



**De oogst van  
dit boek**

**17**

## Bevindingen en verbanden

*Hoofdstuk een* staat in het teken van de vraag: 'wat zeggen economen over crisis en innovatie?' Grondlegger van het denken over radicale veranderingen in de economie is Joseph Schumpeter. In zijn visie ontwikkelt het kapitalisme zich via een proces van 'scheppende vernietiging' (*creative destruction*): structurele vernieuwing van binnenuit. De motor achter dat proces is de entrepreneur, de ondernemer die op zoek is naar nieuwe markten en hogere winsten. Innovatie is zijn gereedschap: vernieuwing door het maken van nieuwe combinaties (*neue Kombinationen*) van productiefactoren.

Schumpeters innovatieprocessen zijn de motor achter de 'lange golven' in de economie - Kondratieff-golven, ook wel 'techno-economische paradigma's' genoemd: sommige innovaties hebben dusdanig veel impact dat zij als industriële revoluties decennialang beeldbepalend zijn voor economie en samenleving. Momenteel komt de vijfde Kondratieff-golf tot wasdom: de informatiesamenleving met micro-elektronica en ICT als innovatie-aanjagers.

Die vernieuwingen voltrekken zich in de context van bestaande sociaaleconomische systemen, zoals het huidige dat is gebaseerd op fossiele brandstoffen, massaproductie en -consumptie. De bestaande economische en maatschappelijke ordening kraakt in haar voegen - zie de financiële crisis van de afgelopen jaren. Die crisis hangt samen met de gespannen relatie tussen financieel kapitaal en productiekapitaal. Pas als investeerders en ondernemers dezelfde toekomstverwachting hebben, raakt een economie uit het slop. Onderzoek van ABN AMRO in 2012 naar mogelijkheden om de bouw weer aan de gang te krijgen, doet vermoeden dat de sector dat punt begint te bereiken: BIM, lean en ketensamenwerking zijn daarbij sleutelfactoren.

Schaarste en vervuiling bieden kansen voor vernieuwing. Iedere golf heeft schaduwzijden: een economie en samenleving gebaseerd op fossiele brandstoffen heeft geleid tot een enorme CO<sub>2</sub>-uitstoot. Aangrijpingspunten en uitdagingen voor de nieuwe golf zijn schone energie en duurzaamheid.

*Hoofdstuk twee* beschrijft actuele trends en veranderingen in de sector van bouw en ruimte. De complexiteit is in tal van opzichten enorm toegenomen: er zijn meer spelers, er is concurrentie in ruimtegebruik, de relatie tussen overheid en burgers is veranderd, buitenlandse partijen betreden de markt, de overheid stoot taken af en heeft nieuwe contractvormen ontwikkeld waarin marktpartijen langjarig verantwoordelijk zijn voor beheer en onderhoud, het klimaat verandert en waterbeheer vraagt om drastische maatregelen in de ruimtelijke ordening.

Bovendien is het verdienmodel van de ruimtelijke ordening failliet. Dat model was gebaseerd op grondexploitatie en groei van het aantal woningen, kantoren en bedrijventerreinen. De crisis heeft die groei een halt toegevoerd. Ook demografische krimp speelt een rol want in een groeiend aantal gemeenten daalt het inwoneraantal. De nieuwe thema's zijn aandacht voor bestaande bouw, leegstand en transformatie. De vraag is wat het nieuwe verdienmodel van de ruimtelijke ordening wordt: is het denkbaar dat de Nederlandse spaartegoeden en pensioengelden die nu in het buitenland geïnvesteerd worden, aangewend worden voor binnenlandse ruimtelijke ontwikkeling en gebiedsexploitatie?

*Hoofdstuk drie en vier* gaan in op allerlei nieuwe begrippen die in de bouwsector rondzoemen: ketenintegratie en ketensamenwerking, *lean manufacturing* (slanke productie), BIM (bouwwerk-informatiemodel en bouw-informatiemanagement). Ieder productieproces en elke waardeketen bestaat uit een aaneenschakeling van activiteiten: van grondstoffen, via bewerking daarvan naar een eindproduct. Iedere tussenstap kost geld, dus hoe meer schakels, hoe hoger de prijs van het product. Daarnaast zijn er transactiekosten voor de inspanningen die nodig zijn om de overdracht tussen schakels goed te laten verlopen – communicatie tussen mensen, contracten, enzovoort. Veel productieprocessen in de bouw dateren uit een tijd waarin ICT niet bestond en kunnen met behulp daarvan herontworpen worden – businessproces re-engineering wordt dat genoemd: het opnieuw ontwerpen van waardeketens om voortbrengingskosten te verlagen. Daarnaast kunnen waardeketens bekeken worden vanuit het perspectief van verspilling: zijn er processtappen overbodig als het proces anders georganiseerd wordt? Dit denken is kort na de Tweede Wereldoorlog ontwikkeld bij automobielfabrikant Toyota en staat bekend als ‘slanke productie’ (*lean manufacturing*).

