



Programma van Eisen beeldmateriaal, panoramabeelden en luchtfotografie

BghU
25 september 2023
R/23/BGHU-012/BV
Versie 1.0 BghU

Versiebeheer

Versie	Datum	Auteur	Wijziging	Gecontroleerd
1.0BghU	25 sep 2023	Bob Valten	Gecombineerd PFB + LFB (BghU versie) op basis van PFB 1.21 en LFB 2.22	BghU



Inhoudsopgave

Versiebeheer.....	2
Inhoudsopgave	3
1 Inleiding.....	5
1.1 Begrippen en notaties in dit PvE	5
1.2 Leeswijzer	6
PERCEEL 1 LANDFOTO'S	7
2 Referentiestelsel, bestandsformaten en levering.....	8
2.1 Referentiestelsel.....	8
2.2 Bestandsformaten van de leveringen.....	8
2.3 Levering	8
3 Opname panoramafoto's.....	9
3.1 Eisen aan het panoramafotosysteem.....	9
3.2 Eisen aan de planning van de opname van de panoramafoto's.....	9
3.3 Eisen aan de opname van de panoramafoto's.....	9
4 Panoramafoto's.....	10
4.1 Eisen aan de panoramafoto's.....	10
4.2 Additioneel te leveren informatie per panoramafoto	11
4.3 Op te leveren producten	11
5 Webviewer voor panoramafoto's.....	12
5.1 Eisen aan de viewer van de panoramafoto's	12
5.2 Op te leveren producten	13
PERCEEL 2 LUCHTFOTO'S	15
6 Referentiestelsel, bestandsformaten en levering.....	16
6.1 Referentiestelsel.....	16
6.2 Bestandsformaten van de leveringen.....	17
6.3 Mappenstructuur en levering	17
7 Vliegplan.....	19
7.1 Eisen aan het vliegplan.....	19
7.2 Op te leveren producten	20
8 Paspunten	21
8.1 Eisen aan de verdeling van de paspunten	21
8.2 Eisen aan de plaatsing en markering van de paspunten	21



8.3	Eisen aan de coördinaten van de paspunten.....	21
8.4	Op te leveren producten	22
9	Fotovlucht.....	23
9.1	Eisen aan de luchtfotocamera's	23
9.1.1	Specifieke eisen aan de verticale luchtfotocamera's.....	23
9.1.2	Specifieke eisen aan de oblieke luchtfotocamera's.....	23
9.2	Eisen aan de inwinning van de luchtfoto's	23
9.2.1	Specifieke eisen aan de inwinning van de verticale luchtfoto's.....	24
9.3	Op te leveren producten	24
10	Luchtfoto's.....	26
10.1	Eisen aan de luchtfoto's.....	26
10.1.1	Specifieke eisen aan de verticale luchtfoto's	26
10.1.2	Specifieke eisen aan de oblieke luchtfoto's.....	26
10.2	Op te leveren producten	26
11	Vereffening verticale luchtfoto's	27
11.1	Eisen aan de aerotriangulatie van de verticale beelden	27
11.2	Eisen aan de vereffening van de verticale luchtfoto's.....	27
11.3	Op te leveren producten	28
12	Positionering oblieke luchtfoto's.....	29
12.1	Eisen aan de positionering van de oblieke luchtfoto's	29
12.2	Op te leveren producten	29
13	Orthofotomozaïek.....	30
13.1	Eisen aan het orthofotomozaïek.....	30
13.2	Op te leveren producten	30
14	Viewer.....	31
14.1	Eisen aan de viewer van de luchtfoto's.....	31
14.2	Op te leveren producten	32
15	Laseraltimetrie.....	33
15.1	Eisen aan de inwinning van de laserdata.....	33
15.2	Eisen aan de laserdata	33
15.3	Op te leveren producten	34
	Appendix A: BM5-Leveringsformaat.....	35



1 Inleiding

Het voorliggende document is het Programma van Eisen (PvE) voor het aan te besteden project Europese openbare aanbesteding beeldmateriaal, panoramabeelden en luchtfotografie.

1.1 Begrippen en notaties in dit PvE

In dit PvE worden de volgende begrippen gebruikt:

1. *Opdrachtgever*
De aanbestedende partij: BghU.
2. *Project*
Het in de Aanbestedingsleidraad Europese openbare aanbesteding beeldmateriaal beschreven project.
3. *PvE*
Het voorliggende document.
4. *Inschrijver*
Een natuurlijk of rechtspersoon (of combinatie van rechtspersonen) die een inschrijving heeft ingediend.
5. *Opdrachtnemer*
De partij die het project waar dit PvE betrekking op heeft gegund krijgt.
6. *Wegen*
Alle met een auto begaanbare wegen inclusief busbanen, voetpaden, voetgangersgebieden en vrij liggende fietspaden.
7. *Panoramafoto*
Een foto met een horizontale beeldhoek van 360° en een verticale beeldhoek van 45° onder de horizon tot 90° boven de horizon
8. *Verticale luchtfoto's*
Fotogrammetrische luchtfoto's, waarbij de hoek tussen de optische hoofdas van de camera en het aardoppervlak ongeveer 90 graden betreft (loodrecht).
9. *Oblieke luchtfoto's*
Fotogrammetrische luchtfoto's, waarbij de hoek tussen de optische hoofdas van de camera en het aardoppervlak tussen 40 en 50 graden ligt.
10. *Luchtfoto's*
Verticale en oblieke luchtfoto's samen.
11. *Beeldmidden*
Het midden van een luchtfoto, geprojecteerd op maaiveldniveau.
12. *Footprint*
De begrenzing van een luchtfoto, geprojecteerd op maaiveldniveau.
13. *Fotogrammetrisch blok*
Een verzameling verticale luchtfoto's die als één geheel verwerkt wordt. Door omstandigheden kan het projectgebied in meerdere blokken moeten worden opgedeeld.
14. *Laserdata*
Data ingewonnen met een laseraltimetersysteem.
15. *Laserpunt*
Individuele meting van een laseraltimetersysteem.



In dit PvE worden de volgende notaties gebruikt:

1. ## : Wordt gebruikt in de bestandsbenaming en betreft een volgnummer van twee cijfers met *leading zero* voor getallen onder de tien.
2. YYYYMMDD : Wordt gebruikt in de bestandsbenaming en betreft jaar-maand-dag in cijfers. Als het betreffende bestand betrekking heeft op een periode van meerdere dagen wordt de eerste dag van deze periode gebruikt.
3. {Paspuntnaam} : Tekst tussen accolades wordt gebruikt in de bestandsbenaming en geeft aan dat niet de letterlijke tekst maar de betekenis van de tekst gebruikt moet worden in de bestandsbenaming.

1.2 Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk behandelt dit PvE in H2 tot en met H5 het programma van eisen voor perceel 1, de landfoto's:

PERCEEL 1 LANDFOTO'S

Hoofdstuk 2 : Algemene eisen met betrekking tot het referentiestelsel, de formaten en de levering.

Hoofdstuk 3 : Eisen aan de opname van de panoramafoto's.

Hoofdstuk 4 : Eisen aan de panoramafoto's.

Hoofdstuk 5 : Eisen aan de webviewer waarmee de panoramafoto's kunnen worden ontsloten.

Vervolgens specificeren H6 tot en met H15 het programma van eisen voor perceel 2, de luchtfoto's:

PERCEEL 2 LUCHTFOTO'S

Hoofdstuk 6: Algemene eisen met betrekking tot het referentiestelsel, de formaten en de levering.

Hoofdstuk 7 - 8 : Eisen aan het vlieg- en paspuntenplan.

Hoofdstuk 9- 11 : Eisen aan de luchtfoto's.

Hoofdstuk 11 : Eisen aan de vereffening van de verticale luchtfoto's.

Hoofdstuk 12 : Eisen aan de positionering van de oblieke luchtfoto's.

Hoofdstuk 13: Eisen aan de orthofotomozaïeken.

Hoofdstuk 14: Eisen aan de webviewer waarmee de luchtfoto's kunnen worden ontsloten.

Hoofdstuk 15: Eisen aan de laseraltimetrie.



PERCEEL 1

LANDFOTO'S



2 Referentiestelsel, bestandsformaten en levering

2.1 Referentiestelsel

Alle geleverde data moeten aan de volgende randvoorwaarden met betrekking tot het referentiestelsel voldoen:

1. Alle coördinaten moeten in RD en NAP gegeven worden (EPSG-code 28992 en 5709) tenzij anders is aangegeven.
2. Transformaties van coördinaten in het ETRS89-stelsel naar RD en NAP moeten gebruik maken van RDNAPTRANS2018.

