DEPARTEMENT
LANDBOUW & VISSERIJ

Titel: Handleiding en richtlijn gebruik laag 'Automatische classificatie van kleine landschapselementen in landbouwgebruikspercelen
Datum: 3/10/2018

Auteur: Timo Ghysels
Entiteit: Departement Landbouw en Visserij
Afdeling: Inkomenssteun
E-mail: tim.ghysels@lv.vlaanderen.be
Telefoon:

Aan:

INHOUD:

1 Inleiding 2
2 Overzicht Kleine Landschapselementen 2
2.1 Waterlichaam 2
2.2 Bosrand 3
2.3 KLE 3
2.3.1 Boom 3
2.3.2 Bomengroep 3
2.3.3 Bomenrij 3
2.3.4 Haag 4
2.3.5 Houtkant 4
2.3.6 haagBomenrij 4
2.3.7 Struikboom 4
2.4 Stam 4
3 Validatie 5
3.1 Validatiesample 5
3.2 Resultaten 6
3.2.1 Resultaten correcte indeling in subklasse 6
3.2.2 Resultaten correcte detectie landschapselement 9
4 Technische achtergrondinformatie 10
4.1 Basisdata 10
4.1.1 Hoogtedata 10
4.2 Preprocessing 12
4.2.1 Hoge vegetatie (VegHigh) 12
4.2.2 Lage vegetatie (VegLow) 13
4.2.3 Waterlichamen 13
4.2.4 Stam 14
4.2.5 Landbouwgebruikspercelen Masker 15
4.3 Processing 17
4.3.1 Verwerking Hoge Vegetatie (VegHigh) 17
4.3.2 Verwerking Lage Vegetatie (VegLow) 19
4.4 Postprocessing 20
4.4.1 Samenbrengen KLE bestand 20
4.4.2 Bomenrijen in KLE bestand. 20
4.4.3 Removals uit het KLE bestand 20

1 INLEIDING

De gislagen *Kleine landschapselementen (lidar)* zijn het resultaat van een automatische classificatie op basis van digitale luchtopnamen in combinatie van het nieuwe digitale hoogtemodel. Deze classificatie is uitgevoerd door Informatie Vlaanderen.

De opmaak van de bestanden is het resultaat van een Proof of Concept uit 2015. De conclusies van dit 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 maken van de controles ter plaatse uitgevoerd voor de Randvoorwaarden volstaat de kwaliteit echter wel.

De gislagen beperken zich tot de landschapselementen in de landbouwgebruikspercelen (bron LBPC 2015).

2 OVERZICHT KLEINE LANDSCHAPSELEMENTEN

2.1 WATERLICHAAM

Een waterlichaam is een landschapselement dat bestaat uit open water en minstens 100m² groot is. Waterlichamen zijn in deze laag niet gefilterd op hun ligging in landbouwgebruikspercelen. De klasse bevat dus poelen groter dan 100 m², rivieren, kanalen en meren.

Het Waterlichaam bestand is een shapefile waarin alle waterlichaam-landschapselementen voor heel Vlaanderen bevat. Elke polygoon 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 WTZ is dat daar de watergang inclusief de oever wordt afgebakend. De shape van de waterlichamen bevat enkel het wateroppervlak zelf.

Het bestand is echter niet volledig en bevat ruis

- **Smalle rivieren < 4 m zijn niet altijd opgenomen**
- **Afbakening van de waterrand is soms verstoord door overhangende bomen/struiken**
- **Overstromingsplassen in weiden worden soms ook opgenomen**
- **Kleine waterpartijen afgezoomd door hoge bomen of in bossen worden niet of slechts gedeeltelijk opgemerkt.**

Waterlichaam_Vlaanderen.shp

2.2 BOSRAND

Een bosrand is een verzameling bomen aan de rand van een landbouwgebruiksperceel dat voor meer dan 10% grenst aan een groep bomen waarvan de totale oppervlakte groter is dan 0,5 hectare en een lengte-breedteverhouding heeft lager dan 1.5.

2.3 KLE

Het KLE resultaat is een groep shapefiles van de KLE, per NGI kaartblad opgeleverd. De KLE zijn gedetecteerd in het gebied dat beperkt is tot de LBPC Mask en GRB WBN entiteit.

Elke polygoon heeft 8 attributen

- Oppervlakte (area)
- Omtrek (border)
- Topklasse
- Subklasse
- Klasse
- Gemiddelde objecthoogte (meanH)
- Lengte-breedteverhouding (ratioLW)
- Standaarddeviatie objecthoogte (stdevH)

Resultaat is opgeleverd als KLE_KBL_/nummerkaartblad/.shp
Het dient als antwoord op de vraag naar de detectie van het landschapselement haag, houtkant en bomenrij maar het aantal klassen is uitgebreid.

KLE's worden onderverdeeld in *laanKLE's* en gewone *KLE's.* KLE die grenzen aan een polygoon van de WBN entiteit van het GRB krijgen de topklasse ***Laan***. Er wordt enkel rekening gehouden met WBN polygonen die grenzen aan landbouwgebruikspercelen.

