

A detailed architectural site plan of a residential development. The plan shows several rows of houses, green spaces, and roads. Labels in green text identify different parts of the site: "BOUWDEEL A", "BOUWDEEL B", and "BOUWDEEL C". Other labels include "OPVULLEN MET BETONSTRATSTENEN" and "KADERLUS". The drawing is a 2D CAD representation of the built environment.

# De overdracht van *as built* 2D CAD tekeningen en 3D modellen in de GWW-sector

Rapportage van de Werkgroep COINS-NLCS  
Update 2013



## Werkgroep COINS-NLCS

Frans van Dam, Rijkswaterstaat (voorzitter)

Richard de Nier, Oranjewoud

Renzo van Rijswijk, Strukton Engineering

Frank Burm / René Dorleijn, Movares

Rachid Ramzani, Gemeente Rotterdam

Bert van de Goot, STABU

Dik Spekkink, Spekkink C&R (projectleider NLCS / rapporteur)





## Managementsamenvatting

### 2D CAD en 3D modelleren

Opdrachtgevers in de GWW-sector krijgen na de oplevering van een bouwwerk doorgaans 2D tekeningen van het bouwwerk *as built*. In de (nabije) toekomst krijgen ze een 'virtueel model' van het gerealiseerde bouwwerk, dat alle relevante data over dat bouwwerk zal bevatten (Bouwwerk Informatie Model – BIM). Niettemin kunnen we verwachten dat er in de GWW-sector in de komende tien à vijftien jaar nog heel veel in 2D CAD zal worden getekend.

Bij de uitwisseling van 2D CAD tekeningen tussen de verschillende partijen die bij een project zijn betrokken, gaat er in de praktijk nog veel mis. Veel partijen hebben in de loop van de tijd eigen 'standaarden' voor tekenwerk ontwikkeld, die niet op elkaar aansluiten. Gevolg is dat digitale 2D tekeningen binnen een project – en later bij onderhoud of reconstructies – door verschillende betrokken partijen steeds weer opnieuw worden opgezet. Om dit te voorkomen en digitale tekeningen voor de korte en lange termijn herbruikbaar te maken, zijn centrale afspraken nodig. De NLCS, de Nederlandse CAD Standaard voor de GWW-sector, bevat zulke afspraken. Enkele grote overheidsopdrachtgevers schrijven het gebruik van de NLCS sinds september 2011 voor in projecten. Steeds meer opdrachtgevers (gemeenten, provincies, waterschappen) volgen hun voorbeeld. Daardoor neemt het gebruik van NLCS anno 2013 snel toe.

Intussen doet ook het 3D modelleren en het werken met Bouwwerk Informatie Modellen (BIM) opgang in de sector. In ons land is de Beheergroep COINS bezig om daarvoor de noodzakelijke (open) afsprakenstelsels te ontwikkelen. Op grond van het besluit om de NLCS voor te schrijven, zouden opdrachtgevers kunnen eisen dat de *as built* situatie van projecten die in 3D/BIM zijn ontworpen en uitgewerkt, ook in de vorm van 2D CAD-tekeningen conform de NLCS moet worden overgedragen. Een werkgroep van de Beheergroep COINS en de Projectgroep NLCS heeft onderzocht:

- in hoeverre dat wenselijk is;
- wat eventuele consequenties zullen zijn;
- welke alternatieven er zijn.

Ook uit een 3D-model kunnen en moeten 2D-tekeningen worden gegenereerd. De werkgroep concludeert dat het niet altijd mogelijk is om die 2D-tekeningen te laten voldoen aan de NLCS. Dat komt omdat de informatie in 2D CAD en in 3D modellen op fundamenteel verschillende manieren wordt opgeslagen. Voor projecten in de 'Buitenruimte', bijvoorbeeld een wegontwerp, is het relatief eenvoudig om de vertaalslag te maken van een 3D model naar 2D tekeningen conform NLCS. Voor 'Constructies' (bruggen, viaducten, sluizen e.d.) ligt het geheel anders <sup>1</sup>. Het eisen van tekeningen in NLCS vanuit 3D constructiemodellen leidt tot:

1. veel extra werk;
2. verlies aan informatie;

---

<sup>1</sup> Voor de onderbouwing hiervan zie hoofdstuk 2 van dit rapport.



3. twee vertaalslagen: eerst van 3D naar 2D en later – voor reconstructies e.d. – weer naar 3D.

Door het vele extra werk kan dit – ongewild – een aanzienlijke barrière opwerpen voor het gebruik van 3D modelleren en BIM in de GWW-sector (dit ligt niet aan de NLCS, maar aan de werkwijze die inherent is aan 2D CAD tekenen). Ongewild, omdat dezelfde overheidsopdrachtgevers de toepassing van 3D modelleren en BIM sterk willen stimuleren. Het werken met BIM kan van grote betekenis zijn voor effectief *asset management* en het beheer van wegen en gebouwen. Zo heeft Rijkswaterstaat inmiddels een *roadmap* gepresenteerd ‘richting 20% BIM in 2014’. De BIR heeft eenzelfde doelstelling geformuleerd voor de volledige bedrijfstak bouw (zie [www.bouwinformatieraad.nl](http://www.bouwinformatieraad.nl)).

### Overdragen van herbruikbare 3D modellen

Om de door groei van 3D en het werken BIM op korte termijn te faciliteren en te stimuleren, is het noodzakelijk om voor constructies een regeling af te spreken voor het leveren van digitale, 3D modellen in plaats van 2D digitale tekeningen. Uitgangspunt is dat het te leveren *as built* model over pakweg vijftien jaar nog steeds bruikbaar moet zijn als basis voor reconstructies en uitbreidingen. Bovendien moet het model onafhankelijk van de software waarin het in eerste instantie is gemaakt, kunnen worden gebruikt. Dat wil zeggen dat de informatie in het model moet worden opgebouwd volgens open standaarden, met gebruik van ‘systeemonafhankelijke bestandsformaten’. Voor overheidsopdrachtgevers is het gebruik van open standaarden voor 3D/BIM een harde voorwaarde.

Voor het overdragen van 3D-informatie zijn meerdere – min of meer – systeemonafhankelijke bestandsformaten voorhanden. De huidige stand van de techniek is, dat geen van die formaten volledige zekerheid biedt dat alle informatie uit een 3D model/BIM correct en herbruikbaar wordt overgedragen.

IFC (‘Industrial Foundation Classes’, ontwikkeld door het internationale consortium buildingSMART) is de enige echt open, systeemonafhankelijke standaard. De verwachting is dat het op termijn mogelijk zal zijn om (data gekoppeld aan) 3D modellen van verschillende herkomst volledig en foutloos uit te wisselen via IFC. Vooralsnog is het niet zover, hoewel in de B&U-sector in de laatste jaren grote vooruitgang is geboekt op dit gebied (niet omdat IFC is verbeterd, maar omdat modelleers er steeds beter mee leren omgaan en applicaties de standaard steeds beter ondersteunen). In de GWW-sector levert uitwisseling via IFC nog problemen op, met name omdat de standaard in eerste instantie is ontwikkeld voor gebouwen. buildingSMART heeft in 2013 het *Open Infra Platform* opgericht met als doel om IFC ook verder geschikt te maken voor de GWW-sector. Het uitbreiden van IFC met objecttypen die in constructies in de infra worden toegepast, heeft daarbij hoge prioriteit.

Een 3D model bevat niet *alle* projectinformatie die noodzakelijk is als basis voor goed *asset management*. In ieder project komen documenten voor – specificaties, berekeningen, simulaties, documentatiemateriaal, garanties, schema’s, afbeeldingen, aanvullende 2D tekeningen enzovoort – die geen onderdeel zijn van het 3D model, maar die wel op een gestructureerde manier moeten worden opgeslagen en overgedragen. In het kader van COINS worden hiervoor onder andere de ‘COINS Container’ en het ‘COINS Bouwwerk Informatie Systeem’ (CBIS) ontwikkeld. Ook dit zijn open standaarden. Deze COINS systematiek maakt het in potentie mogelijk om naast het 3D model



veel algemene, niet-grafische data te bewaren, inclusief de oorspronkelijke eisen en overwegingen. Dit levert meteen een aansluiting op Systems Engineering. Specifieke software om dit te ondersteunen is in ontwikkeling en voor een deel al operationeel. Naar verwachting brengen enkele recente projecten van RWS, waarin het gebruik van COINS wordt voorgeschreven, de softwareontwikkeling in een stroomversnelling.

### **Naar een richtlijn voor de korte termijn**

In afwachting van complete en betrouwbare open standaarden moeten we voor de overdracht van 3D modellen (en daaraan gekoppelde informatie) roeien met de riemen die we hebben. De Werkgroep COINS-NLCS komt tot de conclusie dat het, om volledigheid en herbruikbaarheid te kunnen garanderen – voorlopig onvermijdelijk is om de modellen in verschillende bestandsformaten uit te vragen. Gegeven de huidige stand van de techniek beveelt de Werkgroep het volgende aan.

- 1) Stel een voorlopige richtlijn op t.b.v. de uitwisseling van 3D constructiemodellen (c.q. breng een eventuele bestaande richtlijn in overeenstemming met de laatste stand van de techniek).
  - a. Opdrachtnemers die werken met 3D constructiemodellen, zijn niet verplicht het *as built* model te leveren in de vorm van 2D CAD tekeningen conform NLCS. Wanneer 2D CAD tekeningen worden geleverd die niet uit het 3D model (kunnen) worden gegenereerd, moeten deze zijn opgebouwd conform NLCS.
  - b. Het 3D model dient minimaal te worden geleverd in 3D DWG en PDF (zie de toelichting op de volgende pagina). Maak indien gewenst per project aanvullende afspraken over bijvoorbeeld de levering in IFC-formaat, COINS Container/CBIS en het *native* formaat (het eigen bestandsformaat van de applicatie waarin het 3D model is gemaakt).
  - c. Maak bij de start van het project duidelijke afspraken over wat in welk formaat moet worden geleverd. Het is belangrijk dat opdrachtgevers per project nauwkeurig specificeren waarvoor zij de uit te wisselen informatie willen gebruiken, ofwel in functionele termen aangeven welke informatie er moet worden overgedragen.
- 2) Pas de bovenstaande richtlijn in eerste instantie toe voor een beperkt aantal pilotprojecten en stel – na een gezamenlijke evaluatie – een bijgestelde regeling op.
- 3) IJk jaarlijks de richtlijn op de stand van de techniek. Doordat zowel IFC als COINS, maar ook softwareapplicaties en verwante open standaarden als LandXML en CityGML zich verder ontwikkelen, wordt het leveren van neutrale, volledige modellen gaandeweg beter mogelijk en zal de overgedragen informatie steeds vollediger kunnen zijn.
- 4) Zet in de branche een structuur op voor het gestructureerd vastleggen en evalueren van ervaringen die in praktijkproeven en projecten worden opgedaan met het uitwisselen van 3D modellen, c.q. BIM.



#### ***Toelichting 3D DWG en 3D PDF***

*Dit zijn weliswaar geen open standaarden in de zuivere betekenis van het woord, maar worden zo breed gebruikt en door zoveel computerprogramma's ondersteund, dat ze in de praktijk fungeren als de facto standaarden. 3D DWG is volgens de Werkgroep COINS-NLCS op dit moment het enige bestandsformaat, dat volledige zekerheid biedt dat de geometrie van het 3D model correct en herbruikbaar wordt overgedragen. Groot nadeel is, dat de meeste niet-geometrische informatie die in een 3D model is opgeslagen, verloren gaat bij het omzetten naar het 3D DWG-formaat. Het is daarom handig om het model ook in 2D- en 3D-PDF te leveren. Het model kan dan met relatief eenvoudige, gratis software worden bekeken en geraadpleegd. In veel gevallen zijn ook de niet grafische data (modelstructuur, decompositie, eigenschappen van afzonderlijke componenten in het model) beschikbaar voor raadpleging. De informatie uit een PDF-bestand is niet bewerkbaar.*



## Inhoud

1. Inleiding.....	8
2. Probleemstelling aansluiting 2D CAD – 3D/BIM.....	9
3. Doelstelling en beoogd resultaat werkgroep COINS-NLCS .....	11
4. Stand van zaken 2D CAD tekenen en 3D/BIM in de GWW-sector.....	12
4.1 Standaarden .....	12
4.1.1 NLCS .....	12
4.1.2 COINS .....	13
4.1.3 IFC (huidige versie: 2x3).....	17
4.1.4 LandXML .....	21
4.1.5 CityGML .....	21
4.2 3D ontwerppapplicaties en bestandsformaten.....	22
4.2.1 3D ontwerppapplicaties en hun <i>native</i> bestandsformaten .....	23
4.2.2 De facto standaarden.....	24
4.2.3 Viewformaten.....	24
4.3 Opzet van een 3D model.....	25
4.4 Viewen en bewerken .....	27
4.5 Vastleggen van de situatie <i>as built</i> met behulp van puntenwolken .....	28
5. Praktijkexperimenten.....	29
5.1 Werkwijze Werkgroep COINS-NLCS.....	29
5.2 Bevindingen .....	29
6. Conclusies en aanbevelingen .....	32
6.1 Overwegingen .....	32
6.2 Aanbevelingen.....	34
Bijlage 1: Testresultaten 2011 .....	36





## 1. Inleiding

Opdrachtgevers in de GWW-sector krijgen na de oplevering van een bouwwerk doorgaans 2D tekeningen van het bouwwerk *as built*. Inmiddels is het ook mogelijk dat ze een virtueel model van het gerealiseerde bouwwerk krijgen, dat alle relevante data over dat bouwwerk zal bevatten. (Bouwwerk Informatie Model – BIM). De verwachting is dat het werken met BIM in de (nabije) toekomst de standaard werkwijze wordt. Een BIM wordt als volgt gedefinieerd:

- *digitale representatie van functionele en fysieke karakteristieken van een bouwwerk, dat een uitgangspunt is voor en ondersteunend is aan activiteiten en besluitvorming in de levenscyclus van een bouwwerk en dat wordt gedeeld door meerdere belanghebbenden in het bouwproces (bron: COINS).*

De Bouw Informatie Raad (BIR) geeft op haar website een iets andere omschrijving, die in essentie op hetzelfde neerkomt:

- *een BIM (Bouwwerk Informatie Model) is een digitale beschrijving van een (bestaand of in de toekomst mogelijk bestaand) concreet aanwijsbaar bouwwerk in de bestaande omgeving, relevant voor de hele levenscyclus en toeleverketen van dat bouwwerk. Een bouwwerk kan ook 'infrastructuur' zijn.*



Een BIM is in feite het virtuele bouwwerk, dat veel meer data bevat dan alleen maar geometrie. De kern van het BIM is een 3D model, maar het omvat ook relevante projectdata die niet in dat model kunnen worden opgeslagen. Het BIM gaat in theorie de hele levensduur van het betreffende bouwwerk mee en waarschijnlijk nog veel langer, omdat het na de sloop van het echte bouwwerk kan worden gearhiveerd. Het BIM is tijdens de levensduur een belangrijke referentie en gegevensbron voor onder andere de uitvoering, onderhoud, *facility management*, *asset management* en reconstructies.

