



Europees Landbouwfonds voor
Plattelandsontwikkeling: Europa
investeert in zijn platteland



CULTUURTECHNIEK MET GPS

Precisielandbouw biedt vele kansen

In deze presentatie wordt de algemeenheid van GPS uitgelegd en wordt er wat dieper ingegaan op de slimme techniek voor graafmachines.

De laatste jaren zijn er veel nieuwe toepassingen bijgekomen om nauwkeuriger te werken, dit begint allemaal met een GPS systeem die de locatie kan bepalen.

In deze presentatie gaan we meer uitleg geven over het GPS systeem en de mogelijkheden met een graafmachine of wiellader.

**Toepassing van Innovatieve Precisie techniek
mede mogelijk gemaakt door:**



provincie Drenthe



Smart
Farming
Adviseur



Europees Landbouwfonds voor
Plattelandsontwikkeling: Europa
investeert in zijn platteland

Beeldmateriaal

- DigPilot 3D
- <https://www.youtube.com/watch?v=ORQFmgRo6c&t=3s>
- Rioleringswerk met 3d machinebesturing
- <https://www.youtube.com/watch?v=Ddf2RZvUsA4>



Inhoud

- GPS coördinatensysteem
- GPS correcties
- Fouten GPS correcties
- Wereldwijde correctiesignalen
- RTK correctie
- Handheld
- Graafmachine
- Wiellader
- Opdracht

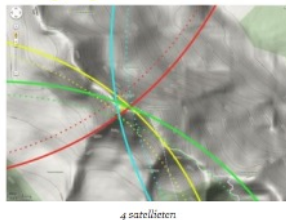


GPS coördinatensysteem

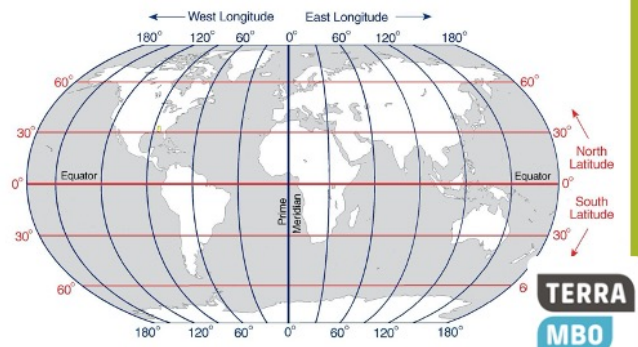
- Global Positioning System

- Coördinatensysteem

- Hoogtegraad



53.20324076604859, 6.573838532576911



De Global Positioning System(GPS) is een wereldwijd gebruikte methode om de plaatsbepaling uit te voeren.

De standaard GPS systemen bepalen aan de hand van satellieten die in de lucht hangen, de locatie van de ontvanger.

Door te schatten hoeveel tijd er verstrijkt tussen het verzenden van het signaal van de satelliet en de aankomst bij de GPS ontvanger, kan je bepalen op welke afstand de ontvanger zich van de satelliet bevindt. Door dit van verschillende satellieten samen te brengen kan de locatie bepaald worden. De satellieten zitten op een hoogte van circa 20.000 Km

Coördinatensysteem

De afspraken van het coördinatensysteem is al eeuwen oud. Het nulpunt is daarbij wel is veranderd.

Door deze afspraken wereldwijd te maken is het eenvoudig de locatie op te zoeken. Hoe meer getallen achter de komma hoe nauwkeuriger de locatie.

In het coördinatensysteem bevinden zich de

LAT = Latitude = breedtegraad = deze loopt over de evenaar horizontaal.

LONG = Longitude = lengtegraad = deze loopt verticaal op de evenaar.

En de toevoeging
Noord of zuid: onder of boven de evenaar
Oost of West: Rechts of links van de NUL-lengtegraad.

Deze verticale lijnen geven ook de tijdszones weer.

Hoogtegraad

Doordat er in een open veld meerdere satellieten beschikbaar zijn. Lukt het ook om de hoogte van de ontvanger te bepalen.

Er zijn 3 satellieten nodig om de locatie te bepalen, een vierde komt hierbij om ook de hoogte te bepalen.

Met vier satellieten is de positiebepaling 2 tot 7 meter nauwkeurig. Naarmate er meerdere satellieten bij komen wordt de nauwkeurigheid steeds hoger.