2.3.1 Boom

Een boom is een landschapselement dat aangeduid wordt door vegetatiepolygonen kleiner dan 300 m² en met een gemiddelde hoogte groter dan 5m. Kleine bomen met weinig LiDAR reflecties zijn een uitzondering, dan kan de gemeten hoogte lager zijn.

2.3.2 Bomengroep

Een bomengroep is een verzameling bomen waarvan de totale oppervlakte groter is dan 300 m² en kleiner dan 0,5 hectare. De lengte-breedte verhouding is 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.

2.3.3 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 3 m uit de rij liggen.

2.3.4 Haag

Een haag is een landschapselement dat niet breder is dan 5 m 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 Departement Landbouw en Visserij hanteert, maar is empirisch bepaald (zie verder). Daarnaast heeft de ligging ten opzichte van andere landschapselementen (vooral houtkanten) ook een invloed.

2.3.5 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.

2.3.6 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.

2.3.7 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 0.7 m of. De klasse is toegevoegd om de correctheid van de *Boom* klasse te verbeteren.

2.4 STAM

Een groep shapefiles van de stammen, per kaartblad. Het resultaat is niet beperkt tot de LBPC Mask. Elk punt heeft 2 attributen, de X en Y coördinaat (EPSG:31370) van de betrokken stam.

Het resultaat is opgeleverd als **KbL/nummerkaartblad/_Stam.shp**

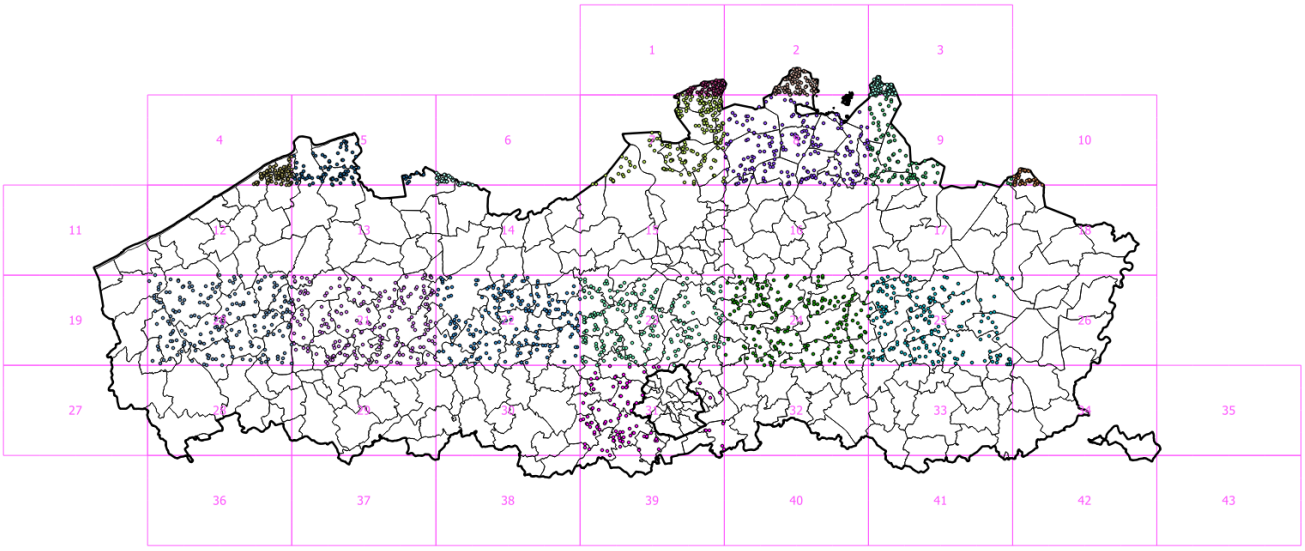
Het resultaat is bedoeld voor visualisatie, als voorgrondlaag op de kaart met de KLE. De visuele interpretatie van de KLE wordt zo eenvoudiger om landschapselementen te herkennen en te situeren.

Dit bestand is niet bedoeld voor een kwantitatieve studie van het aantal bomen. Hiervoor zijn er waarschijnlijk tekortkomingen in dichtere vegetatie.

Een grondige terreinvalidatie is noodzakelijk om het resultaat op een kwantitatieve manier te gebruiken.

3 VALIDATIE

Op de opgeleverde bestanden is een desktopanalyse uitgevoerd om de correcte classificatie van de landschapselementen in te schatten.



Figuur 3-1 Gesamplede polygonen in de validatietest

3.1 VALIDATIESAMPLE

Op de kaartbladen 20, 21, 23, 24 en 25 werden 200 willekeurige polygonen geselecteerd (*QGIS – Vector – Onderzoeksgereedschap – Willekeurige selectie*). Op de kaartbladen 1-10, 22 en 31 werden met Unstratified sampling afhankelijk van de grootte van het kaartblad nog eens 50, 100 of 200 punten willekeurig uitgezet (*QGIS – Vector – Onderzoeksgereedschap – Willekeurige punten* . De overlappende polygonen werden daaruit geselecteerd.

