
Controlemethodiek Basisregistratie Topografie

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Kadaster GEO
Projectcode 5239220-01-METH

Controlemethodiek Basisregistratie Topografie

Opzet van een methode voor de wettelijk vereiste externe controle op de
kwaliteit van de BRT

M.H. Storm, M. Knotters, D.J. Brus

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2012

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Methodiek	10
Literatuur	24
Bijlage 1 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid	25

Samenvatting

De eerste keer dat er een wettelijk verplichte audit van de Basisregistratie Topografie uitgevoerd moest worden was in 2011. Voor deze audit was reeds een Controleprotocol opgesteld door het Kadaster, maar dit gaf nog onvoldoende detail om een controle uit te voeren. Om die reden is een controlemethodiek opgesteld die te gebruiken is voor de audit.

De methodiek richt zich enkel op de controle van het product TOP10NL, omdat dat op dit moment nog het enige product is dat valt onder de Basisregistratie Topografie.

De controlemethodiek is zo opgezet, dat er voor elke objectklasse een uitspraak gedaan kan worden over de volgende vijf kwaliteitsaspecten: logische consistentie, positionele nauwkeurigheid, actualiteit, volledigheid en thematische nauwkeurigheid.

De actualiteit kan bepaald worden aan de hand van de actualiteitskaart van het Kadaster. De andere kwaliteitsaspecten moeten gecontroleerd worden door controle van objecten. Omdat het niet mogelijk is om alle objecten te controleren is er een steekproefopzet beschreven. Per kwaliteitsaspect is vervolgens vastgelegd wat er tijdens de audit gecontroleerd moet worden en welke gegevens gerapporteerd worden. Daarbij worden de formules gegeven die gebruikt moeten worden om tot een juiste rapportage te komen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het Kadaster is bronhouder van de Basisregistratie Topografie (BRT) en is wettelijk verplicht om eens in de drie jaar de kwaliteit hiervan te laten toetsen door een externe expert. In 2011 dient de eerste controle te zijn uitgevoerd. Het Kadaster dient de uitkomsten van de controle te rapporteren aan het Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is te komen tot een methodiek om de kwaliteit van de BRT te toetsen. Na uitvoering van de controle op basis van de hier beschreven methodiek moet er een uitspraak gedaan kunnen worden over kwaliteit van de basisregistratie en daarmee over het al dan niet voldoen aan wettelijke vereisten.

Op dit moment is alleen TOP10NL, de dataset op schaal 1:10.000, onderdeel van de BRT. De datasets op kleinere schaal (1:50.000 en kleiner) zijn nog niet objectgericht en vormen daarmee nog geen onderdeel van de BRT. Daarom biedt dit document alleen de methodiek voor de controle van de TOP10NL. De beschrijving zal zodanig zijn dat het door iedere instantie en ook over drie jaar weer (mits de structuur van TOP10NL niet wijzigt) te gebruiken is. Bovendien kan de methodiek die dit rapport beschrijft als basis dienen voor de controlemethodiek van de kleinschaligere topografische datasets.

1.3 Opbouw van het rapport

Het volgende hoofdstuk beschrijft de methodiek, waarbij eerst de uitgangspunten worden vastgesteld en vervolgens wordt de methodiek per controle aspect uitgewerkt.

Bij de opzet van de methodiek is gebruik gemaakt standaarden (bijvoorbeeld ISO19114) die in de geo-wereld zijn geaccepteerd, en van geaccepteerde methoden uit de statistiek.

2 Methodiek

2.1 Introductie

In overleg met het Kadaster is bepaald dat de controlemethodiek de mogelijkheid moet bieden om een uitspraak te kunnen doen over de volgende vijf thema's:

- Logische consistentie
- Positionele nauwkeurigheid
- Actualiteit
- Volledigheid
- Thematische nauwkeurigheid

De methodiek moet erin voorzien dat voor de tien objectklassen in TOP10NL zoals benoemd in de gegevenscatalogus een uitspraak over deze vijf thema's gedaan kan worden.

Het gaat om de volgende objectklassen (in alfabetische volgorde):

- Functioneel gebied
- Gebouw
- Geografisch gebied
- Inrichtingselement
- Registratief gebied
- Reliëf
- Spoorbaandeel
- Terrein
- Waterdeel
- Wegdeel

De volgende paragraaf beschrijft de verschillende uitgangspunten die mede bepalend zijn geweest voor de methodiek. In de daarop volgende paragrafen zal de methode per thema worden beschreven.

2.2 Uitgangspunten

Bij aanvang van het project is door het Kadaster een aantal uitgangspunten aangegeven. Daar waar deze gedurende het project niet voldoende houvast gaven, zijn er extra uitgangspunten afgesproken.

1. De controle richt zich op de inhoud van het geleverde product en niet op het productie- of leveringsproces en de daarbij gebruikte software.

Bij het Kadaster wordt gebruik gemaakt van een kwaliteitsmanagementsysteem dat zich richt op processen en software. Daarom is het niet nodig om de controle daar op te richten.

Op dit moment wordt vanuit de leveringsdatabase het TOP10NL GML-bestand gegenereerd en vervolgens wordt dit GML-bestand weer gebruikt om de file geodatabase aan te maken. Fouten en afwijkingen in de GML zullen daarmee ook zichtbaar zijn in de file geodatabase. Een controle van enkel de file geodatabase voldoet om een uitspraak te doen over de kwaliteit van TOP10NL. Als echter op termijn de file geodatabase niet meer

wordt geleverd, dan kan dezelfde methodiek worden toegepast op het GML-bestand om een uitspraak te doen. In de file geodatabase worden, in tegenstelling tot het GML-bestand, een aantal attributen toegevoegd om het gebruik ervan te vergemakkelijken, maar dit zijn attributen die niet genoemd worden in de catalogus en de productspecificaties van de Basisregistratie Topografie en daarmee vallen ze buiten de scope van de controle.

2. De data wordt vergeleken met de luchtfoto's (en evt cyclorama's) die als bron zijn gebruikt bij het digitaliseren. Er wordt geen veldwerk verricht.

Bij aanvang van het project was gesteld dat de data vergeleken moest worden met de meest actuele luchtfoto's en cyclorama's. Dit uitgangspunt is aangepast tijdens het project. Reden daarvoor is dat de resultaten van de controle moeten leiden tot een uitspraak over de kwaliteit van digitaliseren en niet tot een uitspraak over de gelijkheid met de werkelijkheid in het veld. Mocht er namelijk vergeleken worden met de werkelijkheid in het veld, dan is een logisch gevolg dat er in de oudste data meer fouten zullen zitten dan in de meest recente data. Het Kadaster beheert een overzicht waarop per gebied (kaartblad) de actualiteit van de luchtfoto's staat aangegeven waarop de TOP10NL data is gebaseerd.

3. Daar waar luchtfoto en cyclorama niet met elkaar overeenkomen, is de luchtfoto leidend.

Dit betekent dat als er op een cyclorama een nieuw object voorkomt dat niet te zien is op een luchtfoto, dit object ook niet in de data mag voorkomen. Dit geldt ook als de cyclorama actueler is dan de luchtfoto. Dit uitgangspunt hangt uiteraard samen met de afspraak dat er gekeken wordt naar de kwaliteit van digitaliseren en niet naar de overeenkomst met de werkelijkheid in het veld.

4. De methodiek richt zich op de TOP10NL data in de formaten die door het Kadaster aan de klant worden geleverd, namelijk de filebased geodatabase en GML.

