

Duurzame innovatie in de bouwsector

Onder druk van een veranderende wereld en forse economische terugval, neemt de roep om duurzame innovatie in de bouwsector toe. Dit vraagt om nieuwe organisatiestructuren, aangepaste regelgeving, opkomende markten, etc. Bedrijven en overheden zullen samen een netwerk moeten opbouwen dat duurzame innovatie faciliteert en versnelt. Alleen zo krijgen opkomende innovaties de kans om de bouwsector ingrijpend te veranderen. Een 'Innovatie Systeem Analyse' (ISA) van de Nederlandse ontwikkelingen op het gebied van Bouw Informatie Modellen (BIM) geeft inzicht in de kansen en belemmeringen.

Dr. R. (Roald) Suurs, TNO; drs. E. (Edgar) van Niekerk, 3D BluePrint; ing. C. (Carin) van Barreveld, 3D BluePrint; ir. M. (Michael) Uurlings, LSWA architecten

■ INLEIDING

Er is momenteel sprake van een economische crisis, financiële crisis en duurzaamheids-crisis. Deze aanhoudende situatie stelt onze samenleving voor belangrijke uitdagingen. De bouwsector is hierin geen uitzondering. Er zullen structurele veranderingen moeten plaatsvinden om problemen het hoofd te bieden en nieuwe kansen te creëren. In dit geval is er een noodzaak tot transitie. Een transitie is een structurele maatschappelijke verandering, die het resultaat is van verschillende ontwikkelingen op het gebied van economie, cultuur, technologie en instituties. Daarbij kunnen verschillende ontwikkelingen op elkaar inspelen en elkaar ook versterken. In het verleden hebben zich al vele transities voorgedaan. Denk aan de opkomst van de auto, die geweldige veranderingen met zich mee bracht in gedrag van mensen en inrichting van het stedelijk gebied. Of denk aan de vervanging van kolen door olie en gas als dominante energiedragers. Dit was een verandering op mondiale schaal, die de verhoudingen tussen staten ingrijpend heeft beïnvloed. Aan

de basis van dergelijke systeemveranderingen ligt innovatie. Er is immers een breed scala aan vernieuwende producten, processen en diensten nodig om de noodzakelijke systeemverandering mogelijk te maken. De huidige condities in de bouwsector hebben verschillende ontwikkelingen in de bedrijfstak op gang gebracht. Onder druk van een veranderende samenleving en een forse economische terugval, zien de traditionele partijen in de bouwketen zich gedwongen om te veranderen. Ketensamenwerking, integraal ontwerpen en bouwen, professioneel opdrachtgever- en opdrachtnemerschap, efficiëntie en faalkostenvermindering zijn leidende begrippen geworden. Deze veranderingen stellen nieuwe eisen aan de wijze waarop partijen in de keten zijn georganiseerd en hoe zij met elkaar samenwerken. Wie levert welke toegevoegde waarde in het maakproces? Op welk moment en hoe sluiten de opeenvolgende ketenschakels op elkaar aan om tot een succesvol eindresultaat te komen? Aan de basis van dergelijke systeemveranderingen ligt innovatie. We hebben immers een

breed scala aan vernieuwende producten, processen en diensten nodig om de noodzakelijke systeemverandering mogelijk te maken. De ontwikkeling van innovaties dient gepaard te gaan met organisatieveranderingen, nieuwe samenwerkingsverbanden, aangepaste regelgeving en marktstructuren. Kortom, er moet een systeem worden opgebouwd dat duurzame innovatie in de bouw faciliteert en versnelt: een innovatiesysteem'. Wetenschappelijk onderzoek naar innovatiesystemen wijst uit dat louter investeren in R&D onvoldoende is om kennis tot waarde te brengen voor de samenleving (Hekkert et al., 2007; Suurs, 2009). Juist in de wisselwerking tussen kennisinstellingen, bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties komen innovatieve concepten tot marktintroductie en is met innovaties een (maatschappelijk) rendement te realiseren. In dit licht staat de bouwsector voor een belangrijke uitdaging, want het gaat over complexe, onvoorspelbare en oncontroleerbare processen.

