

**Tebodin Netherlands B.V.**  
Parlevinkerstraat 29 • 1951 AR Velsen-Noord  
Postbus 43 • 1950 AA Velsen-Noord  
Telefoon 0251 26 24 64 • Fax 0251 26 24 99  
velsen@tebodin.com • www.tebodin.com

Opdrachtgever: **Internationale Hogeschool Van Hall Larenstein**  
Project: **Afstudeeropdracht**

Ordernummer:  
Documentnummer: 1801002  
Revisie: A

Auteur: AZND  
Telefoon: +31 251 26 24 64  
Telefax: +31 251 26 24 99  
E-mail: a.zonneveld@tebodin.com

Datum: 29 augustus 2011

## **Digitale aanlevering AutoCAD tekeningen**

Arjan Zonneveld (871210001)  
Leeropdracht van Hogeschool Van Hall Larenstein  
Land en watermanagement (afstudeerrichting Grond- Weg- en Waterbouw)  
Interne begeleider: ing. C.J. van Vooren  
Externe begeleider: ing. B. Ligthart  
Afstudeerbedrijf: Tebodin Netherlands  
Trefwoorden: AutoCAD, digitaal, aanlevering

© Copyright Tebodin

*Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.*

## Voorwoord

Deze scriptie is in principe geschreven over de digitale aanlevering voor tekeningen in de Grond- Weg- en Waterbouw maar deze kan ook worden doorgetrokken naar andere disciplines. Vele aspecten gelden voor (Auto)CAD tekeningen in het algemeen.

Tijdens mijn afstuderen heb ik een hoop geleerd over dit onderwerp. Ik vond het erg interessant om alle interviews af te nemen bij verschillende bedrijven en daar op deze manier een kijkje te nemen. Ik wil graag alle geïnterviewden bedanken voor de actieve en snelle reacties. Ik heb vele interessante en goed bruikbare antwoorden gekregen van de geïnterviewden. Ik merkte dat er talrijke problemen zijn omtrent dit onderwerp en dat daarom veel bedrijven enthousiast waren over het afnemen van een interview.

Ik zou graag de heer Van Vooren bedanken als begeleider van Larenstein. Ik wil graag alle leuke collega's bedanken bij Tebodin. Met name Marvin Kooks die mij heeft geholpen met het ontwikkelen van de standaardisatie templates in AutoCAD, die volgden uit mijn onderzoek. Ook zou ik mijn begeleider bij Tebodin, de heer Ligthart willen bedanken.

Arjan Zonneveld  
Velsen-Noord, 29 augustus 2011

# Inhoud

**Voorwoord 2**

**Samenvatting 5**

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Werkwijze</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Onnauwkeurigheden/fouten en problemen</b>	<b>9</b>
3.1	Coördinaten	9
3.2	Één op één tekenen	10
3.3	Overzicht	11
3.4	Kennis buiten	12
3.5	Overige onnauwkeurigheden	12
<b>4</b>	<b>GPS</b>	<b>14</b>
4.1	Hoe werkt GPS?	14
4.2	De systemen	16
4.2.1	NAVSTAR GPS	16
4.2.2	GLONASS	16
4.2.3	Galileo	16
4.3	GPS fouten	17
4.4	GPS technieken	20
4.4.1	A-GPS (Assisted GPS)	20
4.4.2	DGPS (Differential GPS)	20
4.4.3	RTK (Real Time Kinematic)	21
4.4.4	06-GPS	21
4.5	Basisstation	21
4.6	Conclusie	22
<b>5</b>	<b>Aansprakelijkheid</b>	<b>23</b>
5.1	Rechten digitale bestanden	23
5.2	Voorwaarden	24
5.3	Kosten aansprakelijkheid	25
5.4	Interview	26
<b>6</b>	<b>Kosten</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>NLCS</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>3D/BIM</b>	<b>34</b>
8.1	Wat is BIM?	34
8.2	Voordelen van BIM	34

Ordernummer:  
Documentnummer: 1801002  
Revisie: A  
Datum: 29 augustus 2011  
Pagina: 4 van 44

<b>9</b>	<b>Producten</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>38</b>
10.1	Algemene conclusies en aanbevelingen	38
10.2	Aanbevelingen Tebodin	41
	<b>Bronvermelding</b>	<b>42</b>

## Samenvatting

Dit rapport is een afstudeerscriptie over het digitaal aanleveren van AutoCAD tekeningen. Civieltechnische ontwerpen zijn vaak groot van opzet en daarom worden tekeningen niet altijd op de centimeter nauwkeurig gemaakt; al zou dit wel moeten. Als een tekening wordt geplot(uitgeprint) is dat toch niet te zien, is de gedachte. Tegenwoordig wordt veel meer gebruik gemaakt van digitale tekeningen, GPS en/of total station. Hierbij wordt alles exact uitgezet volgens de coördinaten van de tekening. Hierbij kunnen problemen ontstaan tijdens de uitvoer betreffende de aansprakelijkheid; er zijn risico's en mogelijk is verandering van de tekenstijl van de ontwerpers nodig. In dit rapport worden de problemen hiervan geanalyseerd en hiervoor worden oplossingen gegeven.

Het onderzoek is uitgevoerd voor de afdeling infra bij Tebodin. Voor het uitvoeren van het onderzoek zijn in totaal elf specialisten (landmeetkundigen, adviseurs en aannemers) geïnterviewd werkende bij verschillende bedrijven.

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat er altijd in RD-coördinaten moet worden gewerkt. Er moet altijd één op één worden getekend in modelspace. Het verschalen gebeurt in de opmaak omgeving namelijk in paperspace. Gebruik niet teveel arceringen, maak tussentijdse printjes, lever naast het CAD bestand altijd een PDF bij, lever geen onnodige/oude informatie, houd altijd een duidelijke lagenstructuur aan en gebruik een ondergrond die niet te verschuiven is.

GPS is niet altijd even nauwkeurig, maak daarom gebruik van een GPS planning voor de bepaling van de tijden voor een nauwkeurige GPS plaatsbepaling.

In het veld wordt de kennis bij landmeetkundigen minder. Op kantoor wordt minder gecontroleerd op binnenkomende tekeningen en er worden minder tussenmaten genomen. Vaak komen de maatlijnen niet overeen met de afstand. Dit komt voornamelijk doordat deze maatlijnen worden gekopieerd uit andere tekeningen. Door deze oorzaken is het noodzakelijk nauwkeurig te tekenen.

Er is regelmatig slecht versiebeheer (revisiebeheer) binnen projecten. Daardoor wordt er niet altijd gewerkt met de meest recente tekening. Het is daarom noodzakelijk om vooral bij grote projecten duidelijk aan te geven welke versie het is of wanneer de laatste datum van wijziging was. Vaak kan het interessant zijn om gebruik te maken van een centraal documentbeheer programma. Maak ook altijd goede afspraken met de opdrachtgever over hoe getekend moet worden.

Zet in een tekening welke gegevens er gebruikt mogen worden uit de tekening. Het adviesbureau is per opdracht vaak aansprakelijk voor een bedrag gelijk aan de advieskosten tot maximaal €1.000.000. Bij advieskosten lager dan €75.000 is het adviesbureau maximaal aansprakelijk tot €75.000. Dit geldt als in het contract overeen is gekomen dat er wordt gewerkt volgens de DNR 2005. Volgens de RVOI-2001 is het adviesbureau maximaal aansprakelijk tot €1.000.000 en bij bepaalde uitzonderingen tot maximaal €90.000.

De investeringkosten zijn tegenwoordig veel hoger in vergelijking met de vervaardiging van analoge tekeningen. De hele digitalisering is al geïntegreerd binnen bijna alle bedrijven. Door deze digitalisering gaat alles veel sneller en kan er worden bespaard op arbeid. Op de lange termijn is dit goedkoper.

De NLCS (De Nederlandse CAD standaard) heeft grote potentie omdat tekeningen op dit moment bij verschillende bedrijven anders worden gemaakt. Er zitten grote bedrijven in de NLCS en ook overheidsinstanties zijn er voorstander van. Het is op termijn lonend om te investeren in de NLCS.

Het lijkt erop dat 3D tekeningen en BIM (Building Information Modelling) de toekomst hebben. Vooral bij grote projecten zijn er mogelijkheden voor. Bij kleine projecten zijn deze een stuk minder efficiënt omdat hier het overzicht meestal beter is en de ontwerpkosten bij 3D/BIM hoog zijn. Het zou wel verstandig zijn om nu alvast een standaard vast te zetten voor het 3D tekenen zodat er over enkele jaren geen wildgroei ontstaat aan verschillende standaarden.

# 1 Inleiding

Als er een nieuwe weg moet komen of als er een bestaande weg moet worden aangepast, is het mogelijk dat de afdeling infra bij Tebodin Velsen hiervoor het ontwerp, de bestekstekeningen en het bestek mag maken. De bestekstekeningen worden door de uitzetter van de aannemer gebruikt om het ontwerp uit te zetten. Bij het ontwerpen van wegenbouwkundige projecten gaat het vaak over tientallen, zo niet honderden, meters. De tekeningen zijn daarom soms niet op de centimeter nauwkeurig gemaakt, hoewel dat wel zou moeten. Als een tekening wordt geplot dan is dat verschil toch niet te zien, is de gedachte. Door het gebruik van digitale tekeningen, GPS en een total station moeten deze tekeningen nauwkeuriger worden gemaakt. Wat gebeurt er bijvoorbeeld als een aannemer exact de tekening aanhoudt maar in het veld duidelijk zichtbaar is dat het niet klopt? Wie is er dan aansprakelijk en wat zijn de risico's? En hoe kunnen we dit voorkomen?

Om dit onderzoeksrapport te begrijpen is het van belang te weten wat bepaalde begrippen en methodes zijn en hoe dit werkt. Wat is GPS precies? Welke fouten kunnen er optreden? En hoe werkt een total station? Deze opdracht is uitgevoerd voor Tebodin en dit is een afstudeerscriptie/leeropdracht voor de studie land en watermanagement aan de Hogeschool Van Hall Larenstein.

In dit afstudeeronderzoek wordt onderzocht wat de wensen zijn van de aannemers en opdrachtgevers die deze digitale AutoCAD tekeningen ontvangen. In elk hoofdstuk zal er dan ook een onderscheid worden gemaakt tussen de aannemers, adviesbureaus en opdrachtgevers. Er wordt hier achterhaald wat zij juist in een tekening willen en wat juist niet. Hieruit volgend kunnen de AutoCAD tekenaars van Tebodin infra hun tekeningen en tekenstijl aanpassen. Zo komt Tebodin infra erachter hoe zij zich kunnen verbeteren en hoe zij beter kunnen voldoen aan de wensen van de opdrachtgever en aannemer. Er wordt in dit rapport ook gekeken naar de aansprakelijkheid en naar de kosten.

## Onderzoeksvraag en subvragen

Hoe kan de AutoCAD tekenaar de tekenstijl het beste aanpassen voor de optimale digitale aanlevering?

1. Wat zijn de wensen van de aannemers? En in hoeverre kan de tekenaar zich hieraan aanpassen?
2. Wie is waarvoor aansprakelijk bij fouten/onduidelijkheden in de digitale tekeningen?
3. Wat zijn de kostenbesparingen van de digitale aanlevering voor de aannemer?
4. Wat zijn de kosten van de digitale aanlevering voor een adviesbureau?

Met de tekenstijl wordt het tekenen in ruime zin bedoeld. Hiermee wordt bijvoorbeeld lettergrootte/lettertype bedoeld maar ook de opbouw van een tekening, standaardisaties en versiebeheer.

In hoofdstuk 2 wordt de werkwijze behandeld die is gevolgd voor dit onderzoek. In hoofdstuk 3 worden de mogelijke onnauwkeurigheden/fouten en problemen behandeld binnen de AutoCAD tekeningen.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op GPS. Het gaat hier over de werking van GPS, maar ook over de fouten die er kunnen ontstaan en de verschillende technieken die kunnen worden toegepast.

In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de aansprakelijkheid binnen projecten. Het gaat er om wie waarvoor aansprakelijk is bij bepaalde fasen in het project. Hoofdstuk 6 gaat over de kosten van CAD tekeningen en alles wat daarbij komt kijken. In hoofdstuk 7 wordt er verteld wat de Nederlandse CAD standaard inhoudt en wie daarbij zijn aangesloten. Hoofdstuk 8 zal gaan over de toekomst van tekeningen en een meer integrale aanpak binnen projecten. In hoofdstuk 9 volgen enkele AutoCAD tools die zijn ontwikkeld aan de hand van dit onderzoek. Daarna volgen in hoofdstuk 10 de conclusies en aanbevelingen en tot slot de

Ordernummer:  
Documentnummer: 1801002  
Revisie: A  
Datum: 29 augustus 2011  
Pagina: 7 van 44

bronvermelding. Daarachter staat het bijlagenoverzicht met daarachter alle bijlagen. Hierin staan onder andere alle interviews, e-mailcontacten met NLCS applicaties leveranciers, het e-mailcontact met Siem Roetman over de aansprakelijkheid, het projectplan en een verklarende woordenlijst.

Deze scriptie is geschreven voor de afdeling infra bij Tebodin, de beoordelaars en geïnteresseerde studenten en docenten op Larenstein.

## 2 Werkwijze

Dit onderzoek begon met het goed leren werken met AutoCAD. De mogelijkheden van dit programma werden bekeken en zo is het ook beter mogelijk om hier met specialisten over te praten.

Voor het uitvoeren van dit onderzoek zijn elf interviews gehouden, zie bijlagen. Deze interviews zijn uitgevoerd bij verschillende personen bij bedrijven in de aannemerij, landmeetkundige bureaus, adviesbureaus en opdrachtgevers/gemeentes. Met deze bedrijven werd contact gezocht door deze te bellen of een e-mail te sturen. Er werd gevraagd of er mogelijk een interview kon worden gehouden met iemand die verstand heeft van het maken van AutoCAD tekeningen of die verstand heeft van het uitzetten of inmeten in de landmeetkunde. Binnen deze bedrijven werd ik dan doorverbonden met de betreffende deskundige persoon. Met deze specialist werd dan een afspraak gemaakt. De interviewlocatie was meestal bij het betreffende bedrijf. Het interview werd in geheel opgenomen op een voice-recorder.

Na het verwerken van de interviews werd de verkregen informatie teruggekoppeld naar de tekenaars bij Tebodin Netherlands. Voor het bepalen van de aansprakelijkheid heeft er vooral literatuuronderzoek plaatsgevonden. Ditzelfde is gedaan voor de kostenbesparing. Tijdens het interview met de aannemers is aan hen gevraagd of zij iets kunnen zeggen over kostenbesparingen.

Aan de hand van de interviews werden ook enkele tools ontwikkeld waardoor het mogelijk werd om sneller met AutoCAD te werken.

De theorie is verzameld uit boeken en van het internet. Een advocaat van Tebodin Netherlands heeft gekeken naar het aansprakelijkheid hoofdstuk. Hierover is ook e-mail contact geweest met het CROW. De deelvragen en de interviewvragen zijn hoofdzakelijk tot stand gekomen in overeenstemming met de begeleider bij Tebodin Netherlands.

De interview vragen: 9,10, 11, 12, 13 en 15 slaan hoofdzakelijk op deelvraag één. De interview vraag 18 slaat op deelvraag 2. De interview vragen 19 en 20 slaan op de deelvragen 3 en 4. Interviewvraag 19 slaat op de werksnelheid, dit heeft uiteindelijk ook weer te maken met de kosten.