Een andere optie zou kunnen zijn dat de data in de 'Kerndatabase' of de 'Leveringsdatabase' van het Kadaster wordt gecontroleerd. Het gaat er uiteindelijk om dat er juiste gegevens aan de klanten wordt geleverd. Een uitspraak over de kwaliteit van de data in een van de genoemde databases is niet direct een uitspraak over de kwaliteit van de geleverde data. Bovendien is het praktischer om de uitgeleverde data te controleren, omdat het controleproces dan onafhankelijk is van het productieproces.

5. De data moeten voldoen aan de Catalogus Basisregistratie Topografie versie 2.0 (catalogusbrt2_0.pdf) en de Productspecificaties Basisregistratie Topografie versie 2.0 (productspecificaties_BRT_2.0.pdf)

Eerder was gesteld dat de data moeten voldoen aan de gegevenscatalogus zoals beschreven in de online stelselcatalogus op https://catalogus.stelselcatalogus.nl/StelselCatalogus/WAStelselcatalogus/basisregistratiecatalogi_algemene_specificaties/basisregistratie_catalogi/Topografie. Deze online catalogus is afgeleid van de Catalogus Basisregistratie Topografie zoals die als pdf met de data wordt meegeleverd. Daarin is echter niet de multiplicititeit en optionaliteit van attributen opgenomen. Bij een controle is het essentieel om deze kenmerken wel te weten.

2.3 Actualiteit van de dataset

2.3.1 Definiëring

In het controleprotocol van het Kadaster staat het volgende definitie over de actualiteit:

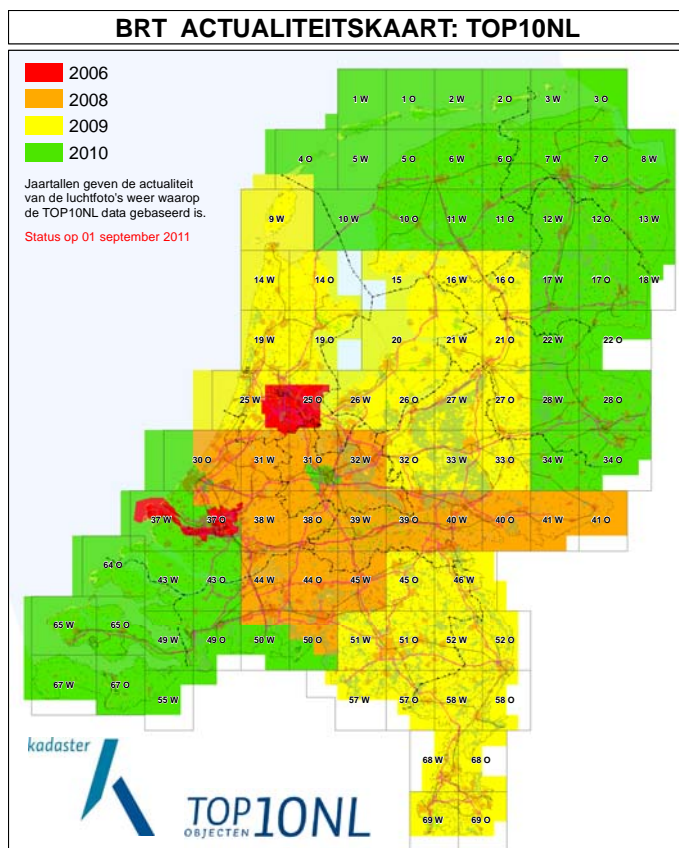
“De actualiteit betreft het aantal kaartbladen dat geactualiseerd in de kerndatabase is geplaatst. Uitgegaan wordt van het jaar waarin de luchtfoto is gemaakt en die derhalve als basis heeft gediend voor de actualisatie. Gerapporteerd wordt het percentage bladen dat voldoet aan de eis van 2-jaren-actualiteit.”

Het werkproces bij het Kadaster is ingericht per kaartblad. In de kerndatabase komt alle bewerkte data samen en vervolgens wordt deze data overgeheveld naar de leveringsdatabase. Vanuit de leveringsdatabase worden de data in GML- en filegeodatabaseformaat geleverd. De actualiteit van de geleverde bestanden komt daarmee overeen met de actualiteit van de kerndatabase.

Bij een herziening worden alle objectklassen meegenomen. Dit betekent dat voor wat betreft de actualiteit er geen onderscheid zal zijn tussen de objectklassen.

2.3.2 Beschrijving

Het Kadaster heeft zelf een overzicht waarop per gebied/kaartblad is te zien van welk jaar de gebruikte luchtfoto is. Dit overzicht wordt gebruikt om het percentage bladen te rapporteren dat voldoet aan de actualiteitseis van 2 jaar.



Zoals in bovenstaande kaartje te zien is, kan er binnen een kaartblad verschil in actualiteit zitten. In deze gevallen wordt de oudste luchtfoto als bepalend genoemd voor de actualiteit van het hele kaartblad.

Het percentage bladen dat voldoet aan de eis van 2-jaren-actualiteit wordt als volgt bepaald:

1. Tel het aantal kaartbladen (A).
2. Registreer per kaartblad wat de oudste luchtfoto is.
3. Tel het aantal kaartbladen waarvan het datum van de luchtfoto maximaal 2 jaar ligt voor de datum van levering van de te controleren data (B).
4. Deel B door A en vermenigvuldig dit met 100.

2.3.3 Toelichting

Bij een controle van in 2011 geleverde data telt men in stap 3 de kaartbladen met jaartallen 2009, 2010 en 2011. In dit geval rekent men in het ergste geval data met een actualiteit van 2 jaar en 11 maanden nog als juist. Beter zou het zijn als de gegevens op maandniveau beschikbaar zijn.

Een andere optie om de actualiteit te bepalen zou kunnen zijn door gebruik te maken van de waarde van het attribuut 'brondatum'. Dit zou een actualiteit kunnen geven per objectklasse. Er is echter door het Kadaster aangegeven dat de ingevulde waarde bij het genoemde attribuut niet klopt en daarmee is het onbruikbaar om het te gebruiken om de actualiteit te bepalen.

2.4 Kwaliteitsgegevens per objectklasse

De actualiteit van TOP10NL wordt gegeven voor de hele dataset. De andere vier controleaspecten, die worden gebruikt om de kwaliteit van de data te toetsen, worden per objectklasse vastgelegd.

Het gaat daarbij om de volgende thema's:

- Logische consistentie
- Positionele nauwkeurigheid
- Volledigheid
- Thematische nauwkeurigheid

Het is praktisch gezien niet mogelijk om deze thema's voor alle objecten in de dataset te controleren. Daarom zal er een steekproef moeten worden genomen. De volgende paragraaf beschrijft hoe deze steekproef gedaan moet worden. De daarop volgende paragrafen beschrijven de controlemethodiek voor de hierboven genoemde thema's.

2.4.1 Steekproefopzet

Eisen validatiesteekproef

Omdat een volledige inspectie van TOP10NL te tijdrovend en te kostbaar is zal de kwaliteit steekproefgewijs worden beoordeeld. Bij de opzet van een steekproef voor validatie is het volgende van belang:

1. Onafhankelijkheid. De validatiegegevens mogen niet zijn gebruikt bij de vervaardiging van het product dat wordt gevalideerd.
2. Objectiviteit. De geldigheid van de validatieresultaten mag niet ter discussie staan.
3. Nauwkeurigheid. Een herhaling van de steekproef mag niet tot een te afwijkend beeld van de kwaliteit van het product leiden.

