

# Bouwlogistieke innovaties weerbarstig te implementeren

Marcel W. Ludema, TU-Delft

Alexander M.R. de Vries, Hogeschool Rotterdam

## SAMENVATTING

Toelevering van bouwmaterialen aan bouwprojecten is complex en verregaande gesegregeerd. De bouwsector staat voor een kans te innoveren op het vlak van de bouwlogistiek. In het verleden is ervaring opgedaan met 'best-practices' die voldoende kansen bieden de noodzakelijk innovatie door te voeren. Via proeftuinen wordt in het TKI-project '4C in Bouwlogistiek' gewerkt aan het implementeren van de 'best-practices': bouwlogistiek hubs, bouwtickets, vandaag voor morgen, opstelstrips en mobiele voorraadcontainers. Ervaring leert dat cultuurverschillen tussen bouwkundigen en logistici, en gebrek aan meten en vastleggen van gegevens de implementatie bemoeilijken. Echte innovatie gaat mogelijk komen van bedrijven die logistiek geheel anders gaan doen. Voorbeelden van concepten die voor innovatie in bouwlogistiek kunnen zorgen zijn te vinden bij: IKEA, Toyota, Zara, Uber. Ook 3D-printing gaat de bouwlogistiek sterk beïnvloeden.

## Innovatie en samenwerking in bouwlogistiek bij bouwprojecten

De toelevering van bouwmaterialen aan bouwprojecten geschiedt via een complexe aansluiting van veel direct en indirect betrokken partijen. De verregaande segregatie in de bouw heeft van de hoofdaannemer een partij gemaakt die opdrachten binnen weet te halen maar het merendeel van de werkzaamheden uitbesteedt aan gespecialiseerde onderaannemers. Het netwerk van de bouw bestaat zodoende uit vele partijen die invloed

hebben op of randvoorwaarden stellen aan het bouwlogistieke proces, namelijk: opdrachtgever, hoofdaannemer, onderaannemers, toeleveranciers, logistieke dienstverleners, provinciale en gemeentelijke overheidsinstanties en omwonenden. Omdat bij elk bouwproces andere constellaties van partijen verantwoordelijk zijn voor het bouwproces en er beperkt sprake is van standaarden die door deze partijen worden gehanteerd is het lastig om eenduidige (standaard) afspraken op het gebied van logistiek in de keten te maken.

Praktijkgericht onderzoek in de bouw heeft geleerd dat de bouw relatief gezien achter loopt op het terrein van de logistiek in vergelijking tot andere sectoren. Er is wel steeds meer waardering voor de mogelijkheden van bouwlogistiek, maar breed op de agenda staat het nog lang niet overal (TNO, 2012). Aarzelend nemen bouwondernemingen logistici in dienst en wordt er meer nagedacht over een afgestemde toelevering. De druk vanuit de overheid om duurzamere bouwwerken neer te zetten en duurzamer te werken met als resultaat minder CO<sub>2</sub> uit te stoten wordt steeds groter. De bouwsector experimenteert daarom met bouwlogistiek, maar vooral ook om hiermee bouwprocessen te versnellen en met minder verspilling te laten verlopen. De meeste bouwbedrijven hebben met name uit het oogpunt van het voorkomen van verspillingen het onderwerp op de agenda staan en verkennen mogelijkheden om tot doeltreffende, doelmatige en meer duurzame inrichting van hun bouwprocessen te komen (Bankvall e.a., 2010). Voor een sector die één en al logistiek is zouden innovaties in de logistiek bij uitstek tot grote veranderingen kunnen leiden zoals dat in vele andere sectoren als automotive, geconditioneerde versketens en fashion wel heeft plaatsgevonden. De bouwsector kent vele 'locked-in' situaties die het in- en doorvoeren van innovaties bemoeilijken. Innovaties komen stapsgewijs tot stand en laten ruimte voor werkwijzen van nieuwe partijen die logistiek in de bouw geheel anders willen benaderen.

