

Handleiding Bouwprocesvisualisaties

voor *Binnenstedelijke Rioleringsprojecten*



Versie 1- januari 2012

Samenwerking werkplaatsen Innovatieve Toepassingen GWW & Building Information Modeling

Léon olde Scholtenhuis (l.i.oldscholtenhuis@utwente.nl)

Prof. André Dorée

Dr. Timo Hartmann

INLEIDING

In de bouw doen bouwprocesvisualisaties (soms ook 4D-simulaties genoemd) langzamerhand zijn intrede. Bij B&U projecten en de meer complexe en grootschalige projecten in de grond-, weg- en waterbouwsector wordt de tool steeds vaker gebruikt om ontwerpvarianten en uitvoeringsalternatieven te evalueren. Doordat bouwprocesvisualisaties op een eenvoudige manier kunnen worden opgesteld is het mogelijk om bouwplannen met elkaar te vergelijken voorafgaand aan de uitvoering van het project. Hierdoor komen zowel fysieke als organisatorische knelpunten boven water en kunnen ze in een vroeg stadium verholpen worden.

Ondanks de toepassing van bouwprocesvisualisaties in de B&U-sector en complexe GWW-projecten is er nog weinig ervaring met deze technologie op gebied van binnenstedelijke rioleringsprojecten. Toch kan de tool op deze kleinere schaal nog steeds van groot belang kan zijn bij het coördineren van de ontwerpen en uitvoeringsplannen van de verschillende actoren. Ter introductie op het gebruik van bouwprocesvisualisaties bij binnenstedelijke rioleringsprojecten is daarom deze handleiding opgesteld. De handleiding is gebaseerd een pilotproject dat is uitgevoerd bij de Gemeente Hengelo (project reconstructie kruispunt Anninksweg). Deze eerste versie zal aan de hand van toekomstige pilotprojecten worden aangevuld en verscherpt.

De handleiding is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 1 gaat in op de stappen die globaal gezien doorlopen moeten worden voor het maken van een bouwprocesvisualisatie. Daarna zal hoofdstuk twee ingaan op de keuzeruimte die de modelleur heeft tijdens het maken van een visualisatiemodel. Hoofdstuk twee gaat bovendien specifieker in op Binnenstedelijke Rioleringsprojecten door te bespreken welke data belangrijk is, welke ontwerpcomponenten/objecten gevisualiseerd moeten worden en hoe deze objecten slim gekoppeld kunnen worden aan een uitvoeringsplanning. Het laatste hoofdstuk gaat in op het gebruik van het visualisatiemodel.

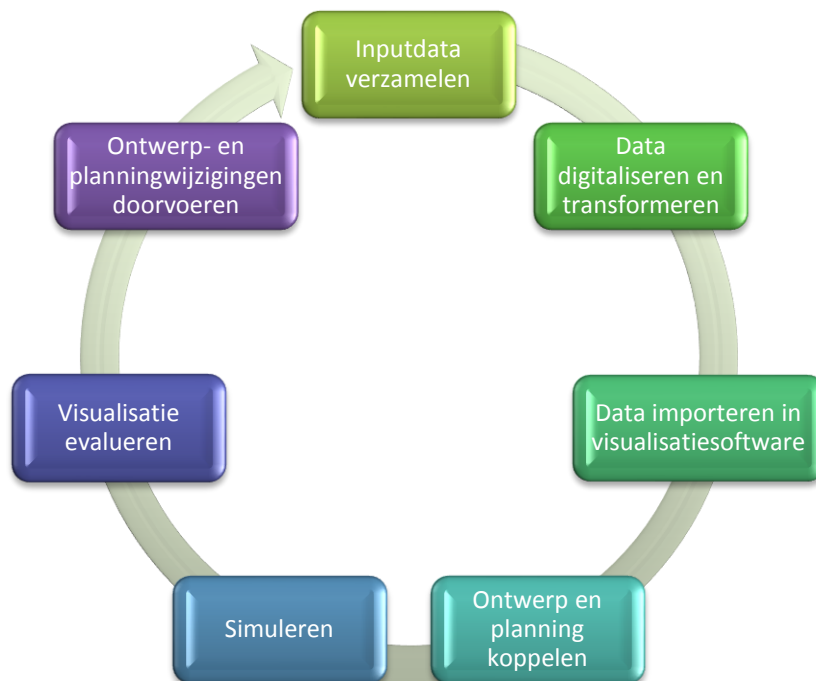
We hopen met deze handleiding het maken van bouwprocessimulaties te kunnen vereenvoudigen en verbeteren. Suggesties en opmerkingen zijn van harte welkom en zullen we meenemen bij het vernieuwen en aanvullen dan deze handleiding.

1. STAPPENPLAN BOUWPROCESVISUALISATIES

Een bouwprocesvisualisatie is een virtueel model dat door middel van een video-animatie de verschillende stappen van een bouwproject visualiseert. Dit ondersteunt projectleiders van complexe bouwprojecten bij het verkrijgen van meer inzicht in het bouwproces. Zo biedt het model de mogelijkheid om knelpunten in het ontwerp of werkvoorbereidingsplannen op te sporen. Dit hoofdstuk leidt u in op de te volgen stappen bij het maken van een bouwprocesvisualisatie.