Referentiedata

Luchtfoto's (orthofotomozaïeken) en cyclorama's worden gebruikt als referentiedata. De luchtfoto's zijn ook gebruikt in het productieproces van TOP10NL en dus niet onafhankelijk wanneer het doel van de validatie is om het verschil tussen TOP10NL en de *ground truth* te kwantificeren. Door te veronderstellen dat de luchtfoto's de *ground truth* exact weergeven wordt het digitaliseerproces van de luchtfoto's gevalideerd, en kunnen de luchtfoto's zelf als onafhankelijke bron worden beschouwd.

Kanssteekproef of gerichte steekproef?

Objectiviteit kan worden nagestreefd door de steekprofeenheden te selecteren met een kanssteekproef. ISO 19114 (Geographic information – Quality evaluation procedures), blz. 30-35, geeft een handleiding voor steekproeven, gebaseerd op ISO 2859 en ISO 3951-1. Deze handleiding maakt onderscheid tussen *judgemental sampling* en *probabilistic sampling*, en stelt dat bij *probabilistic sampling* conclusies voor de populatie als geheel mogen worden getrokken.

Om te kunnen beoordelen of de kwaliteit van een product nauwkeurig genoeg is vastgesteld, moet de nauwkeurigheid van het validatieresultaat bekend zijn. Als een kanssteekproef is toegepast dan kan deze nauwkeurigheid van het validatieresultaat objectief worden gekwantificeerd.

Samengevat is verzameling van additionele, onafhankelijke gegevens met een kanssteekproef aan te bevelen voor de validatie van kaarten (zie ook Stehman en Czaplewski, 1998; Stehman, 2000; Brus *et al.*, 2011).

Keuze tussen een *feature-guided* of *area-guided* steekproef

ISO 19114 maakt onderscheid tussen *feature-guided* en *area-guided* steekproeven. Bij een *feature-guided* steekproef worden eenheden geselecteerd op basis van niet-ruimtelijke attributen en niet op basis van de

locatie. Er wordt een selectie gemaakt uit een lijst objecten, bijvoorbeeld gebouwen of wegdelen. Een aantal validatiematen hebben betrekkingen op gehele objecten, zoals wegdelen. Voor het kwantificeren van deze maten is een *feature-guided* steekproef het meest geschikt.

Bij een *area-guided* steekproef zouden objecten gedeeltelijk binnen een geselecteerd gebied kunnen vallen. Als geselecteerd gebied kan men bijvoorbeeld denken aan een 'km-hok': een gebied van 1 x 1 kilometer. Desondanks is het wel mogelijk om het aantal objecten in de doelpopulatie te schatten dat voldoet aan een bepaald kwaliteitscriterium.

De doelgrootheid is in dit geval het aantal als fout beoordeelde objecten per km-hok, waarbij het aantal kleiner dan 1 kan zijn als een object gedeeltelijk in een km-hok ligt. Als een object bijvoorbeeld voor 20 % in een geselecteerd km-hok valt, dan kun je het gehele object beoordelen, dus ook het deel buiten het geselecteerde km-hok. De beoordeling wordt vervolgens vermenigvuldigd met 0,2. Stel dat de beoordeling van het object 'goed' of 'fout' is, 0 of 1, dan krijgt het object dat voor 20 % in het geselecteerde km-hok ligt de waarde 0,2 (de fractie van het als fout beoordeelde object dat in het geselecteerde km-hok ligt). Uiteindelijk kan op basis van de selectiekansen van de km-hokken een zuivere schatting van het aantal 'foute' objecten per km-hok gemaakt worden. Dit aantal vermenigvuldigd met het aantal km-hokken is een schatting van het totaal aantal 'foute' objecten in de doelpopulatie.

Bij *feature-guided* steekproeven kunnen geen *errors of omission* (in de dataset ontbrekende objecten) worden vastgesteld als het steekproefkader bestaat uit de objecten die in TOP10NL aanwezig zijn. *Errors of omission* zijn alleen vast te stellen als het steekproefkader bestaat uit de objecten die in de referentiedata, dus de luchtfoto's en cyclorama's, aanwezig zijn. Dit zou complete digitalisatie van de referentiedata inhouden, wat praktisch niet haalbaar is. Voor het vaststellen van *errors of omission* is dus *area-guided sampling* nodig.

Omdat informatie voor een aantal deelgebieden afzonderlijk gewenst is, en omdat voor opschaling van de validatieresultaten naar Nederland ruimtelijke spreiding gewenst is, zouden bij *feature-guided* steekproeven lijsten objecten per deelgebied moeten worden opgesteld (stratificatie). Binnen objecten zou ook naar objecttype kunnen worden gestratificeerd (bijvoorbeeld terreinen met grasland, terreinen met heide, terreinen met akkerland), om te voorkomen dat bepaalde typen niet worden gevalideerd.

Tabel 1 vat de voor- en nadelen van *feature-guided* en *area-guided* sampling voor validatie van TOP10-NL samen.

Tabel 1 Voor- en nadelen van *area-guided* en *feature-guided* sampling

	Voordelen	Nadelen
Area-guided sampling (km-hokken)	Nauwkeurige informatie voor een aantal km-hokken, aantrekkelijk voor rapportage, presentatie	Bij opschaling van objectgebaseerde kwaliteitsparameters is het nodig de proportie van het object binnen het geselecteerde km-hok te bepalen.
	Geografische spreiding eenvoudig na te streven door stratificatie	Risico dat objecten uit een bepaalde objectklasse, of met een bepaalde attribuutwaarde, niet of nauwelijks worden geselecteerd. Daardoor is bijvoorbeeld geen stratificatie naar objecten met specifieke attribuutwaarden mogelijk. Bijvoorbeeld: het kan zijn dat wegdelen met type weg= autosnelweg niet binnen de geselecteerde km-hokken vallen.
Feature-guided sampling (objecten)	Opschaling van objectgebaseerde kwaliteitsparameters is relatief eenvoudig	Geen informatie over omission error
	Stratificatie naar objecttype is mogelijk	Geografische spreiding niet eenvoudig na

		te streven door stratificatie: eerst moeten de gehele objecten tot strata worden toegekend.
--	--	---

Wij kiezen voor *area-based sampling*, nl. van km-hokken waarvoor een *full inspection* zal worden uitgevoerd. Op basis van deze steekproef kunnen schattingen worden gemaakt van aantallen foute objecten per objectklasse, voor heel Nederland.

Indeling in deelgebieden (strata)

De doelpopulatie, Nederland, zal worden ingedeeld in deelgebieden (strata) zodat ruimtelijke spreiding van de geselecteerde km-hokken bereikt, wat gunstig is voor de nauwkeurigheid van de validatieresultaten. De twaalf provincies vormen de strata.

Grootte van steekproefeenheden

De steekproefeenheden zijn 1/4x1/4 km-vierkanten (zogenaamde 1/4km-hokken). Deze zijn groot genoeg om voor alle validatiecriteria nauwkeurige waarnemingen te kunnen doen.

Steekproefomvang

Voor een juiste bepaling van de steekproefomvang dient er informatie beschikbaar te zijn over de variatie in fouten. Bij de eerste controle is deze informatie niet beschikbaar en zal de steekproef afhangen van de beschikbare tijd. Op basis van een proef kan ingeschat worden hoeveel tijd het gemiddeld kost om een full inspection uit te voeren van een 1/4km-hok. Vervolgens kan het totaal aantal te selecteren 1/4km-hokken berekend worden.

Na de uitwerking van de resultaten van de eerste validatiesteekproef is er informatie over de variatie in fouten. Met deze informatie en een nauwkeurigheidseis voor het validatieresultaat kan de benodigde omvang voor een volgende steekproef worden geschat, met de formules gegeven in De Gruijter *et al.* (2006, blz. 111) en in Brus *et al.* (2006, blz. 161-162).