Zonder RTK signaal kan dit tot wel 20 cm nauwkeurig oplopen.

GPS SYSTEEM

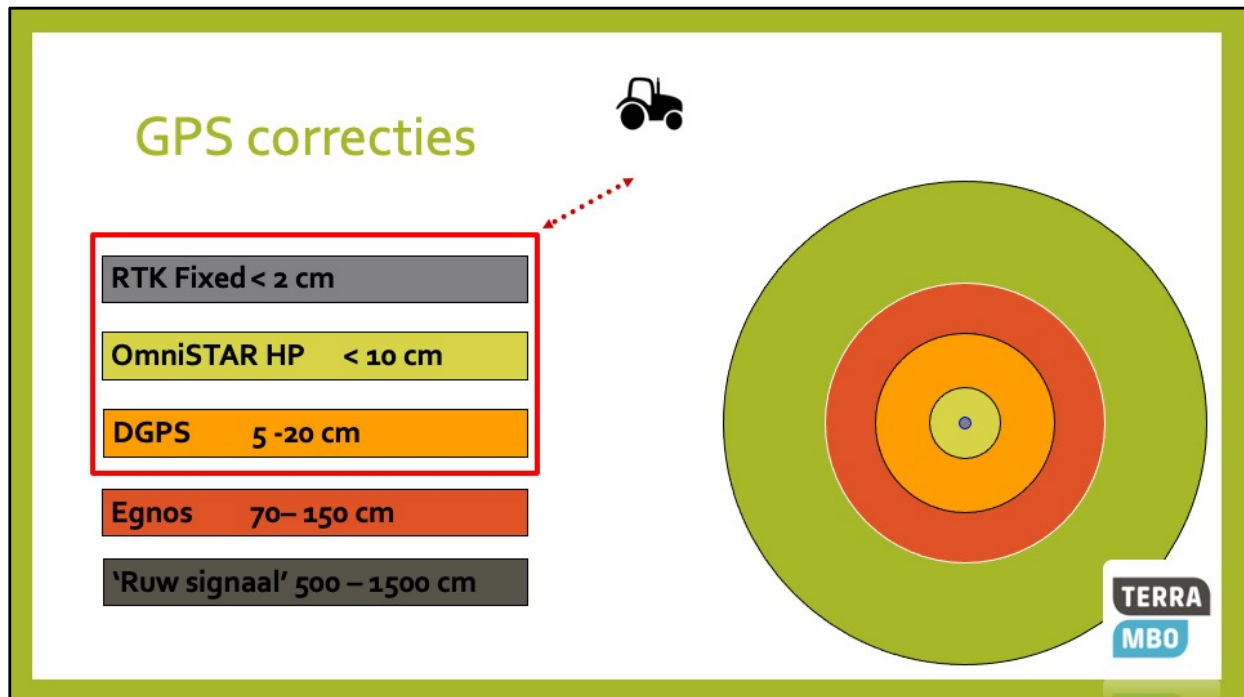
De snelheid van de radiogolven die door de satellieten worden verzonden gaan met de lichtsnelheid (300.000 km/sec)

Deze radiogolven zenden de huidige tijd en de X,Y, Z coördinaten uit van de satelliet.

Doordat de snelheid en de verzendtijd + aankomsttijd bekend is kan de afstand bepaald worden.

Wanneer er met een trekker in het veld gewerkt wordt ben je ongeveer 12 satellieten nodig om een goed ontvangst te houden.

Zie "[Opdracht GPS plaatsbepaling](#)" om een inzicht te krijgen over de plaatsbepaling van de satellieten.



GPS Correcties heb je in verschillende nauwkeurigheden.

Nauwkeurigheid

Er zijn twee verschillende nauwkeurigheidsniveaus bij GPS: *Precise Positioning Service* (PPS) en *Standard Positioning Service* (SPS). Waar SPS alleen gebruik maakt van de C/A-code(Coarse Acquisition code betekend grove) op het L1-sigitaal, maakt PPS ook gebruik van de P-code (precise code) om een hogere nauwkeurigheid te verkrijgen. De nauwkeurigheid van SPS bedraagt ca 10 meter; Voor een hogere precisie kan een correctiesigitaal van EGNOS (Europa) worden gebruikt.