De meeste innovaties komen tot stand omdat een partij mogelijkheden ziet zich te differentiëren van anderen om zo op een andere wijze te concurreren. In de bouwsector spelen de meeste partijen echter dezelfde wedstrijd, waarin vooral op kosten wordt geconcurrereerd. De inschrijver met de laagste prijs krijgt het werk en dat kun je als hoofdaannemer alleen maar voor elkaar krijgen als je bij het binnenhalen van de opdracht ook de laagste prijs bedingt bij onderaannemers en vervolgens bij onder-onderaannemers en toeleveranciers. Hierdoor mag weinig flexibiliteit worden verwacht van bijvoorbeeld toeleveranciers en is het meedenken naar betere oplossingen ver te zoeken. Daarnaast wijzigen om diverse redenen bouwplannen veelvuldig, wat een direct effect heeft op de hele bouwketen. Niet vasthouden aan goed uitgewerkte bouwplanning en het toelaten van wijzigingen leidt er toe dat er allerlei buffers worden ingebouwd zowel in voorraden als in tijd benodigde voor het uitvoeren van activiteiten. De buffers verloochenen de werkelijke knelpunten. Dit verschijnsel staat bekend als 'critical chain' (Goldratt, 1997).

Slechts de grotere en daarmee machtigere partijen of partijen die unieke producten produceren en leveren durven met eigen voorstellen te komen en dwingen soms innovaties af. Ook opdrachtgevers kunnen innovatie afdwingen, bijvoorbeeld door eisen te stellen aan de duurzaamheid van het bouwwerk en het werk via EMVI-criteria (Economisch Meest Voordelige Inschrijving) uit te besteden, waarbij een werk niet alleen op kosten afdoende moet scoren. Dat lijkt nobel maar leidt ook onvoldoende tot de gewenste effecten (Van Deurzen, 2015). Een innovatie kan ook afgedwongen worden door de adviseur van de opdrachtgever, bijvoorbeeld de architect die een bepaalde vormgeving wil waarvoor tijdens het bouwproces de nodige innovaties moeten worden doorgevoerd. Ook worden door de opdrachtgever of de overheid eisen gesteld ten aanzien van de omgeving, zoals ten aanzien van de leefbaarheid, veiligheid en bereikbaarheid voor de omgeving tijdens de bouw. Andere vormen van innovatie komen we tegen bij de contract- en samenwerkingsvormen. Was in het verleden de hoofdaannemer vooral de bouwer is er nu ook een andere rol deze partij mogelijk leidend tot contracten waarin de hoofdaannemer ook de verantwoordelijkheid houdt om na de bouw ook beheer en onderhoud voor zijn rekening te nemen. Hierdoor biedt en selecteert de bouwer niet alleen op basis van de laagste prijs, maar is het bouwproces, in samenwerking met onderaannemers en toeleveranciers gericht op de laagste 'total cost of ownership'.

### **Ervaringen uit praktijkgericht onderzoek**

In het kader van het Platform Logistiek in de Bouw is vanaf 2011 door Hogeschool Rotterdam veel onderzoek uitgevoerd naar het verbeteren van de bouwlogistiek bij binnenstedelijk bouwen (De Vries & Ludema, 2014). Dit SIA RAAK MKB onderzoek heeft geleid tot een groot aantal 'best-practice' alternatieven waarmee de bouwlogistiek kan worden verbeterd (Merrienboer, 2013), waaronder: (1) De bouwlogistiek hub bijvoorbeeld aan de rand van de stad of in de omgeving van een aantal steden waarna de last-mile naar de bouwplaats door een (onafhankelijke) logistieke dienstverlener wordt uitgevoerd daar waar gewenst met transportmiddelen die geen of verminderde uitstoot hebben. (2) Een opstelstrook is een plek in de buurt van de bouwplaats waar een toeleverancier tijdelijk kan wachten tot het moment dat deze kan worden afgeleverd. Deze oplossing kan goed worden gecombineerd met een bouwticket. (3) Een (dynamisch) bouwticket betreft een afspraak tussen de toeleverancier en de bouwondernemer om bepaalde goederen op een exact tijdstip af te leveren, dat wil zeggen vaak direct onder de torenkraan en afgestemd op de bouwplanning. Het voordeel is dat zo overslag en kortdurende opslag op de bouwplaats kan worden vermeden. (4) Vanavond voor morgen betreft een afspraak waarbij de toeleverancier (meestal in de avond na de spits indien afgesproken met de gemeente) de bouwmaterialen bij de bouwplaats komt afleveren en daar zo voorbereid dat de afwerkploeg de volgende dag direct kan starten of verder kan met de werkzaamheden. (5) Mobiele voorraad contai-