Selectie van de steekproefeenheden

Er zijn 60 steekproefeenheden zijn geselecteerd, proportioneel naar oppervlakte over de twaalf provincies. De selectiekansen zijn proportioneel aan het totaal aantal objecten in een steekproefeenheid. Er is geselecteerd met teruglegging. De insluitkansen zijn berekend analoog aan Brus *et al.* (2006, vergelijking 1):

$$p_{hi} = \frac{a_{hi}}{\sum_{j=1}^{N_h} a_{hj}} \quad (1)$$

met a_{hi} het aantal objecten in 1/4km-hok i in provincie h , en N_h het totaal aantal 1/4km-hokken in provincie h .

2.4.2 Logische consistentie

Definitie

Logische consistentie is de mate van overeenstemming met regels voor de gegevensstructuur, voor de toekenning van attributen en voor relaties (naar Jakobsson en Giversen, z.j.). Logische consistentie kent een aantal sub-elementen:

- Conceptuele consistentie: de overeenstemming met regels van het conceptuele schema;
- Domeinconsistentie: de overeenstemming van waarden met het domein voor deze waarden;
- Formatconsistentie: de mate waarin gegevens zijn opgeslagen in overeenstemming met de fysieke structuur van het gegevensbestand;
- Topologische consistentie: juistheid van topologische karakteristieken van een gegevensbestand.

Beschrijving

De validatie van logische consistentie vindt plaats door middel van interne directe evaluatie, wat wil zeggen dat alleen de data van TOP10NL worden gebruikt om logische consistentie te beoordelen. Logische consistentie wordt gekwantificeerd met het aantal fouten. Dit aantal wordt per objectklasse geschat uit een steekproef van 1/4km-hokken. Voor elk 1/4km-hok wordt het aantal foute objecten per objectklasse geteld. Hieruit kan een gemiddeld aantal fouten per 1/4km-hok worden geschat, voor de interessegebieden en voor heel Nederland. Hieruit kan ook de fractie fout gekarteerde objecten per objectklasse worden geschat.

Het Kadaster controleert tijdens het productieproces automatisch op een groot aantal aspecten van logische consistentie. Een aandachtspunt is dat er 'onbekende fouten' kunnen voorkomen, waarin de controleprogrammatuur van het Kadaster momenteel niet voorziet. Tijdens de *full inspection* van de km-hokken zal ook worden beoordeeld of de controleprogramma's van het Kadaster volledig zijn, m.a.w., of er fouten voorkomen doordat hierop niet tijdens de productie is gecontroleerd.

Omdat de validatieprogrammatuur alleen wordt gebruikt bij een herziening van een gebied zal niet voor heel Nederland de laatste versie van de validatieprogrammatuur gebruikt zijn. Tijdens de controle zullen validatieregels zoals beschreven in de laatste versie van de softwarebeschrijving worden gecontroleerd. Per object zal worden vastgelegd of de validatieregels hierop zijn toegepast.

Gerapporteerd wordt het percentage foute objecten per interessegebied en voor heel Nederland. Daarnaast worden mogelijk ontbrekende regels voor logische consistentie gerapporteerd.

Toelichting

Omdat een aantal controles al automatisch heeft plaatsgevonden spitst de validatie op logische consistentie zich toe op het opsporen van omissies in de validatieregels van het bestaande controlesysteem.

2.4.3 Positionele nauwkeurigheid

Definitie

Positionele nauwkeurigheid geeft de mate van overeenstemming aan tussen de gekarteerde en werkelijke positie van elementen. Bij de validatie van TOP10NL gaat het om de overeenstemming met de positie op de luchtfoto's die zijn gebruikt bij de laatste herziening van het betreffende gebied.

Volgens het Controleprotocol TOP10NL (versie 1.0, Van den Berg, 2011) is de norm voor positionele nauwkeurigheid een maximale afwijking van 3 meter ten opzichte van de luchtfoto. Uit mondelinge toelichting blijkt dat deze norm betrekking heeft op de *RMSE* voor een object. Voor de maximale positionele fout van een object geldt een norm van 5 meter.

Voor n punten i in het tweedimensionale vlak kan de positionele nauwkeurigheid worden samengevat met de *Root Mean Squared Error (RMSE)* in de geografische coördinaten (x_i, y_i) .

Beschrijving

Om de RMSE te kunnen berekenen moet van tevoren vastgesteld worden welke coördinaatparen meegenomen worden in de berekening. Voor puntobjecten is dit eenvoudig, omdat er maar één coördinaatpaar is. De RMSE van een lijnobject kan goed worden bepaald voor duidelijk gedefinieerde punten op de lijn, zoals de eindpunten. Voor de rest van de lijn is het moeilijk om de positionele nauwkeurigheid te kwantificeren (Tveite en Langaas, 1999, blz. 30). Voor vlakobjecten worden de hoekpunten gebruikt waarvan de positie eenvoudig is te

identificeren op de luchtfoto's. Voor gebouwen zal dit makkelijker zijn dan voor terreindelen (denk aan overhangende bomen).

Binnen de in de steekproef geselecteerde km-hokken worden alle objecten in hun geheel beoordeelt, dus ook het deel dat buiten het 1/4km-hok valt.

In elk geselecteerd 1/4km-hok wordt voor elk van toepassing zijnde coördinaatpaar van een object de afwijking in x- en y-richting bepaald tussen de positie in TOP10NL en de positie op de luchtfoto ($e_{x,i}$ en $e_{y,i}$). Vervolgens wordt de gekwadrateerde fout e_i^2 berekend. Per km-hok en per objectklasse wordt vervolgens de *RMSE* van de objecten berekend (vergelijking (1)). Dit levert op het niveau van individuele km-hokken nauwkeurige informatie op over de positionele nauwkeurigheid per objectklasse.

$$\begin{aligned} e_{x,i} &= x_{m,i} - x_{r,i} \\ e_{y,i} &= y_{m,i} - y_{r,i} \\ e_i^2 &= e_{x,i}^2 + e_{y,i}^2 \\ RMSE &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2} \end{aligned}$$

De *RMSE's* worden opgeschaald naar schattingen voor de interessegebieden en Nederland. Hiervoor gebruiken we de *squared errors* van de individuele objecten (e_i^2), en maken een schatting voor het totaal door de *squared errors* per geselecteerd km-hok te sommeren, vervolgens deze sommen te middelen over het aantal geselecteerde 1/4km-hokken en dit gemiddelde te vermenigvuldigen met het totale aantal 1/4km-hokken. Dit totaal delen we door het totaal aantal objecten, op dezelfde wijze geschat uit de steekproef. Het kan namelijk worden aangetoond dat de *RMSE* nauwkeuriger kan worden geschat door uit te gaan van geschatte totalen i.p.v. werkelijke totalen, omdat de teller (totaal van gekwadrateerde fouten) en de noemer (totaal aantal objecten) positief gecorreleerd zijn. De ratio van beide schattingen geeft een ratio-schatting voor de *MSE*, de wortel daaruit is de *RMSE*. Door niet direct de *RMSE's* op te schalen maar eerst de *squared errors* en de totale aantallen en daarna de *RMSE* te berekenen houden we rekening met km-hokken die deels buiten de doelpopulatie, dus op de grens van Nederland, liggen (zie Brus *et al.*, 2006). Gerapporteerd wordt de *RMSE* per objectklasse voor heel Nederland.

Indien de afwijking van een coördinatenpaar meer dan 5 meter is (*squared error* > 25 m²), dan voldoet dit niet aan de gestelde norm. Een object waarvoor dit geldt wordt als fout beoordeeld.

De beste manier om de afwijking te bepalen is door gebruik te maken van de *squared error*. Deze mag niet meer bedragen dan 25 m². Een object waarbij de *squared error* groter is, wordt als fout beoordeeld.