De geselecteerde polygonen voor uit de validatiesample werden op de orthofoto bijhorend bij de LiDARvluchten nagekeken en naar correctheid beoordeeld. Gaat het daadwerkelijk om een klein landschapselement en zo ja, is de automatisch vastgestelde klasse correct.

Kaartblad	Samplesize	Totaal #polygonen	%
1	96	6405	1,50%
2	97	10886	0,89%
3	94	4609	2,04%
4	102	9533	1,07%
5	97	30075	0,32%
6	41	1809	2,27%
7	193	41446	0,47%
8	200	127234	0,16%
9	100	41793	0,24%
10	49	3176	1,54%
20	200	172736	0,12%
21	200	212405	0,09%
22	199	178451	0,11%
23	200	170623	0,12%
24	200	165103	0,12%
25	200	140513	0,14%
31	100	106437	0,09%
Totaal	2368	1423234	0,17%

Figuur 3-2 Samplegrootte per kaartblad

De geselecteerde kaartbladen weerspiegelen verschillende soorten landschapstypes.

3.2 RESULTATEN

3.2.1 Resultaten correcte indeling in subklasse

Uiteindelijk werden 2322 polygonen nagekeken op een correcte classificatie. Op totaalbasis is 80,28% van de polygonen uit de landschapselementenlagen uit de validatieset correct geclassificeerd. We merken op dat de correctheid van de meeste subklassen een pak hoger ligt dan deze totaalscore. Bij zeer kleine landschapselementen (haag en struikboom) ligt de correctheid veel lager.

Onderstaande kruistabel geeft in de kolommen weer wat de referentie zegt en in de rijen wat er door het product is aangegeven. Voor de klasse *bosrand* zijn er dus 95,3% van de samples correct gevonden, 4,7% is niet opgemerkt, dit is de omissie. Dit zegt iets over de volledigheid.

Men kan de tabel ook in de andere richting lezen, van de geklasseerde *bosrand* polygonen is 87,3% correct, 12,7% is teveel geclassificeerd, dit wordt de commissie genoemd. Dit zegt iets over de correctheid van de klasse.

Allemaal samen is er een overeenkomst van 80,3%. 80% wordt in de literatuur aanzien als een goede overeenkomst. Tenslotte is er ook een kappa-waarde meegegeven (76%). De kappa-waarde is een robuustere weergeven van de algemene overeenkomst.

We merken op dat *haag* en *struikboom* qua correctheid er wat tussen uitvallen. Dit heeft te maken met de verwarring die opgemerkt is tussen *haag* en ruigte maar ook met de oppervlakte van deze polygonen. De algemene overeenkomst wordt snel groter wanneer gekeken wordt vanaf een bepaalde oppervlakte (84% bij 25 m^2), het zijn hier ook vooral de *haag* en *struikboom* samples die in aantal dalen.

DEPARTEMENT
LANDBOUW & VISSERIJ

subklasse	bosRand	bomenG	boom	bomenrij	hBomenrij	haag	houtkant	struikB	geen		
bosRand	365	0	3	23	0	1	26	0	0	418	87,3%
bomenGroep	1	26	0	0	0	0	1	0	2	30	86,7%
boom	2	1	196	7	1	1	4	1	13	226	86,7%
bomenrij	1	9	11	418	0	3	21	0	5	468	89,3%
haagBomenrij	0	0	2	1	26	0	0	0	0	29	89,7%
haag	0	1	10	1	4	224	6	7	119	372	60,2%
houtkant	13	6	15	12	1	12	503	0	32	594	84,7%
struikboom	1	0	4	1	0	14	0	106	59	185	57,3%
	383	43	241	463	32	255	561	114	230	2322	
	95,3%	60,5%	81,3%	90,3%	81,3%	87,8%	89,7%	93,0%		**OA**	**80,28%**
										P(chance)	16%
										Kc	76%

3.2.2 Resultaten correcte detectie landschapselement

Op basis van zowel de classificatie van de LiDARpunten zelf als de daaropvolgende classificatie als landschapselement is er een bepaalde kans dat bepaalde terreinelementen foutief gedetecteerd zijn als klein landschapselement en zo dus in de opgeleverde lagen komen. Veel foutieve elementen werden in de processing en post-processing al uit gefilterd.

230 van de 2322 nagekeken polygonen zijn geen landschapselement zoals gedefinieerd in de projectopzet. Dit geeft een **correctheid van 90,1%.**
Wat opvalt is dat een groot aandeel van de polygonen die in werkelijkheid geen landschapselement zijn zoals in de gehanteerde definities ruigtes zijn langs perceelsgrenzen, afsluitingen, sloten etc...[1] Het is typisch opgeschoten gras of riet dat door de algoritmes heel vaak als haag of struikboom wordt geclassificeerd.

