

Directie ODR
Afdeling DPI, Team DPM



Handleiding en werkinstructie kadastrale metingen met GPS

Aanvullingen op de HTW 1996

Versie

3.4

Auteur(s)

J. van Buren

Directie ODR

Handleiding en werkinstructie kadastrale metingen met GPS

Opdrachtgever

Directeur GEO

Status

Definitief

Verspreiding

Afnemers van de HTW 1996

Versiehistorie

Versie	Datum	Auteur	Opmerking
1.0	17 mei 2004	J. van Buren	Dit rapport is de opvolger van de Handleiding toepassing GPS versie 2.0, januari 2003
1.1	1 juli 2004	J. van Buren	opmerkingen van F. Kenselaar verwerkt
1.2	5 juli 2004	J. van Buren	idem
1.3	7 juli 2004	J. van Buren	opmerkingen van A. Hoekstra en K. van der Hoek (gedeeltelijk) verwerkt
1.4	10 aug. 2004	J. van Buren	opmerkingen uit staf VIG 13-7-04 verwerkt
1.5	18 aug. 2004	J. van Buren	
2.0	26 juni 2006	J. van Buren	opmerkingen uit PVO; titel gewijzigd
3.0	4 februari 2009	J. van Buren	aansluitpunten aangepast meten
3.1	12 april 2018	R. Bruin	samenvoeging met instructie
3.2	8 maart 2021	J. Bont	Uitzetten ontvanger bij hernieuwde initialisatie Tekstuele aanpassing aktepost naar verificatiepost. Werkinstructie: betrouwbare oplossing veranderd
3.3	3 september 2021	J. Bont	naar minder betrouwbare oplossing
3.4	13 april 2022	R. Ordeman	Aanpassing pagina 11 i.v.m. blok een punt 2 keer meten.

Recensiehistorie

Versie	Datum	Recensent	Opmerking
1.0	29 juni 2004	F. Kenselaar	aanvullingen en wijzigingen in 3. en 4.3
1.1	5 juli 2004	F. Kenselaar	tekstuele aanvullingen en wijzigingen
1.2	6 juli 2004	A. Hoekstra K. van der Hoek	hoofdzakelijk 4.3 en 4.4



1.3	13 juli 2004	Staf VIG	akkoord B&M vereist
1.4	18 aug. 2004	K. van der Hoek	namens B&M
1.5	mei 2006	PVO; VT-GAB Marcel Schram	controles, aansluiting aan de kaart
2.0	april 2008	PPB	wijzigingen n.a.v. solometen

1 Inleiding

1.1 Aanvullingen op de HTW

De Handleiding Technische Werkzaamheden (HTW1996) is de normstellende handleiding voor de manier waarop landmeetkundige werkzaamheden bij het Kadaster moeten worden uitgevoerd. Deze Handleiding kadastrale metingen met GPS geeft aanvullende regels voor het uitvoeren en verwerken van verificatiemetingen met GPS. Deze handleiding vervangt de Handleiding toepassing GPS. In deze handleiding wordt steeds uitgegaan van het meten met Real Time Kinematic (RTK) GPS ten opzichte van NETPOS, of van gecertificeerde GPS-referentiestations, waardoor direct coördinaten in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD) kunnen worden bepaald. Metingen met GPS ten opzichte van andere referentiepunten worden beschouwd als een vrije opstelling zoals bij een tachymetermeting en moeten ook als zodanig worden gemeten en verwerkt.

In deze handleiding staat de term GPS voor de verzameling van satellietnavigatie systemen zoals GPS, GLONASS en Galileo, ook wel aangeduid als GNSS (Global Navigation Satellite Systems).

1.2 Verificatiemetingen

Het Kadaster voert metingen uitvoor:

1. Het vastleggen van kadastrale grenzen zodat deze later gereconstrueerd kunnen worden.
2. De bijhouding van de kadastrale kaart.

Om aan deze doelstellingen te kunnen voldoen gelden de volgende hoofdregels voor het HTW conform meten van akteposten met GPS:

1. Metingen van kadastrale grenzen moeten gecontroleerd worden uitgevoerd.
2. In de nabijheid aanwezige goed op de kaart en in het terrein identificeerbare punten moeten in de meting worden opgenomen.

1.3 NETPOS en gecertificeerde GPS-referentiestations

Sinds oktober 2005 is het kadastrale GPS-netwerk voor Nederland NETHERlands POSitioning Service (NETPOS) operationeel. Met dit referentienetwerk en een geschikte GPS-ontvanger kunnen overal in Nederland direct, met cm precisie, punten worden bepaald in RD. Binnen NETPOS wordt gerekend met het Europese coördinatenstelsel ETRS89. Sinds 2000 is het RD-stelsel gedefinieerd als de transformatie RDNAPTRANSTMyyyy van ETRS89, waarbij yyyy staat voor het jaar van publicatie.

