



Vraagspecificatie: Straatopnamen spooromgeving 2025

Van

Hoe Ming Wong
Rutger Pieko
Roelof Boekhold

Afdeling

Assetmanagement Informatie

Versie

1.0

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Begrippenlijst.....	3
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding.....	5
1.2 Beeldmateriaal binnen ProRail	5
1.3 Gebruik van straatopnamen.....	5
1.4 Organisatie	6
1.5 Relatie met andere opdrachten en aanbestedingen	6
2 De vraag	7
2.1 Producten.....	7
2.2 Scope	8
2.3 Wijze van werken	8
2.4 Meerwerk	10
2.5 Informatiebeveiligingseisen.....	10
3 Informatie voor de inschrijving.....	10
3.1 Beschikbare materialen	10
3.2 Aanbiedingsbegroting	10
4 Technische eisen.....	11
4.1 Opnamenplan.....	11
4.2 Inwinning straatopnamen.....	12
4.3 360-gradenpanoramafoto	13
4.4 LiDAR-puntenwolk.....	15

Begrippenlijst

Begrip	Uitleg
360-gradenpanoramafoto	Een foto die de gehele omgeving toont rond een (opname)punt.
Aanmeetbaar	Een object is aanmeetbaar als het voldoende zichtbaar is om cartografisch vast te leggen.
Externe betrouwbaarheid	Minimal detectable bias: De minimale waarde die met een kans van 80% als fout gedetecteerd kan worden.
GNSS	Global Navigation Satellite System, de verzamelnaam voor plaatsbepalingssystemen gebaseerd op satellieten.
Identificeerbaar	Een object is identificeerbaar als het voldoende zichtbaar is om vast te stellen om welk object het gaat.
Infraproject	Een project dat betrekking heeft op de spoorinfrastructuur.
Interessegebied straatopnamen	Het interessegebied is de scope zoals beschreven in O-7 in kaart gebracht middels een Web Feature Service(WFS) en een Web Map Service(WMS). - Web Feature Service (WFS) van interessegebied straatopnamen. https://maps.prorail.nl/arcgis/rest/services/Hosted/Interessegebied_straatopnamen_spoor/FeatureServer - Web Map Service (WMS) van interessegebied straatopnamen. https://maps.prorail.nl/arcgis/rest/services/Interessegebied_straatopnamen_spoor/MapServer
Leveringsgebied	Het gebied dat ten minste moet zijn afgebeeld.
LiDAR-puntenwolk	De gemeten afstanden met een laserscanner verwerkt tot een 3D puntenwolk.
Opnamekilometer	Elke gereden kilometer zoals aangegeven in rijplan waarop beeldopnamen en puntenwolken worden gemaakt.
Opnameplan	Een plan dat beschrijft van welke wegen en paden straatopnamen worden gemaakt en wanneer de (deel)leveringen plaatsvinden.
Pointsource ID	Een attribuut in het puntenwolk-bestandsformaat "laz" voor de numerieke identificatie van een set punten.
ProRail-object	Een fysiek onderdeel van een stationsbouwwerk, stationsmeubilair of spoorinfrastructuur.
Ramingsblad	Een overzicht van de kosten die met het uitvoeren van een opdracht gemoeid zijn op basis van de aangeboden tarieven. ProRail verstrekt het format dat voor het opstellen van een ramingsblad wordt gebruikt.
Rijplan	Een plan dat beschrijft van welke wegen en paden straatopnamen worden gemaakt.
SpoorInBeeld	Het systeem van ProRail waarin gegeorefereerd beeldmateriaal wordt ingenomen, opgeslagen en ontsloten (https://spoorinbeeld.nl)

Spoorinfrastructuur	Alle objecten die van belang zijn voor het functioneren van het spoorstelsel.
Straatopname	De combinatie van 360-gradenpanoramafoto's en LiDAR-puntenwolken die vanaf wegen en paden worden gemaakt.
Transferkosten	De kosten van en naar locatie voor een extra opname.
Transferrit	De route die wordt afgelegd tussen de thuisbasis en het gebied waarvan straatopnamen worden gemaakt of tussen gebieden waarvan straatopnamen worden gemaakt.
Vrijliggend fietspad	Een fietspad dat geen deel uitmaakt van de rijbaan van een weg.
Vrijliggend voetpad	Een voetpad dat niet grenst aan de rijbaan van een weg.