2.2 Bestandsformaten van de leveringen

Bij het leveren van bestanden moet ten aanzien van de bestandsformaten rekening gehouden worden met het volgende:

1. Bestanden met de extensie *.pdf betreffen rapportages die in Adobe PDF-formaat geleverd moeten worden.
2. Bestanden met de extensie *.shp betreffen geografische overzichten die in ESRI shapeformaat geleverd moeten worden.
3. Bestanden met de extensie *.txt betreffen tekstdocumenten die in ASCII tekstformaat geleverd moeten worden.
4. Panoramafoto's worden in JPG-formaat geleverd met de extensie *.jpg.

2.3 Levering

Leveringen moeten op de volgende wijze plaatsvinden:

1. Op Microsoft Windows leesbare harddisks. De harddisks worden eigendom van de opdrachtgever.
2. Daarnaast, middels een door de opdrachtnemer ter beschikking gestelde online-download.

De levering van de producten dient volgens onderstaand schema plaats te vinden:

- Binnen 6 weken na afronding opname: Alle fotografie en de bijbehorende bestanden en diensten. Producten worden tevens beschikbaar gemaakt in de webviewer.
- Binnen 3 weken na eventuele afkeuring van geleverde panoramafoto's: Herlevering van alle fotografie en de bijbehorende bestanden en diensten. Producten worden tevens beschikbaar gemaakt in de webviewer.



3 Opname panoramafoto's

3.1 Eisen aan het panoramafotosysteem

Het panoramafotosysteem moet aan de volgende specificaties voldoen:

1. De panoramafoto's hebben een resolutie van minimaal 100 megapixels.
2. De camera moet RGB met een kleurdiepte van minimaal 8-bits per kleurkanaal registreren.
3. De panoramafoto's moeten in het horizontale vlak een hoek van 360 graden bestrijken.
4. De panoramafoto's moeten in het verticale vlak een hoek van minimaal 140 graden bestrijken.
5. Ieder geleverd beeld moet na projectie op een bol een niet-vertekend panorama kunnen opleveren.

3.2 Eisen aan de planning van de opname van de panoramafoto's

1. Het tijdsverschil tussen de eerste en de laatste opname van een deelnemende partij mag niet meer bedragen dan vier weken.
2. De opnamen moeten uitgevoerd worden onder bladloze omstandigheden. De inwinning moet in ieder geval plaatsvinden in de periode tussen 1 februari en 30 april.

3.3 Eisen aan de opname van de panoramafoto's

1. De panoramafoto's moeten worden opgenomen onder heldere omstandigheden die garanderen dat panoramafoto's worden verkregen die voldoen aan alle in dit document vermelde specificaties.
2. De opnamen moeten plaatsvinden vanaf de openbare weg, waarbij op wegen zonder middenberm de opnamepositie zoveel als mogelijk op het midden van de weg dient te zijn. Op wegen met een middenberm moet de opnamepositie vanaf het midden van beide weghelften zijn. De middels afsluitbare palen begaanbare afgesloten openbare ruimten moeten ook gefotografeerd worden.
3. De benodigde ontheffing voor het rijden op voetpaden, fietspaden, voetgangersgebieden en de toegang daartoe wordt eenmalig per jaar op verzoek kosteloos door de gemeente verzorgd.
4. De opnamen moeten bij helder weer gemaakt worden en mogen zeker niet worden genomen bij neerslag of mist.
5. De opnamen moeten zo worden gepland dat ieder object in minimaal drie panoramafoto's goed zichtbaar is.
6. De afstand tussen opeenvolgende opnamelocaties moet typisch rond de 5 meter zijn en mag niet meer dan 10 meter bedragen.
7. De opnamelocaties worden met GNSS technologie vastgelegd.
8. Van alle berekende opnamelocaties moet 99,9% voldoen aan de volgende eisen:
 - a. De absolute planimetrische nauwkeurigheid in het RD-stelsel mag maximaal 10 centimeter zijn.
 - b. Opvolgende foto's moeten een onderlinge relatieve positioneringsnauwkeurigheid hebben waarmee het mogelijk is om relatieve metingen tussen de foto's uit te voeren met een nauwkeurigheid van 10 centimeter.



4 Panoramafoto's

4.1 Eisen aan de panoramafoto's

1. Alle panoramafoto's moeten een unieke naam hebben.
2. De panoramafoto's moeten een kleurendiepte hebben van 8-bits per kanaal.
3. De panoramafoto's moeten scherp en contrastrijk zijn en natuurgetrouwe kleuren hebben waardoor natuurlijke en fysieke grenzen goed zichtbaar zijn en onderscheiden kunnen worden.
4. Binnen 10 meter van de opnamelocatie moeten ten minste IMGEO inrichtende elementen goed zichtbaar en identificeerbaar zijn in de panoramafoto. Dit omvat onder meer:
 - a. Al het straatmeubilair (verkeersborden, verkeersinstallaties en dergelijke).
 - b. Alle niet afgedekte kolken, putten en putdeksels.
 - c. Alle wegen en trottoirs inclusief legverband, kleur en bestratingsoort.
 - d. Panden inclusief de textuur van de gevels, luifels, erkers en dakranden.
 - e. Standaard huisnummerborden, straatnaamborden, verkeersborden, hectometerbordjes en aanwijsborden.
5. Er moet een correctie voor de schuinstand van de camera toegepast worden. De te leveren panoramafoto's zijn altijd horizontaal georiënteerd.
6. Iedere panoramafoto moet een naadloos beeld geven.
7. In de panoramafoto's mag geen sneeuw of grote hoeveelheden neerslag zichtbaar zijn die de onder paragraaf 6.1 lid 4 genoemde objecten bedekken.
8. Tenzij terreinomstandigheden aantoonbaar de oorzaak zijn, worden de volgende eisen aan het kleurenhistogram gesteld:
 - a. Het kleurenhistogram van de panoramafoto's moet per kleur ten minste voor 70% aaneengesloten gevuld zijn.
 - b. Voor een panoramafoto moet het kleurenhistogram gelijkwaardig zijn voor de verschillende richtingen van de opname. Overgangen tussen licht en donker bij viaducten en tunnels zijn een uitzondering voor maximaal 2 opvolgende panoramafoto's.
9. De in de donkere delen (schaduw) en in de lichte delen van een panoramafoto aanwezige contrasten moeten voldoende goed zichtbaar zijn om de daar aanwezige objecten gemakkelijk te kunnen identificeren.
10. Reflecties mogen slechts incidenteel voorkomen.
11. De panoramafoto's moeten geschikt zijn om metingen in te verrichten met een relatieve meetnauwkeurigheid van 10 cm.
12. De panoramafoto's moeten vrij zijn van alle redelijkerwijs te voorkomen hinderlijke afwijkingen en verstoringen.
13. De panoramafoto's voldoen aan de eisen van de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG).



4.2 Additioneel te leveren informatie per panoramafoto

1. Voor iedere panoramafoto moet de volgende informatie geleverd te worden:
 - a. Uniek beeld-ID.
 - b. Opnamedatum.
 - c. Opnametijd.
 - d. Planimetrische coördinaten van de opnamelocatie in RD.
 - e. Hoogtecoördinaat van de opnamelocatie in NAP.
 - f. Hoogte van de opnamelocatie boven maaiveld.
 - g. Oriënteringsrichting van de panoramafoto.
2. De in paragraaf 4.2 lid 1 genoemde informatie moet ten minste geleverd worden als één bestand waarin de informatie van alle panoramafoto's is vastgelegd. Dit bestand wordt geleverd in een door opdrachtnemer te kiezen gangbaar formaat.
3. Opdrachtnemer geeft bij levering een gedetailleerde beschrijving van de opbouw van het bestand.

Hierbij moet onder meer worden aangegeven:

- a. De definitie van de oriënteringsrichting (met de klok mee / tegen de klok in).
- b. De pixelkolom in de panoramafoto die overeenkomt met de oriënteringsrichting (linker kolom, middelste kolom, rechter kolom).

4.3 Op te leveren producten

Voor wat betreft de panoramafoto's moeten per deelnemende partij de volgende producten geleverd worden:

1. RGB panoramafoto's in *.jpg-formaat met voor ieder bestand een unieke logische bestandsnaam.
2. Een bestand met additionele informatie per panoramafoto zoals beschreven in paragraaf 4.2 in een door opdrachtnemer te kiezen formaat inclusief een gedetailleerde beschrijving van de opbouw van dit bestand.
3. Een overzicht van de opnamelocaties in *.shp-formaat.
4. Een korte rapportage in *.pdf-formaat met een beschrijving van eventuele bijzonderheden.



