

Systems Engineering en BIM ondersteunen as-built dossier

De Wet kwaliteitsborging voor het bouwen eist dat de vergunninghouder een as-built verklaring indient bij het bevoegd gezag. Door gebruik te maken van betrouwbare informatie van de bouwer kunnen de kosten voor de inzet van een kwaliteitsborger beperkt blijven. Maar op welke wijze kan de gevraagde betrouwbare informatie over het voldoen aan het Bouwbesluit worden aangeleverd? Bouwbedrijf Van Wijnen heeft in 2016 de mogelijkheden laten onderzoeken van de inzet van Systems Engineering (SE) en BIM bij het opstellen van een as-built verklaring.

Tekst Ir. S.L. (Lieke) Nieman

De as-built verklaring wordt opgesteld door een onafhankelijke kwaliteitsborger (KB). Deze KB zal gebruikmaken van een toegelaten instrument voor kwaliteitsborging. Vanzelfsprekend is het mogelijk dat een KB alles wat de bouwer realiseert zorgvuldig controleert en goedkeurt. Echter de kosten van die aanpak zullen zeer hoog zijn en dat is voor de bouwconsument niet acceptabel. Door de inzet van Systems Engineering (SE) en BIM bij het opstellen van een door de kwaliteitsborger op te stellen as-built verklaring zijn de extra kosten te beperken. Dat blijkt uit onderzoek, in opdracht van Van Wijnen.

Systems engineering

In de GWW-sector wordt al sinds lange tijd gebruikgemaakt van SE. In de B&U-sector wordt SE echter slechts beperkt ingezet, hoewel bij grote PPS-projecten validatie en verificatie van de gevraagde en geleverde prestatie steeds meer voorkomt. In de woningbouw is slechts een enkel onderzoek bekend (Plegt, 2009). De meest gebruikte definitie van SE is: een interdisciplinaire benadering en de middelen, die zich richten op een succesvol systeem. SE focust op het definiëren van de klantbehoefte en de gevraagde functionaliteit vroeg in de ontwikkeling, het vastleggen van de eisen, ontwerpsynthese en systeemvalidatie bij het beschouwen van een compleet vraagstuk (Incose, 2009). In de huidige woningbouwpraktijk is bij een aantal zelf-ontwikkende bouwers het definiëren van de klantbehoefte succesvol ingevoerd. Ook zijn bij veel van deze bouwers procesmanagementsystemen in gebruik, die voor een groot deel binnen de definitie van SE vallen.

| | 1-DRAFT | 2-CONCEPT DESIGN | 3-FINAL DESIGN | 4-TECHNICAL DESIGN | 5-CONSTRUCTION PLANNING | 6-EXECUTION | 7-OPERATIONAL |
|----------------|---------|------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-------------|---------------|
| 1-CONCEPT | | | | | | | |
| 2-DESIGN | | | | | | | |
| 3-CONSTRUCTION | | | | | | | |
| 4-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 5-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 6-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 7-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 8-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 9-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 10-OPERATIONAL | | | | | | | |

Figuur 1. Vereenvoudigde matrix van het BPM systeem.

| | 1-DRAFT | 2-CONCEPT DESIGN | 3-FINAL DESIGN | 4-TECHNICAL DESIGN | 5-CONSTRUCTION PLANNING | 6-EXECUTION | 7-OPERATIONAL |
|----------------|---|------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-------------|---|
| 1-CONCEPT | | | | | | | |
| 2-DESIGN | | | | | | | |
| 3-CONSTRUCTION | | | | | | | |
| 4-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 5-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 6-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 7-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 8-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 9-OPERATIONAL | | | | | | | |
| 10-OPERATIONAL | | | | | | | |
| | VERIFICATIE PROCEDURE OP HOOGTE/REIKWISSE | CONCEPT 3D | 3D CONCEPT | TECHNISCHE 3D | CONSTRUCTION 3D | 3D CONCEPT | VERIFICATIE PROCEDURE OP HOOGTE/REIKWISSE |

Figuur 2. Aangepaste matrix.

