INFORMATIE
VLAANDEREN

/// Rapport

KLEINE LANDSCHAPSELEMENTEN IN LANDBOUWGEBRUIKSPERCELEN IN VLAANDEREN

Versie /// 0.6

Publicatiedatum /// 29.08.17

Vlaamse overheid

www.vlaanderen.be/informatievlaanderen

Auteur: Stijn Van der Linden, Toon Petermans, Jo Van Valckenborgh, Nancy Van Camp

Datum aanmaak: 11 augustus 2017

Datum afdruk: 29 augustus 2017

Interne bestandsnaam: rsvdl_RD34_KLE

Documenthistoriek:

Versie	Opmerking	Datum	Auteur	Status
[versie]	[opmerking]	[datum]	[auteur]	[status]
0.1	aanzet	11.08.17	vanderlist	done
0.2	aanvullingen	18.08.17	vanderlist/petermanto	done
0.3	aanvullingen	23.08.17	vanvalckjo	done
0.4	afwerking draft	23.08.17	vanderlist	done
0.5	aanpassingen/verbeteringen	28.08.17	vancampna	done
0.6	verbeteringen (2.2.4, PM afkorting)	29.08.17	petermanto/vanderlist	done

Informatie Vlaanderen

Hoofdzetel
Boudewijnlaan 30, 1000 Brussel
+32 (0)2 553 72 02

Regionale zetel
Koningin Maria Hendrikaplein 70, 9000 Gent
+32 (0)9 276 15 00

informatie.vlaanderen@vlaanderen.be

INHOUD

Inhoud....3
1 Inleiding....5
2 Workflow....6
2.1 Basisdata....6
2.1.1 Hoogtedata....6
2.1.1.1 LiDAR brondata DHMV II....6
2.1.1.2 DSM....6
2.1.1.3 DTM....7
2.1.2 Landbouwgebruikspercelen (LBPC)....7
2.1.3 Grootschalig Referentie bestand (GRB)....7
2.2 Preprocessing....8
2.2.1 Hoge vegetatie (VegHigh)....8
2.2.2 Lage vegetatie (VegLow)....8
2.2.3 Waterlichamen....8
2.2.4 Stam....9
2.2.5 Hulpbestanden....10
2.2.5.1 Relatieve of genormaliseerde hoogte raster (nDHM)....10
2.2.5.2 Landbouwgebruikspercelen (LBPC)....10
2.2.5.3 Landbouwgebruikspercelen Masker (LBPC Mask)....10
2.2.5.4 GRB Wegbaan (WBN)....11
2.3 Processing....11
2.3.1 Verwerking Hoge Vegetatie (VegHigh)....11
2.3.2 Verwerking Lage Vegetatie (VegLow)....12
2.4 Postprocessing....13
2.4.1 Samenbrengen KLE bestand....13
2.4.2 Bomenrijen in KLE bestand....14
2.4.3 Removals in KLE bestand....14
2.4.3.1 Boom_Removals....15
2.4.3.2 KLE_Removals....15
2.4.3.3 HPL_Removals....15
2.4.3.4 WM_Removals....16
2.4.4 Afwerking Stam bestand & Waterlichaam bestand....16
3 Overzicht Kleine Landschapelementen....16

3.1 Waterlichaam 16
3.2 Bosrand 16
3.3 laan & Boom 17
3.3.1 Boom 17
3.3.2 Bomengroep 17
3.3.3 Bomenrij 17
3.3.4 Haag 17
3.3.5 Houtkant 17
3.3.6 haagBomenrij 17
3.3.7 Struikboom 17
4 Resultaten 18
4.1 Waterlichamen 18
4.2 Stam 18
4.3 KLE 18
5 Besluit 19

1 INLEIDING

In 2009-2010 voerde Informatie Vlaanderen (opdrachtnemer) in opdracht van het Departement Landbouw en Visserij (opdrachtgever) een onderzoeksproject uit voor de classificatie van objecten op basis van digitale luchtopnamen. Uit deze analyse bleek dat het digitaal hoogtemodel een limiterende factor was bij de inventarisatie van landschapselementen. Tussen 2013 en 2015 heeft Informatie Vlaanderen de aanmaak van een nieuw digitaal hoogtemodel voltooid. Om na te gaan of dit nieuw en nauwkeuriger hoogtemodel in staat is om een voor het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) bruikbare inventarisatie te maken van kleine landschapselementen (KLE) voerde Informatie Vlaanderen in 2015 een onderzoeksproject, *Proof of Concept* (PoC) uit dat naging of het mogelijk was om op basis van digitale luchtopnamen in combinatie met het nieuwe digitaal hoogtemodel hagen, bomenrijen en geïsoleerde bomen te inventariseren. In dit kader werd tevens onderzocht of bomen konden geteld worden die aaneensluitende kruinen hebben.

De conclusies van het onderzoeksproject waren deels positief. Voor het rechtstreeks gebruik in het kader van de vergroening is het bestand niet voor alle landschapselementen nauwkeurig genoeg. Voor het efficiënter en effectiever te maken van de controles ter plaatse uitgevoerd voor de Randvoorwaarden, in het kader van het GLB, volstaat de kwaliteit echter wel. In dit kader is er een eenmalige aanmaak van een referentiebestand van landschapselementen voor Vlaanderen besteld bij Informatie Vlaanderen. Dit referentiebestand zal worden gebruikt voor o.a. de opvolging van de naleving van de randvoorwaarden. Het gaat specifiek over de landschapselementen in de landbouwgebruikspercelen die Departement Landbouw en Visserij jaarlijks inventariseert met de Verzamelaanvraag. Uit de PoC is ook gebleken dat het gebied beperken tot de landbouwgebruikspercelen (met buffer) voor de verwerking van de data vereist is.

Tabel 1: Overzicht van landschapselement definities opgeleverd door Departement Landbouw & Visserij.

Landschapselement	Algemene definitie
houtkant	Een vrijstaande en uitgestrekte vegetatiestrook die bestaat uit struiken of uit bomen die geen doorkijk toelaten. Een houtkant is maximaal 10 meter breed (maximale onderbreking van 4 meter toegestaan). Een houtkant die op een verhoging ligt, is een houtwal.
poel	Een geïsoleerd watervlak, in een natuurlijke laagte, in een uitgraving of in een geconstrueerd waterbekken dat het grootste deel van het jaar met water gevuld is en niet verbonden is met waterlopen. Een poel heeft een maximale oppervlakte van 0,10ha.
bomenrij	Bomen die in een rij naast elkaar staan.
haag (of heg)	Een rij bomen of struiken die vlak naast elkaar zijn geplaatst en doorkijk en doorgang belemmeren. Een haag of heg is overal minder dan 2 meter breed.

Tabel 1 geeft een aantal definities van landschapselementen weer. Deze definities worden door Departement Landbouw en Visserij gehanteerd conform Besluit Vlaamse regering inzake steunregelingen GLB en zijn een startpunt geweest om het referentiebestand aan te maken. Na een aantal werkvergaderingen zijn er uiteindelijk 9 KLE klassen bepaald en onderverdeeld in 3 topklassen. De objectieve parameters uit deze definities zijn ook

niet rechtstreeks toepasbaar gebleken. Er is dus gewerkt met empirisch bepaalde regels, ook op basis van de informatie uit de PoC van 2015. Een belangrijke stap om deze informatie om te zetten naar een bestand voor Vlaanderen was het opschalen of regionaliseren van de uitgewerkte regels. De studie hiervoor maakt ook deel uit van deze opdracht.