Voor opdrachtgevers is het belangrijk dat digitale *as built* informatie bruikbaar is voor beheer, onderhoud en reconstructies. Op dit moment, zolang BIM nog geen gemeengoed is, wil dat onder andere zeggen, dat 2D CAD tekeningen van een bouwwerk *as built* bewerkbaar en herbruikbaar moeten zijn. Het kan niet zo zijn, dat CAD tekeningen steeds weer opnieuw moeten worden opgezet, zodra er iets aan het bouwwerk moet gebeuren. Mede om dat te voorkomen, is de Nederlandse CAD-standaard voor de GWW-sector (NLCS) ontwikkeld. Vanaf september 2011 stellen enkele toonaangevende overheidsopdrachtgevers – Rijkswaterstaat, Dienst Vastgoed Defensie en Gemeente Rotterdam – het gebruik van de standaard verplicht voor het 2D CAD tekenwerk in hun nieuwe projecten.

In de toekomst, zodra de BIM-technologie en –standaarden volledig operationeel en stabiel zullen zijn, zijn 2D CAD tekeningen als informatiedragers van een bouwwerk *as built* niet meer noodzakelijk. Het werken met BIM is momenteel volop in ontwikkeling. Hetzelfde geldt voor de standaarden die ervoor moeten zorgen dat de digitale informatie uit een BIM kan worden uitgewisseld tussen en hergebruikt door verschillende, bij ontwerp, uitvoering, beheer,





reconstructie en sloop van een bouwwerk betrokken partijen. Anno 2013 zijn die standaarden nog niet volwassen. Het is bovendien onzeker welke 3D/BIM standaarden in de toekomst duurzaam zullen blijken. COINS is een ontwikkelingsprogramma dat zich richt op de ontwikkeling en toepassing van dergelijke standaarden in Nederland.

Voor u ligt de rapportage van de Werkgroep COINS-NLCS. De Werkgroep heeft onderzocht hoe *as built* informatie in de huidige overgangsperiode van 2D CAD tekeningen naar volwaardige, duurzame 3D Bouwwerk Informatie Modellen zo praktisch mogelijk aan de opdrachtgever kan worden overgedragen, zonder dat dit de verdere ontwikkeling van het werken met 3D/BIM frustreert. Een eerste rapportage van de Werkgroep verscheen in het najaar van 2011. Omdat de ontwikkelingen rond BIM snel gaan, is besloten om in 2013 een eerste *update* te maken. Mogelijk volgen in de komende jaren meer *updates*.

## 2. Probleemstelling aansluiting 2D CAD – 3D/BIM

De gangbare praktijk van 2D CAD tekenen kenmerkt zich onder andere door een mechanisme van informatiescheiding door middel van een lagenstructuur. De NLCS haakt in op deze praktijk. Verschillende brokjes informatie in een tekening worden van elkaar gescheiden door ze op te slaan in verschillende lagen van de tekening. Informatiescheiding is noodzakelijk om hergebruik van de opgeslagen informatie mogelijk te maken, zonder gegevens opnieuw te moeten invoeren. Hergebruik van informatie betreft bijvoorbeeld het ‘automatisch’ bepalen van hoeveelheden uit een tekening, maar ook hergebruik van de tekeningen bij latere onderhouds- en reconstructiewerkzaamheden. Voor (overheids-) opdrachtgevers is met name de herbruikbaarheid van digitale tekeningen van projecten ‘*as built*’ relevant.

Bij 3D modelleren wordt een fundamenteel ander mechanisme van informatiescheiding gehanteerd. Hierbij wordt de informatie opgeslagen in een database, gekoppeld aan de onderscheiden objecten of ‘dingen’ die in een bouwwerk voorkomen. Het betreft niet alleen geometrische informatie, maar ook informatie over kenmerken als materiaal, gewicht, capaciteit, prijs, fabricaat, enzovoort). Een 3D model is daardoor veel rijker aan informatie dan een 2D CAD-tekening ooit kan worden. Niettemin bevat het 3D model niet alle informatie die van belang is voor het vastleggen van het project. In ieder project komt informatie voor – berekeningen, simulaties, documentatiemateriaal, garanties, schema’s, afbeeldingen, aanvullende 2D tekeningen enzovoort – die geen onderdeel vormt van het 3D model. Deze informatie moet wel op een gestructureerde manier worden opgeslagen en overgedragen. Het 3D model en de aanvullende informatie *samen* noemen we in deze publicatie het BIM.

Ook uit een 3D-model kunnen en moeten 2D-tekeningen worden gegenereerd. Door de verschillende mechanismen van informatiescheiding is het niet altijd mogelijk die 2D-tekeningen te laten voldoen aan de NLCS. Voor projecten in de ‘Buitenruimte’ is het geen probleem, onder andere omdat in de NLCS in principe voor ieder te tekenen object in de buitenruimte een laag is gedefinieerd. Met behulp van de juiste software is het daardoor relatief eenvoudig om de vertaalslag te maken van een objectgeoriënteerd 3D model naar 2D tekeningen met een lagenindeling volgens NLCS. Voor ‘Constructies’ ligt het geheel anders, omdat de NLCS voor



constructies geen lagenindeling op basis van objecten kent. Een automatische vertaalslag van een 3D model van een constructie naar 2D tekeningen met een lagenindeling conform NLCS is daardoor niet te maken. Wanneer (overheids-) opdrachtgevers niettemin eisen dat alle tekeningen van een constructie die in 3D is ontworpen, *as built* moeten worden geleverd conform NLCS, betekent dat:

- veel extra werk – en dus kostenverhoging – voor de opdrachtnemer;
- een aanzienlijk verlies aan informatie;
- dat de *as built* 2D tekening op enig moment in de beheerfase voor reconstructies weer moet worden vertaald in een 3D model (ervan uitgaande dat 3D/BIM op termijn de standaard werkwijze wordt).

Dit kan een aanzienlijke barrière opwerpen voor het gebruik van 3D modelleren en BIM voor het ontwerp en de engineering van constructies. Dat is een ongewenste situatie. De werkgroep COINS-NLCS heeft – in opdracht van de Projectgroep NLCS en de Beheergroep COINS – gezocht naar mogelijkheden om deze barrière te vermijden of weg te nemen.



### 3. Doelstelling en beoogd resultaat werkgroep COINS-NLCS

Eén van de belangrijkste redenen voor (overheids-)opdrachtgevers om een standaard als NLCS voor te schrijven, is te garanderen dat betrouwbare, digitale *as built* informatie over een bouwwerk langere tijd beschikbaar blijft voor hergebruik in beheer, onderhoud en reconstructies.

Hoewel de verwachting is dat er in de GWW-sector nog vele jaren in 2D CAD zal worden getekend en het gebruik van een standaard als NLCS daarbij zeer wenselijk blijft, zal het op termijn worden ingehaald door 3D technologie. Het is niet logisch, zelfs ongewenst om de herbruikbaarheid van informatie uit een 3D model of BIM te willen garanderen door deze te 'vertalen' in 2D CAD-bestanden, al dan niet volgens NLCS.

De Werkgroep heeft zich daarom als doel gesteld te onderzoeken hoe informatie uit een 3D model of BIM reeds nu, bij de huidige stand van de techniek, zodanig kan worden overgedragen aan opdrachtgevers/beheerders, dat deze informatie zonder verlies tot in lengte van dagen beschikbaar blijft voor raadpleging en hergebruik. De Werkgroep heeft zich daarbij geconcentreerd op 'Constructies'. De 'Buitenruimte' is niet meegenomen, omdat het probleem daar niet of nauwelijks speelt. Op basis van de resultaten heeft de Werkgroep - in afwachting van de ontwikkeling van stabiele en bestendige open standaarden voor de uitwisseling van 3D objectgeoriënteerde informatie - praktische aanbevelingen geformuleerd.



## 4. Stand van zaken 2D CAD tekenen en 3D/BIM in de GWW-sector

### 4.1 Standaarden

In deze paragraaf komen vijf open standaarden aan de orde, die relevant zijn in relatie tot de doelstellingen van de Werkgroep COINS-NLCS:

- de Nederlandse CAD Standaard voor de GWW-sector – NLCS;
- Constructieve Objecten en de Integratie van processen en Systemen – COINS;
- Industrial Foundation Classes (IFC);
- LandXML;
- CityGML.

#### 4.1.1 NLCS

NLCS is een 2D CAD standaard voor de GWW-sector, die sinds 2007 is ontwikkeld door vertegenwoordigers van belanghebbende partijen: overheidsopdrachtgevers, ingenieursbureaus en bouwbedrijven, in samenwerking met toonaangevende leveranciers van CAD-applicaties voor de GWW-sector. De standaard is van toepassing voor 2D tekenwerk voor de 'Buitenruimte' (ontwerp van wegen, vaarwegen en luchthavens, inrichting van de openbare ruimte, groenvoorzieningen, enzovoort) en voor 'Constructies' (bruggen, viaducten, sluizen en dergelijke). De NLCS omvat afspraken over:

- de behandeling van metadata (ten behoeve van efficiënt documentbeheer);
- de methodiek van digitaal tekenen;
- het uiterlijk van tekeningen;
- de ordening, codering en representatie van objecten (systematiek van laagindelingen en afspraken over de wijze waarop objecten op tekening moeten worden gerepresenteerd met behulp van onder andere lijntypen, arceringen, symbolen en teksten).

In 2014 zal de NLCS worden uitgebreid met afspraken voor het maken van tekeningen in de fase van Planvorming bij gemeenten (verkavelingstekeningen, matenplannen, exploitatieplannen en inrichtingsplannen) en voor 2D tekenwerk in projecten aan het spoor. Voor nadere informatie over de inhoud van de standaard verwijzen wij naar de website [www.nlcs-gww.nl](http://www.nlcs-gww.nl).

#### Organisaties die zijn betrokken bij de ontwikkeling van de NLCS:

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| • SBRCURnet                | • Movares                   |
| • Rijkswaterstaat          | • Arcadis                   |
| • Gemeente Rotterdam       | • Ballast Nedam             |
| • Dienst Vastgoed Defensie | • Van Hattum en Blankevoort |
| • ProRail                  | • BAM Infraconsult          |
| • Oranjewoud               | • TMC Nederland             |
| • RoyalHaskoning DHV       | • Spekkink C&R              |
| • Grontmij                 | • STABU                     |
| • Fugro                    | • CROW                      |
| • Breijn                   | • Diverse IT-bedrijven      |



Doel van de standaard is onder andere de uitwisselbaarheid en herbruikbaarheid van (getekende) informatie over GWW-projecten te waarborgen in de fasen van ontwerp, uitvoering, beheer, reconstructie en ontmanteling. NLCS moet er bijvoorbeeld voor zorgen dat een tekening *as built* vijftien jaar na oplevering nog bruikbaar is als digitale onderlegger voor een renovatie of reconstructie (“overtekenen doen we niet meer”).

Een ander doel van NLCS is om eenheid in het 2D tekenwerk in de GWW-sector te bevorderen. Dit is belangrijk voor bijvoorbeeld overheidsopdrachtgevers. De trend is dat deze opdrachtgevers steeds meer ontwerp- en tekenwerk uitbesteden aan externe ingenieurbureaus en bouwbedrijven. Omwille van de eenheid van tekenwerk is het belangrijk dat verschillende opdrachtnemers die werken voor één opdrachtnemer, dezelfde CAD standaard hanteren. Omgekeerd is het voor de opdrachtnemers belangrijk, dat alle opdrachtgevers dezelfde 2D CAD standaard hanteren, c.q. voorschrijven. In de huidige situatie komt het voor dat - bijvoorbeeld - een ingenieurbureau voor twintig verschillende opdrachtgevers moet tekenen volgens twintig verschillende ‘standaarden’ van uiteenlopend kwaliteitsniveau.

Belangrijke overheidsopdrachtgevers schrijven toepassing van NLCS vanaf september 2011 voor in hun nieuwe projecten. Sindsdien hebben veel andere opdrachtgevers (gemeenten, provincies, waterschappen) het voorbeeld gevolgd. Daardoor neemt het gebruik van NLCS snel toe. Op de website [www.nlcs-gww.nl](http://www.nlcs-gww.nl) wordt een lijst bijgehouden van opdrachtgevers en –nemers die NLCS gebruiken.

#### 4.1.2 COINS

In industrieën zoals de scheepsbouw, de procesindustrie en de automotive, is de toepassing van 3D objecten in combinatie met Product Data Management ver doorgedrongen. Deze werkwijze heeft geleid tot spectaculaire verbeteringen. Het aantal fouten is gereduceerd, de flexibiliteit is toegenomen en de concurrentiepositie is versterkt. Projectpartners in de bouw hebben ervaren dat de wijze waarop nu de communicatie en samenwerking is ingericht, een belangrijke oorzaak is van de grote foutgevoeligheid van de informatiestroom. De bouw kan leren van de ervaringen van andere industrieën. In 2003 kwam een aantal vertegenwoordigers uit de Nederlandse bouw met een plan om afspraken te ontwikkelen voor het werken met 3D-objectinformatie. Dit plan vormde het begin van wat nu bekend staat als “COINS”.

COINS is de afkorting van ‘Constructieve Objecten en de INtegratie van processen en Systemen’. Het COINS-programma heeft de volgende doelstellingen:

- het beschikbaar maken van afspraken over werkmethoden en informatie die nodig zijn om het bouwproces te ondersteunen;
- het bieden van een gemeenschappelijke basis voor het gebruik van 3D objectinformatie en de integratie van het bouwproces;
- het mogelijk maken van een beter gebruik van investeringen in informatie- en communicatietechnologie (ICT).



Het COINS-programma wordt uitgevoerd door de projectgroep COINS met daarin vertegenwoordigers van opdrachtgevers, bouwbedrijven, ingenieursbureaus, netwerkorganisaties en kennisinstellingen. Daarnaast nemen IT-bedrijven deel.