| QCL 301: Gevelsluiting (kozijnen) | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|------------------|------------------------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---------|
| N. | Fase | BB | Onderdeel | Wat | Hoe / Norm | Wie | Waarmee | Wanneer |
| 1 | 3 | 3.75 | Ontwerp (architect) | 10% daglicht | NEN 2057 | Bouwfysicus | Controle-berekening | |
| 2 | 3 | 4.22 /4.27 /3.42 | Ontwerp (architect) | Toegankelijkheid 0,85mx2,30m/hoogteverschil 0,02m (entree) Soufvoorziening 6 dm3/s per m2 | Controle m.b.v. SBR referentie-details /soufvoorziening NEN 1087 | Werkvoorbereider (bouwer) | CP 303 | |
| 3 | 5 | 3.26/2.12 9 | Ontwerp (architect) | Eis : Waterdicht Inbraakwerend | NEN 2778/NPR 2652/controle m.b.v. SBR-referentie details/NEN 5096/5087 | Werkvoorbereider (bouwer) | CP 303 | |
| 4 | 4 | 3.3 | Berekening geluidwering (adviseur) | Eis : Binnen-niveau ≤33dB | Gak berekening cf. NEN 5077/evt. NEN 5077 (meting) in fase 6 | Bouwfysicus (meting door meetbureau) | Controle berekening/evt. geluidmeting | |
| 5 | 4 | 2.2 /2.4 | Berekening lateien (leverancier) | Eis : niet bezwijken | NEN-EN 1990 & 1992-1996 | Registratoets constructief | Controle-berekening | |
| 6 | 5 | 5.3 | Warmte door-gang (U-raam) | Eis : U _{door} : ≤1,65 (c.q. eis EPC) W/m2K en CF BRL 0801 | NEN 1068/ KV + aflever bon | Werkvoorbereider (bouwer) | CP 303 | |
| 7 | 5 | 5.3 | Fabricage kozijnen & deuren | CF BRL 0801 | KV + Aflever bon | Werkvoorbereider (bouwer) | CP 303 + 304 | |

Figuur 3. Quality Checklist 301-Gevelsluiting kozijnen.

Bouw informatiemodellen

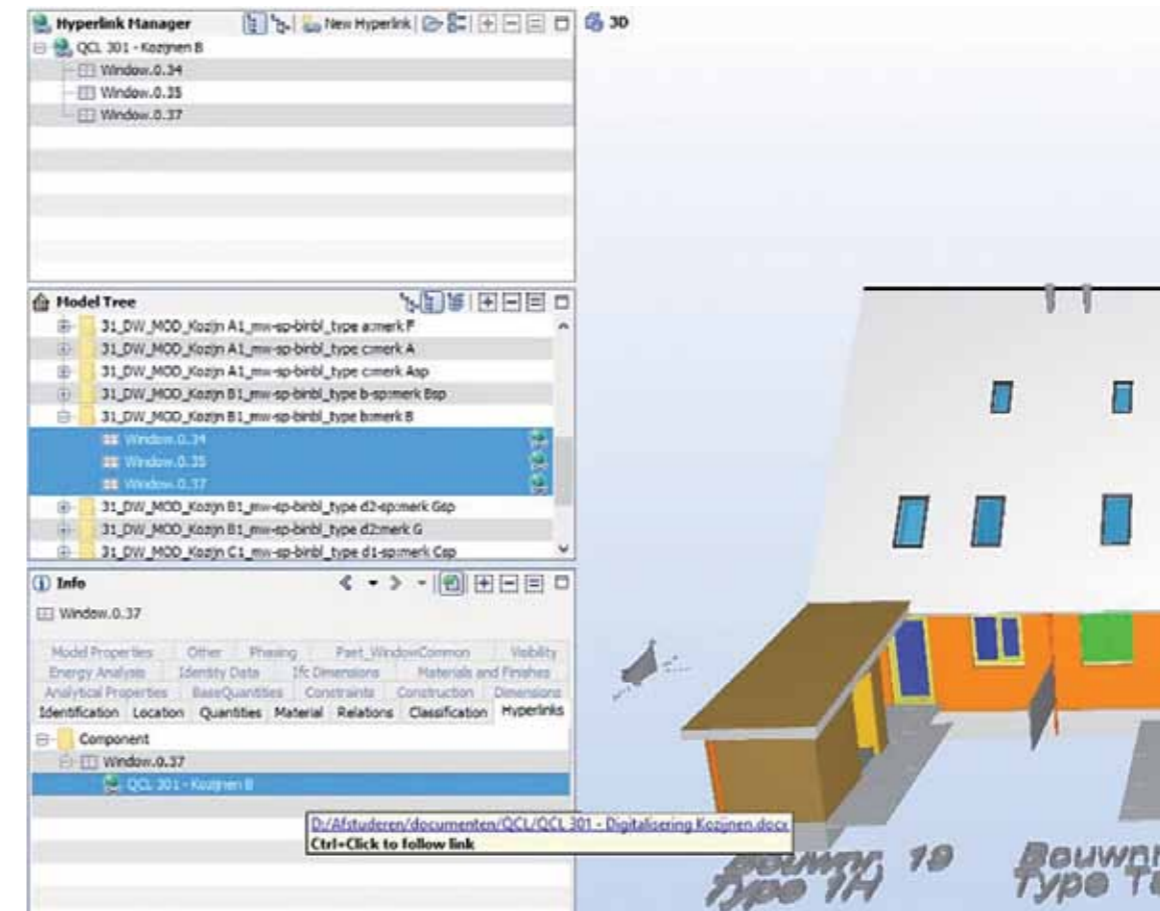
BIM is niet meer weg te denken in de huidige bouw. Veel partijen geven aan dat zij gebruik maken van BIM. De manier waarop is echter zeer verschillend. Soms wordt er alleen 3D ontworpen (bijvoorbeeld met Revit) en met tools zoals Solibri wordt dan nagegaan of er geen 'errors' zijn. Het werken met een 3D-model blijft vaak de taak van de architect. De andere ontwerpers, zoals de constructeur, de bouwfysicus en de installatieadviseur, leveren hun informatie aan bij de architect, die dat dan verwerkt. Langzamerhand verandert dat en wordt door die 'andere' ontwerpers rechtstreeks informatie in het model ingevoerd. De daarbij behorende informatie wordt gedeeld via een centrale BIM-server. Nadat het ontwerp is goedgekeurd, stopt meestal het gebruik van het model en wordt er gebouwd met behulp van de werktekeningen en het bestek.