Dit rapport is een overzicht van de gebruikte basisdata (paragraaf 2.1), de workflow (paragrafen 2.2, 2.3 en 2.4), en de uiteindelijk opgeleverde data (hoofdstuk 4). In hoofdstuk 3 wordt ook een overzicht gegeven van de uiteindelijk besliste klassen. Tenslotte volgt er in hoofdstuk 5 een besluit met kanttekeningen en aanbevelingen.

2 WORKFLOW

2.1 BASISDATA

2.1.1 Hoogtedata

2.1.1.1 LiDAR brondata DHMV II

De ruwe LiDAR brondata van het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II[1] bevat de originele hoogtepunten aan de volledige resolutie zoals ze zijn ingewonnen bij de opname van de *airborne* LiDAR missie tussen 2013-2015. De LiDAR opname is uitgevoerd door gebieden - ter grootte van een NGI kaartblad - gebiedsdekkend te overvliegen door middel van overlappende vliegstroken (50% overlap). De gemiddelde puntendichtheid van deze vliegstroken afzonderlijk is 8 punten/m² (minstens 16 punten/m² met overlap), maar kan hoger zijn in sterk vegetatieve gebieden omwille van de multipele returns per LiDAR puls. Na de inwinning worden de LiDAR bestanden verder verwerkt tot geometrische correcte hoogtebestanden waarbij de dienstverlener een verdere classificatie naar maaiveld, niet-maaiveld en water op de originele punten heeft doorgevoerd en uitschieters heeft verwijderd. De resulterende bestanden worden aangeboden in het binaire LAZ formaat waarbij naast XYZ informatie, o.a. de classificatie, GPS tijd, RGB waarden, return informatie en andere metadata per punt en per bestand worden bijgehouden.

Voor dit project is er een verdere classificatie op de LiDAR brondata doorgevoerd waarbij de niet-maaiveldpunten verder geclassificeerd worden naar vegetatie, gebouwpunten (vlakken boven het maaiveld), niet-maaiveldpunten en geïsoleerde punten (vaak hoogspanningskabels). De classificatie naar punten op vegetatie is essentieel in de verder verwerking naar kleine landschapselementen.

2.1.1.2 DSM

Op basis van de LiDAR brondata van het DHMV II wordt het DSM aangemaakt door een TIN algoritme waarbij op basis van de return informatie van LiDAR pulsen de eerste echo (first return) wordt gebruikt zodat de hoogste positie van het landschap (vegetatie, gebouwen, objecten, maaiveld) wordt benaderd. Het gebruikte DSM is het DHMV II DSM standaardproduct met een rasterresolutie van 1 meter[2].

[1] https://overheid.vlaanderen.be/DHM-DHMV-II-brondata

[2] https://download.agiv.be/Producten/Detail?id=937&title=Digitaal_Hoogtemodel_Vlaanderen_II_DSM_raster_1_m

2.1.1.3 DTM

Op basis van de LiDAR brondata van het DHMV II wordt ook het DTM aangemaakt door een TIN algoritme waarbij op basis van de classificatie enkel de punten op maaiveld worden gebruikt zodat het model een benadering is van het maaiveld. Het gebruikte DTM is het DHMV II DTM standaardproduct met een rasterresolutie van 1 meter[3].

2.1.2 Landbouwgebruikspercelen (LBPC)

Via de verzamelaanvraag worden jaarlijks de landbouwgebruikspercelen geregistreerd. De verzamelaanvraag vormt een belangrijke basis voor verschillende steunaanvragen, maar is ook een essentieel onderdeel binnen de mestwetgeving. De landbouwgebruikspercelen wordt geïnventariseerd door Departement Landbouw en Visserij[4]. Aan de geografische gegevens zijn de volgende administratieve attributen gekoppeld: geografische oppervlakte, gewascode, gewasnaam en bijkomende bestemming. De export van de landbouwgebruikspercelen is gebeurd op 29/02/2016 door het departement. Dit zijn de gegevens van verzamelaanvraag campagne uitgevoerd in 2015. Het gaat om product Landbouwgebruikspercelen ALV, 2015[5].

2.1.3 Grootschalig Referentie bestand (GRB)

Het Grootschalig Referentiebestand (GRB)[6] 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. Het GRB-decreet[7] regelt de opmaak, het beheer en de toegang tot het GRB. In de workflow worden volgende entiteiten van het GRB gebruikt:

- Gebouw aan de grond (GBG)
- Gebouwaanhorigheid (GBA)
- Kunstwerk (KNW)
- Wegbaan (WBN)

Meer informatie over de entiteiten kan terug gevonden worden in het GRB objectenhandboek[8]. Er is gebruik gemaakt van een extract van de GRB productendatabank per NGI kaartblad in de periode tussen 11/06/2016 en 29/07/2016. Het product beschikbaar als GRBgis[9].

[3] https://download.agiv.be/Producten/Detail?id=939&title=Digitaal_Hoogtemodel_Vlaanderen_II_DTM_raster_1_m

[4] In casu: de opdrachtgever.

[5] http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/4/47c5540f-bf7c-45fc-9a74-8e60547cde82/a5b317f2-1a4c-47df-9b14-bf0cb09de770

[6] https://overheid.vlaanderen.be/producten-diensten/basiskaart-vlaanderen-grb

[7] https://overheid.vlaanderen.be/GRB-GRB-decreet

[8] https://www.agiv.be/producten/grb/objectcatalogus/entiteiten

[9] http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/7/7c823055-7bbf-4d62-b55e-f85c30d53162

2.2 PREPROCESSING

In deze stap wordt de ruwe LIDAR data, op basis van een eerste interpretatie omgezet naar vector data. Dit levert 4 bestanden met polygonen op waarop de verdere classificatie wordt uitgevoerd. Daarnaast worden hier ook een aantal hulpbestanden aangemaakt. Er wordt gewerkt per NGI kaartblad met 500m buffer. De buffer wordt gebruikt zodat er geen randeffecten ontstaan tussen twee kaartbladen. Deze stap is uitgewerkt met Python op basis van bestaande *libraries* om LiDAR data en GIS vector data te verwerken.

2.2.1 Hoge vegetatie (VegHigh)

De procedure om Hoge Vegetatie input bestanden (*VegHigh*) aan te maken gebeurt in verschillende stappen. Er wordt gebruik gemaakt van enkel LiDAR punten uit de klasse "vegetatie", enkel de *first returns* en met een relatieve hoogte hoger dan 5 meter. Op basis van deze selectie van punten worden *concave hull* polygonen aangemaakt waarna de LBPC percelen met gespecialiseerde productiemethode, PM = `['NPO','SGM', 'PLA','SER','CON']`, met een buffer van 1 meter uit de *concave hull* polygonen zijn verwijderd. Tenslotte wordt er nog een selectie op de grootte van de polygonen uitgevoerd waarbij elke polygoon < 10 m² wordt verwijderd uit hoge vegetatie. De resulterende vector bestanden, bestaande uit polygonen, zijn input bestanden voor de *processing* (paragraaf 2.3) fase en ook voor de aanmaak van de Stam bestanden (paragraaf 2.2.4).