KLE?	KLE	geen			ruigte
bosRand	418	0	418	100,00%	0,00%
bomenGroep	28	2	30	93,33%	0,00%
boom	213	13	226	94,25%	0,88%
bomenrij	463	5	468	98,93%	0,43%
haagBomenrij	29	0	29	100,00%	0,00%
haag	253	119	372	68,01%	23,66%
houtkant	562	32	594	94,61%	3,20%
struikboom	126	59	185	68,11%	13,51%
KLE	2092	230	2322		
KLE%	90,09%	9,91%			

[1] Bedenking: ook waardevolle informatie, weliswaar geen landschapselement uit de scope, maar heeft zeker ook zijn ecologische meerwaarde?

4 TECHNISCHE ACHTERGRONDINFORMATIE

Het technische rapport *Kleine landschapselementen in landbouwgebruikspercelen in Vlaanderen – Informatie Vlaanderen, 29-08-2017* is toegevoegd als bijlage 1.
Een beperkte samenvatting wordt hieronder weergegeven. Het gebruik van de laag vereist een zeker idee van hoe de laag tot stand gekomen is.

4.1 BASISDATA

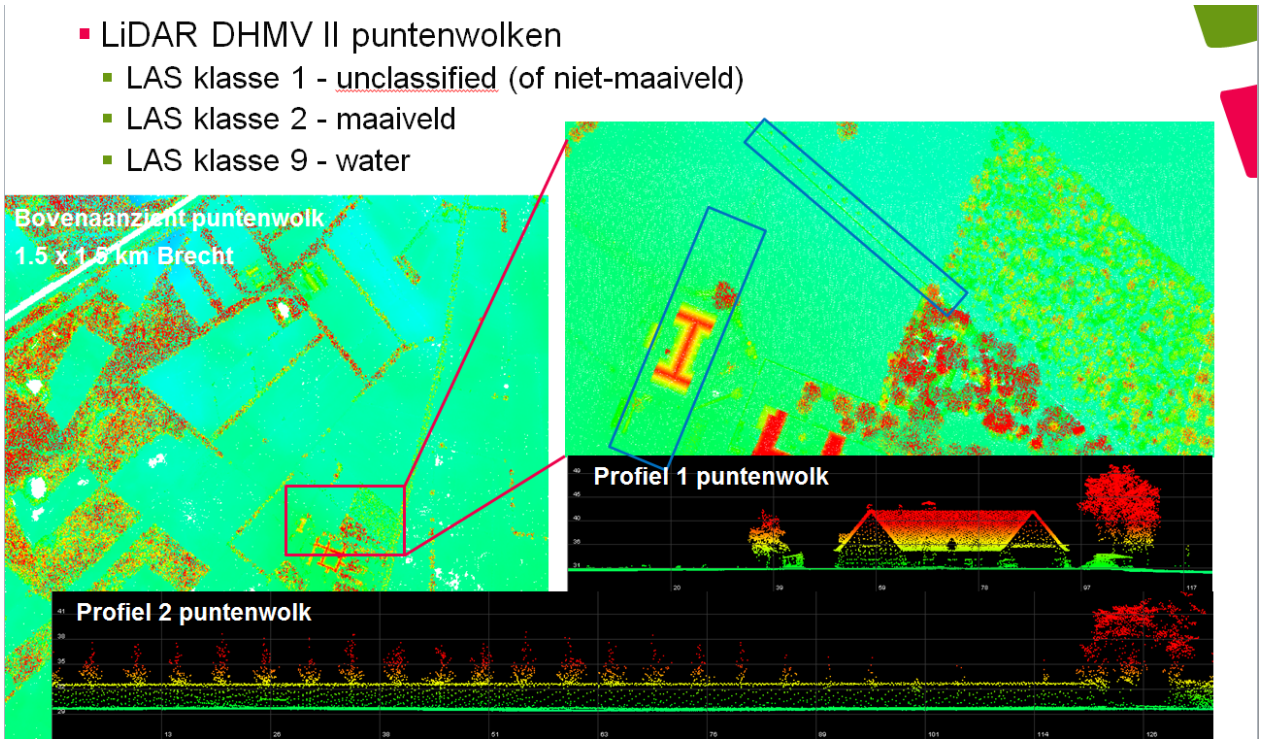
4.1.1 Hoogtedata

4.1.1.1 LiDAR brondata DHMV II

De ruwe LiDAR brondata van het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II[2] bevat de originele hoogtepunten zoals ze ingewonnen zijn bij de opname van de LiDAR missie tussen 2013-2015. Dit resulteert in een gemiddelde puntendichtheid van 16 punten/m^2.
De LiDAR data worden verder verwerkt tot hoogtebestanden met een classificatie naar maaiveld, niet-maaiveld en water.

Voor dit project is een verdere classificatie doorgevoerd waarbij de niet-maaiveldpunten verder worden geclassificeerd naar vegetatie, gebouwpunten, niet-maaiveldpunten en geïsoleerde punten. De classificatie naar punten op vegetatie is essentieel in de verdere verwerking naar kleine landschapselementen.

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



Figuur 4-1 Visualisatie van de puntenwolk met LiDAR data na classificatie (legende op basis van relatieve hoogte tov maaiveld)

4.1.1.2 DSM en DTM

Op basis van de brondata worden digitale terrein- en oppervlaktemodellen opgemaakt.