Per 1/4km-hok tellen we het aantal fout beoordeelde objecten. Dit aantal schalen we op tot een fractie objecten dat niet aan de 5m-norm voldoet, voor Nederland, met de ratio-schatting. Er wordt dus een schatting gemaakt van het totaal aantal puntobjecten dat niet aan de norm voldoet, en van het totaal aantal puntobjecten, en van deze twee wordt de ratio berekend.

Gerapporteerd wordt het percentage objecten met een afwijking van meer dan 5 meter per objectklasse voor heel Nederland.

De fractie objecten dat niet aan de norm voor positionele nauwkeurigheid voldoet wordt als volgt geschat.

Eerst wordt voor elk geselecteerd 1/4km-hok het aantal objecten bepaald dat niet aan de norm voldoet. Van elk object j in 1/4km-hok i in stratum h is de fractie f_{hij} bekend waarmee dit object in het 1/4km-hok hi valt. De indicatorvariabele y_{hij} heeft waarde 1 als een object niet aan de norm voldoet en 0 als het object wel aan de norm voldoet. Het aantal objecten z_{hi} in een 1/4km-hok dat niet aan de norm voldoet bepalen we met:

$$z_{hi} = \sum_{j=1}^k y_{hij} f_{hij} \quad (2)$$

Het totaal aantal objecten t_{hi} in een 1/4km-hok is gelijk aan de som van de fracties:

$$t_{hi} = \sum_{j=1}^k f_{hij} \quad (3)$$

Het aantal objecten in provincie h dat niet aan de norm voor positionele nauwkeurigheid voldoet wordt geschat met de Hansen-Hurwitz-schatter, zie Brus *et al.* (2006, vergelijking 5):

$$\hat{z}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{z_{hi}}{p_{hi}} \quad (4)$$

waarin n_h het aantal 1/4km-hokken is dat is geselecteerd in provincie h , en p_{hi} de kans is waarmee dit 1/4km-hok is geselecteerd, zie vergelijking (1).

Het totaal aantal objecten in provincie h kan eveneens met de Hansen-Hurwitz-schatter worden geschat, zie Brus *et al.* (2006, vergelijking 9):

$$\hat{t}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{t_{hi}}{p_{hi}} \quad (5)$$

Vervolgens kan de fractie objecten dat niet aan de norm voor positionele nauwkeurigheid voldoet worden geschat met de volgende *group ratio estimator*, zie Brus *et al.* (2006, vergelijking 4 en 10):

$$\hat{f}_{gr} = \frac{\sum_{h=1}^L \hat{z}_h}{\sum_{h=1}^L \hat{t}_h} \quad (6)$$

De nauwkeurigheid waarmee \hat{f}_{gr} wordt geschat kan worden uitgedrukt met de steekproefvariantie. Om deze te berekenen wordt eerst het volgende residu berekend (Brus *et al.*, 2006, vergelijking 11):

$$e_{hi} = z_{hi} - \hat{f}_{gr} \cdot t_{hi} \quad (7)$$

Vervolgens wordt een nieuwe variabele d_{hi} gedefinieerd:

$$d_{hi} = \frac{e_{hi}}{p_{hi}} \quad (8)$$

Hieruit wordt de steekproefvariantie van het geschatte totaal van e_{hi} , \hat{T}_h , per provincie berekend (zie Brus *et al.*, 2006, vergelijking 6):

$$\hat{v}(\hat{T}_{e,h}) = \frac{\hat{s}_h^2(d)}{n_h} \quad (9)$$

waarin $\hat{s}_h^2(d)$ de populatievariantie van d in provincie h is. Vervolgens wordt hieruit de steekproefvariantie voor het geschatte totaal van e voor geheel Nederland berekend (zie Brus *et al.*, 2006, vergelijking 7):

$$\hat{v}(\hat{T}_e) = \sum_{h=1}^L \hat{v}(\hat{T}_{e,h}) \quad (10)$$

Hieruit wordt de steekproefvariantie van het geschatte totaal van e als fractie van het totaal aantal objecten berekend:

$$\hat{v}(\hat{t}_e) = \frac{1}{T^2} \hat{v}(\hat{T}_{e,h}) \quad (11)$$

waarin T het bekende totaal aantal objecten in heel Nederland is (zie Brus *et al.*, 2006, vergelijking 8). De variantie van de *group ratio estimator* \hat{f}_{gr} kan nu worden berekend met:

$$\hat{v}(\hat{f}_{gr}) = \frac{\hat{v}(\hat{t}_e)}{\bar{t}^2} \quad (12)$$

(zie Brus *et al.*, 2006, vergelijking 12), waarin \bar{t} het gemiddelde aantal objecten per steekproefeenheid is.

Visuele controle

Vanwege de hoeveelheid werk kan men om redenen van beschikbaar budget en beschikbare tijd er voor kiezen om niet de RMSE en squared error te berekenen voor de coördinaatparen. In dat geval kan men een visuele controle doen. Het is dan alleen mogelijk om te controleren op de maximale afwijking van 5 meter. Er wordt een buffer van 5 meter gegenereerd om de puntobjecten, de lijnobjecten en de omtrek van de vlakobjecten uit TOP10NL. Indien het object (of in geval van vlakobjecten de omtrek van het object) op de luchtfoto geheel of gedeeltelijk buiten de buffer ligt, dan voldoet het niet aan de norm en wordt het als fout aangemerkt.

Van de lijnobjecten en vlakobjecten die niet in zijn geheel in het geselecteerde km-hok vallen, wordt bepaald welke fractie wel in het km-hok ligt. Indien een lijn voor 20% in het geselecteerde km-hok ligt, dan wordt dit lijnobject geteld als 0,2 goed of 0,2 fout in de telling van het aantal goede of foute lijnobjecten per km-hok. Vervolgens kan men het totaal aantal fouten per km-hok tellen en met behulp van de ratio-schatter het percentage objecten met een afwijking van meer dan 5 meter per objectklasse voor elk van de interessegebieden en voor heel Nederland bepalen.

Toelichting

Volledige inspectie van de doelpopulatie op positionele nauwkeurigheid is praktisch (en financieel) gezien onmogelijk. Volstaan moet worden met een steekproef. Bij de steekproef voeren we een volledige inspectie uit van een aantal geselecteerde km-hokken. Alleen van puntgegevens is een *RMSE* te schatten en te toetsen aan de norm van 3 meter. Voor lijnen en omtrekken van vlakken kan de *RMSE* niet eenvoudig worden geschat. Een mogelijkheid is om een aantal punten op de lijn of omtrek te loten, en de afstand te meten tot het dichtstbijzijnde punt op de corresponderende lijn of omtrek in de referentiedata. Dit vereist echter digitalisatie van de referentiedata, waarbij opnieuw fouten kunnen optreden. We beperken de toetsing op basis van *RMSE* daarom tot punten die eenvoudig in de referentiedata kunnen worden gedefinieerd.

De 5m-norm voor de maximale positionele afwijking is een harde norm, en het is belangrijk dat voor alle punt-, lijn- en vlakobjecten per objectklasse wordt geschat wat het aandeel objecten is dat niet aan deze norm voldoet. Dit schatten we uit de ratio van het geschatte aantal objecten dat niet voldoet en het geschatte totaal aantal objecten (ratio-schatter, zie ook Brus *et al.*, 2006).

2.4.4 Volledigheid

Definitie

Onder volledigheid (*completeness*) verstaan we de aan- of afwezigheid van objecten, hun attributen of hun relaties (Jakobsson en Giversen, z.j.). We maken onderscheid tussen omissie (het ontbreken van gegevens) en commissie (teveel aan gegevens).