2.2.2 Lage vegetatie (VegLow)

De procedure om de Lage Vegetatie input bestanden (*VegLow*) aan te maken gebeurt in verschillende stappen. Er wordt gebruik gemaakt van enkel LiDAR punten uit de klasse "vegetatie", enkel de *first returns* en een relatieve hoogte tussen 0.7 en 5 meter. Op basis van deze selectie van punten worden *concave hull* polygonen aangemaakt waarna zowel gebufferde GRB polygonen (entiteit GBG en 1 meter gebufferd; entiteit GBA en 1 meter gebufferd; en entiteit KNW en 2.5 meter gebufferd) als LBPC percelen met gespecialiseerde productiemethode, PM = `['NPO','SGM','PLA','SER','CON']`, met een buffer van 1 meter uit de *concave hull* polygonen worden verwijderd. Tenslotte wordt er nog een selectie op de grootte van de polygonen uitgevoerd waarbij elke polygoon < 1.5 m² uit de lage vegetatie wordt verwijderd. Er wordt ook een bijkomende selectie uitgevoerd waarbij polygonen, die zich *completely within* een GRB WBN polygoon bevinden, worden verwijderd (vermoedelijk voertuigen). De resulterende vectorbestanden, bestaande uit polygonen, zijn input bestanden voor de *processing* (paragraaf 2.3) fase. Daarnaast wordt het ook gebruikt in de aanmaak van de Stam bestand (2.2.4).

2.2.3 Waterlichamen

De procedure om het Waterlichaam eind bestand (zie paragraaf 3.1) aan te maken gebeurt in verschillende stappen. Er wordt gebruik gemaakt van enkel LiDAR punten uit de klasse "maaiveld" en "gebouw". Op basis van deze selectie van punten worden *concave hull* polygonen aangemaakt waarbij de gaten in de polygonen met een *erase* operatie worden geëxtraheerd. Daarna wordt op de resulterende polygonen een selectie uitgevoerd waarbij deze > 100 m² moeten zijn. Kort samengevat zijn Waterlichaam polygonen dus aaneengesloten gebieden waar geen LiDAR punten voorkomen.

Dit tussenbestand bevat echter nog redelijk veel foutieve waterlichamen waar geen maaiveldpunten en gebouwpunten werden gedetecteerd zoals mesthopen, dichte vegetatie in bossen, niet gekende gebouwen, ... Om deze *false positives* te verwijderen, wordt er per waterlichaam polygoon een statistische analyse uitgevoerd. De hoogtewaarden (5% percentiel, mediaan, standaarddeviatie) uit het genormaliseerde nDHM (zie 2.2.5.1)

worden uitgerekend. Op basis van de oppervlakte, omtrek en de isoperimetrische quotiënt[10] van een polygoon wordt bepaald of deze al dan niet wordt behouden. Zo is het waarschijnlijker dat zeer grote polygonen, met een hoge isoperimetrische quotiënt (ronde vorm) en een lage 5% percentiel objecthoogte (op maaiveldniveau), waterlichamen zijn. Anderzijds kan een grillige polygoon (met een lagere isoperimetrische quotiënt) of een polygoon omzoomd door hoge bomen (met hogere 5% percentiel objecthoogte) toch een waterlichaam zijn. Daarom worden verschillende combinaties van grenswaarden gebruikt om de meest onwaarschijnlijke waterlichamen uit de dataset te verwijderen.

Tenslotte worden alle resulterende polygonen vergeleken met een bestand, waarbij gelijkaardige *concave hull* polygonen zijn aangemaakt maar op basis van alle LiDAR punten inclusief de klasse “niet maaiveld” en “vegetatie” en waarbij ook kleinere gaten (waterlichamen) in de dataset worden gedetecteerd. Indien de resulterende polygonen overlappen met dit bestand worden ze behouden. Het Waterlichaam eind bestand, bestaande uit polygonen, is dus een eindoplevering.

2.2.4 Stam

De procedure om Stam input bestanden aan te maken gebeurt in verschillende stappen. Het proces is op basis van studiegebieden en regionalisatie stapsgewijs en empirisch opgebouwd. Dit heeft als gevolg dat het proces zelf een ingewikkelde procedure is geworden. De belangrijkste punten van de procedure worden hieronder weergegeven.

Ook hier worden een *concave hull* polygonen aangemaakt op basis van geselecteerde LiDAR punten waarbij gekeken wordt naar enkel de *last returns* of *many returns* van vegetatie punten met een relatieve hoogte tussen 0.7 en 3.5 meter. Kortom de *last return* punten die niet maaiveld zijn. De polygonen met een grootte lager dan 4m² worden weerhouden. De resulterende polygonen bevinden zich vaak rondom de stam van een boom, kortom stam polygonen. Een 2de *concave hull* actie wordt toegepast op LiDAR punten waarbij de objecthoogte tussen 3.5 en 5.5 meter is. Deze wordt gebruikt om een betere selectie te maken van stam polygonen boven de 4 m². De resulterende polygonen worden omgezet naar middelpunten die de stammen representeren.

Daarnaast wordt een fijner *VegHigh* (zie 2.2.1) bestand aangemaakt: *VegHighFine* waarin de *concave hull* polygonen een fijner afgelijnde omranding hebben en waarop een variabele negatieve buffer is toegepast afhankelijk van de oppervlakte en de isoperimetrische quotiënt van de polygonen. Brede ronde boomkruinen zullen dan een grotere negatieve buffer krijgen dan smallere of onregelmatige boompolygonen (bv. populieren). De resulterende *VegHighFine polygonen* worden enerzijds gebuikt om nieuwe stammen toe te voegen, als het middelpunt van geselecteerde *VegHighFine* polygonen, waar in de geselecteerde polygonen tot dan toe nog geen stammen zijn gedetecteerd. Anderzijds worden stammen verwijderd die zich niet binnen de aangemaakte negatieve buffer van de *VegHighFine* bevinden.

Op basis van het *VegLow* bestand worden stammen toegevoegd waar de isoperimetrische quotiënt > 0.75 en de maximale hoogte > 1 meter. Hierdoor worden ook stammen gedetecteerd van recent aangeplante bomen waarvan de hoogte en kroonbreedte nog zeer beperkt is.

Om het aantal stammen die dicht bij elkaar staan te beperken, veronderstellen we dat stammen op 2.5 meter van elkaar moeten staan voor een gewone boom en op 3 meter als de stammen zich in een *VegLow* polygoon bevinden. Stammen die dichter bij elkaar staan worden omgezet naar 1 middelpunt. Dit resulteert met zekerheid in fouten in dichte vegetatie en bossen waarbij een onderschatting van het aantal stammen wordt bekomen. De

[10] https://nl.wikipedia.org/wiki/Isoperimetrisch_quoti%C3%ABnt

fouten op bomenrijen en solitaire bomen, waar dikke lage takken ten onrechte als stam worden gezien, worden wel beperkt.

Tenslotte worden nog alle stampunten verwijderd die overlappen met GRB polygonen (entiteit GBG en 1 meter gebufferd; entiteit GBA en 1 meter gebufferd; en entiteit KNW en 2.5 meter gebufferd). Dit bestand, bestaande uit punten is naast een eindoplevering, ook een hulpbestand voor de classificatie van de *VegLow* en *VegHigh* input bestanden in de *processing* (paragraaf 2.3) fase.