1 Inleiding

Deze vraagspecificatie bevat de inhoudelijke beschrijving van de producten en diensten die geleverd moeten worden. Daarnaast beschrijft het ook de achtergronden van de onderhavige aanbesteding.

1.1 Aanleiding

In januari 2025 liep de licentie af die ProRail had voor het gebruik van 360-gradenpanoramafoto's en LiDAR-puntenwolken die vanaf de openbare weg worden gemaakt. Tot voor kort was er één leverancier die deze – in ProRail-terminen – straatopnamen in de spooromgeving landsdekkend kon leveren. ProRail kon daarom onderhands overeenkomsten sluiten met die leverancier. Uit de marktconsultaties die ProRail heeft uitgevoerd (kenmerk TN 477535, d.d. 15 juli 2024 en TN 531745, d.d. 11 juni 2025), bleek dat er inmiddels meer partijen vergelijkbaar beeldmateriaal kunnen leveren. Dat vormde de aanleiding voor ProRail om het inwinnen en leveren van dit beeldmateriaal openbaar aan te besteden.

1.2 Beeldmateriaal binnen ProRail

ProRail heeft een lange traditie in het gebruik van foto's om een actueel beeld te hebben van het spoor en de spooromgeving. Het ging daarbij vooral om orthofoto's en om 360-gradenpanoramafoto's. De orthofoto's werden gemaakt op basis van de verticale luchtfoto's die ProRail liet maken om haar topografische kaart, de basisbeheerkaart (BBK), te actualiseren.

In 2017 maakt ProRail een kwalitatieve sprong voorwaarts bij het inwinnen van luchtopnamen door vanaf dat jaar vanuit de lucht op lage hoogte naast verticale luchtfoto's ook oblieke luchtfoto's en LiDAR-puntenwolken te maken. De detaillering van het fotomateriaal is nu zoveel hoger dat objecten kunnen worden gekarteerd die voorheen niet goed zichtbaar waren in de fotografie. De oblieke opnamen maken het mogelijk om opschriften op borden te lezen. Door het inwinnen van LiDAR-puntenwolken kunnen we het spoor en de spooromgeving nauwkeurig in 3D modelleren.

Om dit beeldmateriaal zo goed mogelijk en zo breed mogelijk te kunnen gebruiken is SpoorInBeeld gebouwd. Met SpoorInBeeld hebben alle partners van ProRail in principe vrij toegang tot al het beeldmateriaal. Dat betreft dan niet alleen beeldmateriaal dat wordt ingewonnen vanuit de lucht, maar ook de LiDAR-opnamen en foto's die ProRail vanaf de trein laat maken in het kader van de vaststelling van de spoorgeometrie en het profiel van vrije ruimte.

In de nabije toekomst zullen daar ook aan worden toegevoegd:

- 360-gradenpanoramafoto's en LiDAR-puntenwolken van publieksruimten op stations (stationsopnamen);
- 360-gradenpanoramafoto's en LiDAR-puntenwolken van de spooromgeving vanaf de openbare weg (straatopnamen).

Het ligt in de ambitie van ProRail om in SpoorInBeeld ook ruimte te bieden aan beeldmateriaal dat partners van ProRail hebben ingewonnen of hebben laten inwinnen.

ProRail ziet grote waarde in het ter beschikking hebben van een actueel, gedetailleerd en nauwkeurig beeld van het spoor en de spooromgeving. Uit oogpunt van een breed en veelvuldig gebruik en om beeldmateriaal uit verschillende bronnen in combinatie te kunnen gebruiken, hanteert ProRail eenzelfde basiskwaliteit voor al het beeldmateriaal dat via SpoorInBeeld ter beschikking wordt gesteld. Die basiskwaliteit is ook verwoord in deze vraagspecificatie.

1.3 Gebruik van straatopnamen

Straatopnamen worden breed gebruikt binnen ProRail en zijn onder meer toegankelijk via RailMaps, de GIS-viewer van ProRail. Een aantal mogelijke gebruiksvormen zijn:

- Overwegen: hoe is de situatie ter plekke en wat zijn de zichtlijnen voor machinist en automobilist?
- Grondbedrijf: hoe vertalen kadastrale grenzen zich in het terrein en waar wordt eigendom zonder toestemming van ProRail gebruikt? Hier bestaat grote behoefte aan historische opnamen.
- Mutatiekartering: interpretatie van situaties.
- Projecten: het verkrijgen van een goed beeld van de projectomgeving.