In het kader van Building Brains, is zijn twee

innovatiesporen onderzocht, namelijk (i) de ontwikkelingen op het gebied van Bouw Informatie Modellen en (ii) de ontwikkelingen op het gebied van financiële constructies. Voor beide trajecten geldt dat het gaat om opkomende innovaties die de potentie hebben om de bouwsector ingrijpend te veranderen. Het zijn, zogezegd, 'enabling technologies' waarvan te verwachten valt dat ze, bij succesvolle ontwikkeling, andere innovatiesporen in een versnelling kunnen brengen. Dit artikel laat zien hoe het mogelijk is om inzicht te krijgen in de complexiteit van dergelijke innovatietrajecten en daarbij handelingsperspectieven te bieden aan individuele en groepen van ondernemers, opdrachtgevers of andere actoren binnen de sector om sturing te geven aan innovatietrajecten. Als voorbeeld concentreert dit artikel zich op de Bouw Informatie Modellen.

■ SYSTEEMPERSPECTIEF

Hoe kan inzicht worden verkregen in innovatiesystemen in de bouwsector? En hoe kunnen partijen in de bouw meer grip krijgen op de genoemde complexiteit en onvoorspelbaarheid van innovatieprocessen? Dit vraagt om een vooruitblikkende verkenning, die het innovatietraject versimpelt maar toch recht doet aan de bestaande complexiteit. Gangbare methodieken, zoals een SWOT-analyse, geven een te statisch beeld van de werkelijkheid en volstaan daarom niet. De Innovatie Systeem Analyse (ISA), zoals ontwikkeld door TNO en de Universiteit Utrecht, biedt een meer dynamische zienswijze door innovatieprocessen te belichten vanuit zeven systeemfuncties. Uitgangspunt bij het denken in innovatiesystemen is dat het succes van (technologische) innovaties niet alleen wordt bepaald door de technologische en economische karakteristieken, maar ook door de kwaliteit van de interacties binnen het systeem van actoren (bedrijven, overheden, kennisinstellingen, maatschappelijke groepen), instituties (structuren, wetten, routines) en technologieën. Voor embryonale innovaties bestaan deze interacties doorgaans nog nauwelijks. Het innovatiesysteem moet als het ware nog worden opgebouwd. Zeven systeemfuncties – ofwel sleutelprocessen van dit innovatiesysteem – dienen goed te functioneren om innovaties hun weg te laten vinden naar marktgerichte toepassingen. Figuur 2 geeft een verbeelding van deze systeemfuncties, die in kader 1 kort worden beschreven. De ISA is bij uitstek geschikt om zicht te krijgen op de belangrijkste kansen en belemmeringen voor specifieke innovatiesporen. Naast een gestructureerd zicht op dit innovatiesysteem, biedt het bedrijven, overheden en andere

F1. Ondernemersactiviteiten

Zonder ondernemers bestaat er eigenlijk geen innovatie. Zij durven de financiële risico's te nemen en proberen nieuwe kennis om te zetten in succesvolle producten of diensten.

F2. Kennisontwikkeling

Kennisontwikkeling is essentieel voor het ontwikkelen van nieuwe producten en diensten. Dit kan zowel fundamentele kennis zijn als ook een nieuw inzicht ten aanzien van het combineren van verschillende al bestaande kennisdomeinen.

F3. Kennisverspreiding

Verspreiding van kennis versnelt het kennisontwikkelingsproces en draagt bij aan positieve verwachtingen over een technologie. Het voorkomt dat het wiel telkens opnieuw uitgevonden dient te worden.

F4. Beschikbaar stellen van bronnen voor innovatie

Voor innoveren is financieel en menselijk kapitaal nodig. Veel goede ideeën stranden omdat ondernemers niet in staat zijn voldoende (risico)kapitaal te bemachtigen. Radicaal andere innovatierichtingen vragen ook vaak om hele andere kennis en vaardigheden van personeel.

F5. Richting geven aan het zoekproces

Een innovatietraject wordt pas succesvol indien voldoende enthousiaste actoren het traject ondersteunen. Daarvoor is het belangrijk dat de richting van verandering duidelijk en aansprekend is. Verwachtingen spelen hierbij een belangrijke rol.