2.2.5 Hulpbestanden

Deze bestanden zijn polygoon bestanden die als hulp dienen bij de classificatie van de polygonen in de *VegHigh* en *VegLow* bestanden in de *processing* (paragraaf 2.3) fase.

2.2.5.1 Relatieve of genormaliseerde hoogte raster (nDHM)

De basisdata DSM en DTM op 1 meter resolutie, zoals in 2.1.1 beschreven, wordt van elkaar afgetrokken en het resulterende raster op 1 meter resolutie geeft als resultaat de relatieve of genormaliseerde hoogte van vegetatie, gebouwen en objecten op het terrein. Dit bestand, per NGI kaartblad met 500m buffer, wordt ook gebruikt in de aanmaak van het Waterlichaam eindproduct (2.2.3).

2.2.5.2 Landbouwgebruikspercelen (LBPC)

De dataset, zoals in 2.1.2 beschreven, maar geknipt per NGI kaartblad met 500m buffer.

2.2.5.3 Landbouwgebruikspercelen Masker (LBPC Mask)

De Landbouwgebruikspercelen dataset wordt per NGI kaartblad (met 500m buffer) tot enkele grotere polygonen vereenvoudigt door een *buffer & dissolve* operatie van 10 meter. Hierbij wordt een procedure gehanteerd om in eerste instantie te bufferen met 15 meter en op het resultaat een *dissolve* toe te passen (overlappende polygonen samenvoegen tot 1 polygoon). Daarna wordt terug negatief gebufferd met 5 meter. Een netto buffer van 10 meter is zo toegepast waarbij zoveel mogelijk LBPC percelen zijn samengevoegd met zo min mogelijk gaten en waarbij kleine landschapselementen aan de randen van het masker zitten vervat.

Vóór de *buffer & dissolve* operatie wordt er eerst nog een aantal LBPC percelen uit de LBPC laag gehaald door attribuutselectie. Het gaat om LBPC percelen waarbij:

- de PM (gespecialiseerde productiemethode) één van de volgende attributen omvat: `['NPO','SGM','PLA','SER', 'CON']`;
- de GEWASGROEP gelijk is aan ‘Landbouwinfrastructuur’;
- de HFDTLT één van de volgende attributen omvat `['6','883','894','8910','8911','8915','962', '9723','9602','9603','9604','9823','9825','9828','9829']`.

Na de *buffer & dissolve* operatie worden:

- de gebufferde GRB gebouwen (entiteit GBG en 1 meter gebufferd; entiteit GBA en 1 meter gebufferd; en entiteit KNW en 2.5 meter gebufferd) en;
- de gebufferde LBPC percelen met attributen PM = `['NPO','SGM','PLA','SER','CON']` en 1 meter gebufferd;

uit de bestaande masker geknipt zodat er geen enkele gebouwinfrastructuur meer in de LBPC Mask kan zitten. Dit is belangrijk omdat gebouwen soms als vegetatie kunnen geïnterpreteerd worden.

2.2.5.4 GRB Wegbaan (WBN)

De dataset, zoals in 2.1.2 beschreven, wordt geknipt per NGI kaartblad met 500m buffer.

2.3 PROCESSING

In deze fase worden de Hoge en Lage Vegetatie bestanden verder geïnterpreteerd tot bestanden met een meer detaillistische onderverdeling in kleine landschapselementen (KLE). Er wordt daarvoor gebruik gemaakt van een rule-based classificatie met de software Trimble eCognition 9.1.3. Voor de interpretatie wordt er ook gebruik gemaakt van de hulpbestanden. Het proces is op basis van studiegebieden (uit de hogervermelde *Proof of Concept*), wisselwerking met de opdrachtgever en opschaling of regionalisatie stapsgewijs en empirisch opgebouwd. Dit resulteert in een ingewikkelde beslissingsboom met heel wat re-iteratie stappen. In dit rapport is er daarom gekozen om de classificatie te omschrijven op een summiere en begrijpbare wijze. In de *postprocessing* fase volgen ook belangrijke verwerking stappen. Meer info over de uiteindelijk bepaalde KLE klassen kan terug gevonden worden in hoofdstuk 3.

2.3.1 Verwerking Hoge Vegetatie (*VegHigh*)

In een eerste stap wordt het *VegHigh* bestand uit de *preprocessing* fase verder verwerkt. Het resultaat hiervan wordt dan gebruikt in de verwerking van het *VegLow* bestand. Er wordt een segmentatie uitgevoerd op het genormaliseerde hoogte raster (nDHM). Een segmentatie houdt in dat pixels met gelijkaardige eigenschappen (in dit geval een overeenkomstige hoogte) uit het raster worden gegroepeerd in segmenten. Van alle segmenten worden berekende attributen bijgehouden, zoals bv. de gemiddelde hoogte, *'meanH'*, de oppervlakte, *'area'* of de lengte – breedte verhouding, *'ratioLW'*, maar ook bijvoorbeeld de relatieve grens of afstand tot andere segmenten. Een aantal van deze attributen worden ook in de eindbestanden opgeleverd.

Bij deze segmentatie wordt ook rekening gehouden met de vector informatie. Een segment kan dus nooit 2 polygonen uit de vector informatie omvatten. De vector informatie bestaat uit het *VegHigh* bestand en de LBPC, de LBPC *Mask* en WBN hulpbestanden. Alle segmenten die overlappen met het *VegHigh* bestand en de LBPC Mask worden verder omschreven als *potentieelKLE* segment.

Na de segmentatie wordt er in eerste stap gezocht naar bosranden en bomengroepen. Alle segmenten die een *'meanH'* hoger dan 5m hebben, niet overlappen met het *VegHigh* bestand of de LBPC *Mask* worden beschouwd als een 'potentieel bos'. Daarnaast wordt ook rekening gehouden met segmenten die vallen binnen polygonen met 'HFDTLT' = [`'894'`,`'883''8910'`,`'8911'`,`'8915'`,`'9828'`] uit de LBPC data. Ook deze segmenten worden als 'potentieel bos' beschouwd. De 'potentieel bos' segmenten die hun grens met meer dan 5% met elkaar delen worden samengevoegd. Van deze samengevoegde segmenten worden alle segmenten groter dan 0.5ha beschouwd als 'bos', daarnaast worden ook alle segmenten groter dan 300m^2, kleiner dan 0.5ha en met een *'ratioLW'* < 1.5 geklasseerd als *bomengroepKLE*. Indien een *bomengroepKLE* segment niet overlapt met de LBPC Mask wordt deze niet behouden. Alle *potentieelKLE* segmenten die voor meer dan 10% grenzen aan een 'bos' segment worden geklasseerd als *bosrandKLE.*

Alle overige *potentieelKLE* segmenten worden onderverdeeld in *laanKLE* en *KLE* op basis van hun overlap met het WBN hulpbestand. Er wordt voor de *laanKLE* ook rekening gehouden met de ligging t.o.v. *bosrandKLE* en *bomengroepKLE* segmenten, bijvoorbeeld aan wegen door bosrijke gebieden, a.d.h.v. nabuurschapsregels. Op deze manier wordt de eenheid in de dataset verbeterd. Tenslotte worden de *KLE* segmenten nog onderverdeeld

in *boomKLE* en *bomenrijKLE* segmenten. *KLE* segmenten met een *'area'* kleiner dan 300 m^2 en een *'ratioLW'* lager dan 1.5 worden als *boomKLE* segment geklasseerd.

