

Een visie voor de ontwerppraktijk

Designer's Toolkit

2020

Het meeste onderzoek dat is gericht op de voortdurend veranderende ontwerpeisen in de gebouwde omgeving, veroorzaakt door ingrijpende veranderingen in de samenleving, blijft gebaseerd op onveranderde hulpmiddelen en fabricageprocessen. Dit onderzoek richt zich echter op veranderende ontwerphulpmiddelen, op het maken van dergelijke tools en op het effect hiervan op het ontwerp.

In 2006 verrichtte de auteur een overzichtstudie, Designer's Toolkit 2020, om te onderzoeken wat de motivatie is, en wat over vijftien jaar mogelijk het scenario is voor de desktop van de ontwerper. Hij interviewde 22 leiders uit de ontwerpwereld - van PhD-kandidaten tot industriële bestuursleden - met bijdragen van ontwerpers buiten het vakgebied van de gebouwde omgeving. Waar mogelijk werden de interviews rechtstreeks afgenomen, indien niet mogelijk werden ze afgenomen via een videoconferentie of via de telefoon.

- door A. Simondetti

Dit onderzoek verkent de veranderingen in hulpmiddelen en fabricageprocessen in de gebouwde omgeving. Daarnaast, en in contrast met de meeste ontwerpers uit de industrie en de academische wereld, acht het deze veranderende processen fundamenteel voor ontwerpinnovatie. Gebaseerd op observatie van de huidige positie stelt het artikel voor, als een stap voorwaarts, dat een ge-

meenschappelijke visie moet worden gedeeld door de praktijk, de industrie en de academische wereld. Dit dient te gebeuren op een manier waarop de broodnodige transformatie van de ontwerppraktijk wordt versneld.

Designer's Toolkit 2020 neemt het raamwerk over, dat voorgesteld is in het onderzoek 'Beyond productivity: IT and the creative practice'[1] van de USA National Research Council (NRC). Dit raamwerk bevat vier niveaus over risico's en rendementen van investeringen in onderzoek en ontwikkeling (zie figuur 1):

- IT produceert resultaten die niet hadden kunnen worden voorspeld;
- IT maakt anders onmogelijke resultaten mogelijk;
- IT vergroot de kwaliteit van de resultaten;
- IT vergroot de productiviteit.

Normaliter worden voor een review op dit gebied alle vier niveaus in overwe-

ging genomen.

De designer's toolkit verandert snel. De ontwerppraktijk dient te beschikken over een gezamenlijke visie voor de korte, middellange en lange termijn.

Designer's toolkit 2020 richt zich op ontwerp-onderzoeksprojecten en individuen die werken binnen een project gebaseerde onderzoeksmethodologie. Dit staat, zoals uitgelegd door onder andere Martin Fischer [2], in contrast met een laboratorium gebaseerde onderzoeksmethodologie.

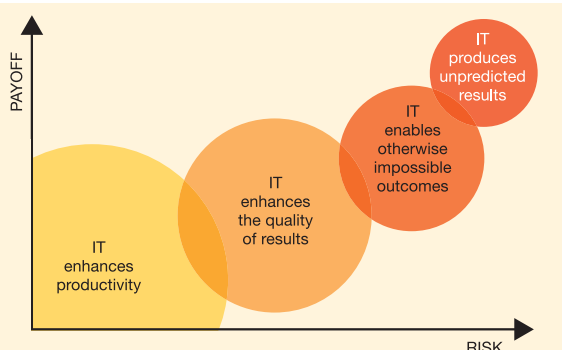
Project gebaseerde onderzoeksmethodologieën omvatten het identificeren van een niet onbelangrijke uitdaging in een specifieke praktische context, en het oplossen van die specifieke uitdaging binnen de deadline van het project.

Onderzoekers gebruiken dikwijls 'op maat gemaakte' tools en protocollen, hierin verschillen hun methoden niet van de standaard projectpraktijk. Er zijn echter verdere stappen:

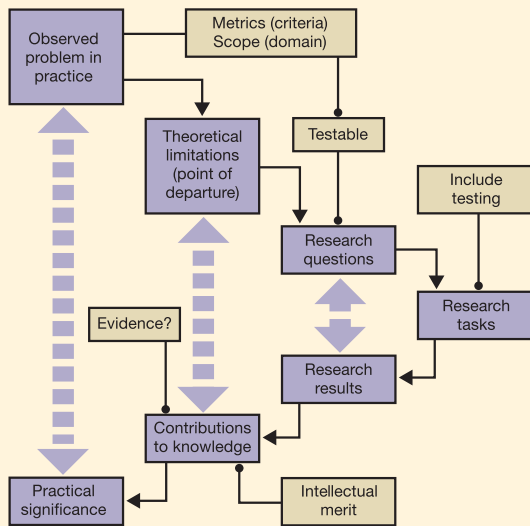
- het aanpassen van de uitdaging;
- het focussen op wat nieuw is in de oplossing;
- het generaliseren vanuit het specifieke project;
- het zorgvuldig testen van de validiteit van de oplossing;
- de onderzoeksgemeenschap confronteren met de resultaten;
- en tot slot een bijdrage leveren aan de kennis door middel van publicatie van de resultaten.

Deze projectgebaseerde methodologie

Voor meer informatie: prof. dr.ir. Joop Paul MBA of ir. Jeroen Coenders, Arup BV
Vertaling van "Designer's Toolkit 2020 – A vision for the design practice" uit The Arup Journal 2/2008, door ir. L. Schellen, promovenda bij de unit Building Physics & Systems van de TU Eindhoven.
Bewerkt door ir. Jeroen Coenders



De vier niveaus van NRC over risico's en rendementen.
- FIGUUR 1 -



De theorie van het bouwen in de praktijk, zoals gevisualiseerd door het Centre for Integrated Facility Engineering (CIFE).3
- FIGUUR 2 -

garandeert de praktische significantie van de oplossing, iets wat vaak in twijfel wordt getrokken in het ontwerponderzoek.

BEVINDINGEN

Vier belangrijke bevindingen kwamen voort uit de interviews:

1. het overdragen van technologieën vanuit andere industrieën leverde grote voordelen, maar genereerde de behoefte om het proces (de processen waarmee andere industrieën hun ontwerpen vervaardigen en beslissingen maken) ook over te dragen;
2. ondanks dat de meeste industrieën en academies zich richten op de ontwikkeling van een ontwerp-toolkit voor het verhogen van de efficiëntie, zijn de voornaamste beweegredenen voor verandering de nieuwe manieren van *het maken*. Vanzelfsprekend heeft de toolkit zich sneller en verder ontwikkeld in het ondersteunen van veranderingen aan het einde van de toevoerketen van het bouwproces. Hulpmiddelen voor de vroege stadia van het ontwerp creëren echter grotere winsten voor ontwerpers;
3. de winsten die worden verkregen uit de interactie en wisselwerking tussen de vakspecifieke algoritmen zijn groter dan die van het verhogen van de individuele verfijning van vakspecifieke algoritmen;
4. ontwerpers raken gewend aan informatie die 'net op tijd' overall beschikbaar is - snel, recent en relevant - nu verwachten ze dat dit ook wordt toegepast op de ontwerp-informatie.