Ketensamenwerking en ketenintegratie zorgen voor kostenverlaging door het verbeteren van de overdracht tussen schakels en door het terugbrengen van het aantal schakels. Ook BIM verandert de sector ingrijpend. Informatietechnologie kan gebruikt worden om waardeketens te herontwerpen – bijvoorbeeld als gegevens slechts één keer hoeven te worden ingevoerd. Informatietechnologie kan ook gebruikt worden om informatie over een gebouw of gebied met partijen in een keten te delen. Naast BIM doet hier GIM (gebieds-informatiemodel) zijn intrede (hoofdstuk 4). In het kielzog van BIM en GIM doemt een nieuw vakgebied op: bouw-informatiemanagement.

In *hoofdstuk vijf* valt te lezen dat businessproces re-engineering en ‘slanke productie’ anders kijken impliceert naar voortbrengingsprocessen en waardeketens. Een voorbeeld is het concept ‘halftime’: kunnen werkzaamheden waar ervaring mee is opgedaan in minder tijd uitgevoerd worden? De mogelijkheden zijn legio, variërend van het bouwen van huizen tot het aanleggen en herinrichten van wegen, pleinen en rotondes. Voorwaarden: routines loslaten en creatief zijn.

*Hoofdstuk zes* gaat over het innovatieprogramma van Rijkswaterstaat. De crisis heeft de bouwsector ook aan de vraagzijde hard geraakt. Rijkswaterstaat staat voor complexe opgaven. Er ligt een grote vervangingsvraag voor de Nederlandse infrastructuur, klimaatveranderingen vragen om extra inspanningen op het gebied van waterveiligheid zijn de budgetten uiterst krap. Er zijn nieuwe, betere en goedkopere oplossingen nodig om die opgaven het hoofd te bieden. De uitdaging is ‘3x30’: innovaties die 30 procent besparen op levenscycluskosten, 30 procent winnen op functionaliteit, en 30 procent duurzamer en veiliger zijn. Om die doelstelling te realiseren, is een nieuwe werkwijze ontwikkeld: open innovatie.

*Hoofdstuk zeven en acht* bevatten talrijke praktijkvoorbeelden van vernieuwing die al plaats vindt. Aan het woord komen ondernemers en managers in de bouw- en utiliteitssector die hun voortbrengingsprocessen anders hebben georganiseerd en daardoor tegen veel lagere kosten kunnen werken en toch betere kwaliteit leveren.

Deze veranderingen markeren een breuk met de klassieke wijze van werken, die in deze hoofdstukken eerst wordt beschreven: een keten met veel schakels, hoge transactiekosten en veel dubbelwerk. In het voortbrengingsproces wordt gewerkt met 2D-tekeningen. In de overdracht tussen schakels kunnen daardoor interpretatieverschillen ontstaan die op de bouwplaats uitmonden in fouten en dus faalkosten.

Kenmerkend voor alle praktijkvoorbeelden is dat gebruikgemaakt wordt van een nieuwe informatiedrager, namelijk informatietechnologie in de vorm van software (zoals BIM, GIM, planningssoftware) en algoritmes (parametrisch ontwerpen). Kenmerkend is ook dat die informatiedragers gebruikt worden door meerdere partijen in de keten. Het effect daarvan is tweeledig: dubbelwerk (meerdere malen tekenen bijvoorbeeld) verdwijnt waardoor de voortbrengingskosten dalen. Daarnaast worden ook de transactiekosten lager doordat partijen eenzelfde informatiedrager gebruiken en misverstanden voorkomen worden. Kenmerkend is bovendien dat het gebruik van software en algoritmes het mogelijk maakt virtueel te ontwerpen en een bouwproces te simuleren alvorens feitelijk te bouwen. Fouten die voorheen pas op de bouwplaats zichtbaar werden, komen in een veel eerder stadium virtueel boven water en kunnen dan al ondervangen worden. Besparingen in de orde van grootte van 15 procent van de bouwsom zijn daarbij niet denkbeeldig

Wat de cases ook laten zien, is dat ondernemers kritisch naar hun eigen voortbrengingsproces kijken. De een vanuit het perspectief: 'welke schakels kan ik elimineren?' (businessproces re-engineering en ketenintegratie); een ander vanuit het perspectief: 'waar kan ik verspilling tegengaan?' ('slanke' productie); en een derde vanuit een combinatie van beide invalshoeken.