1.1. MODELLEER STAPPEN

Een bouwprocesvisualisatie is gebaseerd op een ontwerpmodel en een bouwplanning. Deze worden door een modelleur samengevoegd in een visualisatieprogramma. Figuur 1 beschrijft de stappen die doorlopen moeten worden om tot een goed visualisatiemodel te komen.

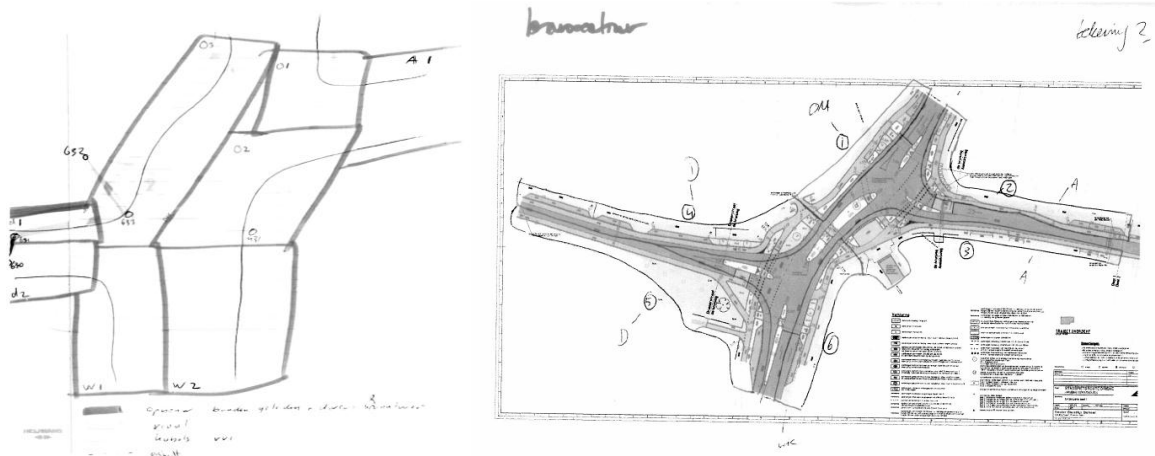


FIGUUR 1 - STAPPEN VOOR HET OPSTELLEN VAN EEN BOUWPROCESVISUALISATIEMODEL

De eerste stap in dit proces is het verzamelen van inputdata. Dit houdt in dat de modelleur van alle betrokken partijen de projecttekeningen van de bestaande situatie, ontwerptekeningen en planningen verzamelt.

Omdat de documenten van verschillende partijen komen, moeten deze eerst worden vertaald naar een bruikbaar digitaal bestand. Dit houdt in dat de modelleur papieren schetsen (figuur 2) en planningen eerst moet digitaliseren met behulp van een ontwerp- of planningsprogramma (bijv. AutoCAD Civil3D en MS Project).

Wanneer de tekeningen en planningen allemaal gedigitaliseerd zijn, kunnen deze worden geïmporteerd in het visualisatieprogramma. Het importeren houdt in dat de ontwerpmodellen van de bestaande en nieuwe situatie worden gekoppeld aan de bijbehorende planningen. Door ieder object in het ontwerp te koppelen aan een sloop- of constructieactiviteit, een startdatum en doorlooptijd kan het bouwproject worden gevisualiseerd. Met behulp van deze visualisatie kunnen fysieke of organisatorische knelpunten vroegtijdig worden opgespoord. Omdat de visualisaties eenvoudig kunnen worden aangepast, versnelt en vergemakkelijkt dit het evalueren van alternatieve ontwerpen en bouwplanningen en verbetert daarmee de kwaliteit van het ontwerp- en bouwproces.



FIGUUR 2 - VEEL ONTWERPEN EN PLANNINGEN ZIJN ALLEEN BESCHIKBAAR OP PAPIER, VOOR EEN BOUWPROCESSIMULATIE MOETEN DEZE WORDEN GEDIGITALISEERD (LINKS: EERSTE SCHETS BEHOREND BIJ PROJECTFASERING, RECHTS: ONTWERP MET CONCEPTVERSIE VAN PROJECTFASERINGVAN RECONSTRUCTIEPROJECT IN GEMEENTE HENGELO)

1.1.1. KEUZEVRIJHEID BIJ HET MODELLEREN

Bij het maken van een visualisatie voor een binnenstedelijk rioleringsproject kunnen bovenstaande stappen worden doorlopen. Wanneer de modelleur deze stappen strikt doorloopt komt hij erachter dat er met betrekking tot het modelleren van het bouwprocesvisualisatiemodel nog veel keuzemogelijkheden zijn. Specifieke aandachtspunten voor Binnenstedelijke Rioleringsprojecten worden daarom in het volgende hoofdstuk behandeld.