GPS-referentiestations van andere netwerken dan NETPOS worden jaarlijks gecertificeerd door GEO/MGEO/GRS en het NAP samenwerkend onder de naam RDNAP. Hierbij worden de coördinaten van de stations vastgesteld.

Een GPS-meting ten opzichte van NETPOS, of van gecertificeerde GPS-referentiestations, levert met RDNAPTRANSTMyyyy coördinaten met terrestrische precisie in het RD-stelsel.

1.4 Inzet van GPS bij het Kadaster

GPS wordt bij het Kadaster ingezet voor de volgende landmeetkundige werkzaamheden:

- verificatiemetingen waaronder ook begrepen splitsing vooraf
- uitzetten en onafhankelijk inmeten van kadastrale grenzen (grensreconstructie)
- uitzetten en onafhankelijk inmeten van kavels in landinrichtingsprojecten
- leggen van tijdelijke detailgrondslag bv. voor tachymeter metingen

Deze handleiding geeft regels voor verificatiemetingen, waaronder ook begrepen is het onafhankelijk inmeten bij grensreconstructie en kaveluitzetting.

1.5 Controles

GPS-metingen ten opzichte van NETPOS leveren RD-coördinaten met terrestrische precisie. Dit laat onverlet dat voor de betrouwbaarheid controles voor het vastleggen van kadastrale grenzen voor reconstructie steeds noodzakelijk blijven. Eén of meer van de volgende controles moeten bij gebruik van GPS worden toegepast:

1. Geometrische relaties (haaksheid; evenwijdigheid; collineariteit).
Vooral collineariteit (drie of meer punten op een lijn) is met GPS eenvoudig uit te voeren en daarom geschikt als controle bij GPS-metingen van grenzen.
2. Twee maal meten van hetzelfde punt met GPS.
De tweede meting moet zo onafhankelijk mogelijk van de eerste worden uitgevoerd, ten minste moet tussen de beide metingen opnieuw worden geïnitieerd.
3. Tachymetrie.
Tachymetrie wordt vooral als aanvulling op de GPS-meting gebruikt, maar kan daarbij ook de GPS-metingen controleren.

2 Vastleggen van kadastrale grenzen voor reconstructie

Het kadastrale reconstructiebestand bevat coördinaten van grenzen en terreinelementen volgend uit de metingen zonder gebruik van kaartcoördinaten, dus zonder vervormingen door inpassing in de kaart; berekend in een vrije net vereffening. Een reconstructiebestand uit een meting ten opzichte van NETPOS of gecertificeerde GPS-referentiestations bevat RD-coördinaten. Een reconstructie aan de hand van deze RD-coördinaten uit het Digitaal Reconstructie Archief (DRA) moet later weer ten opzichte van NETPOS of een gecertificeerd referentiestation of andere RD-punten, worden uitgevoerd. Hiervoor worden dus nooit de RD-coördinaten uit de kaart gebruikt!

Grenzen worden steeds gecontroleerd gemeten zodat ze betrouwbaar kunnen worden gereconstrueerd. Ook bij gebruik van GPS blijft controle noodzakelijk.

2.1 Nabijheidsrelatie

Duurzame en duidelijk identificeerbare, bij voorkeur harde, topografie in de directe nabijheid van een kadastrale grens, moet gecontroleerd worden aangemeten (de nabijheidsrelatie), zie ook HTW1996 blz. 325. Een reconstructie kan dan mede worden uitgevoerd ten opzichte van de hervonden topografie met de oorspronkelijke meetgegevens. Gebruik hiervoor de constructies zoals genoemd in 3.2 met dit verschil dat voor nabijheidsrelaties zowel de GPS- als de afstandsmetingen gecontroleerd, dus meestal dubbel, gemeten moeten worden.

3 Bijhouding van de kaart

De bijhouding van de kadastrale kaart betekent in de eerste plaats de actualisering van de inhoud. In de bijhouding wordt tevens het afgesproken kwaliteitsniveau van de kaart gecontroleerd. De kenmerkende kwaliteit van het puntenveld van de digitale kadastrale kaart wordt volgens de HTW aangegeven met relatieve standaardafwijkingen voor de x- en y coördinaten van respectievelijk $20\sqrt{2}$ cm voor bebouwd en $40\sqrt{2}$ cm voor landelijk gebied voor goed idealiseerbare punten. Voor GPS-metingen wordt de hieraan ten grondslag liggende puntprecisie van respectievelijk 20 en 40 cm gebruikt voor de toetsing van de RD-coördinaten van de punten uit de kaart tegen de RD-coördinaten uit de GPS-meting.