Het volgende borduurt voort op de vier hoofdbevindingen. Alle schuingedrukte citaten zijn geselecteerd uit de persoonlijke interviews.

1. Het overdragen van een proces, niet het overdragen van de technologie

Het overdragen van technologieën vanuit andere bureaus en/of industrieën heeft grote voordelen opgeleverd, door het ontwerp en de constructie van projecten mogelijk te maken die anders niet hadden kunnen worden gerealiseerd [4]. Echter, het werken met nieuwe technologieën, inclusief het parametrisch relationeel modelleren en het modelleren van gebouwinformatie (BIM; Building Information Modelling), brengt de beperkingen van deze benadering en de noodzaak van een geheel nieuwe aanpak [5] naar voren.

“Onze begrenzing komt voort uit ons en de wijze waarop wij denken, niet alleen uit onze middelen.”

Het overdragen van nieuwe technologieën is niet voldoende als men niet ook de energie besteedt die nodig is om deze methoden te begrijpen en om te leren hoe deze moeten worden gebruikt. Methoden dienen, anders dan hulpmiddelen, altijd te worden begrepen en aangepast voor onze industrie, en kunnen dus niet direct worden vertaald. Dezelfde tool kan wellicht op een totaal andere manier worden gebruikt wanneer deze wordt overgedragen van, zeg, de auto-industrie naar de architectuur. Dit is bijvoorbeeld het geval bij 'rapid prototyping', dat origineel werd ontwikkeld om prototypen binnen een dag te produceren en om de ontwerpontwikkeling te versnellen. Maar wanneer dit wordt toegepast binnen de architectuur, dan wordt deze methode gebruikt voor het nauwkeurig vervaardigen van unieke ontwerpen.

“Onze kinderen gebruiken in hun slaapkamer ingewikkeldere technologieën voor het nemen van beslissingen in games dan dat wij gebruiken in de omgeving van de ruimtelijke ordening.”

In computergames maken gebruikers beslissingen gebaseerd op kwantitatieve en real time feedback van hun acties. Met het overdragen van processen is de mogelijkheid om te leren hoe andere bureaus en/of industrieën omgaan met het produceren van hun ont-

werpen en het nemen van beslissingen, hoe zij denken met hun tools, wat hun protocollen voor interactie zijn, met wie ze in wisselwerking staan en wie de leiding heeft. De productiemethoden van Toyota zijn bijvoorbeeld gebaseerd op het heen en weer gaan van nauwkeurige, real-time informatie langs de toevoerketen van de productie.

“We zijn gewend om computerprogrammeurs en ontwerpers te hebben, nu hebben we ook ontwerpers die kunnen programmeren. De mogelijkheid om te programmeren wat je wilt en wanneer je het wilt, heeft al geleid tot grotere winsten voor het project en voor de klant. Onze uitdaging is om deze om te zetten in winsten voor de ontwerper.”

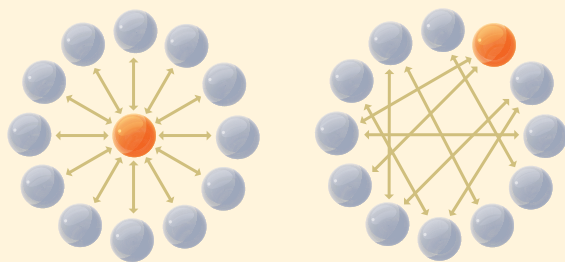
Traditioneel werden de hulpmiddelen en methoden geselecteerd door een hoofdontwerper, gebaseerd op jarenlange ervaring. Hulpmiddelen en methoden zijn nu echter uit elkaar gehaald door digitale middelen die werden geselecteerd door beginners en toegepast op de traditionele methoden van de hoofdontwerper. Methoden dienen ook te worden geselecteerd met nieuwe hulpmiddelen in het achterhoofd.

“Recent afgestudeerden moeten niets hebben van primitieve software, en ze hebben geen enkele moeite met het zelf programmeren van nieuwe software.”

Het is een uitdaging voor degenen die niet hebben geleerd hoe een computerprogramma, zelfs een simpel programma, dient te worden geschreven om de kracht, het risico en de beperkingen van het werk van hun jongere personeel te begrijpen. Hoe kan de ontwerpmanager de laatste resultaten van een gebouwinformatie-model aftekenen in de vorm van een automatisch gegenereerd script, waarin geen twee dimensionale sectie gelijk is aan een andere?

“Wanneer modelmanagers de derde partij zijn, dan nemen zij de leiding. Projectmanagement is de ideale plek om het lateraal denken en het specifieke inzicht te vinden dat nodig is om een beheerder, hoofd modelmaker, of modelmanager te zijn. Wellicht is dit een tijdelijke rol.”

Traditioneel nam de architect de leiding over het ontwerp. Echter, in andere industrieën beschikt de modelmanager over alle ontwerp-informatie, waardoor die rol wordt weggevaagd.



today

2020

Hoe de rol van de hoofd modelmaker zich wellicht zal ontwikkelen.

- FIGUUR 3 -

Het hoofd modelmaker dient zich ook te gedragen als de deurwachter die informatieprivileges geeft, de binnenkomende informatie doorgrond, en weet welke informatie uitgaat naar de verschillende teams op het moment dat ze het nodig hebben. Informatie die net op tijd beschikbaar is kan mogelijk dezelfde schokken aan het ontwerp en de constructie teweegbrengen als het 'net-op-tijd' produceren deed aan de industrie. Op eenzelfde manier als producenten magazijnen vol met componenten zien verdwijnen, zo ervaren ontwerpers wellicht dat complete servers vol met onbruikbare en overbodige ontwerpdata verdwijnen. Echter, ontwerpers dienen te verzekeren dat, op lange termijn, de leiding naar ze terugkeert wanneer onderlinge operabiliteit, toegangscontrole en de vorming van versienummers - de huidige uitdaging in de industrie - overwonnen zijn. De financiële industrie heeft al methoden voor automatische toegangscontrole beschikbaar.

"We zullen een nieuwe profilering van experts zien omdat de eerste regel van het modelleren, 'garbage in, garbage out' nog steeds geldig is."

Hoofd modelmakers zijn niet de enige opkomende specialisten. Constructieontwerpers in de industrie dienen wellicht de rol op te merken van de mathematische modelleerder in de ontwerpindustrie van motorvoertuigen. De elektronische wiskundige modelmaker, ook wel aan gerefereerd als de 'digitale beeldhouwer', is het individu dat een vrije vorm neemt en dan een mathematische voorstelling daaraan vastkoppelt om de rekenkundige weergave te creëren.

"Ik laat me nu in met mensen uit de economie en de toegepaste wiskunde, die niets te maken hebben met techniek, maar die expertises hebben die ik niet heb"

Computergebruik verlegt de grenzen tussen vakgebieden, met als resultaat dat modellen van andere disciplines

interessant worden voor ontwerpers. Dit is niet nieuw. Wat echter wel nieuw is, is dat dit expliciete computermodellen zijn die een reeks van procedures vereisen voor de vertaling ervan.