**Organisaties die zijn betrokken bij de ontwikkeling van COINS:**

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| • Arcadis                               | • VolkerWessels                    |
| • Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur | • Strukton Engineering             |
| • DHV Ruimte & Mobiliteit               | • Universiteit Twente              |
| • Gemeente Rotterdam                    | • Gobar adviseurs                  |
| • Movares                               | • SBRCURnet                        |
| • Ballast Nedam                         | • TNO                              |
| • Hogeschool Utrecht                    | • Universiteit Eindhoven           |
| • Gemeente Utrecht                      | • Saxion Hogeschool Enschede       |
| • Tauw                                  | • CROW                             |
| • PSIBouw                               | • ProRail                          |
| • IBA Ingenieursbureau Amsterdam        | • Rijksgebouwendienst              |
| • Provincie Groningen                   | • BAM                              |
| • Royal Haskoning DHV                   | • TU Delft                         |
| • Heijmans                              | • Grontmij                         |
| • Oranjewoud                            | • Kokon architectuur en stedenbouw |
| • Witteveen+Bos                         |                                    |

Het COINS-programma ontwikkelt de volgende producten:

- afspraken over werkmethode – COINS Engineering Methode (CEM);
- afspraken over informatie – COINS Bouwwerk Informatie Model (CBIM);
- implementatie strategieën en methoden (waaronder de COINS-Container);
- informatiemanagementsysteem – COINS Bouwwerk Informatie Systeem (CBIS).

*CEM – Werkmethode voor de bouw*

COINS maakt hiervoor gebruik van trends die er al zijn in de bouw (bijvoorbeeld Systems Engineering) en neemt werkwijzen over van andere industrieën. Nieuw is dat er sectorbreed afspraken worden gemaakt over het toepassen van die werkwijzen. Dat is een belangrijke eerste stap om te komen tot integratie van het bouwproces.

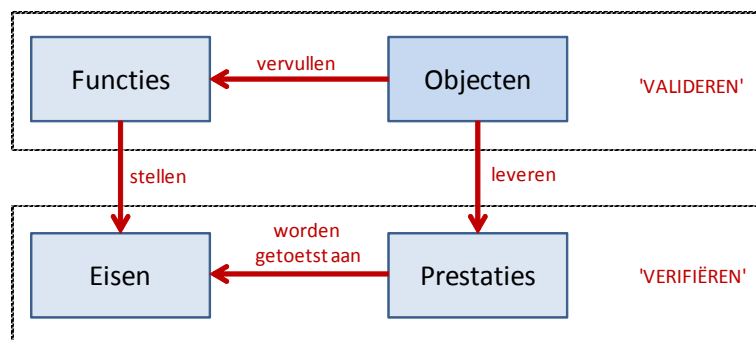
*CBIM – Bouw Informatie Model.*

Voor COINS gaat het in het bijzonder om de begrippen die relevant zijn voor integratie van het bouwproces. Daarom wordt gesproken over een Bouwwerk Informatie Model. Ook voor dit onderwerp vindt COINS niet opnieuw het wiel uit, maar tracht maximaal gebruik te maken van wat er al aan standaarden beschikbaar is. Zo wordt voor CBIM gebruik gemaakt van OWL (*Ontology Web Language*), waarmee objecten en hun onderlinge relaties in één bestandsformaat kunnen worden beschreven. Een ander voorbeeld is de open standaard IFC (zie hierna).

*COINS-Container*

Het streven van COINS is om digitale informatie, gestructureerd volgens de COINS-standaard, op een uniforme wijze te communiceren tussen de verschillende partners in een bouw- en beheerproces. Onder digitale informatie wordt in dit verband verstaan:

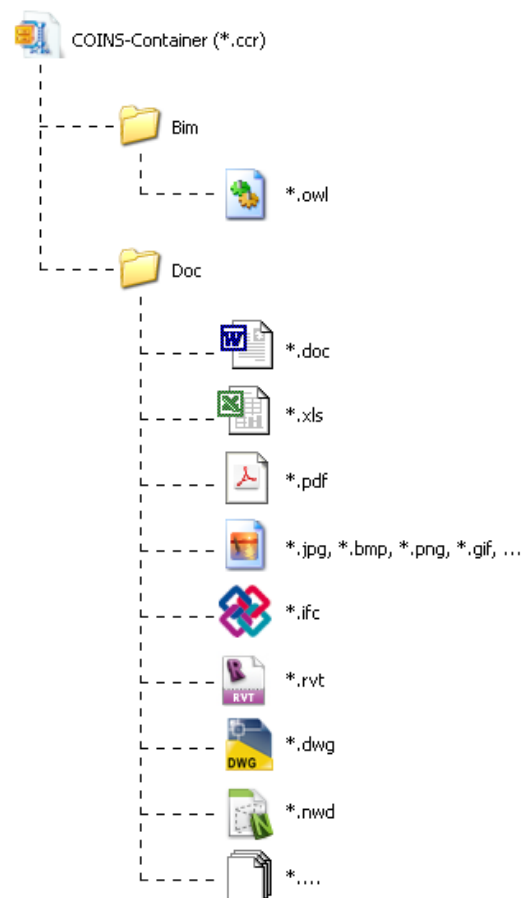
- geometrische informatie;
- niet-geometrische informatie;
- informatie m.b.t. de relatie tussen geometrische en niet-geometrische informatie (relaties tussen functies, eisen, objecten en prestaties, zie onderstaande figuur).



Om dit te bereiken is de COINS-Container ontwikkeld, een informatiedrager die bovenstaande informatie volgens een gestandaardiseerde structuur opslaat. Deze COINS-Container wordt binnen COINS beschouwd als hét uitwisselformaat tussen verschillende soorten software binnen een BIM-proces. De COINS-Container is een containerbestand (in ZIP-formaat) dat naast een BIM volgens de COINS-standaard (CBIM) alle documenten bevat (rapporten, tekeningen, 3D-modellen, planningen, presentaties enzovoort) waaraan in het BIM wordt gerefereerd. Een COINS-Container bevat daarom twee submappen:

1. Bim, hierin is het CBIM opgeslagen;
2. Doc, hierin zitten alle meegeleverde documenten; dit kunnen documenten van verschillende oorsprong zijn, met verschillende bestandsextensies.

De COINS-Container is een open standaard waarmee bouwwerkinformatie kan worden overgedragen. Zij sluit aan bij de COINS-principes voor informatiebeheer en andere standaarden zoals VISI, IFC en IDM. De standaard







wordt nog niet zeer breed gedragen binnen de GWW-sector, maar RWS schrijft het nu voor in een aantal grote GWW-projecten en ziet COINS als een belangrijk onderdeel van haar BIM-programma.

Vanuit het oogpunt van de werkgroep COINS-NLCS zijn de belangrijkste toepassingen van de COINS-Container:

- het overdragen van functionele specificaties en objectstructuur naar bijvoorbeeld een 3D-CAD-applicatie of een planning;
- het samenstellen van een ontwerp dossier, bestaande uit het ontwerp en ontwerpnota's waarin beslissingen worden onderbouwd;
- het overdragen van *as built* informatie tussen de verschillende partners in een bouw- en beheerproces.

Binnen een BIM-proces worden verschillende soorten software gebruikt waartussen bijvoorbeeld via een COINS-Container kan worden uitgewisseld. Het is van belang dat alle bouwwerkinformatie behouden blijft bij een uitwisseling. De software dient daartoe COINS-*compatibel* te zijn. Daartoe moet de software:

- een COINS-Container kunnen importeren met alle (softwarespecifieke) bouwwerkinformatie, met op zijn minst de objectenboom;
- de softwarespecifieke taken kunnen uitvoeren met de geïmporteerde bouwwerkinformatie. Deze taken kunnen tot gevolg hebben dat bouwwerkinformatie wordt toegevoegd, gewijzigd of verwijderd. Hierbij dient de applicatie te functioneren volgens de richtlijn "*Identification of CBIM information objects*" en voldoen aan richtlijnen voor versiebeheer, autorisatie en *baselining*;
- de bewerkte en/of toegevoegde bouwwerkinformatie door middel van een COINS-Container kunnen exporteren naar het CBIS of een andere partner in het bouw- en beheerproces.

Op dit moment ontwikkelen softwareleveranciers voor diverse, met name 3D-CAD-applicaties *interfaces* met als doel deze COINS-compatibiliteit te realiseren. Er zijn/worden *interfaces* ontwikkeld voor onder andere:

- de 3D CAD-applicaties Revit, AutoCad Civil3D en NavisWorks Manager (allen Autodesk) en Allplan (Nemetschek);
- het sterkte-analysepakket SCIA Engineering (Nemetschek);
- de applicatie voor functioneel specificeren SmarTeam/FS (Infostrait);
- IBIS4BIM (Brink Groep);
- Metacom (VanMeijel).

Software wordt pas COINS-*compatibel* verklaard, wanneer het is voorzien van een keurmerk. Dit keurmerk wordt toegekend wanneer een onafhankelijke organisatie de software heeft getest en goedgekeurd volgens een standaard testprotocol, dat aansluit bij de vastgestelde COINS-systematiek.



#### *CBIS – COINS Bouwwerk Informatie Systeem*

Een bouwwerkinformatiesysteem is een nieuwe generatie softwareproduct dat de mogelijkheden biedt om complexe bouw informatie te beheren. Bouwwerkinformatiesystemen zullen in de plaats komen van documentbeheersystemen. In 2010 heeft COINS een functionele specificatie voor een zogenaamd COINS Bouwwerk Informatie Systeem (CBIS) opgesteld. CBIS moet het hart vormen van het unieke Bouwwerk Informatie Model voor het object dat wordt voorbereid of gebouwd. Het model wordt beheerd door de BIM-regisseur. Onder zijn/haar hoede wordt de informatiestroom beheerd, wordt elke wijziging geregistreerd (wie, wat, wanneer en waarom). Het model wordt gevoed door bijdragen van Systems Engineers, 3D-modelleurs, constructeurs, planners, werkvoorbereiders, enzovoort. Uiteindelijk ontstaat een model waarmee de productie wordt aangestuurd. Inmiddels heeft het softwarebedrijf Infostrait een bouwwerk-informatiesysteem ontwikkeld met COINS-compatibiliteit. Ook Nemetschek heeft verklaard dit te zullen doen.

#### *Beheer, verdere ontwikkeling en toepassing*

De COINS-organisatie is in 2011 omgevormd van een projectorganisatie naar een beheerorganisatie, die verantwoordelijk is voor het beheer en het beschikbaar stellen van de COINS-systematiek als open standaard. Versie 1.0 van de COINS-systematiek is beschikbaar. De documentatie is te vinden op de CoinsWiki: [www.coinsweb.nl/wiki](http://www.coinsweb.nl/wiki). Verder zijn via [www.coinsweb.nl](http://www.coinsweb.nl) de volgende publicaties vrij beschikbaar:

- Toekomst voor het bouwproces, een 3D-objectbenadering (2006);
- COINS-systematiek 1.0 Introductie (juli 2010);
- COINS-systematiek 1.0 Reference Manual (juli 2010);
- COINS Referentiekader voor functioneel specificeren 1.0 (September 2010).

Intussen gaat de ontwikkeling van de open standaard door. De methodiek daarvoor bestaat uit het ontwikkelen van stukjes theoretisch kader (zoals CEM/CBIM/COINS-Container/CBIS) en vervolgens het toetsen daarvan in praktijkproeven. De bevindingen uit de praktijkproeven worden teruggekoppeld naar de theorie. De praktijkproeven worden ook gebruikt om te experimenteren met de herinrichting van het proces.

#### **4.1.3 IFC (huidige versie: 2x3)**

IFC ('Industrial Foundation Classes') is een neutraal, open bestandsformaat voor de uitwisseling van objectgeoriënteerde informatie tussen verschillende softwareapplicaties. De IFC-standaard is – en wordt verder – ontwikkeld door buildingSMART, een wereldwijd consortium van ketenpartners uit de bouw, overheidsorganisaties en softwareleveranciers.



Hoewel softwareleveranciers participeren in buildingSMART, is IFC volledig onafhankelijk van welke leverancier dan ook. De standaard kan worden gebruikt voor het uitwisselen en delen van



BIM-data tussen applicaties van verschillende softwareleveranciers. De internationale standaardisatieorganisatie ISO heeft IFC geregistreerd als ISO/PAS 16739. De standaard doorloopt de procedure om de status van officiële ISO-standaard te verkrijgen.

In IFC zijn en worden onder andere afspraken vastgelegd over:

- de definitie van objecten die in bouwwerken kunnen voorkomen (*IfcObjectDefinition*);
- de relaties die er tussen die objecten kunnen bestaan (*IfcRelationship*);
- de belangrijkste eigenschappen of kenmerken ('*property sets*') van de objecten (*IfcPropertyDefinition*).

Bij *IfcObjectDefinition* gaat het niet alleen om algemeen toepasbare definities van 'typen' objecten (zoals *wall*, *floor* of *door*), maar ook om de 'toestanden' of 'hoedanigheden' waarin objecten in een bouwwerk kunnen voorkomen en om de manier waarop de locaties van objecten moeten worden vastgelegd. Verder zijn er afspraken over hoe aan de objectdefinities informatie kan worden gekoppeld over betrokken actoren, kosten, planning, taken, procedures, arbeid, materieel, enzovoort.

Bij *IfcRelationship* gaat het onder andere om samenstelling en/of decompositie van objecten en de aansluiting tussen verschillende objecten (zo "weet" een deur in een IFC-model bijvoorbeeld bij welke ruimte(n) hij hoort).

Bij *IfcPropertyDefinition* gaat het vooral om de zogenaamde 'parametrische' ofwel variabele eigenschappen van objecten, zoals lengte, breedte, hoogte, dikte, warmteweerstand, enzovoort.

IFC is op dit moment nog in ontwikkeling en daarom niet volledig en niet perfect. Versie IFC 2x3 die vooralsnog het meest wordt gebruikt, omvat standaardisatieafspraken voor ca. 80 onderscheidbare objectsoorten die in gebouwen (kunnen) voorkomen. Voorbeelden zijn:

- *IfcWall*;
- *IfcColumn*;
- *IfcFloor*;
- *IfcBeam*;
- *IfcDoor*;
- .....

IFC omvat daarnaast standaardisatieafspraken voor het benoemen/vastleggen van de belangrijkste eigenschappen (*properties*) van objecten. Informatie over objectsoorten en eigenschappen waarvoor (nog) geen standaardisatieafspraken zijn opgenomen, kan wel via IFC worden overgedragen, maar niet op een gestandaardiseerde manier. Die informatie komt in een soort 'verzamelbak' terecht: *IfcProxy*. Toekomstige versies van IFC zullen afspraken over steeds meer objectsoorten en *property sets* omvatten. In versie 4 zal het aantal onderscheidbare objectsoorten bijvoorbeeld al zijn opgevoerd tot ruim 300.