- Assetmanagement: het verkrijgen van een goed beeld van de spooromgeving.

1.4 Organisatie

ProRail is een besloten vennootschap waarvan de Staat alle aandelen heeft en die haar werkzaamheden uitvoert op basis van een beheerconcessie. De hoofdtaken van ProRail zijn:

1. Het in stand houden van bestaand spoor;
2. Het aanleggen van nieuw spoor;
3. Het verdelen van de capaciteit op het spoor onder de vervoerders;
4. Het verzorgen van de verkeersleiding op het spoor;
5. Het toegankelijk maken van het spoor voor reizigers en goederenverladers.

Bij de uitvoering van al deze taken wordt gebruik gemaakt van geo-informatie, waaronder de straatopnamen.

De opdracht waar deze aanbesteding betrekking op heeft valt onder de verantwoordelijkheid van de afdeling Assetmanagement Informatie. Deze afdeling valt binnen het bedrijfsonderdeel Assetmanagement en richt zich op configuratiedata en sturingsdata.

Bij configuratiedata leggen we vast wat buiten ligt, waarvoor het dient en waar het ligt. Bij sturingsdata gaat het om de staat waarin objecten zich buiten bevinden: hoe staat het met de slijtage van een onderdeel en hoe presteert het onderdeel.

Het inwinnen van straatopnamen valt onder configuratiedata en daarbinnen in het geodomein. Het geodomein richt zich op de geo-informatievoorziening binnen heel ProRail. De meeste geo-informatie wordt gepubliceerd in de mapservices waarvan de meeste openbaar toegankelijk zijn op mapservices.prorail.nl. Het beeldmateriaal wordt gepubliceerd op spoorinbeeld.nl.

1.5 Relatie met andere opdrachten en aanbestedingen

Naast deze aanbesteding zijn er meer aanbestedingen die lopen, in voorbereiding zijn of gepland zijn met betrekking tot het inwinnen van beeldmateriaal. Dat zijn:

- De aanbesteding voor het uitvoeren van controlewerkzaamheden op beeldmateriaal dat wordt uitgevoerd op het terrein of vanaf voertuigen op het terrein. De controle van opnames vanaf openbare wegen vallen daar ook onder.
- Het aanbesteden van het maken van beeldmateriaal van alle stations.
- Het aanbesteden van het maken van beeldmateriaal met drones.

Verder zal in het voorjaar van 2026 de heraanbesteding van karteringswerkzaamheden plaatsvinden.

2 De vraag

2.1 Producten

ID	Opdrachtelement
360 graden-panoramafoto's	
O-1	360 graden-panoramafoto's waarvan de absolute positionele nauwkeurigheid (1-sigmawaarde) van de XYZ-coördinaten van het middelpunt van de panoramaopname in zowel X als Y als Z gelijk of kleiner is dan: 5 cm.
LiDAR-puntenwolk	
O-2	LiDAR-puntenwolken met relatieve precisie beter dan: 1,5 cm.
O-3	LiDAR-puntenwolken waarvan de absolute positionele nauwkeurigheid (1-sigmawaarde) van de XYZ-coördinaten van individuele punten in zowel X als Y als Z gelijk of kleiner is dan: 5 cm.
Coördinatensysteem	
O-4	Alle XYZ-coördinaten worden wat betreft X en Y uitgedrukt in de Nederlandse stelsels van de Rijksdriehoeksmeting (RD-stelsel) en wat betreft Z in het NAP-stelsel (Normaal Amsterdam Peil).
Tussenproducten	
O-5	De volgende tussenproducten worden gevraagd: • Opnameplan.
Technische specificaties	
O-6	De technische specificaties waaraan (tussen)producten verder moeten voldoen zijn opgenomen in hoofdstuk 4 over technische specificaties.

2.2 Scope

ID	Opdrachtelement
O-7	De 360 graden-panoramafoto's en LiDAR-opnamen worden gemaakt op openbare wegen: - Binnen 100 meter vanaf de meest nabijgelegen spooras; - Binnen 50 meter vanaf percelen waarop ProRail een zakelijk recht zoals eigendom, erfpacht of opstalrecht heeft. Deze scope is in kaart gebracht middels een interessegebied in de vorm van een Web Feature Service(WFS) en een Web Map Service(WMS).