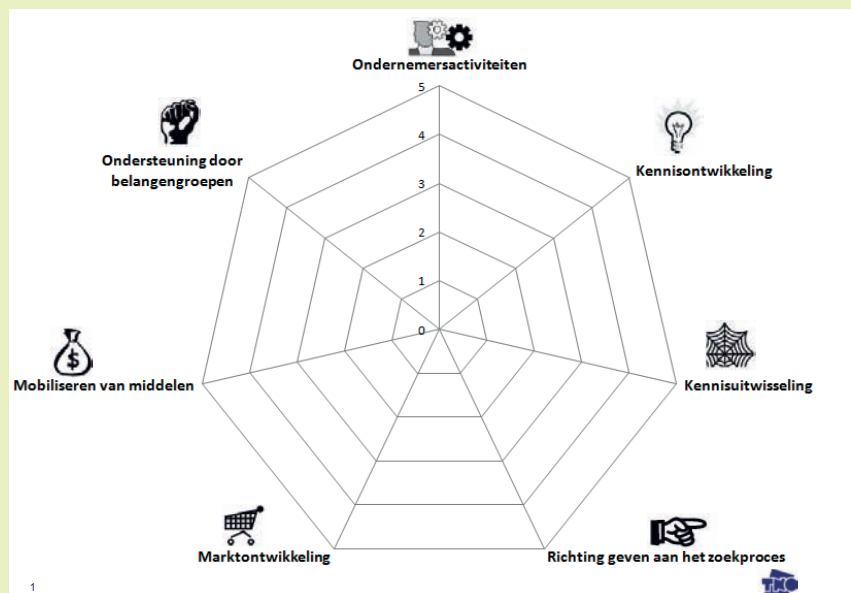
F6. Het creëren van markten

Het bestaan van een markt is een essentiële voorwaarde voor het slagen van een nieuw product. Er zijn dus activiteiten nodig om in eerste instantie een kleine (niche) markt te creëren om in een later stadium een grotere markt te kunnen openen.

F7. Doorbreken van weerstand door lobbyen

Bestaande sectoren met grote belangen zijn vaak goed georganiseerd en hebben veel invloed in beleidsprocessen. Om nieuwe opties een kans te laten bieden is het dan ook van groot belang dat lobbyactiviteiten plaatsvinden die ruimte voor vernieuwing creëren.

-Kader 1- Beschrijving van de zeven systeemfuncties



-Figuur 1- Zeven systeemfuncties die van invloed zijn op de succesansen van systeeminnovatie

belanghebbenden de mogelijkheid om strategieën en instrumentarium te richten op het versterken van kansen en het wegnemen van belemmeringen.

WERKWIJZE

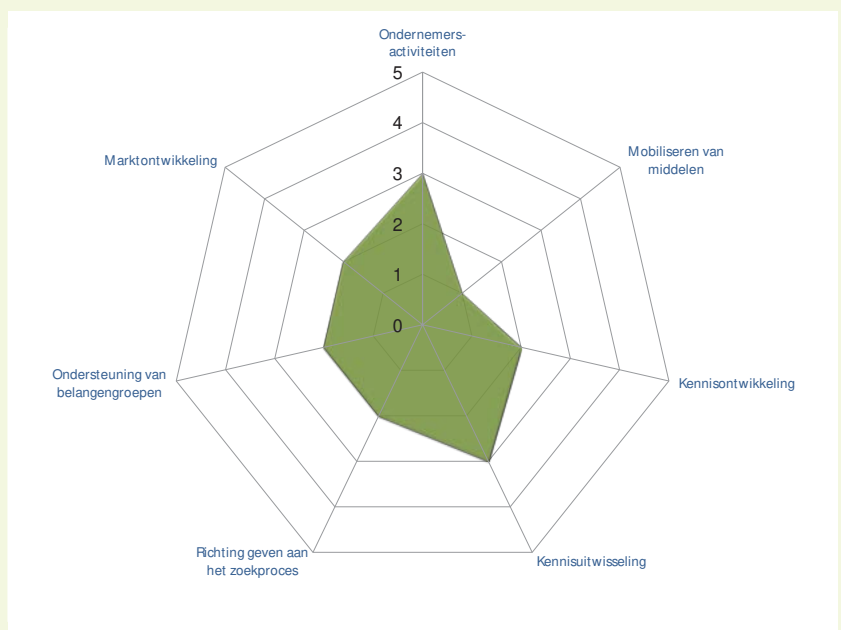
De Innovatie Systeem Analyse zoals uitgevoerd in het kader van Building Brains moet worden gezien als een quick scan. Het onderzoek is gebaseerd op zowel bureauresearch als een serie interviews. In een gefaseerde uitvoering is gestart met een verkennend onderzoek op basis van literatuurstudies naar de achtergronden en ontwikkelingshistorie van beide innovatiesporen. Tevens zijn vanuit verschillende invalshoeken met enkele personen uit de bouw, overheid en wetenschap verkennende gesprekken gevoerd om een meer diepgaand inzicht te krijgen in de factoren die systeemfuncties belemmeren dan wel aanjagen.