4.1.1.3 Landbouwgebruikspercelen

Gegevens van de verzamelaanvraag campagne 2015, geexporteerd op 29/02/2016 (product *Landbouwgebruikspercelen ALV, 2015)*[3]

Opgelet! LiDARdata uit 2013, 2014 en 2015. Landbouwgebruikspercelen uit 2015. Jaar van vliegstroken LiDAR komt dus niet altijd overeen met jaar LBPC.

4.1.1.4 Grootschalig Referentiebestand (GRB)

Volgende entiteiten uit het GRB zijn gebruikt in de automatische classificatie.

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

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

4.1.1.5 Orthofotomozaïek, grootschalig, winteropnamen, kleur, 2013-2015, Vlaanderen[4]

Orthofotomozaïek, opnames tijdens de LiDARvluchten. Vergelijking van de geklasseerde KLE met het terrein gebeuren best via deze orthofoto's. Die geven de situatie weer van de LiDAR punten.

4.2 PREPROCESSING

In een eerste stap worden de ruwe LiDAR data omgezet naar vector data. Dit levert 4 bestanden op met polygonen waarop de verdere classificatie wordt uitgevoerd.

4.2.1 Hoge vegetatie (VegHigh)

De Hoge Vegetatie input bestanden (*VegHigh*) maakt gebruik van de LiDAR punten uit de klasse '*vegetatie*', enkel de *first returns* met een relatieve hoogte hoger dan 5 meter.

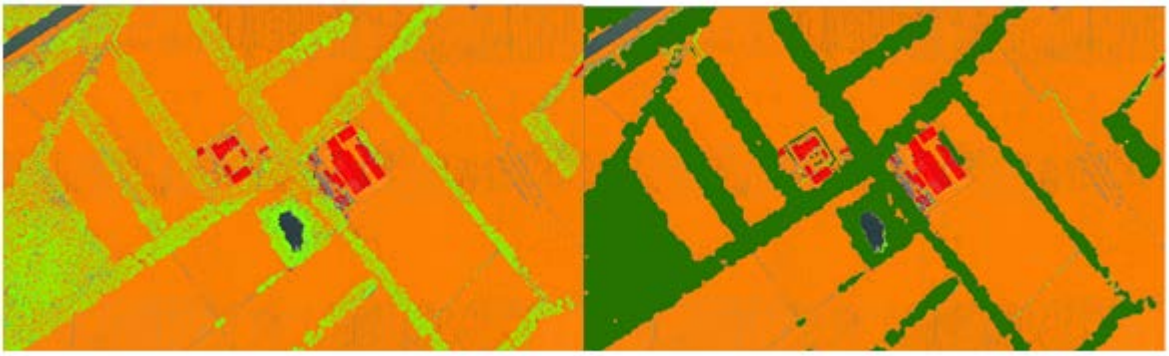
Op basis van deze selectie van punten worden polygonen aangemaakt, waarna LBPC percelen met gespecialiseerde productiemethodes NPO, SGM, PLA, SER en CON worden verwijderd.

Polygonen kleiner dan 10m² worden verwijderd uit hoge vegetatie.

Opgelet! De selectie op de gespecialiseerde productiemethode gebeurt om bijvoorbeeld serres uit de laag van landschapselementen te halen. Deze worden vaak in de LiDAR klasse vegetatie ondergebracht.

De kans bestaat dat bepaalde percelen, waarvan de LiDARdata voor 2015 gevlogen zijn niet uitgeknipt zijn. In een vorige verzamelaanvraag kan het perceel bijvoorbeeld aangegeven zijn zonder de GPM. Ook foutieve aangiftes zorgen voor ruis in de definitieve laag.

[4] crs=EPSG:4326&dpiMode=7&featureCount=10&format=image/png&layers=ogwrgb13_15vl&styles=&tileMatrixSet=WGS84VL&url=http://tile.informatievlaanderen.be/ws/raadpleegdiensten/wmts?request%3Dgetcapabilities%26service%3Dwmts%26version%3D1.0.0



Figuur 4-2 Classificatie van LiDAR klasse *vegetatie* naar *VegHigh* - studiegebied Brecht

4.2.2 Lage vegetatie (VegLow)

De Lage Vegetatie input bestanden bestaat uit 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 polygonen gemaakt, waarna GRB entiteiten en LBPC percelen met gespecialiseerde productiemethodes NPO, SGM, PLA, SER, CON worden verwijderd.

Polygonen met een grootte van minder dan 1,5m^2 worden verdijwderd. Polygonen die zich volledig binnen een wegbaan uit het GRB bevinden worden verwijderd (vermoedelijk voertuigen).

4.2.3 Waterlichamen

De laag *Waterlichamen Vlaanderen* maakt gebruik van enkel LiDAR punten uit de klasses *maaiveld* en *gebouw*.

Op basis van deze selectie worden polygonen aangemaakt waarbij de gaten in de polygonen met een erase operatie worden geëxtraheerd. Enkel de polygonen groter dan 100 m^2 worden behouden.

Opgelet! Waterlichaam polygonen zijn dus aaneengesloten gebieden waar geen LiDAR punten voorkomen.