3.1 Meting van aansluitingspunten

Het meten van voldoende aansluitingspunten waarborgt de homogeniteit van de kaart ter plaatse van de meting na de bijhouding. We onderscheiden hierbij twee gevallen:

1. Alle grenzen zijn door een nabijheidsrelatie (zie 2.1) vastgelegd aan in de directe nabijheid in de kaart aanwezige topografie. In dit geval zijn extra aansluitingspunten niet noodzakelijk.
2. In alle andere gevallen moeten in de nabijheid aanwezige aansluitingspunten, in de vorm van goed op de kadastrale kaart en in het terrein identificeerbare punten, in de meting worden opgenomen voor de aansluiting van de meting aan de kaart. Hiervoor gelden de volgende vuistregels:
 - a Verdeel de punten uit de kaart zo gelijkmatig mogelijk over de omtrek van de meting.
 - b Meet minimaal drie punten uit de kaart, afhankelijk van de omvang van de meting; hierbij geldt het aanmeten van één gebouw op meerdere dicht bij elkaar gelegen hoekpunten als één aansluitingspunt.
 - c Meet eventueel enkele aansluitingspunten extra naarmate er een vermoeden is dat de kaart ter plaatse slechter is dan de norm.
 - d In gebieden met weinig of geen harde topografie worden andere punten of lijnelementen aangemeten, zoals midden- of kant-sloot, als dit kadastrale grenzen zijn.

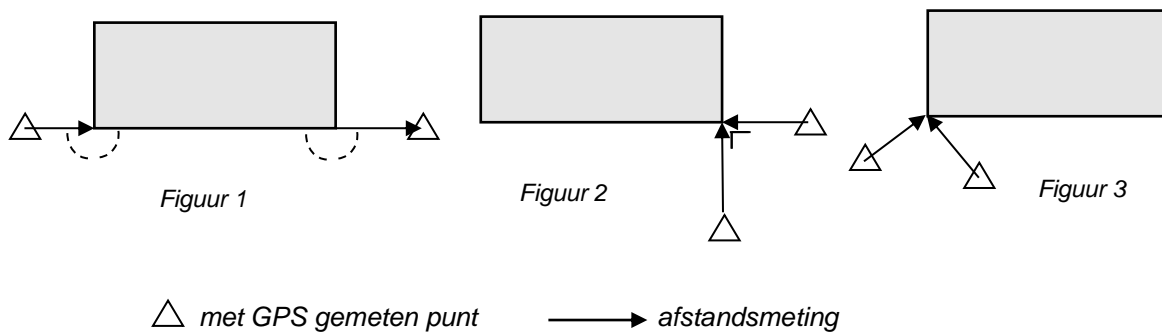
Gecontroleerd meten van de aansluitingspunten in geval 2. is niet noodzakelijk omdat controle plaatsvindt door vergelijking van de gemeten coördinaten met de kaartcoördinaten.

3.2 Excentrische metingen

Constructies voor het meten van punten waarboven geen GPS-antenne kan worden opgesteld zijn gebaseerd op verlengden en bogensnijpunten. Bogensnijpunten (Figuur 3) hebben een grotere objectiviteit en flexibiliteit als voordeel boven verlengden.

De afstanden tot het excentrische punt dienen niet te lang te zijn, maximaal 10 m, en de hoek in het te bepalen punt zo veel mogelijk haaks met een insnijdingshoek tussen 80° en 120°.

3.2.1 Voorbeelden van excentrische metingen



4 Verwerken van GPS-metingen

4.1 Integrale vereffening

De coördinaatverschillen (basislijnen) uit de GPS-meting moeten integraal worden vereffend met de overige waarnemingen van de meting: afstanden, richtingen en geometrische relaties. De gezamenlijke toetsing van alle waarnemingen (in de tweede fase inclusief de aansluitingscoördinaten) geeft het meest betrouwbare resultaat.

4.2 Vereffenen in drie stappen

De vereffening wordt uitgevoerd in drie stappen. De eerste stap dient om de meting te controleren door een vereffening van het vrije net, dit wordt ook wel de eerste fase vereffening genoemd. De tweede fase vereffening of aansluitingsvereffening wordt uitgevoerd in de tweede en derde stap. In de tweede stap worden de coördinaten van de aansluitingspunten uit de kaart getoetst. In de derde stap worden coördinaten berekend door inpassing in de kaart.

