kers)	JA
9728	Meerjarige fruitteelten (perzik)	JA
9729	Kiwibes	JA
9730	Meerjarige fruitteelten hoogstam (appel)	JA
9731	Meerjarige fruitteelten hoogstam (peer)	JA
9823	Weiland met niet-oogstbare bomen (> 100 bomen per ha)	JA
9825	Heide in natuurbeheer	NEEN
9827	Weiland met oogstbare hoogstam bomen (> 100 bomen/ha)	JA
9828	Natuurlijk grasland met minimumactiviteit	JA
9829	Natuurlijk grasland zonder minimumactiviteit	JA