Bestaande bouwprocesmanagement-systemen (BPM-systeem)

Het onderzoek is uitgevoerd bij een grote zelf-ontwikkende woningbouwer (Van Wijnen). Nagegaan is welk procesmanagementsysteem gebruikt wordt. Bij Van Wijnen wordt een systeem gebruikt dat er in het kort op neer komt dat per bouwfase is vastgelegd welke activiteiten dienen te worden uitgevoerd en op welke wijze. Deze activiteiten zijn vastgelegd in een matrix waarmee de bedrijfsleiding kan

| Component | Approval | | | Clarification/action | Handled |
|---|----------|---|-----|----------------------|---------|
| General (phase 4) | Y | N | N/A | | |
| KOMO-certificate present | | | | | |
| Is the 'politiekeurmerk' applicable | | | | | |
| Construction planning (phase 5) | | | | | |
| Preparing and monitoring drawing procedures | | | | | |
| Sampling hinges and locks i.c.w. assembly by manufacturer | | | | | |
| Protecting windows during execution phase | | | | | |
| Planning en routing discussed | | | | | |
| Making and checking windows frames | | | | | |
| Dpc foil applied on windows frames | | | | | |

Figuur 4. Quality Checklist 303-Kunststof kozijnen.



Figuur 5. Als de gebruiker klikt op het kozijn dan kan de QCL via een hyperlink worden opgeroepen en gecontroleerd.

sturen. Elke fase wordt afgesloten met een risicoanalyse (gevolgd door de beheersmaatregelen) en vervolgens wordt een go/no go-beslissing genomen (figuur 1, vereenvoudigde matrix van het BPM systeem).

Tijdens de uitvoering gebruikt Van Wijnen zogenaamde keuringslijsten. Deze keuringslijsten worden ingevuld door de werkvoorbereider en de uitvoerder en verstrekt aan de projectleider (en de KAM-coördinator). Uit de analyse van dit huidige systeem blijkt dat het vaststellen of wordt voldaan aan het Bouwbesluit stopt nadat de omgevingsvergunning is verleend. Tijdens het ontwerptraject wordt door een adviesbureau of door de architect getoetst of wordt voldaan aan het Bouwbesluit. Ook de zogenaamde Bouwbesluitberekeningen (bijvoorbeeld de EPC-berekening) worden gemaakt, verwerkt in het ontwerp en bij de aanvraag van de omgevingsvergunning meegestuurd.