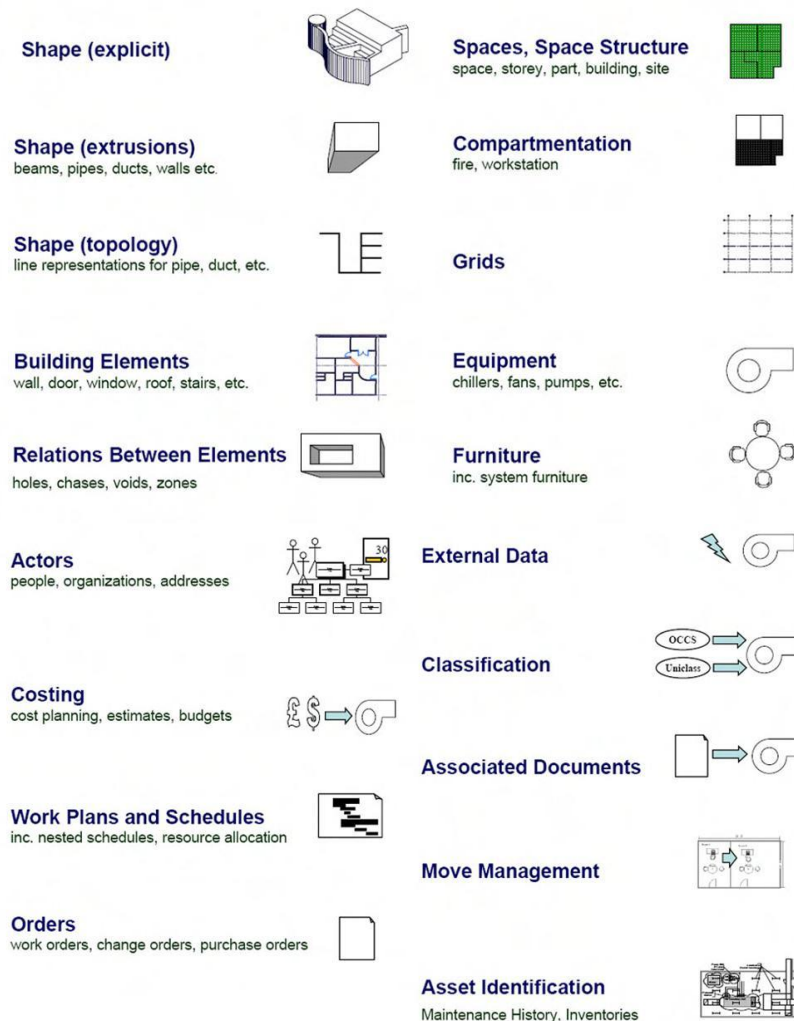
De kwaliteit van een IFC-model (c.q. de informatie die wel of niet 'meekomt' in een IFC-export) is mede afhankelijk van de softwareapplicaties waarmee IFC-bestanden worden geëxporteerd en/of geïmporteerd. Omdat een IFC-model volgens gestandaardiseerde regels is opgebouwd, kan er aan



worden 'gerekend'. Zo kan een IFC-model met behulp van standaard, pakket- of projectonafhankelijke regels (*rule sets*) worden getoetst aan regelgeving, bijvoorbeeld op het gebied van brandveiligheid. Dat is met de meeste andere bestandsformaten niet mogelijk, omdat daarvoor geen standaardisatieafspraken bestaan.

Belangrijk is het om te melden dat het exporteren van IFC-gevallen 'eenrichtingsverkeer' is. Een model in bijvoorbeeld Revit of Allplan kan wel worden 'vertaald' in een IFC-model, maar omgekeerd kan een IFC-model niet worden omgezet naar een Revit- of Allplanmodel. Het is wel mogelijk om een IFC te importeren in andere pakketten, maar afhankelijk van de applicatie is het dan niet of slechts beperkt bewerkbaar. Wil men een IFC-model muteren, dan moet men het meestal als het ware eerst geheel of gedeeltelijk 'overtrekken' in de eigen applicatie.

Bij veel partijen in de bouw bestaat het beeld, dat met IFC alleen de geometrie van objecten kan worden overgebracht. De volgende figuur geeft een beeld van de kenmerken die daarnaast nog door de standaard worden ondersteund.



*Informatie die in beginsel via IFC kan worden uitgewisseld.  
Veel mogelijkheden worden in de praktijk nog onvoldoende benut.*



IFC versie 4 is al wel gereed, maar nog niet geïmplementeerd in de belangrijkste 3D modelleringsapplicaties. Zoals vermeld, heeft deze alweer aanzienlijk meer mogelijkheden dan de versie IFC2x3.

In 2007 is door het kabinet besloten tot een actieplan open standaarden en open source software ("Actieplan Nederland Open in Verbinding"). Het doel van dit actieplan is om de informatievoorziening toegankelijker te maken, onafhankelijkheid van ICT-leveranciers te creëren en de weg vrij te maken voor innovatie. Eén van de maatregelen van het actieplan is het gebruik van een lijst met standaarden, die vallen onder het principe "pas toe of leg uit" (*comply-or-explain*). Overheidsinstanties die nieuwe software willen aanschaffen en implementeren, zijn verplicht om te kiezen voor software die toepasselijke standaarden die op de lijst staan, ondersteunen ("pas toe ..."), tenzij er valide redenen zijn om dat niet te doen ("... of leg uit"). Van overheidsorganisaties wordt bovendien verwacht dat zij de lijst met open standaarden hanteren bij aanbestedingstrajecten, eveneens volgens het "pas toe of leg uit"-regime. Het zogenaamde 'College Standaardisatie' spreekt zich uit over de standaarden die op de lijst zullen worden opgenomen, o.a. op basis van expertbeoordelingen van de betreffende standaarden. In 2011 heeft de gemeente Den Haag de standaard IFC, versie 2x3 TC1 voorgedragen voor opname op de lijst, omdat men hier een kans in ziet om de processen rondom vergunningverlening en handhaving te verbeteren. Vervolgens is een expertgroep uit de bedrijfstak bouw samengesteld, die de IFC versie 2x3 heeft getoetst aan de criteria die gelden voor open standaarden. Op grond van die toetsing heeft de expertgroep het College Standaardisatie in juli 2011 geadviseerd om de standaard IFC, versie 2x3 TC1, op te nemen op de lijst voor 'pas toe of leg uit'. Voorwaarde is dat er een goede *conformance test* voor software beschikbaar komt.

#### *IFC voor infra*

Zoals uit het voorgaande duidelijk is geworden, is IFC in eerste aanleg voornamelijk opgezet voor de uitwisseling van objectgerichte informatie over gebouwen. Inmiddels is in het kader van buildingSMART ook een 'Platform Open Infra' opgezet. In oktober 2013 is op een buildingSMART congres in München de werkgroep "*InfraRoom*" opgericht, die tot doel heeft om IFC verder te ontwikkelen voor toepassing in de GWW-sector. Geconcludeerd is dat het huidige IFC al veel functionaliteit bevat die ook goed bruikbaar is in de infra. Een opvallende 'witte vlek' is, dat het met de huidige IFC niet mogelijk is om alignementen te beschrijven. De werkgroep *InfraRoom* geeft aan de ontwikkeling hiervan topprioriteit. In München is een *Memorandum of Understanding* ondertekend, waarin het voornemen is vastgelegd om de alignementenfunctionaliteit binnen IFC binnen een jaar te ontwikkelen. Hiervoor is een link gelegd met het *Open Geospatial Consortium* (OGC), om afstemming met LandXML te bewerkstelligen (zie paragraaf 4.1.4). Een tweetal sponsors, waaronder Rijkswaterstaat, heeft zich aan dit project gecommitteerd.

Andere prioriteiten die de *InfraRoom* van buildingSMART heeft vastgesteld, zijn:

- uitbreiding van de IFC objecttypenbibliotheek met objecttypen voor de infrasector;
- doorontwikkeling van *IfcBridge* (een Frans initiatief);
- levering van *as built* informatie ter ondersteuning van het *asset management* door beheerders van infrastructuur.





Het ligt in de bedoeling om 'IFC voor infra' op afzienbare termijn voor te dragen voor standaardisatie in het kader van ISO. De ontwikkeling van IFC voor infra is ook één van de speerpunten van de Nederlandse Bouw Informatie Raad (BIR).

#### 4.1.4 LandXML

LandXML is een open standaard voor het uitwisselen van informatie over civiele objecten (anders dan constructieve objecten) en landmeetkundige meetgegevens:

- tussen leden van ontwerpteam;
- tussen ontwerper en landmeter;
- van ontwerp naar bouw, met inbegrip van machinebesturing.

De specificatie heeft betrekking op de civiele informatie van een ontwerp, met inbegrip van landmeetkundige gegevens, oppervlaktegegevens, perceelgegevens en 3D weg-, straat-, spoorweg- en waterwegmodellen en leidingnetten. In aanvulling op de geometrie van rijwegassen, doorsneden en *surfaces* kunnen functionele of kenmerkende standardeigenschappen worden uitgewisseld. Het schema maakt het ook mogelijk zelf gedefinieerde *features* toe te voegen (analoog aan *property sets* in IFC). In principe dekt het LandXML-schema de fundamentele informatie-eisen van infraprojecten. Het wordt ondersteund door een groot aantal softwareapplicaties (er zijn 70 applicaties geregistreerd voor LandXML). De standaard wordt toegepast in diverse projecten, maar er is geen goed overzicht van het gebruik ervan of de kwaliteit van implementaties. Dit is grotendeels te wijten aan het gebrek aan organisatorische ondersteuning voor LandXML. De mogelijkheden met de huidige versie (LandXML schema 1.2) zijn al groot, maar de software benut deze mogelijkheden nog niet volledig.

De standaard was ondergebracht bij LandXML.org als een open specificatie met ondersteuning van een wereldwijde gemeenschap (deelnemers van 664 bedrijven en overheden van 41 landen). Er was echter geen duidelijke organisatiestructuur aanwezig. Sinds versie 1.2 in augustus 2008 is uitgebracht, was er weinig activiteit te bespeuren. Inmiddels is LandXML.org opgehouden te bestaan en zijn de ontwikkeling, de ondersteuning en het beheer overgedragen aan het OGC (*Open Geospatial Consortium*). OGC gaat ervoor zorgen dat de specificatie goed wordt neergezet met goed gedefinieerde *model views*, beschrijvingen en implementatie-overeenkomsten. OGC maakt daarbij gebruik van het zeer goed gedocumenteerde Finse 'dialect' van LandXML.



#### 4.1.5 CityGML

Hetzelfde OGC ontwikkelt en onderhoudt de open standaard CityGML. Net als IFC en LandXML is CityGML een op XML gebaseerde specificatie en een vrij te gebruiken, open standaard. CityGML is een specificatie voor het opslaan en uitwisselen van 3D virtuele stads- en landschapsmodellen. Deze specificatie beschrijft 3D objecten met hun geometrische, topologische en uiterlijke kenmerken in vijf verschillende niveaus van detaillering. Met CityGML worden niet alleen modellen van gebouwen opgeslagen, maar van hele gebieden, variërend van een wijk tot een geheel land.

De wereld van BIM is niet langer alleen die van een gebouw. Gebouwen staan in een omgeving. Daarnaast wordt 'GIS' ook steeds meer een wereld van 3D objecten, die steeds meer boven en onder het aardoppervlak reikt. BIM en GIS komen met andere woorden steeds dichterbij elkaar; CityGML is waar deze twee werelden elkaar ontmoeten.



*Voorbeeld van een model in CityGML op het meest gedetailleerde niveau, met volledige detaillering van de gebouwschillen en de buitenruimte.*

De informatie over gebouwen in CityGML is zeer basaal. Omdat op stadsniveau alleen de enveloppe van een gebouw interessant is, is er geen mogelijkheid om informatie over vloeren, binnenwanden en andere informatie over het inwendige van een gebouw op te slaan. Gelukkig echter geeft CityGML ontwikkelaars de mogelijkheid om de standaard uit te breiden. Er worden al applicaties ontwikkeld voor het vertalen van IFC-bestanden naar CityGML, zodanig dat ook het inwendige van een gebouw met behulp van deze standaard kan worden vastgelegd.

Omdat CityGML is gebaseerd op GML3, kan het via *web services* worden ontsloten. *Web services* als WPS en WFS zijn door OGC ontwikkeld en tot wereldstandaarden verheven.

CityGML is niet alleen ontwikkeld voor de grafische vormgeving van stedelijke modellen, maar zorgt vooral ook voor de weergave van de semantische, respectievelijk thematische eigenschappen, taxonomieën en de aggregatie van digitale terreinmodellen, locaties (met inbegrip van gebouwen, bruggen en tunnels), vegetatie, waterlichamen, transportfaciliteiten en stadsmeubilair.

## 4.2 3D ontwerpapplicaties en bestandsformaten

In deze paragraaf worden in het kort de meest voorkomende 3D ontwerpapplicaties voor de GWW-sector behandeld. Al deze pakketten kennen een *native* bestandsformaat (*native* wil zeggen:





softwarespecifiek). Daarnaast hebben de meeste 3D applicaties de mogelijkheid om data weg te schrijven in enkele andere formaten. Soms betreft dat open bestandsformaten zoals IFC en LandXML (zie de paragrafen 4.1.3 en 4.1.4). In andere gevallen gaat het om bestandsformaten die weliswaar zijn ontwikkeld en worden beheerd door specifieke softwareontwikkelaars, maar zo algemeen worden gebruikt – ook in of met applicaties van concurrerende ontwikkelaars – dat ze min of meer als de facto standaarden kunnen worden aangemerkt.

#### 4.2.1 3D ontwerpapplicaties en hun *native* bestandsformaten

De 3D ontwerpsoftware kan worden verdeeld in applicaties voor de buitenruimte en applicaties voor constructies.

*Veel toegepaste applicaties voor de buitenruimte*

- AutoCAD Civil 3D  
*Native* bestandsformaat: DWG. Dit DWG formaat vanuit Civil 3D bevat, naast de normale AutoCAD elementen als lijnen en bogen, ook specifieke 3D dynamische intelligente objecten, zoals *alignments, profiles, corridors, pipe network* etc. Het is een versiegebonden formaat dat niet *backwards compatible* is (dat wil zeggen dat een DWG-bestand dat is gemaakt met een recente versie van Civil 3D niet kan worden ‘gelezen’ door een oudere versie).
- Bentley MX  
Het 3D model in MX wordt opgeslagen in een database. De tekening (DWG of DGN) is alleen een representatie van het database model. De uitwisseling tussen MX gebruikers gebeurt via onderstaande formaten.
  - Genio  
Het Genio bestand is niets anders dan een tekstbestand waarin het 3D model wordt beschreven. Dit formaat is *as is*: het wordt alleen gebruikt om het 3D model over te dragen en er kan weinig aan worden veranderd.
  - Input file  
Het Input bestand is ook een beschrijving van het 3D model, maar gaat wat verder dan het Genio formaat. Het beschrijft namelijk ook de werkvolgorde, de systematiek en de opbouw van het 3D model. Het is te beschouwen als een soort logboek. Een Input bestand is wel te wijzigen. Dit wordt ook veelvuldig gedaan. Het bestand bevat in zekere mate de intelligentie (niet-geometrische informatie) die de modelleur in het model heeft verwerkt, waar het Genio formaat puur de geometrie van het 3D model beschrijft.
- Bentley Power Civil.  
*Native* formaat: DGN. Deze applicatie heeft naast het MicroStation DGN formaat ook een database nodig, waarin de 3D objecten worden opgeslagen.