5 Webviewer voor panoramafoto's

5.1 Eisen aan de viewer van de panoramafoto's

Ter visualisatie van de panoramafoto's levert de opdrachtnemer een webviewer. Deze webviewer bezit minimaal de volgende functionaliteiten:

1. De webviewer is volledig web-based en vereist geen installatie van specifieke software-componenten op de werkplek van de gebruiker.
2. De foto's dienen binnen de EU gehost te worden door de leverancier in een professionele hostingomgeving binnen een datacentrum.
3. De webviewer moet ten minste in de volgende webbrowsers te gebruiken zijn: Microsoft Edge, Google Chrome en Mozilla FireFox.
4. De webviewer moet ook op mobiele smartphones en tablets gebruikt kunnen worden.
5. De webviewer opent de best passende panoramafoto op basis van een adres of een coördinaat in het RD-stelsel.
6. De webviewer kan in- en uitzoomen op de panoramafoto's, almede *pannen* door het beeld van de panoramafoto's.
7. In de webviewer kan de helderheid waarmee het beeldmateriaal wordt getoond worden aangepast.
8. De beeldviewer biedt functionaliteit voor het opnemen van objecthoogten en het meten van oppervlakten en afstanden in meters met een weergave in twee decimalen.
9. De webviewer kan een panoramafoto openen door een RD-coördinaat of BAG-adres op te nemen in de URL waarmee de viewer wordt aangeroepen.
10. Het moet mogelijk zijn om in bulk uitsneden te genereren van vooraanzichten van panden op basis van een match postcode en huisnummer met dichtsbijzijnde foto via bijvoorbeeld de API dan wel webservices of een (separate) mee te leveren softwareoplossing. Dit wordt o.a. gebruikt voor WOZ-taxatieverslagen.
11. De panoramafoto's dienen geïntegreerd te kunnen worden, eventueel met behulp van een API, in de applicaties waarin momenteel bij de opdrachtgevers panoramabeelden ontsloten worden (ArcGis Online, Neuron Registratie, Neuron Stroomlijn, Bentley Suite, dg Dialog BGT, Giskit – Mapguide, Geo-Web viewer, Vertex Objecten, OBSURV en Geonovation Kaartviewer)
12. De (applicatiebeheerder van de) opdrachtgever moet managementinformatie kunnen genereren. Inschrijver moet in de offerte aangeven welke mogelijkheden het aangeboden op dit aspect biedt.
13. De webviewer komt met een garantie dat de viewer 99,7% van de tijd beschikbaar is. Deze zogenoemde uptime wordt per kalenderjaar geëvalueerd.
14. De opdrachtnemer zal in geval van gebreken aan de software of hardware van derden Opdrachtgever niet doorverwijzen naar een derde, maar is zelf verantwoordelijk voor het (laten) verhelpen van het gebrek.
15. De webviewer heeft een performance waarbij een panoramafoto bij het openen binnen 1 seconde zichtbaar is op de monitor van de gebruiker, uitgaande van:
 - a. Een internetverbinding met een snelheid van 100Mbit/s.
 - b. Een CPU met een minimale kloksnelheid van 2.4 Ghz.
 - c. Minimaal 16 GB geheugen.
16. De webviewer heeft de mogelijkheid om panoramafoto's uit voorgaande jaren ook raadpleegbaar te maken, ongeacht de leverancier van deze beelden. De eigenlijke ontsluiting van oude panoramafoto's is niet onderdeel van dit bestek. Deze eis betreft uitsluitend de mogelijkheid om dit in voorkomende gevallen te kunnen doen.



5.2 Op te leveren producten

Voor wat betreft de webviewer moeten de volgende producten geleverd worden:

1. Een webviewer ter visualisatie van de panoramafoto's.





PERCEEL 2

LUCHTFOTO'S



6 Referentiestelsel, bestandsformaten en levering

6.1 Referentiestelsel

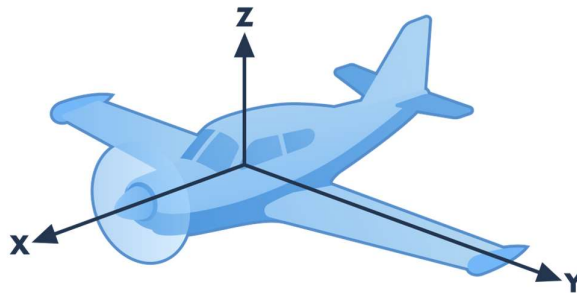
Alle geleverde data moeten aan de volgende randvoorwaarden met betrekking tot het referentiestelsel voldoen:

1. Alle coördinaten moeten in RD en NAP gegeven worden (EPSG-code 28992 en 5709) tenzij anders is aangegeven.
2. ESRI Shape-bestanden met geografische informatie moeten in RD en NAP gegeven worden (EPSG-code 28992 en 5709) tenzij anders is aangegeven.
3. Transformaties van coördinaten in het ETRS89-stelsel naar RD en NAP moeten gebruik maken van RDNAPTRANS2018.
4. De eenheid voor terreincoördinaten is meter. De eenheid voor fotocoördinaten is millimeter of microns.
5. Tabel 1 geeft de relaties weer tussen de in dit document gebruikte hoeken omega, phi en kappa voor het beschrijven van de stand van de camera en de hoeken roll, pitch en yaw voor het beschrijven van de stand van het vliegtuig.

Hoek	Fotocoördinatenstelsel	In luchtvaart gebruikte hoek
ω (omega)	x-as (vliegrichting)	Roll
ϕ (phi)	y-as (richting linker vleugel)	Pitch
κ (kappa)	z-as (omhoog)	Yaw

Tabel 1: Omega, phi en kappa.

De hoeken omega, phi en kappa worden uitgedrukt in het 360-gradenstelsel.



Figuur 1: Fotocoördinatenstelsel.

6.2 Bestandsformaten van de leveringen

Bij het leveren van bestanden moet ten aanzien van de bestandsformaten rekening gehouden worden met het volgende:

1. Bestanden met de extensie *.pdf betreffen rapportages die in Adobe PDF-formaat geleverd moeten worden.
2. Bestanden met de extensie *.shp betreffen geografische overzichten die in ESRI shapeformaat geleverd moeten worden.
3. Bestanden met de extensie *.jpg betreffen afbeeldingen die in jpeg-formaat geleverd moeten worden.
4. Bestanden met de extensie *.txt betreffen tekstdocumenten die in ASCII tekstformaat geleverd moeten worden.
5. Luchtfoto's, zowel verticale als oblieke, worden in TIFF-formaat geleverd met de extensie *.tif. De *.tif-bestanden mogen alleen een *lossless* compressie hebben en moeten direct leesbaar zijn.
6. Orthofotomozaïeken en eventuele orthofotomozaïektegels worden in geogerefereerd ECW-formaat geleverd met de extensie *.ecw. De doelwaarde voor de compressiefactor mag maximaal 20 zijn.
7. Laserdata worden geleverd in LAZ-formaat met de extensie *.laz (gebaseerd op LAS 1.4).
8. Rasterbestanden worden geleverd in GeoTIFF-formaat met de extensie *.tif.

6.3 Mappenstructuur en levering

Leveringen moet op de volgende wijze plaatsvinden:

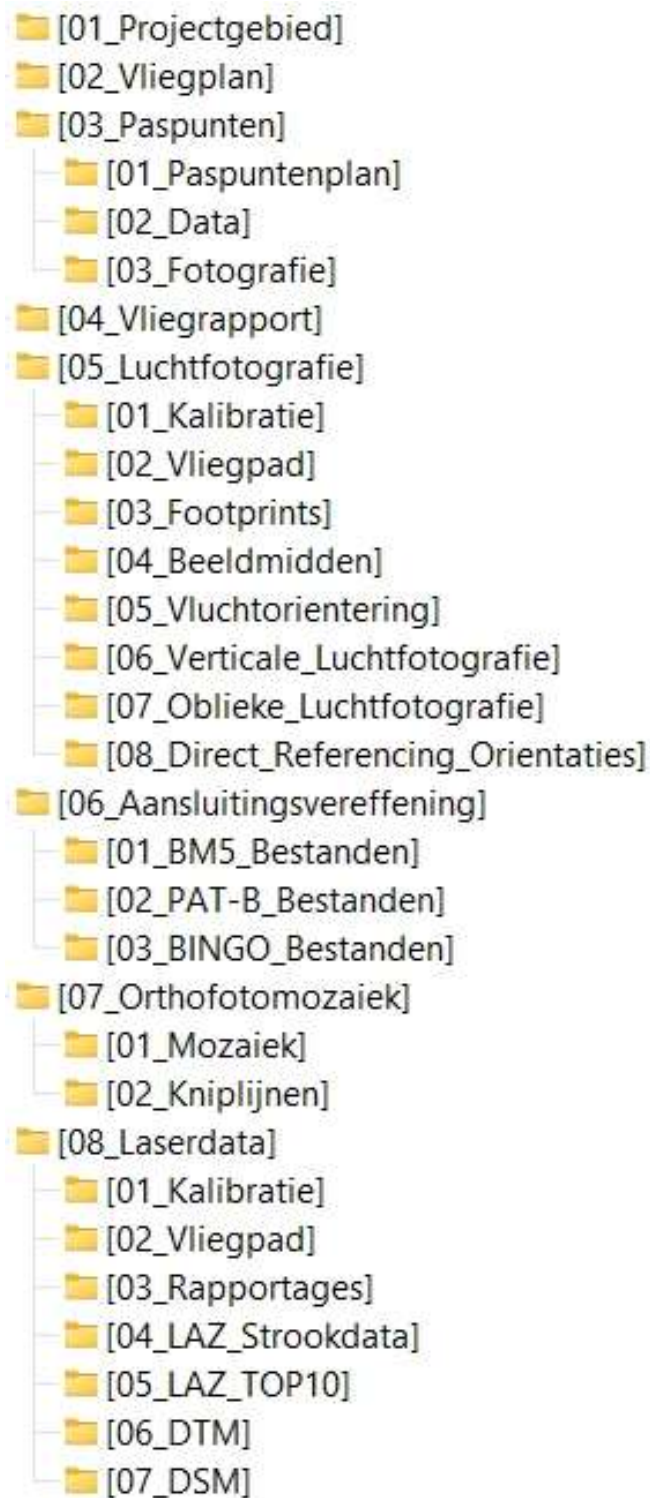
1. Op Microsoft Windows leesbare harddisks. De harddisks worden eigendom van de opdrachtgever.
2. Daarnaast, middels een door de opdrachtnemer ter beschikking gestelde online-download.