### 3 Onnauwkeurigheden/fouten en problemen

In dit hoofdstuk wordt er ingegaan op veel voorkomende fouten en problemen bij het digitaal aanleveren van tekeningen. Dit zijn niet alleen de onnauwkeurigheden zelf maar het gaat ook over het overzicht binnen CAD programma's en het versiebeheer. Als deze onnauwkeurigheden/problemen bekend zijn, kunnen hier oplossingen voor worden gezocht waardoor ze in de toekomst kunnen worden voorkomen. Dit zijn dus de wensen voor betere aanlevering van AutoCAD tekeningen. De tekenaar kan zich weer aanpassen aan deze wensen door deze te implementeren. Dit hoofdstuk slaat dan ook terug op deelvraag één.

#### 3.1 Coördinaten

In zeven interviews wordt het volgende gezegd over coördinaten:

##### **Aannemers**

Bijlage B, Ben Beelen, senior landmeetkundige, Facto Geo Meetdienst: *Ik ben niet zo blij dat hier twee coördinatenstelsels worden gebruikt. De ene keer krijg ik tekeningen die worden aangeleverd in 'plan Noord' (een lokaal stelsel) en de andere keer worden tekeningen aangeleverd met RD-coördinaten. Eigenlijk moet er bij elk project één stelsel zijn. Als ik bijvoorbeeld in 'plan Noord' wil uitzetten en ik een tekening met RD-coördinaten krijg moet ik eerst alle coördinaten omzetten. Eigenlijk zou je vanaf het begin met één stelsel moeten werken. (...). Hier staan dan heel veel onnodige coördinaten in. Soms krijg ik voor een bepaald object wel veertien coördinaten terwijl je er maar twee nodig hebt.*

Bijlage E, Ronald Mossinkoff, hoofd afdeling Survey: *Wat we veel tegenkomen is dat situaties die gewoon in de xy-coördinaten zijn getekend vaak al zijn verschaald of gedraaid. Het gebeurt ook vaak dat we zo een tekening moeten terugschalen van millimeters naar meters. Dat is niet zo een probleem. Je pakt de hele tekening en deze deel je door 1000. Het is moeilijk om met een tekening te werken die zowel gedraaid, verschaald en er ook nog eens met een eigen stelsel ontworpen is.*

Bijlage G, Niels Westhof, projectleider geo-informatie: *Dit gaat ontzettend snel. Wij hoeven niets meer om te rekenen naar coördinaten. We leggen de hele tekening meteen in het juiste stelsel en genereren van elk punt de juiste coördinaten.*

Bijlage H, Wouter van Apeldoorn, projectleider tekenaars en werkvoorbereiders: *Wij tekenen eigenlijk altijd op RD-coördinaten. Dit gebeurt altijd bij civiele werken. Bouwkundigen werken zelden in RD-coördinaten. Zij hebben vaak een eigen stelsel. Dit levert nog wel eens problemen op als wij met hen moeten samenwerken. Vaak verdraaien of verplaatsen zij de tekening en dan lijkt het of de tekening op RD-coördinaten staat maar dat is dan niet meer zo. Als wij het dan inlezen in onze tekening dan past het niet meer.*

##### **Adviesbureaus**

Bijlage I, Richard de Nier, expert CAD/GIS: *Het probleem zit voornamelijk in het verschil in gebruik van coördinaten. Architecten gebruiken vaak als basispunt nul terwijl wij werken met RD-coördinaten. Soms heb je wel eens schaalproblemen of conversieproblemen.*

Bijlage J, Frans Dévilé, coördinator tekenkamer: *Het is tegenwoordig gebruikelijk dat alle tekeningen op RD-coördinaten getekend worden. Dit is zeker binnen de infra zo maar eigenlijk ook niet altijd. Zo hadden*

*we een tijd geleden een bouwwerk van een sluis die moest worden geplaatst in IJmuiden. Deze was gefabriceerd in Antwerpen en daar wordt een ander stelsel gebruikt, namelijk het Lambert stelsel.*

### **Opdrachtgevers**

Bijlage F, Roel Reuvekamp, expert CAD/GIS: *Het is soms wel lastig dat er verschillende coördinatenstelsels worden gebruikt.*

### **Conclusie**

Het is het meest handig als er altijd wordt gewerkt in RD-coördinaten. Als het nodig is kan er een lokaal stelsel worden gebruikt. Het is dan wel noodzakelijk vast te leggen in welke coördinaten bedrijven de tekeningen aanleveren. Een erg groot voordeel van digitale tekeningen is dat deze al op coördinaten liggen en deze heel gemakkelijk in een ander stelsel kunnen worden omgezet.

## **3.2 Één op één tekenen**

Het één op één tekenen is heel belangrijk, hier is het volgende over gezegd:

### **Aannemers**

Bijlage C, Jacques Detmar, senior landmeetkundige: *Alles moet één op één worden getekend zoals in de werkelijkheid.*

Bijlage E, Ronald Mossinkoff, hoofd afdeling Survey: *Het is natuurlijk belangrijk dat alle details staan vermeld in een digitale tekening. Bovendien is het belangrijk dat de verschaling gebeurt in paperspace en dat in modelspace alles één op één wordt getekend. Wat we vaak zien is dat een hele hoop zaken door elkaar staan in modelspace. Ditzelfde geldt voor profielen die al vaak zijn verschaald binnen modelspace.*

Bijlage G, Niels Westhof, projectleider geo-informatie: *De details zijn misschien juist wel minder belangrijk geworden. Het gaat er meer om dat de lijnen en objecten goed één op één zijn ingetekend.*

### **Adviesbureaus**

Bijlage I, Richard de Nier, expert CAD/GIS: *Als jij een CAD tekening maakt en je maakt een detail dan wil je dat het detail één op één is.*

Bijlage J, Frans Dévilé, coördinator tekenkamer: *Je moet gewoon loepzuiver tekenen want ze gaan er in het veld één op één mee aan de slag.*

Bijlage K, Wouter Pronk, expert standaardisatie CAD: *In de RTW moet altijd één op één worden getekend; dit geldt ook voor de NLCS.*

### **Conclusie**

Er moet dus altijd één op één worden getekend in modelspace. Zo kloppen de coördinaten altijd en zo is alles ook even groot als in de werkelijkheid. Het verschalen gebeurt in paperspace.

### 3.3 Overzicht

Dit subhoofdstuk gaat over het overzicht. Dit slaat terug op vraag veertien uit het interview:

#### **Aannemers**

Bijlage B, Ben Beelen, senior landmeetkundige: *Je hebt tegenwoordig en vooral bij dit project ontzettend veel tekeningen.(...) De beginfase is tegenwoordig onoverzichtelijker maar daarna is deze digitale aanlevering veel handiger. (...)Het is vaak ook zo dat er in een tekening in allerlei hoeken wat getekend is, terwijl er vaak objecten instaan die je helemaal niet nodig hebt.*

Bijlage C, Jacques Detmar, senior landmeetkundige: *Ik denk wel dat er in de toekomst betere software komt waardoor er waarschijnlijk meer overzicht zal komen.*

Bijlage H, Wouter van Apeldoorn, projectleider tekenaars en werkvoorbereiders: *Tegenwoordig werken we veel met paper- en modelspace. Bij grote werken heb je vaak een grote ondergrond waar dan hier en daar een tekeningetje staat. Ik kan me wel voorstellen dat het vergeleken met vroeger wat moeilijker is uit te zetten. Toen kreeg je gewoon een analoge tekening waar alles opstond. Het is lastig om dit op te lossen want dan zou je alles moeten gaan opknippen. Ik heb niet gehoord dat deze manier van werken veel problemen oplevert. Vaak leveren we de PDF er ook bij om meer overzicht te verschaffen.*

#### **Adviesbureaus**

Bijlage D, Jan-Willem Veldkamp, hoofd adviesbureau: *Het gebeurt heel vaak dat al de tabbladen in paperspace er prachtig uitzien maar als hij dan naar modelspace gaat dan is het één grote warboel. Deze persoon gaat dan naar de layermanager, maar het blijkt dan dat de layers ook heel onlogisch zijn ingedeeld.(...) Er zijn heel veel bedrijven die ‘oude troep’ in de tekening laten staan. De lay-out zelf ziet er prima uit, wat dus vergelijkbaar is met de analoge tekeningen van vroeger. Bij digitale aanlevering zie je vaak de historie terugkomen en dat kan soms heel verwarrend werken. De oplossing is gewoon schoner aanleveren.(...) Die jongens krijgen natuurlijk ook tekeningen van derden aangeleverd. Vaak zit er heel veel overtollig ballast in tekeningen met bijvoorbeeld arceringen en moeilijke symbolen. Wat ik ook heel vaak zie is dat er heel veel vervallen lijnen of lagen behouden blijven, binnen een tekening.*

Bijlage J, Frans Dévilé, coördinator tekenkamer: *Bij een digitale tekening zit je altijd in een deel van de tekening te werken dus daardoor heb je geen overzicht. Op het eind maak je er een afdruk van en dan zie je pas op de tekening staan wat je in gedachten had. Op de afdruk zie je pas echt of er fouten inzitten. Het verschil is ook dat een A0 veel groter is dan een scherm. Maak er dus regelmatig een afdruk van zodat je kunt zien of je nog iets moet toevoegen of moet weglaten.*

Bijlage K, Wouter Pronk, expert standaardisatie CAD: *Het overzicht is minder. Een A0 is veel groter dan een 22 of 24 inch scherm. Dit is minder overzichtelijk dan het openvouwen van een A0.*

Bijlage L, Chris van Vooren, docent AutoCAD: *Een tekening moet vooral duidelijk zijn en niet op meerdere manieren te interpreteren zijn. Het gebeurt ook wel eens dat tekeningen helemaal vol staan met arceringen.*

### **Opdrachtgevers**

Bijlage F, Roel Reuvekamp, expert CAD/GIS: *Als ik zou ontwerpen, dan zou ik ook alles in één tekening zetten. Ik zou bijvoorbeeld niet bepaalde objecten uit een tekening halen en daar dan details intekenen. Als je gewoon alles in één tekening zet, ligt het aan je zoomniveau en –schaal hoeveel details je ziet. (...) Dat ligt eraan hoe de tekening gemaakt is. Als de details op allerlei plekken in tekening worden gezet, is er minder overzicht. Vaak is het zo dat tekeningen binnen AutoCAD erg veel uit elkaar liggen.*

### **Conclusie**

Er komen hier enkele belangrijke tips voor het bewaren van het overzicht: gebruik niet teveel arceringen, teken alles één op één in modelspace, maak tussentijdse printjes, lever een PDF bij een AutoCAD bestand en lever geen onnodige/oude informatie.

## **3.4 Kennis buiten**

Een ander nadeel van het digitaal aanleveren is dat de mensen buiten minder goed weten waar ze mee bezig zijn. Er staan coördinaten in het GPS apparaat maar soms hebben ze geen idee wat er gebeurt. Er wordt twee keer in een interview wat gezegd over de kennis buiten:

### **Aannemers**

Bijlage B, Ben Beelen, senior landmeetkundige: *Jonge jongens hebben er geen beeld meer bij. Ze hebben alleen coördinaten maar kunnen het buiten niet controleren.*

Bijlage E, Ronald Mossinkoff, hoofd afdeling Survey: *Wat ik ook merk is dat de kennis buiten minder wordt. Bepaalde mensen hebben buiten gewoon een lijst en daar vinken ze alles af wat ze gedaan hebben zonder er echt over na te denken. Als het niet klopt dan trekken ze meteen aan de bel in plaats dat ze buiten naar een praktische oplossing zoeken.*

### **Conclusie**

Dit is een reden om nauwkeurige tekeningen te maken. Als de tekeningen nauwkeurig zijn gemaakt kan er minder fout gaan tijdens het uitzetten.

## **3.5 Overige onnauwkeurigheden**

Hier staan de overige onnauwkeurigheden die naar voren kwamen:

### **Aannemers**

Bijlage B, Ben Beelen, senior landmeetkundige: *Bij tekeningen die digitaal worden aangeleverd worden vaak geen tussenmaten vermeld tussen punten. Hierdoor is er geen visuele controle in het veld. (...)Deze omzetting is makkelijker in MicroStation dan in AutoCAD. Dit is zo omdat bij MicroStation je hun hele werkomgeving krijgt. Deze omgeving plaats je in je eigen omgeving en dan werk je in hun standaard. In AutoCAD wordt dit niet herkend. In AutoCAD werken we meestal in onze eigen standaard.*

Bijlage C, Jacques Detmar, senior landmeetkundige: *Over het algemeen hangt de nauwkeurigheid van de tekening ook samen met de nauwkeurigheid van het basismateriaal. Als het kaartmateriaal van goede kwaliteit is dan zijn de uitzetbestanden ook vaak van goede kwaliteit.*

Bijlage E, Ronald Mossinkoff, hoofd afdeling Survey: *Het komt ook regelmatig voor dat de maten in de profielen niet overeenkomen met de afstanden in de digitale tekening.(...) Met AutoCAD kan je veel sneller en heel nauwkeurig dingen nameten. Ook zijn fouten veel eerder gevonden.(...) Wat je heel goed in de gaten moet houden, is dat je met de goede versie werkt.(...) Het gebeurt eigenlijk nooit dat een tekening helemaal klopt.(...) Gemeentes werken heel veel met MicroStation dus dan krijg je veel aangeleverd in DGN. Dit moeten wij omzetten naar DXF, wat ook weer kans op fouten geeft. Aannemers werken juist veel met AutoCAD.*

Bijlage G, Niels Westhof, projectleider geo-informatie: *Wij gaan er gewoon vanuit dat de maatvoering klopt met de tekening. Wij eisen dan ook van onze opdrachtgever dat wij ze zo krijgen aangeleverd. Wij hebben wel een bepaalde tool die hier een controle op doet. Deze controleert of de afstand overeenkomt met de maatvoering die erbij staat.*

Bijlage H, Wouter van Apeldoorn, projectleider tekenaars en werkvoorbereiders: *Er wordt vaak blind met digitale bestanden gewerkt. Zo worden er vaak weinig of geen controles meer uitgevoerd. Als je geen goed versiebeheer hebt, kan het natuurlijk ook gebeuren dat het verkeerde bestand wordt opgestuurd. Zo is het wel eens gebeurd dat niet de meest recente versie is opgestuurd. Er zijn hier wel eens problemen mee.*

### **Adviesbureaus**

Bijlage D, Jan-Willem Veldkamp, hoofd adviesbureau: *In de helft van de projecten zitten onnauwkeurigheden. Als je van een architect iets binnenkrijgt en het heeft niets te maken met een GBKN, dan is dit vaak gewoon een schetsje die in het luchtledige is ontworpen. (...) Het blijkt bijvoorbeeld dat het gebied waar dat terrein zou moeten worden ontwikkeld te klein is voor het ontwerp dat er ligt. Het gebeurt ook wel eens dat het ontwerp staat op kavels die gewoon in gebruik zijn door mensen*

### **Opdrachtgevers**

Bijlage F, Roel Reuvekamp, expert CAD/GIS: *Het is vaak zo dat de bemating niet overeen komt met de werkelijke afstand. Vaak wordt een afstand later in de tekening nog aangepast maar dit gebeurt dan niet met de bemating. (...)Het is dus handig om te werken met een referentiebestand, als ondergrond, die niet verschuifbaar is.*

### **Conclusie**

Het gebeurt heel vaak dat er niet wordt gewerkt met de meest recente versie van een tekening. Dit is vaak het probleem van slecht versiebeheer binnen projecten. Door de digitalisering worden er ook minder tussenmaten genomen. Hierdoor is het moeilijk om afstanden te schatten. Er wordt steeds minder vaak een visuele controle in het veld uitgevoerd. Vaak kloppen de tussenmaten niet met de werkelijke afstand. Tot slot is het belangrijk om de tekeningen goed te controleren want dit gebeurt steeds minder. Het is bovendien heel handig om te werken met een ondergrond die niet te verschuiven is.