Er worden nog verschillende statistische analyses uitgevoerd om false positives te verwijderen.

Opgelet! Vegetatie aan de rand van een waterlichaam, mesthopen, dichte vegetatie in bossen, niet gekende gebouwen hebben allemaal een invloed op deze classificatie. Smalle waterlopen worden soms dus niet gedetecteerd.

4.2.4 Stam

De procedure om stammen te detecteren is opgeschaald van de procedure op de studiegebieden en stapsgewijs en empirisch opgebouwd. Het gevolg is een ingewikkelde procedure. Voor meer info zie Bijlage 1.

Figuur 4-3 Stammen in hoge en lage vegetatie – Brecht

Opgelet! Er wordt verondersteld dat stammen op 2,5m van elkaar moeten staan voor een gewone boom en op 3m in de VegLow. 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 fouten op bomenrijen en solitaire bomen, waar dikke lage takken ten onrechte als stam worden gezien, worden wel beperkt.

4.2.5 Landbouwgebruikspercelen Masker

Opgelet! De opgeleverde laag is die van de landschapselementen in landbouwgebruikspercelen. Het is dus essentieel om dit masker te raadplegen. Landschapselementen buiten de gekende landbouwgebruikspercelen zijn niet geclassificeerd.

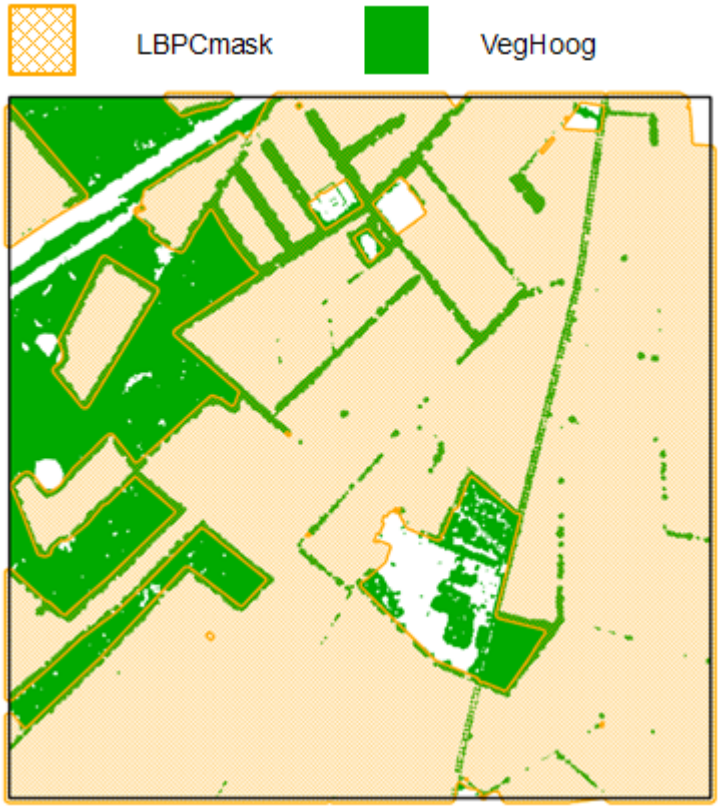
Landbouwgebruikspercelen worden vereenvoudigd tot een zo groot mogelijke samenvoeging van percelen in één polygoon met zo min mogelijk gaten en waarbij kleine landschapselementen aan de randen van het masker zitten vervat.
Volgende percelen worden voor de buffer en dissolve uit de LBPClaag gehaald

- Percelen met GPM NPO, SGM, PLA, SER, CON
- Percelen met gewasgroep Landbouwinfrastructuur
- Percelen met hoofdteelt 6, 883, 894, 8910, 8911, 8915, 962, 9723, 9602, 9603, 9604, 9823, 9825, 9828, 9829 (begraasde niet-landbouwgrond, bebossing korte omlooptijd en bebossing van landbouwgronden, boomkweek, ...)

Na de buffer en dissolve worden volgende nog uit het masker geknipt om geen enkele gebouwinfrastructuur meer in het LBPC Masker te hebben.

- Gebufferde percelen met GPM NPO, SGM, PLA, SER, CON
- Gebufferde GRB entiteiten GBG, GBA en KNW

Figuur 4-4 Opmaak LBPC Masker studiegebied Staden. Serres, gebouwinfrastructuur duidelijk uitgeknipt.



Figuur 4-5 LBPC Masker en VegHigh studiegebied Brecht

4.3 PROCESSING

In deze fase worden de Hoge en Lage vegetatiebestanden verder geïnterpreteerd tot bestanden met een meer gedetailleerde onderverdeling in kleine landschapselementen (KLE). Het proces is stapsgewijs en empirisch opgebouwd. Dit resulteert in een ingewikkelde beslissingsboom met heel wat re-iteratie stappen.

4.3.1 Verwerking Hoge Vegetatie (VegHigh)

Er wordt een segmentatie uitgevoerd op het genormaliseerde hoogte raster. Dit houdt in dat pixels met gelijkaardige eigenschappen (in dit geval een overeenkomstige hoogte) worden gegroepeerd.