De levering van de producten dient volgens onderstaand schema plaats te vinden:

- Ruim voor aanvang fotovlucht: Vliegplan
 - o Levering per e-mail
- Ruim voor het eventuele vastleggen van de paspunten: Paspuntenplan
 - o Levering per e-mail
- Kort na het eventuele vastleggen van de paspunten: Paspuntenrapport
 - o Levering per e-mail
- Eén werkdag na afronding fotovlucht: Bevestiging van afronding veldwerk
 - o Levering per e-mail
- Binnen 8 weken na afronding van de fotovlucht: Alle vereffende foto's en bijbehorende documenten.
- Binnen 12 weken na afronding van de fotovlucht: Alle ortho-producten en bijbehorende documenten.

De mappenstructuur zoals gegeven in Figuur 2 moet bij de leveringen worden gehanteerd. Een lege template van de mappenstructuur kan worden aangevraagd bij de opdrachtgever. De opdrachtnemer mag submappen aanmaken binnen de gegeven structuur indien dit verder verduidelijkt welke bestanden in welke map te vinden zijn.





Figuur 2: Mappenstructuur.

7 Vliegplan

7.1 Eisen aan het vliegplan

1. Het vliegplan moet zo worden opgesteld dat er tijdens de aerotriangulatie en vereffening één of meerdere fotogrammetrische blokken ontstaan waarmee aan alle in dit PvE gegeven specificaties kan worden voldaan.
2. De vlieglijnen dienen oost-west georiënteerd te zijn teneinde stereomodellen te kunnen verkrijgen waarbij het noorden naar boven is gericht.
3. De vlieghoogte moet dusdanig gekozen worden dat is gegarandeerd dat aan de pixeleis uit Tabel 2 wordt voldaan.

Pixeleis verticale beelden gemeente Utrecht inclusief Amelisweerd¹
Ten minste 96% van alle pixels op maaiveldniveau is kleiner of gelijk aan 25 millimeter
Maximaal 1% van de pixels mag meer dan 4% groter zijn dan 25 millimeter
Pixeleis verticale beelden overige gemeenten
Ten minste 96% van alle pixels op maaiveldniveau is kleiner of gelijk aan 50 millimeter
Maximaal 1% van de pixels mag meer dan 4% groter zijn dan 50 millimeter
Pixeleis oblieke beelden
Voor ten minste 90% van alle beelden is de pixelgrootte van het beeldmidden op maaiveldniveau kleiner of gelijk aan 50 millimeter

Tabel 2: Eisen aan pixelgrootte fotobeelden.

4. Het gehele projectgebied moet stereoscopisch afgebeeld zijn op de in te winnen verticale luchtfoto's. Hierbij moet voldaan te zijn aan de volgende voorwaarden voor de langs- en dwarsoverlap:

	Dwarsoverlap	Langsoverlap
Minimale overlap	25%	55%
Gemiddelde overlap	30%	60%

Tabel 3: Eisen aan overlap verticale beelden.

5. Voor stereomodellen waarop alleen water is afgebeeld, geldt de voorwaarde van een volledige stereoscopische bedekking niet.
6. Een groep van aaneengesloten naast elkaar liggende stroken dient zoveel mogelijk op één dag te worden gefotografeerd.
7. De oblieke luchtfoto's worden ingewonnen door vier camera's die onderling ongeveer 90 graden verschillen in oriëntatie met als doel om ieder object in het terrein zo veel mogelijk van vier kanten te fotograferen.
8. De footprints van de oblieke luchtfoto's moeten op maaiveldhoogte per windrichting ieder punt in het gebied ten minste 3 keer dekken. De dekking wordt bepaald door zowel de overlappende foto's binnen een vliegstrook als ook de overlap van parallelle stroken.

¹ 1. Voor de gemeente Utrecht geldt dat tot het leveringsgebied tevens het gebied "Amelisweerd" (binnen gemeente Bunnik) aan de gemeente Utrecht geleverd moet worden waarbij de voor de gemeente Utrecht van toepassing zijnde specificaties dienen te worden gebruikt.

7.2 Op te leveren producten

Voor wat betreft het vliegplan moeten de volgende producten geleverd worden:

1. Een vliegplanrapport in *.pdf-formaat waarin ten minste de volgende zaken gepresenteerd zijn:
 - a. De vlieghoogte boven het terrein.
 - b. Details van het merk en het model van de te gebruiken camera's en objectieven.
2. De vlieglijnen in *.shp-formaat.
3. De footprints in *.shp-formaat.

De bestanden moeten een logische benaming te krijgen.

Pas na acceptatie van het vliegplan door de opdrachtgever mag de opdrachtnemer beginnen met het uitvoeren van de fotovlucht.



8 Paspunten

8.1 Eisen aan de verdeling van de paspunten

1. De paspunten moeten homogeen verdeeld zijn over het fotogrammetrische blok en het projectgebied insluiten.
2. Een fotogrammetrisch blok heeft ten minste vier paspunten, één in iedere hoek. Er moeten daarnaast voldoende extra homogeen verdeelde paspunten gebruikt worden in de vereffening om daarmee de vereiste positionele nauwkeurigheid van de stereomodellen en orthofotomozaïeken te garanderen. Hierbij mag er niet minder dan één paspunt beschikbaar zijn per 200 luchtfoto's.
3. De ligging van elk paspunt moet dusdanig gekozen zijn dat deze in minimaal drie luchtfoto's in een strook en in meerdere vliegstroken zichtbaar is.

8.2 Eisen aan de plaatsing en markering van de paspunten

1. Zowel de speciaal voor de fotogrammetrie gemaakte markeringen als zogenaamde "natuurlijke paspunten" mogen als paspunt worden gebruikt.
2. Paspunten moeten goed zichtbaar zijn in de luchtfoto's en dus niet in de buurt van bomen, gebouwen of andere grote objecten liggen.
3. Paspunten moeten een scherpe overgang hebben tussen het lichte en het donkere deel van de markering. Een paspunt moet dusdanig identificeerbaar zijn dat het paspunt in de luchtfoto met een standaardafwijking van minder dan een halve pixel kan worden aangemeten.
4. Paspunten moeten onder normale omstandigheden ten minste een jaar opnieuw meetbaar zijn.

8.3 Eisen aan de coördinaten van de paspunten

1. De coördinaten van het paspunt moeten bepaald worden met een GNSS-systeem.
2. De standaardafwijking van de paspuntcoördinaten moet voldoen aan de eisen gegeven in Tabel 4.

Standaardafwijking	Eis
Standaardafwijking X-coördinaat (Sigma X)	30 millimeter
Standaardafwijking Y-coördinaat (Sigma Y)	30 millimeter
Standaardafwijking Z-coördinaat (Sigma Z)	50 millimeter

Tabel 4: Eisen standaardafwijkingen paspuntcoördinaten.

3. De gerealiseerde standaardafwijking van de paspunten moet aangetoond worden.

8.4 Op te leveren producten

Voor wat betreft de paspunten moeten de volgende producten geleverd worden:

1. Het paspuntenplan in *.shp-formaat.

Pas na goedkeuring van het paspuntenplan door de opdrachtgever mag begonnen worden met het feitelijke plaatsen van de paspunten. Zodra de paspunten gemeten zijn, levert de opdrachtnemer een paspuntenrapport. Het paspuntenrapport bevat ten minste:

2. Een lijst van alle door opdrachtnemer gemeten paspunten.

“YYYYMMDD_Paspunten.txt”

Het bestand moet voldoen aan het formaat zoals beschreven in Tabel 5.