2. Ontwerpen voor nieuwe manieren van maken, niet voor ontwerp-efficiëntie.

Eén van de grootste veranderingen die optreden in onze industrie is hoe we dingen maken (of bouwen), in het bijzonder onze toenemende mogelijkheid om unieke en complexe, op maat gemaakte, ontwerpen te produceren [6,7] met dezelfde of zelfs verbeterde snelheid, kosten en kwaliteit als zich herhalende en simpele, in massa geproduceerde ontwerpen.

"We focussen op nieuw ontwerp, niet alleen op meetbare verbeteringen."

Traditioneel hebben ontwerpers hun abstracte weergaven (schaalmodellen, doorsneden en plattegronden) afgestemd om hun ideeën en oplossingen te kunnen communiceren met verschillend publiek, inclusief, zeer belangrijk, producenten en opdrachtgevers. Nu de ontwerp-informatie vanuit de computer automatisch naar de numeriek gestuurde machines (CNC) wordt gestuurd, zijn nieuwe weergaven nodig in de vorm van zowel spreadsheets met machinecommando's of databases - assemblage instructies, als in de vorm van interactieve visualisaties. Deze weergaven dienen de fabrikant ervan te overtuigen dat zowel het script als de machine de juiste werkzaamheden verricht.

Traditionele weergaven van plattegronden, doorsneden, en gevelaanzichten worden hiermee overbodig voor de fabrikant en de aannemer. Dit kan diepgaande complicaties tot gevolg hebben voor ontwerpers die deze weergaven gebruikten als 'middelen om mee te denken'.

"Plattegronden, doorsneden en gevelaanzichten zullen verdwijnen in de vorm die wij nu kennen, het aantal 3D-modellen zal echter groeien."

Er zullen gevolgen zijn voor andere vakgebieden die de tekeningen van de ontwerpers gebruikten voor bijvoorbeeld het bepalen van de kwantiteiten, het voorzien in een planningsadvies, het aanleveren van bewijsmateriaal in de rechtszaal en het berekenen van de kosten. Het is mogelijk dat deze vakgebieden zich aanpassen aan de

nieuwe manier van weergave die nu wordt gebruikt voor de communicatie tussen ontwerper en fabrikant. Als voorbeeld, in een rechtszaal werd een nauwkeurige weergave van de 3D-geometrie van het ontwerp gebruikt om de zaak van een fataal incident op de bouwplaats te ondersteunen. In een ander geval gebruikte een aannemer van High Speed 1 (Channel Tunnel Rail Link) een graafwerktuig dat werd aangestuurd door on-board digitale terreinmodellen, wat op zijn beurt helpt om de railontwerpindustrie te transformeren van een lijnvormige naar een rastervormige weergave. De staalwerkindustrie nam het componentgebaseerd modelleren snel over om de processen te verbeteren. Dit verandert nu op zijn beurt de designers toolkit van lijnen, punten en lagen (verkregen uit de handtekeningen van de ontwerper die waren ontwikkeld om te communiceren met de vakman uit de 19^e eeuw) snel naar componenten en assemblages.

Een virtueel prototype van de gebouwde omgeving, bijvoorbeeld BIM [8] of BEM (built environment modeling) [10] vermindert het bouwrisico en het afval. In het verleden werd het ontwerp gescheiden gehouden van de bouw - een bedrijfstak met een ander risicoprofiel. Echter, het verminderen van het risico heeft een toename van het aantal 'garage aannemers' met zich meegebracht, die voorspoedig groeiden op basis van hun groene certificaten door het afval te reduceren en een betrouwbare aflevering.

"Er zal iets komen zoals het preventief modelleren van het bouwproces, waardoor precies bekend wordt wat er zal gaan gebeuren met het gebouw. Als je vandaag naar het ziekenhuis gaat om je blinde darm te laten verwijderen, dan hoop je dat je er levend uitkomt; het is tegenwoordig een bijna wiskundige zekerheid dat je een blinde darmoperatie zult overleven."

Daar staat de huidige beperking van een virtueel prototype tegenover dat het niet genormeerd is. (Dit kan worden verwacht en is gebruikelijk voor alle nieuwe vormen van weergave.) Vakmannen zijn achtergelaten met de uitdaging om het geschikte detailniveau te selecteren en, nog belangrijker, om het te communiceren met het team zodat iedereen weet wat het prototype weergeeft en wat niet.

“We zouden het begin van het ontwerpproces dat voorkomt bij alle ontwerp bureaus moeten versterken. Ik denk dat vele ontwerp bureaus een mogelijke verhoogde productiviteit of een verbeterd ontwerp mislopen - de beslissingen die worden genomen in de initiatieffase bepalen voor 80 % wat daarna gebeurt”.

Ontwerpers dienen zich te richten op het ontwikkelen van tools die de conceptuele fase van het ontwerp ondersteunen, de eerste fase is onbetwistbaar de moeilijkste van allemaal. Het is zeer ongestructureerd en beschikt niet over echte algoritmische gronden, in ieder geval geen die direct kunnen worden ervaren.

3. Het ontwikkelen van algoritmen voor integratie, niet gespecialiseerde kennis

Een cyclus lijkt gaande te zijn: we hebben twintig jaar gehad waarin algoritmen werden ontwikkeld, inclusief het modelleren met behulp van de eindige elementenanalyse die onze industrie expliciet gespecialiseerde kennis gaf en de ontwikkeling van het prestatiegebaseerd ontwerpen in de techniek versterkte. Echter werd er aangegeven dat slechts enkele academische artikelen op dit gebied in de afgelopen jaren werden ingediend. Het huidige onderzoek richt zich op het mogelijk maken van de integratie. In de ontwerp praktijk lijken op vergelijkbare wijze grotere winsten te worden behaald uit het optimaliseren van de wijze waarop de vakgebieden met elkaar in wisselwerking staan, dan uit het optimaliseren van de wijze waarop de vakgebieden hun taken individueel verrichten.

De integratie begint zich voor te doen zowel in verticale richting van de toevoerketen als horizontaal langs alle ontwerp- en techniekdisciplines. In het verleden werden computergereedschappen onafhankelijk ontwikkeld op een afzonderlijk niveau van de toevoerketen en in elk vakgebied, maar nu wordt er geprobeerd om de middelen met elkaar te laten communiceren. Dit onderzoeksgebied is bekend als interoperabiliteit [10].

“Er zullen meer alomtegenwoordige ‘footprints’ van besturingssystemen zijn die meer en meer het dagelijkse eentonig software schrijven overnemen, zodat deze software meer kan worden gespecialiseerd.”

Verbanden zijn aanvankelijk ad hoc en eenzijdig ontwikkeld. Dergelijke verbanden staan de integratie van resultaten uit afzonderlijke analyses in één geometrie voor herziening en demonstratie doeleinden toe. Een eenvoudige visuele controle omvat bijvoorbeeld het verzekeren dat alle analyses verricht zijn op dezelfde versie van het ontwerp, of dat constructieve en installatiesystemen niet met elkaar botsen.

“Een holistische aanpak voor duurzaamheid stimuleert de simulatie van multi-fysica. Uiteraard zal dit gepaard gaan met een wettelijk raamwerk dat je dwingt het te doen. Dit gebeurt al bij projecten in Zwitserland, Singapore en Finland.”