Volledigheid, positionele nauwkeurigheid en thematische nauwkeurigheid hangen met elkaar samen.

Onvolledigheid kan leiden tot lagere thematische nauwkeurigheid. Als bijvoorbeeld één terreinobject in TOP10NL op de luchtfoto uit twee terreinobjecten bestaat, kan dat worden gezien als een omissie en als een classificatiefout. Een positionele afwijking van een puntobject over de grens van een geselecteerd 1/4km-hok heen kan zich uiten als een omissie- fout en/of commissiefout.

Beschrijving

We voeren een steekproef uit, waarbij km-hokken worden geselecteerd. Het aantal omissies en commissies kan door een volledige inspectie nauwkeurig voor elk van de geselecteerde km-hokken worden vastgesteld. Per objectklasse wordt in elk geselecteerd 1/4km-hok het aantal ontbrekende en het aantal overvloedige

objecten geteld (resp. omissies en commissies). We schatten vervolgens het aantal omissies en commissies per oppervlakte-eenheid (vierkante km), voor heel Nederland.

Het totaal aantal commissies wordt als volgt geschat:

$$z_{hi} = \sum_{j=1}^k y_{hij} f_{hij} \quad (13)$$

Het aantal commissies in provincie h wordt geschat met de Hansen-Hurvitz-schatter, zie Brus *et al.* (2006, vergelijking 5):

$$\hat{z}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{z_{hi}}{p_{hi}} \quad (14)$$

Het totaal aantal commissies voor Nederland wordt geschat met

$$\hat{z} = \sum_{h=1}^L \hat{z}_h \quad (15)$$

(zie Brus *et al.*, 2006, vergelijking 4). Door dit aantal te delen door de werkelijke oppervlakte wordt het geschatte aantal commissies per oppervlakte-eenheid verkregen. De steekproefvariantie van \hat{z} wordt geschat met

$$\hat{v}(\hat{z}) = \sum_{h=1}^L \hat{v}(\hat{z}_h) \quad (16)$$

waarin

$$\hat{v}(\hat{z}_h) = \frac{\hat{s}_h^2(d)}{n_h} \quad (17)$$

waarin $\hat{s}_h^2(d)$ de populatievariantie van d in provincie h is, met

$$d_{hi} = \frac{z_{hi}}{p_{hi}} \quad (18)$$

Het aantal omissies als fractie van het totaal aantal objecten in de referentieset (luchtfoto's) wordt volgens de procedure die is beschreven in vergelijking (1) tot en met (12).

Toelichting

Een volledige inspectie op volledigheid is praktisch en financieel niet mogelijk. Daarom voeren we een steekproef uit. Omissies en commissies kunnen niet worden uitgedrukt als fractie van het totaal aantal objecten in een objectklasse, omdat dit totaal niet vaststaat. Daarom worden omissies en commissies uitgedrukt per oppervlakte-eenheid.

2.4.5 Thematische nauwkeurigheid

Definitie

Onder thematische nauwkeurigheid verstaan we de nauwkeurigheid van kwantitatieve attributen en de juistheid van niet-quantitatieve attributen en van de classificaties van objecten en hun relaties (naar Jakobsson en Giversen, z.j.). Het gaat dus om de mate van juiste vulling van attributen.

Beschrijving

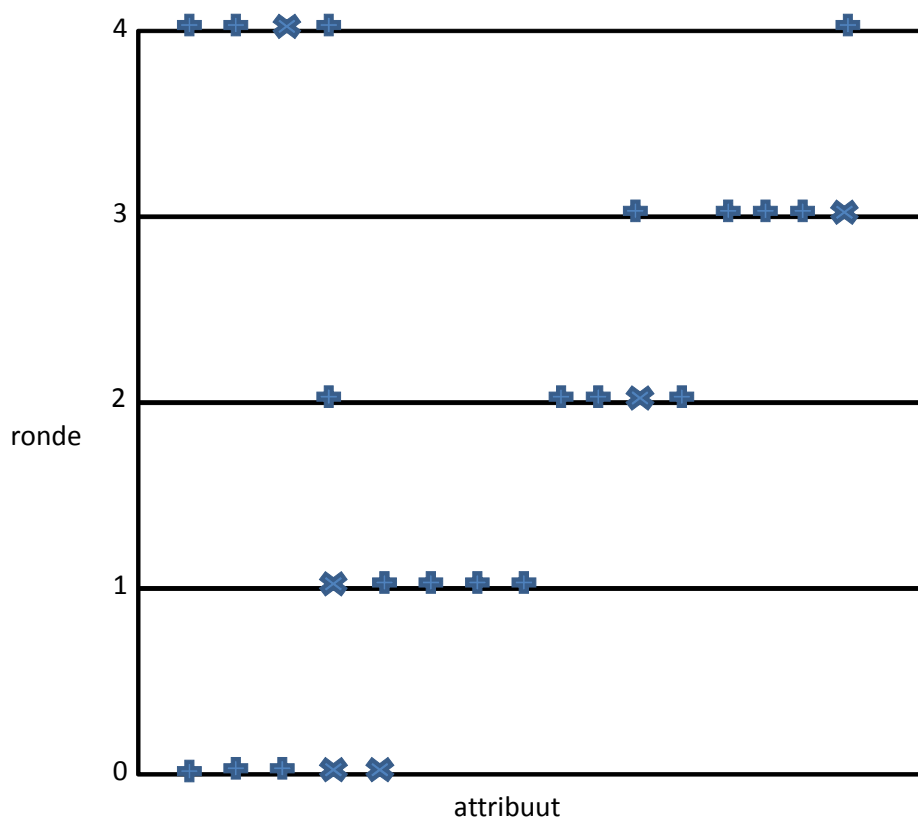
Omdat het arbeidsintensief werk is om alle attributen te controleren, wordt de volgende indeling gemaakt:

- Attributen die (vanwege het belang ervan) altijd worden gecontroleerd

- Attributen die meegenomen worden in een roterend steekproefpatroon om te bepalen of deze worden gecontroleerd
- Attributen die niet m.b.v. luchtfoto's en/of cyclorama's gecontroleerd kunnen worden.

Het roterend of alternerend steekproefpatroon wordt als volgt ontworpen:

De attributen wordt verdeeld over een aantal groepen (panels), zodanig dat na verloop van een aantal driejaarlijkse controles alle attributen tenminste één keer zijn gecontroleerd. Daarbij worden attributen die niet voldoen aan een kwaliteitsnorm voor thematische nauwkeurigheid bij de volgende controleronde wederom gecontroleerd, zodat wordt gemonitord of de thematische nauwkeurigheid voor deze attributen is verbeterd. Figuur 2 geeft schematisch het steekproefpatroon weer.



Figuur 2 Schematisch voorbeeld van een steekproefpatroon, waarin vijf attributen per ronde worden gecontroleerd. Attributen die als goed beoordeeld zijn (+) worden in de volgende meetronde vervangen door nieuwe attributen. Attributen die als fout zijn beoordeeld (x) worden in de volgende meetronde nogmaals beoordeeld. In dit voorbeeld zijn alle attributen (16) na drie ronden tenminste eenmaal gecontroleerd.

Bijlage 1 geeft per objectklasse een tabel met daarin aangegeven welk attribuut altijd wordt gecontroleerd, welk attribuut wordt geselecteerd door middel van een roterend steekproefpatroon, en welke attributen niet te controleren zijn op basis van luchtfoto's en/of cyclorama's.