Veld	Beschrijving
Paspuntnaam	
X-coördinaat van het paspunt	In meters met drie decimalen
Y-coördinaat van het paspunt	In meters met drie decimalen
Z-coördinaat van het paspunt	In meters met drie decimalen
Standaardafwijking X-coördinaat (Sigma X)	In meters met drie decimalen
Standaardafwijking Y-coördinaat (Sigma Y)	In meters met drie decimalen
Standaardafwijking Z-coördinaat (Sigma Z)	In meters met drie decimalen
Meetdatum	YYYYMMDD
<i>Velden zijn gescheiden door ten minste één spatie, een tab of een komma</i>	

Tabel 5: Formaat paspuntenoverzicht.

3. Documentatie die de gerapporteerde standaardafwijkingen van de door opdrachtnemer gemeten paspunten onderbouwt.



9 Fotovlucht

9.1 Eisen aan de luchtfotocamera's

Alle in te zetten luchtfotocamera's moeten aan de volgende specificaties voldoen:

1. De camera moet geschikt zijn voor fotogrammetrische toepassingen.
2. De camera moet voldoende recent zijn gekalibreerd. Hierbij moeten minimaal de door de cameraleverancier voorgeschreven kalibratietermijnen gevolgd zijn.
3. De camera moet RGB met een kleurdiepte van minimaal 8-bits per kleurkanaal registreren.
4. Het camerasysteem moet *Motion Compensation of Time Delay Integration* gebruiken tenzij de sluitertijd ten tijde van de opname zo kort is dat er geen bewegingsonscherpte of *rolling shutter* effecten ontstaan ten gevolge van de snelheid van het vliegtuig.

9.1.1 Specifieke eisen aan de verticale luchtfotocamera's

5. De camera moet naast RGB ook Infrarood registreren.
6. De maximaal toegestane omvalling van objecten in een verticale luchtopname bedraagt 450 millimeter per meter hoogte van het object.

9.1.2 Specifieke eisen aan de oblieke luchtfotocamera's

7. De voor het inwinnen van de oblieke luchtopnamen in te zetten camera's en objectieven moeten allemaal van hetzelfde type zijn.

9.2 Eisen aan de inwinning van de luchtfoto's

1. De fotovlucht moet uitgevoerd worden conform het voor dit project opgestelde en goedgekeurde vliegplan.
2. De opdrachtnemer is verantwoordelijk voor alle vergunningen die nodig zijn om de opnamevluchten te kunnen uitvoeren.
3. De luchtfoto's moeten worden opgenomen onder omstandigheden die garanderen dat beelden worden verkregen die voldoen aan alle in dit document vermelde specificaties.
4. De fotovlucht moet uitgevoerd worden onder bladloze omstandigheden. Er mogen geen bladeren aan de vegetatie zichtbaar zijn in de luchtfoto's. De inwinning moet in ieder geval plaatsvinden in de periode tussen 1 februari en 30 april.
5. De fotovlucht moet uitgevoerd worden bij een zonnestand van minimaal 20 graden boven de horizon.
6. Een groep van aaneengesloten naast elkaar liggende stroken moet zoveel mogelijk op één dag gefotografeerd te worden.
7. De luchtfoto's moeten op een moment gevlogen worden dat de beelden vrij zijn van redelijkerwijs te voorkomen hinderlijke afwijkingen. Hinderlijke afwijkingen zijn onder andere:
 - a. Wolken en wolkschaduwen.
 - b. Sneeuw, hagel, ijs.
 - c. Overstromingen inclusief ondergelopen uiterwaarden.
 - d. Kleurzweem.
8. Het vliegpad met daarin de cameraposities wordt vastgelegd met een GNSS-/IMU-systeem.



9. De vliegpadcoördinaten moeten na eventuele post-processing een aantoonbare positionele kwaliteit hebben zoals aangegeven in Tabel 6

Standaardafwijking	Eis
Standaardafwijking X-coördinaat (Sigma X)	100 millimeter
Standaardafwijking Y-coördinaat (Sigma Y)	100 millimeter
Standaardafwijking Z-coördinaat (Sigma Z)	100 millimeter

Tabel 6: Eisen standaardafwijkingen vliegpadcoördinaten fotovlucht.

10. De onderlinge positie en stand van de relevante punten in de GNSS-antenne, de IMU, en de luchtfotocamera's moeten voorafgaand aan de fotovlucht bekend zijn. Zij moeten dusdanig nauwkeurig gemeten zijn dat aan de precisie- en betrouwbaarheidseisen van dit PvE kan worden voldaan.
11. Van iedere luchtfoto wordt de datum en het tijdstip van de opname geregistreerd.
- 9.2.1 Specifieke eisen aan de inwinning van de verticale luchtfoto's
12. Indien ten gevolge van onvoldoende bedekking een deel van een gebied opnieuw gefotografeerd moet worden, moet het gat binnen de strook met een overlap van minimaal drie luchtfoto's aan weerszijden van dit gat gefotografeerd te worden.
13. Het gehele projectgebied moet ingewonnen worden met één en dezelfde camera. In uitzonderlijke gevallen kan, na goedkeuring door de opdrachtgever, hiervan worden afgeweken en kan een tweede camera ingezet worden. Als het projectgebied met twee camera's gevlogen wordt, moet per camera één aaneensluitend deelgebied ingewonnen worden.
14. Het schaalverschil tussen opeenvolgende verticale luchtfoto's mag maximaal 3% bedragen.
15. De absolute hoektoleranties van een verticale luchtfoto en de relatieve hoektoleranties tussen twee opeenvolgende verticale luchtfoto's in een vliegstrook mogen de in Tabel 7 vermelde tolerantiewaarden niet overschrijden.

Hoek	Absolute tolerantie ten opzichte van het (RD en NAP)-stelsel	Relatieve tolerantie tussen twee opeenvolgende opnamen
ω (omega-hoek)	$ \omega < 4$ graden	$\Delta\omega < 4$ graden
ϕ (phi-hoek)	$ \phi < 4$ graden	$\Delta\phi < 4$ graden
κ (kappa-hoek)	n.v.t.	$\Delta\kappa < 5$ graden

Tabel 7: Absolute en relatieve eisen aan oriëntatie van verticale luchtfoto's.

9.3 Op te leveren producten

Voor wat betreft de inwinning van de luchtfoto's moeten de volgende producten geleverd worden:

1. Binnen een werkdag na de afronding van de opname, een e-mail met een bevestiging van de afronding van de opname.
2. Een vliegrapport met de bestandsnaam:
"YYYYMMDD_vliegrapport.pdf"

In het vliegrapport moeten voor elke vliegdag ten minste de volgende zaken gepresenteerd worden:

- a. De vliegdatum.
- b. De begin- en eindtijd van het inwinnen van de luchtfoto's inclusief de tijdzone.
- c. De gemiddelde vlieghoogte ten opzichte van maaiveldniveau.
- d. Een overzicht van de gevlogen vliegstroken.

- e. Een lijst met de gebruikte camera's en de daarbij behorende objectieven.
 - f. Details over het gebruikte GNSS-/IMU-systeem en de verwerkingssoftware waarmee een vliegpad is bepaald.
 - g. Een beschrijving van de gemeten positie en stand van de relevante punten in de GNSS-antenne, de IMU, en de luchtfotocamera's.
3. Bestanden die de gerapporteerde standaardafwijkingen van het vliegpad onderbouwen.
 4. Een beeldmiddenoverzicht met de bestandsnaam:
"YYYYMMDD_beeldmiddenoverzicht.shp"
Per luchtfoto wordt de volgende attribuutinformatie opgenomen:
 - a. De luchtfotonaam van de luchtfoto behorend bij het beeldmidden.
 - b. De dag en het tijdstip (inclusief tijdzone) waarop de luchtfoto gemaakt is.
 - c. Het cameranummer.
 5. Een footprintoverzicht waarop de individuele footprints van de luchtfoto's zijn weergegeven met de bestandsnaam:
"YYYYMMDD_footprints.shp"
Per footprint wordt de volgende attribuutinformatie opgenomen:
 - a. De naam van de luchtfoto behorend bij de footprint.
 6. Een lijst met vluchtoriënteringen met de bestandsnaam:
"YYYYMMDD_vluchtoriënteringen.txt"

Dit bestand bevat voor elke luchtfoto de gegevens zoals beschreven in Tabel 8. Het betreft de fotoposities en -oriënteringen die bepaald zijn met de GNSS-/IMU-gegevens na berekening van het vliegpad en vóór de vereffening.