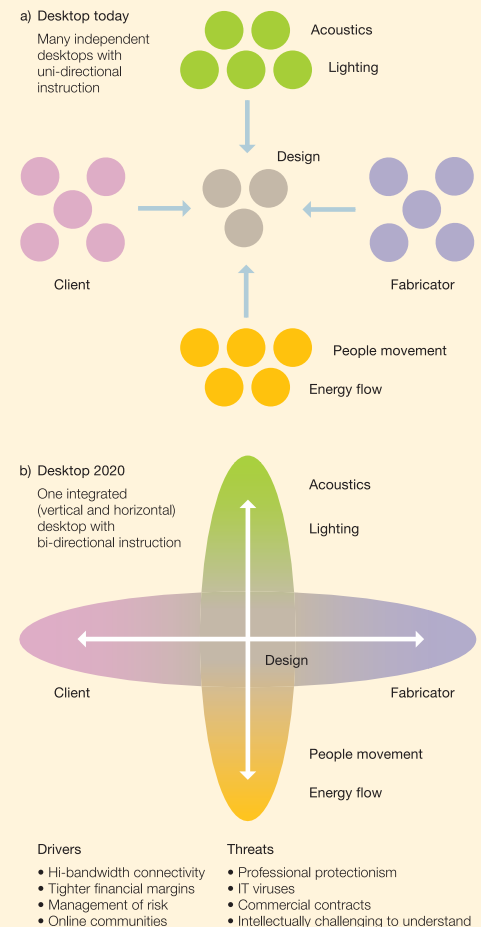
‘Het is een multifase analyse; je dient het te doen tijdens de conceptuele ontwerpfase en tijdens verschillende fasen door het proces heen. Hoe kunnen goede evaluatietechnologieën en vereisten worden ontwikkeld voor elke fase? Het is een uitdaging om dat goed te doen en om verbanden te leggen tussen verschillende fasen’.

Horizontale verbanden tussen analyses en geometrische modellen die twee kanten op werken, ook wel aangeduid als ‘round-tripping’, maken snellere ontwerpcycli mogelijk en staan de handmatige optimalisatie van het ontwerp toe [11]. In sommige projecten, inclusief stadiumontwerp, kan de geometrie die daadwerkelijk wordt gebouwd zoveel als de 27^{ste} ontwerpversie zijn. Tweezijdige verbanden tussen analyse en ontwerp maken ook de optimalisatie van computerontwerp (CDO) [12] mogelijk. Bijvoorbeeld, bij het ontwerp van ruimtevakwerken voor stalen daken met grote overspanningen wordt CDO gebruikt voor het reduceren van de staalafmetingen.

“De overlevende zal degene zijn die de noodzaak van het verbinden begrijpt”.

Het ultieme doel is om voordeel te verkrijgen uit de interactie of het samenspel tussen de afzonderlijke analyses die bijvoorbeeld ontstaan bij brand/constructie analyses [13]. De integratie van de verschillende afzonderlijke submodellen maakt het mogelijk voor de ontwerper om de gebieden van overlapping en interactie te identificeren en om dit terug te koppelen.

“De volgende stimulans zal voortkomen uit de biologie en ik denk dat



Hoe ontbonden middelen zich zouden kunnen ontwikkelen.

- FIGUUR 4 -

het biologisch modelleren de stimulans zal zijn voor de komende tien jaar”.

Een goed ontwerp is holistisch, en de wetenschap van de biologie heeft middelen en methoden ontwikkeld om de complexe systemen van de natuur, waarbij alle componenten aan elkaar zijn gerelateerd, te begrijpen; het zou geen verrassing moeten zijn dat deze middelen en methoden de aandacht van ontwerpers kunnen trekken.

“Integratie van PDM (product data management) informatie bevat informatie over verkoper, product en adviseur. Technologie- en industrie-onderzoek met CAD begint automatisch geschreven documenten en zelfs specifiek geschreven documenten voor de klant en de fabrikant te bewerkstelligen”.

De motorvoertuigen industrie heeft, gevoed door een verticaal geïntegreerde toevoerketen en vaak onder één eigenaar, het PDM ontwikkeld, dat nu convergeert met CAD systemen. Dit is een aantrekkelijke gewoonte die sterk genoeg kan zijn om de bouwindustrie te helpen om de contrasterende interesses van leveranciers te overwinnen. [begin citaat] “Verticale integratie

geeft feedback van boven tot onder (net op tijd)?” [einde citaat]
De kritische winsten van verticale integratie komen voort uit de mogelijkheid om directe informatie te hebben van de gehele toevoerketen, daardoor worden de werktaken onderbroken en versneld wanneer informatie beschikbaar komt.

4. Waar is de informatie? Hoe snel, relevant en recent is het, eerder dan wat is het?

Ontwerpinformatie, ofwel tekeningen ofwel digitale 3D-modellen, werd traditioneel lokaal opgeslagen op de PC van de ontwerper. Meer recent hebben ontwerpers één modelomgeving waar de data op een centrale server wordt opgeslagen die toegankelijk is voor het hele projectteam - soms wordt de toegang geregeld via toestemming. De ontwerpers structureren de projectinformatie in folders en subfolders - de structuur is verkregen uit de tijd van de archiefkasten - of op de manier waarop de projectmanager de wereld ziet. De belangrijkste doelen zijn het verkrijgen van de laatste versie van een relevant document zonder daarbij afhankelijk te zijn van degene die het gemaakt heeft. Met de continue ontwikkeling van de technologie van de zoekmachine, heeft de mogelijkheid om informatie te verkrijgen op basis van steekwoorden echter een aantal van deze informatieorganisaties overbodig gemaakt. Op dit moment zijn zoekmachines bekrachtigd als oplossing om data te structureren. Onder meer Google Earth biedt de mogelijkheid om informatie te rangschikken aan de hand van ruimtelijke coördinaten. Dit biedt een interessant alternatief voor de huidige gewoonte om informatie te benamen gebaseerd op een chronologisch projectnummer of een straatadres van het perceel. Stel je een situatie voor waarbij je werkt aan een ontwerp voor een vakantieoord en ‘je ziet uit je raam’ het eerste 3D-schetsmodel van de haalbaarheidsstudie van het voorgestelde windmolenpark.

“Alle projectinformatie berust nu op één omgeving kan worden gezocht waarin, zodat de historie van het ontwerpproces en beslissingen makkelijk kan worden gevonden. De interface van de relationele database is visueel en tijdafhankelijk. Vergelijkbaar met Google Earth wordt elk

beetje informatie dat wordt gevonden gepresenteerd in zijn context, zowel in de ruimte als in de tijd(aan de hand van de versie).”

Webgebaseerde hulpmiddelen zijn steeds populairder geworden voor de 1D en 2D-creatie van data; we zijn allemaal gewend geraakt aan het gebruiken van de laatste versie ‘die beschikbaar is op het web’. Gestimuleerd door het in toenemende mate uiteenlopende ontwerpteam en de behoefte aan asynchroon werken, wordt het 3D-modelleren webgebaseerd met de veiligheid en betrouwbaarheid van hedendaags online bankieren.