Aangepast procesmanagement-systeem

Op basis van het bestaande (en dus vertrouwde) systeem is nagegaan wat nodig is om op efficiënte wijze de informatie aan te leveren

aan de KB waaruit blijkt dat aan het Bouwbesluit wordt voldaan. Het verschil met de huidige praktijk is, dat pas bij aflevering (as-built) van de woning vastgesteld wordt of aan het Bouwbesluit wordt voldaan. Vanzelfsprekend zijn in dat stadium aanpassingen niet of nauwelijks meer mogelijk. Het is dus belangrijk per fase de noodzakelijke activiteiten en controles uit te voeren en vast te leggen. De bestaande matrix is daarom uitgebreid met een aantal activiteiten en controles die nodig zijn om bij aflevering te kunnen vaststellen of aan het Bouwbesluit wordt voldaan (zie figuur 2, aangepaste matrix).

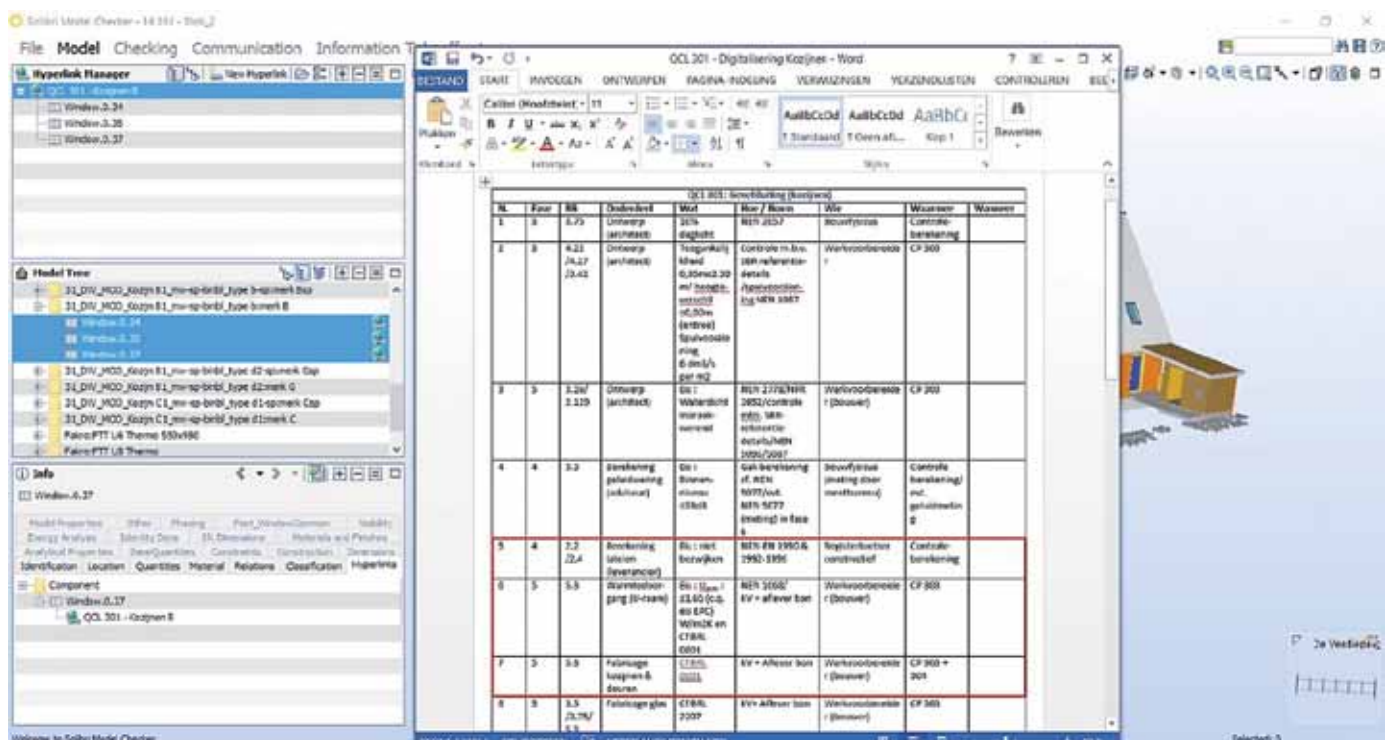
In de aangepaste matrix wordt verwezen naar zogenaamde QCL's. Dit is de afkorting van Quality Checklist. Deze QCL's zijn als extra stap tussen de matrix en de keuringslijsten geplaatst. De keuringslijsten zijn van een andere naam voorzien en worden aangeduid als CP (=controleprotocol). De keuringslijsten zijn aangepast, zodat duidelijk wordt in welke fase een bepaalde controle moet worden uitgevoerd. Ook zijn enkele controleprotocollen toegevoegd om volledig het Bouwbesluit af te dekken. De QCL's zijn voor de projectleider het stu-

ringsinstrument van het kwaliteitsborgings-systeem. In figuur 3 (QCL 301-Gevelsluiting kozijnen) is een voorbeeld van een QCL opgenomen. In deze checklist is aangegeven:

1. In welke fase de controle moet worden uitgevoerd.
2. Welk Bouwbesluitartikel van toepassing is.
3. Welk onderdeel het betreft.
4. Welke eis van toepassing is.
5. Hoe de eis wordt bepaald (meestal met de aangestuurde Bouwbesluitnorm).
6. Wie de controle uitvoert.
7. Wanneer deze conform de planning dient te worden uitgevoerd.

De projectleider kan dus met de QCL's volgen of de controles worden uitgevoerd. Vanzelfsprekend zal bij niet voldoen een actie (beheersmaatregel) volgen en zal de controle herhaald moeten worden. In de QCL wordt regelmatig naar een CP (controleprotocol) verwezen. In deze checklist naar CP302, 303 en 304. In figuur 4 is CP 303 (kunststof kozijnen) opgenomen.

Zowel in de QCL als in het CP is aangegeven dat er gebruikgemaakt wordt van kwaliteitsverklaringen (KV). De in de bouw bekende



Figuur 6. Als de gebruiker klikt op het kozijn dan kan de QCL via een hyperlink worden opgeroepen en gecontroleerd.

kwaliteitsverklaringen zijn ook onder de Wkb zeer bruikbaar. De werkvoorbereider moet echter verifiëren of de kwaliteitsverklaring correspondeert met het afleveringsdocument ('bon') en de uitvoerder zal moeten nagaan of de werkinstructies worden gevolgd. Het systeem is in een casestudie getest en goed bruikbaar.

Digitalisering

Het invullen van de checklists en de controleprotocollen is arbeidsintensief. In de huidige situatie blijkt al dat het invullen van de keuringslijsten veel vraagt van de uitvoerder. Tijdens het onderzoek is nagegaan welke mogelijkheden er zijn om het werk effectief en efficiënt te organiseren. Bij drie software tools is aangetoond dat de QCL's kunnen worden geïntegreerd: Revit, Solibri en Relatics. In Solibri bijvoorbeeld is de QCL gekoppeld aan een bouwelement. Als de gebruiker klikt op het kozijn dan kan de QCL via een hyperlink worden opgeroepen en gecontroleerd (figuren 5 en 6). Als de KB dan toegang heeft tot de BIM-server kan bij wijze van spreken real-time en op afstand gecontroleerd worden. In de uitvoering wordt bij Van Wijnen al gebruikgemaakt van EdControls. Hiermee wordt op efficiënte wijze gecontroleerd en gecommuniceerd (www.edcontrols.com).

Door dergelijke software (en hardware) in te zetten (en dus te integreren in de dagelijkse bedrijfsvoering) en te koppelen aan de BIM-server, ontstaat een effectief en efficiënt kwaliteitsborgingsysteem. Dit beperkt de extra kosten die met de introductie van de Wkb gepaard gaat.

Tot slot

Het onderzoek toonde aan dat door de inzet van SE en BIM op efficiënte wijze een as-built dossier kan worden opgebouwd waarop de Kwaliteitsborger kan vertrouwen. Hierdoor is de KB dus in staat de as-built verklaring te verstrekken aan de vergunninghouder, die deze op zijn beurt weer verstrekt aan het bevoegd gezag. In de aanbevelingen van het onderzoek is aangegeven dat een zorgvuldig gestuurd implementatietraject noodzakelijk is. Rollen veranderen en dat zal geoefend moeten worden. Daarnaast zullen alle participanten in het ontwerp- en bouwproces de nodige kennis moeten verwerven om vast te kunnen stellen dat aan de Bouwbesluit-eisen wordt voldaan.

Bronnen

- Plegt, M. (2009), Systems Engineering in de woningbouw (TU Twente)
- Incose, (2009), www.incose.org/AboutSE/WhatIsSE
- Nieman, S.L. (2016), The Quality Assurance Act for construction in the building process (TU Eindhoven)

Informatie over de auteur
Ir. S.L. (Lieke) Nieman is junior consultant Systems Engineering bij 2ndSense, te Veenendaal. Ze is momenteel onder andere werkzaam op Schiphol in verband met de uitbreidingsplannen.