

Voor- en nadelen van digitalisering bij de borging van constructieve veiligheid

KPCV Taakgroep Digitale Ontwikkelingen

1 november 2022

De digitalisering in de bouw- en infrasector neemt een hoge vlucht. Dat biedt enerzijds kansen voor de borging van constructieve veiligheid, bijvoorbeeld omdat snel en accuraat verschillende varianten voor draagconstructies kunnen worden doorgerekend. Anderzijds kan de digitalisering risico's opleveren voor de constructieve veiligheid, bijvoorbeeld omdat softwareapplicaties als een *black box* kunnen werken.

De KPCV Taakgroep Digitale Ontwikkelingen heeft zich daarom gebogen over de volgende vragen:

1. Hoe kunnen we digitale ontwikkelingen inzetten ter vergroting van de constructieve veiligheid?
2. Waar liggen mogelijke risico's voor constructieve veiligheid, nu de digitale ontwikkelingen een vlucht nemen?
3. Wat zijn hieruit volgende borgingsacties en waar zijn deze te vinden op het Kennisportaal?

De tabel op de volgende pagina's bevat een overzicht van voordelen (aspecten die de constructieve veiligheid bevorderen) en nadelen (risico's voor de constructieve veiligheid) die voortkomen uit de digitaliseringstrend binnen de constructieve wereld.

Om bouwpartners in staat te stellen de risico's te beheersen, formuleerde de Taakgroep Digitalisering in de laatste kolom bij elk nadeel een borgingsactie. In sommige van die acties is elders op KPCV al voorzien; via hyperlinks wordt verwezen naar de betreffende passages en bronnen. Bij nieuwe borgingsacties zijn – waar mogelijk – links opgenomen naar externe bronnen.

Auteurs:

Michael de Zwart – Adjunct-Directeur Aronsohn

Simone de Rijke – Constructeur en Parametrisch ontwerper Antea Group

Herman Oogink – Director Product and Alliances SCIA Netherlands

Jeroen Coenders – CEO White Lioness technologies

	Voordelen	Nadelen	Borgingsacties
1	Er ontstaat meer inzicht in het gedrag van een constructie, omdat er meer varianten kunnen worden beschouwd. Dit kan onderliggend/verdiepend, bijvoorbeeld door ‘op de achtergrond’ van berekeningen stijfheidsanalyses te laten uitvoeren, of door berekeningen uit te voeren/te herhalen met verschillende parameters (in plaats van één overall berekening).	<p>Omdat snel meerdere varianten kunnen worden doorgerekend, worden de ontwerpgrenzen meer en meer opgezocht. De overcapaciteit, restcapaciteit of herverdelingscapaciteit in constructies neemt af.</p> <p>Praktische uitvoering versus ‘ontwerpuitvoering’: hoe gaat de bouw om met geoptimaliseerde ontwerpen.</p>	<p>Alle ontwikkelde tools moeten zijn voorzien van de ontwerp- en/of rekenstappen zoals deze geëist zijn in de norm. Daartoe behoort ook het toepassen van de juiste veiligheidsfactoren en combinaties. Zie hiervoor het COBc-document Uitwerking Indieningsvereisten EEM-berekeningen.</p> <p>Bepaal daarnaast per constructieonderdeel wat de maximaal te behalen <i>unity checks</i> van het systeem mogen zijn op basis van een constructieve risicoanalyse en robuustheids-analyse.</p>
2	Door digitalisering is standaardisatie in ontwerp en berekening is meer en beter mogelijk. Dat leidt tot uniforme werkwijzen die door domeinexperts zijn beoordeeld en gevalideerd.	Totaalmodellen waar alles in zit, kunnen groot en lastig te controleren worden. Hoe groter het model, hoe groter het risico dat aannames, uitgangspunten, inputbelastingen, randvoorwaarden voor steunpunten en dergelijke onvoldoende worden gecontroleerd of aangepast bij (ontwerp)wijzigingen. Dit geldt ook voor modellen die bestaan uit meerdere sub-modellen waartussen interactie plaatsvindt (bijvoorbeeld een model van een hoogbouwconstructie die interacteert met een grondmodel.)	<p>Iedere standaardisatie in ontwerp- en berekeningsmethoden moet goed worden gedocumenteerd. De documentatie moet minimaal bevatten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • uitgangspunten en randvoorwaarden; • eenhedensysteem, assensysteem; • analysescope (welke belastinggevallen, situaties etc.) en expliciete benoeming van zaken buiten scope; • revisienummer, controleurs, opstellers <p>Standaardiseer zoveel mogelijk met een open, inzichtelijke stijl. Maak bijvoorbeeld de interface/output herkenbaar voor de gebruikers, in lijn met eerder geaccepteerde werkmethoden. Voorkom black box-situaties zoveel mogelijk. Stel vooraf vast wat inzichtelijk moet zijn voor goede controle door houders van domeinkennis. Voor deze en meer informatie zie het COBc-document Uitwerking Indieningsvereisten EEM-berekeningen.</p>