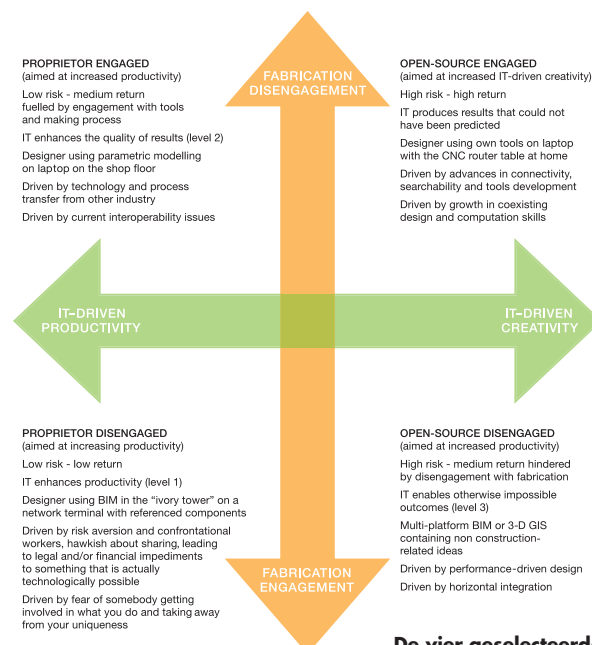
“We zullen een complete ad hoc draadloze technologie zien, waarin de connectiviteit tussen jou en de informatie die je nodig hebt totaal willekeurig is, en die net op de basis plaatsvindt van waar jij bent en welk moment van de dag dat jij je werk gaat doen. De moeilijkheid van de draadloze technologie op dit moment is het maken van onderscheid tussen meerdere frequenties. Het werkt prima als je vier mensen wilt bereiken, maar je dient te begrijpen dat er misschien wel 1.000 clusters van vier of vijf mensen zijn die allemaal op een afstand van minder dan een kilometer bij je vandaan zitten en ook hun werkzaamheden proberen te verrichten. Wellicht is de enige manier om het te doen door voor ieder persoon afzonderlijk de frequentie vast te stellen.”

Connectiviteit is iets dat we al hebben, bijvoorbeeld in de draadloze

netwerksensoren waarin informatie langs verschillende routes wordt gestuurd afhankelijk van het gegeven welke schakelaar aan is binnen zijn eigen bereik. De ontwikkeling in deze technologie is zeer geavanceerd, omdat de informatie in een sensor goedkoop is in vergelijking met wat is opgeslagen op de laptop van een ontwerper.

DE CONTEXT VAN DE ONTWERPER

De vier hoofdbevindingen die hierboven zijn beschreven zullen verschillende gevolgen hebben in overeenstemming met de verschillende contexten. Elke ontwerper of ontwerpbureau opereert en zal opereren binnen een context die wordt bepaald door hun specifieke sociale, technologische, omgevings-, economische en politieke drijfveren. Ondanks dat het misschien moeilijk is om te voorspellen hoe de desktop van de ontwerper er in 2020 uitziet, is het mogelijk om de krachten te analyseren en te meten die bepalend zullen zijn voor de evolutie ervan. Dit gedeelte beschrijft de criteria die zouden kunnen worden gebruikt om de huidige context van de designers toolkit te meten en de toekomstige richting aan te geven. Deze criteria zijn een verfijning van de criteria die werden gebruikt in de interviews met de beoogde leiders. (Wellicht kunnen ze ook worden gebruikt door de lezers om de context en toekomstige richting van hun eigen designer's toolkit te definiëren.). De matrix van de designer's toolkit (figuur 5) definieert vier mogelijke contexten. Het kwadrant linksbo-



De vier geselecteerde ontwerpcontexten.

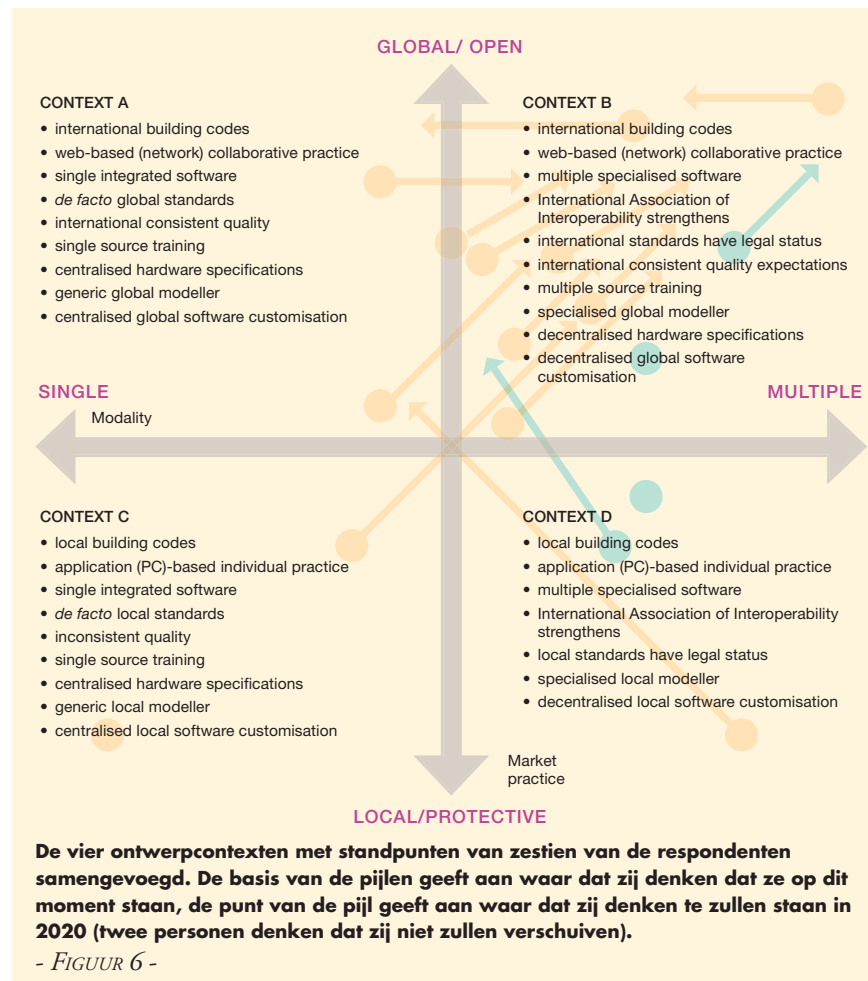
- FIGUUR 5 -

ven 'proprietor engaged' wordt onder andere aangestuurd door de verhoging van de productiviteit - zoals de manier waarop tekenars de overal verkrijgbare CAD-pakketten gebruikten om hun eigen documentatie te produceren.

Op een vergelijkbare wijze kunnen de ontwerpers de overal verkrijgbare software gebruiken voor hun ontwerpen. In deze context kan de ontwerper de hulpmiddelen zonder verplichtingen maken en maakt dankbaar gebruik van de hulpmiddelen die zijn gegeven, ondanks dat deze verbonden is aan nieuwe productiemethoden in een in hoge mate geïntegreerde toevoerketen. Het risico in dit proces wordt gezien als iets dat moet worden verdeeld tussen de softwarefabrikant en het projectteam.