Stap 1. Toetsing en vereffening van het vrije net

- a Vastgehouden worden uitsluitend de drie coördinaten van het GPS-referentiestation (ook de hoogte) en de transformatieparameters tussen de GPS-basislijnen en RD/NAP.
- b Bij een verworpen toetsing dient de waarneming met de grootste toets waarde te worden gecontroleerd en verbeterd of anders geselecteerd en de berekening worden herhaald. Bij deselectie moet de meting gecontroleerd blijven.
- c Het resultaat is het reconstructiebestand in het RD-stelsel.

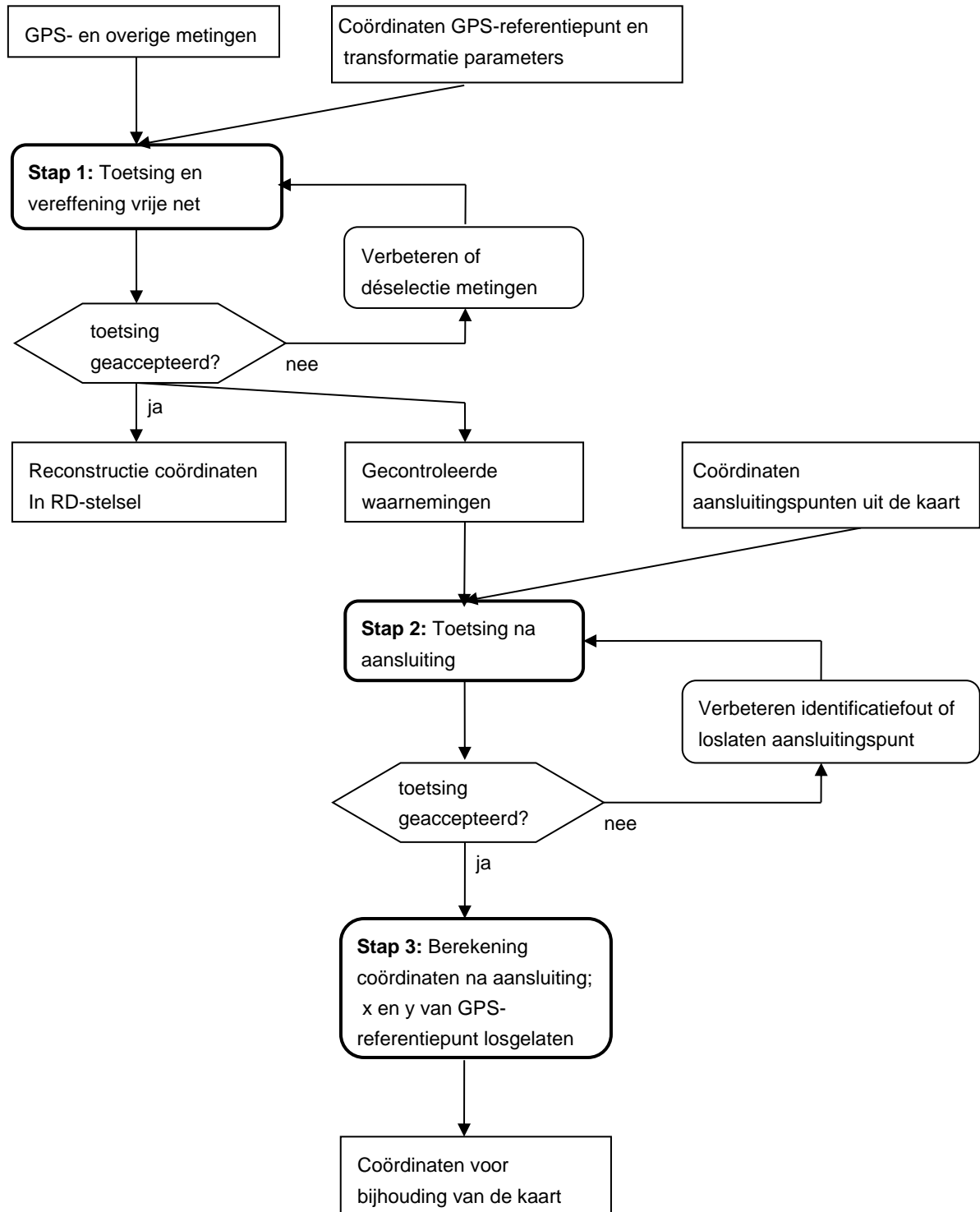
Stap 2 Toetsing van het netwerk na aansluiting