1.1.2. VISUALISATIES MAKEN MET AUTODESK NAVISWORKS MANAGE

Een populair visualisatieprogramma is Navisworks Manage. De hierboven beschreven stappen kunnen met dit programma worden uitgevoerd. Hoe deze stappen met deze 4D-visualisatiesoftware genomen moeten worden, is bijvoorbeeld beschreven door het VISICO-Center van Universiteit Twente (Technical Paper #6 "Handleiding Opbouw 4D Model met Navisworks Manage 2009"¹). Het beschrijft hoe ontwerp en planningsbestanden geïmporteerd kunnen worden, objecten deze ontwerpen gekoppeld worden aan taaktypes (slopen, tijdelijke taak, constructie) en hoe de objecten op een slimme manier gekoppeld kunnen worden aan activiteiten uit de planning.

¹ Het document is te downloaden vanaf <http://www.utwente.nl/ctw/visico/Publications/> . Appendix 1 bevat een update van deze handleiding voor versie Navisworks Manage 2012.

2. AANDACHTSPUNTEN VOOR HET MAKEN VAN VISUALISATIES

De tips en aandachtspunten die in dit hoofdstuk besproken worden zijn van belang bij het maken van bouwprocesvisualisaties van Binnenstedelijke Rioleringsprojecten.

2.1. VOORAF BEPALEN: HET DOEL EN PUBLIEK

Een bouwprocesvisualisatie kan op verschillende manieren worden samengesteld. De ontwerpmodellen die worden gebruikt voor de visualisatie hebben daarom vaak verschillende detailniveaus, symbolen en kleursamenstellingen. Ook planningen variëren van conceptueel tot gedetailleerd niveau. Ook voor het afspelen van de bouwprocesvisualisatie zijn er verschillende instellingen mogelijk. Een visualisatie is daarom het meest effectief wanneer er voorafgaand aan de modelleerwerkzaamheden na wordt gedacht over de keuzevrijheden van de te gebruiken ontwerp-, planning- en visualisatieprogramma's.

Het eerste dat moet worden nagegaan bij het opstellen van een visualisatie is welk doel er bereikt moet worden en wie de visualisaties uiteindelijk bekijken. Hieronder wordt op deze twee aspecten ingegaan.

2.1.1. DOEL

We onderscheiden hier twee verschillende doelen voor bouwprocesvisualisaties:

1. Het opsporen van fysieke en organisatorische (m.n. ruimtelijke, logistieke) knelpunten in de bouwuitvoering. De opdrachtgevende en opdrachtnemende partijen kunnen met de tool alle verschillende projectplanningen en -ontwerpen samenvoegen en evalueren. Hierdoor kan een kwalitatief beter en afgestemd uitvoeringsplan worden opgesteld. Door het samenvoegen van deze documenten kunnen projectleden analyseren of er fysieke of organisatorische knelpunten zijn tussen verschillende bouwactiviteiten.
2. Het visualiseren van de het bouwproces op hoofdlijnen om burgers en omwonenden te laten zien wat er in hun omgeving veranderd.

De mate waarom bovenstaande doelstellingen kunnen worden ingevuld is afhankelijk van het moment waarop de visualisatie wordt gemaakt. Immers, in beginfasen van het project is er minder projectinformatie beschikbaar en kan er dus ook minder worden gevisualiseerd. We stellen dus dat het model mee kan groeien wanneer er meer informatie beschikbaar komt. Verder vereisen de verschillende doelen een eigen mate van detail en andere visualisatie-instellingen. Zo is het voor het eerste doel soms nodig om materieel en opgeslagen materiaal te visualiseren. Dit is voor het tweede doel niet van belang.

2.1.2. PUBLIEK

Het publiek is bepalend voor hoe de visualisatie vorm gaat krijgen. Voor gebruikers van een bouwprocesvisualisatie moet het programma daarom geen *black box* worden die te onoverzichtelijk is om het bouwproces te kunnen evalueren. In tabel 1 volgen enkele verschillende gebruikers en hun eigenschappen.

