The background of the entire page is a complex network of glowing blue lines and nodes, resembling a molecular structure or a data network, set against a dark blue gradient.

# Wat is landmeten en welke verschillende meetmethoden zijn er?

## INHOUDSOPGAVE

<b>WAT IS LANDMETEN EN WELKE VERSCHILLENDE MEETMETHODEN ZIJN ER?</b>	<b>4</b>
1. WAT IS LANDMETEN?	4
2. WAT IS GEOREFERENTIE?	4
3. WAT IS EEN RD-STELSEL?	5
4. WAT IS HET WORLD GEODETIC SYSTEM VAN 1984, OFTEWEL HET WGS84	6
5. WAT IS GNSS-RTK?	7
5.1. <i>Wat meet je bij een GNSS-RTK-meting?</i>	7
5.2. <i>Wat zijn de voordelen van een GNSS-RTK-meting?</i>	7
5.3. <i>Wat zijn de beperkingen van het GNSS-RTK-meting?</i>	7
5.4. <i>Wat is de nauwkeurigheid van een GNSS-RTK meting</i>	8
5.5. <i>Wanneer kan je GNSS-RTK goed toepassen</i>	8
6. WAT IS TACHYMETRIE?	9
6.1. <i>Wat zijn de vereisten voor referentiepunten bij een tachymetrische meting?</i>	9
6.2. <i>Wat is het verschil in nauwkeurigheid tussen een GNSS-RTK en tachymeter?</i>	9
6.3. <i>Wat gebeurt er als nieuwe GNSS-RTK-punten worden gebruikt voor de volgende standplaats?</i>	9
6.4. <i>Wat zijn de voordelen van een tachymetrische meting?</i>	9
6.5. <i>Wat zijn de beperkingen van een tachymetrische meting?</i>	10
6.6. <i>Wanneer kun je tachymetrie goed toepassen in de buitenruimte</i>	10
7. WAT IS LASERSCANNING EN HOE WERKT HET?	11
7.1. <i>Wat is het verschil tussen statische en dynamische laserscanners?</i>	11
7.2. <i>Wanneer zet je laserscanners in?</i>	11
7.3. <i>Wat zijn de voordelen van laserscanning?</i>	11
7.4. <i>Wat zijn de nadelen van laserscanning?</i>	11
8. WAT ZIJN DRONEMETINGEN EN HOE WORDEN ZE UITGEVOERD?	13
8.1. <i>Wat is fotogrammetrie en hoe werkt het?</i>	13
8.2. <i>Wat zijn nadir- en oblique-opnamen en wanneer gebruik je ze?</i>	13
8.3. <i>Hoe nauwkeurig is een fotogrammetrische meting?</i>	13
8.4. <i>Waarvoor zijn fotogrammetrische metingen geschikt?</i>	14
8.5. <i>Wat zijn de veiligheidsvoordelen van dronemetingen?</i>	14
8.6. <i>Hoe kun je fotogrammetrie inzetten voor gebouwen en inspecties?</i>	14
8.7. <i>Wat zijn de voordelen van fotogrammetrie?</i>	15
8.8. <i>Wat zijn de nadelen van fotogrammetrie met dronemetingen?</i>	15
9. WAT IS LIDAR EN HOE WERKT HET?	16
9.1. <i>Wat zijn de voordelen van LiDAR?</i>	16
9.2. <i>Wat zijn de nadelen van LiDAR?</i>	16
10. WAT IS HET VERSCHIL TUSSEN LIDAR EN FOTOGRAMMETRIE?	17
10.1. <i>Wanneer kies je voor LiDAR of fotogrammetrie?</i>	17
10.2. <i>Wanneer is het zinvol om LiDAR te combineren met fotogrammetrie?</i>	17
11. WAT IS PEILEN EN HOE WORDT HET UITGEVOERD?	18
11.1. <i>Wat beïnvloedt de nauwkeurigheid van peilingen?</i>	18
11.2. <i>Wanneer kies je voor single-beam of multibeam-peilingen?</i>	18
11.3. <i>Kunnen multibeam peilingen ook de dikte van het slib meten?</i>	19
12. WAT WEET JE NU OVER MEETMETHODEN VAN LANDMETEN?	19
13. HEB JE NOG VRAGEN OVER DE VERSCHILLENDE LANDMEETMETHODEN?	19
14. LITERATUURLIJST	20
14.1. <i>Landmeten basis</i>	20
14.2. <i>GNSS-RTK</i>	20
14.3. <i>Laserscanning</i>	20

14.4.	<i>Fotogrammetrie</i>	20
14.5.	<i>LiDAR</i>	20
14.6.	<i>Landmeetkundige bureau's genoemd in het artikel</i>	21
14.7.	<i>Landmeetartikelen op <a href="http://www.nb2n.nl">www.nb2n.nl</a></i>	21
15.	VERSIEBEHEER	21

## Wat is landmeten en welke verschillende meetmethoden zijn er?

**Je begint binnenkort met een buitenruimteproject. Welke landmeetgegevens heb je nodig om goed van start te gaan?** Je wilt snel begrijpen welke meetmethoden je kunt gebruiken zonder jaren studie. In deze long-read krijg je precies de informatie die je zoekt. Van GNSS-RTK tot tachymetrie en laserscanning. Je leert welke methode je het beste kunt inzetten. Dit artikel is geschreven voor projectleiders, beheerders en vakmensen die samenwerken met een landmeetkundige.

**Erik Kwant neemt je mee in de wereld van landmeten.** Met 15 jaar praktijkervaring legt hij de basisprincipes en veelgebruikte termen helder uit. Je kunt dit artikel online lezen of de pdf downloaden. Zo heb je de informatie altijd binnen handbereik.