Veld	Beschrijving
Luchtfotonaam	
X-coördinaat van het projectiecentrum	In meters met drie decimalen
Y-coördinaat van het projectiecentrum	In meters met drie decimalen
Z-coördinaat van het projectiecentrum	In meters met drie decimalen
Omega	In graden met vier decimalen
Phi	In graden met vier decimalen
Kappa	In graden met vier decimalen
<i>Velden zijn gescheiden door ten minste één spatie, een tab of een komma</i>	

Tabel 8: Formaat bestand met vluchtoriënteringen luchtfoto's

7. Kalibratiedocumenten in *.pdf-formaat waarin voor alle ingezette camera's ten minste de volgende zaken gepresenteerd worden:
 - a. De kalibratiedatum.
 - b. De kwaliteit van de opgeloste kalibratieparameters.
 - c. De nauwkeurigheid van de inwendige oriëntering over het gehele beeldvlak.

10 Luchtfoto's

10.1 Eisen aan de luchtfoto's

1. Alle luchtfoto's moeten een unieke naam hebben.
2. De luchtfoto's moeten een grondresolutie hebben zoals gespecificeerd in Tabel 2.
3. *Upsampling* van de luchtfoto's naar de voorgeschreven pixelgrootte in het geval de originele ingewonnen luchtfoto's niet voldoen aan de in Tabel 2 gegeven resolutie is niet toegestaan.
4. De luchtfoto's moeten een kleurendiepte hebben van 8-bits per kanaal.
5. De luchtfoto's moeten scherp en contrastrijk zijn en natuurgetrouwe kleuren hebben.
6. De in de donkere delen (schaduwen) en in de lichte delen van een luchtopname aanwezige contrasten dienen voldoende goed zichtbaar te zijn om er een kartering mee uit te kunnen voeren. BAG-objecten en IMGEO inrichtende elementen moeten goed zichtbaar zijn.
7. Het kleurenhistogram van de stereobeelden moet per kleur ten minste voor 70% aaneengesloten gevuld zijn tenzij terreinomstandigheden de reden zijn voor een lager percentage.
8. De luchtfoto's moeten vrij zijn van alle redelijkerwijs te voorkomen hinderlijke afwijkingen inclusief de afwijkingen zoals benoemd in paragraaf 9.2 item 7.
9. De luchtfoto's moeten gecorrigeerd zijn voor lensvertekening.

10.1.1 Specifieke eisen aan de verticale luchtfoto's

10. De luchtfoto's moeten een kwaliteit hebben waardoor alle BGT-objecten goed aanmeetbaar zijn.

10.1.2 Specifieke eisen aan de oblieke luchtfoto's

11. Alle tijdens de fotovlucht gemaakte oblieke luchtfoto's moeten geleverd worden, ook als met slechts een deel ervan al aan de eisen van dit bestek wordt voldaan.

10.2 Op te leveren producten

Voor wat betreft de luchtfoto's moeten per deelnemende partij de volgende producten geleverd worden:

1. RGB Luchtfoto's in *.tif-formaat met ieder bestand een unieke logische bestandsnaam.
2. Optioneel RGBI Luchtfoto's in *.tif-formaat met ieder bestand een unieke logische bestandsnaam.



11 Vereffening verticale luchtfoto's

11.1 Eisen aan de aerotriangulatie van de verticale beelden

1. De opdrachtnemer moet er zorg voor dragen dat de aerotriangulatiemetingen leiden tot een fotogrammetrische blok met een homogene betrouwbaarheid in het gehele blok.
2. Paspunten moeten in alle luchtfoto's waarin de paspunten zichtbaar zijn aangemeten worden. Slechts in incidentele en geïsoleerde gevallen mag het voorkomen dat paspunten niet zijn aangemeten in alle mogelijke beelden.
3. De verbindingspunten moeten in zo veel mogelijk opnamen gemeten worden. Slechts in incidentele en geïsoleerde gevallen mag het voorkomen dat de verbindingspunten niet zijn aangemeten in alle mogelijke beelden.
4. Verbindingspunten moeten liggen op topografische objecten waarvan zeker is dat ze niet bewegen gedurende de uitvoering van de fotovlucht.
5. Verbindingspunten moeten stochastisch onafhankelijk van elkaar zijn.
6. In elke luchtfoto moeten minimaal 18 modelverbindingspunten aanwezig zijn tenzij terreinomstandigheden dit onmogelijk maken.
7. De modelverbindingspunten moeten homogeen over de luchtfoto verdeeld zijn tenzij terreinomstandigheden dit onmogelijk maken.
8. Indien grote wateroppervlakken in de triangulatie niet overbrugd kunnen worden, moeten aparte blokken gevormd worden. Deze blokken worden apart vereffend en als apart blok geleverd aan de opdrachtgever.

11.2 Eisen aan de vereffening van de verticale luchtfoto's

1. De vereffening moet uitgevoerd worden volgens de stralenbundelmethode waarbij de kleinstekwadratenvereffening wordt gebruikt.
2. Bij de vereffeningsberekeningen mogen geen additionele parameters als op te lossen onbekenden meegeschat worden tenzij er een specifieke beargumenteerde reden is om dit wel te doen.
3. De a-priori standaardafwijking van een aerotriangulatiemeting moet een realistische waarde krijgen, kleiner of gelijk aan de helft van de pixelgrootte van de gebruikte opnamecamera.
4. De in te voeren a-priori standaardafwijking van de paspunten moet voldoen aan de waarden gegeven in Tabel 4.
5. De vereffening moet absolute oriënteringsparameters opleveren waarmee parallaxvrije stereomodellen gecreëerd kunnen worden.
6. Luchtfoto's waarop alleen water is afgebeeld maken geen deel uit van de vereffening en worden niet geleverd.
7. De standaardafwijking van de vereffende coördinaten van de verbindingspunten in de verticale luchtfoto's moet 20 centimeter of beter zijn.

De opdrachtgever zal een toetsing van de vereffening (laten) uitvoeren waarbij de volgende eisen worden gesteld aan de toetsingsresultaten:

8. Bij de toetsing van de vereffening moet de F-toets een waarde hebben kleiner dan 1,0.
9. Bij de toetsing van de vereffening moet 98% van de w-toetsen van de fotogrammetrische waarnemingen naar de verbindingspunten kleiner zijn dan 3,29.
10. Bij de toetsing van de vereffening moet 100% van de w-toetsen van de fotogrammetrische waarnemingen naar de paspunten kleiner zijn dan 3,29.



11.3 Op te leveren producten

De resultaten van de vereffening moeten geleverd worden in één of meer van de volgende formaten:

1. PAT-B.
2. BINGO.
3. BM5.

Details over het BM5-formaat zijn gegeven in Appendix A: BM5-Leveringsformaat. De opdrachtgever moet ten minste één volledige set PAT-B, BINGO of BM5 bestanden leveren. Een levering omvat minimaal:

1. Een lijst van de in de vereffening gebruikte paspunten.
 - a. De lijst mag uitsluitend bestaan uit daadwerkelijk gebruikte paspunten zonder dubbelingen.
2. Een lijst met de coördinaten van de in de vereffening gebruikte verbindingspunten.
 - a. De lijst mag uitsluitend bestaan uit daadwerkelijk gebruikte verbindingspunten zonder dubbelingen.
3. Een lijst van de tijdens de triangulatie ingewonnen fotocoördinaten van pas- en verbindingspunten.
 - a. De waarnemingen zijn opgeschoond voor eventuele meetfouten.
 - b. Het bestand bevat geen dubbelingen.
 - c. Waarnemingen naar opnamen die geen onderdeel vormen van het getrianguleerde blok, zijn niet in het bestand opgenomen.
 - d. De waarnemingen behoren bij de resultaten van de geleverde vereffening.
4. Een lijst met voor elke getrianguleerde opname de vereffende positie- en standparameters.
 - a. De vereffende positie- en standparameters behoren bij de resultaten van de geleverde vereffening.
5. Eén of meerdere log-bestanden of rapportages van de vereffening waarin ten minste de volgende zaken gepresenteerd worden:
 - a. Een beschrijving van de uitgevoerde triangulatie en vereffening.
 - b. De a-priori standaardafwijkingen van de fotowaarnemingen.
 - c. De a-priori standaardafwijkingen van de paspunten.
 - d. De a-priori standaardafwijkingen van de posities van de projectiecentra.
 - e. De a-priori standaardafwijkingen van de stand van de projectiecentra.
 - f. De onderlinge positie en stand van de relevante punten in de GNSS-antenne, de IMU, en de luchtfotocamera's.
 - g. De toegepaste kalibratieparameters.
 - h. Hoe de hoofdpuntverschuiving is toegepast.
 - i. Resultaten van de toetsing van de uitgevoerde vereffening.
 - j. De kwaliteit van de aansluiting op de paspunten.