## 4 GPS

Om te begrijpen wat de wensen van de aannemer zijn, is het goed te weten hoe zij buiten in het werk de gegevens uitzetten. Veel uitzetwerk gebeurt tegenwoordig met GPS. Hierbij worden delen van de CAD tekeningen, de uitzetgegevens, ingeladen in de uitzetapparatuur. GPS heeft een bepaalde onnauwkeurigheid en deze is afhankelijk van vele factoren. GPS heeft daardoor indirect een grote invloed op de nauwkeurigheid van de CAD tekeningen. In dit hoofdstuk wordt getracht deze onnauwkeurigheden en mogelijke problemen in kaart te brengen. Dit hoofdstuk heeft indirect te maken met deelvraag één omdat er ook een bepaalde wens van nauwkeurigheid is.

GPS staat voor Global Positioning System. Dit is ontwikkeld door de Amerikaanse overheid. Oorspronkelijk heette dit NAVSTAR Global Positioning System. Waarbij NAVSTAR staat voor NAVIGATION Satellite Timing And Ranging. GPS valt onder een GNSS (Global Navigation Satellite System). (<http://facility.unavco.org>, 03-03-2011)

### 4.1 Hoe werkt GPS?

Rondom de aarde cirkelen GPS satellieten in verschillende hoogtebanen. Deze satellieten hebben een vaste baan. Deze satellieten zenden een signaal uit. Deze signalen bestaan uit meerdere componenten: twee

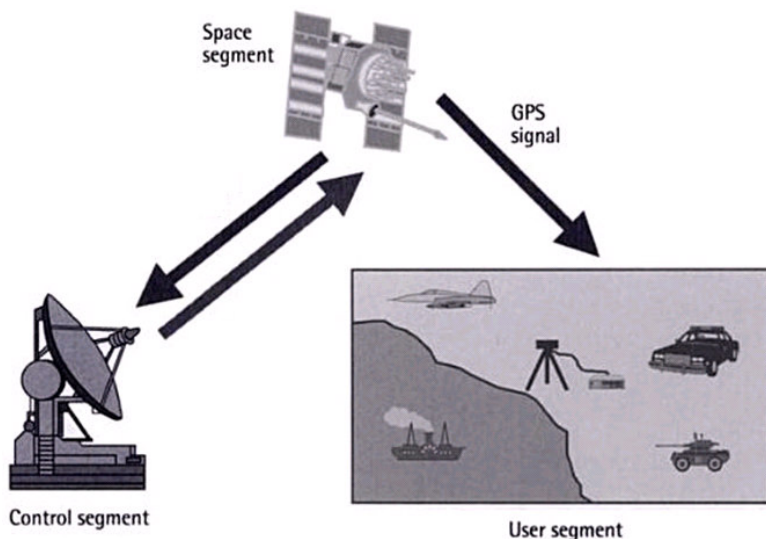


Figure 1, het GPS systeem El-Rabbany (2002, blz. 3)

sinusgolven (de draagfrequenties), twee digitale codes en een navigatiebericht. De codes en het navigatiebericht worden toegevoegd aan de twee draagfrequenties. De basisfrequentie is 10,23 Mhz. De L1 golf wordt vermenigvuldigd met 154; dit geeft een frequentie van 1575,42 Mhz. De L2 golf wordt vermenigvuldigd met 120; dit geeft een frequentie van 1227,60 Mhz. (Blewitt, 1997). De draagfrequenties en de codes zijn hoofdzakelijk voor het bepalen van de afstand van de satellieten tot de ontvanger. Het navigatiebericht bevat de locatie

van de satellieten als functie van de tijd. Het verzonden bericht wordt gecontroleerd door een zeer precieze atomische klok op de satelliet. De controle van de satellieten gebeurt aan de hand van een wereldwijd netwerk van grondstations. Zij controleren en bepalen de locatie van de satellieten, de juistheid van de atomische klokken, de atmosferische gesteldheid en informatie over de baan van de satelliet. (El-Rabbany, 2002, blz. 6, 8)

Het master control station bevindt zich in Colorado Springs in Colorado. (<http://www.kowoma.de/en>, 03-03-2011)

Voor de schematische opbouw van het GPS systeem zie, Figure 1

Voor het bepalen van de juiste positie zijn er in theorie ten minste drie satellieten nodig. Met één satelliet is alleen de afstand tot de satelliet bekend. Dit is bekend omdat satellieten elektromagnetische golven uitzenden en deze hebben als eigenschap dat deze zich voortbewegen met de lichtsnelheid: 299.792.458 m/s (<http://www.speed-light.info>, 03-03-2011). Het is ook bekend wat de tijd is; dit wordt immers meegezonden met de satelliet. Hieruit is dan de afstand te berekenen. Een ontvanger zou zich ergens op een denkbeeldige cirkel op aarde bevinden. Met twee satellieten zullen deze twee denkbeeldige cirkels elkaar op twee plaatsen snijden. Bij drie satellieten ontstaat er uiteindelijk één snijpunt waar de ontvanger zich bevindt.

In de praktijk zijn vier satellieten nodig om de plaats te bepalen. Dit komt door het verschil in gebruik van klokken. In satellieten zitten atoomklokken. Dit zijn zeer nauwkeurige maar ook zeer dure klokken. In een ontvanger zit een kwartsklok. Deze kan enkele milliseconden afwijken. Één milliseconde staat gelijk aan een verschil in afstand van  $0,001 \times 299.792.458 \approx 300.000$  meter. Door aan de hand van de atomische klokken de klok afwijking te bepalen van de ontvanger is er weer een onbekende bij gekomen. Er zijn dan dus vier satellieten nodig. (Blewitt, 1997), zie ook 4.3 GPS fouten, blz. 17. Stel er zijn drie satellieten met een afstand van vier, vijf en zes seconden, zie Figure 2. De kwartsklok loopt 0,5 seconden achter dus er kan geen goede plaatsbepaling plaatsvinden. Nu is het wel duidelijk dat de ontvanger zich bevindt tussen alle punten B. Als nu bij elke satelliet dezelfde tijd wordt afgetrokken dus 0,5 seconden dan komt de ontvanger uiteindelijk uit in punt A. De kwartsklok is dus wel onnauwkeurig maar wel consequent onnauwkeurig ([www.kowoma.de](http://www.kowoma.de), 29-04-2011). Dit is een voorbeeld met drie satellieten, hierbij is de onnauwkeurigheid erg groot.

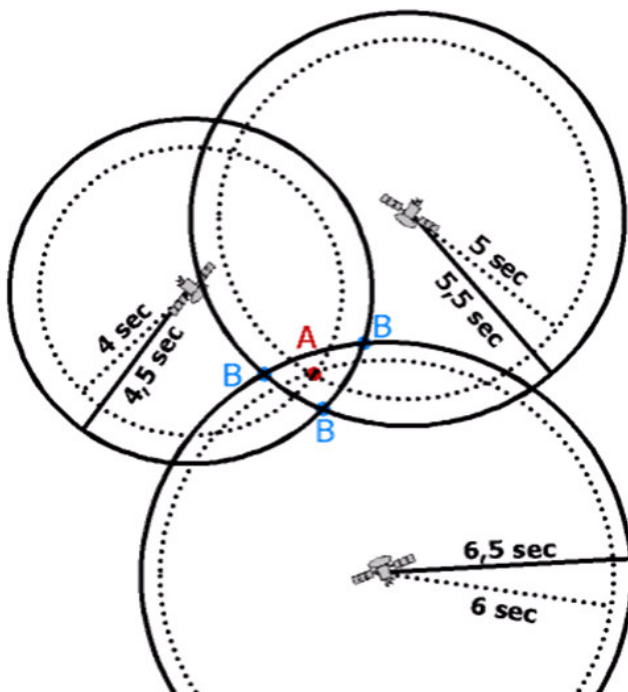


Figure 2, 2D positie bepaling met drie satellieten en gecorrigeerde klofkout ([www.kowoma.de](http://www.kowoma.de), 29-04-2011)

## 4.2 De systemen

Op dit moment wordt er voor positiebepaling vaak een combinatie van NAVSTAR GPS en GLONASS gebruikt. Dit wordt vaak gewoon GPS genoemd, terwijl dit eigenlijk slaat op het Amerikaanse satellietstelsel. Hieronder wordt een onderscheid gemaakt in de drie belangrijkste satellietstelsels.

### 4.2.1 NAVSTAR GPS

In 1973 werd het besluit genomen om een satellietnavigatiesysteem te ontwikkelen.

(<http://www.kowoma.de>, 03-03-2011) Dit had als hoofddoel om een superprecieze vorm van wereldwijde positiebepaling te hebben. Op deze manier konden doelen in the Sovjet-Unie met een direct schot worden uitgeschakeld. Er was een enorm bedrag van twaalf miljard dollar beschikbaar. (<http://web.archive.org>, 03-03-2011) De luchtmacht van de Verenigde staten ontwikkelt en onderhoudt het GPS systeem. In april 1995 werd het systeem geheel operationeel verklaard met 24 satellieten. (<http://people.csail.mit.edu>, 03-03-2011)

Op 01-01-2011 bestond dit systeem uit 31 goed werkende satellieten. (<http://adn.agi.com>, 01-03-2011)

### 4.2.2 GLONASS

**GLONASS ( GLObal NAVigation Satellite System)** is het Russische satellietstelsel.

De ontwikkeling van het GLONASS begon in 1976. In 1995 was het compleet. Daarna viel het in verval door de ineenstorting van de Russische economie. Vanaf 2000 werd het herstel van het systeem een topprioriteit van de overheid. Het GLONASS is een satellietstelsel van 22 werkende satellieten op 01-01-2011. (<http://www.glonass-ianc.rsa.ru>, 03-03-2011) Vanaf 2007 zijn alle beperkingen opgegeven voor civiel gebruik. (<http://en.rian.ru>, 03-03-2011)

### 4.2.3 Galileo

Omdat Europa afhankelijker wordt van GPS en het in haar toekomst onafhankelijk wil zijn heeft de Europese Unie besloten om zelf een GNSS te ontwikkelen. Dit systeem wordt in combinatie met GPS een nauwkeurig systeem waarbij posities tot op enkele centimeters bepaald kunnen worden. De ontvanger kan vaak tussen de zes en acht satellieten ontvangen hierdoor zal de plaatsbepaling beter zijn in steden en in de bergen (voornamelijk Noord-Europa). (<http://ec.europa.eu>, 03-03-2011) De eerste twintig jaar zal dit project 22,2 miljard euro kosten. (<http://www.openeurope.org.uk>, 03-03-2011) Het systeem zal bestaan uit 30 satellieten waarvan er altijd 27 operationeel zullen zijn. (<http://www.aviationweek.com>, 03-03-2011)



### 4.3 GPS fouten

De belangrijkste onnauwkeurigheden in GPS bestaan uit de: ionosfeer (4m), troposfeer (0,7m), satellietpositie informatie (2,1m), satellietklok afwijkingen (2,1m) en multipath (1,4m). (Lamarca en Lara, 2008, blz. 12)

De ionosfeer is de grootste bron van onnauwkeurigheid. Dit komt doordat de GPS golven een interactie hebben met geïoniseerd gas in deze luchtlag. De mate van ionisatie hangt af van vele variabelen, zoals de dag, de tijd, de zonnevlek activiteit en de hoek tussen satelliet en ontvanger. Er zijn modellen ontwikkeld om de plaatsbepaling te corrigeren voor deze onnauwkeurigheid. Dure ontvangers die beide frequenties ontvangen kunnen zelf corrigeren voor deze vertraging in the ionosfeer doordat de vertraging omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de frequentie. De L1 en L2 frequenties zijn respectievelijk, 1575,42 MHz en 1227,60 MHz. (Lamarca en Lara, 2008, blz. 12)

Het ligt eraan op welk tijdstip op de dag gemeten wordt. Op elk tijdstip bevindt elke satelliet zich op een andere plaats. Zo zal een ontvanger steeds een verschillend aantal satellieten ontvangen en elke onder een andere hoek. Zo is in 'Bijlage M, GPS planning Trimble software' te zien hoe de DOP-waarde verandert in de loop van de dag op 07-06-2011 op willekeurig gekozen coördinaten. Hoe lager de DOP (Dilution Of Precision) hoe groter de nauwkeurigheid. Een twee keer zo grote DOP-waarde geeft een twee keer zo grote onnauwkeurigheid.

In de troposfeer ontstaat het probleem door een breking (refractie) van de golf frequenties. Deze zijn moeilijker te compenseren omdat dit effect blijft optreden tot vijftien GHz en er geen wiskundige relatie is. (Levis en anderen, 2010, blz. 288)

In principe zijn vier satellieten voldoende voor een goede positie bepaling. Als de satellieten ver van de ontvanger af liggen is het voor goede resultaten nodig om informatie van vijf satellieten te ontvangen. Dit is vooral nodig voor het troposferische effect. (Blewitt, 1997, blz. 42)

Als deze satellieten ver van de bron afliggen, hebben ze een grotere weg door de troposfeer, zie Figure 3.

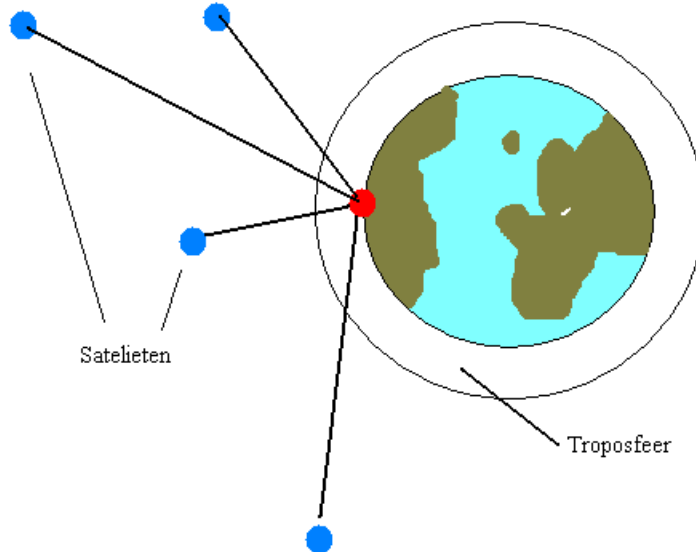


Figure 3, grote troposfeer fout door grote hoek met satelliet

Multipath fouten ontstaan door reflecties met obstakels zoals gebouwen en bergen. De grootte van de fout is afhankelijk van de grootte en hoeveelheid objecten in de omgeving, zie Figure 4. Om de multipath fout kleiner te maken is het nodig de GPS ontvanger hoger boven het landschap te houden.