2.3 Wijze van werken

ID	Opdrachtelement
Planning	
O-8	Jaarlijks wordt opdracht gegeven voor een landelijke opname 360 graden-panoramafoto's en LiDAR-puntenwolk van de openbare wegen zoals in O-7 beschreven.
O-9	Naast de jaarlijkse integrale landelijke opname, opgenomen in het opnameplan (zie O-11), kan ProRail opdracht geven voor extra opnamen. Dat zal naar schatting vier keer per jaar het geval zijn en zal steeds een beperkt gebied betreffen bijvoorbeeld na afronding van een project. Per keer zal geschat maximaal 10 km opnamen worden gemaakt. De opdrachten worden ingepland in overleg met de opdrachtnemer.
Opdrachtverlening	
O-10	Ter voorbereiding van een opdracht ontvangt opdrachtnemer: - Web Feature Service (WFS) van interessegebied straatopnamen. https://maps.prorail.nl/arcgis/rest/services/Hosted/Interessegebied_sstraatopnamen_spoor/FeatureServer - Web Map Service (WMS) van interessegebied straatopnamen. https://maps.prorail.nl/arcgis/rest/services/Interessegebied_sstraatopnamen_spoor/MapServer
O-11	Bij aanvang van de opdracht en nadien bij aanvang van ieder kalenderjaar levert opdrachtnemer op basis van O-8 en O-10 binnen 2 maanden: - Een opnameplan. - Een nadere offerte waarin de kosten van de uitvoering van het opnameplan zijn opgenomen overeenkomstig de kostenelementen uit de aanbestedingsbegroting.
O-12	Op verzoek van ProRail levert opdrachtnemer op basis van O-9 en O-10 binnen 10 werkdagen: - Een opnameplan. - Een nadere offerte waarin de kosten van de uitvoering van het opnameplan zijn opgenomen overeenkomstig de kostenelementen uit de aanbestedingsbegroting.
O-13	ProRail en opdrachtnemer bespreken het opnameplan en de offerte. Waar nodig verzoekt ProRail om aanpassingen in het opnameplan.
O-14	Bij acceptatie door ProRail van het opnameplan en de offerte ontvangt opdrachtnemer de opdracht tot uitvoering.

Het uitvoeren van opname openbare wegen	
O-15	Na het ontvangen van de opdracht voert de opdrachtnemer de opnamen uit volgens het opnameplan.
O-16	De opdrachtnemer zorgt er zelf voor dat hij over eventuele toestemmingen, vergunningen en ontheffingen beschikt om de aangeboden werkzaamheden uit te kunnen voeren.
Levering producten	
O-17	Opdrachtnemer levert de producten conform opnameplan.
O-18	De levering gebeurt door het uploaden van de in hoofdstuk 4 voorgeschreven bestanden naar SpoorInBeeld. De bestanden dienen in een bepaalde folderstructuur te worden geüpload. Nadere instructies volgt bij levering.
Controle leveringen	
O-19	Elke levering wordt door een onafhankelijke derde partij gecontroleerd aan de hand van de specificaties in hoofdstuk 2 en hoofdstuk 4.
O-20	De controlerende partij stelt een controleverslag op en geeft een advies over het accepteren van de levering.
O-21	ProRail en opdrachtnemer ontvangen binnen 2 weken na levering in SpoorInBeeld het controlerapport en het acceptatieadvies.
Acceptatie leveringen	
O-22	Aan de hand van het controlerapport en het acceptatieadvies neemt ProRail een besluit over het al dan niet accepteren van de levering.
O-23	ProRail stelt opdrachtnemer en het controlerende bureau binnen een week na ontvangst van het controlerapport en het acceptatieadvies op de hoogte van het besluit over het al dan niet accepteren van de levering.
O-24	Bij acceptatie van de levering kan opdrachtnemer overgaan tot het factureren daarvan.
O-25	Bij het niet-accepteren van de levering doet de opdrachtnemer binnen 14 dagen een verbeterde levering. De kosten van het verbeteren van de levering zijn voor de opdrachtnemer.
Publicatie in SpoorInBeeld	
O-26	Bij acceptatie van de levering voert ProRail in eigen beheer zo nodig nog nabewerkingen uit zoals blurring van personen in foto's.
O-27	Na uitvoering van de nabewerkingen publiceert ProRail de levering op SpoorInBeeld inclusief de rapportages van de opdrachtnemer en het controlerend bureau.