5. Het begint bij het 'ruwe signaal', dit signaal wordt ontvangen maar niet gecontroleerd met andere referentiestations.
4. EGNOS: Deze signalen kun je ontvangen op een GPS ontvanger op de trekker door middel van het contact met de EGNOS satellieten. EGNOS controleert vanuit circa 3 stationaire satellieten de locatie. De EGNOS signalen kunnen in vele gevallen al erg nauwkeurig ontvangen worden.
3. DGPS: Deze maakt gebruik van de EGNOS signalen, maar heeft ook een referentiestation voor een wat exactere locatie.

2. Omnistar HP is een correctiesignaal die via de satellieten verstuurd wordt, Omnistar is wereldwijd beschikbaar. Het is in feite een leverancier van het correctiesignaal.
1. RTK: hierin wordt hetzelfde gebruikt als bij DGPS maar wordt er een extra draaggolf vanaf de basisontvanger verstuurd voor de exacte locatie.

Fouten GPS correcties

• Satellietklokafwijkingen	Satelliet 1 nanoseconde 0,000 000 001 sec	GPS ontvanger = 30 centimeter
• GPS ontvanger software	Minstens 4 satellieten benodigd	
• Plaats van de satelliet	Door twee signalen op verschillende frequenties te sturen wordt dit opgelost	
• Meerwegontvangst	Kan ontstaan door gebouwen, bomen of bergen	
• Antenne hoogte	Instellen hoogte antenne t.o.v. grond	



Fouten kunnen ontstaan door:

Satellietklokafwijkingen

Als de atoomklok die in de satelliet tikt 1 miljardste van een seconde (1 nanoseconde) afwijkt, dan resulteert dit op de aarde al in een fout van ongeveer 30 centimeter. Vandaar dat de satellieten worden uitgerust met uiterst nauwkeurige (Cesium) atoomklokken. Echter zullen ook deze super-nauwkeurige klokken op den duur verlopen en veroorzaken ze zo afwijkingen van ca. 1 meter in de positieberekening.

GPS ontvanger software

Ook in de GPS ontvanger moet op de een of andere manier een nauwkeurige klok hebben. Aangezien een atoomklok niet erg praktisch is (ze wegen immers zo'n 20 kg en kosten ca. 50.000 dollar) wordt dit probleem wiskundig opgelost. We hebben hiervoor echter wel minstens 4 zichtbare satellieten nodig. Dit is tegenwoordig niet meer zo lastig als vroeger, omdat er tegenwoordig duizenden satellieten de lucht in geschoten worden voor een snelle internetverbinding.

Plaats van de satelliet

De locatie van de satelliet is een derde oorzaak van onnauwkeurigheden. Het is van belang te weten waar de bron van het signaal zich ongeveer bevindt. Afwijkingen in de positie van de satellieten resulteren in een typische fout van enkele meters.

Atmosferische effecten

Atmosferische effecten zijn geen onbelangrijke oorzaak van verstoring. De verschillende luchtlagen in de atmosfeer zorgen ervoor dat het signaal wordt afgeremd en dus vertraagt binnenkomt bij de ontvanger. Dit kan fouten groter dan 10 meter introduceren. Om het probleem op te lossen zenden de satellieten 2 signalen uit op 2 verschillende frequenties. Het zijn enkel de duurdere GPS systemen die uitgerust zijn om de 2 frequenties te ontvangen (Dual-Frequency ontvangers).

Meerwegontvangst

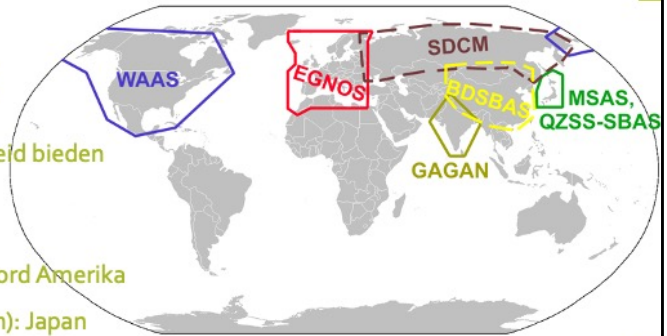
Fouten door meerwegontvangst kunnen ontstaan als radiogolven van een satelliet via meerdere wegen de ontvanger bereiken, bijvoorbeeld via reflectie tegen gebouwen of bergen. De gebruikte frequenties minimaliseren dit effect, doordat de verspreiding van de gereflecteerde signalen de signaalsterkte van deze verzwakken.