TABEL 1 – VERSCHILLENDE STAKEHOLDERS VAN RIOOLRECONSTRUCTIEPROJECTEN

| Gebruikerssoort | Omschrijving |
|-------------------------|--|
| Civiele aannemer | De civiele aannemer is meestal verantwoordelijk voor de reconstructie van het riool en alle infrastructuur boven het maaiveld. Ook dient deze aannemer op hoofdlijnen te weten wie waar werkt. Voor de civiele aannemer is het belangrijk om een goed bouwproces op te stellen dat de reconstructiewerkzaamheden van <i>alle</i> partijen bevat. Een effectieve visualisatie kan hierbij helpen. Om dit doel te bereiken hoeft een visualisatie niet per se fotorealistisch te zijn. |
| Nutsaannemer | De nutsaannemer voert werkzaamheden uit aan kabels en leidingen van gas-, water- en telecombeheerders. Meestal kiezen de verschillende nutsbeheerders gezamenlijk een aannemer. In incidentele gevallen huurt ieder nutsbedrijf een eigen aannemer in. Het is het belangrijk om te weten hoe zijn werkzaamheden beïnvloedt worden door andere werkzaamheden. Ook voor een nutsaannemer hoeft een visualisatie niet fotorealistisch te zijn. |
| Gemeente | De gemeente is uiteindelijk verantwoordelijk voor het verloop van het project. Hier gaat het om aspecten als planning, budget, veiligheid, overlast en bereikbaarheid. De gemeente weet dus op hoofdlijnen welke werkzaamheden, waar en wanneer worden uitgevoerd. Voor hen hoeft een visualisatie niet per se fotorealistisch te zijn, wel is het belangrijk om te weten waar op welk moment gewerkt wordt. |
| Omwonenden | De omwonenden zijn gebruikers die doorgaans weinig tot geen technische kennis hebben van projecten. Ze zijn vaak geïnteresseerd in wat hen direct raakt. Bewoners hebben vaak verschillende achtergronden en zijn dus moeilijk bereikbaar. Soms zijn bewoners verenigd in belangengroepen. In veel gevallen hebben leken met weinig technische kennis het meeste vertrouwen in computervisualisaties als de een fotorealistisch beeld weergeven. |

2.2. INPUT VERKRIJGEN

Nadat het doel van de bouwprocesvisualisatie met de gebruikers besproken is, kan de modelleur de bestanden (inputdata) waaruit de visualisatie is opgebouwd verzamelen. Het visualisatiedoel heeft hierbij invloed op de detailniveaus en compleetheid van de benodigde data. In de beginfasen van het project zullen de meeste tekeningen en plannings slechts op globaal niveau bekend zijn. Sommige input bestaat op dat moment uit papieren schetsen, andere documenten zijn gedigitaliseerd.

Tekeningen en plannings zijn input voor een visualisatiemodel. Ze zijn sterk aan elkaar verbonden. Zo is er voor het maken van een planning een ontwerp en een kaart van de bestaande situatie nodig. Andersom kan het maken van een planning tot nieuwe ontwerpinzichten leiden.



Omdat beide inputdocumenten door deze onderlinge relatie regelmatig veranderen moeten de modelleur en degenen die de input aanlevert regelmatig checken of er in de bouwprocesvisualisatie met de meest recente versies wordt gewerkt.

De gegevens uit tekeningen en plannings voor bouwprocessimulaties van Binnenstedelijke Rioleringsprojecten worden meestal gehaald uit onderstaande documenten. Tabel 2 op pagina 10 bespreekt de eigenschappen van deze documenten een meer detail.

- Gemeentelijke Basiskaart (AutoCAD *.dwg of pdf-bestand)
- Kaart bestaande rioolinfrastructuur (AutoCAD *.dwg of pdf-bestand)

- Ontwerp rioleringsstelsel (AutoCAD *.dwg of pdf-bestand)
- Kaart bestaande kabels- en leidinginfrastructuur (AutoCAD *.dwg of pdf-bestand)
- Ontwerp kabels en leidinginfrastructuur (AutoCAD *.dwg of pdf-bestand)
- Planning civiele aannemer (MS Project *.mmp of Primavera bestand)
- Planning(en) nutsaannemer(s) (indien aanwezig: MS Project *.mmp of Primavera bestand)

2.3. ONTWERP ALS INPUT: 2D OF 3D MODELLEN GEBRUIKEN?

In een bouwprocesvisualisatie wordt aan een ontwerp de tijd als extra dimensie toegevoegd. Dit kan zowel worden gedaan bij een ontwerp in het platte vlak (2D) of bij een ruimtelijk (3D) ontwerp. Er ontstaan hierdoor drie- (2D+tijdsdimensie) respectievelijk vierdimensionale (3D+tijdsdimensie) modellen. Omdat de meeste tekeningen in de GWW-sector nog in 2D worden gemaakt is het maken van een 3D-bouwprocesvisualisatie het eenvoudigst. Sommige aspecten komen in een visualisatie duidelijker naar voren als ze in 4D worden gesimuleerd.

De afweging tussen 3D en 4D bouwprocesvisualisatie kan gemaakt worden zodra het doel van de visualisatie bekend is en zodra men weet welke data er beschikbaar is. Voor het maken van een 4D-visualisatie is een digitaal 3D-model nodig. Bij veel projecten is dit niet beschikbaar, hetgeen betekent dat de modelleur voor een 4D-visualisatie zelf een 3D-ontwerpmodel zal moeten afleiden uit beschikbare 2D-tekening en eventuele beschikbare hoogte- en diepte-informatie. Het bewerken of maken van een 3D-model kan niet met bouwprocesvisualisatie-software. Hiervoor is een apart tekenprogramma nodig.