*Veel gebruikte applicaties voor constructies*

- Revit Structure  
*Native* formaat: RVT. Dit bestandsformaat bevat het gehele model, inclusief alle intelligentie en bibliotheekobjecten (*families*) die de modelleur erin heeft verwerkt.
- Allplan.  
*Native* formaat: NDW. Normaal gesproken wordt in Allplan een document- of projectmanagementapplicatie gebruikt om het 3D model te managen. Het gaat meestal om



meer dan één file die worden afgehandeld in een databaseomgeving. De NDW file zelf wordt voornamelijk gebruikt voor uitwisseling tussen partijen die alle Allplan gebruiken.

- NavisWorks Manage  
Deze applicatie van Autodesk kan verschillende 3D formaten, zoals RTV, IFC en DWG, inlezen en combineren. Daartoe slaat NavisWorks te importeren bestanden eerst op in een eigen *native* (tussen-) formaat: NWC ('*NavisWorks Cache*'). Vervolgens kan NavisWorks de NWC-modellen van verschillende herkomst combineren en er analyses op uitvoeren. Daarbij gebruikt de applicatie het *native* formaat NWF ('*NavisWorks File*'). Voorbeelden van analyses die met de applicatie kunnen worden uitgevoerd, zijn *clash control* en het simuleren van de uitvoering door het koppelen van het gecombineerde model aan een planning.
- Er zijn diverse andere 3D modelleringsapplicaties, zoals Tekla, SolidWorks en Autodesk Inventor. We gaan hier niet in detail op in, omdat ze in de Nederlandse GWW-sector nog relatief weinig worden gebruikt. In de praktijkproeven die in het kader van de eerste versie van deze rapportage zijn uitgevoerd, is ook nog gebruik gemaakt van AutoCAD Architecture. Dit programma wordt niet verder doorontwikkeld en is inmiddels in feite vervangen door Revit.

#### 4.2.2 De facto standaarden

- (3D) DWG formaat  
In de praktijk is dit de meest toegepaste de facto uitwisselingsstandaard voor (3D) geometrische informatie. Bij toepassing van DWG is de kans op verlies van gegevens het kleinst, ondanks het feit dat dit formaat fabrikantgerelateerd (AutoDesk) en bovendien versieafhankelijk is. De meestgebruikte 3D ontwerpprogramma's kunnen 3D DWG lezen en de 'eigen' geometrische data in DWG wegschrijven. Niet-geometrische data komen meestal niet over.
- DXF formaat  
Hiervoor geldt eigenlijk hetzelfde als voor DWG formaat. Een DXF is een in ASCII formaat beschreven DWG. Net als DWG is DXF versieafhankelijk en fabrikantgerelateerd.
- Genio formaat  
Zie de beschrijving van *native* formaten. Genio is uitstekend te gebruiken tussen MX en Civil 3D. Genio heeft als voordeel t.o.v. LandXML, dat ook lengteprofielen direct overkomen en dat in Civil 3D sturing kan worden gegeven aan hoe de Genio wordt ingelezen (met de juiste stijlen en lagen).

#### 4.2.3 Viewformaten

Documenten of modellen die in een 'viewformaat' zijn weggeschreven, kunnen niet worden gewijzigd, alleen bekeken. Ze tonen naast de geometrische representatie ook in meer of mindere mate niet-geometrische informatie. Deze informatie kan variëren van laaginformatie tot object- en metadata.

Er zijn ook programma's beschikbaar, waarmee bestanden/modellen die in een op zich bewerkbaar formaat zijn opgeslagen, kunnen worden bekeken, maar niet bewerkt. Deze '*viewers*' zijn over het algemeen gratis.



- IFC  
Softwareleveranciers als Solibri, Nemetschek en Tekla leveren prima gratis viewers, waarmee IFC-bestanden kunnen worden geraadpleegd (zie [www.solibri.com/solibri-model-viewer](http://www.solibri.com/solibri-model-viewer), [www.nemetschek.eu/ifc](http://www.nemetschek.eu/ifc) en [www.teklabimsight.com](http://www.teklabimsight.com)). Met de gratis viewer Tekla BIMsight kunnen bovendien *clash controls* worden uitgevoerd op IFC-modellen (de enige gratis applicatie waarmee dat kan).
- PDF/3D PDF  
Bij PDF moet een onderscheid gemaakt worden tussen een 2D en 3D PDF. 2D PDF kan worden toegepast voor 2D (werk-)tekeningen, die uit een 3D model kunnen worden gegenereerd. 3D PDF kan daarentegen de 3D geometrie van een 3D model weergeven. Daarbij worden ook de eventuele lagen getoond die in het oorspronkelijke model zijn ingebouwd. In 3D PDF kunnen deze lagen aan of uit worden gezet, zodat de mogelijkheid bestaat om selectief naar bepaalde onderdelen van het model te kijken. Ook (meta)data kunnen min of meer worden geraadpleegd. PDF documenten kunnen worden geraadpleegd met de gratis Acrobat Readers. In 3D PDF kan de gebruiker met Acrobat Reader driedimensionaal door het model navigeren. Voor het maken van een 3D PDF is het gebruik van een professionele 3D versie van Adobe Acrobat noodzakelijk, tenzij de 3D applicatie waarin wordt gemodelleerd, een 3D PDF uitvoermogelijkheid heeft. Dit is niet bij elke applicatie het geval.
- DWF  
Het DWF formaat is het antwoord van AutoDesk op de Adobe PDF. Waar PDF in eerste instantie alleen voor tekst documenten was bedoeld, is het DWF formaat speciaal ontwikkeld voor het uitwisselen van tekeningen. Inmiddels is PDF op gelijk niveau gebracht. Het DWF formaat kan met een gratis viewer (Design Review van Autodesk) worden geraadpleegd, maar deze is niet zo ingeburgerd als Acrobat Reader. Ten opzichte van 3D PDF heeft DWF een kleinere bestands grootte. Het heeft bovendien meer mogelijkheden voor het raadplegen van niet-geometrische data in het 3D model en het maken van doorsneden van het model.
- NWD  
NWD is – naast NWC en NWF (zie 4.2.1) – een bestandsformaat dat hoort bij de applicatie NavisWorks. Het is ontwikkeld voor het delen van een volledig 3D model van een project met alle betrokkenen. Afzonderlijke disciplines kunnen in een NWD-bestand zien hoe hun deelontwerp past binnen het totale project, ongeacht de applicatie waarin ze dat deelontwerp hebben gemaakt. Een NWD-bestand bevat een volledige dataset, inclusief alle geometrie en alles wat er is gedaan met het/de model(len) in Autodesk Navisworks. Een NWD-bestand is zeer gecomprimeerd en kan worden beveiligd met een wachtwoord. NWD-bestanden kunnen worden geraadpleegd met de gratis viewer Autodesk Navisworks Freedom. De mogelijkheden van NWD zijn zeer groot, ook in relatie tot het tonen en koppelen van data. Om een viewbaar NWD bestand te maken is de 'kostbare' applicatie Autodesk NavisWorks Manage of Simulate nodig.

#### 4.3 Opzet van een 3D model

Voor het kunnen hergebruiken van informatie in een 3D BIM model is standaardisatie van de opbouw van een model noodzakelijk. Hierbij gaat het om het standaardiseren van de geometrische data (3D) en koppeling met de niet-geometrische data, zodanig dat wanneer een model wordt



geopend voor hergebruik, direct duidelijk is hoe het is opgezet. Deze afspraken kunnen in drie onderdelen worden gesplitst:

1. afspraken m.b.t. de geometrische data;
2. afspraken m.b.t. de niet-geometrische data;
3. afspraken m.b.t. de koppeling tussen geometrische en niet-geometrische data.

Het beeld bestaat vaak dat voor een project één centraal BIM wordt opgebouwd, waarin alle projectpartners werken. In de praktijk maken de projectpartners echter meestal verschillende 'submodellen' en/of 'aspectmodellen' voor het eigen deel van het project of de eigen discipline. Die sub- en aspectmodellen worden dan periodiek met elkaar gecombineerd en afgestemd. Dat kan bijvoorbeeld met de eerder besproken applicatie NavisWorks, met Solibri of met de Open BIM server. Ook voor het uitwisselen, combineren en afstemmen van sub- en aspectmodellen zijn goede afspraken noodzakelijk.

#### ***Ad 1: Afspraken m.b.t. de geometrische data***

De volgende afspraken moeten in een standaard worden opgenomen:

- een *as built* 3D-model wordt opgeleverd op basis van het RD-stelsel, ofwel elk punt in het 3D model heeft een XYZ-coördinaat t.o.v. het RD-stelsel <sup>2</sup>;
- een *as built* 3D-model wordt opgeleverd op basis van millimeters of meters. Dit moet tevoren worden vastgelegd met de opdrachtgever.

Om de noodzakelijk structuur in 3D projecten aan te brengen moet ook het volgende worden afgedwongen:

- afspraken over de naamgeving van 3D-modellen en sub- en/of aspectmodellen;
- er moet één 3D model worden geleverd waarin alle sub- of aspectmodellen zijn gecombineerd;
- een sub- of aspectmodel wordt doorgaans gemaakt op basis van een werkpakket van een participant of voor een bepaald onderdeel van een project, zoals een kunstwerk of een sluis in een groter infraproject. Binnen het submodel van zo'n projectonderdeel kunnen weer aspectmodellen zitten voor de verschillende betrokken disciplines. Deze opbouw van modellen is vergelijkbaar met de *Work Breakdown Structure* (WBS) en *System Breakdown Structure* (SBS) zoals we die kennen in de *Systems Engineering* en moet in relatie daarmee worden toegepast.

Ten behoeve van het hergebruik van 3D objecten moet het volgende worden vastgesteld:

- eenduidige naamgeving van objecten (voorbeelden: eenduidig kiezen voor 'Damwand' of 'DMW', voor 'Onderwaterbeton' of 'OWB'; deze termen nooit door elkaar gebruiken);
- eenduidige naamgeving van materialen (voorbeeld: kiezen voor 'Beton Prefab' of 'Prefab Beton' of 'prefabbeton', maar deze termen nooit door elkaar gebruiken);

---

<sup>2</sup> De letters RD staan voor 'Rijksdriehoeksmeting' of 'Rijksdriehoekscoördinaten'. Dit zijn de coördinaten die in Nederland op nationaal niveau worden gebruikt als grondslag voor geografische aanduidingen en bestanden, zoals in een geografisch informatiesysteem (GIS), op kaarten van het kadaster, de Grootchalige Basiskaart van Nederland (GBKN), de Basiskaart Grootchalige Topografie (BGT) en topografische kaarten.



- eenduidige naamgeving van typen objecten (voorbeeld: eenduidig kiezen tussen bijvoorbeeld 'AZ26d\_Staal' en 'Staal AZ26D'. Het gaat hier om een het object 'Damwand' van het type 'AZ26D'. Het materiaal kan desgewenst ook worden gedefinieerd als een eigenschap van het object);
- eenduidige naamgeving en definitie van specifieke objecteigenschappen (voorbeeld: de lengte van een damwand wordt gerekend vanaf ..... ).

#### ***Ad 2: Afspraken m.b.t. de niet-geometrische data***

Ten behoeve van het hergebruik van niet-geometrische informatie (die niet in het 3D model is opgeslagen) moet het volgende worden vastgesteld:

- alle niet-geometrische informatie is gestructureerd volgens de COINS-standaard en moet ook volgens deze standaard worden opgeleverd aan de opdrachtgever;
- ieder stukje niet-geometrische informatie is gerelateerd aan een object;
- deze niet-geometrische informatie is opgeslagen in de BIM-database (c.q. CBIS).

#### ***Ad 3: Afspraken m.b.t. de koppeling tussen geometrische en niet-geometrische data***

Ten behoeve van de koppeling met BIM moet het volgende worden vastgesteld:

- aan elk object in de BIM-database is een unieke code toegekend, de BIM-code of GUID (*Global Unique Identifier*). De BIM database genereert deze unieke code en draagt zorg voor het beheer van de koppeling. Deze database is opgebouwd volgens de COINS-standaard (CBIS);
- ook aan elk object in het 3D model is een unieke BIM-code of GUID gekoppeld, die afkomstig is uit de BIM-database;
- er moet een één op één koppeling zijn tussen relevante objecteigenschappen uit het 3D model en corresponderende objectdata in de BIM database (CBIS). Uitgezocht moet worden welke informatie het best kan worden opgeslagen in het 3D model, welke (geometrische en niet-geometrische) informatie aanvullend in het CBIS moet worden opgeslagen en welke informatie in beide informatiedragers moet worden 'gelinkt'.

Bovenstaande (en mogelijk andere) afspraken moeten per project – vooraf – worden vastgelegd in een BIM Protocol (ook wel BIM Uitvoeringsplan genoemd), zeker zolang ze nog niet zijn gestandaardiseerd. Zie voor een "Model BIM Protocol" onder andere [www.bimguide.nl](http://www.bimguide.nl) en [www.pioneering.nl](http://www.pioneering.nl), waar bewerkbare, gratis modellen kunnen worden gedownload.

## **4.4 Viewen en bewerken**

3D modellen kunnen in verschillende formaten worden overgedragen aan andere partijen. Zoals eerder is opgemerkt, is er onderscheid tussen 'view'-formaten en bewerkbare formaten. Wordt een model overgedragen in een *view*formaat, dan kan de ontvanger het model alleen raadplegen, maar niet bewerken. Wordt een model overgedragen in een bewerkbaar formaat, dan kan de ontvanger het model ook bewerken. Afhankelijk van de behoefte en de noodzaak moet dus bewust worden gekozen voor het ene of het andere bestandstype.

Een te bewerken bestand is noodzakelijk als de ontvangende partij bijvoorbeeld het volgende met een 3D model wil doen:

- gegevens toevoegen op basis van de eigen rol in een project en/of bepaalde analyses uitvoeren op het model;



- hergebruiken in toekomstige (herstructurerings-)projecten;
- integreren in een (totaal) BIM;
- een koppeling aanbrengen met een beheerapplicatie.