- a. Vastgehouden worden de coördinaten van het GPS-referentiestation, de transformatieparameters en de coördinaten van de aansluitingspunten uit de kaart.
- b. De coördinaten van de aansluitingspunten uit de kaart worden getoetst met standaardafwijkingen van respectievelijk 20 cm voor bebouwd en 40 cm voor landelijk gebied, vermeerderd met de idealisatieprecisie.
- c. Bij een verworpen toetsing dient het aansluitingspunt met de grootste toets waarde te worden gecontroleerd. Verbeter eventueel een identificatiefout (het gekozen punt uit de kaart is niet identiek aan het punt in de meting). Als geen verbetering mogelijk is worden de coördinaten van het betreffende punt losgelaten en de berekening herhaald, waarbij het aansluitingspunt dus als te berekenen punt meedoet. Laat nooit van meer dan één aansluitingspunt per keer de coördinaten los. Steeds moet aan de in 3.1 gestelde voorwaarden worden voldaan.
- d. Als niet overduidelijk één aansluitingspunt uit de kaart fout is maar meerdere aansluitingspunten worden verworpen, kan de oorzaak een foute opgave van de precisie van de aansluitingspunten zijn. Wijzig het precisiekenmerk van aansluitingspunten alleen (van dat voor "bebouwd" in dat voor "landelijk") als dit aantoonbaar onjuist is.
- e. Bij een (grote) systematische afwijking van de aansluitingspunten uit de kaart (alle verschillen wijzen dezelfde kant op) zal het GPS-referentiepunt worden verworpen en de coördinaten hiervan moeten worden losgelaten. De hoogte van het GPS-referentiepunt moet steeds worden vastgehouden om een drie dimensionale berekening mogelijk te maken.
- f. Als meer dan twee aansluitingspunten verworpen moeten worden, is dit een aanwijzing dat de kwaliteit van de kaart onvoldoende is. Meld situaties met veel verwerpingen aan de teamleider (zie Kwaliteitshandboek Procesbeschrijving 22-04-2002 PB-2.7 Versie 3.4 Pagina 4/7)

Stap 3 Berekening van de coördinaten na aansluiting

- g Vastgehouden worden de hoogte van het GPS-referentiepunt, de transformatieparameters en de coördinaten van de aansluitingspunten uit de kaart. De x en y coördinaten van het GPS-referentiestation worden hier losgelaten om een zo goed mogelijke inpassing in de kaart te krijgen.
- h De coördinatenberekening wordt uitgevoerd met ongewijzigde coördinaten van de aansluitingspunten (pseudo kleinste kwadraten oplossing).

Schema vereffening in fasen



Op verzoek van het LKC en als uitvloeisel van de SAM workshops in 2014 is een onderzoek uitgevoerd naar de meest betrouwbare manier om met GPS en/of tachymeter grenzen, reconstructieobjecten (nabijheidsrelaties) te meten.

Controle op de initialisatie

Ter controle op de initialisatie geldt de volgende vuistregel:

één van de eerste punten in de totale meting wordt aan het einde van de meting, voor een tweede maal aangemeten met een andere, hernieuwde initialisatie.

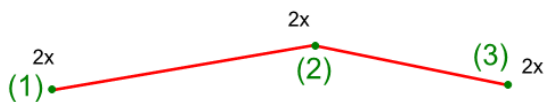
Onder een hernieuwde initialisatie verstaan we het volledig uit en weer aan zetten van ontvanger (schotel).

Grenzen met knikpunten

Grenzen kunnen worden gemeten door alle knikpunten twee keer op te nemen.

De voorwaarden zijn de volgende:

- De punten moeten voor een tweede keer onafhankelijk worden benaderd



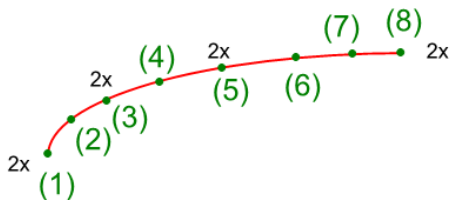
Het gelijktijdig meten van een punt met GPS en tachymeter is geen onafhankelijke controle.

Vloeiend lopende grens

Bij grenzen met een vloeiend verloop is het niet noodzakelijk om alle punten twee keer op te nemen. Er kan met een visuele controle worden geconstateerd of er geen knik in de plot is te zien.

Een voorwaarde om een goede visuele controle te kunnen doen is dat de punten (2 t/m 8 in dit voorbeeld) zijn opgenomen met lijncode 2.

Zijn er echter knikken aanwezig in een grens voldoet een visuele controle doorgaans niet.

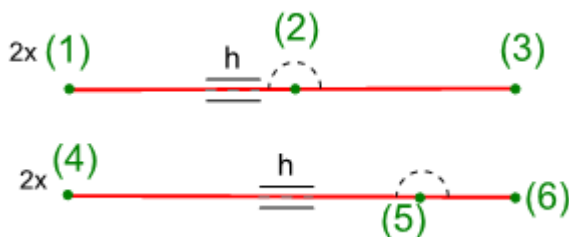


Collineariteitscontrole

Wat is de waarde van een collineariteitscontrole en wat doet deze controle in Move3?