Goede geo-informatie is de basis van elk geslaagd project in de fysieke leefomgeving.

### 1. Wat is landmeten?

Landmeten is een vak apart, het bepaalt waar objecten liggen in de openbare ruimte.

De definitie volgens Wikipedia: *Landmeetkunde is de toegepaste wetenschap die zich bezighoudt met het meten van land, meer precies, de onderlinge positie van punten op het aardoppervlak.*

Maar het is meer dan meten alleen: de landmeetkundige verwerkt de data tot geo-informatie.

Een belangrijk woord in deze zin is geo-informatie. Dit betekent namelijk dat alle informatie die de landmeetkundige aanlevert, georeferentieerd is. Wat dat betekent leggen we in dit artikel uit.

### 2. Wat is georeferentie?

Georeferentie is het toewijzen van geografische coördinaten aan een:

- Object
- Afbeelding
- Gegevensset

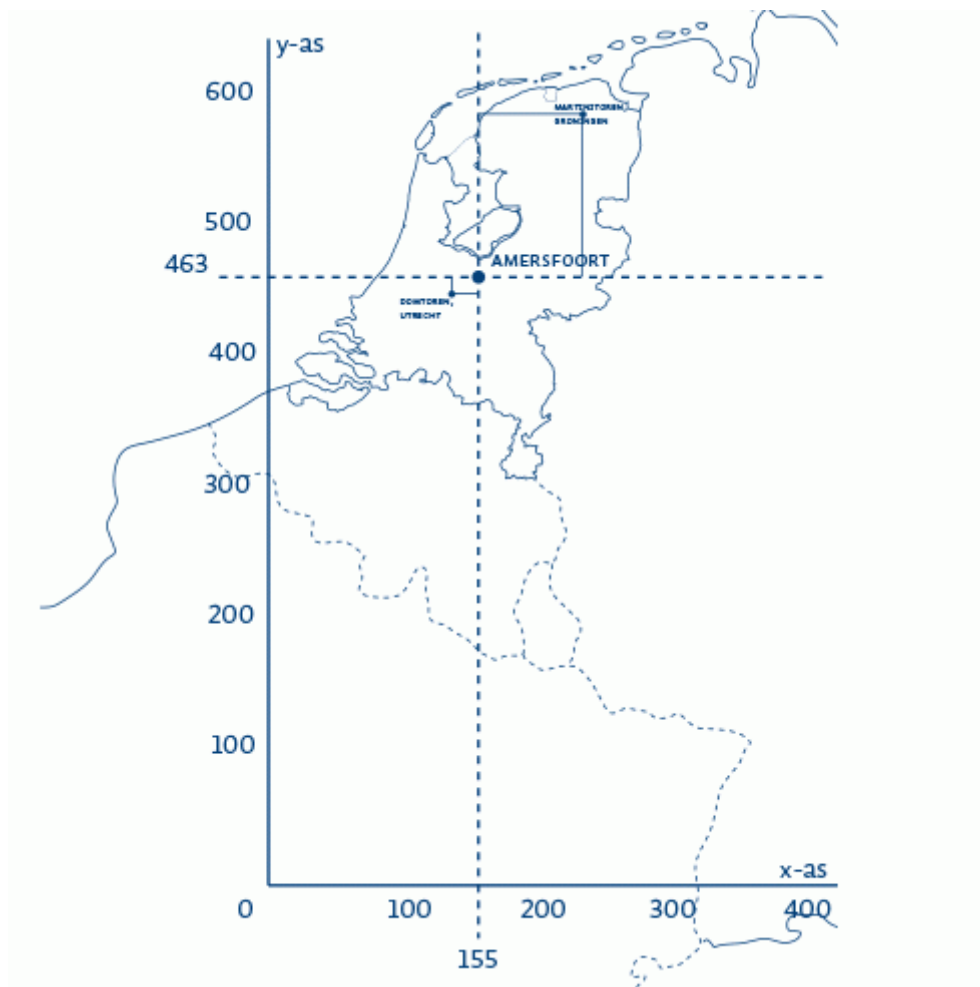
Hierdoor kan deze op een kaart of in een geografisch informatiesysteem (GIS) geplaatst worden. Dit kan door punten, lijnen of vlakken aan specifieke breedte- en lengtegraden te koppelen. Hiermee worden ze nauwkeurig weergegeven op een kaart of in een GIS-toepassing. Georeferentiëren is belangrijk voor tal van toepassingen, zoals:

- Het in kaart brengen van locaties
- Ruimtelijke analyse
- Navigatie.

Georeferentie kan handmatig worden gedaan met behulp van referentiepunten of automatisch met behulp van GPS-technologie (Global Positioning System) en softwaretools.

### 3. Wat is een RD-stelsel?

In de Nederlandse infra- en bouwsector werken we in het algemeen met het [Rijksdriehoekstelsel](#), kortweg RD-Stelsel. Dit systeem helpt ons om locaties op een kaart precies te bepalen met X- en Y-coördinaten. De X-coördinaat geeft aan hoe ver iets naar het oosten of westen ligt, en de Y-coördinaat hoe ver iets naar het noorden of zuiden ligt. Voor de hoogte (de Z-waarde) gebruiken we het Normaal Amsterdams Peil, ook wel NAP genoemd.



Op bovenstaande afbeelding (bron: kadaster.nl) staat het Rijksdriehoeksmetingstelsel in kilometer afgebeeld, maar de x en y waarde worden vaker in meter aangeduid.