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

Na de segmentatie wordt in een eerste stap gezocht naar **bosranden en bomengroepen.** Alle segmenten met een gemiddelde hoogte hoger dan 5 m en niet overlappen met het *VegHigh* of de LBPC Mask worden

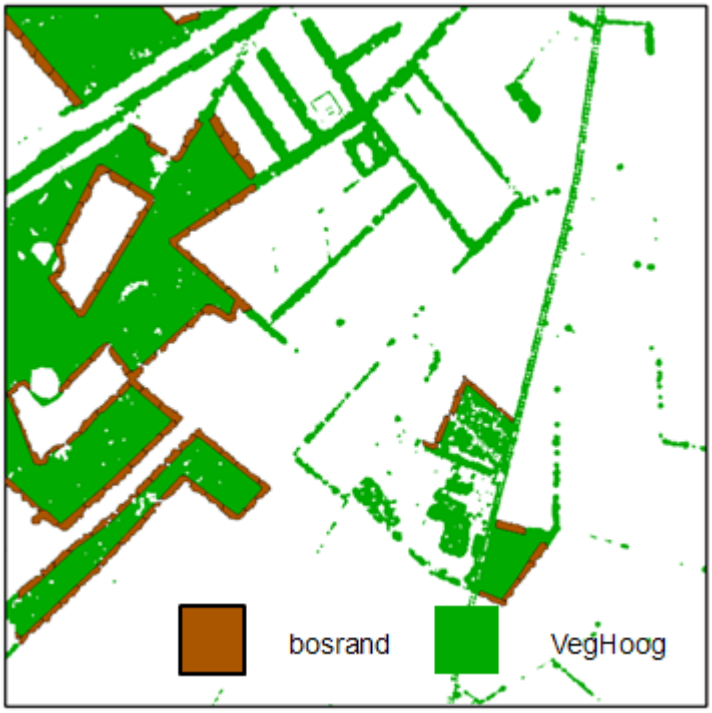
beschouwd als potentieel bos. Ook segmenten die vallen polygonen met hoofdteelt uit bebossing van landbouwgronden worden als potentieel bos beschouwd.

Segmenten potentieel bos die hun grens meer dan 5% met elkaar delen worden samengevoegd.

Segmenten groter dan 0,5 hectare worden beschouwd als **bos**.

Segmenten groter dan 300 m² en kleiner dan 0,5 hectare, met een lengte-breedteverhouding kleiner dan 1.5 worden geklasseerd als **bomengroepKLE**. Een bomengroepKLE-segment dat niet overlapt met de LBPC Mask wordt niet behouden.

Alle potentieelKLE segmenten die voor meer dan 10% grenzen aan een bos-segment worden geklasseerd als **bosrandKLE**.



Figuur 4-6 Classificatie van **bosrandKLE** op basis van VegHighbestand - Brecht

Overige potentieelKLE segmenten worden onderverdeeld in **laanKLE** en **KLE** op basis van hun overlap met GRB WBN (wegbaan). Voor de laanKLE wordt ook rekening gehouden met ligging t.o.v. bosrandKLE en bomengroepKLE segmenten (bijvoorbeeld wegen door bosrijke gebieden a.d.h.v. nabuurschapsregels).

KLE segmenten worden onderverdeeld in **boomKLE** en **bomenrijKLE**segmenten. KLE segmenten kleiner dan 300 m² en een lengtebreedteverhouding lager dan 1.5 worden als boomKLE segment geklasseerd.

Alle bomengroepKLE, boomKLE, bomenrijKLE, laanKLE en bosrandKLE segmenten worden opgeslagen in het bestand *VegHighResult.*

4.3.2 Verwerking Lage Vegetatie (VegLow)

In een eerste stap wordt het VegLow bestand op dezelfde manier gesegmenteerd als het VegHigh, rekening houdend met de vector informatie uit VegLow, VegHighResult, LBPC, LBPCMask en WBN hulpbestanden.
potentieelKLE segmenten zijn gedefinieerd als overlappend met de polygonen uit VegLow en LBPC Mask.

1. Alle segmenten uit het VegLowbestand die overlappen met *bomengroepKLE* uit het *VegHighResult* bestand als dusdanig geklasseerd.

2. potentieelKLE segmenten waarvan de breedte kleiner is dan 5 m en de lengtebreedteverhouding kleiner is dan 2.5 geklasseerd als **haagKLE**.

Opgelet! Parameter van 5m is empirisch bepaald, en bovendien breder dan de breedte uit de definitie van een haag. 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.