2.4 Meerwerk

ID	Opdrachtelement
O-28	ProRail kan opdracht verstrekken het uitvoeren van onderzoek, het geven van adviezen of het structureel verbeteren van producten en/of diensten die onderwerp zijn van deze aanbesteding.
O-29	Daarnaast kan ProRail een opdracht verlenen conform O-9. De transferkosten naar en van het opnamegebied kunnen als meerwerk worden gedeclareerd. De kosten voor het maken van de opnamen zelf worden verrekend tegen de aangeboden kilometerprijs.

2.5 Informatiebeveiligingseisen

De eisen hiervoor staan beschreven in annex 3.1.

3 Informatie voor de inschrijving

3.1 Beschikbare materialen

Voor het opstellen van de inschrijving stelt ProRail de volgende middelen ter beschikking:

- SpoorInBeeld (spoorinbeeld.nl)
- Web Feature Service (WFS) van interessegebied straatopnamen.
https://maps.prorail.nl/arcgis/rest/services/Hosted/Interessegebied_sstraatopnamen_spoor/FeatureServer
- Web Map Service (WMS) van interessegebied straatopnamen.
https://maps.prorail.nl/arcgis/rest/services/Interessegebied_sstraatopnamen_spoor/MapServer

3.2 Aanbiedingsbegroting

In de aanbiedingsbegroting wordt u gevraagd prijzen en tarieven op te geven voor de volgende onderdelen:

1. Een vaste prijs per opnamekilometer voor het maken en leveren van straatopnamen vanaf voor auto toegankelijke wegen.
2. Een vaste prijs per opnamekilometer voor het maken en leveren van straatopnamen vanaf vrij liggende fietspaden en voetpaden.
3. Een gewogen gemiddeld vast integraal uurtarief voor het leveren van meerwerk op regiebasis. Hieronder valt de werkzaamheden genoemd in O-28 en O-29. Bij een extra opname (O-9) mag de voorbereiding en de transferkosten naar en van het opnamegebied in rekening gebracht worden via dit integraal uurtarief. De kilometers van een extra opname gebruikt de afgesproken tarieven per opnamekilometer.

4 Technische eisen

4.1 Opnamenplan

ID	Eis	Waarde
Het opstellen van het opnameplan		
OP-1	Een opnameplan bestaat uit: • Een rijplan. • Een opleveringsplanning	
OP-2	In het rijplan geeft opdrachtnemer aan van welke delen van wegen, fietspaden en voetpaden straatopnamen zullen worden geleverd. De opgegeven opnamekilometers komen overeen met wat er in rijplan is aangegeven.	
OP-3	Bij het opstellen van het rijplan vermijdt opdrachtnemer waar mogelijk en waar voorzienbaar straatopnamen met voor ProRail geen of minder relevante informatie-inhoud. Figuur 1 toont een situatie bij Leidsche Rijn waar de A2 onder het spoor door loopt. Potentieel zouden op alle rijbanen van de A2 straatopnamen kunnen worden gemaakt, maar hooguit twee zijn voor ProRail relevant.	
OP-4	In de opleveringsplanning geeft opdrachtnemer aan welke deelleveringen hij voorziet en wanneer die zijn gepland. De leveringen dienen gespreid in de tijd plaats te vinden zodat het totale proces zo doelmatig mogelijk kan worden ingericht.	
OP-5	De leveringen dienen geleverd te zijn maximaal 2 maanden na datum van opname.	
OP-6	Op basis van het opnameplan kan aan de in hoofdstuk 2 en hoofdstuk 4 gestelde eisen worden voldaan.	
Te leveren producten		
Betekenis lettercodes: YYYY Jaar waarin de straatopnamen zijn gepland MM Indien van toepassing maand waarin de straatopnamen zijn gepland XXXX Unieke opnameplancode		
OP-7	Per opdracht levert opdrachtnemer een pdf-bestand van de opleveringsplan. De naam van het pdf-bestand is YYYYMM_straatopnamen_opleveringsplan_XXXX.pdf	
OP-8	Per opdracht levert opdrachtnemer een geopackage-bestand met het rijplan. De naam van het geopackage-bestand is YYYYMM_straatopnamen_rijplan_XXXX.gpkg	



Figuur 1: Voorbeeld analyse op basis van spoorassen, ProRail percelen en NWB.