In andere gevallen kan een raadpleegbaar bestand voldoende zijn, mits dat bestand aan bepaalde voorwaarden voldoet. Zo moet de geometrie goed raadpleegbaar zijn, de verschillende objecten binnen het model moeten te onderscheiden zijn en de essentiële (meta)data moet kunnen worden geraadpleegd.

Om te kunnen bepalen in welk formaat (of welke formaten) een model moet worden overgedragen, maar ook om te kunnen bepalen wat de informatie-inhoud van het over te dragen model moet zijn, is het dus zeer belangrijk dat de ontvangende partij goed specificeert wat hij of zij met het model wil.

#### 4.5 Vastleggen van de situatie *as built* met behulp van puntenwolken

In de wereld van 2D CAD is het maken van revisietekeningen – ofwel het documenteren van de werkelijk gerealiseerde situatie – letterlijk en figuurlijk de sluitpost van een project. Niet zelden blijft het maken van goede, betrouwbare revisietekeningen achterwege.

In de wereld van 3D modelleren is het niet anders: het maken van een 3D model *as built* is en blijft een sluitpost. Daar komt bij dat het vaak lastig is om te bepalen welke *as built* afwijkingen van het ontwerp in het 3D model moeten worden verwerkt en in welke versie van het model dat dan moet gebeuren (het uitvoeringsmodel bevat doorgaans veel informatie die voor de beheerfase niet of nauwelijks relevant is; dikwijls is het ontwerpmodel beter geschikt als basis voor een model *as built*).

De 3D laserscan technologie kan hier mogelijk een interessant alternatief bieden. Met behulp van moderne 3D laserscanners kan een 'puntenwolk' worden gecreëerd, die een zeer nauwkeurige weergave is van de werkelijk gerealiseerde situatie. Er is bovendien software beschikbaar om een puntenwolk weer om te zetten in bewerkbare, virtuele objecten. Maar ook zonder deze software is het goed mogelijk dat een 3D ontwerpmodel, aangevuld met een puntenwolk van de situatie *as built*, in veel gevallen voldoende informatie biedt voor beheer en onderhoud.





## 5. Praktijkexperimenten

### 5.1 Werkwijze Werkgroep COINS-NLCS

Om aanbevelingen te kunnen doen over de wijze waarop – bij de huidige stand van de techniek – gegevens uit 3D modellen het best naar andere partijen kunnen worden overgedragen, heeft de Werkgroep COINS-NLCS zowel in 2011 als 2013 een aantal praktijkproeven uitgevoerd. De werkgroepleden hebben onderling 3D modellen uitgewisseld, die in verschillende applicaties zijn gemaakt, te weten:

- Revit, versies 2009, 2010, 2012 en 2013 (AutoDesk);
- AutoCAD Architecture, versie 2009 (AutoDesk, alleen getest in 2011);
- Allplan, versies 2011 en 2013 (Nemetschek);
- Inventor, versie 2012 (AutoDesk, alleen getest in 2013);
- Civil 3D, versie 2013 (AutoDesk, alleen getest in 2013).

De 3D modellen die met deze applicaties zijn gemaakt, zijn door de makers omgezet van de betreffende *native* formaten naar zoveel mogelijk uitwisselingsstandaarden (open standaarden en de facto standaarden). Die uitwisselingsbestanden die zo zijn ontstaan, zijn verspreid onder de werkgroepleden. De ontvangers hebben de uitwisselingsbestanden geopend (of getracht te openen) in hun eigen applicaties (dus: Revit, Allplan, enzovoort) én in applicaties als NavisWorks, Solibri Viewer, 3D Design Review en Adobe Reader. Vervolgens hebben ze geanalyseerd:

- in hoeverre de geometrie (vorm) goed overkomt;
- in hoeverre objectinformatie, c.q. niet-geometrische informatie uit de modellen goed overkomt of verloren gaat.

Daarbij is onderscheid gemaakt naar wat men met het ontvangen model wil doen: bewerken of alleen raadplegen ('viewen').

### 5.2 Bevindingen

De resultaten van de tests die in 2011 zijn uitgevoerd, zijn opgenomen in Bijlage 1 van deze rapportage. Bij de herhaling van de tests in 2013 bleek helaas al snel dat er nauwelijks verschil was te bespeuren in de resultaten. Kennelijk is er in twee jaar weinig voortgang geboekt in de uitwisseling van 3D modellen tussen verschillende applicaties.

De bevindingen van de Werkgroep zijn hieronder puntgewijs samengevat.

- Voor het betrouwbaar uitwisselen van (informatie uit) 3D modellen komen maar twee van de geteste uitwisselingsformaten in aanmerking: IFC (.ifc) en 3D DWG (.dwg). Alle andere geteste formaten zijn niet te lezen door alle meest gangbare 3D modelleringspakketten.
- IFC ('Industrial Foundation Classes') is de enige echt open standaard voor de uitwisseling van objectgeoriënteerde informatie. Om die reden heeft toepassing van IFC de voorkeur boven systeemgebonden uitwisselingsformaten. In de praktijkproeven van 2011 leverde de uitwisseling van 3D modellen via IFC nog veel problemen op. Niet alle 3D





modelleringspakketten ondersteunden IFC even goed. Met name Revit van AutoDesk gaf veel problemen. Het pakket kon wel IFC modellen importeren, maar bij export van Revit naar IFC ging veel informatie verloren en de geometrie kwam soms gecorrumped over. Hoewel de problemen niet geheel voorbij zijn, is de IFC-export van latere versies van Revit (2014 en verder) aanzienlijk verbeterd. Ook met de 'Dutch Revit Standard' (DRS) die in 2013 is gelanceerd door de Revit Gebruikersgroep (RevitGG) is in relatie tot de IFC-export een forse kwaliteitsslag gemaakt.

Daarnaast constateert de Werkgroep dat bij de uitwisseling van gebouwmodellen via IFC grote stappen voorwaarts worden gemaakt, doordat modelleers gaandeweg leren hoe ze in de praktijk moeten omgaan met IFC. Zij bereiden hun 3D modellen in de eigen applicaties steeds beter voor op het maken van een correcte export naar IFC.

Dan nog is het mogelijk, dat niet alle informatie die in een 3D model van een bouwwerk in de infra is opgeslagen, correct via IFC wordt overgedragen. Eén van de oorzaken is, dat de objecttypen in de huidige versie van IFC geen infra-, maar gebouwobjecten zijn. Bovendien lijken bepaalde aan objecten gekoppelde, niet-geometrische data verloren te gaan bij export van een *native* formaat naar IFC, omdat de betreffende 'attributen' of '*property sets*' nog niet zijn gestandaardiseerd (in de praktijk gaan deze gegevens niet verloren, maar komen ze in de 'vergaarbak' *IfcProxy* terecht).

- Met 3D DWG blijkt de geometrie van 3D modellen goed uit te wisselen, c.q. over te brengen. Een nadeel is dat 3D DWG een leveranciersgebonden uitwisselingsformaat is (van Autodesk). Het heeft wel de status bereikt van een de facto standaard, omdat DWG door de meeste 3D CAD applicaties wordt ondersteund (zie ook paragraaf 4.2.2). Een groter nadeel is, dat veel niet-geometrische informatie verloren gaat bij conversie van een *native* formaat naar 3D DWG. Onderzocht moet worden of en in hoeverre niet-geometrische informatie via COINS (c.q. de COINS Container/CBIS) kan worden uitgewisseld. De betreffende informatie zit dan niet in het 3D model, maar kan wel op een gestandaardiseerde wijze worden uitgewisseld of overgedragen.
- De proeven met viewformaten en viewers geven wisselende resultaten:
  - Sommige 3D CAD applicaties genereren zeer 'rijke' PDF-bestanden, die niet alleen de correcte 3D-geometrie bevatten, maar ook de eigenschappen van de afzonderlijke objecten in het model. Andere applicaties lijken uitsluitend de geometrie over te brengen.
  - De geometrie van 3D modellen die zijn gemaakt in uiteenlopende *native* formaten, komt in NavisWorks bestanden (te raadplegen met NavisWorks Freedom) uitstekend over. Ook de niet-geometrische objecteigenschappen zijn in principe via NavisWorks te 'viewen'. Een uitzondering geldt voor de data in 3D modellen die zijn gemaakt in applicaties van Nemetschek, die zijn alleen in NavisWorks in te lezen via open of de facto uitwisselingsstandaarden. Daarbij gelden dezelfde beperkingen die hiervoor zijn beschreven voor IFC en 3D DWG. Bij het omzetten van *native* bestanden naar deze formaten kan met name bepaalde niet-geometrische informatie verloren gaan. Verloren informatie kan uiteraard ook niet via NavisWorks worden geraadpleegd.
  - IFC-viewers bieden de mogelijkheid om alle geometrische en niet-geometrische informatie uit IFC-modellen te raadplegen. De 'rijkheid' van IFC-modellen is echter



sterk afhankelijk van de mate waarin 3D-applicaties IFC ondersteunen en de instellingen waarmee de *native* bestanden naar IFC worden geëxporteerd. Solibri Model Viewer en Tekla BIMsight zijn zeer sterke IFC viewers.

- AutoDesk Design Review lijkt als *viewer* van diverse bestandstypen vooralsnog veel problemen op te leveren en werkt eigenlijk alleen goed met het AutoDesk formaat DWF. Binnen dat formaat biedt Design Review uitgebreide gebruiksmogelijkheden: alle detailinformatie is op eenvoudige wijze te raadplegen (c.q. te controleren), doorsneden kunnen worden gemaakt op iedere gewenste plek en met iedere gewenste oriëntatie. Modellen kunnen worden geannoteerd met op- en aanmerkingen.



## 6. Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Overwegingen

In de komende tien à vijftien jaar zal in projecten in de GWW-sector naar verwachting nog heel veel in 2D CAD worden getekend. Om een digitale 2D tekening binnen een project - en later bij onderhoud of reconstructies - herbruikbaar te maken, zijn afspraken nodig. De NLCS, de Nederlandse CAD Standaard voor de GWW-sector, bevat zulke afspraken. Steeds meer overheidsopdrachtgevers (RWS, DVD, gemeenten, provincies, waterschappen) schrijven de NLCS voor in hun projecten.

Intussen doet ook in de GWW-sector het 3D modelleren en het werken met Bouwwerk Informatie Modellen (BIM) opgang. Opdrachtgevers die NLCS voorschrijven, kunnen in theorie eisen dat de *as built* situatie van projecten die in 3D/BIM zijn ontworpen en uitgewerkt, ook moet worden gedocumenteerd in 2D CAD-tekeningen die conform de NLCS zijn opgebouwd. De werkgroep COINS-NLCS heeft onderzocht:

- in hoeverre dat wenselijk is;
- wat eventuele consequenties zullen zijn;
- welke alternatieven er zijn.

Ook uit een 3D-model kunnen en moeten 2D-tekeningen worden gegenereerd. De werkgroep concludeert dat het niet altijd mogelijk is om die 2D-tekeningen te laten voldoen aan de NLCS. Dat komt omdat de informatie in 2D CAD en in 3D modellen op fundamenteel verschillende manieren wordt opgeslagen. Voor projecten in de 'Buitenruimte', bijvoorbeeld een wegonwerp, is het geen probleem. Daarvoor is het relatief eenvoudig om de vertaalslag te maken van een 3D model naar 2D tekeningen conform NLCS. Voor 'Constructies' ligt het geheel anders <sup>3</sup>. Het eisen van tekeningen in NLCS vanuit 3D constructiemodellen leidt tot:

1. veel extra werk
2. verlies aan informatie
3. twee vertaalslagen: eerst van 3D naar 2D en later – ten behoeve van reconstructies e.d. – weer naar 3D.

Door het vele extra werk kan dit een aanzienlijke barrière opwerpen voor het gebruik van 3D modelleren en BIM in de GWW-sector. Dit is niet inherent aan de NLCS, maar wel aan de werkwijze op basis van het lagenmechanisme zoals bij 2D CAD gebruikelijk is.

Om de doorgroei van 3D modelleren en het werken met BIM te faciliteren en te stimuleren, is het noodzakelijk om voor constructies (bruggen, viaducten, sluizen e.d.) een regeling af te spreken voor het leveren van digitale, herbruikbare 3D modellen in plaats van 2D digitale tekeningen. Belangrijk hierbij is, dat het geleverde *as built* model over pakweg vijftien jaar nog steeds bruikbaar is als basis voor reconstructies en uitbreidingen. Een voorwaarde is, dat het bestandsformaat van het *as built* model 'systeemonafhankelijk' is. Dat wil zeggen dat het model onafhankelijk van de software waarin het in eerste instantie is gemaakt, moet kunnen worden gebruikt. De werkgroep

---

<sup>3</sup> Voor de onderbouwing hiervan zie hoofdstuk 2 van dit rapport.



COINS-NLCS heeft onderzocht welke bestandsformaten beschikbaar zijn om dit te bewerkstelligen.

Voor het overdragen van 3D-informatie zijn meerdere – min of meer – systeemafhankelijke bestandsformaten voorhanden. De huidige stand van de techniek is, dat geen van die formaten volledige zekerheid geeft dat alle informatie uit een 3D model correct en herbruikbaar wordt overgedragen.

IFC ('Industrial Foundation Classes', ontwikkeld door het internationale consortium buildingSMART) is de enige echt open, systeemafhankelijke standaard. De verwachting is dat het op termijn mogelijk zal zijn om (data gekoppeld aan) 3D modellen van verschillende herkomst volledig en foutloos uit te wisselen via IFC. Vooralsnog is het niet zover, hoewel in de B&U-sector in de laatste jaren grote vooruitgang is geboekt op dit gebied (niet omdat IFC is verbeterd, maar omdat modelleurs er steeds beter mee leren omgaan en applicaties de standaard steeds beter ondersteunen). Daarbij moeten de volgende kanttekeningen worden geplaatst:

- bepaalde, pakkeetspecifieke 'intelligentie' die is ingebouwd in 3D modelleringsapplicaties als Revit en Allplan, komt niet mee bij een export naar IFC (zoals intelligentie in parametrisch opgebouwde *families* in Revit);
- IFC-modellen kunnen wel worden ingelezen door 3D modelleringsapplicaties, maar kunnen doorgaans niet binnen die applicaties worden bewerkt. Uitwisseling van 3D modellen via IFC is vrijwel per definitie éénrichtingsverkeer.

In de GWW-sector levert uitwisseling via IFC nog problemen op, met name omdat de standaard in eerste instantie is ontwikkeld voor gebouwen. Het internationale consortium dat de IFC standaard ontwikkelt en beheert, buildingSMART, heeft in 2013 het *Open Infra Platform* opgericht met als doel om IFC ook verder geschikt te maken voor de GWW-sector. Het uitbreiden van de IFC objecttypenbibliotheek met objecttypen die in constructies in de infra worden toegepast, heeft hoge prioriteit bij het *Open Infra Platform*.