Het eerste voorbeeld is een hek waarbij voor de collineariteitscontrole een extra punt 2 is gemeten. Als vuistregel geldt dat de punten 1, 2 en 3 elkaar controleren als punt 2 in het middelste derde gedeelte ligt van de lijn 1-3.

Het tweede voorbeeld is een hek waarbij voor de collineariteitscontrole een extra punt 5 is gemeten. In dit voorbeeld controleer je met punt 5 alleen punt 6.



De punten 1 t/m 6 zijn gemeten punten. Begin- en eindpunt en tussenpunt op midden hek.

Bij de codering van de tussenpunten moet lijncode 7 worden gebruikt om een knik in de grens te voorkomen in de BRK-GEO. Met de collineariteitscontrole wordt getoetst of de punten op één lijn liggen rekening houdend met de classificatiecode. Een kleine knik binnen de standaardafwijking is dus mogelijk, vandaar het gebruik van lijncode 7.

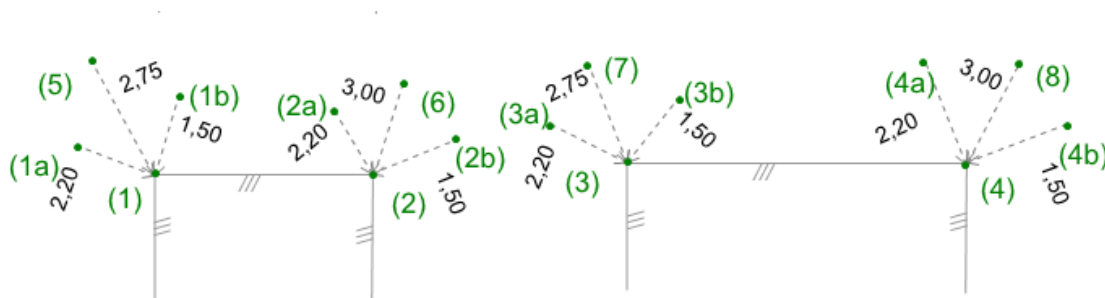
Reconstructieobjecten

Het meten van bijvoorbeeld een woning als reconstructie object.

Volgens de HTW moet dit gecontroleerd worden uitgevoerd.

Er zijn verschillende methoden om deze met GPS te meten.

Hierna worden drie betrouwbare oplossingen beschreven.

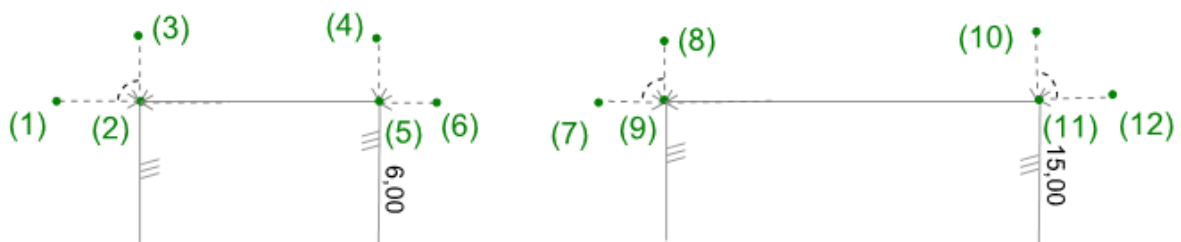


- De punten 1a t/m 4b zijn één keer gemeten. Deze puntnummers en de bijbehorende afstanden worden niet genoteerd op de meetschets als de codering direct in het GPS apparaat gebeurt. Indien de codering na de meting gebeurt, moeten deze puntnummers en afstanden wel worden genoteerd op de meetschets. De afstanden naar de hoeken zijn eenmaal gemeten.
- De punten 5 t/m 8 worden ingemeten om de controle in TIR/Move te kunnen uitvoeren.

Welke punten moeten twee keer worden gemeten?

- De meting van de punten 5, 6, 7 en 8 verhogen de betrouwbaarheid van de bepaling van de punten 1, 2, 3 en 4. Het is nu niet noodzakelijk dat de 1a t/m 4b tweemaal onafhankelijk worden gemeten omdat er nu voor het bogensnijpunt een derde punt is gemeten, de punten 5 t/m 8.
-

Betrouwbare oplossing2 :



De aanmetingen liggen in het verlengde van de gevels en staan haaks op elkaar.
De aanmetingen zijn 2.00 meter en twee keer gemeten.

