

Middenschalige orthofotomozaïeken

versie 4.1

Inhoud

1	Omschrijving	3
2	Productiemethode	3
2.1	Eerste fase: realisatie van fotografische luchtopnamen in kleur	3
2.1.1	Analoge fotogrammetrische camera	3
2.1.2	Digitale metrische “vaste frame” camera	3
2.2	Tweede fase: Aanmaak van de orthofotomozaïek	4
2.2.1	Stereomodelvorming	4
2.2.2	Orthorectificatie	5
2.2.3	Mozaïekering	5
2.3	Derde fase: De aanmaak van de producten voor distributie	7
2.3.1	Vliegdagcontour	7
2.3.2	Overdrachtdiensten	7
2.3.3	Raadpleegdiensten	7

1 Omschrijving

Een orthofotomozaïek is een metrisch document, afgeleid uit luchtfoto's of satellietbeelden. Het is het eindresultaat van een complex proces, genaamd orthorectificatie, dat als doel heeft vertekeningen in de originele beelden weg te werken. Deze vertekeningen zijn te wijten aan het reliëf, de stand van de camera op het moment van de opname en interne cameravervormingen.

Daarnaast worden meerdere individuele, orthogerectificeerde luchtfoto's samengebracht tot één homogene mozaïek die een beeld biedt van een groter interessegebied (gemeente, provincie, Vlaanderen, ...). Hierbij worden de overlap en de kleurverschillen tussen de individueel orthogerectificeerde luchtopnames verwijderd.

Doorheen de jaren heeft het productieproces van de middenschalige orthofotomozaïeken verschillende veranderingen ondergaan. Globaal kunnen 3 vaste productiefasen onderscheiden worden, namelijk:

1. de realisatie van fotografische luchtopnamen in kleur,
2. de aanmaak van de eigenlijke middenschalige orthofotomozaïek, en
3. het afleiden van producten voor distributie.

Fasen 1 en 2 worden standaard uitbesteed op basis van een procedure van algemene offertevraag met Europese bekendmaking. Het AGIV staat in voor de kwaliteitscontrole van de leveringen en de afwerking en distributie van de producten.

In de volgende paragrafen wordt het productieproces van de middenschalige orthofotomozaïeken verder toegelicht, met aandacht voor de verschillen tussen de verschillende productreeksen.

2 Productiemethode

2.1 Eerste fase: realisatie van fotografische luchtopnamen in kleur

Voor de productie van een orthofotomozaïek dienen eerst luchtfoto's volgens strikte criteria opgenomen te worden. Zo dienen, onder andere, de foto's verticaal opgenomen te zijn en moeten ze elkaar voldoende overlappen.

De kleurenluchtopnames gebeuren vanuit een speciaal aangepast vliegtuig. Het vliegtuig is uitgerust met een speciale fotogrammetrische camera en apparatuur (differentiële GPS en IMU) om de positie en de attitude van de camera te kennen op het moment van elke opname. De vlieghoogte van het vliegtuig is (samen met de gebruikte camera) bepalend voor de finale grondresolutie van de luchtfoto's.

2.1.1 Analoge fotogrammetrische camera

Voor de inwinning van de eerste 2 datasetreeksen (2002-2003 en 2005-2007) werd gebruik gemaakt van een analoge fotogrammetrische camera. Hierbij werden beelden ingewonnen op schaal 1/12.000 waarna deze naar digitale vorm werden omgezet met behulp van een fotogrammetrische scanner. De scanning gebeurde met een resolutie van 14 micron, hetgeen overeenkomt met een pixelgrootte van ca. 17cm.

2.1.2 Digitale metrische "vaste frame" camera

Vanaf de derde reeks, eind 2008, werd overgeschakeld naar inwinning met behulp van een digitale metrische vaste frame camera. Typisch bij dergelijke camera's is dat één finaal beeld opgebouwd is uit verschillende deelbeelden die door verschillende sensoren in de camera werden opgenomen. Bovendien worden verschillende spectrale kanalen (kleuren) afzonderlijk geregistreerd. Het betreft hier het blauwe, groene, rode en nabij-infrarode kleurenkanaal. Daarnaast wordt een panchromatisch beeld opgenomen dat instaat voor de ruimtelijke resolutie van het finale beeld.