In afwachting daarvan geeft voorlopig alleen het formaat 3D DWG volledige zekerheid dat de *geometrie* van het 3D model correct en herbruikbaar kan worden geëxporteerd van de ene 3D modelleringsapplicatie naar de andere. De meeste andere, niet-geometrische informatie die in het 3D model, c.q. BIM is opgeslagen, gaat bij het omzetten naar het 3D DWG-formaat verloren.

Mogelijk biedt de zogenaamde 'COINS Container' hier uitkomst. Toepassing hiervan maakt het mogelijk om, naast het 3D model/BIM, veel algemene niet grafische data te bewaren, inclusief de oorspronkelijke eisen en overwegingen. Dit levert dan meteen een goede aansluiting op Systems Engineering. Specifieke software om dit te ondersteunen is in ontwikkeling en voor een deel al operationeel. Naar verwachting brengen enkele recente projecten van RWS, waarin het gebruik van COINS wordt voorgeschreven, de softwareontwikkeling in een stroomversnelling.

Voor beheer en onderhoud is het handig om het model ook in 2D- en 3D-PDF uit te vragen, c.q. te leveren. Het model kan dan met relatief eenvoudige, gratis software worden bekeken en geraadpleegd. In veel gevallen zijn ook de niet grafische data (modelstructuur, decompositie,



eigenschappen van afzonderlijke componenten in het model) beschikbaar voor raadpleging. De informatie uit een PDF-bestand is niet bewerkbaar.

Om zoveel mogelijk zekerheid te scheppen, is het voorlopig handig om 3D modellen – bij wijze van *backup* - eveneens uit te vragen in het *native* formaat waarin ze zijn gemaakt. Het kunnen hergebruiken in de toekomst is dan wel afhankelijk van de bekendheid met de betreffende 3D applicatie en de onderhoudsfilosofie daarachter (zal de applicatie over 15 jaar nog bestaan en zo ja, zijn bestanden van eerdere versies van de 3D applicatie nog te lezen met de dan actuele versie?).

Een praktisch alternatief kan zijn, dat de opdrachtgever/beheerder het programma NavisWorks gebruikt om 3D modellen *as built* van opdrachtnemende partijen te raadplegen. Deze applicatie – met name NavisWorks Manage of NavisWorks Simulate, kan in principe de *native* bestandsformaten van alle gangbare 3D modelleringsapplicaties publiceren en – indien nodig – integreren in het bestandsformaat NWD. Het gepubliceerde bestand biedt toegang tot de hiërarchie van modellen, objecteigenschappen en *review* data, inclusief *viewpoints*, animaties, eventuele *redlines* en opmerkingen. Deze bestanden kunnen worden uitgelezen in de gratis viewer Navisworks Freedom en zijn daardoor beschikbaar voor iedere belanghebbende. Nadelen zijn, dat NavisWorks niet leveranciersonafhankelijk is (AutoDesk), dat Manage en Simulate reëel kostbaar zijn, dat NWD-bestanden slechts beperkt bewerkbaar zijn en dat het publiceren in NWD éénrichtingsverkeer is (NWD-bestanden kunnen niet worden terugvertaald naar de *native* formaten van 3D modelleringspakketten).

## 6.2 Aanbevelingen

Gegeven de huidige stand van de techniek beveelt de werkgroep voor dit moment het volgende aan.

1. Stel een voorlopige richtlijn op t.b.v. de uitwisseling van 3D constructiemodellen (c.q. stel een bestaande richtlijn bij naar aanleiding van de meest recente ontwikkelingen).
  - a. Opdrachtnemers die werken met 3D constructiemodellen, zijn niet verplicht het *as built* model te leveren in de vorm van 2D CAD tekeningen conform NLCS. Wanneer 2D CAD tekeningen worden geleverd die niet uit het 3D model (kunnen) worden gegenereerd, zijn deze opgebouwd conform NLCS;
  - b. het 3D model dient minimaal te worden geleverd in 3D DWG en 3D PDF. Indien gewenst kunnen per project aanvullende afspraken worden gemaakt, bijvoorbeeld levering in IFC-formaat, COINS container; NWD (NavisWorks) en/of het *native* 3D CAD formaat;
  - c. maak bij de start van het project duidelijke afspraken over wat in welk formaat moet worden geleverd. Het is belangrijk dat opdrachtgevers per project nauwkeurig specificeren waarvoor zij de uit te wisselen informatie willen gebruiken, ofwel duidelijk aangeven welke niet-geometrische informatie er moet worden overgedragen;
  - d. laat tijdens het project de 3D modellen door een onafhankelijke partij toetsen op hun kwaliteit en bruikbaarheid.
2. Pas de bovenstaande richtlijn eerst toe voor een beperkt aantal pilotprojecten en stel een gezamenlijke evaluatie en bijgestelde regeling op.



3. IJk jaarlijks de richtlijn op de stand van de techniek. Doordat zowel IFC als COINS, maar ook softwareapplicaties zich verder ontwikkelen, wordt het leveren van neutrale, volledige modellen gaandeweg beter mogelijk en zal de overgedragen informatie steeds vollediger kunnen zijn.
4. Zet in de branche een structuur op voor het gestructureerd vastleggen en evalueren van ervaringen die in praktijkproeven en projecten worden opgedaan met het uitwisselen van 3D modellen, c.q. BIM.

De Werkgroep stelt hiermee een groeipad voor waarbij, uitgaande van de huidige stand van de techniek, stapsgewijs naar het in de praktijk toepassen van 3D modellen en BIM wordt toegewerkt. Naar verwachting zal dit groeitraject nog een aantal jaren duren.

De Werkgroep acht het zeer belangrijk dat de ontwikkeling van 'IFC voor infra' op de voet wordt gevolgd en dat de Nederlandse infrawereld actief participeert in die ontwikkeling. De Werkgroep COINS-NLCS adviseert de Bouw Informatie Raad (BIR) om in samenwerking met buildingSMART Benelux een spiegelcommissie op te zetten, die de Nederlandse *input* in het *Open Infra Platform*, c.q. de *InfraRoom* van buildingSMART International kan coördineren.

De toepassingsgebieden van de open standaarden LandXML en CityGML, die beide worden ontwikkeld en beheerd door OGC (*Open Geospatial Consortium*), vallen strikt genomen buiten de scope van de Werkgroep COINS-NLCS. Omdat er raakvlakken zijn met de ontwikkeling van IFC, heeft de Werkgroep zich niettemin goed laten informeren over de OGC-standaarden. De verwachting is dat de ontwikkeling en toepassing van LandXML en CityGML op korte termijn in een stroomversnelling zal raken. De Werkgroep constateert dat de raakvlakken tussen (de toepassingen van) LandXML en CityGML enerzijds en IFC anderzijds steeds groter worden en ook dat er sprake is van een bepaalde overlap. Rijkswaterstaat participeert in het OGC en sponsort samen met haar Zweedse zusterorganisatie het werk van de *InfraRoom* van buildingSMART. De Werkgroep adviseert RWS (en via haar de BIR) om beide ontwikkelingslijnen goed te monitoren en haar invloed aan te wenden om te voorkomen dat er concurrerende open BIM-standaarden voor de infra gaan ontstaan.

De Werkgroep beveelt de BIR aan om niet alleen te focussen op de ontwikkeling en toepassing van IFC in de Nederlandse bouw, maar op termijn (2014 / 2015) ook proeven te doen, c.q. pilotprojecten te initiëren rond de toepassing van LandXML en CityGML in Nederlandse infraprojecten.



## **Bijlage 1: Testresultaten 2011**

In deze bijlage is in matrixvorm een overzicht gegeven van de bevindingen van de werkgroepleden naar aanleiding van de tests, uitgevoerd in 2011. De resultaten van de tests uitgevoerd in 2013 wijken niet substantieel af: er is in die twee jaar op het gebied van uitwisseling helaas nauwelijks vooruitgang geboekt.

In de eerste regel van de matrix is aangegeven in welke applicatie het oorspronkelijke model is gemaakt. In de linkerkolom staan de diverse uitwisselingsformaten waarnaar het oorspronkelijke model is 'weggeschreven'. In de tweede regel van de matrix staan de namen van de applicaties waarmee de uitwisselingsstandaarden vervolgens weer zijn geopend. In het veld van de matrix zijn de bevindingen weergegeven.

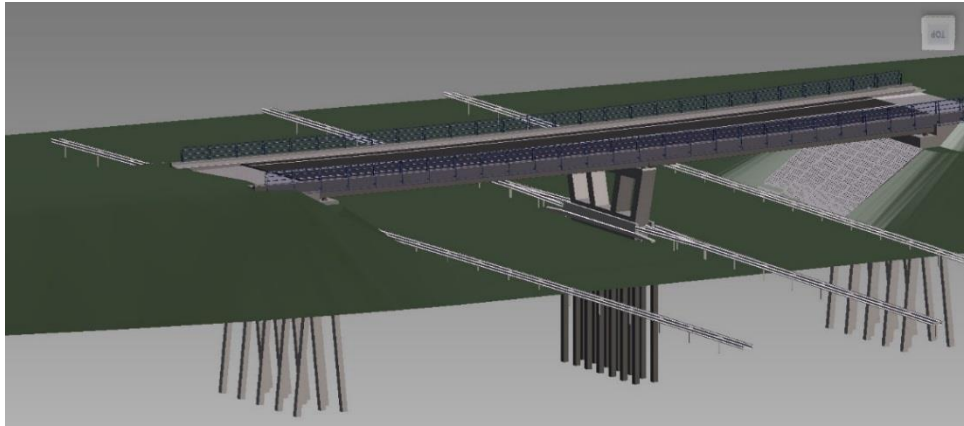




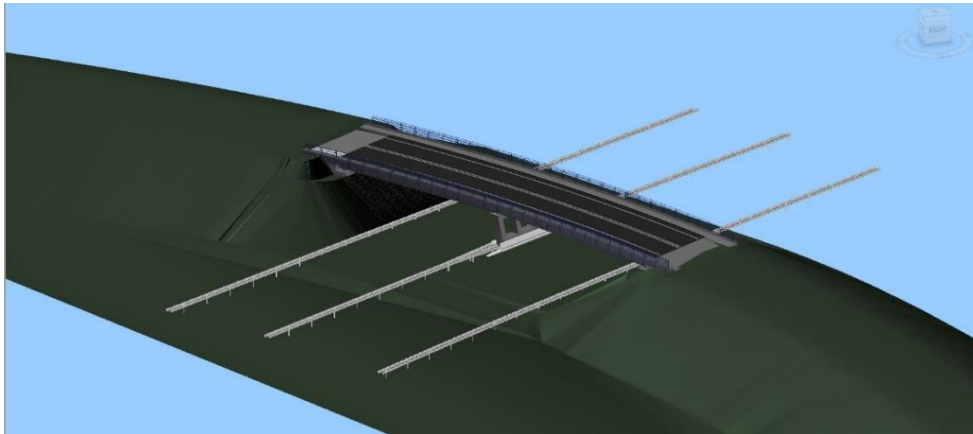
Van:	Revit (native formaat: *.rvt)		
Naar:	Revit	AutoCAD Architecture	Allplan
Doel:	BEWERKEN		
Via: *.ifc	Afhankelijk van importinstellingen: 1. Vorm is goed, losse componenten. Weinig tot geen objectinformatie beschikbaar. 2. Vorm min of meer corrupt, vrij veel objectinformatie beschikbaar. 3. Er wordt geen gebruik gemaakt van types; alle kolommen van type 5 krijgen bij import een eigen typenummer mee.	Fout	Vorm is goed. Er is objectinformatie beschikbaar. Niet goed bewerkbaar.
*.dwg	Vorm is goed, losse componenten. Op lagen-indeling na geen objectinformatie beschikbaar.	Fout	Vorm is goed. Opgedeeld in vlakken. Op lagenindeling na geen object-informatie beschikbaar

Naar:	NavisWorks	PDF Reader	Autodesk Design Review
Doel:	VIEWEN		
Via: *.ifc	Vorm is goed. Weinig tot geen object-informatie beschikbaar (afhankelijk van hoe het object is gemodelleerd en geëxporteerd)	Vorm is onvolledig. Weinig tot geen objectinformatie beschikbaar	
*.dwg	Vorm is goed. Weinig tot geen objectinformatie beschikbaar.		Fout: DWG-file bevat 'uninitialized layouts'
*.dwf	Vorm is goed. Er zijn meer object-eigenschappen beschikbaar dan bij *.dwfx		Vorm is goed, geen objecteigenschappen beschikbaar
*.dwfx	Vorm is goed. Objecteigenschappen zijn beschikbaar.		Fout: model wordt niet grafisch weergegeven, objectenboom wel zichtbaar; geen objecteigenschappen.
*.nwc	Aangemaakt vanuit DWG/DWF: vorm is goed. Weinig tot geen objectinformatie beschikbaar. Direct aangemaakt vanuit Revit: ook alle objectinformatie beschikbaar.		
*.nwd	Vorm is goed. Veel objectinformatie beschikbaar.		
*pdf		Vorm is goed, geen objecteigenschappen beschikbaar.	Fout: "PDF contains items that may not display properly in Design Review"

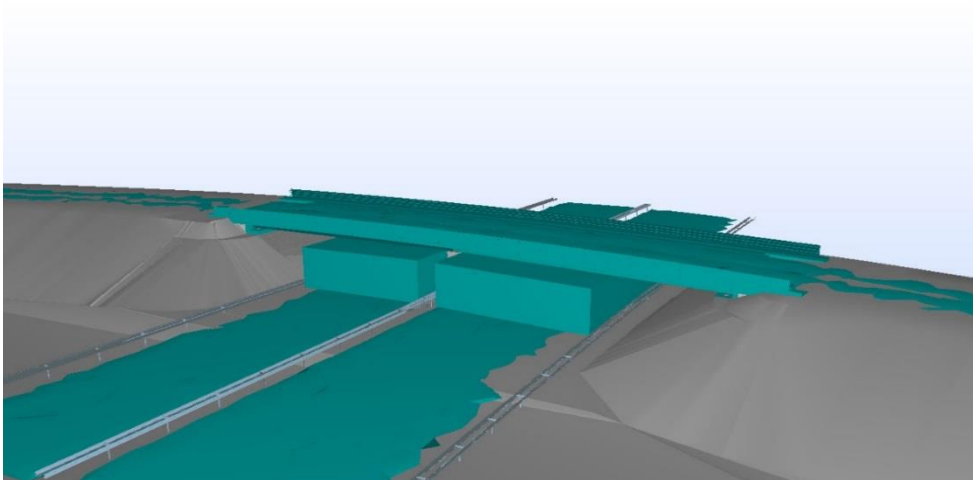
	= (Nog) niet getest
	= Niet mogelijk



*Model van een viaduct gemaakt in Revit, geëxporteerd naar DWF en 'geviewd' met AutoDesk Design Review 2012 (gratis viewer voor 3D Revit-bestanden, DWG- en DWF-bestanden).*