ner betreft het plaatsen van bepaalde voorbereide materialen of specifiek materieel in een container die dan of op de bouwplaats of op de plaats van verwerking wordt geplaatst. Een voorbeeld van zo'n oplossing is de afbouwbox, waarbij bij transporteurs bestellingen voor één bouwproject verzamelt en controleert en dit vervolgens naar de bouwplaats wordt gebracht, met als resultaat minder vervoersbeweging dan doorgaans het geval is.

Met name de bouwlogistieke hub wordt door veel partijen in de bouw gezien als goede oplossing voor de bestaande problemen. De bouwlogistieke hub lijdt tot een besparing in gereden kilometers, een betere bezettingsgraad en daarmee tot minder externe effecten. Levering vanuit de hub kan plaatsvinden op basis van de dagelijkse behoefte op de bouwplaats waardoor er geen voorraad op de bouwplaats aanwezig is en het materiaal geleverd kan worden op de plek van verwerking. Dit laatste zorgt voor een betere productiviteit van bouwplaatsmedewerkers en minder verlies van producten op de bouwplaats. Naast oplossingen voor bouw materiaal heeft het onderzoek uitgewezen dat veel transportbewegingen door personeel wordt uitgevoerd, dit kan worden verminderd door op de hub een P&R met een shuttle dienst op te zetten en er voor te zorgen dat bouwvakkers hun materieel op een beveiligde plek op de bouwlocatie kunnen opslaan. In een aantal workshops in het kader van het SIA RAAK MKB onderzoek is specifiek gesproken over het inrichten van een hub. Uit sessies met toeleveranciers, transportondernemingen en bouwondernemingen werden de tegenstrijdige belangen van de verschillende betrokkenen duidelijk. In gevallen die bekend zijn waar een hub wordt gebruikt voor de aanlevering van een bouwplaats betaalt de hoofdaannemer als verantwoordelijke voor het bouwproces voor zo'n oplossing, echter profiteert ook de omgeving van een dergelijke oplossing door vermindering van hinder tijdens het bouwen. Ook zullen toeleveranciers profiteren omdat het afleveren aan een hub doorgaans eenvoudiger, sneller en goedkoper zal zijn dan aflevering aan de bouwplaats. Wat het precieze effect van een hub op de bedrijven in de bouw en de omgeving heeft is echter niet bekend. De meningen over de verdeling van opbrengsten en kosten voor deze oplossing zijn daarom verdeeld. Alleen als inzicht is in dergelijke variabelen kunnen de besparingen direct door de bouwondernemer worden verzilverd en worden geïnvesteerd in bouwlogistieke oplossingen.

12

### **Logistieke innovaties in andere sectoren en toepassingsmogelijkheden in de bouw**

Binnen de topsector logistiek is een aantal thema's of roadmaps opgesteld die Nederland als land van logistieke innovaties verder moeten brengen. De meeste toepassingen van deze roadmaps zijn vooralsnog niet in de bouwsector te vinden, terwijl deze mogelijk wel kunnen bijdragen aan het verminderen of oplossen van de problemen die de bouwsector kent. De meeste voor de bouwsector relevante roadmaps zijn: synchronodaliteit, informa-

tiemanagement, cross-chain control towers en service logistiek. Deze roadmaps worden hieronder kort besproken.