Gedurende de tweede fase van het onderzoek zijn 25 interviews gehouden met betrokken partijen uit het veld van diverse share- en stakeholders, waaronder architecten, bouwers, institutionele partijen, branchepartijen en belangengroepen uit de bouwsector. Op basis van de interviewresultaten zijn waarneembare trends en mogelijke faal- en succesfactoren geïdentificeerd die kenmerkend zijn voor het BIM-innovatietraject. Aan de hand van deze onderzoeksuitkomsten zijn conclusies getrokken en is gekeken naar mogelijke oplossingen en acties. Hoewel niet alle belanghebbenden in het onderzoek zijn betrokken, was het onderzoeksveld voldoende breed vertegenwoordigd om verschillende invalshoeken te belichten en tot valide bevindingen te komen. Overigens richt het onderzoek zich op het innovatieproces in brede zin. Andere aspecten zoals de technische werking van applicaties en bedrijfsspecifieke toepassingen vallen buiten het onderzoek.

RESULTATEN

BIM als 'enabling technology'

De bouwsector wordt vanuit de oorsprong beschouwd als een traditionele maakindustrie. Echter, door de toegenomen complexiteit van bouwwerken en het groot aantal betrokken technische disciplines, is de bouw vandaag de dag verworpen tot een kennisintensieve sector. Opdrachtgevers en bij de bouw betrokken partijen en instanties wisselen gedurende het maakproces een veelheid aan informatie uit. Omdat we nu eenmaal afhankelijk zijn van de menselijke input en omdat er binnen de bouw door het grote aantal disciplines met verschillende gespecialiseerde computertechnieken wordt gewerkt, is niet alle informatie feilloos uitwisselbaar en ontstaan interpretatieverschillen, vergissingen en informatieverliezen.



-Figuur 2- Waardering van de zeven systeemfuncties voor het BIM Innovatie Systeem in Nederland

Dit leidt tot een verlies van efficiëntie in de keten en tot het ontstaan van de welbekende faalkosten bij bouwprojecten. Met de introductie van het Bouw Informatie Model (BIM) kunnen inefficiëntie en faalkosten in de bouwsector worden gereduceerd. Een BIM is een informatiemodel, bestaande uit een ruimtelijk objectmodel van bijvoorbeeld een gebouw. Dat is gekoppeld aan een database waarin proces- en productinformatie van het bouwproject centraal kan worden opgeslagen. Alle gegevens worden vanaf het projectinitiatief tot en met de exploitatie aan het BIM toegevoegd, geordend en opgeslagen, zodat deze data door de betrokken disciplines voor verschillende doeleinden kan worden hergebruikt. BIM kan leiden tot meer transparante manieren van samenwerking tussen bouwpartijen en zal bestaande verhoudingen en rollen binnen de keten veranderen. Ook interne bedrijfs- en productieprocessen, functies en kennisprofielen van werknemers zullen hierop moeten worden aangepast. De BIM-technieken worden al jaren toegepast in werktuigbouwkundige industrieën, zoals in de machinebouw, de scheeps- en vliegtuigbouw, alsmede de petrochemie. Dit zijn stuk voor stuk sectoren die meer integraal zijn georganiseerd. De introductie van BIM in de bouwsector vraagt dan ook om een geïntegreerde organisatie van de bouwsector. Tegelijkertijd, indien succesvol, kan deze innovatie andere innovaties initiëren en daarmee bijdragen aan een grondige vernieuwing van de bouwsector. Je zou kunnen stellen dat een integrale bouw-

keten, zowel voorwaarde als uitkomst is van een vergaande introductie van BIM. BIM moet om die reden dan ook worden beschouwd als een potentiële 'enabling technology'.