Het centrale punt van het stelsel is de spits van de [Onze Lieve Vrouwetoren](#) ('Lange Jan') in Amersfoort. Daarom wordt ook wel gesproken van Amersfoortcoördinaten. Dit punt heeft de coördinaten  $x = 155\ 000\ \text{m}$ ,  $y = 463\ 000\ \text{m}$ .

Deze waarden zijn met zorg gekozen. Voor elk punt in heel Europees Nederland op land ligt de x-coördinaat tussen 0 en 280 km. De y-coördinaat ligt tussen 300 en 625 km. Alle coördinaten hebben dus een positieve waarde en elke y-coördinaat is groter dan de x-coördinaat. Hierdoor kan geen

verwisseling optreden tussen de x- en de y-coördinaat. Ook ontstaat geen verwarring als ze in kilometers worden uitgedrukt zonder dit te vermelden.

[Deze video van Kadaster](#) geeft een goede uitleg.

#### **4. Wat is het World Geodetic System van 1984, oftewel het WGS84**

Wanneer je een route uitstippelt op Google-maps, Open Street maps of een andere routeplanner, gebruik je het. Het World Geodetic System van 1984 of te wel het WGS84 stelsel.

Veel GPS-apparaten gebruiken het WGS84 als geodetisch als een uniforme basis voor positie-informatie op aarde. Geografische coördinaten beschrijven een punt aan de hand van de hoekafstand tot de evenaar.

Er zijn meerdere mogelijkheden waarop het genoteerd wordt:

- Decimale graad (decimale notatie, DD.DDDDDD°)
- Graden Notulen (nautische notatie, DD° MM.MMMM')
- Graden Notulen Seconden (historische notatie, sexagesimaal, DD° MM' SS.SS")



## 5. Wat is GNSS-RTK?

GNSS-RTK staat voor Global Navigation Satellite System - Real Time Kinematic. Het maakt gebruik van satellieten om de positie, snelheid en tijd te bepalen van elk punt op aarde. GNSS-RTK wordt vaak ten onrechte een GPS-meting genoemd. Dit is echter een misvatting. GPS is het bekendste GNSS-systeem en Amerikaans. Er zijn meer systemen, bijvoorbeeld Glonass (Rusisch), BeiDou (Chinees) en Galileo (Europa). De toevoeging RTK is voor het landmeten van belang. Door deze correctie bij de GNSS-RTK methode wordt een nauwkeurigheid van 1-2 cm bereikt. Een standaard GPS-systeem geeft een veel lagere nauwkeurigheid.



### 5.1. Wat meet je bij een GNSS-RTK-meting?

Een GNSS-ontvanger bepaalt een positie op aarde door de "tijd" te meten die een radiosignaal nodig heeft om van de satelliet naar de ontvanger te reizen. Voor de berekening van de positie zijn minimaal drie satellieten nodig. Om naast de positie ook de hoogte te bepalen, is een vierde satelliet vereist.

Een GNSS-RTK-meting wordt meestal uitgevoerd met een ontvanger (het "bolletje" of de "rover") en een veldboek. Dit kan lopend worden gedaan, zoals te zien is in deze [uitlegvideo](#). In deze video gebruiken ze een agrarische toepassing met 20 cm nauwkeurigheid. Bijvoorbeeld voldoende voor ecologisch onderzoek. Het verschil is het abonnement dat goedkoper is.

### 5.2. Wat zijn de voordelen van een GNSS-RTK-meting?

De voordelen van een GNSS-RTK-meting zijn:

- Het is een relatief eenvoudige manier van inmeten, waarvoor weinig technische kennis nodig is.
- De methode biedt snel een redelijk beeld van de situatie die gemeten moet worden.
- De methode heeft een nauwkeurigheid van 1-2 cm.

### 5.3. Wat zijn de beperkingen van het GNSS-RTK-meting?

Houd rekening met de volgende beperkingen wanneer je de GNSS-RTK-methode wilt gebruiken:

- Obstakels en begroeiing verlagen de nauwkeurigheid
- Bij veel hoge obstakels en dichte begroeiing kan de meting niet uitgevoerd worden
- Bebouwing of de aansluiting op bebouwing kan niet gemeten worden
- Bossages of parkachtige omgevingen zijn niet nauwkeurig in te meten
- Rondom gebouwen is de meting niet nauwkeurig

#### 5.4. Wat is de nauwkeurigheid van een GNSS-RTK meting

Een GNSS-RTK meting heeft een nauwkeurigheid van maximaal 1cm in de X en Y richting en een nauwkeurigheid van maximaal 1,5 cm in de Z richting. Ieder afzonderlijk meetpunt behaalt deze nauwkeurigheid.

#### 5.5. Wanneer kan je GNSS-RTK goed toepassen

Het systeem is geschikt voor gebruik in projecten waar voornamelijk grondwerk vereist is. Denk daarbij aan ecologische metingen of een proefveld zoals getoond in de video. Als nauwkeurigheid belangrijk is, moet je je afvragen of een GNSS-RTK-meting voldoet. Voor veel ontwerpen kan het als basis dienen, maar onthoud dat elk meetpunt een “nieuwe” meting is en als zodanig moet worden behandeld.

Moeten er nauwkeurige metingen worden uitgevoerd, gebruik dan geen GNSS-RTK. In welke situaties wil je zeker geen GNSS-RTK-meting gebruiken:

- Het meten van afschot van wegen
- Het meten van riolering, specifiek vrijvervalriolering
- Rondom het spoor
- Maatvoering

Het gebruik van GNSS-RTK in dergelijke gevallen heeft grote negatieve gevolgen.