3. Alle **bomenrijKLE** uit het VegHighResult worden initieel als **houtkantKLE** geklasseerd. Er worden nabuurschapsregels toegepast om eenheid te krijgen tussen houtkantKLE en bomengroepKLE segmenten, en tussen houtkantKLE en haagKLE.
   potentieelKLE uit het VegLow bestand worden ook met nabuurschapsregels al dan niet toegevoegd aan deze klasse.
   Resulterende houtkantKLE segmenten worden beoordeeld op **percentage overlap met het VegLowbestand**. Indien dit lager is dan 10 dan worden de houtkantKLE terug ingedeeld als bomenrijKLE.
4. **haagbomenrijKLE** is een bomenrijKLE met een verhouding tussen lengte en aantal gedetecteerde samen die lager dan of gelijk is aan 8.
   Een boomKLE zonder gedetecteerde stam of lager dan 0.7 m wordt een **struikboomKLE**.
5. laanKLE uit het VegHighResult worden verder uitgediept, in principe volgens dezelfde regels. Zie bijlage 1 voor afwijkingen.
6. Overblijvende potentieelKLE segmenten worden toch onderverdeeld in restKLE klassen om de volledigheid van de dataset te garanderen. Ruis wordt verwijderd in de postprocessing.

Uiteindelijk worden alle potentieelKLE segmenten voor de postprocessing in 3 bestanden opgeleverd

- laanKLE
- KLE
- restKLE

4.4 POSTPROCESSING

In deze fase worden alle KLE bestanden samengebracht in 1 KLE bestand per NGI kaartblad en ontdaan van foutief als landschapselement geklasseerde polygonen.

4.4.1 Samenbrengen KLE bestand

De resultatenbestanden uit de processingfase bosrandKLE, laanKLE, KLE en restKLE worden van hun buffer ontdaan en samengebracht in 1 KLE bestand. Naast het attribuut klasse worden de attributen topklasse en subklasse toegevoegd.

1. **Topklasse** geeft het bronbestand aan: bosrand, laan of boom.
2. **Subklasse** geeft de klasse weer zonder informatie van de topklasse. Op die manier kan het bestand ook eenvoudig per bomenrij, boom, houtkant, haag, ... Weergegeven worden.
3. **Klasse** bevat de combinatie van topklasse en subklasse, om onderscheid te maken wordt er telkens KLE achteraan de benaming toegevoegd.

4.4.2 Bomenrijen in KLE bestand.

In de processingfase worden enkel bomenrijen herkend als een aaneengesloten polygoon, dus met aaneengesloten kruinen. Indien individuele bomen, struikbomen in het verlengde staan van andere bomen, bomenrijen of haagbomenrijen wordt er een algoritme aangesproken om dit te herkennen en de klasse te wijzigen.

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

Figuur 4-7 Overzicht van de mogelijke combinaties van klasse wijziging in de bomenrijendetectie

Afgesproken veronderstelling is dat de tussenafstand van boomkruinen maximaal 13 meter kan bedragen. Er wordt ook geverifieerd of een aparte boomKLE of struikboomKLE in elkaars verlengde liggen. Iteratief wordt er telkens 13 m verder gekeken, en nagekeken of de bomen nog in elkaars verlengde liggen.

4.4.3 Removals uit het KLE bestand

In het KLE bestand zijn nog false positives aanwezig, omwille van lage vegetatie van gewassen zelf en/of door hoge objecten zoals bv. windmolens en hoogspanningskabels. Regels om deze ruis uit de KLE te selecteren en te verwijderen worden gebruikt, en bewaard in aparte Removalbestanden.

4.4.3.1 Boom_removals

Verwijderingen die te maken hebben met teeltcodes uit de LBPC die verwant zijn met (lage) bomen of houtige gewassen.
KLE worden geselecteerd als ze volledig in een LBPCpolygoon liggen met bepaalde teeltcodes, en ook als ze overlappen met de negatieve buffer van 10 m van deze polygonen (overhangende kruinen etc.)

KLE worden geselecteerd op gemiddelde hoogte die lager moet zijn dan 5m.
KLE met bosrandKLE als klasse worden in deze laatste stap niet geselecteerd.

4.4.3.2 KLE_removals

struikboomKLE, haagKLE en houtkantKLE die overlappen met een negatieve buffer van 5 m van de LBPCpolygonen, met een gemiddelde hoogte lager dan 0,5 m^2 en een oppervlakte kleiner dan 100 m^2.

struikboomKLE, haagKLE en houtkantKLE met een gemiddelde hoogte kleiner dan 1,25m^2 en die ofwel volledig binnen een LBPC polygoon liggen voor maisakkers, suikerbieten, aardappelen, wintergerst, wintertarwe ofwel overlappen met tien meter negatief gebufferde polygonen.

Alle KLE polygonen met een gemiddelde hoogte lager dan 10 cm worden aan de selectie toegevoegd.

4.4.3.3 HPL_removals

High Power Lines (HPL) of hoogspanningskabels worden vaak gedetecteerd als hoge vegetatie wanneer de LiDAR classificatie de HPL niet als geïsoleerde punten heeft gedetecteerd. Ook pylonen zelf zijn een bron van false positives.
Polygonen die eigenlijk HPL of pylonen zijn worden weggeschreven uit het KLEbestand.

4.4.3.4 WM_removals

Ook vermoedelijke windmolens worden uit de data gehaald.

4.4.3.5 Afwerking Stam en Waterlichaam

Waterlichaam bestand per NGI kaartblad wordt samengevoegd in een groot bestand voor Vlaanderen
Stam bestanden per NGI kaartblad worden ontdaan van hun buffer.