Omdat het maken van een 3D-model relatief veel tijd kost zal vooraf moeten worden nagegaan óf het maken van een 3D-model waardevol is én welke objecten er in ieder geval in 3D gesimuleerd moeten worden. Het genereren van 3D-input voor het 4D-model is in ieder geval waardevol wanneer:

- Er op dezelfde plek werkzaamheden op verschillende dieptes worden uitgevoerd
- Het project een complexe ondergrondse riool-, kabel- en leidinginfrastructuur heeft
- De visualisatie wordt gebruikt om leken een niet-schematisch/fotorealistisch beeld te geven van de werkzaamheden

2.4. DETAILNIVEAU: WELKE OBJECTEN EN ACTIVITEITEN SIMULEREN?

Een ontwerp is opgebouwd uit verschillende objecten. Met de software waarmee een bouwprocesvisualisatie wordt gemaakt moeten de gemodelleerde objecten (of sets van objecten) handmatig worden gekoppeld aan activiteiten. Dit is een arbeidsintensieve klus. Daarom zal voorafgaand aan het maken van een ontwerpmodel en maken van een koppeling tussen objecten en planningsactiviteiten moeten worden nagegaan welk detailniveau de bouwprocesvisualisatie moet bevatten. Dit bepaalt welke objecten er wel en niet in een ontwerpmodel moeten worden opgenomen.

Per project kan de modelleur in samenwerking met de projectleiders nagegaan bekeken welke objecten en gerelateerde taken er gemodelleerd, gekoppeld en gevisualiseerd moeten worden. Hieronder wordt aangegeven welke activiteiten en objecten er voor een model voor Binnenstedelijke Rioleringsprojecten in ieder geval belangrijk zijn. Deze gegevens zijn samengevat in Tabel 2 op pagina 10.

2.4.1. WEGVERHARDING

Wegverharding kan onder andere bestaan uit klinkers, tegels en asfalt. Het is aan te raden zowel de activiteiten gerelateerd aan de sloop van de oude bestrating, als de aanleg van de nieuwe bestrating te simuleren. Activiteiten die hieronder vallen zijn onder andere:

- Verwijderen klinkers of frezen asfalt
- Ontgraven cunet

- Aanleggen fundering of storten puin
- Leggen asfaltlagen (onderlaag en deklaag, als twee aparte objecten en activiteiten wanneer tussen de lagen ook detectielussen moeten worden gelegd)
- Bestraten

De objecten die aan deze activiteiten moeten worden gekoppeld dienen bij voorkeur te worden gevisualiseerd in grote vlakken². Deel het te bestraten of asfalteren gedeelte op in enkele vlakken of 3D-balken. Let hierbij op dat een vlak flexibel te koppelen moet blijven aan de bijbehorende planningstaak.

2.4.2. KLEIN STRAATMEUBILAIR

Hieronder vallen het opruimen en aanleggen van trottoirbanden, vluchtheuvels en verkeersgeleiders. Werkzaamheden aan het kleine straatmeubilair zijn het meest arbeidsintensief. Het zijn vaak kleine werkzaamheden die over het gehele gesimuleerde gebied tegelijkertijd plaatsvinden.

De objecten die bij deze activiteit vallen zijn vaak (relatief) klein. Het is tijdrovend om deze met de hand te modelleren. Wanneer het aanleggen van het kleinere straatmeubilair niet op het kritische pad van de planning ligt wordt daarom aangeraden dit niet te simuleren.

Indien het toch gewenst is om het straatmeubilair te modelleren, zorg er dan voor dat de visualisatie uiteindelijk rustig en overzichtelijk blijft. Groepeer trottoirbanden of middengeleiding door deze samen te voegen in grote vlakken of 3D balken.

2.4.3. RIOLERING

Bij een binnenstedelijk rioleringsproject wordt riool (vernieuwd) aangelegd. Hierbij worden oude rioolstrengen en -putten verwijderd en nieuwe aangelegd. Tevens wordt bronbemaling geplaatst. Op de meeste 2D-tekeningen (van zowel bestaand als nieuw) worden rioolstrengen aangegeven met een schematische lijn. Tijdelijke objecten als bronbemaling worden vaak niet aangegeven op een tekening. Putten hebben worden aangegeven met een symbool. In een bouwprocesvisualisatie zijn deze lijnen en symbolen niet goed zichtbaar. Daarom wordt aangeraden om deze te vergroten tot zichtbare vlakken of cilinders (3D). Wanneer er een 3D-model wordt gemaakt kan aan ook een dieptedimensie worden gegeven.

2.4.4. KABELS, LEIDINGEN EN MANTELBUIZEN

Kabels en leidingen worden bij reconstructieprojecten geroid en opnieuw aangelegd. Activiteiten die voorkomen zijn:

- Ontgraven
- Aanleggen mantelbuizen
- Gestuurde boring
- Leggen kabels/leidingen
- Huisaansluitingen realiseren
- Maken wegoversteek

De besteks en –ontwerptekeningen van kabels en leidingen zijn op dezelfde schematische manier opgebouwd als kaarten van de rioolinfrastructuur. Wanneer deze lijnen worden getoond in een bouwprocesvisualisatie zullen ze niet opvallen. Ze kunnen daarom beter worden gevisualiseerd als vlakken of cilinders (bij een 3D-model).

Onderstaande tabel omschrijft de benodigde datasoorten, de partij die de data kan leveren en de hieruit af te leiden objecten.