De golfbeweging in de economie wordt in deze cases zichtbaar. Naast bouwen (en beheren - zie hierna) ontwikkelt zich een nieuwe competentie van bouwbedrijven, namelijk het kunnen ontwikkelen, gebruiken en beheren van informatie. Door de introductie van nieuwe, integrale contracten en de bijbehorende beheersvorm (systeemgerichte contractbeheersing), wordt informatiemanagement als competentie zelfs minstens zo belangrijk als bouwen en beheren. Het op orde hebben van de informatiehuishouding rond een project bepaalt het moment waarop een opdrachtgever voor geleverde bouw- en beheerprestaties betaalt (hoofdstuk 8).

Naast het herontwerpen van het businessproces bevatten de cases ook voorbeelden van het herontwerpen van het businessmodel: op zoek naar nieuwe verdienmodellen. Ook hier komt de opmars van de informatiesamenleving tot uiting. De praktijkvoorbeelden in hoofdstuk 7 en 8 laten ook zien hoe bouw- en ontwikkelbedrijven - die begrippen zijn aan vernieuwing toe - zich inmiddels ook bezighouden met softwareontwikkeling en soms -verkoop. Andere voorbeelden brengen partijen in beeld die hun geld helemaal niet verdienen met

bouwen of beheren maar zuiver en alleen met het ontwikkelen, verkopen en beheren van bouw-informatie en het faciliteren van communicatie tussen partijen in een bouw- of beheerketen.

De geïnterviewden in deze hoofdstukken vertellen hoe bouwbedrijven hun voortbrengingsproces ook veranderen door industrialisering. Ze maken veel meer gebruik van geprefabriceerde componenten, ook wel 'legolisering' genoemd (zie hoofdstuk 2). Het concept File2Factory sluit daar op aan: het naadloos integreren van de keten door bij het ontwerpen rekening te houden met de informatie die nodig is om computergestuurde productieapparatuur en het logistieke proces aan te sturen. Door deze ontwikkelingen zullen toeleverende bedrijven in de toekomst een veel belangrijkere rol in (vernieuwing van) het bouwproces gaan spelen.

Het gebruik van BIM, zo onderstrepen de cases, stimuleert de aandacht voor duurzaamheid. Stichtingskosten (de kosten die gemoeid zijn met het ontwerp en de bouw van een object) en onderhouds- en beheerkosten zijn altijd gescheiden geweest. Bij het ontwerp van een gebouwbeheer werd geen rekening gehouden met de kosten van beheer- en onderhoud. Echter, met behulp van BIM (voor infrastructuur: *systems engineering* en COINS) kunnen ontwerp, bouw en beheer en onderhoud van objecten geïntegreerd worden tot een levenscyclusbenadering. Zo wordt het via virtueel ontwerpen mogelijk om het effect van het gebruik van verschillende materialen op bijvoorbeeld het energieverbruik van een gebouw te simuleren en berekenen.

Digitale bouw- en gebiedsmodellen zijn instrumenten waarmee disciplines die traditioneel aan het einde van de keten zitten – denk aan installatietechniek en assetmanagement in bouw en infrastructuur en aan omgevingsdisciplines in gebiedsontwikkeling – van meet af aan betrokken kunnen worden bij een project. Functionele specificaties, gebruik en gebruikers treden steeds meer op de voorgrond. Die ontwikkeling zal de ordening in de sector veranderen. Opmerkelijk is dat die ontwikkeling gefaciliteerd wordt door diezelfde digitale bouw- en gebiedsmodellen. Die stellen professionals in staat om complexiteit te managen en multi- en interdisciplinair te werken – een must vanwege de toenemende complexiteit van ruimtelijke vraagstukken (hoofdstuk 2). Uit de voorbeelden blijkt dat alle bij gebiedsontwikkeling betrokken disciplines en partijen, bewoners en andere gebruikers inclusief, hierin kunnen participeren. Ook laat een voorbeeld zien dat de kennis van deskundigen zoals architecten en constructeurs ook in software te vangen is – opdat burgers hun eigen huis kunnen ontwerpen.

*Hoofdstuk negen* beschrijft een ontwikkeling die samenhangt met het verschuiven van de focus op nieuwbouw en groei naar bestaande bouw, namelijk assetmanagement. Dit is het beheren van de eigendommen van een organisatie vanuit het perspectief van levensduurkosten en strategische bedrijfsdoelstellingen. Assetmanagement wordt de cruciale competentie nu allerwege blijkt dat de levensduurkosten de aanvankelijke investering verre overtreffen en BIM een uitstekend instrument vormt om juist in de beheersfase grote besparingen te realiseren. Uit de cases in dit hoofdstuk blijkt dat bedrijven verwachten 15 à 20 procent te kunnen besparen op kosten van onderhoud en beheer – zonder te

bezuinigen, alleen door gebruik te maken van BIM voor de bestaande woningvoorraad.