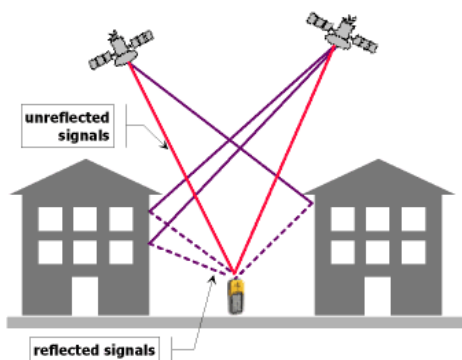


Figure 4, de multipath reflectie (www.kowoma.de, 29-04-2011)

In de interviews komt het probleem van slecht bereik ook voor.

### Aannemers

Bijlage B, Ben Beelen, senior landmeetkundige: *Tussen de tanks kan je niet met GPS werken omdat de tanks het GPS signaal onderbreken. Hier kan je dus minder goed gebruik van maken. Het is ook zo dat de nauwkeurigheid minder wordt.*

Ordernummer:  
Documentnummer: 1801002  
Revisie: A  
Datum: 29 augustus 2011  
Pagina: 19 van 44

Bijlage H, Wouter van Apeldoorn, projectleider tekenaars en werkvoorbereiders: *Een total station wordt gebruikt als er niet met GPS kan worden gemeten. Bij hoge gebouwen of bomen werkt de GPS niet goed genoeg.*

#### **Adviesbureaus**

Bijlage L, Chris van Vooren, docent AutoCAD: *GPS werkt vaak niet goed in stedelijke gebieden.*

#### **Opdrachtgevers**

Bijlage F, Roel Reuvekamp, expert CAD/GIS: *Het is ook zo dat GPS minder bereik heeft als er veel bladeren aan de bomen zitten. Het is daarom niet verstandig om met GPS te meten in bijvoorbeeld een park in de zomer.*

De nauwkeurigheid van GPS wordt ook nadelig beïnvloed door relativiteitseffecten, ongelijkmatige zwaartekrachtverdeling van de aarde en aantrekking door de maan en de zon. Door de laatste twee effecten zijn er dus niet perfecte cirkelvormige satellietbanen. (<http://www.kowoma.de>, 29-04-2011)

Ondanks de synchronisatie van de ontvangersklok met de satelliettijd tijdens de positie bepaling blijft er een resterende onnauwkeurigheid in de positiebepaling. Dit heeft te maken met de afrondings- en rekenfouten. (<http://www.kowoma.de>, 29-04-2011)

Specifiek voor het gebruik van GPS als landmeetapparatuur kunnen zaken zoals hoogspanningsmasten, onweersstormen, vliegvelden, tv's, radio's, mobiele telefoons en het noorderlicht leiden tot onnauwkeurigheden. (Brinker and Minnick, 2003, blz. 372)

## 4.4 GPS technieken

Hier zullen de verschillende technieken worden behandeld die veel worden gebruikt bij de toepassing van GPS. Deze technieken verbeteren vaak de precisie van de plaatsbepaling of deze versnellen het zoeken naar satellieten.

### 4.4.1 A-GPS (Assisted GPS)

Dit zorgt ervoor dat de ontvanger zijn plaats eerder heeft gevonden. De “A” staat voor het ‘assisteren’ naar het zoeken van satellieten. Hierbij zoekt de ontvanger naar een assisterende bron, zie Figure 5.

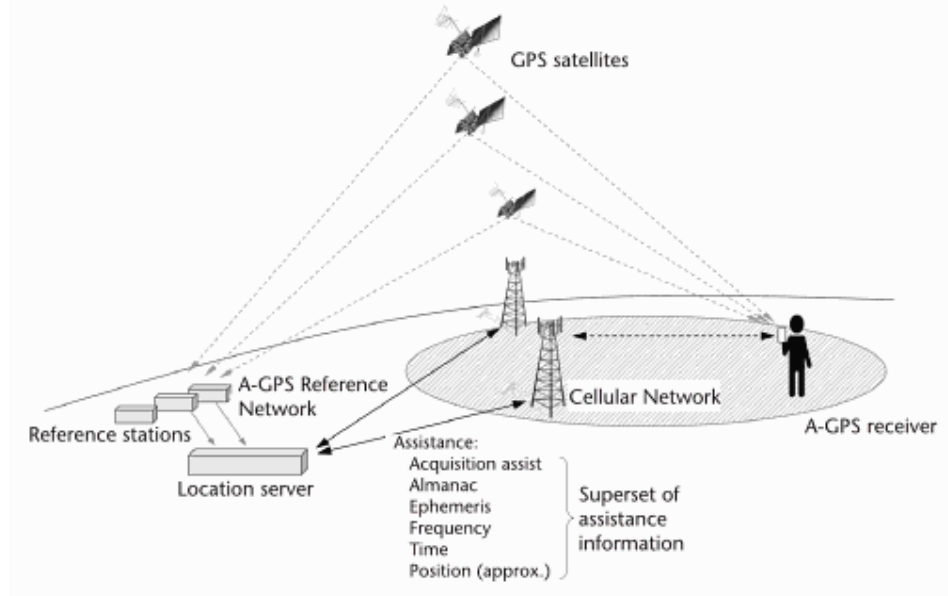


Figure 5, werking A-GPS (Diggelen, 2009 blz. 3)

Dit is vaak een bepaalde server met een veel grotere rekenkracht dan de ontvanger zelf. Bij een mobiele telefoon wordt dit gedaan door te zoeken naar een telefoonmast. (<http://www.gpsworld.com>, 28-04-2011)

### 4.4.2 DGPS (Differential GPS)

DGPS is ontwikkeld om GPS nauwkeuriger te maken. Dit gebeurt aan de hand van grondstations. Hierbij wordt vanaf dit station informatie gezonden naar de GPS ontvanger, zie Figure 6. DGPS vergelijkt het verschil tussen de op dat moment bepaalde coördinaten van het grondstation en de exact bepaalde plaats van het grondstation. Het verschil hiertussen is de satellietfout. Deze fout kan worden verwerkt in de bepaalde plaats van de ontvanger. (<http://www.maps-gps-info.com>, 16-02-2011)

Er wordt hierbij dus verwacht dat de fout bij het grondstation gelijk is aan de fout bij de ontvanger. De multipath fout en mogelijk fouten in de ontvanger worden door DGPS niet uitgesloten.

(<http://www.royaltek.com>, 29-04-2011)

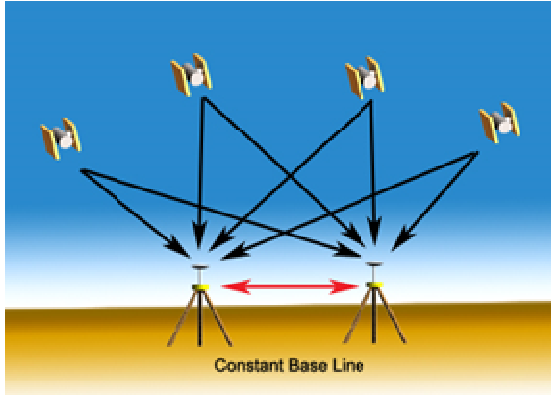


Figure 6, de werking van een grondstation (www.royaltek.com, 29-04-2011)

#### 4.4.3 RTK (Real Time Kinematic)

Met behulp van RTK kan er plaatsbepaling plaatsvinden op minder dan een centimeter. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de fracties en de volledige golven die de satellieten uitzenden. Door het verschil van deze volledige en onvolledige golven te bepalen tussen de ontvanger en de satelliet kan er zo een goede nauwkeurige meting plaatsvinden. De onvolledige golf is exact te bepalen maar het probleem is om te bepalen hoeveel volledige golven erin zitten. Dit wordt gedaan door ook het aantal volledige golven te bepalen door deze te vergelijken met een tweede ontvanger. (LaMarca en de Lara, 2008, blz. 16)

#### 4.4.4 06-GPS

Voor het gebruik van 06-GPS moet eerst worden ingebeld. Dit kan met een GSM maar dit kan ook via GPRS.

Het 06-GPS systeem bestaat uit 38 referentiestationen die een volledige dekking geven in Nederland. Er worden ook enkele stations uit België en Duitsland gebruikt om ook op de grensgebieden een goede nauwkeurigheid te geven.

Er zijn drie 06-GPS diensten. De dienst die wordt gebruikt in de landmeetkunde en de GWW is hoofdzakelijk: Real time Netwerk (RTK techniek) voor centimeter nauwkeurigheid. In de toekomst wordt Galileo toegevoegd aan het 06-GPS. (<http://www.06-gps.nl>, 04-05-2011)

De berekeningen worden uitgevoerd met het GNSMART softwarepakket van Geo++. Dit pakket is oorspronkelijk gebruikt in Duitsland voor hun 06-GPS systeem. (<http://www.geopp.de>, 15-03-2011)

### 4.5 Basisstation

Het basisstation is een referentiestation die vaak zelf door de landmeetkundige wordt geplaatst. Hiervan is de positie zeer nauwkeurig bepaald. Dit basisstation wordt geplaatst in de buurt van de locatie waar GPS metingen moeten worden uitgevoerd.

De gegevens van de ontvanger kunnen dan worden vergeleken met die van het basisstation. De fouten in de GPS ontvanger kunnen dan worden berekend. DGPS kan ook gebruik maken van dit principe.

Hoe verder vanaf het basisstation wordt gemeten hoe minder nauwkeurig de plaatsbepaling wordt. (Grewal en anderen, 2007, blz. 8)

## 4.6 Conclusie

Het is handig als er wordt gewerkt in RD-coördinaten want zo kunnen al deze coördinaten meteen worden ingeladen in de uitzetapparatuur welke gebruik maakt van GPS. Bij grote obstakels of veel reliëf neemt de nauwkeurigheid van GPS af. Voor het gebruik van GPS zijn er voor goede nauwkeurigheid ten minste vijf satellieten nodig. Het is verstandig om gebruik te maken van GPS planning; dan is goed te zien op welke tijd op de dag GPS het meest nauwkeurig is.

## 5 Aansprakelijkheid

Dit hoofdstuk gaat over de aansprakelijkheid voor fouten in CAD tekeningen. Dit hoofdstuk is onderverdeeld in de rechten van digitale bestanden, de voorwaarden, de kosten waarvoor een adviesbureau aansprakelijk is en de antwoorden uit het interview (vraag 18). Dit hoofdstuk slaat dus op deelvraag twee. Veel informatie uit de deelhoofdstukken ‘rechten digitale bestanden’ en ‘voorwaarden’ is gebaseerd op de e-mail van de heer Roetman, adviseur voor Gunnen Op Waarde zie, bijlage N, E-mail aansprakelijkheid. Het deelhoofdstuk ‘kosten aansprakelijkheid’ bestaat uit twee delen, namelijk een deel over de RVOI-2001 en een deel over de DNR 2005. In deelhoofdstuk ‘interview’ is de onderverdeling gemaakt tussen ‘aannemers’, ‘adviesbureaus’ en ‘opdrachtgevers’. Er zijn in dit hoofdstuk aanvullingen verwerkt op advies van de heer Van Duivenboden, advocaat van Tebodin Netherlands. De heer Van Duivenboden heeft bovendien een controle uitgevoerd op dit hoofdstuk.

De hoofdregel is dat ieder moet nakomen hetgeen contractueel is afgesproken. Doet hij dat niet dan is hij aansprakelijk voor de schade die de ander daardoor lijdt. Een ingenieursbureau dat onjuiste tekeningen aanlevert, is in principe aansprakelijk voor de schade die de opdrachtgever daardoor lijdt. De “fout” moet dan wel aan het ingenieursbureau kunnen worden toegerekend. De hoogte van de schade waarvoor het ingenieursbureau aansprakelijk kan zijn, is in principe onbeperkt.

De belangrijkste algemene voorwaarden bij ingenieurswerkzaamheden voor de wegebouw zijn de RVOI-2001 en de DNR 2005. Dit zijn complete sets voorwaarden die zijn opgesteld door organisaties waarin adviesbureaus, ingenieursbureau en architectenbureaus deelnamen. In deze voorwaarden wordt de aansprakelijkheid van het ingenieursbureau, de architect etc. beperkt. Deze aansprakelijkheid is beperkt in hoogte (de hoogte van de opdrachtsom met een maximum van 1 miljoen euro). Ook wordt de aansprakelijkheid beperkt in scope (geen aansprakelijkheid voor indirecte schade zoals omzetverlies en gederfde winst).

In contracten staan vaak nog specifieke voorwaarden die afwijken van de RVOI-2001/DNR 2005. Veel bedrijven hebben eigen algemene voorwaarden, die voor hen erg gunstig zijn. Deze voorwaarden vallen onder het regeland recht. Daartegenover staat het dwingend recht, hieraan moet iedereen zich houden. De UAV worden vooral in de bouw veel gebruikt en in de ARW staan de (precontractuele) aanbestedingsregels.

### 5.1 Rechten digitale bestanden

In de Standaard RAW bepaling 2005 (blz. 6) artikel 01.01.01 lid 06 staat dat ‘in het bestek in automatisch leesbare vorm geen rechten kunnen worden ontleend’. Op dat moment was het bestek in digitale vorm niet rechtsgeldig. Als er dan wordt gekeken in de Standaard RAW bepaling 2010 (blz. 6) is dit lid in zijn geheel verwijderd. Daaruit volgt dat er volgens de Standaard RAW bepaling 2010 aan het digitale bestand nu wel rechten kunnen worden ontleend. In de e-mail staat dan ook als reactie van Jan Oege Zijlstra ‘Die bepaling is gedateerd’. Dit slaat terug op de Standaard RAW bepaling 2005.

In de onderstaande begripsomschrijvingen uit de ARW wordt het nog eens duidelijk dat ‘schriftelijk’ gelijk staat aan ‘elektronische middelen’.

‘In artikel 1.1.1, aanduidingen, begripsbepalingen:

f. elektronische handtekening: een handtekening als bedoeld in artikel 15a, vierde lid, van Boek 3 van het Burgerlijk Wetboek;

g. geavanceerde elektronische handtekening: een handtekening die voldoet aan de eisen van artikel 15a, tweede lid, onderdelen a tot en met f, van Boek 3 van het Burgerlijk Wetboek;

h. ondertekend elektronisch bericht: een elektronisch bericht dat voorzien is van een elektronische handtekening;

y. schriftelijk: elk uit woorden of cijfers bestaand geheel dat kan worden gelezen, gereproduceerd, en vervolgens medegedeeld en dat tevens in de vorm van een elektronisch bericht met elektronische middelen kan worden overgebracht;’

Artikel ARW 2.3.14, openbare procedure:

‘De aanbesteder vermeldt in de aankondiging het adres waar het bestek en de aanvullende stukken kunnen worden aangevraagd. Indien het bestek en de aanvullende stukken rechtstreeks langs elektronische weg toegankelijk zijn, vermeldt hij in de aankondiging de toegang tot deze stukken.’

Bij de ‘elektronische weg’ moet er een aankondiging in het bestek staan en hier moet toegang tot zijn.

In artikel 2.30.7, bij de ‘wijze totstandkoming overeenkomst’ uit de ARW staat: ‘Tegelijk met of zo spoedig mogelijk na de schriftelijke mededeling wordt aan de opdrachtnemer toegezonden een door of namens de opdrachtgever gewaarmerkt:

- a. afschrift van zijn inschrijvingsbiljet met de eventuele staat van verrekenprijzen,
- b. exemplaar van het bestek,
- c. afschrift van de nota van inlichtingen, en
- d. afschrift van het proces-verbaal van aanwijzing.’