Belangrijke trends

"BIM is here to stay!" wordt gezegd. BIM is binnen de bouwsector al lang niet meer slechts een begrip en wordt niet alleen meer gevormd door koplopers. Volgens verschillende geïnterviewden is BIM de eerste ontwikkelstadia van 'innovators' en 'early adopters' ontgroeid en is de status van invoering bereikt. Er is jaarlijks een zichtbare toename van partijen die actief zijn met BIM. Tegelijkertijd staat het BIM-gebruik door ondernemers nog in de kinderschoenen. Als 5% van de ondernemers in de keten met BIM werkt dan is dit een zeer positieve inschatting. Waar BIM al wordt toegepast, is in veel gevallen slechts sprake van een monodisciplinaire toepassing. Dit wil zeggen dat BIM alleen wordt toegepast binnen de eigen organisatie en dan veelal ook slechts binnen een enkele discipline. Met name de ontwerpdisciplines adopteren BIM-technieken om 3D-ontwerpmodellen op te bouwen. Maar dit staat nog ver af van integrale procesvoering en data-uitwisseling, zoals met BIM wordt beoogd. Een geïntegreerde ketentoepassing van BIM door ketenpartijen, dwars door alle fasen van het bouwproces, is een zeldzaamheid. De toename van ondernemersactiviteiten is slechts op enkele uitvoeringsniveaus binnen de keten zichtbaar, vooral onder architecten, engineers en bouwers. De rest van de keten

is nog niet met BIM bezig of net begonnen en volgt op grote afstand van de koplopers.

Kansen en belemmeringen

Op basis van de functie-analyses zijn samenvattend de volgende conclusies te trekken (zie figuur 2):

Ondernemersactiviteiten

Hoewel er sprake is van een langzame maar stabiele toename van het aantal BIM-ondernemers, is er nog geen sprake van een krachtige autonome ketenbrede groei van ondernemers. Er zijn verschillende belemmeringen die een verdere opbouw in de weg staan; deze zijn wel oplosbaar. Voor een groot deel betreft dit organisatorische drempels die tijd vergen van bedrijven. De rol van directie en management is cruciaal en intermediairs, zoals brancheorganisatie en gespecialiseerde adviseurs, kunnen zorgen voor een versnelling van BIM-implementatieprojecten. De functie 'Ondernemersactiviteiten' wordt om deze reden beoordeeld met een 3.

Mobiliseren van middelen

Een fundamenteel probleem is dat ondernemers onder de huidige economische omstandigheden zeer beperkt in staat zijn om middelen te mobiliseren voor BIM-innovaties. De functie 'Mobiliseren van Middelen' heeft daarom een ISA-waardering van 1 gekregen. Ondernemers zullen niet direct in staat zijn om oplossingen te bieden voor macro-economische belemmeringen. Wel kan een sterke en goed gecoördineerde lobby vanuit de sector er bij de overheid op aandringen dat een structurele en langdurige financiële stimulering van de bouwsector voor BIM noodzakelijk is. Op microniveau kunnen ondernemers vooral vanuit samenwerkingsrelaties of BIM-consortia trachten een sterkere marktpropositie te creëren. Ook kunnen ze samen met opdrachtgevers middelen genereren om BIM-toepassingen in een commerciële projectomgeving mogelijk te maken

Kennisontwikkeling

Er is de nodige kennis ontwikkeld over BIM, met name door een belangrijke groep koplopers, zoals architecten en bouwbedrijven. Maar in breder perspectief bestaat er verwarring over de definitie en wijze waarop BIM wordt gebruikt: "...er wordt vaak onterecht gezegd dat een partij BIMt..." Het volwaardig BIM-gebruik lijkt zich tot een bepaalde kring te beperken, de 'inner circle'. De opdrachtgever kan een sleutelfunctie vervullen in het stimuleren van de groei van kennis, maar zijn kennis over BIM is ook nog beperkt. De ISA-waardering voor kennisontwikkeling is 2.

Kennisuitwisseling

In het juiste ondernemersklimaat wordt kennisdeling gestimuleerd, maar veelal zijn processen traditioneel ingericht. Dit vormt een belemmering voor kennisdeling. Kennisuitwisseling op internet is groeiende, maar beperkt zich veelal tot technologische oplossingen. Multidisciplinaire kennisdeling heeft de grootste kans, vooral 'on-the-job' en wanneer de opdrachtgever daar de ruimte voor geeft. Als er meer coördinatie is tussen onderzoek en marktvraag, zal ook de wetenschap een prominentere rol kunnen gaan spelen in de kennisuitwisseling. De ISA-waardering is 3.