4.2 Inwinning straatopnamen

ID	Eis	Waarde
Uitvoering opnameplan		
IS-1	De straatopnamen worden uitgevoerd conform het opnameplan.	
Het voorbereiden en uitvoeren van de inwinning		
IS-2	De in te zetten fotocamera's en het gebruikte LiDAR-systeem zijn geschikt voor het behalen van alle in deze vraagspecificatie gestelde eindtermen.	
IS-3	Gedurende de inwinning is het te fotograferen gebied niet door omstandigheden - zoals overstromingen, neerslag, sneeuw, enz. - aan het zicht onttrokken.	
IS-4	De inwinning vindt plaats onder omstandigheden die garanderen dat scherpe en goed interpreteerbare straatopnamen worden verkregen, die aan alle in deze vraagspecificatie opgenomen eisen voldoen.	
Te leveren producten		
Betekenis lettercodes: YYYY Jaar waarin de straatopnamen zijn gemaakt MM Indien van toepassing maand waarin de straatopnamen zijn gemaakt DD Indien van toepassing dag waarop de opname is gemaakt AAA Unieke deelleveringcode		
Te leveren producten		
IS-5	Per levering een rapport in pdf-formaat. Het rapport bevat in ieder geval de volgende gegevens: - De opnamedatum. - Het leveringsgebied. - Een specificatie van de ingezette apparatuur. - Een specificatie van de punten waarop bij het maken van de straatopnamen is afgeweken van het opnameplan. - Overige van belang zijnde opmerkingen. De bestandsnaam is YYYYMMDD_Straatopnamerapport_AAA.pdf	

4.3 360-gradenpanoramafoto

ID	Eis
Specificatie 360-gradenpanoramafoto	
PF-1	De inwinning van 360-gradenpanoramafoto voldoet aan de eisen in hoofdstuk 2.
PF-2	Het horizontale bereik van de 360-gradenpanoramafoto is 360 graden
PF-3	Het verticale bereik van 360-gradenpanoramafoto's is tenminste -60 tot +90 graden
PF-4	Een 360-gradenpanoramafoto is in RGB en heeft een kleurdiepte van 24 bits
PF-5	Een 360-gradenpanoramafoto is gecorrigeerd voor lensvertekening en andere vormen van vertekeningen, scherp, contrastrijk en heeft een natuurgetrouwe kleurweergave zodat objecten in het straatbeeld interpreteerbaar en aanmeetbaar zijn.
PF-6	Het minimum aantal opnameposities van waaruit een object in straatbeeld interpreteerbaar en aanmeetbaar is 3.
PF-7	Een straatmeubilair-object op een afstand van 10 meter van het opnamepunt is uit minimaal één foto aanmeetbaar met een geometrische resolutie van beter dan 2 cm.
PF-8	De afstand tussen twee opnameposities van 360 gradenpanoramafotos's is – mits onderling zichtbaar - in het horizontale vlak maximaal 20 m.
PF-9	Een punt in een 360-gradenpanoramafoto valt samen met het corresponderende punt in de LiDAR-puntenwolk.
PF-10	Een 360-gradenpanoramafoto bevat bij een vergroting van 200% op een beeldscherm geen zichtbare compressieartefacten.
PF-11	Een 360-gradenpanoramafoto bevat geen vertekeningen of artefacten groter dan 2 pixels in rij- of kolomrichting die het gevolg zijn van rekenstappen die zijn uitgevoerd voor de vervaardiging van de panoramafoto.
PF-12	Het aantal rijen pixels ten opzichte van kolommen pixels in het bestand verhouden zich als 1:2. De 360-gradenpanoramafoto is opgeslagen als een centrale projectie vanuit het middelpunt vanuit de 360-gradenpanoramafoto, zodanig dat deze gecorrigeerd is voor lensvertekening en andere vormen van vertekening. Iedere rij pixels beschrijft een verticale hoek ten opzichte van het horizontale vlak, waarbij de bovenste 50% pixels een hoek boven het horizontale vlak representeren en de onderste 50% pixels een hoek onder het horizontale vlak. De bovenste rij pixels komt overeen met het zenit. Iedere kolom pixels beschrijft een horizontale richting ten opzichte van de kaartnoorden in het RD-stelsel, waarbij de middelste kolom pixels overeen komt met kaartnoorden en de eerste en laatste kolom pixels overeen komt met kaartzuiden. No datapixels worden aan de onderzijde van het beeld toegevoegd en hebben de kleur zwart. 