Vervolgens wordt voor alle objecten in de geselecteerde 1/4km-hokken een controle uitgevoerd voor de geselecteerde attributen (Bijlage 1). Er wordt per attribuut en per object geregistreerd hoe vaak deze goed en fout is gevuld. We bepalen per geselecteerd 1/4km-hok, en per geselecteerd attribuut, het aantal objecten dat 'goed' en 'fout' is. Een object dat gedeeltelijk in een km-hok valt wordt in zijn geheel beoordeeld, en de fractie van het object dat in het km-hok valt wordt bepaald (bijvoorbeeld 20 %, 0,2). Dit object wordt geteld als 0,2

goed of 0,2 fout in de telling van het aantal goede of foute lijnobjecten per 1/4km-hok. Vervolgens schatten we voor elk geselecteerd attribuut het totale aantal goede en foute objecten, en schatten we het totale aantal objecten. De ratio van beide is een schatting voor de fractie objecten met een fout of correct attribuut. Dit is de ratio-schatter zoals ook bij validatie van positionele nauwkeurigheid wordt toegepast (zie ook Brus *et al.*, 2006).

Gerapporteerd wordt het percentage objecten per objectklasse dat met de juiste attributen is gevuld. Dit wordt gedaan voor heel Nederland.

Dit komt overeen met *percent correct*, *purity* of *user's accuracy*, zoals wordt weergegeven op de diagonalen van een zogeheten *error* of *confusion matrix* (Congalton, 1991). Omdat het aantal attributen erg groot is, is het praktisch niet mogelijk om te rapporteren uit welke attributen de fouten uit bestaan. Dit is de informatie die bij een *error matrix* in de niet-diagonaalelementen staat.

Toelichting

Het is noodzakelijk om eerst een selectie te maken van attributen die zullen worden gevalideerd, om de volgende redenen:

1. Van een aantal attributen is het niet mogelijk om de thematische nauwkeurigheid te valideren op basis van luchtfoto's en cyclorama's;
2. Het is praktisch gezien erg kostbaar en tijdrovend om van alle attributen te controleren en te registreren of deze juist zijn.

Bij de controle dient rekening gehouden te worden met het onderscheid tussen verplichte en optionele attributen. Bij optionele attributen is het toegestaan dat het attribuut geen waarde heeft.

Literatuur

- Berg, J.P. van den, 2011. *Controleprotocol TOP10NL, versie 1.0*. Apeldoorn, Kadaster.
- Brus, D.J., W. Nieuwenhuizen en A. Koomen, 2006. Can we gain precision by sampling with probabilities proportional to size in surveying recent landscape changes in the Netherlands? *Environmental Monitoring and Assessment* **122**: 153-169.
- Brus, D., B. Kempen en G. Heuvelink, 2011. Sampling for validation of digital soil maps. *European Journal of Soil Science* **62**: 394-407.
- Congalton, R.G., 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of the Environment* **37**: 35-46.
- Gruijter, J.J. de, D.J. Brus, M.F.P. Bierkens en M. Knotters, 2006. *Sampling for natural resource monitoring*. Berlijn, Springer.
- ISO, 2003. *International standard ISO 19114. Geographic information – Quality evaluation procedure*. Geneve, ISO.
- Jakobsson, A. en J. Giversen, z.j., *Guidelines for implementing the ISO 19100 geographic information quality standards in national mapping and cadastral agencies*. Eurogeographics.
- Stehman, S.V., 2000. Practical implications of design-based sampling inference for thematic map accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment* **72**: 35-45.
- Stehman, S.V. en R.L. Czaplewski, 1998. Design and analysis for thematic map accuracy assessment: fundamental principles. *Remote Sensing of Environment* **64**: 331-344.
- Tveite, H. en S. Langaas, 1999. An accuracy assessment method for geographical line data sets based on buffering. *International Journal of Geographical Information Science* **13**(1): 27-47.

Bijlage 1 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid

Tabel B1 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Functioneel gebied'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Dimensie		X	
Identificatie			X
Naam (Fr)		X	
Naam (NI)		X	
Type functioneel gebied	X		

Opmerkingen:

1. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
2. *Naam (Fr) en Naam (NI) zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*

Tabel B2 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Gebouw'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Dimensie		X	
Hoogte			X
Hoogteklasse			X
hoogteniveau		X	
Identificatie			X
Naam (Fr)		X	
Naam (NI)		X	
Status		X	
Type gebouw	X		

Opmerkingen:

1. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
2. *De juistheid van het attribuut 'hoogteniveau' wordt beoordeeld op basis van de gegevens in TOP10NL en niet op basis van de luchtfoto of cyclorama. Omissies en commissies in de data hebben op deze wijze geen invloed op de juistheid.*
3. *Naam (Fr) en Naam (NI) zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*
4. *De juistheid van het attribuut 'status' is niet altijd goed te beoordelen op basis van een luchtfoto of cyclorama. Alleen de waarden 'realisatie: in uitvoering' is duidelijk te onderscheiden. Onderscheid tussen de waarden 'onbekend', 'in gebruik' en 'buiten gebruik' is vrijwel niet te maken. Indien een object de waarde 'realisatie: nog niet in uitvoering' heeft, dan is het object niet te zien op de luchtfoto of cyclorama. Als het object echter een commissie is, dan is het ook niet te zien op het referentiemateriaal. Daardoor is niet goed te beoordelen of er al dan niet sprake is van commissie.*

Tabel B3 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Geografisch gebied'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Aantal inwoners			X
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Dimensie		X	
Identificatie			X
Naam (Fr)		X	
Naam (NI)		X	
Type geografisch gebied	X		

Opmerkingen:

1. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
2. *Naam (Fr) en Naam (NI) zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*
3. *De juistheid van het attribuut 'status' is niet altijd goed te beoordelen op basis van een luchtfoto of cyclorama. Alleen de waarden 'realisatie: in uitvoering' is duidelijk te onderscheiden. Onderscheid tussen de waarden 'onbekend', 'in gebruik' en 'buiten gebruik' is vrijwel niet te maken. Indien een object de waarde 'realisatie: nog niet in uitvoering' heeft, dan is het object niet te zien op de luchtfoto of cyclorama. Als het object echter een commissie is, dan is het ook niet te zien op het referentiemateriaal. Daardoor is niet goed te beoordelen of er al dan niet sprake is van commissie.*

Tabel B4 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Inrichtingselement'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Dimensie		X	
Hoogte			X
Hoogteniveau		X	
Identificatie			X
Naam (Fr)		X	
Naam (NI)		X	
Nummer		X	
Status		X	
Type inrichtingselement	X		

Opmerkingen:

1. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
2. *De juistheid van het attribuut 'hoogteniveau' wordt beoordeeld op basis van de gegevens in TOP10NL en niet op basis van de luchtfoto of cyclorama. Omissies en commissies in de data hebben op deze wijze geen invloed op de juistheid.*
3. *Naam (Fr), Naam (NI) en nummer zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*
4. *De juistheid van het attribuut 'status' is niet altijd goed te beoordelen op basis van een luchtfoto of cyclorama. Alleen de waarden 'realisatie: in uitvoering' is duidelijk te onderscheiden. Onderscheid tussen de waarden 'onbekend', 'in gebruik' en 'buiten gebruik' is vrijwel niet te maken. Indien een object de waarde 'realisatie: nog niet in uitvoering' heeft, dan is het object niet te zien op de luchtfoto of cyclorama. Als het object echter een commissie is, dan is het ook niet te zien op het referentiemateriaal. Daardoor is niet goed te beoordelen of er al dan niet sprake is van commissie.*

Tabel B5 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Registratief gebied'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Dimensie		X	
Identificatie			X
Naam (Fr)			X
Naam (NI)			X
Nummer			X
Type registratief gebied	X		