Alle *bomengroepKLE*, boom*KLE*, bomenrijKLE, *laanKLE* en *bosrandKLE* segmenten worden opgeslagen in een *VegHighResult* bestand dat gebruik wordt in de verwerking van het *VegLow* bestand. Daarnaast worden *bosrandKLE* segmenten ook opgeslagen in het *bosrandKLE* bestand dat in de *postprocessing* verder wordt verwerkt in een eindresultaat. Per segment worden volgende attributen opgeslagen: de oppervlakte (*'area'*), omtrek (*'border'*), 'klasse', gemiddelde objecthoogte (*'meanH'*), standaarddeviatie objecthoogte (*'stdevH'*) en de lengte – breedte verhouding (*'ratioLW'*).

2.3.2 Verwerking Lage Vegetatie (*VegLow*)

In een eerste stap wordt het *VegLow* bestand op dezelfde manier als het *VegHigh* gesegmenteerd op basis van de pixels uit het nDHM raster, rekening houdend met de vector informatie uit het *VegLow* en het *VegHighResult* bestand, en de LBPC, de LBPC *Mask* en WBN hulpbestanden. De *potentieelKLE* segmenten zijn hier gedefinieerd als overlappend met de polygonen uit het *VegLow* bestand en de LBPC Mask.

In een tweede stap worden alle segmenten uit het *VegLow* bestand (dus ook *potentieelKLE* segmenten!) die overlappen met *bomengroepKLE* uit het *VegHighResult* bestand als dusdanig geklasseerd. In een tweede stap worden *potentieelKLE* segmenten waarvan de breedte kleiner is dan 5m en de *'ratioLW'* kleiner is dan 2.5 geklasseerd als *haagKLE*. De parameter van 5m is empirisch bepaald, 5m is bovendien breder dan de breedte uit de definitie. Maar er moet gecompenseerd worden voor smalle objecten (hoe smaller een object, hoe minder LiDAR reflecties, hoe meer uitmiddeling). Kortom de werkelijke breedte komt niet steeds overeen met de gemeten breedte. Naast de *boomKLE* uit het *VegHoogResult* bestand worden ook *potentieelKLE* segmenten uit het *VegLow* bestand met een *'area'* kleiner dan 300 m^2 en een *'ratioLW'* lager dan 1.5 worden bijkomend als *boomKLE* segment geklasseerd. Een extra regel is wel dat de *'meanH'* hoger moet zijn dan 1.5m. Dit is empirisch bepaald. Tenslotte worden er *boomKLE* en *haagKLE* segmenten met nabuurschapsregels uitgewisseld om meer eenheid in de dataset te creëren.

In een derde stap worden alle *bomenrijKLE* uit het *VegHoogResult* bestand initieel als *houtkantKLE* geclassificeerd. Er worden nabuurschapsregels toegepast om eenheid te krijgen tussen *houtkanKLE* en *bomengroepKLE* segmenten. Daarnaast wordt er ook nog aan de hand van nabuurschapsregels meer eenheid gebracht tussen de *houtkantKLE* en *haagKLE* klasse. Tenslotte worden *potentieelKLE* uit het *VegLow* bestand ook met nabuurschapsregels al dan niet toegevoegd aan deze klasse. De resulterende overgebleven *houtkantKLE* segmenten worden beoordeeld op hun percentage overlap met het *VegLow* bestand. Indien dit percentage lager is dan 10% dan worden de *houtkantKLE* terug ingedeeld als *bomenrijKLE*.

In een vierde stap worden tenslotte de *haagbomenrijKLE* en *struikboomKLE* geïntroduceerd. De *haagbomenrijKLE* zijn *bomenrijKLE* met een verhouding tussen lengte en aantal gedetecteerde stammen die lager dan of gelijk is aan 8. Dit is empirisch bepaald. Het idee is dat een haag met bomen een regelmaat van stammen bevat. Hagen met geen stammen of toevallig een enkele gedetecteerde stam, blijven *haagKLE*. Een *boomKLE* zonder gedetecteerde stam of lager dan 0.7m[11] wordt een *struikboomKLE*.

In een vijfde stap wordt de *laanKLE* uit het *VegHighResult* bestand overgenomen en verder uitgediept. In principe worden dezelfde regels toegepast, hier en daar licht gewijzigd. Een *haagLaanKLE* is een *laanKLE* dat minder breed is dan 5 meter en een lengte – breedte verhouding hoger dan 2. Een *laanKLE* breder dan 5m en

[11] Een *boomKLE* met een gemiddelde objecthoogte lager dan 1.5m zou in principe niet meteen verwacht worden. Maar ze zijn toch aanwezig omwille van het toepassen van nabuurschapsregels. Het gaat hier ook om een hoogte die verdeeld is over een polygoon. Indien er maar weinig LiDAR reflecties zijn, op een kleine boom bijvoorbeeld, kan de gemiddelde hoogte een pak lager zijn dan de werkelijke hoogte.

met en een *'ratioLW'* hoger dan 1.5 wordt geklasseerd als *houtkantLaanKLE*. Indien ze minder dan 30% overlappen met het *VegLow* bestand worden ze beschouwd als *bomenrijLaanKLE*. *LaanKLE* kleiner dan 300m^2 en een *'ratioLW'* lager dan 1.5 worden als *boomLaanKLE* geklasseerd. Tenslotte wordt aan de hand van nabuurschapsregels eenheid in de klassen gebracht. Er wordt ook rekening gehouden met de verhouding tot de *KLE* (niet laan) klassen. Bijvoorbeeld een singuliere *boomLaanKLE* segment naast een *houtkantKLE* wordt toch toegevoegd aan het *houtkantKLE* segment. Voor de *struikboomLaanKLE* en *haagBomenrijLaanKLE* gelden dezelfde regels op basis van respectievelijk *boomLaanKLE* en *bomenrijLaanKLE* zoals in vorige paragraaf beschreven.

In een laatste stap worden de overgebleven *potentieelKLE* segmenten toch onderverdeeld in *restKLE* klassen (*bomengroepKLE*, *boomKLE*, *bomenrijKLE*, *houtkantKLE*, *haagKLE*) om de volledigheid van de dataset te garanderen. De *postprocessing* stap zal uiteindelijk de meeste ruis verwijderen. Er wordt gewerkt met nabuurschap ('grenzend aan') met de bestaande *KLE* segmenten en empirisch bepaalde regels op basis van de 'area', 'ratioLW' en de breedte. Dit betekent dat het dus mogelijk is dat er toch een *boomKLE* aanwezig is in de dataset die gemiddeld lager is dan 1.5m. Eigenlijk geldt dit laatste sowieso omwille van het veelvuldig gebruik van nabuurschapsregels. Aan de hand van de attributen (waaronder '*meanH'*) kan de opdrachtgever met objectieve regels deze *true* of *false positives* alsnog verwijderen.