Synchromodaliteit betreft het slim inzetten van verschillende vervoersmodaliteiten om de beschikbare capaciteit zo goed mogelijk te benutten. De aanleiding voor het toepassen van dit concept is dat veel transportcapaciteit onbenut blijft terwijl als vraag en aanbod beter op elkaar worden afgestemd de beschikbare capaciteit kan worden ingezet. In de bouw kan dit principe worden ingezet om meer gebruikt maken van bijvoorbeeld het toepassing van transport over water in combinatie met wegtransport in zowel de traditionele vorm als met behulp van voertuigen met verminderde milieubelasting (elektrisch). Een slim informatiesysteem en de nodige coördinatie tussen participerende partijen is dan de voorwaarde. Bouwondernemers en toeleveranciers kunnen de planning en capaciteit afstemmen en zo de beste combinatie van oplossingen kiezen.

Service logistiek betreft het al bij het ontwerp en aanschaf van duurzame kapitaalgoederen rekening houden met beheer en onderhoud van deze kapitaalgoederen. Vervolgens gaat service logistiek over de wijze waarop beheer en onderhoud tijdens de gebruikperiode en is vooral de bevoorrading van reserve en reparatiemateriaal een aspect van aandacht. In de bouw is er aandacht voor onderhoudsvriendelijk bouwen en ook steeds meer is er sprake van gecombineerde contracten waarin de bouwer of projectontwikkelaar ook verantwoordelijk is voor het beheer en onderhoud. Breed doorgevoerd is service logistiek in de bouw evenwel nog niet zeker niet daar waar het gaat om de aandacht op de laagste inschrijving.

Cross-chain control towers betreft een coördinatiecentrum waarin logistieke processen worden afgestemd. Een onderdeel daarvan kan zijn de keuze voor synchromodaal handelen. In het geval van cross-chain worden zowel de de traditioneel verticale (in de logistieke keten) processen alsook de horizontale processen gecoördineerd. Het aantal afstemmingsmogelijkheden groeit hierdoor aanzienlijk. Voor de bouw is verticale afstemming al een probleem. Gebruik van de bouwticket en transparant en toegankelijk maken van de bouwplanning aan onderaannemers en toeleveranciers kan dit verbeteren. In het geval van cross-chain kunnen verschillende toeleveranciers die bijvoorbeeld aan verschillende bouwprojecten leveren processen en capaciteiten op elkaar afstemmen, maar ook kunnen bouwondernemingen de logistieke stromen van verschillende projecten die zij in dezelfde stad doen op elkaar afstemmen. Ook kunnen bouwers met concurrenten processen en capaciteiten voor projecten in dezelfde stad op elkaar afstemmen, dit is voor de bouw evenwel nog science fiction.

De vraag kan worden gesteld of Cross-chain control towers wel haalbaar zijn in de bouwwereld op de wijze waarop zij nu is georganiseerd. De verticale samenwerking staat nog in de kinderschoenen en horizontale samenwerking zelfs binnen grote bouwondernemingen is nog verre van realiteit. En wie is er dan aan zet om de verticale en horizontale ketens te gaan controleren, hoe wordt de daarvoor benodigde informatie uitgewisseld en wat voor informatiesystemen moeten daarvoor worden ingezet? Als laatste is volstrekt onduidelijk onder welke voorwaarden partijen informatie met anderen willen delen. In dezelfde keten is dat al lastig, laat staan het delen van informatie in andere ketens.