12 Positionering oblieke luchtfoto's

12.1 Eisen aan de positionering van de oblieke luchtfoto's

1. Iedere oblieke luchtfoto dient voorzien te zijn van positie- en standparameters.
2. De positie- en standparameters moeten van een dusdanige kwaliteit zijn, dat een in de foto geprojecteerd maaiveldpunt een maximale afwijking kent van 5 meter, teruggerekend in terreinschaal.
3. De camera's die voor de oblieke luchtfoto's worden ingezet, hebben een onveranderlijke positie en stand ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de verticale camera. In het vliegrapport moet zijn beschreven hoe de positie en stand van de camera's zijn gerealiseerd in het opnameplatform.
4. De positie- en standparameters van de oblieke camera's worden afgeleid uit de positie- en standparameters van de verticale camera waarop gekalibreerde verschuivingen en draaiingen toegepast zijn.

12.2 Op te leveren producten

Voor wat betreft de positionering van de oblieke luchtfotobeelden moeten de volgende producten geleverd worden:

1. De positie- en standparameters worden geleverd in één of meer van de bestandsformaten zoals beschreven in paragraaf 11.3. Voor de oblieke luchtfoto's hoeft alleen het bestand met de positie- en standparameters te worden opgeleverd.



13 Orthofotomozaïek

13.1 Eisen aan het orthofotomozaïek

1. Er moeten twee variaties orthofotomozaïek geleverd worden:
 - a. RGB orthofotomozaïek.
 - b. Optioneel CIR orthofotomozaïek.
2. Het orthofotomozaïek mag gemaakt worden door uit alle orthogerecificeerde luchtfoto's een samengesteld beeld te creëren of een zogenaamde “true ortho” betreffen.
3. Het orthofotomozaïek heeft een grondpixelresolutie gelijk aan de resolutie van de verticale beelden zoals gegeven in Tabel 2 .
4. Alle beelden moeten een kleurendiepte hebben van 8-bits per kanaal.
5. Het verschil tussen de in de orthofoto gemeten planimetrische coördinaten van de paspunten en de in het terrein gemeten coördinaten van deze paspunten mag niet groter zijn dan 150 millimeter.
6. De orthofotomozaïeken mogen op een beeldscherm bij een vergroting van 200% geen zichtbare compressieartefacten bezitten.
7. Het orthofotomozaïek mag geen storende kniplijnen vertonen:
 - a. Een kniplijn mag niet door een BAG-object gaan, tenzij er in de desbetreffende overlap geen alternatief gevonden kan worden.
 - b. Een kniplijn wordt altijd op maaiveldniveau gelegd.
 - c. De ligging van een kniplijn moet dusdanig gekozen worden dat de terreineigenschappen aan weerszijden van de polygoon ervoor zorgen dat de exacte kniplijn zoveel als mogelijk onzichtbaar is.
8. De dakranden en noklijnen in het orthofotomozaïek moeten als rechte lijnen zijn afgebeeld.
9. De bruggen en viaducten in het orthofotomozaïek moeten natuurgetrouw zijn afgebeeld.
10. De eisen die aan de verticale luchtfoto's worden gesteld betreffende scherpte, contrast en kleur, zijn ook van toepassing op de orthofotomozaïeken.

13.2 Op te leveren producten

Voor wat betreft het orthofotomozaïek moeten per deelnemende partij de volgende producten geleverd worden:

1. RGB orthofotomozaïek-tegels in GeoTIFF formaat die het gehele gebied bedekken. De orthofotomozaïek-tegels hebben een grootte van 500 meter oost-west bij 500 meter noord-zuid. Voor de gemeente Utrecht (inclusief Amelisweerd) zijn de tegels ingedeeld volgens de bladindeling van de GKU (500 meter oost-west en 400 meter noord-zuid).
2. Een RGB orthofotomozaïek dat het gehele gebied bedekt in *.ecw-formaat.
3. Optioneel CIR orthofotomozaïek dat het gehele gebied bedekt in *.ecw-formaat.
4. Het bij het orthofotomozaïek behorende *.eww-bestand nodig voor de georeferentie.
5. Indien gebruikt bij de productie van het orthofotomozaïek, één of meerdere kniplijnenbestanden. De volgende voorwaarden gelden voor de kniplijnenbestanden:
 - a. De kniplijnenbestanden bevatten alle gebruikte kniplijnen.
 - b. De kniplijnenbestanden bevatten geen dubbelingen.

De bestanden moeten een logische benaming te krijgen.



14 Webviewer voor luchtfoto's

14.1 Eisen aan de viewer van de luchtfoto's

Ter visualisatie van de luchtfoto's levert de opdrachtnemer een webviewer. Deze viewer bezit minimaal de volgende functionaliteiten:

1. De webviewer moet ten minste in de volgende webbrowsers te gebruiken zijn: Microsoft Edge, Google Chrome en Mozilla FireFox.
2. De webviewer moet ook op mobiele smartphones en tablets gebruikt kunnen worden.
3. De luchtfoto's dienen geïntegreerd te kunnen worden, eventueel met behulp van een API, in de applicaties waarin momenteel bij de opdrachtgevers obliekfoto's ontsloten worden, (ArcGis Online, Neuron Registratie, Neuron Stroomlijn, Bentley Suite, dg Dialog BGT, Giskit – Mapguide, Geo-Web viewer, Vertex Objecten, OBSURV en Geonovation Kaartviewer). Het doel is om binnen de eigen GIS omgeving van Opdrachtgever o.b.v. een locatieaanduiding in de BGT en/of BAG de orthofoto en de obliekbeelden gecombineerd te kunnen afbeelden.
4. De webviewer opent de best passende verticale of oblieke luchtfoto op basis van een adres of een coördinaat in het RD-stelsel.
5. De webviewer heeft de mogelijkheid om een punt met één muisklik vanuit vier verschillende richtingen te bekijken, door de best passende oblieke luchtfoto uit de betreffende richting te openen.
6. De webviewer kan in- en uitzoomen op de luchtfoto, almede *pannen* door het beeld van de luchtfoto.
7. De webviewer toont de footprint van het actieve beeld.
8. In de webviewer kan de te tonen kompasrichting worden gekozen.
9. De webviewer kan een luchtfoto openen door een RD-coördinaat of adres op te nemen in de URL waarmee de viewer wordt aangeroepen.
10. De webviewer komt met een garantie dat de viewer 99,7% van de tijd beschikbaar is. Deze zogenoemde uptime wordt per kalenderjaar geëvalueerd.
11. De luchtfoto's worden extern en binnen de EU gehost door de leverancier binnen een professionele hostingomgeving in een datacentrum en beschikbaar gesteld via een online beeldviewer. Deze beeldviewer is volledig web-based en vereist geen installatie van specifieke software-componenten, anders dan de vereiste webbrowser, op de werkplek van de gebruiker.
12. De opdrachtnemer zal in geval van gebreken aan de software of hardware van derden, opdrachtgever niet doorverwijzen, maar zelf de verantwoordelijk nemen voor het (laten) verhelpen van het gebrek.
13. De webviewer heeft een performance waarbij een luchtfoto bij het openen binnen 1 seconde zichtbaar is op de monitor van de gebruiker, uitgaande van:
 - a. Een internetverbinding met een snelheid van 100Mbit/s.
 - b. Een CPU met een minimale kloksnelheid van 2.4 Ghz.
 - c. Minimaal 16 GB geheugen.
14. De webviewer heeft de mogelijkheid om beelden uit voorgaande jaren ook raadpleegbaar te maken, ongeacht de leverancier van deze beelden. De eigenlijke ontsluiting van oude beelden is niet onderdeel van dit bestek. Deze eis betreft uitsluitend de mogelijkheid om dit in voorkomende gevallen te kunnen doen.



14.2 Op te leveren producten

Voor wat betreft de viewer moeten per deelnemende partij de volgende producten geleverd worden:

1. Een webviewer ter visualisatie van de verticale en oblieke luchtfoto's.



15 Laseraltimetrie

Het project vereist naast de opname van luchtfotografie ook optioneel de inwinning van laserdata. De laserdata mag zowel gelijktijdig met de luchtfotografie als tijdens een aparte vlucht worden opgenomen.

15.1 Eisen aan de inwinning van de laserdata

1. Het laseraltimetriesysteem moet voldoende recent zijn gekalibreerd. Hierbij moeten minimaal de door de leverancier voorgeschreven kalibratietermijnen gevolgd zijn.
2. De inwinning van de laserdata moet plaatsvinden onder omstandigheden die garanderen dat data worden verkregen die voldoen aan alle in dit document vermelde specificaties.
3. De inwinning van de laserdata moet uitgevoerd worden onder bladloze omstandigheden. De inwinning moet in ieder geval plaatsvinden in de periode tussen 1 februari en 30 april.
4. De inwinning van de laserdata mag niet worden uitgevoerd als er sneeuw, ijs of hagel in het projectgebied aanwezig is of als er sprake is van overstromingen of ondergelopen uiterwaarden in het projectgebied.
5. Het vliegp pad met daarin de posities van het laseraltimetriesysteem wordt vastgelegd met een GNSS-/IMU- systeem.
6. De vliegp adcoördinaten moeten na eventuele post-processing een aantoonbare positionele kwaliteit hebben zoals aangegeven in Tabel 9.