	Voordelen	Nadelen	Borgingsacties
3	Digitale ontwikkelingen zorgen voor meer uniforme digitale ontwerp- en berekeningsmethoden, die door meerdere personen worden gebruikt.	Dit leidt er soms toe dat een gebruiker er blind op vertrouwt dat de eerder opgezette digitale methoden en resultaten goed, juist en fit for purpose zijn. De gebruiker heeft geen inzicht meer in wat er precies gebeurt (black box). Risico is dat de onoordeelkundig wordt gebruikt.	<p>Wanneer u als constructeur gebruik maakt van digitale tooling, dient u:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de documentatie door te nemen en op de hoogte te zijn van de gebruiksgrenzen van de tool; • zich door de ontwikkelaars te laten informeren over de laatste stand van zaken van de tool (indien mogelijk); • de tool – wanneer mogelijk - voor gebruik te testen, zodat het gedrag ervan inzichtelijk wordt en u er gevoel voor kunt ontwikkelen; • invoer goed te controleren op gebruiksgrenzen, eenheden en juistheid; • de uitkomsten na te lopen op: compleetheid, correctheid, toepassingsgebied, inpassing in de projectomgeving etc. <p>Zie verder de borgingsactie Veilig werken met computerprogramma's en COBc-document Uitwerking Indieningsvereisten FEM-berekeningen.</p>
4	De computer neemt veel 'doewerk' over, waardoor meer tijd vrijkomt voor 'denkwerk' door de ontwerper.		
5	<p>Wanneer de tool op orde is, is het werk minder foutgevoelig. Menselijke fouten worden voorkomen.</p> <p>Wanneer reken- en tekensoftware zijn gekoppeld, worden aanpassingen (bij voorkeur) één-op-één overgenomen. Resultaten worden automatisch verwerkt in beide modellen. Gevolg is: minder overdrachtsmomenten tussen constructeur en (3D-) modelleur en/of overige betrokkenen (beperking van kennisverlies).</p>	<p>Een herhalende systeemfout in software is niet of heel lastig detecteerbaar met controle van alleen de uitkomsten. Inhoudelijke scriptcontrole in het systeem is noodzakelijk.</p> <p>Bij ontwikkeling eigen (parametrische) modellen en/of (FEM-) software is de controle ervan essentieel.</p>	<p>Scriptcontrole van commerciële tools/software:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bij scriptcontrole van commerciële tools voor parametrisch modelleren is het relatief makkelijk om visueel te maken wat er gebeurt; • Daarnaast: code review uitvoeren en indien mogelijk unit tests. • Wanneer unit tests niet mogelijk zijn: 0-punt metingen uitvoeren;

	Voordelen	Nadelen	Borgingsacties
			<ul style="list-style-type: none"> • Uitvoeren van validaties op basis van referentieprojecten (vergelijken van uitkomsten). <p>Scriptcontrole van zelf ontwikkelde tools</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hierbij is vaak meer sprake van een black box: zorgvuldige controle is des te belangrijker. • Toepassing van best practices vanuit software-industrie; • Uitvoeren van code review, unit tests, integratietest; • Validatie op basis van referentieprojecten. <p>Meer informatie is te vinden in hoofdstuk 5 van Stufib-rapport 27 “Hoe gaat digitalisering het vak de constructeur veranderen?” van Stufib Studiecel 32: RoboCon.</p>
6	<p>Productconfiguratoren zijn interessant voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • massaproductie; • deelconstructies of constructies met veel repetitie en weinig verschilparameters; • mogelijkheden tot automatiseren van het productieproces (voorbeeld: bouwkundige elementen als trappen, bordessen, constructies hallenbouw en grondgebonden woningen, prefabindustrie, etc.) 		<p>Voor productconfiguratoren gelden dezelfde borgingsacties als hierboven bij punt 5 beschreven voor borgingsacties andere commerciële en zelf ontwikkelde softwaretools,</p>

	Voordelen	Nadelen	Borgingsacties
7		Hoe om te gaan met eigen softwareontwikkelingen in het kader van de ISO 9001-certificering van het bedrijf? Is de kwaliteit van zelf ontwikkelde software geborgd via het kwaliteitssysteem? Geborgd?	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkel interne richtlijnen voor alle vormen van digitale ontwikkelingen (commerciële software en eigen ontwikkelingen). Houd daarbij ook rekening met de aanbevelingen bij punt 5. • Neem die richtlijnen op het kwaliteitssysteem van het bedrijf
		Relatief onervaren mensen kunnen worden ingezet voor ontwikkeling applicaties (die daar niet altijd voor zijn opgeleid en/of gebrek hebben aan de noodzakelijke softwarematige, constructieve of technische kennis.	<p>Ontwikkeling van digitale tools waarin constructieve veiligheid van belang is, moeten onder supervisie staan van een team met diverse disciplines. Advies is om hierbij minimaal te voorzien in de volgende rollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vakinhoudelijk(e) ontwikkelaar(s) van software toepassingen voor constructief ontwerpen en berekenen en dergelijke; • Constructief onderlegde softwaretester (constructieve grenzen opzoeken, validatie en dergelijke); • Informatietechnisch tester/ontwikkelaar (code checking en robuustheid, integratie, etc.); • Vakexpert (scope- en grensidentificatie, effectenanalyse, validatie, etc.); • Coördinator <p>Deze rollen zijn omschreven in het rapport Stufib-rapport 27 "Hoe gaat digitalisering het vak de constructeur veranderen?" (figuur 38).</p> <p>Tools met zelf geschreven software Sommige rollen kunnen door één persoon worden vervuld. Vanuit kwaliteitsoogpunt (4-ogen principe) zijn tenminste een separate softwareontwikkelaar én een vakinhoudelijke adviseur (rol van controleur) en bij voorkeur een coördinator nodig. Afhankelijk van</p>

	Voordelen	Nadelen	Borgingsacties
			<p>de schaalgrootte en complexiteit kunnen meer personen voor deze disciplines nodig zijn.</p> <p>Tools o.b.v. bestaande commerciële software Hier is de rolverdeling gelijk, maar kan het voorkomen dat niet een softwareontwikkelaar aan het project werkt, maar een vakinhoudelijk ontwikkelaar</p>