Opmerkingen:

1. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
2. *De thematische nauwkeurigheid van type registratief gebied is niet te beoordelen op basis van luchtfoto's en cyclorama's, maar omdat het hier om gemeenten en provincies gaat, is dit met algemene kennis goed te beoordelen.*

Tabel B6 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Reliëf'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Dimensie		X	
Functie		X	
Hoogte			X
Hoogteklasse			X
Hoogteniveau		X	
Identificatie			X
Naam (Fr)		X	
Naam (NI)		X	
Status		X	
Type reliëf	X		

Opmerkingen:

1. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
2. *De juistheid van het attribuut 'hoogteniveau' wordt beoordeeld op basis van de gegevens in TOP10NL en niet op basis van de luchtfoto of cyclorama. Omissies en commissies in de data hebben op deze wijze geen invloed op de juistheid.*
3. *Naam (Fr), Naam (NI) en nummer zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*
4. *De juistheid van het attribuut 'status' is niet altijd goed te beoordelen op basis van een luchtfoto of cyclorama. Alleen de waarden 'realisatie: in uitvoering' is duidelijk te onderscheiden. Onderscheid tussen de waarden 'onbekend', 'in gebruik' en 'buiten gebruik' is vrijwel niet te maken. Indien een object de waarde 'realisatie: nog niet in uitvoering' heeft, dan is het object niet te zien op de luchtfoto of cyclorama. Als het object echter een commissie is, dan is het ook niet te zien op het referentiemateriaal. Daardoor is niet goed te beoordelen of er al dan niet sprake is van commissie.*

Tabel B7 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Sporbaanddeel'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Aantal sporen		X	
Baanvaknaam			X
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
brugnaam		X	
Dimensie		X	
elektrificatie		X	
Fysiek voorkomen		X	
Hoogteniveau		X	
Identificatie			X
spoorbreedte		X	
status		X	
Tunnelnaam		X	
Type infrastructuur	X		
Type spoorbaan	X		
vervoerfunctie			X

Opmerkingen:

1. *Brugnaam en tunnelnaam zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*
2. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
3. *De juistheid van het attribuut 'hoogteniveau' wordt beoordeeld op basis van de gegevens in TOP10NL en niet op basis van de luchtfoto of cyclorama. Omissies en commissies in de data hebben op deze wijze geen invloed op de juistheid.*
4. *De juistheid van het attribuut 'status' is niet altijd goed te beoordelen op basis van een luchtfoto of cyclorama. Alleen de waarden 'realisatie: in uitvoering' is duidelijk te onderscheiden. Onderscheid tussen de waarden 'onbekend', 'in gebruik' en 'buiten gebruik' is vrijwel niet te maken. Indien een object de waarde 'realisatie: nog niet in uitvoering' heeft, dan is het object niet te zien op de luchtfoto of cyclorama. Als het object echter een commissie is, dan is het ook niet te zien op het referentiemateriaal. Daardoor is niet goed te beoordelen of er al dan niet sprake is van commissie.*

Tabel B8 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Terrein'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Dimensie		X	
Fysiek voorkomen		X	
Hoogteniveau		X	
Identificatie			X
Naam (Fr)		X	
Naam (NI)		X	
Type landgebruik	X		
voorkomen		X	X

Opmerkingen:

1. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
2. *De juistheid van het attribuut 'hoogteniveau' wordt beoordeeld op basis van de gegevens in TOP10NL en niet op basis van de luchtfoto of cyclorama. Omissies en commissies in de data hebben op deze wijze geen invloed op de juistheid.*
3. *Naam (Fr) en Naam (NI) zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*

Tabel B9 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Waterdeel'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
Breedte		X	
Breedteklasse			x
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Brugnaam		X	
Dimensie		x	
Functie		X	
Fysiek voorkomen		X	
Hoofdafwatering			X
Hoogteniveau		X	
Identificatie			X
Naam (Fr)		X	
Naam (NI)		X	
Scheepslaadvermogen			X
Sluisnaam		X	
Status		X	
Stroomrichting		X	
Type infrastructuur	X		
Type water	X		
Voorkomen		x	

Opmerkingen:

1. *Brugnaam, Naam (Fr), Naam (NI) en Sluisnaam zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*
2. *Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
3. *De juistheid van het attribuut 'hoogteniveau' wordt beoordeeld op basis van de gegevens in TOP10NL en niet op basis van de luchtfoto of cyclorama. Omissies en commissies in de data hebben op deze wijze geen invloed op de juistheid.*
4. *De juistheid van het attribuut 'status' is niet altijd goed te beoordelen op basis van een luchtfoto of cyclorama. Alleen de waarden 'realisatie: in uitvoering' is duidelijk te onderscheiden. Onderscheid tussen de waarden 'onbekend', 'in gebruik' en 'buiten gebruik' is vrijwel niet te maken. Indien een object de waarde 'realisatie: nog niet in uitvoering' heeft, dan is het object niet te zien op de luchtfoto of cyclorama. Als het object echter een commissie is, dan is het ook niet te zien op het referentiemateriaal. Daardoor is niet goed te beoordelen of er al dan niet sprake is van commissie.*

Tabel B10 Selectie van attributen voor controle op thematische nauwkeurigheid voor de objectklasse 'Wegdeel'

Attribuut	Altijd controleren	Controle bepaald door steekproef	Niet te controleren op basis van luchtfoto en/of cyclorama
A-wegnummer		X	
Aantal rijstroken		X	
Afritnaam		X	
Afritnummer		X	
Bronactualiteit			X
Bronbeschrijving			X
Bronnauwkeurigheid			X
Brontype			X
Brugnaam		X	
Dimensie		X	
E-wegnummer		X	
Fysiek voorkomen		X	
Gescheiden rijbaan		X	
hoofdverkeersgebruik	X		
Hoogteniveau		X	
Identificatie			X
Knooppuntnaam		X	
N-wegnummer		X	
S-wegnummer		X	
Status		X	
straatnaam (Fr)		X	
straatnaam (NI)		X	
Tunnelnaam		X	
Type infrastructuur	X		
Type weg	X		
Verhardingsbreedteklasse		X	
verhardingsbreedte		X	
verhardingstype		X	

Opmerkingen:

- 1. A-wegnummer, Afritnaam, Afritnummer, Brugnaam, E-wegnummer, Knooppuntnaam, N-wegnummer, S-wegnummer, Straatnaam (Fr), Straatnaam (NI) en Tunnelnaam zijn alleen te controleren op basis van cyclorama's en niet op basis van luchtfoto's.*
- 2. Op dit moment worden er geen 3D objecten uitgeleverd. De waarde van het attribuut 'dimensie' hoort dus altijd '2D' te zijn.*
- 3. De juistheid van het attribuut 'hoogteniveau' wordt beoordeeld op basis van de gegevens in TOP10NL en niet op basis van de luchtfoto of cyclorama. Omissies en commissies in de data hebben op deze wijze geen invloed op de juistheid.*
- 4. De juistheid van het attribuut 'status' is niet altijd goed te beoordelen op basis van een luchtfoto of cyclorama. Alleen de waarden 'realisatie: in uitvoering' is duidelijk te onderscheiden. Onderscheid tussen de waarden 'onbekend', 'in gebruik' en 'buiten gebruik' is vrijwel niet te maken. Indien een object de waarde 'realisatie: nog niet in uitvoering' heeft, dan is het object niet te zien op de luchtfoto of cyclorama. Als het object echter een commissie is, dan is het ook niet te zien op het referentiemateriaal. Daardoor is niet goed te beoordelen of er al dan niet sprake is van commissie.*