Het ruwe beeldmateriaal ondergaat een aantal voorbereidende processtappen vooraleer het aangewend wordt voor de aanmaak van de kleurenorthofotomozaïek. Belangrijk hierbij is dat de

verschillende deelbeelden van het panchromatisch beeld eerst samengevoegd worden tot één opname met een centraal perspectief („stitching“). Hierbij worden ook alle eventuele lensvervalsingen weggewerkt. Vervolgens wordt aan de verschillende kleurenbanden de hogere resolutie van het panchromatisch beeld toegekend („pansharpening“). Finaal wordt per opname een RGB-kleurencompositie samengesteld als input voor de volgende fase in het productieproces.

Door het inzetten van een digitale camera is de foutengevoelige stap van scanning niet langer noodzakelijk. Voor reeks 3 (2008-2011) werden beelden ingewonnen met een grondresolutie van 25cm. Vanaf reeks 4, 2012 e.v., werd terug een grondresolutie van 17cm ingevoerd zodat de ruwe beelden ook bruikbaar zijn in de bijhouding van het GRB.

Vooraleer tot de volgende fase over te gaan, worden het beeldmateriaal en de aanverwante vluchtgegevens door het AGIV gecontroleerd om na te gaan of de foto's aan de technische eisen voldoen voor de productie van de middenschalige orthofotomozaïeken. Hierbij worden de beelden gecontroleerd op hun radiometrische en geometrische kwaliteit en wordt o.a. nagekeken of er geen wolken op de beelden voorkomen.

2.2 Tweede fase: Aanmaak van de orthofotomozaïek

De aanmaak van de middenschalige orthofotomozaïek bestaat uit 3 onderdelen:

1. de stereomodelvorming (aerotriangulatie en blokvereffening),
2. orthorectificatie,
3. mozaïekering (inclusief kleurcorrecties).

2.2.1 Stereomodelvorming

De digitale (of gedigitaliseerde) luchtfoto's bezitten nog een aantal vervormingen die hen niet rechtstreeks geschikt maken om als kaartmateriaal te gebruiken. Om deze vervormingen te verwijderen, dienen een paar opeenvolgende berekeningen uitgevoerd te worden.

Tijdens de eerste berekening, de zogenaamde stereomodelvorming, worden alle vertekeningen veroorzaakt door de stand van de camera en de ongecontroleerde bewegingen van het vliegtuig (turbulenties) weggewerkt.

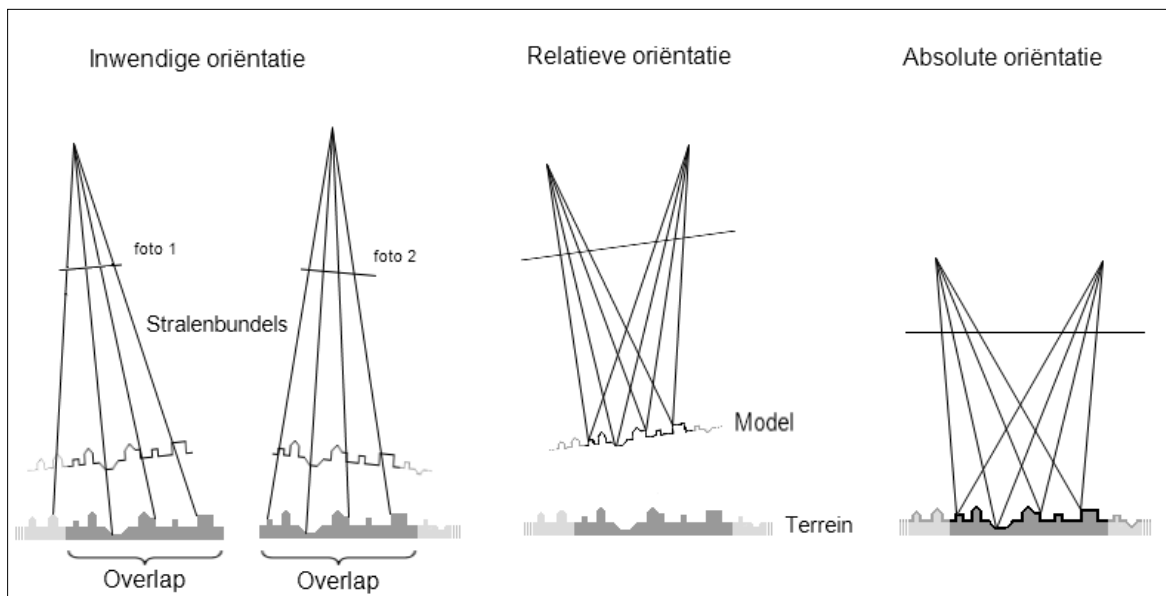
De eerste stap in de berekening is de **aerotriangulatie** (figuur 1), die zelf uit twee fasen bestaat:

- In de eerste fase wordt bij elke individuele analoge foto de lichtstralenbundel ten tijde van de opname gereconstrueerd (inwendige oriëntatie). Deze fase is bij digitale luchtopnamen (reeks 3 e.v.) niet langer noodzakelijk omdat tijdens de voorbereidende stappen er namelijk een vaste interne geometrie gecreëerd wordt voor iedere opname.
- In de daaropvolgende fase worden de lichtstralenbundels van de deels overlappende luchtfoto's aan elkaar gebonden (relatieve oriëntatie). Dit geschiedt door de identificatie en het aanmeten van verbindingspunten (=gelijke punten die eenduidig in de respectieve foto's identificeerbaar zijn) in de overlappende delen van aanliggende foto's.

De tweede stap in deze berekening is de **blokvereffening**. De blokvereffening zorgt ervoor dat ieder stereomodel dat gecreëerd werd gedurende de relatieve oriëntatie effectief in relatie wordt gebracht met het terrein (absolute oriëntatie). Hiervoor zijn in het terrein opgemeten paspunten nodig. Door de overdracht van de coördinaten van de paspunten (zowel in X, Y en Z) worden de stereomodellen met het terrein verbonden.

Deze berekeningsstappen worden in grote mate ondersteund door de nauwkeurige DGPS- en IMU-gegevens die tijdens de vlucht werden opgenomen.

Vooraleer tot de volgende stappen over te gaan, wordt ook de stereomodelvorming door het AGIV gecontroleerd om na te gaan of de positionering van de foto's aan de technische eisen voldoen voor de productie van de middenschalige orthofotomozaïeken. Hierbij worden stereoscopisch in de beelden controlepunten nagemeten om de geometrische kwaliteit van de stereomodellen te bepalen.



Figuur 1 : opeenvolgende stappen van de aerotriangulatie (inwendige (enkel bij analoge luchtfoto's) en relatieve oriëntatie) en de blokvereffening (de absolute oriëntatie)

2.2.2 Orthorectificatie

Alle foto's vormen nu één samenhangend fotogrammetrisch blok. De luchtfoto's bevinden zich echter nog in een centrale projectie waardoor er, in combinatie met het reliëf, op de beelden schaalverschillen optreden. Deze schaafeffecten kunnen weggewerkt worden door over te gaan tot een orthogonale projectie (zie figuur 2). Dit gebeurt tijdens de tweede berekening in de productiefase, namelijk de **orthorectificatie**.

Hiervoor is in de eerste plaats gedetailleerde hoogte-informatie nodig. Deze informatie wordt voor het maaiveld verkregen door gebruik te maken van de hoogte-gegevens uit het Digitaal Hoogte Model Vlaanderen. Aanvullend worden voor belangrijke infrastructuurwerken, zoals bruggen of taluds, breuklijnen gekarteerd die beeldvervalsingen op deze locaties voorkomen.

Dankzij de absolute oriëntatie kan ieder model dat gedurende de stereomodelvorming is gecreëerd, gecorreleerd worden aan de hoogte-informatie waardoor de effectieve terreinsituatie opnieuw opgebouwd kan worden. Vanuit die terreinsituatie is het mogelijk een orthogonale projectie van de beelden te produceren.