De kwadrant rechtsboven, 'open-source engaged', wordt onder meer aangestuurd door de verhoging van de IT-gestuurde creativiteit, dat nog steeds in hoge mate is verbonden aan de productie. Ontwerpers die nu volledig vertrouwd zijn met het aanpassen en uitbreiden van computerprogramma's als resultaat van vormstudies in zowel het ontwerp als in de berekening, selecteren gedeelten van een computercode die openbaar beschikbaar is binnen het bureau of binnen het publiekelijke domein. Zij assembleren en ontwikkelen de code voor een specifiek project, en vervolgens delen zij deze code weer met de gemeenschap. Deze op maat gemaakte ontwerp-systemen zijn nauw gerelateerd aan de productie van het ontwerp. Dit scenario is gebaseerd op vertrouwen, maar verhoogt het waargenomen risico dat dient te worden beheerst via een rigoreus peer reviewing systeem. De kwadrant linksonder, 'proprietor disengaged', wordt onder meer aangestuurd door risico-aversie en de confronterende aard van de niet-geïntegreerde bouwindustrie. Ontwerpers zijn bang dat andere vakgebieden zich op hetzelfde moment opdringen in hun territorium, en zijn bang om hun ontwerpprocessen en resultaten te veranderen vanwege het risico van het aantrekken van nieuwe verplichtingen. Alle moeite wordt gestoken in het verhogen van de efficiëntie waarmee documentatie wordt geproduceerd, zelfs als deze niet wordt gebruikt door de fabrikanten.

De kwadrant rechtsonder, 'open-source disengaged' wordt onder andere



aangestuurd door de sensationele groei van virtuele werelden. Ontwerpers verschaffen hier verplichte ontwerp-middelen voor gebruikers of derden voor het produceren van ontwerp-voorbeelden, en zo maken zij zich dus los van het maken van ontwerpen. De ontwerper is afgezonderd in een 'ivoren toren' met weinig kennis van het project en de mogelijkheden die verschaft worden door nieuwe productieprocessen.

Figuur 6 [14] geeft de resultaten weer van dezelfde oefening die is verricht met de beoogde leiders. De conclusies van de studie waren dat het spectrum van de geselecteerde criteria breed genoeg is om de grote variëteit binnen de huidige en toekomstige context van het werkveld van de ontwerpers te omvatten. Het is niet verrassend dat ontwerpers over de gehele wereld opereren in alle contexten, met opdrachtgevers die een eigendomscontext voorspellen met een laag risico en PhD-kandidaten die een context van activiteiten met een hoog risico voorspellen of nastreven. Toch zijn de resultaten verkregen uit een heel kleine groep mensen, en daardoor zijn ze wellicht niet helemaal representatief.

Uit de discussies met de beoogde leiders kwamen additionele sets van criteria naar voren, waarvan het in

kaart brengen bruikbaar is voor het meten van de verandering van de designer's toolkit:

- het niveau van feedback op de productie, en de rijkheid aan dataoverdracht (van alleen de geometrie tot het meenemen van de geometrie, materialen, kosten, koolstofuitstoot, assemblage, gebruikershandleidingen, etc.);
- het type dienstverband (van voltijds tot deeltijds) en het niveau van multidisciplinariteit;
- de dimensies van de weergave (2D tot 4D) versus het niveau van computergebruik in het productieproces (van de vakman uit de 19^e eeuw tot computergestuurde fabricering (CAM) en sequentie);
- de horizontaal geïntegreerde multidisciplinariteit versus de verticaal geïntegreerde toevoerketen (van 20 % tot 80 %);
- weergave (van schets tot model) en de ontwerpprestatie (van architectonisch tot meervoudige prestatie);
- de generatieve aard van het ontwerp, van ontwerpinstanties tot het optimaliseren van ontwerpregels.

WAT IS ZEKER

De designer's toolkit kan onvoorspelbaar zijn, maar iedereen is het er mee eens, op een aantal punten na die met een redelijke zekerheid bekend zijn:

- de kinderen die nu computerspelletjes spelen zullen de ontwerpers van 2020 zijn;
 - ontwerpers zullen niet verbonden zijn aan de desktop;
 - ontwerpers zullen gespecialiseerder zijn;
 - er zal meer samenwerking zijn tussen mensen met toenemende verschillende achtergronden (biologen, economen, toegepast wiskundigen);
 - het virtuele prototype zal blijven.
- Alle respondenten waren het ermee eens dat het belangrijk is om de mogelijke contexten te begrijpen waarin de designer's toolkit zal worden ontwikkeld, evenals het belang van het identificeren van de meetbare karakteristieken om de voortgang te evalueren.

EEN MOGELIJK SCENARIO VOOR DE DESIGNER'S TOOLKIT IN 2020

Het verkennen van alle gevolgen van de vier hoofdbevindingen die worden toegepast op de mogelijk contexten is belangrijk, maar dit valt buiten het doel van de huidige studie en dit artikel. In plaats daarvan wordt hier een mogelijk scenario weergegeven voor de designer's toolkit 2020, gecreëerd door te kijken naar de gevolgen van het toepassen van de vier hoofdbevindingen op een context met een hoog niveau van productiefeydfeedback en een grote nadruk op de IT-gedreven creativiteit. Evenzeer zou dit een scenario zijn met een groot risico voor investeringen en rendementen dat voor sommige ontwerpers geschikter is dan voor andere.

- Het is nu juni 2020. De ontwerpers zitten nog steeds op hun hoofdkwartier, daar waar ze ook zaten toen het bureau startte. Het gebouw is nu twintig jaar oud en dient opnieuw te worden gemeubuleerd, omdat het niet voldoet aan de huidige energiebesparingnorm.
- Meer dan 50 % van het personeel is tijdelijk - zowel van buiten het bedrijf als van andere kantoren. Hun connectiviteit is volledig ad hoc en draadloos. Het kantoor is een werkplaats geworden waar mensen naar toe komen en 'presenteren', vergelijkbaar met de theaters en studio's in de stad waar een manager en een kleine groep lokaal personeel het bedrijf draait en leidt.
- De meeste ontwerpers dienen te kijken naar andere industrieën en domeinen, om daar te leren van hun innovatieve processen. Ze beoorde-

len hoe deze kunnen worden overgedragen naar het ontwerp bureau, zoals de 'just-in-time' methode van het produceren van delen succesvol is overgedragen naar de 'just-in-time' data voor het ontwerp.