² Objecten kunnen niet worden gemodelleerd met een bouwprocesvisualisatieprogramma. Geschikte toepassingen zijn bijvoorbeeld AutoCAD of AutoCAD Civil3D. Veel gebruikte codes voor AutoCAD zijn beschreven in Bijlage II

TABEL 2 - INPUTDATA, DATABRONNEN EN AF TE LEIDEN OBJECTEN VOOR BOUWPROCESSIMULATIES

| Data | Omschrijving | Eigenaar document | Af te leiden objecten voor visualisatiemodel |
|--|---|---|--|
| Gemeentelijke basiskaart (GBK) | 2D-kaart bestaande situatie. Bevat o.a. perceelgrenzen en straatmeubilair. | Gemeente | Bestaande of te verwijderen objecten: <ul style="list-style-type: none"> • klein straatmeubilair zoals trottoirbanden, vluchtheuvels en verkeersgeleiders • klinkers óf te frezen asfalt • cunet |
| Kaart bestaande rioolinfrastructuur | Kaart met ligging rioolinfrastructuur (meestal in 2D met bijschrift voor diepteligging) | Gemeente | Bestaande of te verwijderen objecten: <ul style="list-style-type: none"> • rioolstrengen • rioolputten • huisaansluitingen • bronbemaling |
| Ontwerp riolering | Ontwerp geplande situatie rioolinfrastructuur (meestal 2D) | Gemeente | Nieuw te construeren of reconstructieobjecten: <ul style="list-style-type: none"> • rioolstrengen • rioolputten • huisaansluitingen |
| Kaart bestaande kabels- en leiding (k&l) infrastructuur | Kaart met ligging k&l-infrastructuur (o.a. gas water, elektra, verkeersdetectielussen, meestal in 2D met bijschrift voor diepteligging) | Civiele aannemer, via het Kadaster (door middel van een klic-melding) | Te verwijderen objecten: <ul style="list-style-type: none"> • sleuf (tijdelijk object) • leidingen • kabels • huisaansluitingen |
| Ontwerp k&l infrastructuur | Ontwerp geplande situatie k&l-infrastructuur (meestal 2D) | Nutsaannemer, via nutsbeheerders (o.a. Enexis, Vitens, Vialis, KPN, Reggeviber, Ziggo), via Noned | Aan te leggen kabels, leidingen en te bouwen transistorkasten |
| Planning civiele werken | Planning van bouwactiviteiten aan riool en straatmeubilair | Civiele aannemer | Nieuw te construeren of reconstructieobjecten: <ul style="list-style-type: none"> • grondwerk en funderingen • onderlaag en deklaag asfalt, evt. met tussenliggende detectielussen (3 aparte objectsoorten) • bestrating • klein straatmeubilair |
| Planning nutswerken | Planning van bouwactiviteiten aan k&l-infrastructuur | Nutsaannemer(s) | Nieuw te construeren of reconstructieobjecten: <ul style="list-style-type: none"> • Sleuf (tijdelijk object) |

2.5. KOPPELING TAKEN EN OBJECTEN

Aan sommige objecten worden meerdere keren activiteiten uitgevoerd. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat een trottoir wordt aangelegd in twee fases: aanleggen bestrating (1) en aanleggen trottoirband (2). Ook asfalt, of kabels en leidingen worden vaak in verschillende fases gelegd. Hoewel de objecten in het ontwerpmodel dicht bij elkaar liggen is het toch aan te raden om voor iedere activiteit een apart object te maken. Dit maakt het eenvoudiger om taken te koppelen en houdt de visualisatie tevens overzichtelijk.

Wanneer één object wordt gekoppeld aan verschillende activiteiten zal het in de visualisatie op verschillende momenten oplichten en verdwijnen. Dit zorgt voor een verwarrend beeld en wordt daarom afgeraden.

2.6. HET GEBRUIK VAN KLEUREN

Het misschien triviaal, maar het gebruik van kleuren heeft een grote invloed op de overzichtelijkheid van een bouwprocesvisualisatie. Omdat het gebruik van verschillende kleuren voor een druk en overzichtelijk model zorgt, raden we bewust na te denken over de kleuren in je model.

Om tot een visualisatie te komen worden objecten aan de bouwplanning gekoppeld. In deze planning worden verschillende type werkzaamheden uitgevoerd. Objecten verkeren zich in een planning in verschillende statussen. De verschillende statussen in bouwprocesvisualisatieprogramma worden vaak gevisualiseerd met verschillende kleuren. Onderstaande tabel heeft een overzicht van enkele kleurconventies die bij de verschillende statussen horen. De verschillende kleurinstellingen voor niet-passieve objecten kunnen worden gedefinieerd in het bouwprocesvisualisatieprogramma. De standaard kleur van een (passief) object kan worden ingesteld in het 2D- of 3D ontwerpprogramma. Tip: gebruik voor verschillende statusaanduidingen altijd verschillende kleuren.