Informatiemanagement voor de bouwsector betekent dat de informatiestromen tussen bouwpartijen afgestemd wordt op de behoefte van de partijen. Deze stromen moeten worden geacommodeerd met adequate informatiesystemen. Door middel van geïntegreerde gegevens kunnen de werkprocessen in bouwprojecten tussen toeleveranciers, onderaannemers en hoofdaannemer beter op elkaar worden afgestemd. Hiervoor is het van belang dat planningen, uitvoeringstaken, materieelplanningen, digitale ontwerpbeschrijvingen, projectfinanciën en bijstellingen met elkaar worden gedeeld (Viljamaa & Peltomaa, 2013). In de bouw is vrij ver met BIM (Bouw Informatie Model) waarin gegevens over bouwmaterialen zijn opgeslagen en ontwerpers met een druk op de knop bouwmaterialen kunnen selecteren waarna de daarmee samenhangende gegevens in de bouwketen kunnen worden gedeeld. BIM zou in de keten kunnen worden gekoppeld aan de ERP van fabrikanten en aan de WMS van de groothandel alsmede aan het TMS van de vervoerder, dat is evenwel nog verre van een normale praktijk. BIM wordt vooral in de ontwerp- en werkvoorbereidingsfase van bouwprojecten gebruikt. Het wordt zelden in de uitvoeringsfase alsmede in de beheer en onderhoudsfase gebruikt en bevat nog geen logistieke informatie. Informatie over gewicht, hoedanigheid en afmetingen kunnen evenwel eenvoudig worden vertaald naar de daarvoor benodigde vervoerscapaciteit en routing als er ook koppelingen met een GIS zijn. Toepassen van bar-coding, RFID en sensortechnologie maken bouwlogistieke processen transparant en het toepassen van social media in de vorm van bouw-apps levert ongekende mogelijkheden voor informatiedeling.

14

### TKI 4C in Bouwlogistiek

Na het SIA RAAK MKB project zoals hierboven genoemd, heeft het platform Logistiek in de Bouw een vervolgpriject gestart. Dit project is gericht op de logistieke innovaties cross-chain control towers en informatiemanagement en wordt gefinancierd via een TKI (Topconsortium Kennis en Innovatie in Logistiek) regeling. In het TKI-project '4C in Bouwlogistiek', waarvan TNO de penvoerder is, wordt een aantal proeftuinen (experimenteer-omgevingen) ingericht om bouwlogistieke concepten de praktijk te testen. Het onderzoek is opgebouwd uit vier deelprojecten welke hieronder behandeld worden.

1. Referentiebibliotheek met best-practices: In dit deelonderzoek worden bouwprojecten in een aantal typologische kenmerken gecategoriseerd, waarbij voor elk typologisch kenmerk een typisch voorbeeldproject. De volgende typologische kenmerken zijn weergegeven: Type (woningbouw, utiliteitsbouw en infrastructurele werken); Omvang (groot, midden en klein); Hoogte (hoog, middel en laag); Industrialisatie (prefab, gemengd en traditioneel); Locatie (buiten stedelijk, aan de rand van de stad en binnenstedelijk); Contractvormen (bouwteam – traditionele aanbesteding); Logistiek ('engineer to order', 'make to order' en 'make to stock'). Deze aspecten worden geconfronteerd met de verschillende bouwlogistieke oplossingen uit het SIA-RAAK MKB onderzoek.
2. Relevante Key Performance Indicators (KPI's): In dit deelproject is samen met bouwondernemers en onderzoekers gezocht naar relevante vooral logistieke prestatie-indicatoren, en hoe deze gemeten moeten worden. In het TKI-project wordt onderscheid gemaakt tussen KPI's die bouwplaats gerelateerd zijn, omgeving gerelateerd en zuiver logistieke KPI's. De basis hiervoor waren de metrics uit de SCOR-systematiek (reliability, responsiveness, agility, assets en costs). Onder andere de beladingsgraad (capaciteit) is een indicator die meegenomen wordt. Hier zijn vervolgens een aantal milieu-gerichte indicatoren aan toegevoegd waaronder de CO2 uitstoot. Frappant is dat de meeste basale logistieke indicatoren in de bouw eigenlijk in het geheel niet worden gemeten. De aandacht gaat uit naar productiviteit en inzet van capaciteit (asset utilisation in de SCOR-methodiek).
3. Contouren voor een Bouwlogistiek Cross Chain Control Center (4C), een regiecentrum waar verschillende parallelle supply chains gecoördineerd en geregisseerd worden. Het betreft dan bundeling en aansturing van zowel de fysieke als de informatie stromen en het daarvoor benodigde gegevensmanagement. In dit deelproject zijn onder andere de processen weergegeven aan de hand van een threaddiagram uit de SCOR systematiek. Ook is op basis van deze procesbeschrijving bepaald welke informatie wordt uitgewisseld en wie voor deze uitwisseling verantwoordelijk is. Er is aangegeven wie de zender is en wie de ontvanger van deze informatie, wat de trigger is voor het starten van deze informatie-uitwisseling en waar zij wordt opgeslagen. Belangrijke bron voor de informatiestromen is de voortschrijdende bouwplanning die dichter bij de uitvoering gedetailleerder is.
4. Evaluatiemodel: In dit deelproject worden de contouren van een evaluatiemodel opgesteld waarin de gegevens uit het referentiemodel als basis worden gebruikt om een zogenaamde base-case op te stellen. In deze base-case wordt de bouwlogistiek weer gegeven in een traditionele setting en wordt vervolgens gekeken wat het te verwachten effect zal zijn indien een aantal bouwlogistieke maatregelen worden getroffen. De rea-