- Ontwerpers hebben hulpmiddelen leren maken tijdens postdoctorale cursussen op de universiteit, als aanvulling op hun opleiding in de basisprincipes van het ontwerp. Vergelijkbaar, maar zeldzamer, hebben zij dit geleerd tijdens het ontwikkelen van hun CV bij andere bedrijven of in andere bedrijfstakken.
- Minder ontwerpers kijken naar technologieën, omdat het niet per se alleen de tools zijn die het verschil maken, maar ook hoe de ontwerpers deze tools gebruiken. Videoconferentie units, elektronische white boards, extranet, blogs etc. zijn bijvoorbeeld niet aan ontwerpers gegeven, maar ontwerpers hebben geleerd hoe zij op afstand, 24 uur per dag, en op elke locatie kunnen werken. Ook hebben zij geleerd hoe ze tussen oplossingen kunnen kiezen op basis van het type werk, zowel commercieel en onderweg, als technisch op de desktop. In vergelijking met het begin van het millennium is er op dit moment een verhoogd algemeen niveau van professionele educatie, in de vorm van 'leren door het te doen' in een sterk gecontroleerde omgeving, waar volledige technische ondersteuning wordt geboden en waar bijvoorbeeld speciale aandacht wordt besteed aan cultuuraspecten.
- Steeds meer ontwerpers geven het op om te leren van innovatieve ontwerpprocessen die worden aangeboden door softwareverkoopers. Ze leren echter van andere ontwerpers of onderzoekers die ontwerpen met behulp van andere processen.
- Ontwerpers bieden advies aan geselecteerde ontwerpers in het ontwerpproces tegen hoge prijzen voor de toegevoegde waarde van het advies, waardoor concurrentie wordt voorkomen. Dit creëert spanningen ten opzichte van andere ontwerpers, die ook ontwerpadvies aanbieden.
- Ontwerpers halen hun inspiratie uit nieuwe productiemethoden. Alle ontwerp teams hebben een werkplaats in hun kantoor waar ze direct prototypen van hun ontwerp kunnen maken. Het vervaardigen

van maquettes is in eerste instantie het werk van een specialist, vergelijkbaar aan de rol van een degene die digitale modellen maakt. Deze laatste is nu een 'all round' medewerker geworden en verdwenen als specialist.

- Ontwerpbureaus zijn begonnen met het strategisch situeren van hun kantoren nabij grotere werkplaatsen die worden gedeeld met andere industrieën, zoals de filmindustrie.
- Ontwerpbureaus werken samen met aannemers, fabrikanten en ondernemers aan demonstratie en pilotprojecten om de toepassing en exploitatie van nieuwe methoden in de constructie-industrie te versnellen. Ontwerpbureaus hebben hun eigen productieactiviteiten ontwikkeld, die zijn gericht op het verbeteren van de mogelijkheden van de ontwerper om het ontwerp te innoveren en heroverwegen vanuit de basisprincipes, in plaats van dat deze zijn gericht op het productieproces of de constructie).
- Onderzoek naar duurzaam ontwerpen heeft aan het licht gebracht dat een hoge prestatie in gebouwen, inclusief duurzaamheid, alleen kan worden bereikt met een hoge prestatie van het beheer en het management van het gebouw. Daarom houden ontwerpers zich nu bezig met het beheren van hun gebouwen en gebruiken zij de feedback tijdens het ontwerpproces.

Toenemende specialisatie is een direct resultaat van de eerste wet van het modelleren: 'garbage in, garbage out'. Ontwerpers zijn nu steeds meer multidisciplinair, multicultureel en mobiel, als gevolg van de toegenomen specialisatie en globalisatie. Specifieke culturele abstracties, bijvoorbeeld notities geschreven in het Engels of specifieke symbolen die worden gebruikt in een vakgebied zoals de pijlen die worden gebruikt door architecten om hellingen aan te geven in plattegronden, zijn niet toereikend om een effectieve uitwisseling van informatie te verzekeren wanneer wordt samengewerkt met een Chinese optimalisatie programmeur of om in te loggen op een netwerk voor het bediscussiëren van een ontwerp in een fabriek in Duitsland. Als gevolg hiervan, gebruiken ontwerpers volledige visuele weergaves in alle fasen van het ontwerp met 100 % informatie uit alle disciplines.

- Een volledig virtueel prototype heeft het begrip en de waarde van het discipline-specifiek modelleren verhoogd, en heeft een sterke behoefte aan algoritmen gecreëerd die de interactie van parameters uit verschillende disciplines meeneemt. Na een periode waarin de ontwikkeling van algoritmen traag was, is er nu nieuwe activiteit op het gebied van interdisciplinair modelleren. Dit is vergelijkbaar aan de evolutie in het niet-lineair modelleren van brand/constructie in de begin jaren van 2000. Nu gebruiken alle vakgebieden CDO, en het huidige onderzoek is gericht op de optimalisatie van multidisciplinariteit [15,16] of projectoptimalisatie.
- Alle resultaten die aan het begin van de eeuw verkregen zijn over de integratie en interoperabiliteit van expliciete 3D-modellen zijn nu uitgebannen door de nieuwe 'ontwerperplatforms'. Dit is vergelijkbaar aan de manier waarop 'plug-and-play' besturingssystemen hardware incompatibiliteit en het moeizaam zoeken naar divers geordend hebben.
- Makers van hulpmiddelen, beheerders en wiskundige modelmakers ervaren in elke groep het opgaan van hun specialisaties in de ontwerpgemeenschap. Jonge ontwerpers die het bedrijf binnen komen beschikken al over deze vaardigheden, die nu vereist zijn voor elke ontwerper.
- Bezoekers vanuit verschillende bedrijven of andere kantoren die werken aan projecten, kunnen hun laptop (of hoe draagbare hardware dan ook in 2020 wordt genoemd).
 - ongeacht het besturingssysteem - aansluiten op services zoals internet, projectfolders etc. zonder de veiligheid van het systeem in gevaar te brengen.
- Bij de receptiebalie hebben kantoren nu een reeks aan procedures (of scripts) geïnstalleerd die kunnen worden gedraaid op de laptops van bezoekers wanneer zij inchecken, deze worden gebruikt voor het configureren van de lokale printers, mailinglijsten, outlook, favorieten (kaart van de stad, vervoersdiensten, het boeken van kamers, profielen, etc.). Wanneer er wordt uitgecheckt dan zal een 'uninstall' script worden gedraaid dat alles zal opruimen en de desktop in originele staat herstelt.

Sinds 1990 hebben we gezien dat het commerciële personeel en de ontwerpleiders naar kantoren reizen voor bezoeken van gemiddeld een dag.

Indien zij niet onderweg waren, dan was er iets mis! Nu reizen ontwerpers naar andere kantoren voor meerdere weken om hun kennis toe te passen, waarmee hun behoeften in termen van een toolkit totaal verschillend zijn geworden.