TABEL 3 - HET GEBRUIK VAN VERSCHILLENDE KLEURCOMPOSITIES IN BOUWPROCESVISUALISATIES

| Status | Kleur | Transparantie |
|---|--|--------------------|
| object is passief (wel aanwezig maar er worden geen activiteiten aan uitgevoerd, bijv. wordt gesloopt of is al gerealiseerd) | Geen specifieke kleur. Tip: groepeer objectgroepen en geef deze dezelfde kleur. Gebruik een legenda. Bijv. <ul style="list-style-type: none">• Riool (grijs)• Kabels en leidingen (paars)• Bestrating (oranje-bruin)• Asfaltering (zwart-grijs) | Ondoorzichtig |
| Object wordt gesloopt | Rood | 40-60% transparant |
| Object is gesloopt | Object verdwijnt | n.v.t. |
| Object wordt gerealiseerd | Groen | 40-60% transparant |
| Object tijdelijk aanwezig (bijvoorbeeld bronbemaling) | Geel | 40-60% transparant |

2.7. TOT SLOT, OM TE ONTHOUDEN:

In een notendop volgt hieronder was in de afgelopen hoofdstukken is besproken.

1. Voorkomt overbodige objecten, simuleer alleen de noodzakelijke objecten/activiteiten
2. Houdt het model rustig, gebruik geen kleine objecten maar zichtbare vlakken, balken of cilindervormen
3. Koppel aan een object maximaal één taak (een taak kan wel aan meerdere objecten gekoppeld zijn) om een overzichtelijk model te behouden.
4. Gebruik zo min mogelijk verschillende kleuren om passieve objecten van elkaar te kunnen onderscheiden

3. DE BOUWPROCESVISUALISATIE GEBRUIKEN

Wanneer de input voor de bouwprocesvisualisatie verwerkt is en de instellingen afgesteld zijn op de wensen van de gebruiker kan de visualisatie gebruikt worden. Dit hoofdstuk gaat kort in op gebruiksmomenten, benodigdheden en visualisatiemogelijkheden.

3.1. TOEPASSINGEN EN GEBRUIKSMOMENTEN

Een bouwprocesvisualisatie kan gebruikt worden door leken en experts en is toepasbaar in groepssamenstelling en door individuen. De verschillende opties worden hieronder kort besproken.

Een bouwprocesvisualisatie kan als animatie gebruikt worden om mensen voor te lichten over de constructiewerkzaamheden. In dat geval kunnen er tijdens het afspelen van de visualisatie geen aanpassingen meer in het model worden gemaakt. De visualisatie kan als videobestand worden geëxporteerd en worden getoond op een computerbeeldscherm, op websites worden geplaatst en worden verspreid via kanalen als YouTube.

Een visualisatie kan ook worden gebruikt om planningsalternatieven op te stellen en evalueren. Dit kan door projectmedewerkers individueel beschikking te geven over het visualisatiemodel. Een andere mogelijkheid is het gebruik van de visualisaties tijdens ontwerp- en bouwvergaderingen. Tijdens deze vergaderingen kunnen visualisaties 'on-the-fly' worden aangepast en geëvalueerd. Deze groepstoepassingen is geschikt om de bouwplanning toe te lichten en om hierover discussies te begeleiden.

3.2. BENODIGDE MATERIALEN

Wanneer een bouwprocesvisualisatie slechts wordt toegepast als animatie dan heeft de gebruiker het animatiebestand en een laptop nodig om deze af te spelen. Wanneer de bouwprocesvisualisatie tijdens een vergadering wordt gebruikt wordt aangeraden om het volgende te organiseren:

- Een laptop en een extra beeldscherm (om verschillende vensters te kunnen bedienen)
- Geïnstalleerde visualisatiesoftware
 - Om 4D-modellen te kunnen bewerken (bijv. Autodesk Navisworks Manage)
 - Om alleen 4D visualisaties af te kunnen spelen (bijv. Autodesk Navisworks Freedom)
- Bij voorkeur een beamer met scherm
- Een ervaren gebruiker of de modelleur die het programma bedient tijdens de vergadering

3.3. DE VISUALISATIE AF SPELEN: VIDEO VS. STEP-BY-STEP

Het bouwproces kan met de software Navisworks Freedom worden getoond in de vorm van een video en in de vorm van foto-snapshots het is verstandig om beide toepassingen te gebruiken wanneer de gebruiker dieper in wil gaan op planningsaspecten. Om te zorgen dat de gebruiker de animatie snel en gemakkelijk interpreteert, moet deze langzaam (~90-120 sec) worden afgespeeld. Nadat dit filmpje één à twee keer is bekeken heeft de gebruiker zich een globaal beeld van het project kunnen vormen. Wanneer de gebruiker daarna dieper in wil gaan op de planning kan hij deze stap-voor-stap bekijken. De snelheid van de opvolgende foto's kan hierbij door de gebruiker zelf worden bepaald.

APPENDIX 1: UPDATE HANDLEIDING OPBOUW 4D-MODEL NAVISWORKS MANAGE

Deze bijlage geeft in beknopte vorm updates van Technical Paper #6 "*Handleiding Opbouw 4D Model met Navisworks Manage 2009*" (Niels Vosseveld), te downloaden van <http://www.utwente.nl/ctw/visico/Publications/>.