Ben daarnaast voorzichtig in gebieden met veel hoge obstakels, omdat deze de nauwkeurigheid verminderen. In dergelijke situaties is het verstandig om de meting aan te vullen met een tachymeter.

Nu is GNSS-RTK lastig om uit te spreken. Daarom noemen landmeters die “het bolletje”. Soms is het bolletje echter een staafje



## 6. Wat is tachymetrie?

Tachymetrie is de klassieke landmeetmethode. Je vast wel eens mensen in de buitenruimte aan het werk gezien met de driepoot. Met een tachymeter meet je de hoek en afstand. Moderne tachymeters sturen een laserpuls naar een 360 graden prisma. Deze puls wordt door de prisma teruggekaatst en opgevangen. Hierdoor is de hoek, zowel horizontaal als verticaal, en de tijd dat de puls onderweg is bepaald. Hierdoor meet je nauwkeurig de positie van het te meten object. Het is daarnaast mogelijk reflectorloos te meten. Onbereikbaar objecten worden hiermee gemeten.

### 6.1. Wat zijn de vereisten voor referentiepunten bij een tachymetrische meting?

Voordat je met de tachymeter gaat meten, maak je referentiepunten. Dit zijn vooraf bekende punten en we noemen ze **grondslagpunten**. Deze grondslagpunten zijn vereist. Meestal meet je ze in met een GNSS-RTK-meting.

Gebruik je GNSS-RTK-punten als grondslagpunten? De gehele meting heeft een nauwkeurigheid van 1 cm in de X- en Y-richting, en 1,5 cm in de Z-richting.

### 6.2. Wat is het verschil in nauwkeurigheid tussen een GNSS-RTK en tachymeter?

Er is een belangrijk verschil tussen de GNSS-RTK-meting en de tachymetrische meting. Dit is de onderlinge nauwkeurigheid tussen de gemeten punten. De onderling gemeten punten binnen een tachymetrische meting hebben een veel hogere precisie. Meestal is deze maximaal 3 mm in de X-, Y- en Z-richting. De nauwkeurigheid is afhankelijk van de afstand tot de tachymeter en geldt voor de meting uitgevoerd vanuit één standplaats. Dit betekent dat alle punten gemeten worden zonder de tachymeter te verplaatsen.

### 6.3. Wat gebeurt er als nieuwe GNSS-RTK-punten worden gebruikt voor de volgende standplaats?

Gebruik je voor de volgende standplaats nieuwe GNSS-RTK-punten? Dan kan er tussen de meetpunten een verschil optreden van 1 cm in de X- en Y-richting en 1,5 cm in de Z-richting. Wil je dit verschil voorkomen? Zorg er dan voor dat de grondslagpunten (referentiepunten) met de tachymeter worden gemeten of worden vereffend.

Met GNSS-RTK bereken je de globale punten in het gebied.

Je begint je meting met de GNSS-RTK methode die gebruik je om je tachymeter op te stellen. Nu weet de tachymeter waar die zich in het gebied bevindt. Hierna meet je met deze tachymeter de grondslag punten opnieuw in. Deze nieuwe grondslagpunten hebben nu allemaal dezelfde nauwkeurigheid vanuit de tachymeter, dus binnen de 3 mm. Wanneer je een nieuwe meting met GNSS-RTK maakt, moet je nogmaals met de tachymeter inmeten zodat de nauwkeurigheid binnen 3 mm blijft.

### 6.4. Wat zijn de voordelen van een tachymetrische meting?

- De nauwkeurigheid, mits goed uitgevoerd
- Ook bij hoge obstakels of begroeiing krijg je een goede meting
- De meting kan in alle situaties worden uitgevoerd
- Je kan het object altijd meten

### 6.5. Wat zijn de beperkingen van een tachymetrische meting?

- Voor een goede uitvoering moet de landmeter over voldoende technische kennis beschikken
- Een tachymetrische meting duurt meestal langer dan een GNSS-RTK-meting.
- Er moet altijd een open lijn zijn tussen de tachymeter en het te meten object. Is er geen rechtstreekse lijn? Dan moet je een extra standplaats maken.

### 6.6. Wanneer kun je tachymetrie goed toepassen in de buitenruimte

Tachymetrie is een klassieke en zeer nauwkeurige landmeetmethode waarbij hoeken en afstanden worden gemeten met behulp van een tachymeter. Goed uitgevoerd heeft deze meting een nauwkeurigheid van maximaal 3 mm in de X-, Y- en Z-richting. Gebruik deze methode in situaties waar precisie belangrijk is

Voor projecten waar de hoogste nauwkeurigheid vereist is, zoals bij het meten van **riolering** en bij het **spoor**, is tachymetrie de aanbevolen methode. Ook bij monitoring van **verzakkingen** en **zakbakens** geeft tachymetrie de betrouwbaarheid die nodig is. Tachymetrie kost meer tijd dan andere methodes en het vereist technische expertise. Het kan in bijna alle omstandigheden worden toegepast. Zelfs bij aanwezigheid van hoge obstakels of begroeiing.

**Tachymetrie kan in bijna alle omstandigheden worden toegepast.** Zelfs bij aanwezigheid van hoge obstakels of begroeiing. Als je zeker wilt zijn van de meest nauwkeurige metingen is tachymetrie de juiste keuze.

Overweeg zorgvuldig de vereisten van je project en bepaal of de hoge nauwkeurigheid van tachymetrie noodzakelijk is. Als dat het geval is, vraag dan je landmeter om tachymetrie toe te passen op de kritieke delen van je project. Voor minder veeleisende metingen kun je gebruikmaken van GNSS-RTK voor snellere resultaten.