	LET OP: Uw systeem levert wellicht drie oriënteringshoeken. Houd er rekening mee dat u een transformatie op de foto moet uitvoeren.										
PF-13	Het middelpunt van een 360-gradenpanoramafoto is het snijpunt van het horizontale vlak en het kaartnoorden in het RD-stelsel.  LET OP: Uw systeem levert wellicht drie oriënteringshoeken. Houd er rekening mee dat u een transformatie op de foto moet uitvoeren.										
PF-14	Er is geen verplichting om foto's geblurred op te leveren. Het staat opdrachtnemer vrij foto's al dan niet te blurren.										
Te leveren producten Betekenis lettercodes: <table> <tr> <td>YYYY</td><td>Jaar waarin de opname is gepland</td></tr> <tr> <td>MM</td><td>Maand waarin de opname is gepland</td></tr> <tr> <td>DD</td><td>Dag waarop de laatste opname is gemaakt</td></tr> <tr> <td>XXXX</td><td>Unieke opnameplan code</td></tr> <tr> <td>pppp</td><td>Een uniek fotonummer</td></tr> </table>		YYYY	Jaar waarin de opname is gepland	MM	Maand waarin de opname is gepland	DD	Dag waarop de laatste opname is gemaakt	XXXX	Unieke opnameplan code	pppp	Een uniek fotonummer
YYYY	Jaar waarin de opname is gepland										
MM	Maand waarin de opname is gepland										
DD	Dag waarop de laatste opname is gemaakt										
XXXX	Unieke opnameplan code										
pppp	Een uniek fotonummer										
PF-15	Alle 360-gradenpanoramafoto's worden geleverd in 24-bits JPEG-formaat. De bestandsnaam is YYYYMMDD_XXXX_pppp.jpg										
PF-16	Een csv-bestand waarin voor elke gemaakte 360-gradenpanoramafoto de volgende gegevens zijn vermeld. Elk record bestaat uit telkens door komma gescheiden velden in de volgorde, zoals hieronder vermeld: - De naam van de opname. Deze naam is gelijk aan de bestandsnaam van een opname zonder de bestandsextensie. - De X-coördinaat van het middelpunt van de 360-gradenpanoramafoto in het RD-stelsel, uitgedrukt in meters met maximaal drie decimalen achter de komma. - De Y-coördinaat van het middelpunt van de 360-gradenpanoramafoto in het RD-stelsel, uitgedrukt in meters met maximaal drie decimalen achter de komma. - De Z-coördinaat van het middelpunt van de 360-gradenpanoramafoto in het NAP-stelsel, uitgedrukt in meters met maximaal drie decimalen achter de komma. - Het opnametijdstip in UTC (jaar:maand:dag-uur:minuut:seconde). - Het gebruikte panoramaopnamesysteem. De bestandsnaam is YYYYMM_XXXX.csv										
PF-17	Voor elk gebruikt panoramaopnamesysteem een ASCII-bestand met de cameraparameters en de namen van de opnamen waar deze parameters voor gelden. Het bestand is als volgt opgebouwd: - Record 1: De naam van het gebruikte systeem. - Record 2: Het aantal horizontale pixels in de panoramafoto. - Record 3: Het aantal verticale pixels in de panoramafoto. - Record 4: De grootte van een pixel in de 360-gradenpanoramafoto in graden. - Record 5 t/m n: De naam van de 360-gradenpanoramafoto. Deze naam is gelijk aan de bestandsnaam van een opname zonder de bestandsextensie. De bestandsnaam is YYYYMM_XXXX_panoramaopnamesysteem#.txt										
PF-18	Een rapport in PDF-formaat waarin de opdrachtnemer beschrijft welke methoden en technieken hij heeft gebruikt voor het vervaardigen van de 360-gradenpanoramafoto's. De bestandsnaam is YYYYMM_XXXX_pano_verwerking.pdf										