In de UAV (1989) komt het woord digitale/digitaal niet voor. Het woord ‘schriftelijk’ komt wel veel voor. Enkele voorbeelden: paragraaf 3, lid 2 ‘schriftelijk mededeling’, lid 3 ‘schriftelijk kennis’, lid 4, 7, 15, 24 en 25 ‘schriftelijk’ en lid 26 ‘schriftelijke goedkeuring’. De UAV is geschreven in 1989 en daardoor op sommige delen verouderd. In paragraaf 2 van de UAV lid 4a staat ‘een een nieuw geschreven of getekend document gaat voor een oud geschreven of getekend document’. Dit houdt dus in dat de Standaard RAW bepaling 2010 wettelijk boven de UAV en de Standaard RAW bepaling 2005 staat. Dit houdt dus ook in dat er wel rechten kunnen worden ontleend aan digitale bestanden.

Uit de bovenstaande tekst komt naar voren dat een overeenkomst in digitale vorm moet worden gewaarmerkt door een elektronische handtekening. In CROW etcetera nr 3 blz. 21 staat wel dat ‘indien de methode die daarbij is gebruikt voor authenticatie voldoende betrouwbaar is, gelet op het doel waarvoor de elektronische gegevens werden gebruikt en op alle overige omstandigheden van het geval’.

## 5.2 Voorwaarden

Dit deel van het onderzoek zal vooral gaan over het e-mailcontact met de heer Roetman, adviseur voor Gunnen Op Waarde zie, bijlage N, E-mail aansprakelijkheid. Voor de e-mailconversatie heeft hij ook contact gehad met de heer Teunissen en de heer Zijlstra van het CROW.

Siem Rietman schrijft in zijn e-mail ‘de leverancier lijkt mij aansprakelijk, degene die de uitzetgegevens



aanreikt'. Hij schrijft ook nog dat er goede afspraken moeten worden gemaakt welke uitzetgegevens worden aangereikt. Daarna zegt hij dat een 100% betrouwbaar digitaal bestand van een situatietekening onbetaalbaar is.

Dit is eigenlijk een tegenstrijdigheid; de leverancier lijkt aansprakelijk maar de tekening is nooit 100% betrouwbaar. Het komt er dus op neer dat de leverancier de grootste verantwoordelijkheid heeft bij de aanlevering van de juiste gegevens. Dit terwijl de leverancier van de tekening vaak een klein onderdeel is van het hele project. Hierbij heeft de leverancier dus een grote verantwoordelijkheid en dus een groot risico. Het is daarom verstandig om als leverancier van een tekening duidelijk te maken welke gegevens er gebruikt mogen worden. Ook is het mogelijk om bepaalde voorwaarden op te stellen en deze mee te zenden bij de aanlevering van de tekening.

Dit zou bijvoorbeeld kunnen door in het kader van de tekening een disclaimer te zetten met de volgende tekst: 'Tebodin is niet aansprakelijk voor geringe afwijkingen die zonder noemenswaardige kosten in het werk kunnen worden gecorrigeerd.'

### 5.3 Kosten aansprakelijkheid

Over de maximale kosten waarvoor het adviesbureau aansprakelijk is staat het volgende in de RVOI-2001, blz.18:

*5a De, in totaal op grond van het in de leden 1 en 2 onder b en c bepaalde door het adviesbureau te vergoeden schade is beperkt tot het bedrag van de opdrachtsom, echter met een maximum van 1 miljoen euro.*

*5b In afwijking van het bepaalde in de vorige alinea is het adviesbureau, voor opdrachten welke gerekend kunnen worden tot de vakgebieden bouw- en waterbouwkunde, constructies en technische installaties, zoals genoemd in artikel 9, lid 1 A tot en met C, waarvan de opdrachtsom minder dan 990.000 euro beloopt en die alle fasen, genoemd in artikel 26 onder 1.2 t/m 1.7 omvatten, gehouden de geleden schade te vergoeden tot een maximum van 90.000 euro.*

Het adviesbureau is als de RVOI wordt gehanteerd in principe aansprakelijk tot het bedrag van de opdracht tot maximaal één miljoen euro en bij bepaalde uitzonderingen tot maximaal 90.000 euro.

In de DNR 2005 staat hierover in artikel 15, omvang van de schadevergoeding blz. 10:

*1 De door de adviseur te vergoeden schade is per opdracht beperkt tot een bedrag gelijk aan de advieskosten met een maximum van € 1.000.000.*

*2 In afwijking van het bepaalde in lid 1 van dit artikel bedraagt bij opdrachten, waarbij de opdrachtgever consument is en de advieskosten per opdracht lager zijn dan € 75.000, de te vergoeden schade maximaal € 75.000.*

Het adviesbureau is als de DNR wordt gehanteerd in principe aansprakelijk tot het bedrag van de opdracht tot maximaal één miljoen euro en bij bepaalde uitzonderingen tot maximaal 75.000 euro.

In de DNR 2005 staat in 'artikel 13, aansprakelijkheid van de adviseur voor toerekenbare tekortkomingen' precies genoemd wanneer een adviesbureau aansprakelijk is. In 'artikel 14, schadevergoeding' staat onder welke omstandigheden er sprake is van een schadevergoeding.

In de DNR 2005, blz. 4 staat: 'De DNR 2005 komt daarmee in de plaats van de RVOI-2001'; dit zorgt voor extra verwarring. Het is zo dat in het contract overeen wordt gekomen welke voorwaarden worden gebruikt.

Tebodin prefereert de RVOI-2001 boven de DNR 2005 omdat de RVOI-2001 een iets gunstigere kostenaansprakelijkheid heeft.

## 5.4 Interview

Hieronder staan de reacties op vraag 18 van het interview over de vraag hoeveel de geïnterviewden weten van de aansprakelijkheid bij digitale aanlevering:

### **Aannemers**

Bijlage B, Ben Beelen, senior landmeetkundige: *Ik heb niet echt een idee wie er aansprakelijk is.*

Bijlage C, Jacques Detmar, senior landmeetkundige: *Daar weet ik niets van. Ik heb me er nooit in verdiept.*

Bijlage E, Ronald Mossinkoff, hoofd afdeling Survey: *Daar heb ik geen idee van. In principe lijkt het mij dat als wij een bestektekening krijgen en wij het uitvoeren conform de tekening en het blijkt bijvoorbeeld dat een put twintig meter verderop staat dat degene die de tekening dan heeft gemaakt aansprakelijk is. Als er een controle slag geëist is op de tekening is het natuurlijk een ander verhaal.*

Bijlage G, Niels Westhof, projectleider geo-informatie: *Wij passen tekeningen op elkaar aan. Alleen wij zeggen dat wij de verantwoordelijkheid niet kunnen dragen omdat wij daar niet de partij voor zijn die daar bevoegd voor is. Wij zijn afhankelijk van partijen die ons gegevens aanleveren. Je krijgt een ondergrond van een project en je krijgt de plaats van de woning. De tekeningen liggen in verschillende stelsels en wij passen alles zo aan dat alles in RD ligt. Het eerste wat wij doen, is de inpassing terugkoppelen naar onze opdrachtgever. De verantwoordelijkheid kunnen wij niet dragen. Onze opdrachtgever is vaak een bouwkundige aannemer en die heeft daar ook niet zoveel kaas van gegeten. Daar zeggen we dan tegen verwittig jezelf en ga naar jouw opdrachtgever. Daar is een spanningsveld.*

Bijlage H, Wouter van Apeldoorn, projectleider tekenaars en werkvoorbereiders: *Ik weet eigenlijk heel weinig over de aansprakelijkheid.*

### **Adviesbureaus**

Bijlage D, Jan-Willem Veldkamp, hoofd adviesbureau: *Daar heb ik geen idee van. Ik denk dat als wij een ontwerp maken en wij leveren iets digitaal aan dat een opdrachtgever ons daarvoor verantwoordelijk houdt. Als er buiten iets wordt uitgezet aan de hand van onze tekening en als een opdrachtgever zegt dat een ontwerp niet goed is dan zullen zij ons daarvoor aansprakelijk stellen. Ik heb nog geen rechtszaken meegemaakt bij dit soort fouten. Op dit moment zal de aansprakelijkheid hoofdzakelijk op het analoge deel liggen. De aannemer of een derde mag zelf weten wat hij doet met digitale tekeningen van iemand anders. Risico's of onnauwkeurigheden kunnen niet bij ons worden neergelegd.*

Bijlage I, Richard de Nier, expert CAD/GIS: *Hier zijn voorschriften voor. Dit staat in de DNR (De Nieuwe Regeling) 2005. Daar staan alle juridische zaken in en ook alle algemene voorwaarden van bedrijven. In onze eigen tekenvoorschriften staat ook vermeld dat alle voorschriften gelden volgens de DNR, uitzonderingen daargelaten.*

Bijlage J, Frans Dévilé, coördinator tekenkamer: *Dat is een probleem. Het is denk ik een juridisch gevecht van wie waarvoor aansprakelijk is. Wij nemen geen verantwoordelijkheid wat er met een bestand gebeurt.(...)*

*Hoe je dit juridisch moet afdekken en wie waarvoor aansprakelijk is dat weet ik niet. Ongetwijfeld zal het contractueel wel ergens afgekaart zijn wie waarvoor verantwoordelijk is. Hoe je dit kan en moet controleren weet ik niet. Dit is denk ik meer juristenvoer.*

Bijlage K, Wouter Pronk, expert standaardisatie CAD: *Wat er op de tekening staat is nog steeds de verantwoordelijkheid van de ontwerper. Je ziet vaak dat mensen zich blindstaren op lijntypes etc. terwijl het juist gaat om het ontwerp.*

*Het niveau van details in tekeningen hangt af van de fase waar het project zich in bevindt. In de RTW staat tijdens welke fase welke details in de tekening moeten staan. In de ontwerpfase ga je niet heel gedetailleerd elk boutje van de geleiderail tekenen. Hier is ook vaak discussie over. Je ziet ook vaak dat in het voorontwerp al erg gedetailleerd wordt getekend.*

Bijlage L, Chris van Vooren, docent AutoCAD: *Ik denk dat er goede samenspraak moet zijn tussen uitvoerder en ontwerper.*

### **Opdrachtgevers**

Bijlage F, Roel Reuvekamp, expert CAD/GIS: *Als ik iets aangeleverd krijg en ik ga het één op één verwerken dan kan ik onmogelijk degene de schuld geven die het ontwerp heeft gemaakt. Het is dan mijn schuld, daarom controleer ik mijn werk altijd drie of zelfs vier keer voor ik het ga gebruiken. Het is natuurlijk wel de schuld van degene die aanlevert als hij iets toestuurt waar werkelijk niets van klopt.*

Het blijkt dat er erg weinig kennis is over de aansprakelijkheid. Alleen de heer Pronk zegt met duidelijkheid dat de ontwerper verantwoordelijk is. Meerdere geïnterviewden zeggen wel dat zij de verantwoordelijkheid niet geheel kunnen dragen.

## 6 Kosten

Hier wordt ingegaan op de kosten die gemaakt worden bij de digitale aanlevering. Er wordt hier zo goed mogelijk gekeken of er een onderscheid in kosten kan worden gemaakt tussen de verschillende fasen binnen een project. Er is weinig bekend over de kosten bij digitale aanlevering. Dit hoofdstuk zal dan ook hoofdzakelijk zijn gericht op de antwoorden (vraag 20) uit de interviews. Deze interviewvraag heeft te maken met deelvraag drie en vier. Dit hoofdstuk heeft dan ook betrekking op deelvraag drie en vier. Hieronder staan alle antwoorden op vraag 20: *Hoe denkt u dat het met de kosten zit bij digitale aanlevering? (bijv. investeringkosten, korte/lange termijn)*, uit het interview.

### **Aannemers**

Bijlage B, Ben Beelen, senior landmeetkundige: *Het is wel een aardige investering. Zo heb je GPS, total station een laptop en een AutoCAD programma nodig. De investering is er wel snel weer uit. Het gaat veel sneller en je hebt maar één man nodig.*

Kortom aannemer heeft baat bij digitale aanlevering.

Bijlage C, Jacques Detmar, senior landmeetkundige: *Er wordt al heel veel digitaal aangeleverd dus ik denk niet dat het in de toekomst goedkoper gaat worden. Vergeleken met vroeger is het al met al wel goedkoper geworden. Er kan vooral worden bespaard op arbeid.*

Bijlage E, Ronald Mossinkoff, hoofd afdeling Survey: *CAD programma's zijn tegenwoordig goed betaalbaar. Alleen AutoCAD is nog steeds aardig duur. In het veld hebben uitzetters en uitvoerders vaak genoeg aan een simpel CAD programma waarbij ze de tekening bijvoorbeeld kunnen lezen, bematen en eventueel kunnen plotten.*

Bijlage G, Niels Westhof, projectleider geo-informatie: *Je hebt natuurlijk veel meer randapparatuur nodig. Voor het uitzetten is dit minder van belang. Zo bestond een total station allang voordat er op de computer getekend werd. Dat is in ieder geval op het niveau hoe dat nu gebeurt. Een computer is ook een must voor een uitvoerder. Je bespaart door digitalisering ook een hoop, bijvoorbeeld op alle afdrucken die je niet meer hoeft te maken. In principe ben je op de korte termijn wel duurder uit maar dit betaalt zich op de lange termijn uit. Je kan er in ieder geval sneller door werken dus daardoor beschik je ook sneller over de gegevens en zo win je het terug. Het gebeurt steeds vaker dat wij digitale tekeningen meegeven aan een landmeter. Hoe weten wij bijvoorbeeld dat hij de goede gegevens verzameld heeft en dat hij zijn administratie goed op orde houdt. Ditzelfde geldt ook voor de uitvoerder. De snelheid is gewoon het voordeel.*

Bijlage H, Wouter van Apeldoorn, projectleider tekenaars en werkvoorbereiders: *Geen idee eigenlijk. Vroeger moest je een set tekeningen leveren en dan had je de reprojkosten. Niet dat dit echt de kosten zijn. De apparatuur om buiten uit te zetten is best prijzig maar ik denk wel dat het opweegt tegen de snelheid.*

Het blijkt dat de investeringskosten hoger zijn voor de aannemers. De tekeningen die voortvloeien uit de digitale levering zijn goedkoper omdat er minder mensenuren nodig zijn per tekening. Er zijn door de digitale aanlevering wel kostenbesparingen maar dit is niet uit te drukken in geld.