## 7. Wat is laserscanning en hoe werkt het?

Een laserscanner is een apparaat dat met hoge snelheid reflectorloos metingen verricht. De techniek is snel en volledig automatisch. De lasertechniek is vergelijkbaar met die van de [reflectorloze total station](#), maar werkt veel sneller en volledig automatisch. De nieuwste scanners hebben een scansnelheid van 1.000.000 punten per seconde en een scandichtheid van 1 mm op 300 meter afstand. 3D-laserscanners maken een zeer realistische en accurate opname van de werkelijkheid. Ze 'vangen' zichtbare objecten vertalen de gegevens in een wolk van miljarden meetpunten. We noemen de meetdata van een 3D-scanner een puntenwolk of pointcloud.

Laserscanners maken ook foto's. Ze vormen ze een zeer realistisch beeld van de werkelijkheid. Met laserscanning krijg je snel een goed beeld van het object in zijn omgeving.



### 7.1. Wat is het verschil tussen statische en dynamische laserscanners?

Er zijn statische en dynamische laserscanners. Het verschil is dat een statische laser vanaf een standplaats opereert en telkens verplaatst wordt. Dynamische lasers heb je in de vorm van handheld apparaten of als een soort "rugzak".

De nauwkeurigheid van een statische laserscanners is hoger dan die van een dynamische laserscanners. Dynamische laserscanners zijn een goede oplossing in gebieden met veel hoge obstakels. Je loopt een paar rondes en je hebt een enorme hoeveelheid data met een redelijke nauwkeurigheid binnen de 5 centimeter.

### 7.2. Wanneer zet je laserscanners in?

Laserscanners worden vaak ingezet wanneer snelheid, een volledige opname of veiligheid van groot belang zijn. Een scanner biedt snelle en volledige metingen voor een ruim scala aan locaties zoals ongelukken, archeologische sites, monumentale objecten en nog veel meer.

### 7.3. Wat zijn de voordelen van laserscanning?

- Je krijgt direct een duidelijk beeld van de buitenruimte
- De nauwkeurigheid is groot
- Je kan snel werken

### 7.4. Wat zijn de nadelen van laserscanning?

- Alleen de zichtbare punten worden geregistreerd
- Voorwerpen achter objecten worden niet gemeten.
- Het vraagt expertise om de overlap tussen verschillende standplaatsen goed te krijgen



- Je krijgt een grote hoeveelheid data. Voor deze soort zeer grote bestanden heb je speciale software en computer nodig
- De bestanden kunnen moeilijk als ondergrond van je ontwerp gebruikt worden
- De scanapparatuur is erg kostbaar. Hierdoor is deze methode automatisch een dure methode

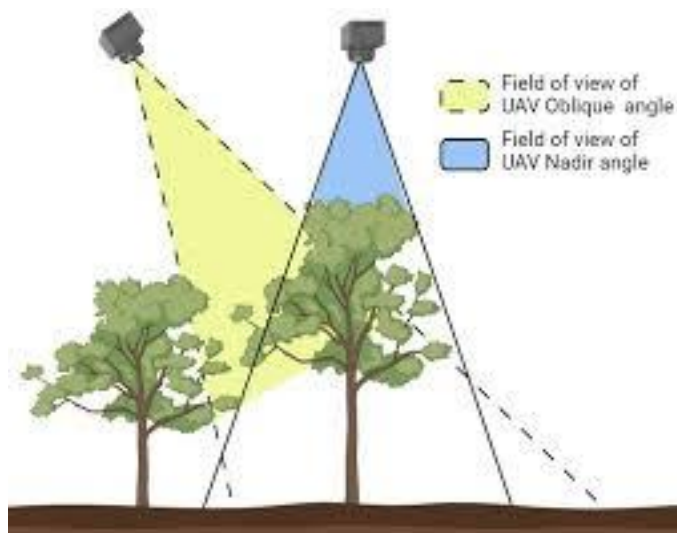
## 8. Wat zijn dronemetingen en hoe worden ze uitgevoerd?

Met een drone kan je goed data in de fysieke buitenruimte inwinnen. Dit kan op twee verschillende manieren: **fotogrammetrisch** en met **LiDAR**. De eindresultaten van beide methoden verschillen weinig. De uitvoering en toepasbaarheid zijn wel wezenlijk anders. Op dit moment (september 2024) is de meest gebruikte methode fotogrammetrie.

### 8.1. Wat is fotogrammetrie en hoe werkt het?

Fotogrammetrie is een methode voor **dataverzameling met foto's**. Van een gebied nemen ze meerdere foto's volgens een rasterpatroon. Er is minimaal 70% overlap van de foto's, in iedere richting. Hierdoor krijg je nauwkeurige resultaten. De verwerkingssoftware genereert vervolgens een uiterst precieze puntenwolk waarin de X-, Y- en Z-coördinaten van het gebied zijn vastgelegd.

Voor dit complexe proces heb je veel **rekenkracht** nodig. De software berekent de verschillende afstanden en hoeken tussen de punten met de verschillende foto's. Met deze berekeningen bepaald de software de coördinaten. Het resultaat is een gedetailleerd en betrouwbaar 3D-model van het gebied.



### 8.2. Wat zijn nadir- en oblique-opnamen en wanneer gebruik je ze?

Er zijn grofweg twee manieren om een gebied te meten middels fotogrammetrie: nadir en oblique. Nadir-opnamen zijn recht naar beneden gericht. Oblique-opnamen zijn onder een hoek genomen. Nadir-opnamen zijn nauwkeuriger. Maar wanneer alle opnamen recht naar beneden gemaakt zijn, kan je punten missen. Dit is geen probleem in relatief vlak terrein, hier volstaan nadir-opnamen meestal. In gebieden met veel bebouwing of begroeiing geeft oblique een beter resultaat. Je vangt meer punten. Dit kost wel meer tijd, omdat je foto's vanuit vier richtingen maakt.