De verwerking van de Lage Vegetatie is in werkelijkheid dus een iteratief proces waarbij de verschillende stappen een aantal keer opnieuw worden herhaald in licht gewijzigde vorm om zo finaal alle *potentieelKLE* segmenten geclassificeerd te krijgen. Uiteindelijk worden de geklasseerde segmenten voor de *postprocessing* in 3 bestanden opgeleverd: *laanKLE*, *KLE* en *restKLE*.

Per segment worden volgende attributen opgeslagen: de oppervlakte (*'area'*), omtrek (*'border'*), 'klasse', gemiddelde objecthoogte (*'meanH'*), standaarddeviatie objecthoogte (*'stdevH'*) en de lengte – breedte verhouding (*'ratioLW'*).

2.4 POSTPROCESSING

In deze fase worden alle KLE bestanden uit de processing fase samengebracht in 1 KLE bestand (per NGI kaartblad, zie 4.3). Daarnaast wordt dit bestand ontdaan van polygonen die foutief als landschapselement zijn geclassificeerd. De bomenrijKLE klasse wordt in deze fase ook verder geoptimaliseerd. Tenslotte worden ook de Waterlichamen (4.1) en Stam (4.2) bestanden afgewerkt. De verwerking hiervoor gebeurt met Python op basis van bestaande *libraries* om LiDAR data en GIS vector data te verwerken, zijn gebruikt.

2.4.1 Samenbrengen KLE bestand

De resultaten bestanden uit de processing fase, *bosrandKLE*, *laanKLE*, *KLE* en *restKLE* worden van hun buffer ontdaan en samengebracht in 1 KLE bestand (per NGI kaartblad). In dit bestand worden de attributen 'topklasse' en 'subklasse', naast de 'klasse', toegevoegd. De 'topklasse' geeft het bronbestand aan: bosrand, laan of boom. De 'subklasse' geeft de 'klasse' weer zonder informatie van de 'topklasse'. Op deze manier kan het bestand ook eenvoudig per bomenrij, boom, houtkant, haag, … weergegeven worden. De 'klasse' bevat de combinatie van de 'topklasse' en 'subklasse'. Om onderscheid te maken met 'subklasse' wordt er telkens KLE achteraan toegevoegd aan de benaming. De overige attributen worden behouden.

2.4.2 Bomenrijen in KLE bestand

In de *postprocessing* is er een procedure om bomenrijen en haagbomenrijen voor *KLE* en *laanKLE* verder te optimaliseren. In de *processing* fase worden namelijk enkel bomenrijen herkend als een aanééngesloten polygoon, dus met aaneengesloten kruinen. Indien individuele bomen, struikbomen in het verlengde staan van andere bomen, bomenrijen of haagbomenrijen dan wordt er een algoritme aangesproken om dit te herkennen en om de klasse te wijzigen. Tabel 2 geeft de mogelijke combinaties weer en geldt dus zowel voor *KLE* als *laanKLE*. Merk op dat het combineren van *KLE* met *laanKLE* niet is toegestaan. Dus in geval van een *bomenrijLaanKLE* wordt er enkel gezocht naar *boomLaanKLE* en niet naar *boomKLE*.

Tabel 2: Overzicht van de mogelijke combinaties van klasse wijziging in de bomenrijendetectie.

bronklasse	zoekklasse	Gewijzigde klasse
bomenrijKLE	boomKLE; struikboomKLE	bomenrijKLE
haagbomenrijKLE	boomKLE	haagbomenrijKLE
boomKLE	boomKLE; struikboomKLE	bomenrijKLE

De afgesproken veronderstelling is dat de tussenafstand van boomkruinen maximaal 13 meter kan bedragen. In een eerste fase wordt van elke *KLE* (die voldoet aan de bronklasse) de *convex hull* berekend en gebufferd met 13 meter om tot een minder grillige vorm te komen. Uit de bekomen polygoon wordt op basis van Voronoi polygonen[12] een centerline berekend. Deze centerline wordt met lineaire regressie tot een rechte vereenvoudigd en verbreedt met 3 meter aan weerszijden van de lijn tot een polygoon (uiteinden worden niet verbreed zodat de bufferafstand ca 13 meter blijft). Op basis van deze verkregen polygoon wordt er nagekeken of er andere *KLE* polygonen (die voldoen aan de zoekklasse) met de berekende polygoon overlappen. Deze *KLE* zullen dan de nieuwe gewijzigde klasse krijgen. Het uitgewerkte algoritme is iteratief zodat, indien er een boom in het verlengde is gevonden, steeds verder met een buffer van 13 meter op de nieuw berekende centerline wordt gezocht.

Er wordt ook geverifieerd of een aparte *boomKLE* en *struikboomKLE* in elkaars verlengde liggen. Hiervoor wordt er voor elke gebufferde *boomKLE* nagekeken of er in de buurt nog *(struik)boomKLE* in de buffer van 13 meter liggen. Indien dit het geval is (minstens 3) wordt nagekeken of de *boomKLE* door middel van lineaire regressie analyse in elkaars verlengde liggen. Als er aan die voorwaarde wordt voldaan behoren de betrokken *boomKLE* tot een bomenrij en wordt er steeds verder iteratief gezocht naar de volgende *(struik)boomKLE* die in het verlengde ligt door middel van dezelfde centerline methode als hierboven.

2.4.3 Removals in KLE bestand

In het resultaat KLE bestand zijn er nog *false positives* aanwezig vnl. omwille van lage vegetatie van gewassen op de percelen zelf en/of door hoge objecten zoals bv. windmolens en hoogspanningskabels. Hiervoor zijn er enkele regels ontwikkeld om deze 'ruis' KLE zo goed mogelijk te selecteren en te verwijderen uit het KLE bestand. De 'ruis' wordt bewaard in aparte *'Removal'* bestanden. Het is namelijk mogelijk dat er toch *true* positives worden verwijderd in uitzonderlijke gevallen. De *'Removal'* bestanden kunnen in dit geval verder bekeken worden.

[12] https://en.wikipedia.org/wiki/Voronoi_diagram

2.4.3.1 Boom_Removals

Deze verwijderingen hebben te maken met teeltcodes uit de LBPC die verwant zijn met (lage) bomen of houtige gewassen, 'HFDTLT' = ['884','954','8912','9580','9581','9602','9603','9604','9710', '9711','9713','9714','9715','9716','9717','9718','9719','9720','9721','9722','9723','9725', '9726','9727','9728','9729'].

In eerste instantie worden de KLE geselecteerd als ze *completely within* een LBPC polygoon met deze teeltcodes vallen. Daarnaast worden ook KLE geselecteerd als ze overlappen met de negatieve buffer van 10m van LBPC polygonen met dezelfde teeltcode. Zodoende worden ook grotere gewassen waarvan de kruin net buiten de LBPC grens valt, maar ook voldoende binnen de LBPC, geselecteerd. Een laatste selectie is op de gemiddelde hoogte (*'meanH'*) die lager moet zijn dan 5 meter (teelten zijn meestal niet hoger). KLE met bosrandKLE als 'klasse' worden in deze laatste stap niet geselecteerd. De KLE polygonen van de doorgedreven selectie worden bewaard in een 'Boom_Removals' bestand en worden uit het resulterende KLE bestand verwijderd.

2.4.3.2 KLE_Removals

In eerste instantie worden alle struikboomKLE, haagKLE en houtkantKLE geselecteerd die overlappen met een negatieve buffer van 5 meter van de LBPC polygonen, een gemiddelde hoogte (*'meanH'*) hebben die lager is dan 0.5 meter en een oppervlakte kleiner dan 100 m².