### **Adviesbureaus**

Bijlage D, Jan-Willem Veldkamp, hoofd adviesbureau: *De kosten zijn veel hoger dan vroeger. Vroeger had je alleen een tekenbord en een waterpastaestel nodig. Een GPS en twee stations kosten zo 100.000 euro. Bovendien is de software ook duur. Als de ontwerpen goed zijn is het voor een ontwerper natuurlijk gemakkelijk om wat punten uit een tekening te halen. Tegenwoordig kunnen ze die tekening inlezen in het veldboek en kunnen ze buiten zeggen ik wil nu dit punt uitzetten; dat is natuurlijk magnifiek. Tegenwoordig zit er GPS op machines en hoeft daarmee geen piket meer de grond in. In de uitvoeringstijd wordt veel bespaard maar in de voorbereiding zal meer tijd gaan zitten.*

Bijlage I, Richard de Nier, expert CAD/GIS: *Ik vertaal het nu ook liever weer van 2D naar 3D omdat het handmatig tekenen eigenlijk heel ouderwets is. De investeringkosten zijn hoog voor 3D. Je moet veel investeren in opleidingen en ook de software is duur. Je hebt tegenwoordig wel 2D software die gratis is. Zoals Draftsight, deze heeft volledige AutoCAD functionaliteit en dit is helemaal gratis. Je hebt ook een Chinese AutoCAD dat is ZWCAD. Dit kost iets van 400 euro.*

Bijlage J, Frans Dévilé, coördinator tekenkamer: *Ik denk dat het niet precies op te hangen is aan het digitaal leveren. Voorheen had je misschien wat meer kosten omdat je meer moest opzoeken en tekeningen moest opsturen. Tegenwoordig moet je je e-mail archiveren en verwerken. Het hoort bij het bedrijf het is er een onderdeel van. Zo zijn computers helemaal geïntegreerd binnen bedrijven. Zonder computer doe je eigenlijk helemaal niets meer.*

Bijlage K, Wouter Pronk, expert standaardisatie CAD: *Je moet investeren in CAD systemen. Waarschijnlijk is het wel duurder maar aan de andere kant heb je wel hergebruik van modellen waardoor het weer goedkoper kan worden.*

Door de digitale aanlevering en de mogelijkheden hierdoor blijkt dat er binnen een tekening ook meer details worden gevraagd. De investeringkosten zijn hoger geworden. De kosten per tekening zijn gestegen omdat er steeds meer wordt gevraagd binnen een tekening. Dit wordt doorberekend aan de klant

### **Opdrachtgevers**

Bijlage F, Roel Reuvekamp, expert CAD/GIS: *Uiteindelijk is digitale aanlevering veel goedkoper dan analoge aanlevering. Het hoeft niet opgestuurd te worden; iedereen heeft tegenwoordig e-mail en een CAD programma. Je moet wel altijd controles uitvoeren bij digitale tekeningen. Anders kan het uiteindelijk meer kosten dan analoge tekeningen.*

Uit al deze antwoorden valt te concluderen dat de investeringkosten veel hoger zijn. Hiermee wordt bedoeld de aanschaf van hardware (computers, GPS), software (2D en 3D CAD programma's) en opleidingen. Het is wel zo dat deze hele digitalisering is geïntegreerd in het bedrijf. Iedereen heeft zijn hele doen en denken afgestemd op digitaal werken en aanleveren. Door deze digitalisering gaat alles wel veel sneller en kan er worden bespaard op arbeid. Uiteindelijk is het op de lange termijn goedkoper.

Ordernummer:  
Documentnummer: 1801002  
Revisie: A  
Datum: 29 augustus 2011  
Pagina: 30 van 44

Hieronder nog een citaat over de kosten van het gebruik van GPS binnen de landmeetkunde:

“Because uncertainty levels in the order of centimeters can be obtained at a significant reduction in costs compared with conventional methods, the NGS (National Geodetic Survey) has adopted GPS satellite surveying technology as the primary way to establish geodetic control”. (Brinker en Minnick, 2003, blz. 332)

Het gebruik van GPS is goedkoper dan bijvoorbeeld het gebruik van een total station. GPS is alleen niet zo nauwkeurig en GPS kan niet altijd worden gebruikt zie, 4.3 GPS fouten, blz. 17.

## 7 NLCS

Elk bedrijf heeft een eigen manier van het maken van tekeningen. Zo hebben verschillende bedrijven verschillende laagbenamingen, laagindelingen, symbolen, lijnstijlen, arceringen en bestandsopbouw. Als iedereen op dezelfde manier zou werken zou bestanduitwisseling en herkenning veel sneller gaan. Als Tebodin en ieder ander bedrijf in de infrastructuur zou werken volgens de NLCS zou dit uiteindelijk meer volgens de wensen van de aannemers en opdrachtgevers zijn. Iedereen werkt dan met de NLCS; dit is dan ook de optimale digitale aanlevering. Zo voldoen zij meer aan de wensen van de opdrachtgever en aannemers. Dit hoofdstuk heeft dan ook te maken met deelvraag één.

De onderstaande tekst is gebaseerd op informatie van <http://www.nlcs-gww.nl> (04-05-2011). Het is de bedoeling dat de NLCS (Nederlandse CAD standaard) de standaard in 2D tekeningen wordt binnen Nederland voor alle gebruikers van AutoCAD en MicroStation in de GWW-sector.

Omdat iedereen zijn tekening anders opbouwt is het handig als iedereen gebruik maakt van dezelfde standaard. De doelen zijn:

- Meer eenheid in het tekenwerk;
- Betere uitwisseling van digitale tekeningen;
- Voorkomen dat tekeningen binnen een project steeds weer opnieuw moeten worden opgezet;
- Zorgen dat digitale 2D tekeningen vijftien tot twintig jaar na oplevering nog bruikbaar zijn voor onderhoud en reconstructie.

Op dit moment zitten er al veel (grote) spelers in de NLCS: Rijkswaterstaat, Ministerie van Defensie, gemeentewerken Rotterdam, gemeente Hoorn, The Microstation Community, Oranjewoud, Grontmij, DHV, FugroInpark, Royal Haskoning, Ballast Nedam, Breijn, BAM Infraconsult bv, Van Hattum en Blankevoort. De NLCS wordt nog ondersteund door CUR Bouw & Infra, CROW en Stabu en Bouw Informatie Raad.

De NLCS bevat afspraken voor het omgaan met metadata, digitaal tekenen, het uiterlijk van tekeningen en de bestandsopbouw. Er zijn afspraken voor de benaming van te tekenen objecten, laagindeling, lijnstijlen, het gebruik van arcering, symbolen etc. De prijs voor het gebruik van de NLCS ligt aan het aantal tekenwerkplekken binnen het bedrijf, zie Table 1.

**Table 1, prijs voor gebruik van de NLCS**

<b>Staffel naar aantal tekenwerkplekken per bedrijf / organisatie</b>	<b>Beheerbijdrage per tekenwerkplek / jaar</b>
1 - 5	€ 80,--
6 - 10	€ 65,--
11 - 15	€ 50,--
16 - 20	€ 45,--
21 - 25	€ 40,--
meer dan 25	€ 35,--
Met een maximum van € 5.000,-- per bedrijf/organisatie	

Daarnaast zijn er nog software applicaties nodig die moeten worden gekocht.

De software 'NLCS-GWW Extension' van 'van Duijn' is alleen geschikt voor Autodesk Inventor. (<http://www.vanduijn-ce.nl>, 27-05-2011)

De software van Fugro genaamd 'infra' is alleen geschikt voor MicroStation. (<http://www.fugrociviel.nl/>, 27-05-2011) Ditzelfde geldt voor de applicatie 'Organize' van Para\_Graph.

De software van Giza genaamd Menkaure is geschikt voor MicroStation en AutoCAD. (<http://www.giza.nl>, 27-05-2011).

De applicatie 'NedInfra Tekenen' van NedGraphics is alleen geschikt voor AutoCAD. ([www.nedgraphics.nl](http://www.nedgraphics.nl), 27-05-2011) Ditzelfde geldt voor de applicaties van Uniformal. (<http://www.uniformal.nl>, 27-05-2011)

Voor andere CAD programma zijn er geen applicaties gemaakt voor het gebruiken van de NLCS. De NLCS kan wel binnen deze andere CAD programma's worden gebruikt maar dan moet de gebruiker zelf de applicaties ontwikkelen. (Vega, projectcoördinator)

In bijlage O, staat de reactie van Menkaure (Giza) op de vraag of ze informatie konden verschaffen over de prijzen voor applicaties voor de NLCS. De basismodule kost € 1.200 per licentie/gebruiker en per jaar € 185 aan onderhoudskosten.

In bijlage P, staat de reactie van NedInfra op de vraag of ze informatie konden verschaffen over de prijzen voor applicaties voor de NLCS. NedInfra heeft geen toestemming gegeven om deze prijzen openbaar te maken. Deze zijn nu wel bij Tebodin bekend.

In bijlage Q, staat de reactie van Uniformal op de vraag of ze informatie konden verschaffen over de prijzen voor applicaties voor de NLCS. Door de reactie werd het duidelijk dat zij zelf geen NLCS applicaties leveren maar alleen titelhoofden controleren.

Er is ook een cursus genaamd 'cursus implementatie NLCS'. Deze wordt ongeveer elk half jaar georganiseerd door de CUR. Deze cursus kost €80 en duurt een ochtend.

Op de website van de NLCS zijn de volgende downloads te vinden onder het kopje 'downloads':

- De Formele Beschrijving van NLCS, versie 2.5
- De meest recente Objectentabellen
- De meest recente AutoCad en MicroStation bestanden (arceringen, symbolen en lijntypen)
- Het NLCS-ISO font
- Voorbeeld tekeningen

Er is zeker een behoefte aan een standaard zoals de NLCS dit komt twee keer naar voren in de interviews:

### **Aannemers**

Bijlage C, Jacques Detmar, senior landmeetkundige: *Iedereen werkt in zijn eigen lagenstructuur, dat is nog niet echt gestandaardiseerd. Dat is ook niet belangrijk als het maar overzichtelijk is.(...) Het zou beter zijn als er meer gestandaardiseerd zou worden gewerkt, zodat er dus een uniforme structuur in de tekening is*



Bijlage G, Niels Westhof, projectleider geo-informatie: *Vaak gebruiken allerlei verschillende bedrijven verschillende codes voor hun lagen zodat je dan alsnog niets weet. Een standaard zou hier heel veel duidelijkheid in kunnen scheppen.(...) Het is niet altijd duidelijk welke lijn wat voorstelt door de soms onlogische laagbenaming. De actualiteit van de gegevens is ook erg belangrijk. Zo heb je niet altijd de meest recente tekening die er is. Vaak zijn er bij bepaalde projecten meerdere partijen bezig met dezelfde tekeningen. Zo staan we wel eens al te maatvoeren buiten en dan krijgen we op kantoor nog een tekening binnen. Zo moet je vaak in de stempel van de tekening kijken welke versie het is en welke datum er aan vast hangt. Eigenlijk zou je dit al aan de bestandsnaam moeten zien, maar dit worden zelden gedaan. Als er een standaard komt moet dit er zeker in.*

In drie andere interviews komt de NLCS ook ter sprake en ze lijken er allemaal erg positief over te zijn:

#### **Adviesbureaus**

Bijlage I, Richard de Nier, expert CAD/GIS: *Hier kan de Nederlandse CAD standaard dus helpen. Als iedereen met dezelfde standaard werkt dan heb je eigenlijk geen problemen. (...). Dat is het uitwisselverhaal. Zo gebruiken verschillende bedrijven verschillende lagenstructuren en lijnstijlen. Het is ook wel eens zo dat je bepaalde lijnstijlen en lettertypes niet hebt. Als je deze niet meekrijgt gezonden in je bestand kun je deze ook niet lezen. (...) Hierbij is de Nederlandse CAD standaard heel belangrijk, net zoals de 3D ontwikkelingen. Deze zullen in de toekomst allebei heel belangrijk worden. In de toekomst zullen de problemen die er nu nog zijn met het 2D tekenen worden opgelost.*

Bijlage J, Frans Dévilé, coördinator tekenkamer: *Wij als Royal Haskoning zitten ook in de NLCS. Sinds kort zit ik zelf in de landelijke groep daarvan. Daar worden afspraken gemaakt die voor heel Nederland zullen gaan gelden zodat de uitwisselbaarheid veel beter wordt. Op 1 maart is er een nieuwe versie van de NLCS uitgegeven. De NLCS gaat wel belangrijker worden, zo gaan vanaf één september Rijkswaterstaat, Dienst Vastgoed Defensie en de Gemeentewerken en Stadontwikkeling Rotterdam in hun bestekken eisen dat er volgens de NLCS moet worden gewerkt.*

Bijlage K, Wouter Pronk, expert standaardisatie CAD: *De tekeningen zijn of met de NLCS of de RTW gemaakt. Dit geeft een standaardisatieborg en vergemakkelijkt ook de uitwisseling van tekeningen. Op het moment dat je afspraken maakt over fonts, stylen, arceringen en titelblokken van kaders dan geeft dat een stukje duidelijkheid bij het uitwisselen. (...) Er zijn altijd keuzes die je moet maken, bijvoorbeeld doe ik het in millimeters of meters. Ook binnen standaarden heb je een stukje vrijheid. Die vrijheid moet je beperken als je een opdracht geeft. Vaak staat er teken volgens de standaard. Het is vaak handig om toch nog detail afspraken te maken. Hoe pas je wat nou toe? Daar zit ook nog verschil in.*

Het blijkt dat de NLCS absoluut potentie heeft. Er zitten grote bedrijven bij en ook overheidsinstanties zijn er voorstander van. Er gaat nog een hoop mis bij digitale bestandsuitwisseling en als het uitwisselen een stuk beter gaat voor een kleine investering is dat het zeker waard. Tebodin heeft de keuze tussen de NLCS applicaties van NedInfra of Menkaure. Zij kunnen ook nog gebruik maken van de diensten van Uniformal die de titelhoofden kan controleren.

## 8 3D/BIM

Er wordt bij dit onderzoek eigenlijk alleen gekeken naar het 2D tekenen. Op dit moment wordt al heel veel getekend in 3D. In veel interviews wordt dan ook op het 3D tekenen ingegaan hoewel dit geen interview vraag was. De problemen die er nu zijn voor het 2D tekenen gelden ook voor het 3D tekenen. Deze tekeningen zouden dan beter moeten worden aangeleverd en hier zou ook meer standaardisatie voor moeten zijn. Er is ervoor gekozen om het 3D tekenen toch te behandelen omdat dit onderwerp binnenkort toch erg belangrijk zal worden. Aannemers wensen ook steeds vaker dat tekeningen in 3D worden getekend. Dit hoofdstuk heeft te maken met deelvraag één.

Het 3D tekenen hangt heel erg veel samen met het BIM. Dit is het geïntegreerd 3D tekenen waarbij ook nog andere aspecten meespelen zoals de kosten en de tijdsfactor.

BIM staat voor Building Information Modeling. In de literatuur komt ook Building Information Model en soms Building Information Management voor. Eastman en anderen (2008, blz. vii) verkiezen modeling boven model omdat modeling een activiteit uitdrukt en model meer staat voor een object. Omdat BIM een heel breed begrip is en omdat het vaak een complex geheel is van allerlei input, wordt een activiteit verkozen boven een object.

### 8.1 Wat is BIM?

BIM is ontstaan vanuit de bouwwereld. Het BIM is natuurlijk ook toepasbaar in de GWW. Dit is wel complexer omdat hier nog meer bij komt kijken.

Als er bijvoorbeeld een gebouw wordt ontworpen volgens het BIM denken, gebeurt dit met het maken van een 3D model hiervan. Dit kan met bijvoorbeeld Revit (Hardin, 2009, blz. XV).

Door het 3D model is het precies duidelijk hoe alle infrastructuur in het hele gebouw loopt. In dit model wordt ook de tijd verwerkt en de kosten. Zo kan er precies worden gezien hoe ver de bouw is op welke datum. Dit kan ook logistiek grote voordelen opleveren. De kosten zijn ook verwerkt in dit model. Zo kan er dus met enkele muisklikken worden gezien wat er verandert als er bijvoorbeeld een ander bouw materiaal wordt gebruikt. Dit model kan na de bouw dienen als onderhoudsmodel. Er kunnen dan weer nieuwe input gegevens worden ingevoerd in het al bestaande model. Dit model kan dan ook worden gebruikt voor een renovatie en uiteindelijk zelfs tot bij de sloop.