lisatie van dit theoretisch haalbare resultaat wordt gedurende het project gemonitord en na afloop geëvalueerd. De bedoeling is dat de gegevens van het toepassen van het evaluatiemodel worden toegevoegd aan de referentiebibliotheek die daardoor steeds beter als referentiemodel kan worden gebruikt.

### **Proeftuinprojecten als middel om bewustwording te genereren**

Binnen '4C in Bouwlogistiek' is ervaren dat proeftuinprojecten, waarin pilots voor bouwlogistieke verbetering kunnen worden getoetst, bij uitstek een goed middel is om bewustwording te genereren omtrent de mogelijkheden die er zijn bouwlogistiek te implementeren. Uit de resultaten van de proeftuinen kunnen conclusies worden getrokken over de toegepaste logistieke vernieuwingen. Op het ogenblik worden binnen '4C in Bouwlogistiek' de volgende twee proeftuinen uitgevoerd: De Trip te Utrecht (hoofdaannemer Boele en Van Eesteren) en Hotel Amstel Kwartier te Amsterdam (hoofdaannemer JP van Eesteren). Binnen de proeftuinen worden open discussies gevoerd over mogelijke verbeteringen en worden voorstellen gedaan voor de implementatie hiervan. Door het voeren van discussies tussen disciplines (met name logistiek en bouwkundig) wordt via de proeftuinen een gezamenlijk beeld van de werkelijkheid opgebouwd. De logistieke onderzoekers bleken bijvoorbeeld de focus te leggen op de bevoorrading tot aan de poort en zo nodig naar de plek van verwerking en bouwkundigen kijken veelal de naar bouwplaats organisatie en mogelijkheden meer grip te krijgen op de voor een bouwwerk benodigde inzet van capaciteit. Ook hier zijn de nodige verbeteringen door te voeren en de hoofdaannemer heeft het gevoel dat zij daar de meeste besparingen kunnen behalen en daar ook meer direct gevolg aan kunnen geven. Ook is er een sprake van een verschil in het doel van het onderzoek voor de kennispartijen en de bedrijven in de proeftuinen. De ervaring leert dat het bij de twee proeftuinprojecten lastig is om de ambitie van het toetsen van nieuwe logistieke concepten in de praktijk invulling te geven. Dit komt vooral omdat de bouwprojecten al in ontwikkeling waren toen ze als proeftuin in het project werden opgenomen. Beter ware het direct bij het begin van een bouwproject een proeftuin in te richten.