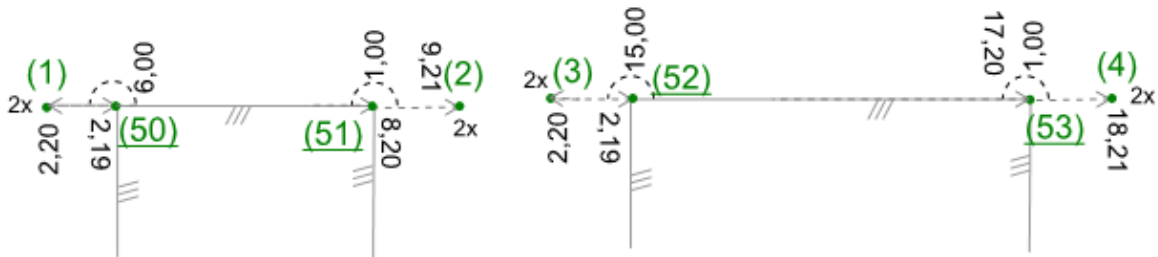
De berekening van de hoekpunten van de gebouwen kan worden uitgevoerd als voorwaartse insnijding waarbij de haaksheid als extra gegeven kan worden opgegeven.

De berekening kan ook plaatsvinden tussen 1 en 6 met collineariteit of als meetlijn.

Wat is de meest betrouwbare oplossing?

Er van uit gaan dat alle opgenomen punten in de verlengden van de gevels liggen, moet in TIR/Move3 de meetlijn of collineariteit mét haakse hoeken en afstand worden gebruikt.

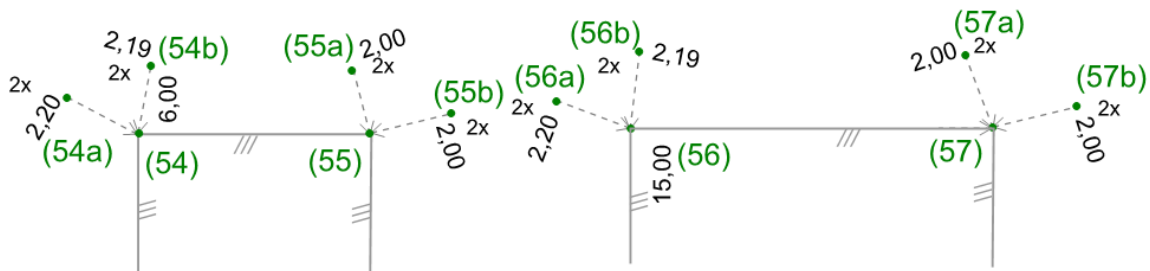
Minder betrouwbare oplossing:



Bovenstaande woningen hebben twee verschillende gevel lengtes.
De punten 1 t/m 4 zijn twee keer gemeten en de punten 50 t/m 53 worden bij gecodeerd.

Bij deze constructie wordt een fout van 10 cm niet gevonden, een fout van 15 cm wel.

Minder betrouwbare oplossing:



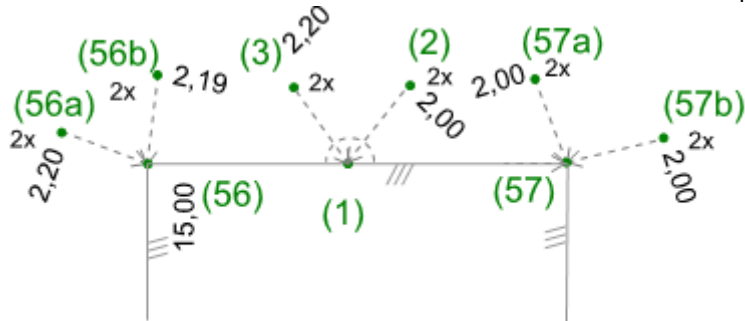
De punten 54a t/m 57b zijn twee keer opgenomen. De meetbandmaten zijn twee keer opgenomen.
De punten 54 t/m 57 worden bij gecodeerd.

Waarom is deze methode minder betrouwbaar: Bij het twee keer meten van de aanmetingen is het niet uitgesloten, dat de landmeter twee maal dezelfde fout maakt. Hij meet wel correct maar noteert iets anders te denken valt aan een cijferwisseling.