### 8.2 Voordelen van BIM

Aan het begin moet er natuurlijk een model worden opgezet. Dat kost veel tijd en geld. Als er eenmaal een goed model is, zal het vooral voordelen opleveren. Zo kan je op elk moment inzien waar bijvoorbeeld een leiding loopt of welke asfaltlagen er zijn verwerkt in een weg. Dan hoeft je niet eerst een muur te slopen of een monster uit de asfaltlaag te nemen. Ditzelfde geldt voor de materiaaleigenschappen van alle materialen en de wapening binnen een gebouw.

Op dit moment gaat er veel geld verloren in de bouw door verspilling en inefficiëntie. In de bouwindustrie van de VS wordt er ongeveer 30% verspild, wat staat voor 15,8 miljard dollar. Sinds 1964 heeft de bouwindustrie op zichzelf, uit alle niet-landbouw gerelateerde industrieën, een daling van de productiviteit laten zien. Terwijl alle andere, niet-landbouw gerelateerde industrie een stijging heeft laten zien van meer dan 200% in dezelfde periode. Door het ontstaan van nieuwe technologieën binnen de bouwwereld laat de productiviteit een substantiële stijging zien; terwijl er sprake is van een afname van conflicten, verspilling en problemen met projectplanningen. (The American Institute of Architects, 2007, blz. 8)

Het BIM is bovendien duurzaam. Het is duidelijk dat er een steeds groter wordende vraag is naar grondstoffen, daarentegen heeft de aarde slechts een eindige hoeveelheid bronnen. Door middel van BIM wordt er minder verspild. Bij de sloop van een project kan op deze manier ook beter worden gerecycled.

Zes van de elf geïnterviewden gaan in op het BIM en/of het 3D tekenen. Dit terwijl er in het interview geen vraag stond over 3D ontwerpen of het BIM:

### **Aannemers**

Bijlage B, Ben Beelen, senior landmeetkundige: *Dit is denk ik de toekomst van het uitzetten, dat dit allemaal 3D tekeningen zullen worden. Ditzelfde geldt voor 3D graven. Zo wordt een programma ingelezen in een computer en dan wordt het zo gegraven. Alleen als er wijzigingen zijn, moet de hele tekening worden aangepast.*

Bijlage H, Wouter van Apeldoorn, projectleider tekenaars en werkvoorbereiders: *In de bouwwereld werken ze nu met BIM (Building Information Management). Daar is alles in 3D. Dat heeft absoluut voordelen. In de civiele sector is het BIM verhaal nog niet helemaal uitgewerkt. Dat komt waarschijnlijk omdat de projecten in de civiele sector toch wat ingewikkelder zijn dan bij gebouwen. Een gebouw is een losstaand object zonder omgeving. In de civiele sector hebt je veel meer te maken met de omgeving en de ondergrond. Wij werken voor het BIM gebeuren veel met Revit. Dit is ook een programma van Autodesk. Wij gebruiken ook AutoCAD Civil 3D. Dit programma is voor de bouwwereld niet uitgebreid genoeg als ook het BIM aspect hierin moet worden verwerkt. Civil 3D wordt bij ons met name gebruikt bij stortplaatsen en natuurontwikkelingsprojecten. Voor het tekenen van bijvoorbeeld beekjes is Civil 3D erg handig. Zo kan je makkelijk hoeveelheden bepalen en aanpassingen maken.*

### **Adviesbureaus**

Bijlage D, Jan-Willem Veldkamp, hoofd adviesbureau: *Met grote projecten wordt veel gedaan met 3D tekeningen. Daar gaat een hoop voorbereiding aan vooraf. De aannemende partij zal zelf de z-waarden bepalen. Die weet ook hoe het dwarsprofiel er overal uitziet. In AutoCAD Civil 3D gaat hij daarmee aan de slag en hij maakt er zelf zijn hoogteplan van. Als het niet klopt dan is het zijn eigen probleem. (...) In AutoCAD werken we voornamelijk in het platte vlak. Als we zeggen we gaan de hele weg een meter hoger aanleggen, dan moet alles aangepast worden en dan moet ook alles worden gecontroleerd. Dan zou het kunnen dat bijvoorbeeld het trottoir een meter te laag ligt. Als je zou ontwerpen met AutoCAD Civil 3D dan hoef je maar één aslijn aan te passen en je hele ontwerp gaat gewoon een meter mee. Daardoor wordt de kans op fouten een stuk kleiner. Naar die ontwikkeling gaan we echt toe.(...)Tegenwoordig zit er GPS op machines en hoeft daarmee geen piket meer de grond in. In de uitvoeringstijd wordt veel bespaard maar in de voorbereiding zal meer tijd gaan zitten.*

Bijlage I, Richard de Nier, expert CAD/GIS: *Nu zitten we met de situatie van 2D naar 3D tekenen. In eerste instantie ben je minder snel maar met wijzigingen ben je vele malen sneller. Dit gaat weer veel sneller dan de overgang van handmatig naar 2D digitaal tekenen. Dit is weer dezelfde cyclus. Je hebt altijd wel wijzigingen in tekeningen. (...) BIM (Bouw Informatie Management) is tegenwoordig ook een hotitem. Daar ga je uit van het 3D model en de data eromheen. Alles zit in één model. Dit model geldt dan voor de hele levenscyclus van een project. Er wordt eigenlijk virtueel gebouwd. Je begint met de contouren, dan het 3D gebouw en daarna zet je de constructie erin. Tot slot plaats je de installatietechniek. De installatietechniek is afhankelijk van de architect en de constructeur. De constructeur moest zijn installatie in 2D altijd bepalen aan de hand van een 2D tekening. Een*

*constructeur maakt dan een 2D tekening en op het eind van de bouw wil de installateur bijvoorbeeld een luchtkanaal installeren en dan blijkt dat er een balk in de weg zit. Dat kan je niet altijd zien in een 2D tekening. Dan moet je eromheen, erdoorheen of je installatie aanpassen wat natuurlijk allemaal tijd en geld kost. Daar zitten de faalkosten in. Dit zie je bijvoorbeeld bij de Noord/Zuidlijn en gebouwen die soms zo een miljoen meer kosten. Met BIM haal je een heel stuk van de faalkosten weg. Dan heb je het over 3D, 4D en 5D. Bij 4D is de factor tijd inbegrepen. Dan plaats je de bouw van een gebouw in een planning. Dat kan je bijvoorbeeld uit de planning halen dat er op een bepaald moment geen graafmachine langs kan omdat er op dat moment pijlers in de grond staan. Dit kan je op deze manier heel mooi zien. Op deze manier kunnen dus faalkosten worden vermeden in de planning en de constructie. Bij 5D haal je bij elk onderdeel de kostenpost erbij. Zo kan je heel snel doorrekenen hoeveel bijvoorbeeld de prijs verandert als er een ander materiaal wordt toegepast. Dit geheel wordt BIM genoemd. Het is een heel breed begrip. BIM is eigenlijk het virtueel bouwen. Na het bouwen wordt BIM nog steeds toegepast want dan kan je dit model gebruiken voor het beheer van het gebouw. Dan stop je beheerdata in het model. Iedereen praat nu over BIM. Dat is erg interessant. Scholen zijn er nog niet helemaal aan toe. Zij kunnen de nieuwe ontwikkelingen niet zo goed bijhouden. Zo geef ik bijvoorbeeld één keer in de week les in Civil 3D op de HVA. Civil 3D is zo een BIM pakket. Navisworks is een pakket van Autodesk waarin het BIM een belangrijke rol speelt. Dit is een soort allesvreter. Dit pakket kan allerlei 3D modellen in verschillende bestandsformaten lezen en samenvoegen. Hierbij kan je een tijdsplanning toevoegen en ook de kosten.*

*Bijlage J, Frans Dévilé, coördinator tekenkamer: De vraag naar 3D tekenwerk neemt steeds verder toe dus over tien à vijftien jaar zou alles wel eens in 3D kunnen zijn. (...) Nu zie je dat bepaalde partijen steeds meer gaan vragen naar 3D tekeningen omdat dit toch een beter beeld geeft van wat er moet gebeuren. Tegenwoordig gebeurt het ook vaak dat er even een 3D pdf naar een partij wordt toegestuurd zodat die kan kijken of het er allemaal goed uitziet. Als je bijvoorbeeld een aansluiting hebt van twee buizen is het erg handig om een 3D tekening te hebben. Zo kan je zien of het allemaal goed aansluit en er niets in de weg zit. (...) Het BIM gebeuren is de toekomst. Daar zijn ze nu al volop mee bezig. Zo heeft de gemeente Rotterdam daar al een project mee gestart. Het 3D werken heeft ook zijn slag op digitale aanlevering. Zo zal er ook een verandering optreden in het uitwisselen van bestandtypes en de lagenstructuur binnen AutoCAD. (...). Ik denk dat er een grote sprong voorwaarts wordt gemaakt als ook 3D modellen worden uitgewisseld. Op dat moment heb je bepaalde details niet meer nodig. Die zitten dan in het 3D model. Zo ver zijn we nog niet. Het overgrote deel wordt nog steeds gemaakt met 2D tekeningen.*

*Bijlage K, Wouter Pronk: Op dat moment spreek je niet meer van het uitwisselen van tekeningen maar van het uitwisselen van 3D modellen. In 3D moet je ook afspraken maken over kleuren, objecten en benamingen.*

Het lijkt erop dat 3D en nog verder BIM de toekomst heeft. Vooral bij grote projecten kan het veel voordeel opleveren. Bij kleine projecten is het voordeel veel kleiner omdat hier het overzicht meestal beter is en de ontwerpkosten bij 3D/BIM hoog zijn. Het zou wel verstandig zijn om nu alvast een standaard vast te leggen voor het 3D tekenen zodat er over enkele jaren geen wildgroei ontstaat aan verschillende standaarden.

## 9 Producten

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is er ontdekt dat het heel handig zou zijn als er binnen AutoCAD bepaalde zaken zouden worden gestandaardiseerd. Zo zijn er twee tools ontwikkeld om sneller te kunnen worden met AutoCAD en één om de aansprakelijkheid iets te verminderen.

Bij tekeningen van Tebodin werden er altijd lagen aangemaakt als deze nodig waren. Er was ook geen standaard lagenbenaming. Deze is aangemaakt en wordt geïmplementeerd in een template van AutoCAD. Dit gaat binnenkort gebeuren bij Tebodin infra. Om te zien hoe dit eruit gaat zien is deze als bijlage R, Template standaard lagenstructuur toegevoegd.

Er zijn regelmatig kleine afwijkingen in de tekeningen van enkele centimeters waarvan de GBKN hoofdzakelijk de schuldige is. Bij het inmeten en uitzetten kunnen er ook kleine afwijkingen zijn. Van deze twee oorzaken is Tebodin niet de schuldige. In overleg met een advocaat van Tebodin Netherlands zijn er enkele voorwaarden opgesteld die binnenkort in het kader van elke afgedrukte tekening komen te staan. Deze is als bijlage S, Template verminderen aansprakelijkheid toegevoegd.

Bij Tebodin komt de maatvoering niet altijd overeen met de werkelijke afstand. Dit komt doordat de maatvoering vaak wordt gekopieerd uit een andere tekening. Het kost erg veel tijd om elke keer de bemating opnieuw aan te geven en daarbij ook de tekst en lijndikte goed weer te geven. Er is nu een standaard dimension style ontwikkeld waarmee per schaal automatisch de juiste tekstgrote, lijndikte en maatvoering wordt aangegeven. Hierdoor zal dit veel minder vaak fout en bovendien sneller gaan. Deze bijlage is terug te vinden in bijlage T, Template standaard dimension style.

## 10 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van het onderzoek zijn er verschillende conclusies getrokken. Dit hoofdstuk is onderverdeeld in twee delen. In 10.1 de algemene conclusies komen alle belangrijke zaken naar voren die volgen uit het onderzoek. In het subhoofdstuk 10.2 komen aanbevelingen naar voren die specifiek gelden voor Tebodin.

### 10.1 Algemene conclusies en aanbevelingen

Om te beginnen zullen voor de duidelijkheid nog een keer de hoofdvraag en de subvragen worden benoemd:

Hoe kan de AutoCAD tekenaar de tekenstijl het beste aanpassen voor de optimale digitale aanlevering?

1. Wat zijn de wensen van de aannemers? En in hoeverre kan de tekenaar zich hieraan aanpassen?
2. Wie is waarvoor aansprakelijk bij fouten/onduidelijkheden in de digitale tekeningen?
3. Wat zijn de kostenbesparingen van de digitale aanlevering voor de aannemer?
4. Wat zijn de kosten van de digitale aanlevering voor een adviesbureau?

Uiteindelijk bleken de wensen van de aannemers en adviesbureaus vaak hetzelfde. De wensen van hen zijn weergegeven in de onderstaande kopjes 'onnauwkeurigheden/fouten en problemen', 'versiebeheer', 'NLCS' en 'BIM'. Hier staat ook hoe de tekenaar zich hieraan kan aanpassen.

#### **Onnauwkeurigheden/fouten en problemen**

Uit de wensen van de aannemers kwam naar voren dat er nog vele problemen zijn. Hier worden de problemen benoemd en de mogelijke manier waarop de tekenaar zich hieraan kan aanpassen.

Er wordt soms gewerkt met een lokaal stelsel. Het komt zelfs voor dat er aan hetzelfde project met meerdere stelsels wordt gewerkt. Het is om onduidelijkheden te voorkomen en snel te kunnen werken belangrijk om het RD stelsel te gebruiken. Als het nodig is, kan er een lokaal stelsel worden gebruikt. Het is dan wel noodzakelijk om vast te leggen in welk coördinatenstelsel bedrijven de tekeningen aanleveren en hoe dit stelsel ligt ten opzichte van het RD stelsel. Er moet altijd één op één worden getekend in modelspace. Het verscalen en printen gebeurt in paperspace. Andere tekenwensen zijn: gebruik niet teveel arceringen, lever een PDF bij een DWG bestand, lever geen onnodige/oude informatie, houd altijd een duidelijke lagenstructuur aan en gebruik een ondergrond die niet te verschuiven is.

Tegenwoordig is er steeds minder kennis buiten en er wordt minder goed op fouten gecontroleerd bij binnenkomende tekeningen. Ditzelfde geldt vaak voor de maatvoering die niet klopt. Dit is een extra reden om nauwkeurig te tekenen en bovendien controles uit te voeren, maak eventueel tussentijdse printjes.

Door de digitalisering worden er ook minder tussenmaten genomen. Hierdoor is het in het werk moeilijk om afstanden in te schatten en een visuele controle uit te voeren daarom moeten er wel tussenmaten in een tekening worden gezet.

GPS is niet altijd even nauwkeurig daarom is het voor de aannemer verstandig gebruik te maken van een GPS planning voor het beste resultaat. Het adviesbureau kan hierop inspelen door te werken in RD-coördinaten en deze met grote nauwkeurigheid af te leveren.