Standaardafwijking	Eis
Standaardafwijking X-coördinaat (Sigma X)	100 millimeter
Standaardafwijking Y-coördinaat (Sigma Y)	100 millimeter
Standaardafwijking Z-coördinaat (Sigma Z)	100 millimeter

Tabel 9: Eisen standaardafwijkingen vliegp adcoördinaten laseraltimetrie.

7. De onderlinge positie en stand van de relevante punten in de GNSS-antenne, de IMU, en het laseraltimetriesysteem moeten voorafgaand aan de opname bekend zijn. Zij moeten dusdanig nauwkeurig gemeten zijn dat aan de precisie- en betrouwbaarheidseisen van dit PvE kan worden voldaan.

15.2 Eisen aan de laserdata

1. De laserdata moet zijn gefilterd voor uitschieters en incorrecte laserpunten. In de geleverde laserdata mag maximaal 1 uitschieter of incorrect laserpunt per 10 hectare voorkomen. Uitschieters en incorrecte laserpunten mogen niet geclusterd voorkomen.
2. De minimum punt dichtheid is 15 punten per m². Deze minimale punt dichtheid moet behaald worden voor de oppervlakken waarvan uit mag worden gegaan dat deze in normale omstandigheden droog zijn. Slechts in incidentele gevallen, die gezamenlijk niet meer dan 2% van het projectgebied mogen beslaan, mag een lagere punt dichtheid voorkomen. Deze gevallen mogen niet geclusterd zijn.
3. Het projectgebied moet volledig bedekt zijn met laseraltimetrie-data. Gaten zijn alleen toegestaan als gevolg van:
 - a. Schaduwwerking.
 - b. Water.
 - c. Zeer donkere of spiegelende oppervlakten.

4. De systematische fout in de hoogtedata mag niet groter zijn dan vijf centimeter. De standaardafwijking van de hoogtedata bedraagt ten hoogste vijf centimeter. Deze standaardafwijking heeft betrekking op de ruis van het meetsysteem en wordt verondersteld weggemiddeld te zijn bij middeling van 10 punten.
5. De systematische fout in de planimetrische data mag niet groter zijn dan tien centimeter. De standaardafwijking van de planimetrische data bedraagt ten hoogste vijf centimeter. Deze standaardafwijking heeft betrekking op de ruis van het meetsysteem en wordt verondersteld weggemiddeld te zijn bij middeling van 10 punten.
6. De laserdata moet met automatische routines worden geclassificeerd op maaiveld en niet-maaiveld zodat ten minste 95% van de laserpunten op maaiveld als zodanig is geclassificeerd. In strookoverlappen dienen beide stroken geclassificeerd te worden.

15.3 Op te leveren producten

Voor wat betreft de opname van laserdata moeten per deelnemende partij de volgende producten geleverd worden:

1. Een aanvulling op het vliegrapport met informatie over de opname van de laserdata. Voor elke vliegdag moeten ten minste de volgende zaken gepresenteerd worden:
 - a. De vliegdatum.
 - b. De begin- en eindtijd van het inwinnen van de laserdata inclusief de tijdzone.
 - c. De gemiddelde vlieghoogte ten opzichte van maaiveldniveau.
 - d. Een overzicht van de gevlogen vliegstroken.
 - e. Details van het gebruikte laseraltimetriesysteem.
 - f. Details over het gebruikte GNSS-/IMU-systeem en de verwerkingssoftware waarmee een vliegpad is bepaald.
 - g. Een beschrijving van de gemeten positie en stand van de relevante punten in de GNSS-antenne, de IMU, en het laseraltimetriesysteem.
 - h. Kalibratiedocumenten.
2. Bestanden en/of rapportages die de standaardafwijkingen van het vliegpad onderbouwen.
3. Bestanden en/of rapportages die de nauwkeurigheid van de laserdata aantonen.
4. Een laserdata bestand voor ieder 250 X 250 meter kaartblad zoals beschreven in de file [Laserdatategels.shp]. De LAZ bestanden krijgen de bestandsnaam zoals aangegeven in de attribuutwaarde "naam" in [Laserdatategels.shp] met de extensie *.laz. Voor ieder laserpunt in een LAZ-bestand verwijst de parameter "Point Source ID" naar het strooknummer.
5. Een DTM-raster voor ieder 250 X 250 meter kaartblad zoals beschreven in de file [Laserdatategels.shp]. De GeoTIFF bestanden krijgen de bestandsnaam zoals aangegeven in de attribuutwaarde "naam" in [Laserdatategels.shp] met de extensie *.tif. Het DTM-raster heeft een resolutie van 1 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald met een IDW-methode (Inverse Distance Weighted interpolation) op basis van de klasse "maaiveld".
6. Metadatabestanden in de vorm van afzonderlijke XML-bestanden (één bestand per product). De bestanden zijn opgesteld volgens de laatste versie van het Nederlands metadata-profiel voor geografie. Zie hiervoor <https://www.geonovum.nl>.

Appendix A: BM5-Leveringsformaat

Paspunten

De lijst van de in de vereffening gebruikte paspunten moet bestaan uit een ASCII *.txt-bestand dat voldoet het formaat zoals beschreven in Tabel 10 met de bestandsnaam:

“YYYYMMDD_Aansluitingspaspunten.txt”

Veld	Beschrijving
Paspuntnaam	
X-coördinaat van het paspunt	In meters met drie decimalen
Y-coördinaat van het paspunt	In meters met drie decimalen
Z-coördinaat van het paspunt	In meters met drie decimalen
Meetdatum	YYYYMMDD

Velden zijn gescheiden door ten minste één spatie, een tab of een komma

Tabel 10: Formaat paspuntenoverzicht

Verbindingspunten

De lijst van de in de vereffening gebruikte verbindingspunten met de coördinaten van de vereffende fotogrammetrische verbindingspunten moet bestaan uit een ASCII *.txt-bestand dat voldoet het formaat zoals beschreven in Tabel 11 met de bestandsnaam:

“YYYYMMDD_verbindingspunten.txt”

Veld	Beschrijving
Verbindingspuntnaam	
X-coördinaat	In meters met drie decimalen
Y-coördinaat	In meters met drie decimalen
Z-coördinaat	In meters met drie decimalen

Velden zijn gescheiden door ten minste één spatie, een tab of een komma

Tabel 11: Formaat verbindingspuntenoverzicht

Fotocoördinaten van pas- en verbindingspunten

De lijst van de tijdens de triangulatie ingewonnen fotocoördinaten van pas- en verbindingspunten moet bestaan uit een ASCII *.txt-bestand dat voldoet het formaat zoals beschreven in Tabel 12 met de bestandsnaam:

“YYYYMMDD_waarnemingen.txt”

Record	Veld	Beschrijving
1	Luchtfotonaam	
	Cameraconstante	In millimeters met drie decimalen of microns.
2	Pas- of verbindingspuntnaam	Punt waar de waarneming betrekking op heeft.
	X-coördinaat	In meters met drie decimalen.
	Y-coördinaat	In meters met drie decimalen.
3	-99	Afsluitrecord ter afsluiting van informatie over een opname of en tevens laatste record van het bestand.

Velden zijn gescheiden door ten minste één spatie, een tab of een komma

Tabel 12: Formaat waarnemingenoverzicht

Vereffende positie- en standparameters

De lijst met voor elke getrianguleerde opname de vereffende positie- en standparameters moet bestaan uit een ASCII *.txt-bestand dat voldoet het formaat zoals beschreven in Tabel 13 met de bestandsnaam:

“YYYYMMDD_uitwendig.txt”

Veld	Beschrijving
Luchtfotonaam	
X-coördinaat van het projectiecentrum	In meters met drie decimalen
Y-coördinaat van het projectiecentrum	In meters met drie decimalen
Z-coördinaat van het projectiecentrum	In meters met drie decimalen
Omega	In graden met vier decimalen
Phi	In graden met vier decimalen
Kappa	In graden met vier decimalen
<i>Velden zijn gescheiden door ten minste één spatie, een tab of een komma</i>	

Tabel 13: Formaat positie- en standoverzicht

Logbestanden en/of rapportages

De logbestanden en/of rapportages moeten bestaan uit één of meerdere log-bestanden of rapportages van de vereffening in *.txt-formaat.