Antennehoogte

Met name bij handheld GPS ontvangers is de ontvanger vaak afgeschermd doordat de gebruiker deze vlak voor zijn lichaam houdt. Een groot deel van ruimte wordt hierdoor afgeschermd en satelliet signalen in dat deel bereiken de ontvanger niet of via een omweg.

Wereldwijde correctiesignalen

- Europees beschikbaar SBAS per oktober 2009
- Satellite Based Augmentation System
 - Middels grondstation extra nauwkeurigheid bieden
- WAAS(Wide Area augmentation System): Noord Amerika
- MSAS(MTSAT Satellite Augmentation System): Japan
- GAGAN(GPS Aided GEO Augmented Navigation): India
- BDSBAS(BeiDou Satellite-Based Augmentation System): China
- SDCM(System for Differential Corrections and Monitoring): Rusland



TERRA
MBO

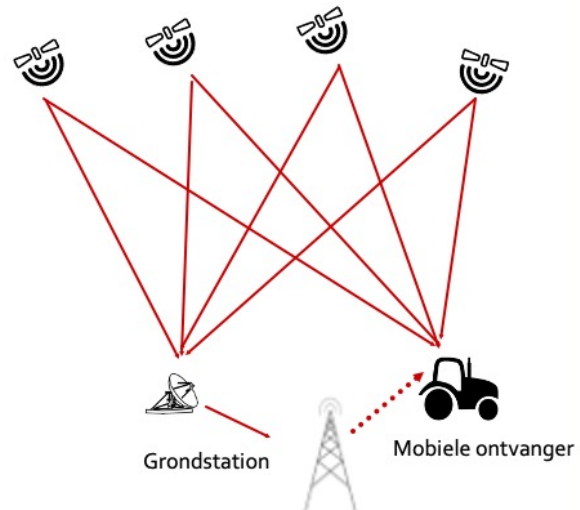
Bron: https://en.wikipedia.org/wiki/GNSS_augmentation

Over verschillende plaatsen in de wereld is een correctiesignaal beschikbaar. In de kaart zie je in welke gedeelte van de wereld welk signaal beschikbaar is.

Dit is een extra nauwkeurig signaal buiten de standaard satellieten om. Per gebied in de wereld is dit afgesloten.

RTK correctie

- 'Real Time Kinematic' GPS
 - Vast grondstation
 - In Nederland: binnen 10 km van de machine
 - FM radio frequentie correctie
 - of GPS correctie via telefoon modem
- Nauwkeurig afwijking <2 cm



Wat is RTK DGPS:

RTK-DGPS (RTK =Real Time Kinematic)

RTK staat voor **Real Time Kinematic**. Bij DGPS wordt alleen gebruikgemaakt van gecodeerde informatie van de satelliet signalen, bij RTK wordt de fase van de satelliet signalen gebruikt, waarop deze codes zijn gemoduleerd. De resolutie van deze fase is in de orde van 20 centimeter en kan worden gemeten met een nauwkeurigheid van 1/100e, dus 2 millimeter. Op deze manier wordt dus de nauwkeurigheid van plaatsbepaling ten opzichte van DGPS nog eens met zo'n factor 10 tot 100 verhoogd.

Om dit te kunnen realiseren moet echter aan een aantal voorwaarden worden voldaan, namelijk:

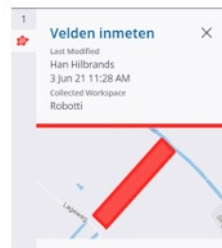
1. Twee ontvangers nodig, een referentieontvanger en een mobiele ontvanger, die in staat zijn om deze fase te meten.
2. Bij voorkeur min 6 verschillende satellieten ontvangen.
3. Een snelle en betrouwbare radioverbinding om de grotere hoeveelheid aan informatie over te sturen van de referentie- naar de mobiele ontvanger.
4. Initialisatie nodig. Het gehele aantal golflengten tussen ontvanger en satelliet bepalen. De fase van het gemeten signaal is een zich herhalend restant van het complete signaal. (meerdereuidigheid)

5. Software om de berekening van de meerduidigheden kan uitvoeren.
6. Geringe afstand tussen mobiele ontvanger en de referentieontvanger omdat verschillen in de ionosfeer en troposfeer een belemmerende factor vormt. Ook het gebruik van de UHF-verbinding beperkt dit bereik. In Nederland is dit aan regels gebonden en mag meestal niet meer dan 0.5 - 1 Watt gebruikt worden bij hoogtes van maximaal 20 meter. Het gebruik van een RTK-DGPS (UHF) zender [zowel vast als portable] is vergunning plichtig. Een zendvergunning kan aangevraagd worden bij het Agentschap Telecom Het gebruiken van RTK-DGPS (UHF) systemen zonder zendvergunning is strafbaar.