#### **Versiebeheer**

Uit de antwoorden volgend op het interview kwam naar voren dat verschillende versies van tekeningen niet altijd goed worden beheerd. Zo gebeurde het dat er niet werd gewerkt met de meest recente versie van een tekening. Dit is vaak het gevolg van slecht versiebeheer binnen projecten. Het daarom noodzakelijk om aan te geven welke versie het is of wanneer de laatste wijziging was. Bij grote projecten is het interessant om

gebruik te maken van een centraal documentenbeheer programma zodat er altijd met de meest recente versie wordt gewerkt. Het is verstandig om van te voren altijd goede afspraken met de opdrachtgever te maken over mogelijke onduidelijkheden binnen tekeningen en hoe daarop geanticipeerd moet worden.

### **NLCS**

Bedrijven maken vaak gebruik van hun eigen tekenstandaard. Op deze manier worden tekeningen allemaal op een andere manier opgebouwd. Dit maakt een tekening vaak moeilijk leesbaar. Nationale tekenstandaarden kunnen daarom uitkomst bieden. Zo is er de NLCS waarin al veel grote bedrijven en overheidsinstanties zitten. Het is het waard om in de toekomst te investeren in de NLCS omdat er nog een hoop mis gaat bij digitale bestandsuitwisseling en ook steeds meer bedrijven gaan eisen dat er moet worden gewerkt volgens de NLCS.

### **BIM**

In de toekomst zal 3D tekenen steeds belangrijker worden. In de toekomst zullen er steeds vaker modellen (BIM) worden gecreëerd voor kunstwerken en andere grote infrastructurele projecten. Bij het 3D tekenen zijn ook nog veel problemen omtrent bestandsuitwisseling. Het zou handig zijn om hier alvast een tekenstandaard voor te bedenken. Vooral bij grote projecten kan het goedkoper zijn om in 3D te werken.

### **Aansprakelijkheid**

Er is bij digitale bestandsuitwisseling weinig bekend over wie waarvoor aansprakelijk is bij fouten/onduidelijkheden in de digitale tekeningen. Uit het onderzoek volgde dat het verstandig is om als leverancier van een tekening er duidelijk in te zetten welke gegevens er gebruikt mogen worden. Tebodin heeft geen controle over bepaalde fouten of onnauwkeurigheden in tekeningen en daarom kunnen er opmerkingen en voorwaarden worden toegevoegd. Binnenkort worden enkele tekstregels vermeld in het kader van elke tekening. Deze tekstregels zijn te zien in hoofdstuk 10.2

Het adviesbureau is per opdracht aansprakelijk voor het bedrag gelijk aan de advieskosten tot maximaal € 1.000.000 en bij bepaalde uitzonderingen tot € 75.000. Dit geldt als er in het contract overeen is gekomen dat er wordt gewerkt volgens de DNR 2005. Bij de RVOI is het adviesbureau in principe aansprakelijk tot het bedrag van de opdrachtsom tot maximaal € 1.000.000 en bij bepaalde uitzonderingen tot maximaal € 90.000. In principe is het adviesbureau aansprakelijk voor de fouten die zij maken.

### **Kosten aannemer**

De aannemers hebben door de digitale aanlevering kosten bespaard. De aannemers kunnen goedkoper werken omdat zij door het digitaal uitzetten gegevens sneller kunnen opvragen, verzenden en veranderen. Zij moeten van te voren wel flink investeren in GPS/landmeetapparatuur waar digitale tekeningen kunnen worden ingeladen. Door deze digitalisering zijn er vaak maar één of twee landmeters in het veld aanwezig terwijl er vroeger meer nodig waren. Dit levert op termijn grote kostenbesparingen op. Dit is lastig uit te drukken in geld omdat alle bedrijven zijn gedigitaliseerd en er dus geen vergelijkingsmateriaal meer is. Het is dus duidelijk dat de aannemerij zeker behoefte heeft aan digitale aanlevering om zo hun investering terug te verdienen.

Ordernummer:  
Documentnummer: 1801002  
Revisie: A  
Datum: 29 augustus 2011  
Pagina: 40 van 44

### **Kosten adviesbureau**

Door de verandering van het aanleveren van de tekeningen zijn de kosten veranderd voor het adviesbureau. Door de digitale aanlevering en de mogelijkheden hierdoor blijkt dat er binnen een tekening ook meer details worden gevraagd. Er wordt een hogere precisie verlangd. Immers wat digitaal wordt aangeleverd wordt exact zo uitgezet. Dit vergt een aanpassing in de manier van werken van de ontwerper. In het begin zal dit meer tijd kosten, maar als dit is geïntegreerd in de manier van werken zal het naar verloop van tijd automatisch gaan en zal de extra benodigde tijd wel meevallen.

Tegenwoordig is er ook een betere laagindeling. De investeringkosten zijn hoger geworden.

De NLCS zou zo een investering kunnen zijn. Op zich staat dit los van digitaal aanleveren omdat er al met AutoCAD en dat soort programma's wordt gewerkt.

Daarentegen kan wel weer worden bespaard op plotkosten. Tekeningen digitaal aanleveren brengt geen of nauwelijks extra kosten met zich mee hoewel dit wel erg moeilijk is in te schatten.



## 10.2 Aanbevelingen Tebodin

Uit het onderzoek volgt dat er voor Tebodin ook specifieke aanbevelingen gelden. Tebodin voldoet al aan veel wensen van de geïnterviewde aannemers, maar er zijn wel wat verbeterpunten.

Tebodin zou in de bestandsnaam kunnen aangeven op welke datum de laatste wijziging was. Dit zou ook in de stempel van de tekening moeten staan, bijv. 1801002-revA-2011-08-29.pdf

Bij Tebodin kwam de bemating bij een tekening niet altijd overeen met de werkelijke afstand. Dit kwam doordat de bemating vaak werd gekopieerd uit een andere tekening. Het kostte erg veel tijd om elke keer de bemating opnieuw aan te geven en daarbij ook de tekst en lijndikte goed weer te geven. Er is nu een standaard dimension style ontwikkeld waarmee per schaal de juiste bemating wordt aangegeven.

Door deze dimension style te gebruiken kost het altijd exact bemaaten geen extra tijd. Bij tekeningen werden er altijd lagen aangemaakt als deze nodig waren. Er was ook geen standaard laagbenaming. Deze is aangemaakt en geïmplementeerd in een template van AutoCAD. Tebodin kan deze nu gebruiken zodat de laagindeling van diverse projecten nu gelijk zal zijn. Hier heeft Tebodin voordeel bij, de vaste klanten en de vaste aannemers van de klant.

Er zijn regelmatig kleine afwijkingen in de tekeningen van enkele centimeters. Het is verstandig om als leverancier van een tekening er duidelijk in te zetten welke gegevens er kunnen worden gebruikt en onder welke voorwaarden.

Door de bovenstaande reden zijn de volgende opmerkingen in tekeningen opgesteld in de template AutoCAD tekening van Tebodin infra:

- Alle maten in meters tenzij anders aangegeven op tekening
- Alle maten dienen in het werk gecontroleerd te worden
- Tebodin is niet verantwoordelijk voor afwijkingen als gevolg van onnauwkeurigheden in de GBKN

De opmerkingen kunnen eventueel standaard in de tekeningen worden opgenomen.

Een advocaat bij Tebodin Netherlands stelde voor om de volgende zin te plaatsen in een tekening:

‘Tebodin is niet aansprakelijk voor geringe afwijkingen die zonder noemenswaardige kosten in het werk kunnen worden gecorrigeerd.’

Het is verstandig om van te voren met de opdrachtgever altijd goede afspraken te maken over mogelijke onduidelijkheden binnen tekeningen en hoe daarop moet worden geanticipeerd.

Steeds meer bedrijven zullen in de toekomst gaan eisen dat er moet worden getekend volgens de NLCS.

Het zou een optie voor Tebodin kunnen zijn om de NLCS aan te schaffen. Zij zullen dan moeten kiezen tussen de NLCS applicaties van Menkaure of NedInfra. Tebodin zal zich ook moeten aanmelden bij de NLCS waar zij ook een bijdrage voor moeten betalen. Bovendien kan Tebodin gebruik maken van de diensten van Uniformal die een controle wil uitvoeren op de titelhoofden.

De basismodule van Menkaure kost € 1.200 per licentie per gebruiker en per jaar komt er €185 aan onderhoudskosten bij. De prijzen van NedInfra mogen niet algemeen bekend worden gemaakt buiten Tebodin en daarom staan deze alleen in de bijlage van het rapport dat voor Tebodin bestemd is.

Waarschijnlijk zijn er tussen de zes en de tien tekenwerkplekken nodig bij Tebodin Velsen afdeling infra en dit kost dan €65 per tekenwerkplek.

## Bronvermelding

### Publicaties (boeken en artikelen)

American Institute of Architects (2007), *Integrated Project Delivery: A guide*, (interne publicatie) (<http://www.betterbricks.com>)

Blewitt, G. (1997) *Basics of the GPS Technique: Observation Equations*, University of Newcastle, United Kingdom (interne publicatie) (<http://www.nbmng.unr.edu>)

BNA en ONRI, (2005) *De Nieuwe Regeling 2005*, interne publicatie, plaats onbekend

Brinker, R.C., Minnick, R. (2003<sup>3</sup>), *The surveying handbook*, Kluwer Academic Publishers Norwell, Massachusetts (<http://books.google.nl>)

Brinker, R.C., (2003<sup>2</sup>), *The surveying handbook*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts (<http://books.google.nl>)

CROW (2005<sup>6</sup>), *Standaard RAW Bepalingen 2005*: Ede.

CROW (2010), *Standaard RAW Bepalingen 2010*: Ede.

CROW, (2010), 'van VISI: de digitale handtekening'. In: CROWetcetera, jaargang 5, nr 3. april 2010. blz. 21, 22. (<http://www.crow.nl>)

Diggelen, F.S.T., van (2009), *A-GPS: assisted GPS, GNSS, and SBAS*, Artech House Books, London (<http://books.google.nl>)

Duggal, S.K., (2008<sup>9</sup>), *Surveying, Volume 2*, McGraw-Hill, Delhi (<http://books.google.nl>)

Eastman, C.M. en anderen (2008), *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designer, engineers and contractors*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey (<http://books.google.nl>)

El-Rabbany, A., (2002), *Introduction to GPS: the Global Positioning System*, Artech House, Inc, Norwood. (<http://books.google.nl>)

Grewal, M.S. en anderen (2007<sup>2</sup>), *Global positioning systems, inertial navigation, and integration*, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey (<http://books.google.nl>)

Hardin, B. (2009) *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows*, Wiley publishing, Indianapolis (<http://books.google.nl>)

J.E. Alberda (1994<sup>5</sup>), *Inleiding landmeetkunde*, Delftse Uitgevers Maatschappij, b.v. Delft

Ordernummer:  
Documentnummer: 1801002  
Revisie: A  
Datum: 29 augustus 2011  
Pagina: 43 van 44

LaMarca, L., Lara de, E., (2008) Location systems: an introduction to the technology behind location awareness, Morgan & Claypool, Pittsburgh. (<http://books.google.nl>)

Levis, C., (2010), *Radiowave Propagation: Physics and Applications*, John Wiley & Sons Inc, Hoboken, New Jersey. (<http://books.google.nl>)

KIVI NIRIA (2001), *RVOI-2001*, interne publicatie, Den Haag

Sdu (2005), *ARW 2005*, Sdu Uitgevers bv, Den Haag. (<http://www.europeseaanbestedingen.eu>)

UAV 1989 (de Uniforme Administratieve Voorwaarden voor de uitvoering van werken 1989), ([www.rivm.nl](http://www.rivm.nl))

### **Websites van bedrijven en instellingen**

<http://www.06-gps.nl> (04-05-2011)  
<http://web.archive.org> (03-03-2011)  
<http://adn.agi.com> (01-03-2011)  
<http://www.aviationweek.com> (03-03-2011)  
<http://www.bna.nl>, (10-05-2011)  
<http://people.csail.mit.edu> (03-03-2011)  
<http://www.encyclo.nl> (11-05-2011)  
<http://ec.europa.eu> (03-03-2011)  
<http://www.fugrociviel.nl/infra> (27-05-2011)  
<http://www.gbkn.nl> (06-06-2011)  
<http://www.geopp.de> (15-03-2011)  
<http://www.giza.nl> (27-05-2011)  
<http://www.glonass-ianc.rsa.ru> (03-03-2011)  
<http://www.gpsworld.com> (28-04-2011)  
<http://www.kowoma.de> (maart 2011)  
<http://www.linkedin.com> (11-05-2011)  
<http://www.maps-gps-info.com> (16-02-2011)  
<http://www.movares.nl> (11-05-2011)  
<http://www.nedgraphics.nl> (27-05-2011)  
<http://www.nlcs-gww.nl> (04-05-2011)  
<http://www.openeurope.org.uk> (03-03-2011)  
<http://en.rian.ru> (03-03-2011)  
<http://www.rijkswaterstaat.nl> (09-05-2011)  
<http://www.royaltek.com> (29-04-2011)  
<http://www.speed-light.info> (03-03-2011)  
<http://www.trimble.com> (07-03-2011)  
<http://facility.unavco.org> (03-03-2011)  
<http://www.vanduijn-ce.nl> (27-05-2011)  
<http://www.virtueelbouwen.bouwonderwijs.net> (11-05-2011)  
<http://www.uniformal.nl>, (27-05-2011)  
<http://nl.wikipedia.org> (11-05-2011)

### **Mondelinge en overige informatiebronnen**

W. Apeldoorn, projectleider Grontmij, interview gehouden in Arnhem op 06-04-2011

B. Beelen, senior landmeetkundige, Facto Geo Meetdienst, interview gehouden VOPAK terrein Amsterdam op 23-02-2011

N. van Berkel, directeur Uniformal, e-mailcontact 05-06-2011

J. Detmar, senior landmeetkundige GeoCensus, interview gehouden in Uitgeest op 05-03-2011

F.W. Dévilé, coördinator tekenkamer bij Royal Haskoning, interview gehouden in Rotterdam op 12-04-2011

R. van Duivenboden, Advocaat Tebodin Den Haag, gesprek 11:30-13:30 op 25-05-2011 en e-mailcontact mei/juni 2011

D. van Loenen, Sales Manager NedGraphics b.v., e-mailcontact eind mei 2011 en telefonisch contact op 30-05-2011 van 16:39-16:45

R. Mossinkoff, hoofd afdeling Survey De Vries & van de Wiel, interview gehouden in Schagen op 15-03-2011

W. Nanninga, Accountmanager Civilcenter, e-mailcontact, 27-05-2011

R. Nier, Expert CAD/GIS bij Oranjewoud, interview gehouden in Almere op 07-04-2011

R. Reuvekamp, Expert CAD/GIS bij gemeente Velsen, interview gehouden bij Tebodin Velsen op 22-03-2011

S. Roetman, Adviseur bij CROW voor Gunnen Op Waarde, e-mailcontact met ondersteuning van J. Teunissen en J.O Zijlstra van het CROW, april/mei 2011

W. Pronk, Senior adviseur/specialist bij Rijkswaterstaat, interview gehouden in Utrecht op 02-05-2011

E. Vega, Projectcoördinator bij CUR Bouw en Infra, telefonisch contact op 25-05-2011

J.W. Veldkamp, Hoofd Adviesbureau GAIM, interview gehouden in Ede op 10-03-2011

C. van Vooren, docent AutoCAD/landmeetkunde Hogeschool Van Hall Larenstein, interview ingevuld via e-mail op 09-05-2011

N. Westhof, projectleider geo-informatie bij HB advies, interview gehouden in Alkmaar op 05-04-2011