### 8.3. Hoe nauwkeurig is een fotogrammetrische meting?

De nauwkeurigheid van een fotogrammetrische meting hangt van de volgende factoren af:

- De gebruikte apparatuur
- Vlieghoogte

- Weersomstandigheden
- Verwerkingssoftware
- Het gebruik van [Ground Control Points \(GCP's\)](#)

Het is raadzaam deze factoren over te laten aan de partij die de meting uitvoert. Zorg ervoor dat het resultaat controleerbaar is. GCP's zijn essentieel omdat ze de software helpen te bepalen waar in de wereld het projectgebied zich bevindt. Het is aanbevolen een drone met RTK-module te gebruiken omdat dit de algehele nauwkeurigheid verbetert.

#### 8.4. Waarvoor zijn fotogrammetrische metingen geschikt?

Een fotogrammetrische meting is geschikt voor:

- Grote gebieden waar gebiedsplannen voor worden gemaakt
- Hoeveelheidsberekeningen van grondstromen.
- Een as-built of revisiemeting, er is direct een visueel beeld aanwezig is
- Gebieden met grond verschuivingen
- Voor het maken van surfaces en volumebepalingen
- Voor meer duidelijkheid tussen opdrachtgever en uitvoering

Dit type meting is minder geschikt voor nauwkeurige ontwerpen binnen een centimeter.

#### 8.5. Wat zijn de veiligheidsvoordelen van dronemetingen?

Een belangrijk voordeel van het gebruik van drones voor metingen is het veiligheidsaspect. Werkzaamheden op de grond kunnen doorgaan. Zelfs het meten van moeilijk of gevaarlijk bereikbare plaatsen is geen probleem. Dit is nuttig in situaties zoals voorraaddepots van puin of steen, drijfzand, of onoverzichtelijke locaties met veel bedrijfsverkeer. Het bedrijf dat de dronemeting uitvoert moet in het bezit zijn van de juiste licenties en vergunningen. Zij weten waar je wel en niet mag vliegen en wat het kader is.



#### 8.6. Hoe kun je fotogrammetrie inzetten voor gebouwen en inspecties?

Het is mogelijk om gebouwen volledig in beeld te brengen door ook verticaal langs alle gevels te vliegen. Bij weinig wind kan je ook bomen volledig in beeld brengen. Een fotogrammetrische dronemeting kan worden aangevuld met handmatig gemaakte foto's om een compleet beeld te verkrijgen. Scannen in combinatie met fotogrammetrie is eveneens een optie. Daarnaast is fotogrammetrie zeer geschikt voor inspecties. Er zijn meerdere bedrijven die hierin gespecialiseerd zijn. Bijvoorbeeld [Meetbv](#), [GeoSpect](#), [Kavel 10](#), [Coenradi](#).

### 8.7. Wat zijn de voordelen van fotogrammetrie?

- Het grote voordeel van fotogrammetrie is de snelheid waarmee een groot gebied gemeten kan worden
- De geproduceerde orthofoto (gebieds- of luchtfoto) kan je als achtergrond van je ontwerp gebruiken
- De afbeelding heeft een zeer hoge resolutie
- Er is meer duidelijkheid over de situatie ter plaatse vanwege het beschikbare beeldmateriaal

### 8.8. Wat zijn de nadelen van fotogrammetrie met dronemetingen?

- Een groot nadeel van dronemetingen is de weersafhankelijkheid. Bij slecht weer, zoals veel wind of regen, kan er niet worden gevlogen
- Je mag niet overal boven Nederland vliegen vanwege de wet- en regelgeving
- Op plekken waar je wel mag vliegen zijn soms aanvullende eisen. Het is dan niet altijd mogelijk snel te reageren met een vlucht



## 9. Wat is LiDAR en hoe werkt het?

LiDAR (Light Detection and Ranging) is een remote sensing-technologie. Het systeem zend lichtpulsen uit en meet de tijd die het licht nodig heeft om terug te keren naar de sensor. Deze techniek is vergelijkbaar met sonar. Alleen gebruikt LiDAR lichtgolven in plaats van geluidsgolven voor de afstandsrekening.

Een laser zend snel achter elkaar lichtpulsen uit. Deze lichtpulsen worden weerkaatst door objecten op de grond, zoals gebouwen, bomen of de grond zelf. [In deze video krijg je een amusante uitleg.](#) Tijd die het licht nodig heeft om terug te keren naar de sensor wordt gemeten en omgezet in een afstand. Door het combineren van duizenden van deze metingen genereert de software en gedetailleerde 3D-kaart of een "pointcloud". Elk "punt" geeft de exacte coördinaten van een gemeten locatie weer.

Het systeem maakt ook regelmatig foto's zodat de punten van kleur kunnen worden voorzien. Hierdoor ontstaat een ingekleurde en gegeorefererde puntenwolk die een gedetailleerd en accuraat 3D-beeld van de omgeving oplevert.

### 9.1. Wat zijn de voordelen van LiDAR?

- LiDAR is minder afhankelijk van weersomstandigheden, omdat het systeem werkt met lichtpulsen in plaats van visuele beelden.
- Je kan metingen verrichten in gebieden met begroeiing. Door te werken met meerdere frequenties van lichtsignalen, kan LiDAR door de begroeiing heen meten en een redelijk goed beeld geven van de harde ondergrond. Dit is nuttig om in gebieden met begroeiing een goed maaiveldmodel te krijgen. Daarnaast kan je het inzetten voor ecologisch onderzoek.