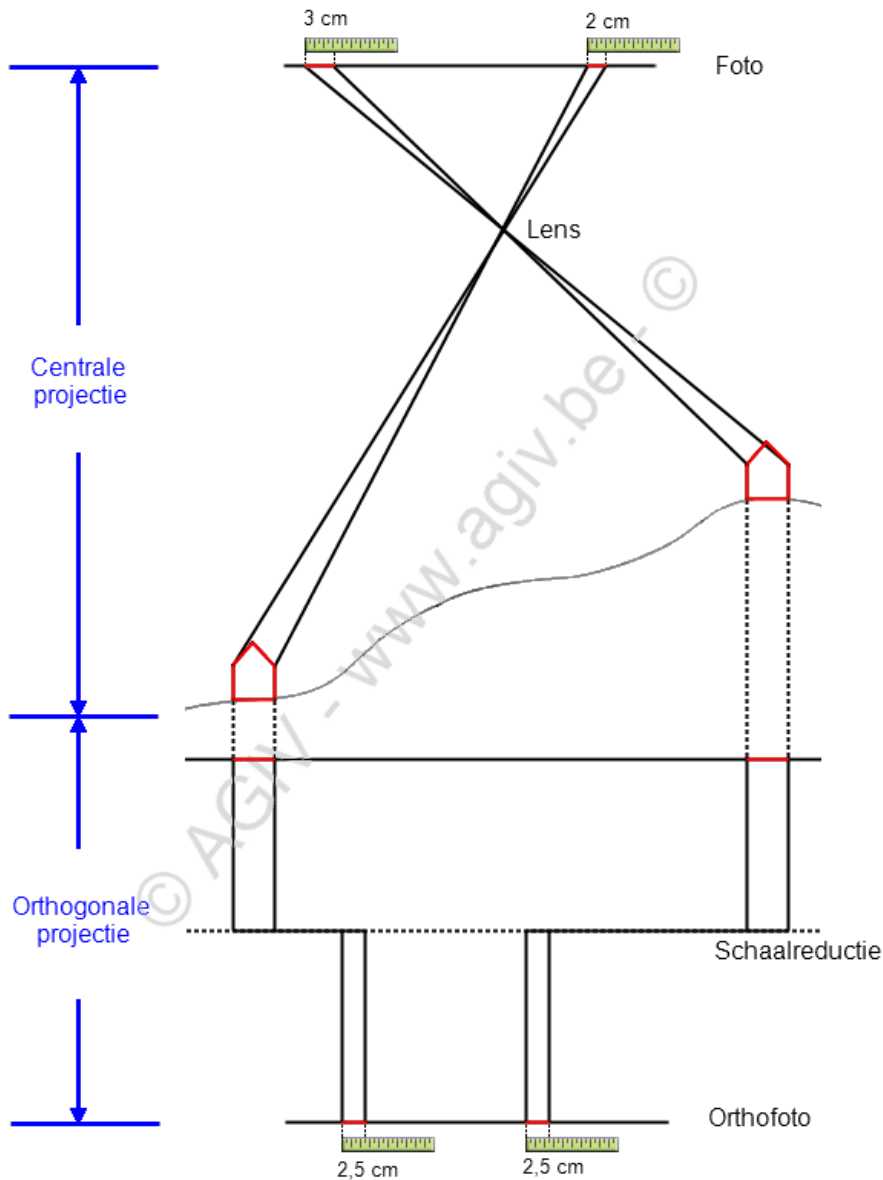
2.2.3 Mozaïekering

De afzonderlijke orthofoto's die zo ontstaan, dienen in een laatste productiestap nog te worden samengevoegd, en in sommige gevallen gegeneraliseerd, tot een **gebiedsdekkende orthofotomozaïek met een resolutie van 25cm**.

Hierbij dienen de radiometrische verschillen tussen de individuele orthofoto's te worden weggewerkt en worden zogenaamde kniplijnen (seamlines) gedefinieerd die de overgang tussen aangrenzende orthofoto's bepalen. De orthofotomozaïek is dus het globale beeld van het gefotografeerde gebied waarbij geen onderscheid meer kan gemaakt worden tussen de individuele orthofoto's.

Finaal worden de aangeleverde middenschalige orthofotomozaïeken door het AGIV gecontroleerd op hun radiometrische (homogeen kleurenbeeld) en geometrische kwaliteit. Door voortdurende technologische verbeteringen kon ook de geometrische kwaliteit van de producten verbeterd worden:

- Reeks 1 (2002-2003):
 - o RMSE \leq 0.75m,
 - o Absolute fout: max. 1m;
- Reeks 2 (2005-2007):
 - o RMSE \leq 0.40m,
 - o Absolute fout: max. 1m;
- Reeks 3 en volgende (2008 -...):
 - o RMSE \leq 0.30m,
 - o Absolute fout: max. 1m.



Figuur 2 : centrale versus orthogonale projectie (let op de schaalverschillen te wijten aan de projectie van de identieke huizen naargelang hun positie op het terrein).