Richting geven aan het zoekproces

Er is geen aanwijsbare richtinggever. Dit maakt het moeilijk de verschillende meningen over en de toekomst van BIM-ontwikkelingen in te schatten. Er wordt meer verwacht van de overheid en de opdrachtgever, terwijl deze juist terughoudend zijn door de strategische en praktische onzekerheden van BIM. Ook lopen de opdrachtgevers achter in hun kennis over BIM en zijn de praktijkervaringen nog zeer beperkt. Potentiële richtinggevers, zoals ondermeer de Bouw Informatie Raad, hebben beperkte slagkracht door een tekort aan financiële middelen en verschillende commerciële belangen. De ISA-functie 'richting geven aan het zoekproces' is gewaardeerd met een 2.

Ondersteuning van belangengroepen

Er bestaat beperkte samenhang tussen de verschillende belangengroepen met als gevolg dat verschillende BIM-activiteiten van deze belangengroepen elkaar onvoldoende versterken en tot onduidelijkheid leiden. Waar gaan we heen en wie trekt de kar? BIM is een ketenoplossing en vraagt om samenwerking en coördinatie. De ontwikkeling van BIM kan versnellen als samenwerkende belangengroepen gecoördineerde acties ondernemen, bijvoorbeeld door ketenbrede en branchegerichte implementatiestrategieën voor BIM te ontwikkelen. Deze ISA-functie krijgt een 2 als waardering.

Marktontwikkeling

Opdrachtgevers én opdrachtnemers moeten elkaar gaan vinden om de markt voor BIM tot ontwikkeling te brengen. Dit gebeurt nog onvoldoende. BIM zal tot ontwikkeling kunnen komen door een toename van integrale projectvormen en een prestatiegerichte uitvraag door opdrachtgevers. De opdrachtgever moet professioneel worden. Dit houdt in: bewust zijn van de meerwaarde die BIM levert en leren het proces hierop aan te sturen. De sector dient zelf hiervoor de initiatieven te nemen. Het ontwikkelen van de markt komt dus van

twee kanten. Dit alles resulteert in een 2 als ISA-waardering.

Handelingsperspectief

Ketenbrede samenwerking

BIM kan samenwerking in de bouwkolom bevorderen. Tegelijkertijd is dit een noodzakelijke voorwaarde voor het slagen van het innovatieproces BIM. Een versnelling kan optreden als ondernemers onderling kennis en ervaring uitwisselen over de wijze van implementatie, kosten en baten van BIM en onderlinge kruisbestuiving vanuit 'best-practice voorbeelden'.

Maak BIM tot een praktijk

Praktijktoepassing is wellicht de meest krachtige stimulans voor BIM-innovaties en het creëren van zowel vraag als aanbod. Opdrachtgevers nemen een sleutelpositie in om BIM-projecten mogelijk te maken. Hiervoor hebben zij kennis nodig; niet zozeer theoretische kennis maar vooral kennis over de toegevoegde waarde van BIM in de praktijk. Juist referentieprojecten verminderen de risicoperceptie van een BIM-investering bij opdrachtgevers. In het bijzonder opdrachtnemers zullen deze kennis moeten overgedragen.

Creëer nichemarkten

BIM is nog niet in een stadium van een grootschalige uitrol in de markt. Maar voor het creëren van momentum is een sterkere vraagkant binnen het systeem op korte termijn cruciaal. Een sleutelrol is hierbij weggelegd voor opdrachtgevers. Bij de overheid moet worden aangedrongen op ondersteuning en het creëren van specifieke nichemarkten. Dit kan door BIM voor te schrijven in overheidsopdrachten en pilotprojecten op basis van prestatiegerichte en integrale contractvormen.

Schep randvoorwaarden

Overheid, wetenschap en een sterke coördinerende ketenvertegenwoordiger moeten zich inzetten om de randvoorwaarden voor BIM-samenwerking te versterken. Die randvoorwaarden zijn:

- een afsprakenstelsel, procesmethoden;
- geïntegreerde opdrachtgeving, contractvormen, juridische kaders;
- voorschrijven van BIM en aanpassing van huidige aanbestedingsregels.

Ketenbrede coördinatie

Er moet vergaande afstemming komen tussen ketenvertegenwoordigers, brancheverenigingen en specifieke BIM-initiatieven, zoals BIR, Building Smart en Coins, of diverse BIM-programma's/thema's moeten worden samenvoegd. Dit dient het gemeenschappelijk belang. Bovendien neemt de slagkracht

toe en zullen activiteiten sneller leiden tot het ontstaan van ketenbrede definities voor BIM, gemeenschappelijke afsprakenstelsels, werkstandaarden, integrale contracten en regelgeving. Daarnaast ontstaat dan een gezamenlijke, sterkere lobby naar opdrachtgevende partijen, overheid en de wetenschap.