PF-19	Een rapport in PDF-formaat waarin de opdrachtnemer onderbouwt hoe hij heeft gecontroleerd of alle geleverde 360-gradenpanoramafoto's voldoen aan de in deze paragraaf vermelde eisen. De bestandsnaam is YYYYMM_XXXX_pano_controle.pdf
-------	--

4.4 LiDAR-puntenwolk

ID	Eis	Waarde
Algemeen		
LP-1	De inwinning van LiDAR-puntenwolken voldoet aan de eisen in hoofdstuk 2.	
LP-2	De LiDAR-puntenwolk heeft een zodanige punt dichtheid dat straat meubilair objecten in de puntenwolk interpreteerbaar en aanmeetbaar zijn in 3D.	
LP-3	Een LiDAR-puntenwolk is vrij van outliers.	
LP-4	Een LiDAR-puntenwolk is vrij van bewegende objecten. Reflectiepunten op objecten die niet bij de vaste omgeving horen, zoals mensen en bewegende auto's dienen verwijderd te worden.	
LP-5	Alle punten in een LiDAR-puntenwolk hebben RGB-kleurwaarden die overeenstemmen met de kleur van het afgebeelde terrein op het moment van opname.	
LP-6	Een LiDAR-puntenwolk wordt ingewonnen met een LiDAR-systeem dat is gekalibreerd volgens de door de leverancier voorgeschreven kalibratietermijnen.	
LP-7	De LiDAR-puntenwolken bedekken dwars op de rijrichting aan weerszijden een gebied van tenminste: Gaten zijn alleen toegestaan als gevolg van: - Schaduwwerking. - Water. - Zeer donkere of spiegelende oppervlakten.	50 meter
LP-8	LiDAR-puntenwolken binnen 1 levering sluiten geometrisch op elkaar aan, ongeacht de wijze en het tijdstip waarop ze zijn ingewonnen.	
Te leveren producten		
Betekenis lettercodes: YYYY Jaar waarin de opname is gepland MM Maand waarin de opname is gepland XXXX Unieke code waarop opname betrekking heeft xxxxxx De in het RD-stelsel in meters uitgedrukte x-coördinaat van de linkeronderhoek van een tegel yyyyyy De in het RD-stelsel in meters uitgedrukte y-coördinaat van de linkeronderhoek van een tegel		
LP-9	LiDAR-puntenwolken worden geleverd in LAZ-formaat volgens de meest recente LAS-specificaties. Op het moment van deze aanbesteding is dat LAS1.4	
LP-10	LiDAR-puntenwolken worden geleverd in tegels van 100 bij 100 meter in het grid van de honderdmeterlijnen van het RD-stelsel.	

LP-11	Bij ieder punt is in het LAZ_bestand opgenomen: • het pointsource ID dat verwijst naar de scanner waarmee de opname gemaakt is. • de GPS-tijd van het tijdstip van waarnemen van het betreffende laserpunt. De GPS-tijd wordt opgeslagen als "Adjusted Standard GPS time". • de RGB-kleurwaarde met 16 bits per kleurkanaal • een 16 bit intensiteitswaarde die de mate van reflectie van het lasersignaal aangeeft. De intensiteitswaarde is genormaliseerd naar het bereik van de scanner.	
LP-12	De bestandsnaam is LLxxxxxx_yyyyyy.laz .	
LP-13	Een aanvulling op het opnamerapport met informatie over de opname van de laserdata. Voor elke opnamedag moeten ten minste de volgende zaken gepresenteerd worden: 1. De opnamedatum. 2. Details van het gebruikte LiDAR systeem. 3. Een beschrijving van de gemeten positie en stand van de relevante punten in het LiDAR-systeem. 4. Kalibratiedocumenten. 5. Bestanden en/of rapportages die de standaardafwijkingen van het LiDAR systeem onderbouwen.	
LP-14	Een rapport in pdf-formaat waarin de opdrachtnemer beschrijft welke methoden en technieken hij heeft gebruikt voor het vervaardigen van LiDAR-puntenwolk. De bestandsnaam is YYYYMMDD_XXXX_LiDAR-verwerking.pdf	
LP-15	Een rapport in pdf-formaat waarin de opdrachtnemer inzichtelijk maakt hoe hij heeft gecontroleerd of alle geleverde opnamen voldoen aan de gestelde eisen. De bestandsnaam is YYYYMMDD_XXXX_LiDAR-Controle.pdf	