Stuursystemen: Handheld

- Met de handheld kunnen gebieden ingemeten worden.
- Gebruikt
 - Gebieden inmeten
 - Hoogtes inmeten

Voor minder nauwkeurigheid kan het ook met een telefoon aangegeven worden zonder RTK



TERRA
MBO

Met een handheld kunnen verschillende zaken ingemeten worden.

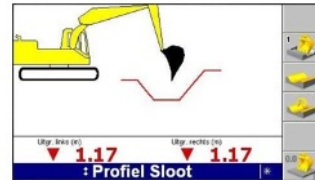
Gebieden, maar ook hoogtes.

Zo kan er gecontroleerd worden of alles op de juiste plek of hoogte ligt.

Graafmachine

- 3D Machine besturing

- Trimble
- Topcon
- Diggipilot
- Qinsy & Qastor
- PDS
- <https://www.youtube.com/watch?v=dVa6bRmNjnc>



Op steeds meer rups- en mobiele kranen worden 3D machine-besturings-kits ingezet. Zo'n kit bestaat uit een computerbox, een modem, een bedieningsunit, een aantal antennes, sensoren en verschillende kabels.

Elke bewegend gedeelte moet voorzien worden van een sensor. De opbouw achteraf duurt met twee personen zo'n 1 à 1,5 dagen.

Van te voren moet er ingemeten en getekend worden wat de bedoeling is van het graafwerk.

De eerste dagen met een 3D machine besturing aan het werk zijn zal niet meevallen, het kost meer tijd om het te leren dan met een Trekker GPS.



Wiellader

- Instellingen zijn het belangrijkste
- 3D aansturing
- Bij bomen en gebouwen lastiger
- <https://www.youtube.com/watch?v=XdeUDfiRMcY>



Op een wiellader kan ook een 3D aansturingsysteem geplaatst worden. Dit zorgt ervoor dat er dan twee antennes geplaatst zijn op de levelbakken.

Instellingen

Normaal gesproken kan het uitzetten van het egaliseerwerk erg lastig zijn, door middel van 3D aansturing kan dit veel eenvoudiger worden. Het instellen is weliswaar het belangrijkste wat je moet doen. De gewenste hoogtes worden allemaal in kaart gebracht in combinatie met een basisontvanger die de locatie en de hoogtes vastlegt. Vervolgens is het eenvoudig om met de shovel de hoogtes in kaart te brengen.

3D aansturing

Wanneer de instellingen zijn voltooid kan er met de machine gewerkt worden. De “leveler” schraapt er automatische laag voor laag af tot de juiste hoogte. Alleen wanneer de bak te vol dreigt te raken moet er ingegrepen worden door de chauffeur.

Bomen en gebouwen

Het nadeel van een automatische “leveler” zijn toch wel de bomen en gebouwen die in de weg kunnen zitten, dit heeft dezelfde redenen als wanneer je met een trekker langs een bosrand rijdt.

<https://www.sitechsolutions.com/wp-content/uploads/2016/06/Rob-jansen-bouwmachines.pdf>

Opdracht/ Oefenen (Eventueel in Emmeloord)

- Aangeven op een kaart waar je een sloot wilt hebben/ hoek van een perceel/ sloot/ erfgronden.
- Studenten
- Aangeschaft materiaal; GPS-palen
- Studenten gaan buiten een gebied uitzetten



Het idee is om een gebied uit te zetten door middel van een RTK handheld. In de omgeving van school. Dit kan met pikketten uitgezet worden op RTK nauwkeurigheid. Daarnaast kan er een gebied worden ingemeten die later, online, op een kaart wordt weergegeven.

Via de Trimble software (kunnen docenten bestellen).



**VRAGEN? /
OPDRACHT**