- Enige tijd was het kantoor 100 % laptop. Alle medewerkers hebben een laptop die voldoet aan hun behoeften. Met de toegenomen geletterdheid, wordt nieuwe medewerkers gevraagd welke laptop en software zij nodig hebben. Alleen als dit onzeker is dan worden zij ondervraagd om vast te stellen wat geschikt is voor hun functie.
- Gespecialiseerde ontwerpers, geïsoleerd binnen hun specialismen, behoren tot een algemene praktijkgemeenschap zowel binnen als buiten het bedrijf, zoals Arup's Virtual Design Network, de Smart Geometry Group of de Radiance User Group. Ontwerpers zijn net zo loyaal aan deze netwerken, als dat ze zijn aan hun eigen werkgever.
- Gespecialiseerd personeel kan zich meer identificeren met het project dan met hun werkgevers. Op een vergelijkbare wijze richt de klant zich meer op de projectteams dan op de individuele bijdrage van een ontwerp bureau. De toolkit heeft een sleutelrol gespeeld in het mogelijk maken en versterken van deze verandering.
- Alle projectinformatie is nu beschikbaar in één omgeving waarbinnen kan worden gezocht, dit maakt het mogelijk om de geschiedenis van het ontwerpproces en de beslissingen die zijn genomen eenvoudig te achterhalen. De interface van de database is visueel en tijdsafhankelijk. Vergelijkbaar met Google Earth, wordt elk stukje informatie dat is verkregen gepresenteerd in zijn context, zowel ruimtelijk als in de tijd (aan de hand van de versie).
- Tot slot, het creëren van digitale hulpmiddelen is een activiteit die wordt aangemoedigd en geprezen binnen het bedrijf door een interne competitie: 'meest herbruikbare en generieke tool'. Het delen van tools of toolkits tussen kantoren onderling en buiten het bedrijf wordt aange-

moedigd. De belangrijkste maatstaf bij het creëren van tools is 'objecten waarmee kan worden gedacht', dit is belangrijker dan de tool zelf. Dit is vergelijkbaar met handtekenen in het traditionele ontwerp.

- Elk project maakt min of meer gebruik van op maat gemaakte tools in overeenstemming met het niveau van innovatie, ambitie en budget. Bijvoorbeeld, een project dat doelt op een doorbraak in innovatie gebruikt geen middleware, zoals het geval was aan het begin van het millennium voor ontwerpers van games.

TIEN ACTIES VOOR VANDAAG

Met de bevindingen die hierboven zijn gepresenteerd in gedachten, en in het perspectief van de vier grote ideeën en de mogelijke scenario's die zij laten verrijzen, welke tien acties dienen ontwerpers nu te verrichten?

1. Creëer de behoefte, niet de voorwaarde, aan technologie. Bijvoorbeeld, vergroot het begrip over hoe technisch (niet alleen commercieel) werk onderweg, op afstand, 24 uur per dag en zeven dagen per week en niet plaatsgebonden, kan worden verricht. Of hoe dient een keuze te worden gemaakt tussen twee oplossingen aan de hand van het typewerk.
2. Verander vergaderruimten in geautomatiseerde werkplaatsen, zodat het mogelijk wordt 'om te denken met het nieuwe proces' en om informatieve prototypen op schaal te maken.
3. Creëer professionele opleidingsgraden in M3D of 'Master of Information'.
4. Ontwikkel een standaard voor virtuele prototypen die aangeeft wat het prototype wel en niet dient te bevatten in elke fase van het ontwerp, en die wellicht prototypen voorstelt waaruit kan worden gekozen (bijvoorbeeld licht, standaard en een volledig geïntegreerd virtueel prototype) aan de hand van het integreren van de ambities van het project.
5. Complimenteer en steun 'het denken met nieuwe tools' in een gecontroleerde, volledig uitgeruste, omgeving.
6. Versterk de receptiebalie van het kantoor voor het ondersteunen van tijdelijke medewerkers, met behulp van check-in en check-out proce-

- dures, conciërge etc.
7. Bewaar alle data on line aan de hand van absolute ruimtelijke coördinaten.
 8. Verminder het lesgeven in software; verhoog het trainen en motiveren van programmeren; laat zien wat er kan worden gedaan.
 9. Huur personeel in met een achtergrond in de computerwetenschap, zodat deze naast de ontwerpers kunnen zitten en herhalende taken kunnen worden geautomatiseerd.
 10. Verzeker dat meer dan één persoon weet hoe BIM wordt aange-
stuurd. 

REFERENTIES

1. Mitchell, W.J., et al, eds. Beyond productivity: Information technology, innovation, and creativity. The National Academies Press, Washington, DC, 2003.
2. Fischer, M. "Formalizing construction knowledge for concurrent performance-based design". Intelligent Computing in Engineering and Architecture: 13th EG-ICE Workshop, Ascona, Switzerland. Springer, 2006. <http://imac.epfl.ch/ASCONA06/papers.html>.
3. <http://cife.stanford.edu/>.
4. Glymph, J., et al. A parametric strategy for free-form glass structures using quadrilateral planar facets. Automation in Construction, 13(2), pp187-202, 2004. Elsevier.
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling.
6. Benros, D., et al. "A system for providing customized housing; integrating design and construction using a computer too", in Computer-aided architectural design futures (CAADFutures) 2007: Proceedings of the 12th International CAAD Futures Conference, pp153-166. Springer, 2007.
7. Duarte, J.P., "Inserting new technologies in architecture undergraduate curricula: a case study", in Proceedings of the eCAADe 07 conference, September 26-28, Frankfurt, Germany, pp423-430, 2007.
8. Bernstein, P.G., and Pitman, J.H. Barriers to the adoption of building information modeling in the building industry. Autodesk Building Solution White Paper, 2005. <http://tinyurl.com/5zxnq8>.
9. Carfrae, T.G.A., Notes from Arup's Virtual Design Network Conference. Unpublished, 2007.
10. Fenves, S.J., et al. Product information exchange: practices and standards. ASME Journal of Computing: Information Science in Engineering, 5(9), pp239-246, 2005.
11. Kilian, A., Design exploration through bidirectional modeling of constraints. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, February 2006.
12. Luebke, C., and Shea, K. CDO: Computational design + optimization in building practice. The Arup Journal, 40(3), pp17-21, 3/2005.
13. Lamont, S., et al. Behavior of structures in fire and real design - a case study. Journal of Fire Protection Engineering, 16(1), pp5-35, 2006. Sage.
14. Luebke, C., and Simondetti, A. "Practice 2006: toolkit 2020". Intelligent Computing in Engineering and Architecture: 13th EG-ICE Workshop 2006, Ascona, Switzerland. Springer, 2006. <http://imac.epfl.ch/ASCONA06/papers.html>.
15. Shea, K., et al. "Multicriteria optimization of paneled building envelopes using ant colony optimization". Intelligent Computing in Engineering and Architecture: 13th EG-ICE Workshop 2006, Ascona, Switzerland. Springer, 2006. <http://imac.epfl.ch/ASCONA06/papers.html>.
16. Grierson, D.E., "Multicriteria decision making in n-D". Intelligent Computing in Engineering and Architecture: 14th EG-ICE Workshop, Maribor, Slovenia, 2007. <http://tinyurl.com/6msqak>.

DANKBETUIGING

De auteur wil graag alle respondenten bedanken voor hun inzichten, daarnaast wil hij alle collega's van Arup bedanken voor de informele discussies. Ook wil hij dr. Chris Luebke, bedanken voor het leidinggeven en de stimulans die hij bood gedurende het hele onderzoek. Tot slot wil hij professor Steven Fenves van het NIST bedanken voor zijn review van dit artikel, deze review was van onschatbare waarde.

VOETNOT:

Een aangepaste versie van dit artikel is eveneens gepubliceerd in de Elsevier Journal Advanced Engineering Informatics



-vabi software

de rekensoftware voor de installatietechniek

■ Vabi Software BV	■ Kleveringweg 12	■ Postbus 29	■ 2600 AA Delft
■ t: 015 257 44 20	■ t: 015 257 59 10	■ info@vabi.nl	■ www.vabi.nl