### 9.2. Wat zijn de nadelen van LiDAR?

- LiDAR-metingen heeft een lagere nauwkeurigheid in vergelijking met andere methoden zoals fotogrammetrie.
- De apparatuur voor LiDAR is duur, waardoor de kosten voor een LiDAR-meting doorgaans hoger zijn.

## 10. Wat is het verschil tussen LiDAR en fotogrammetrie?

- Zowel LiDAR als fotogrammetrie zijn geavanceerde technieken voor dataverzameling in de buitenruimte, waarbij drones vaak worden ingezet. Beide methoden leveren gedetailleerde 3D-modellen, maar de uitvoering en toepassingen verschillen aanzienlijk.
- Fotogrammetrie maakt gebruik van overlappende foto's die worden verwerkt tot een nauwkeurige puntenwolk. Deze methode biedt visuele details en werkt vooral goed in open gebieden met voldoende licht.
- LiDAR daarentegen gebruikt laserpulsen om metingen te verrichten, ongeacht de licht- en weersomstandigheden. Dit maakt LiDAR bijzonder geschikt voor gebieden met veel begroeiing, waar fotogrammetrie moeite mee heeft.

### 10.1. Wanneer kies je voor LiDAR of fotogrammetrie?

De keuze tussen LiDAR en fotogrammetrie hangt af van de behoeften van je project en het terrein. Fotogrammetrie biedt een hogere visuele nauwkeurigheid en is ideaal voor projecten waar gedetailleerde beelden nodig zijn, zoals in stedelijke gebieden. LiDAR, hoewel iets minder nauwkeurig in detail, kan door vegetatie heen meten en is minder afhankelijk van weersomstandigheden. Dit maakt het geschikt voor ecologische studies en terreinmodellen in dichtbegroeide gebieden.

Als je een project plant, is het belangrijk om de juiste methode te kiezen op basis van de terreinomstandigheden en het detailniveau dat je nodig hebt. Voor een zo compleet mogelijk beeld kan een combinatie van LiDAR en fotogrammetrie een goede oplossing zijn, vooral in complexe omgevingen waar zowel nauwkeurige visuele als topografische data nodig zijn.

### 10.2. Wanneer is het zinvol om LiDAR te combineren met fotogrammetrie?

Combinaties tussen fotogrammetrie en LiDAR zijn mogelijk en kunnen bijzonder effectief zijn. LiDAR is minder nauwkeurig en kan in combinatie met fotogrammetrie een completer en gedetailleerder beeld opleveren. Vooral in complexe omgevingen met zowel open terrein als begroeiing.

## 11. Wat is peilen en hoe wordt het uitgevoerd?

Peilingen worden gebruikt om vaste bodems in het water in kaart te brengen. Bij peilen meet je de diepte onder water. Er zijn twee soorten peilingen: single-beam en multibeam. Bij beide methoden wordt een signaal naar de bodem gestuurd en weer opgevangen. De tijd die het signaal nodig heeft om terug te komen en enkele eigenschappen van het water helpen ons om de diepte van de bodem te berekenen. Bij single-beam peilingen wordt één signaal recht naar beneden gestuurd. Bij multibeam worden meerdere signalen onder een bepaalde invalshoek naar de bodem verzonden, wat resulteert in een vlakdekkend beeld.



### 11.1. Wat beïnvloedt de nauwkeurigheid van peilingen?

De nauwkeurigheid van deze metingen hangt af van verschillende factoren:

- De gebruikte apparatuur
- De diepte van het water
- De helderheid van het water
- De vaarsnelheid
- De golfhoogte
- De aanwezigheid van een sliblaag
- De aanwezigheid van waterplanten

Met beide systemen is het mogelijk om de diepte tot op 3 à 4 cm nauwkeurig te bepalen. Hoe helderder het water en hoe harder de vaste bodem, hoe beter het resultaat. Dus bij een keiharde bodem zonder slib is de nauwkeurigheid hoger zijn dan bij een bodem met een zwevende sliblaag.

### 11.2. Wanneer kies je voor single-beam of multibeam-peilingen?

Je kiest voor sigle-beam-peilen wanneer je weet dat de bodem nagenoeg vlak is en je een redelijk beeld van de bodem wilt. Voordelen van single-beam in deze situatie zijn:

- Deze methode is veel goedkoper
- Je krijgt een kleinere datasets
- Veel bedrijven bieden deze dienst aan. Hierdoor kan je vrij snel een uitvoerende partij vinden

In de volgende situaties is het goed voor multibeam-peilingen te kiezen:

- Je verwacht veel variatie in de vaste bodem

- Je wilt objecten opsporen
- Je wilt taluds goed in beeld brengen

### 11.3. Kunnen multibeam peilingen ook de dikte van het slib meten?

Een veelgemaakte fout is de aanname dat multibeam-peilingen ook de dikte van het slib kunnen meten. Dit is niet waar! De dikte van het slib moet handmatig worden gemeten met een stok. Alleen wanneer je een keiharde scheidingslaag hebt zoals een betonbak of zand kan met multi-frequent peilingen werken. Waarbij handmatige controle nodig blijft. Laat dit altijd uitvoeren door partijen met de nodige ervaring, want als het misgaat, kan dat veel geld kosten.

## 12. Wat weet je nu over meetmethoden van landmeten?

In dit document zijn verschillende landmeetmethoden besproken, zoals GNSS-RTK, tachymetrie, laserscanning, dronemetingen (fotogrammetrie en LiDAR), en peilingen. Elke methode heeft zijn unieke sterktes en beperkingen.