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Het type innovatieprocessen in deze studie is complex, onvoorspelbaar en oncontroleerbaar. De Innovatie Systeem Analyse (ISA) werpt licht op dergelijke processen door het onderwerp op te delen in hanteerbare brokstukken. Door de verschillende systeemfuncties, in onderlinge samenhang, te onderzoeken wordt het vraagstuk stapsgewijs in kaart gebracht. De toegevoegde waarde van deze aanpak betaalt zich uit door structuur en overzicht te bieden. Dit werkt op diverse niveaus door, van het aanscherpen van onderlinge communicatie tot het ontwikkelen en monitoren van bedrijfsstrategieën en beleidsagenda's:

- taal: hebben we het over het zelfde?
- checklist: zijn we niet iets vergeten?
- organisatie: logische bundeling informatiestromen?
- conceptueel: begrijpen we wat nodig is?

- agenderen: zijn dit onze prioriteiten?
- actie: zijn dit de juiste handelingen?
- monitoren en evaluatie: zitten we (nog) op de goede weg?

Het belangrijkste inzicht uit de analyses tot nu toe is misschien wel dat samenwerking cruciaal is voor het doorbreken van innovatiebelemmeringen. Een koploper kan wel voor de troepen uitlopen, maar als andere partijen (partners, concurrenten) niets zien in een innovatie, zullen alle individuele successen weinig impact realiseren in de sector. Daar komt bij dat veel belemmeringen het gevolg zijn van bestaande cultuur, structuur en werkwijze in een sector.

Het succes van een innovatietraject is sterk afhankelijk van de wijze waarop overheden, marktpartijen, kennisinstituten en belangenorganisaties erin slagen om zich gezamenlijk te richten op het doorbreken van bestaande kaders. Alleen ga je sneller; samen kom je verder.

De samenwerking binnen dit Building Brains-project was zo bijzonder omdat het een samenwerking betrof tussen mensen van TNO en twee architectenbureaus. Op deze wijze heeft deze studie de wetenschap dichter bij de praktijk gebracht, en andersom.

REFERENTIES

Meer weten over Innovatie Systeem Analyse? Diepere inzichten opdoen over de kansen en belemmeringen van Bouw Informatie Modellen of financiële innovaties in de bouwsector? De volgende referenties bieden aanknopingspunten:

- M.P.Hekkert, R.A.A.Suurs, S.O.Negro, S.Kuhlmann and R.Smits (2007) Functions of Innovation Systems: a new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change* 74: 413-432.
- E. van Niekerk, C. Barreveld, R.A.A. Suurs, 2011. *Innovatie Systeem Analyse Bouw Informatie Modellen. Building Brains*; <http://www.buildingbrains.eu/>
- R.A.A. Suurs. *Motors of sustainable innovation. Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems.* 2009; <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2009-0318-201903/suurs.pdf>
- M. Urlings, R.A.A. Suurs, 2011. *Kansen en belemmeringen voor innovatieve financieringsvormen voor de transitie naar de energieneutrale bouw. Building Brains*; <http://www.buildingbrains.eu/>

Meer informatie: roald.suurs@tno.nl

DIGICONTROL ems2

Nieuw en nu leverbaar: de meest veelzijdige systeemoplossing voor Gebouwenmanagement en Gebouwenautomatisering

- Leverbaar met en zonder toetsenbord/display
- Degelijk Duits product
- Volledig WEBbased
- 24 data-punten

14x universele analoge/digitale ingangen

4x analoge uitgangen 0-10 Volt

6x digitale uitgangen 230VAC

- Uitbreidbaar met meerdere losse I/O modules

- Afmetingen slechts 6x16x9cm (hxbxd)

- Interfaces

2x CAN-Bus

1x LIN-Bus

1x Ethernet 10Mbit middels RJ45

- Toepasbaar in netwerk met andere DIGICONTROL regelapparatuur



Nettoprijs, compleet v.a. **€393,75**

Wie wil dat nu niet?

DIGICONTROL BENELUX B.V.®

DIGICONTROL Benelux B.V.

Watermanstraat 29a

7324 AJ Apeldoorn

T +31(0)55-368 05 30

F +31(0)55-368 05 31

**Create comfort,
Control energy.**



www.digicontrolbenelux.com