*Hetzelfde model, ingeladen en opgeslagen in NavisWorks Manager en 'geviewd' met de gratis NavisWorks Freedom*



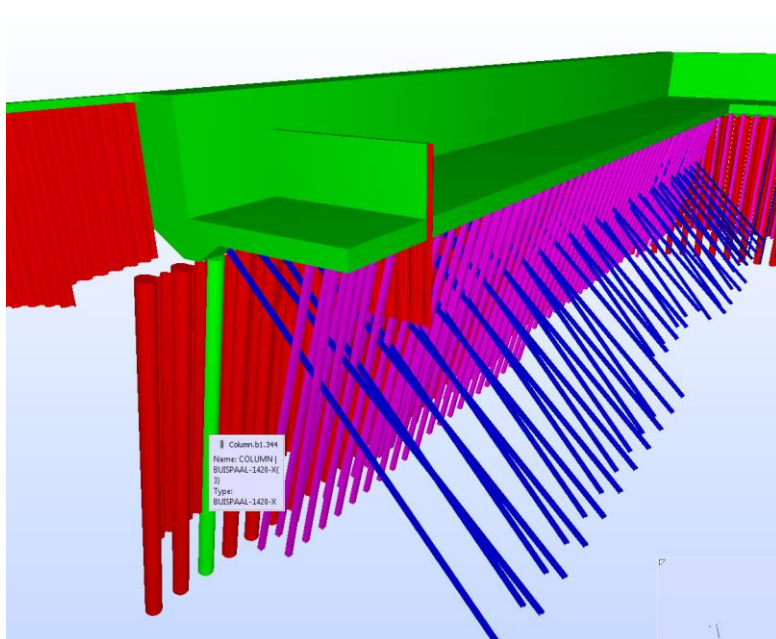
*IFC-model van hetzelfde viaduct, geopend in Solibri Model Viewer. De geometrie komt enigszins corrupt over, er verschijnen vreemde objecten, maar er komen wel vrij veel niet-geometrische data mee (uitwisseling via IFC gaat anno 2013 beter, omdat modelleurs de modellen in de eigen applicaties beter voorbereiden op een correcte export naar IFC)*



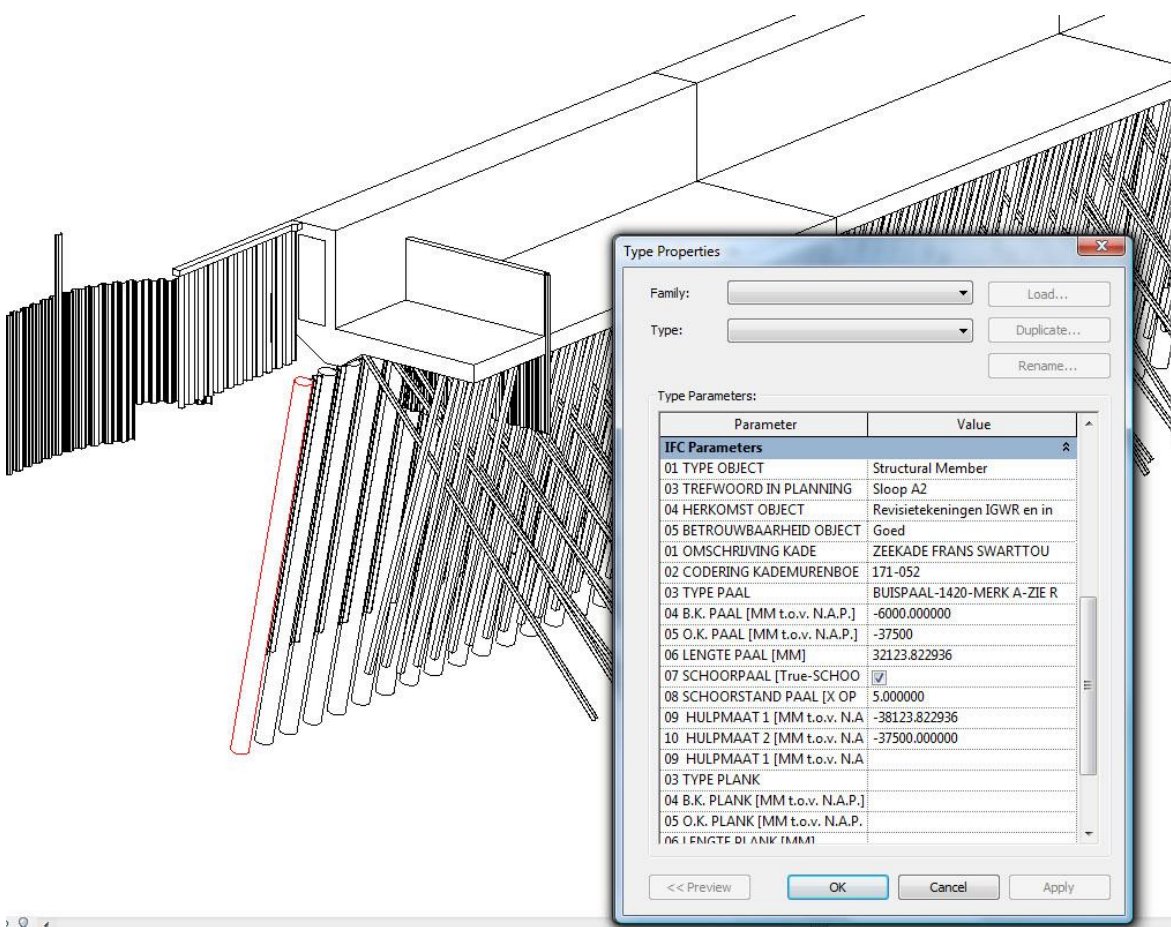
Van:	AutoCAD Architecture (native formaat: *.dwg)		
Naar:	Revit	AutoCAD Architecture	Allplan
Doel:	BEWERKEN		
Via: *.ifc	1. Vorm is goed; vrij veel object-eigenschappen beschikbaar 2. Zeer veel errors bij import: <i>Can't keep elements joined</i> -> na unjoining blijken objecten te zijn verwijderd	Vorm is goed. Alle objecteigenschappen zijn beschikbaar.	Vorm is goed. Veel objectinformatie beschikbaar.
*.dwg	Vorm is goed, losse componenten. Op lagenindeling na geen object-informatie beschikbaar	Vorm is goed. Alle objecteigenschappen beschikbaar (in dit geval is dat logisch)	Vorm komt over als 3d lijnen. Niet bruikbaar. Op lagenindeling na geen object-informatie beschikbaar

Naar:	NavisWorks	PDF Reader	Autodesk Design Review
Doel:	VIEWEN		
Via: *.ifc	Afhankelijk van hoe het object is gemodelleerd en geëxporteerd: vorm is goed, objectinformatie beschikbaar	Vorm is goed, veel objectinformatie beschikbaar.	
*.dwg	Vorm is goed. Grove objecteigenschappen beschikbaar.		Fout: DWG-file bevat 'uninitialized layouts'
*.dwf	Vorm is goed. Veel objectinformatie beschikbaar.		Vorm is goed, geen objectinformatie beschikbaar
*.dwfx	Niet aangeleverd		Niet aangeleverd
*.nwc	Via IFC: vorm is goed. Veel objectinformatie beschikbaar, maar minder dan bij DWF		
*.nwd	Vorm is goed. Grove object-eigenschappen zijn beschikbaar.		
*pdf		Vorm is goed. Veel objectinformatie beschikbaar.	3D model wordt weergegeven als 2D tekening, geen objectinformatie

	= (Nog) niet getest
	= Niet mogelijk



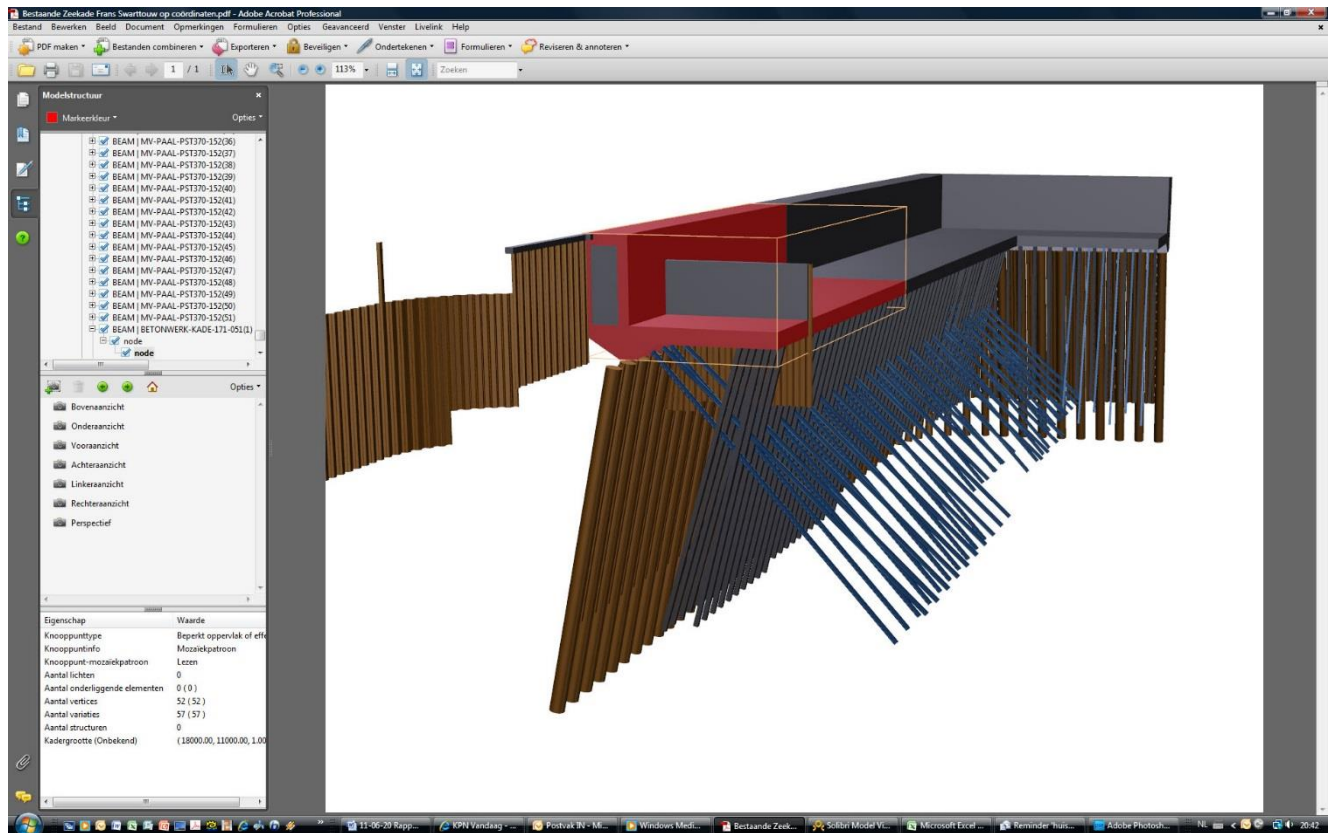
Screenshot van een model van een zeekade, gemodelleerd in AutoCAD Architecture, geëxporteerd naar IFC en geopend met een gratis IFC viewer. De vorm komt in dit geval goed over. De afzonderlijke objecten in het model zijn herkenbaar, wanneer een object wordt aangeklikt, verschijnt een pop up venster met 'snelle' objectinformatie.



Hetzelfde IFC-bestand, gemaakt in AutoCAD Architecture, nu ingelezen in Revit (versie 2009). Het Revit-model is bewerkbaar, objectinformatie is beschikbaar



November 2013 / COINS + Nederlandse CAD Standaard NLCS  
Update 2013



*Model van de zeekade, vanuit AutoCAD Architecture geëxporteerd naar pdf. De vorm is goed en er is veel objectinformatie beschikbaar. Het pdf-model is niet bewerkbaar.*

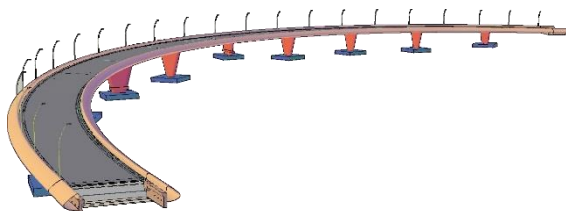




Van:	Allplan (native format: *.ndw)		
Naar:	Revit	AutoCAD Architecture	Allplan
Doel:	BEWERKEN		
Via: *.ifc	Waarschuwing mbt een IfcPolyLoop	Fout.	Vorm is goed, losse componenten (solids). Geen lagenindeling en geen objectinformatie.
*.dwg	Vorm is goed, losse componenten. Op lagenindeling na geen objectinformatie beschikbaar.	Vorm is goed. Op lagenindeling na geen objectinformatie beschikbaar.	Vorm is goed, bestaande uit solids en vlakken. Op lagenindeling na geen objectinformatie beschikbaar.

Naar:	NavisWorks	PDF Reader	Autodesk Design Review
Doel:	VIEWEN		
Via: *.ifc	Alles geëxporteerd als IFCBUILDINGELEMENTPROXY daardoor weinig informatie beschikbaar	Vorm is goed, geen objectinformatie beschikbaar	
*.dwg	Vorm is goed. Objecten zijn te onderscheiden via layer-naam		Model wordt weergegeven in de vorm van 2D layouts ("This DWG file contains uninitialized layouts. Design Review will open these as 11x8,5 inch sheets")
*.dwf	Niet aangeleverd		Niet aangeleverd
*.dwfx	Niet aangeleverd		Niet aangeleverd
*.nwc	Vorm is goed. Weinig tot geen objectinformatie beschikbaar (geïmporteerd via DWG)		
*.nwd			
*.pdf		Vorm is goed, geen objectinformatie beschikbaar	3D model wordt weergegeven als 2D tekening, geen objectinformatie

= (Nog) niet getest  
 = Niet mogelijk



DWG file, gemaakt in Allplan en ingelezen in AutoCAD Architecture. De vorm is goed, maar behalve de laagnamen zijn de objecteigenschappen verloren gegaan.



Dezelfde brug, maar nu vanuit Allplan geëxporteerd naar IFC in vervolgens ingelezen in PDF (Acrobat Reader). De vorm is goed; objecteigenschappen zijn niet beschikbaar