De bijlage bespreekt in volgorde van de onderwerpen in de handleiding de (kleine) gebruikersverschillen in de user-interfases Navisworks Manage 2009 en NM 2012.

IMPORTEREN PLANNING(2), PAGINA 6

- In Navisworks 2009 kon een planning worden geïmporteerd voordat een ontwerp (*.dwg-bestand) geïmporteerd is. In de 2012 versie lijkt er eerst een 3D geometrie te moeten zijn geïmporteerd voordat een planning kan worden toegevoegd. Stap (2) en (3) moeten dus eigenlijk worden omgedraaid in NM 2012
- Ook is het tabblad *Links* in het scherm *Field Selector* aangepast. Deze heet nu *Data Source*. Door in dit scherm met de rechtermuisknop te klikken en *Add Link* te selecteren kan een planning worden toegevoegd.

IMPORTEREN 3D GEOMETRIE (4), PAGINA 7

- De functies *Open*, *Append* en *Merge* zijn in NM 2012 te vinden in het *Selection Tree* scherm.
- Toegevoegde lagen (append/merge-functie) kunnen ook verborgen worden met *Hide/ Unhide*. Selecteer hiertoe de laag (*Layer* scherm) selecteer met rechtermuisknop de laag en klik op *Hide* (of *Unhide*).

AANMAKEN 'TASK-TYPES' VOOR ACTIVITEITEN, PAGINA 8

- In het tabblad *Configure* in het scherm *TimeLiner* kan per taaktype worden aangegeven hoe deze dient te verschijnen tijdens te visualisatie. In NM 2009 diende een kleur apart te worden gedefinieerd (naam, kleur en transparantie) en daarna te worden gekoppeld aan betreffende taaktypes. In NM 2012 kan deze kleur per taaktype apart worden ingesteld. De twee sub-schermen in figuur 3 zijn als het ware samengevoegd

AANMAKEN VAN SELECTIESETS (6), PAGINA 9, 10

- Een handige truc om gemakkelijker objecten te kunnen selecteren in de *Selection Tree* is de *hide/unhide* functie hierboven uitgelegd bij stap (4).
- De optie selecteren met behulp van zoeken stelt dat een selectieset moet worden toegevoegd met *Save Current Selection*, in NM 2012 moet dit zijn *Add Current Selection*

APPENDIX 2: SHORTLIST MET SNELCODES IN AUTOCAD CIVIL 3D

Bij het vertalen van 2D-objecten naar 3D-objecten zijn de snelkeuzeknoppen in de onderstaande tabel handig om te gebruiken. In AutoCAD kunnen door de gebruiker ook eigen toetscombinaties en snelcodes worden gemaakt.

| Snelcode | Omschrijving | Extra toelichting |
|-------------|--|--|
| m | Move, verplaats een object, punt of lijn | |
| c | Copy, kopieer een object, punt of lijn | |
| trim | verwijderd losse lijnen in het model | |
| _layer | Opent het layer (lagen) scherm | |
| purge items | Verwijderd in een bestand de niet gebruikte lagen | |
| rea | Regenereert alle lijnen die tijdens bewerkingen verschoven zijn in het model. | Dit maakt de tekening 'weerschoon en netjes' |
| polyline | Hiermee kan met een aaneensluitende lijn een 2D-vlak worden getekend | 3D-objecten kunnen in NW 2012 gemaakt worden door 2D-vlakken uit te trekken. Door met deze functie kan een set van losse lijnen over te trekken van een 2D-vlak worden getekend. |
| pedit | Kan verschillende losse polylijnen samenvoegen tot één polyline | Soms verspringen de polylijnen hierdoor. Dit is daarom niet mogelijk bij alle lijnen. |
| extrude | Door deze functie te activeren en vervolgens een 2D-vlak te selecteren kan een 3D-model worden gemaakt door een 2D-model uit te trekken in een derde dimensie. | Let op, een 2D-vlak kun je alleen uittrekken wanneer deze uit één polyline bestaat. Voeg daarom een 2D vlak dat bestaat uit losse lijnstukken samen of trek het vlak over met een nieuwe polyline. |
| Xref | Hiermee kan in het geopende dwg-bestand een ander dwg-bestand als nieuwe laag worden toegevoegd. | |
| sweep | Hiermee kan een 3D object gemaakt worden van een vlak en een lijn. Zo kan van een lijn en een cirkel een 3D-cilinder worden getekend. | Let op, de richting waarin het ene object over het andere wordt getrokken wordt bepaald door het ingestelde coördinatenstelsel. |
| ucs | Veranderd het coördinatenstelsel. Hiermee kan de x,y, en z-richting worden aangepast. | |

Verder kan het bij het maken van een 3D-pipeline belangrijk zijn om de diepte hiervan aan te geven. Doe dit voordat je van een polyline met de sweepfunctie een 3D-object maakt. De diepte van verschillende punten op de polyline kan worden aangepast in het *properties* menu → vertex and elevation.