2.3 Derde fase: De aanmaak van de producten voor distributie

2.3.1 Vliegdagcontour

Meerdere vliegdagen zijn nodig om een gebiedsdekkende orthofotomozaïek voor Vlaanderen te realiseren. Afhankelijk van de weersomstandigheden kunnen meerdere maanden verlopen tussen de eerste opnamedatum en de laatste. Om de gebruiker inzicht te geven in welk deel van de mozaïek op welke datum ingewonnen werd, wordt een **vliegdagcontour** aangemaakt. Deze vliegdagcontour wordt samengesteld op basis van de seamlines die tijdens de mozaïekering bepalen welk deel van iedere individuele luchtopname bijdraagt aan de orthofotomozaïek. Deze seamlines worden geaggregeerd op basis van het attribuut opnamedatum. De vliegdagcontour wordt aangeboden in vectorformaat (**shape**) en rasterformaat (**jpeg** met bijbehorend jpw georeferentiebestand).

2.3.2 Overdrachtdiensten

Omwille van het datavolume in de overdrachtdiensten wordt ieder product verdeeld in kleinere **versnijdingen** volgens een vast patroon.

Standaard kiest het AGIV voor een versnijding volgens **1/16e NGI-kaartbladen** met een resolutie van 25cm.

De producten van de reeksen 1, 2 en 3 (tot en met 2011) worden per provincie verdeeld als RGB 24-bit bestanden (8 bit per kleurkanaal: Rood Groen en Blauw) en opgeslagen in het **MrSid**-formaat (Multi-resolution Seamless Image Database) met een compressiefactor 20. Elk beeld wordt geleverd in MrSID formaat (*.sid) met het georeferentiebestand "sdw". De beelden zijn in het Belgische Lambert 72 (BEREF2003)-coördinatenstelsel geleverd.

De producten van de reeks 4 (2012) worden per halve provincie verdeeld als RGB 24-bit bestanden (8 bit per kleurkanaal: Rood Groen en Blauw) en opgeslagen in het **JPEG2000**-formaat (Joint Photographic Experts Group, versie 2000) met een kwaliteitsfactor 20. Deze versnijdingen hebben een gelijkaardig datavolume als de MrSID-versies. Elk beeld wordt geleverd in jpeg2000 formaat (*.jp2) met het georeferentiebestand "jw2". De beelden zijn in het Belgische Lambert 72 (BEREF2003)-coördinatenstelsel geleverd.

Voor de producten vanaf reeks 5 (2013 e.v.) wordt enerzijds eerst een gebiedsdekkende compilatie gemaakt met de **meest recente orthofotomozaïeken** waarna de kaartbladversnijding wordt toegepast. Dit heeft als grote voordeel dat kaartbladen die op provinciegrenzen gelegen zijn, niet langer 'no data'-bevatten waardoor deze perfect kunnen samengesteld worden tot een grotere bedekking. Deze compilatie kan wel data van meerdere reeksen bevatten.

Telkens een reeks van een bepaalde **jaargang** afgewerkt is, wordt deze ook als historische reeks aangeboden. Deze jaargang heeft dan een beeld van gans Vlaanderen binnen 1 vliegseizoen.

Voor de producten vanaf reeks 5 (2013 e.v.) wordt eveneens een versnijding voorzien volgens **gemeentegrenzen**, inclusief een buffer van 500m rondom deze grens. Data die tot deze artikels behoren, zijn steeds samengesteld uit één jaargang.

Deze artikels worden voor gans Vlaanderen verdeeld als RGB 24-bit bestanden (8 bit per kleurkanaal: Rood Groen en Blauw) en opgeslagen in het **JPEG2000**-formaat (Joint Photographic Experts Group, versie 2000) met een kwaliteitsfactor 20. Elk beeld wordt geleverd in jpeg2000 formaat (*.jp2) met het georeferentiebestand "jw2". De beelden zijn in het Belgische Lambert 72 (BEREF2003)-coördinatenstelsel geleverd.

2.3.3 Raadpleegdiensten

Naast het aanbieden van een overdrachtdienst, worden de producten eveneens ter beschikking gesteld via verschillende raadpleegdiensten. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- Webdiensten die een gebiedsdekkende compilatie van Vlaanderen aanbieden waarin de meest recente data toegevoegd wordt wanneer deze ter beschikking komt.

- Webdiensten die een statische compilatie van Vlaanderen aanbieden volgens de beschikbare historische reeksen.