Daarna worden de struikboomKLE, haagKLE en houtkantKLE polygonen toegevoegd die een gemiddelde hoogte (*'meanH'*) lager dan 1.25 meter hebben en die ofwel *completely within* LBPC polygonen liggen voor maïsvelden, suikerbieten, aardappelen, wintergerst, wintertarwe; 'HFDTLT' = ['201', '202', '91', '901', '902', '904', '321', '311', '202']; ofwel overlappen met 10 meter negatief gebufferde LBPC polygonen. Tenslotte worden nog alle KLE polygonen met een gemiddelde hoogte lager dan 10 cm aan de selectie toegevoegd. De KLE polygonen van de doorgedreven selectie worden bewaard in een 'KLE_Removals' bestand en worden uit het resulterende KLE bestand verwijderd.

2.4.3.3 HPL_Removals

High Power Lines (HPL) of hoogspanningskabels worden vaak gedetecteerd als hoge vegetatie wanneer de classificatie van de LiDAR puntenwolk de HPL niet als geïsoleerde punten heeft gedetecteerd (zie 2.1.1.1). Dit is soms het geval als er veel reflecties zijn op de hoogspanningskabels. Ook de pylonen zelf zijn een bron van *false positives* in het KLE bestand.

In eerste instantie worden de KLE geselecteerd met een oppervlakte < 50 m² die overlappen met de 3 meter buffer van de GRB KNW polygonen (enkel type 4: hoogspanningsmasten). Hiermee worden bijna alle KLE objecten die eigenlijk hoogspanningspylonen zijn, geselecteerd.

Om de overige foutieve KLE polygonen, met als oorzaak reflectie op hoogspanningskabels, te selecteren, is er een nieuw bestand aangemaakt op basis van de hoogspanningsmasten (GRB KNW type4) met de gebufferde trajecten van de hoogspanningskabels (positieve buffer van 300m en negatief buffer van 270m). Indien er dan KLE bevinden in de omtrek van hoogspanningskabels, wordt op basis van empirische regels op attribuutinfo zoals gemiddelde hoogte (*'meanH'*), de standaarddeviatie op de hoogte (*'stdevH'*), de oppervlakte (*'area'*) en de lengte – breedte verhouding van de polygoon (*'ratioLW'*), de KLE geselecteerd die met grotere zekerheid in feite hoogspanningskabels voorstellen. Deze polygonen hebben vaak een grote lengte – breedte verhouding, hebben meestal een hogere *'stdevH'* en *'meanH'*, maar worden meestal niet groter dan 750 m². De KLE polygonen van de doorgedreven selectie worden bewaard in een 'HPL_Removals' bestand en worden uit het resulterende KLE bestand verwijderd.

2.4.3.4 WM_Removals

Tenslotte worden vermoedelijke windmolens uit de data gehaald. Hiervoor wordt er zoals bij bovenstaande beschrijving empirische regels opgesteld. Voor de windmolens volstaat slechts 1 regel op de attribuutinfo (*'meanH'*, *'stdevH'*, *'area'*). Alle KLE met een gemiddelde hoogte > 15 meter, en standaarddeviatie op de hoogte > 15 m en een oppervlakte < 200 m² worden beschouwd als windmolens en bewaard in een 'WM_Removals' bestand en uit het resulterende KLE bestand verwijderd.

2.4.4 Afwerking Stam bestand & Waterlichaam bestand

Deze stap wordt apart uitgevoerd op de Stam en Waterlichaam bestanden uit de *preprocessing* fase. Alle Waterlichaam bestanden per NGI kaartblad worden samengevoegd in groot bestand voor Vlaanderen, zie 4.1. De Stam bestanden per NGI kaartblad worden ontdaan van hun buffer (4.2).

3 OVERZICHT KLEINE LANDSCHAPELEMENTEN

De kleine landschapselementen worden onderverdeeld in 3 topklassen: *Bosrand* en *Laan* & *Boom*. Daarnaast is er ook de niet vegetatie klasse Waterlichaam. Bij alle definities die voor de betrokken dataset verder worden gehanteerd moet er rekening gehouden worden met de aanwezige ruis en dat de uiteindelijke klasse van een object ook afhangt van nabuurschapsregels. Deze regels zijn gebruikt om meer eenheid in de dataset te krijgen. Dit betekent dus dat een polygoon een bepaalde 'klasse' kan hebben en bijvoorbeeld toch een *'ratioLW'* of *'meanH'* heeft die mogelijk niet overeenkomt met de hieronder beschreven definitie. Meer informatie bevindt zich in paragraaf 2.3.

3.1 WATERLICHAAM

Een waterlichaam kan omschreven worden als een landschapselement dat bestaat uit open water en minstens 100m^2 groot is. Waterlichamen zijn in tegenstelling tot de andere landschapselementen in dit product niet gefilterd op hun ligging binnen de landbouwgebruikspercelen. De klasse bevat dus poelen groter dan 100m^2 maar dus ook rivieren, kanalen en meren zijn waterlichamen.

3.2 BOSRAND

Een bosrand landschapselement kan omschreven worden als een verzameling bomen aan de rand van een landbouwgebruiksperceel dat voor dan 10% grenst aan een groep bomen waarvan de totale oppervlakte groter is dan 0.5 ha en de lengte breedte verhouding lager dan 1.5. Deze klasse is ook een topklasse op zich.

3.3 LAAN & BOOM

De elementen van de topklasse *Laan* grenzen aan een polygoon van de WBN entiteit van het GRB. Alle andere elementen worden onderverdeeld onder de topklasse *Boom*. Er wordt enkel rekening gehouden met WBN polygonen die grenzen aan de landbouwgebruikspercelen.

3.3.1 Boom

Een boom is een landschapselement dat wordt aangeduid door vegetatiepolygonen kleiner dan 300m^2 en met een gemiddelde hoogte groter dan 5 m. Er wordt wel uitzondering gemaakt voor kleine bomen met weinig LiDAR reflecties, dan kan de gemeten hoogte lager zijn.

3.3.2 Bomengroep

Een bomengroep is een verzameling bomen waarvan de totale oppervlakte groter is dan 300m^2 en kleiner dan 0.5 ha. Daarnaast is de lengte – breedte verhouding lager dan 1.5. De klasse komt alleen voor in de 'topklasse' boom. De ligging ten opzichte van bomenrijen en houtkanten heeft ook een invloed.

3.3.3 Bomenrij

Een bomenrij is een verzameling bomen waarvan de lengte – breedte verhouding lager is dan 1.5. De boomkruinen kunnen al dan niet overlappen. Indien ze niet overlappen wordt er rekening gehouden met een afstand van 13m tussen de kruinen om ze al dan niet tot eenzelfde bomenrij te laten behoren. Daarnaast mogen de boomkruinen ook niet meer dan 3m uit de rij liggen.

3.3.4 Haag

Een haag is een landschapselement dat niet breder is dan 5m en een lengte – breedte verhouding heeft die groter is dan 2.5. De hoogte van een haag is lager dan 5 m. De breedte komt dus niet overeen met de algemene definitie die de opdrachtgever hanteert, maar is dus zoals hoger aangegeven empirisch bepaald. Daarnaast heeft de ligging ten opzichte van andere landschapselementen (vooral houtkanten) ook een invloed.