Afhankelijk van de projectdoelen en -omstandigheden, kunnen verschillende methoden worden aanbevolen:

- **Gebruik GNSS-RTK** voor snelle, eenvoudige metingen op open terrein waar een nauwkeurigheid van 1-2 cm voldoende is.
- **Kies voor tachymetrie** wanneer precisie van 3 mm noodzaak is, bijvoorbeeld bij het inmeten van riolering of spoorwegen.
- **Laserscanning** is ideaal voor complexe locaties waar snel en volledig inzicht nodig is, zoals bij historische objecten of grote infrastructuurprojecten.
- **Fotogrammetrie** is geschikt voor gebiedsmetingen en volumebepalingen, maar houd rekening met weersafhankelijkheid en wettelijke beperkingen.
- **Peilingen** zijn de manier voor waterdieptemetingen, waarbij multibeam wordt aanbevolen voor meer gevarieerde bodems.

De juiste keuze van de landmeetmethode kan aanzienlijke kostenbesparingen en nauwkeurigheid opleveren, afhankelijk van de specifieke projectbehoeften.

Met deze inzichten kun je de meest geschikte methoden kiezen voor elk project in de openbare ruimte, zodat tijd, geld en middelen optimaal worden benut.

## 13. Heb je nog vragen over de verschillende landmeetmethoden?

Landmeten is een specialistisch vakgebied en vormt het fundament van elk project in de fysieke ruimte. Heb je dit artikel helemaal gelezen? Dan ben je waarschijnlijk erg geïnteresseerd in landmeten en de verschillende meetmethoden. Misschien is een carrière als landmeetkundige iets voor jou. Er zijn veel mogelijkheden in deze sector, waar de vraag naar vakmensen groot is. Het werk is afwisselend, je bent veel buiten en jouw gegevens vormen de basis van ieder project.

Of je wilt meer weten over het belang van Geo-informatie en nauwkeurige data in buitenruimteprojecten. Wil je meer weten over het verbeteren van de nauwkeurigheid van je landmeetgegevens? Dit artikel is het laatste deel van een drieluik over landmeten en staat ook online op: <https://www.nb2n.nl/landmeten-meetmethoden>. In deel 1 ontdek je hoe je in [vier eenvoudige stappen je meetresultaten optimaliseert](#). In deel 2 krijg je een dieper inzicht in de [belangrijkste aandachtspunten bij landmeten](#).

Heb je na het lezen van deze drieluik nog vragen? Neem gerust contact op met [Erik via LinkedIn](#) of gebruik onze [contactpagina](#).

Erik, die sinds 2007 als landmeetkundige werkt, is nu projectleider bij ons team. Met zijn overstap naar ons ingenieursbureau heeft hij de kans om actief bij te dragen aan de creatie en realisatie van buitenruimteprojecten. De kennis die hij meebrengt, delen we graag met jou, bijvoorbeeld door:

- Alle kennis beschikbaar te maken op onze website
- De inzet van onze specialisten in projecten
- Persoonlijke ondersteuning waar dat nodig is

## 14. Literatuurlijst

Geraadpleegde internetbronnen:

### 14.1. Landmeten basis

- [Landmeetkunde - Wikipedia](#)
- <https://www.kadaster.nl/zakelijk/registraties/basisregistraties/rijksdriehoeksmeting/rijksdrie-hoeksstelsel>
- [Onze Lieve Vrouwetoren \(Amersfoort\) - Wikipedia](#)
- [https://hetkadaster.bbvms.com/p/kadaster\\_player\\_zakelijk/c/3284127.html?inheritDimensi-ns](https://hetkadaster.bbvms.com/p/kadaster_player_zakelijk/c/3284127.html?inheritDimensi-ns)

### 14.2. GNSS-RTK

- [https://youtu.be/a0DscMFncLw?si=wwNheYSC\\_3f0UvIU](https://youtu.be/a0DscMFncLw?si=wwNheYSC_3f0UvIU)

### 14.3. Laserscanning

- [Reflectorloze total station](#)

### 14.4. Fotogrammetrie

- [Ground Control Points \(GCP's\)](#)

### 14.5. LiDAR

- [Uitleg over LiDAR, eosciende.org](#)
- [A Complete Guide to LiDAR: Light Detection and Ranging - GIS Geography](#)

- [Lidar - Wikipedia](#)
- [What is lidar? \(noaa.gov\)](#)

#### 14.6. Landmeetkundige bureau's genoemd in het artikel

- [Meetbv](#)
- [GeoSpect](#)
- [Kavel 10](#)
- [Coenradi](#)

#### 14.7. Landmeetartikelen op [www.nb2n.nl](http://www.nb2n.nl)

- Deel 1 ontdek je hoe je in [vier eenvoudige stappen je meetresultaten optimaliseert](#)
- Deel 2 geeft je een dieper inzicht in de [belangrijkste aandachtspunten bij landmeten](#).
- Deel 3 geeft uitgebreide uitleg over [de verschillende landmeetmethoden](#)

## 15. Versiebeheer

NB2N bv  
Nieuweweg 109  
3765 GC Soest  
035 82 00 332

Datum publicatie kennisdocument:  
15 oktober 2024

### Accordering

Auteur:	Controleur:	Redactie:
NB2N	NB2N	NB2N
Erik Kwant	Erik Kwant	Nicole Behnke

### Versiebeheer

Versie	Datum	Auteur	Redactie	Aanpassingen
Versie 1	15 oktober '24	Erik Kwant	Nicole Behnke	