De ervaring uit bovengenoemde onderzoeken is dat cijfers spreken en dat meten weten is, dat ligt voor de hand. Er wordt weinig gemeten in de bouw en dus kan men ook niet inzichtelijk maken wat de effecten zijn van maatregelen die bedoeld zijn de processen te verbeteren. Inzicht in de kosten en baten is dus veelal theoretisch van aard. Het implementeren van bouwlogistieke oplossingen is daarom lastig. In de vervolgfases van het '4C in bouwlogistiek' moeten de kosten en baten dan ook steeds duidelijk met elkaar worden gecommuniceerd, niet alleen voor de bouwer maar voor alle betrokken partijen. Om bouwlogistieke innovatie echt een kans te geven moeten ook andere stakeholders in de discussie worden



betrokken. De discussie over KPI's, de cross-chain control tower en de wijze waarop succesvolle implementie van bouwlogistieke oplossingen kan worden gemeten en gemonitord verschuift dan ook meer van on-site naar to-site.

## Discussie

Innovatie staat breed op de agenda in de bouw, maar vooral gedreven door noodzaak. De vraag dient zich aan of verbetering en innovaties in deze sector zelf gaan komen. De huidige werkwijze is zo 'locked-in' dat het lastig is grote stappen te maken. Kleine stapjes in de innovatie brengen natuurlijk heil: de bouwtijd kan omlaag, de kosten kunnen omlaag en de kwaliteit kan omhoog. Echte innovatie komt vaak door partijen die of niet uit de branche komen of die de spelregels veranderen, spelregels die in het verleden niet of zelden ter discussie werden gesteld en daar waar dat wel gebeurde dit werd vermeden door andere partijen. Dus wie kan dan wel het verschil maken en waar kunnen we die verwachten? Is dat dan ook de neergang van de grote dinosauriërs in de bouwsector en is er plek voor een nieuw soort bedrijven of kunnen de grote bedrijven in de bouwsector zich heruitvinden met behulp van innovatieve ideeën van nieuwe spelers? Kansen zijn er voor bedrijven die de bouwlogistiek als innovatie zien en de processen anders willen organiseren. Hieronder worden bedrijven aangehaald die hun supply chain (van strategie, via marketing, de vorm van organisatie en keuzen in de logistiek) anders hebben ingericht die mogelijk ook een toepassing in de bouwsector zouden kennen.

1. Ikea ([www.ideabox.us/models/aktiv](http://www.ideabox.us/models/aktiv)); Het grote voorbeeld in woninginrichting die met standaarden goedkope producten weet neer te zetten. IKEA heeft in samenwerking met een ontwerpbureau een modulaire prefab woning ontwikkeld. Het gaat hier dus om een bouw pakket dat door de eigenaar of een aannemer kan worden neergezet en waarbij via de bijgeleverde instructies geen discussies en veranderingen tijdens het bouwproces meer plaatsvinden. Binnen het concept ook de logistiek van de toelevering afgestemd. Het IKEA concept kan dus ook in de bouw. Het wachten is op consortia die dit omarmen om sneller, goedkoper en logistiek vriendelijker gaan bouwen.
2. Zara; Deze retailer in fashion weet haar collectie elke 6 weken modegericht te vernieuwen, zonder uitverkoop. Zij kopen grootschalig stof in vooral Azië en hebben productie en bewerking hiervan in Europa georganiseerd. In de bouw zou dit kunnen door met een set standaard producten die voor elk gebouw als standaard worden bestempeld op grote schaal te fabriceren en in te kopen en de laatste stap meer klantspecifiek in te richten. Wellicht is het mogelijk een groter deel van de afbouw als standaard te zien. Dit levert een betere beheersing van de bouwlogistiek op.