3.3.5 Houtkant

Een houtkant is een verzameling bomen waarvan de totale oppervlakte voor meer dan 10 percent is begroeid met vegetatie lager dan 5 m. De lengte – breedte verhouding is hoger dan 1.5. Daarnaast heeft de ligging ten opzichte van andere landschapselementen (vooral hagen, bomengroepen en bomenrijen) ook een invloed.

3.3.6 haagBomenrij

Een haagBomenrij is een haag die bomen bevat. Het verschil met de klasse Haag is gebaseerd op het aantal stammen per lengte van de haag. Deze mag niet hoger zijn dan 8 voor een haagBomenrij.

3.3.7 Struikboom

Een struikBoom is een landschapselement dat de eigenschappen heeft van een boom maar niet overlapt met een (gedetecteerde) stam of een gemiddelde hoogte heeft die lager is dan 0.7m of. De klasse is toegevoegd om de correctheid van de *Boom* klasse te verbeteren.

4 RESULTATEN

4.1 WATERLICHAMEN

Het Waterlichaam bestand is een *shape*[13] bestand waarin dus alle waterlichaam landschapselementen voor heel Vlaanderen zitten vervat. Elke polygoon feature heeft 2 attributen, nl. de oppervlakte (*SHAPE_STAr*) en de omtrek (*SHAPE_STLe*). Het bestand is vergelijkbaar met de GRB entiteit WTZ (watergang). Het grote verschil met de WTZ entiteit is dat bij de WTZ de watergang inclusief de oever wordt afgebakend, terwijl de shape van de waterlichamen enkel het wateroppervlak zelf als oppervlakte beschouwt. Het bestand is echter niet volledig en bevat het ruis. Volgende zaken dienen opgemerkt te worden:

- smallere rivieren < 4 meter zijn niet altijd opgenomen
- de afbakening van de waterrand is soms verstoord door overhangende struiken/bomen
- overstromingsplassen in weiden worden soms ook opgenomen
- kleine waterpartijen afgezoomd door hoge bomen of in bossen worden niet of gedeeltelijk opgemerkt
- …

Het resultaat is opgeleverd als *Waterlichaam_Vlaanderen.shp*. Het dient als antwoord op de vraag naar de detectie van het landschapselement 'poel' (zie Tabel 1).

4.2 STAM

Het Stam resultaat is een groep *shape* bestanden van de stammen, die per kaartblad zijn opgeleverd. Het resultaat is niet beperkt tot de LBPC Mask. Elk punt heeft 2 attributen, nl. de X (*Xcen*) en Y (*Ycen*) coördinaat (EPSG: 31370) van de betrokken stam. Het resultaat is opgeleverd als *Kbl_x_Stam.shp* waarbij x het nummer van het NGI kaartblad weergeeft.

Het resultaat is vnl. bedoeld voor visualisatie, als voorgrondlaag op de kaart met KLE. De visuele interpretatie van de KLE wordt zo eenvoudiger om landschapselementen te herkennen (vb. haagbomenrij t.o.v. haag) en te situeren. Het bestand is niet bedoeld voor een kwantitatieve studie van het aantal bomen. Hiervoor zijn er waarschijnlijk tekortkomingen zeker in dichtere vegetatie zoals bossen waarbij er o.a. vanuit is gegaan dat stammen zich niet dichter dan 2.5 tot 3 meter van elkaar mogen bevinden. Een grondige terreinvalidatie is noodzakelijk om het resultaat op een kwantitatieve manier te gebruiken.

4.3 KLE

Het KLE resultaat is een groep *shape* bestanden van de KLE, die per NGI kaartblad zijn opgeleverd. De KLE zijn gedetecteerd in het gebied dat beperkt is tot de LBPC Mask en GRB WBN entiteit. Elke polygoon heeft 8 attributen, nl. de oppervlakte (*'area'*), omtrek (*'border'*), 'topklasse', 'subklasse', 'klasse', gemiddelde

[13] https://en.wikipedia.org/wiki/Shapefile

objecthoogte (*'meanH'*), de lengte – breedte verhouding (*'ratioLW'*) en standaarddeviatie objecthoogte (*'stdevH'*).

Het resultaat is opgeleverd als *KLE_KBL_x.shp* waarbij x het nummer van het NGI kaartblad weergeeft. Het dient als antwoord op de vraag naar de detectie van het landschapselement 'haag', 'houtkant' en 'bomenrij' (zie Tabel 1), maar het aantal klassen landschapselementen is dus uitgebreid. Er is getracht om de correctheid van het resultaat te maximaliseren zonder de volledigheid drastisch te verlagen, kortom, eerst volledig en dan correct. De opdrachtgever kan een hogere correctheid bekomen door bijkomende eigen objectieve regels toe te passen op de beschikbare attributen.

5 BESLUIT

De resulterende bestanden, die zijn opgeleverd, zijn bekomen door het opstellen van empirische regels op basis van de aangebrachte definities, werkvergaderingen en wisselwerking met de opdrachtgever. De empirische regels zijn iteratief opgesteld bij het uitvoeren van de PoC in 2015 op basis van studiegebieden. Daarnaast is de studie om de kennis uit de PoC te regionaliseren voor Vlaanderen in een workflow ook een bron geweest voor aanpassingen. Tenslotte hangen de regels ook sterk af van de informatie uit de basisbestanden (cf. LiDAR brondata).

Kortom de workflow die is opgesteld om het resultaat van deze opdracht te bekomen is niet meteen inzetbaar op informatie uit andere basisbestanden (bv. een lokale update LiDAR brondata). Het resultaat is dus zoals in de opdracht gevraagd, een eenmalige aanmaak voor een bepaald gebied (landbouwgebruikspercelen met buffer) in Vlaanderen. De dataset is tevens een momentopname en heeft niet de pretentie om 100% juist (zowel naar volledigheid als correctheid) KLE objecten voor het betrokken gebied af te leiden. Een uitgebreide validatie, en bijgevolg ook de kwantificatie van de nauwkeurigheid lagen buiten de scope van dit project.

Het resultaat biedt wel mogelijkheden om de administratieve controles ter plaatste, voor de Randvoorwaarden in het kader van het GLB, efficiënter en effectiever te maken. Het is echter wenselijk voor de opdrachtgever om het resultaat als een werkbestand te beschouwen. Het zou opportuun zijn voor de opdrachtgever om een visuele validatie uit te voeren op basis van luchtfoto's[14] en bijkomende informatie. Op deze manier kan de kwaliteit (volledigheid en correctheid per KLE klasse) van het resultaat beter gekwantificeerd worden. De resultaten van deze validatie kunnen dan eventueel aan dit rapport toegevoegd worden.

Ook buiten het domein van landbouw, in casu GLB, heeft deze dataset een potentieel. De registratie van de landschapselementen is doorgaans thematische en regionaal versnipperd. Dit KLE bestand kan mogelijk, mits goede omkadering vanuit Departement Landbouw en Visserij, een (nul)meting, inspiratiebron of aanzet vormen voor optimalisatie, bijhouding, … of algemeen gebruik van KLE informatie binnen diverse thematische of regionale/lokale toepassingen.

[14] vb. http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/ebde3fca-c97e-4248-9341-e9122896cdfd