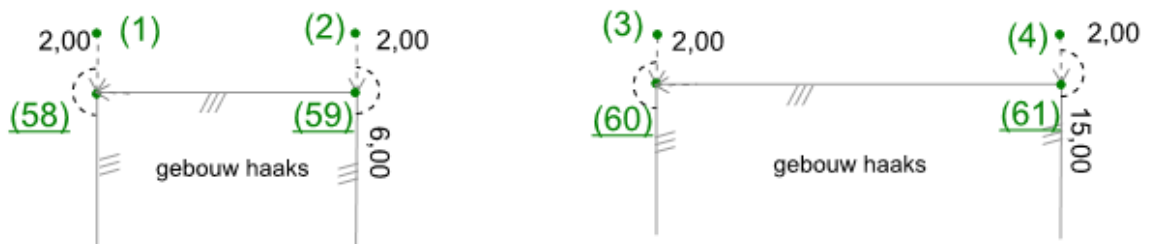
De vraag is nu: geeft de lengte van de gevel voldoende controle om deze mogelijke fouten op te sporen?
Afstandsmeting vanaf de punten: 54a, 55b, 56a en 57b: een fout van 10 cm wordt NIET en fout van 20 cm wordt WEL gevonden.
Afstandsmeting vanaf de punten 54b, 55a, 56b en 57a: een fout tot 50 cm wordt niet gevonden.

Deze manier van meten is betrouwbaarder te maken door gebruik te maken van een jalouze of maatstok met een vaste afstand en daarmee de excentrische punten op te meten.

Boven staande meting kan sterker worden gemaakt door nog een voorwaartse insnijding te maken halverwege de gevel.



Minder betrouwbare oplossing:



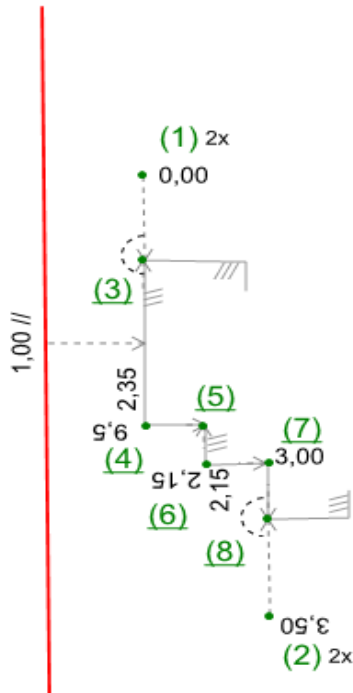
De punten 1 t/m 4 zijn 2x opgenomen.

De afstanden naar de hoekpunten en de eigenmaat van het gebouw zijn één keer gemeten.

Deze manier van werken is niet betrouwbaar genoeg om de hoekpunten te bepalen en mag op deze manier niet worden gebruikt.

Als er gewerkt wordt met een maatstok met een vaste lengte en de gevel wordt 2 keer gemeten is deze manier van meten wel acceptabel.

Bronnen van fouten:



Hier zijn de punten 1 en 2 twee keer gemeten.

De rest is bij gecodeerd in TIR/move.

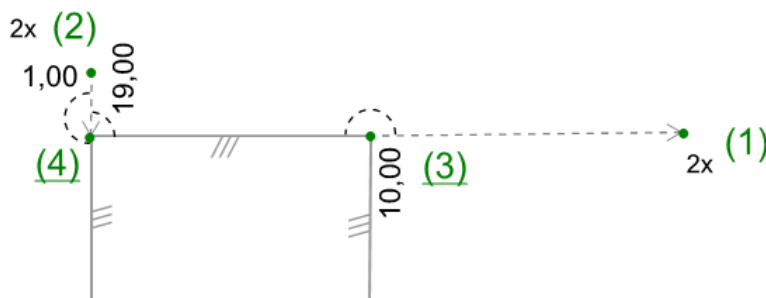
Hoe betrouwbaar is de meting als je b.v. de maat van 2.35 codeert als 2.53. Komen er dan verwerpingen?

Een evenwijdige grens gaat dan nog verder zwaaien.

Als hier een fout van 1.00 m in de blokmaten wordt gemaakt, wordt deze NIET ontdekt. Gevolg is dat de evenwijdige grens gaat draaien!

Voor het correct vastleggen van de richting van punten 3 en 4 is deze manier van meten niet geschikt.

Bronnen van fouten:



Wat is de invloed van het achteruithalen van de gevel naar punt 1.

Als je 20 cm uit het verlengde staat heeft dat ongeveer 10 cm fout in punt 3.

Bij de doorrekening in TIR/Move3 wordt dit niet opgemerkt.

De grootte van de niet ontdekte fouten is onder andere afhankelijk van de precisie en de standaard afwijkingen waarmee is gemeten. Ook de classificatiecode heeft invloed op de grootte van de niet ontdekte



Datum

13 april 2022

Titel

Handleiding en werkinstructie kadastrale metingen met GPS

Versie

3.4

Blad

15 van 15

fout. Wanneer de idealisatieprecisie op 0.00 m wordt gezet zal de grootte van de niet ontdekte fout kleiner zijn dan wanneer deze op 0.05 m staat. De idealisatieprecisie wordt bepaald door de opgegeven classificatiecode.