3. Toyota; Deze onderneming is bekend van lean, JIT en Target Costing. De druk om alleen waarde toevoegende activiteiten uit te voeren en de rest te vermijden heeft de focus gelegd op Just-in-Time bouwen waarin het aantal te assembleren onderdelen die geprefabriceerd worden aangeleverd zo te beperken dat de vraag naar een bepaalde klantspecifieke auto in korte tijd kan worden gefabriceerd. Toeleveranciers zijn door standaarden volledig uitwisselbaar. De afspraken zijn vooral gemaakt op de interfaces en de prestaties van de componenten. De prijs die de consument wil betalen is het startpunt daar moet het voor worden gemaakt en die verantwoordelijkheid wordt doorgeleid naar de toeleveranciers via target-costing. De werkwijze kan ook in de bouw worden gerealiseerd als de grotere bouwbedrijven hierover afspraken gaan maken. Eerder is het wachten op een consortium van ondernemers die samen een geheel product kunnen ontwikkelen en tegen een lagere prijs bouwwerken voor specifieke klanten bouwen.
4. Uber; men is vol van deze onderneming die in de taxi-branche een snelle groei doormaakt vooral door het wijzigen van de spelregels. Zij bundelen door slim informatiemanagement vraag en aanbod. Airbnb doet iets soortgelijks in het verhandelen van tijdelijke woningcapaciteit. In de bouw zou dit concept kunnen worden toegepast door de capaciteit van de betrokken stakeholders in een bouwketen aaneen te rijgen. Er wordt een compleet dus in detail uitgewerkt bouwplan gemaakt voor een bouwwerk inclusief bouwplanning en bouwlogistiek en alle betrokken partijen kunnen daarop inschrijven. Als alle inschrijvingen compleet zijn worden deze gecontracteerd en worden het project uitgevoerd zoals gepland. Niets wordt aan het toeval overgelaten er wordt uitgevoerd als gepland.
5. 3D-printing; het printen van gebouwen is in een experimentele fase. In de toekomst wordt het mogelijk om uit een bibliotheek een gebouw (of deel hiervan) te selecteren waarvan de productie wordt overgelaten aan een arsenaal 3D-printers. Bouwonderdelen kunnen op de bouwplaats maar meer waarschijnlijk ook voor een deel in een speciale fabriek worden geprint en dan vervolgens naar de bouwplaats worden getransporteerd. Bouwlogistiek is dan het brengen van ruwe materialen naar de printlocaties en leveren van componenten naar de bouwplaats. Deze werkwijze kan prima worden gecombineerd met andere hierboven beschreven werkwijzen.

Of het deze kant op gaat en wanneer dat gaat gebeuren in de bouwsector valt niet te zeggen. Gezien het trage tempo waarin bouwlogistieke innovaties hun weg vinden in de bouwsector is dit wel een kans voor ondernemers die het anders willen gaan doen.

## Referenties

- Bankvall, L., L.E. Bygballe, A. Dubois & M. Jahre, (Bankvall e.a., 2010); Interdependence in supply chain projects: A review using meta-triangulation, *Construction Innovation*, pp. 159-177, 2010.
- Deurzen M. van, (Deurzen, 2015); Met emvi zijn we te ver doorgeschoten, *Cobouw*, 30 januari 2015.
- Goldratt, E.M., (Goldratt, 1997); *Critical Chain*, Great Barrington, MA: The North River Press, 1997.
- Merrienboer, S. van, (Merrienboer, 2013); *Best Practices in Bouwlogistiek*, TNO, Delft 2013.
- TNO (TNO, 2012), *Bouwlogistiek: Cruciaal in efficiënt en duurzaam bouwen*, TNO, 2012.
- Viljamaa, A. & I. Peltomaa, (Viljama & Peltomaa, 2013); Intensified construction process control using information integration, *Automation in construction*, pp. 105-125, 2013.
- Vries, A.M.R. de & M.W. Ludema, (De Vries & Ludema, 2014); *Eindrapport Sia-Raak MKB, Duurzame ketensamenwerking bij binnenstedelijke bouwprojecten*, Hogeschool Rotterdam, Rotterdam, 2014.

Dit artikel is gepresenteerd op de Vervoerslogistieke Werkdagen gehouden in Breda 26 & 27 november 2015