*Hoofdstuk tien* is een pleidooi voor transformatie en herbestemming in plaats van nieuwbouw. In ieder dorp en in iedere stad staan winkels leeg en het aantal leegstaande kantoren is enorm. Het klassieke verdienmodel van de ruimtelijke ordening (gestoeld op grondexploitatie en groei) is failliet. Een nieuw verdienmodel?: functiecombinaties tezamen met duurzaamheid.

Het combineren van functies is een verdienmodel dat gebaseerd is op het bij elkaar brengen van gebruik dat eerst gescheiden was. Vastgoed, energie en huur bijvoorbeeld, of onderwijs en zorg. Bij functiecombinaties is sprake van een 'gemengd verdienmodel': een plein dat tegelijkertijd dient voor waterberging of een dak dat energie opwekt - combinaties die elkaar op een natuurlijke manier versterken én wederzijds voordeel opleveren. Zo dalen voor beide partijen de kosten en ontstaat een vliegwiel (multiplier of vermenigvuldiger): functiecombinaties brengen als het ware vanzelf meer op, en genereren besparingen en meer maatschappelijk rendement. In dit hoofdstuk wordt dat geïllustreerd met talrijke voorbeelden.

In een wereld die gedifferentieerd is, creëert integratie van functies waarde doordat middelen meervoudig aangewend worden en afval ook voedsel kan zijn.\* Functiecombinaties als concept behelst een paradigmawisseling en vraagt om het oversteken van sectorale grenzen, om het leggen van dwarsverbanden en om samenwerken.

\* Braungart en McDonough 2007 (2002), *Cradle to cradle. Afval is voedsel*.

In *hoofdstuk elf* is het thema eveneens transformatie en herbestemming maar hier op gebiedsniveau. De paradigmawisselingen op het terrein van planologie en gebiedsontwikkeling vragen om nieuwe verdienmodellen. Belangrijke begrippen zijn *value engineering* (hoe creëer je waarde door het combineren van kansen?) en *value capturing* (hoe zorg je ervoor dat die waarde ook in het gebied blijft?). Met dat laatste verschuift de focus naar duurzame gebiedsontwikkeling: welke verdienmodellen zijn denkbaar waarvan de winst in het gebied neerslaat en waardoor continuïteit in de ontwikkeling gewaarborgd wordt?

In dit hoofdstuk illustreren diverse voorbeelden vier nieuwe verdienmodellen: gebiedsconcessies; crowdfunding (de kracht van de menigte); waardestromen (zoals bij functiecombinaties); en verdienmodellen die geënt op nieuwe vormen van bestuur en besturing (governance). Waardecreatie en *value capturing* beginnen met investeren in eigen land. Een verdienmodel is bijvoorbeeld het verduurzamen van de bestaande woningvoorraad door 'energieonafhankelijke' woningen te maken. Daardoor krijgt de bouwsector werk, behouden corporaties vastgoedwaarde en raken huurders verlost van een voortdurend stijgende energierekening. Een vliegwiel bij uitstek.

*Hoofdstuk twaalf* biedt een nieuw perspectief op onderwijs en innovatie in de bouwsector. Door vergrijzing en ontgroening (meer ouderen en minder jongeren) groeit in de Nederlandse samenleving de komende decennia de behoefte aan ingenieurs. Verhoging van de arbeidsproductiviteit door 'meer techniek' is de

enige mogelijkheid om beide trends het hoofd te bieden. Bovendien is techniek een cruciale factor voor economische groei, en technische kennis raakt steeds sneller verouderd. Om te voorkomen dat de ingenieurs de stap naar de technologie van morgen niet kunnen maken, is investeren in basiskennis nodig. Minder specialistische opleidingen en meer aandacht voor generieke kennis leveren breed georiënteerde ingenieurs op die maatschappelijke vraagstukken integraal benaderen.

Het perspectief op innovatie in de sector: innoveren in de keten – samen met ketenpartners waardeketens optimaliseren en kostprijzen verlagen. Om investeringen in vernieuwing lonend te maken, is schaalgrootte nodig en zijn concepten noodzakelijk die meervoudig toepasbaar zijn (bijvoorbeeld referentiemodellen, zie hoofdstuk 7 en 8). Ten tweede specialisatie: 'niet meer alles zelf willen doen'. Ten derde cultuur en vaardigheden: de bereidheid én de competenties om met partners in de keten samen te werken.

*Hoofdstuk dertien* geeft inspirerende voorbeelden. Issam El Absi, ervaringsdeskundige bij een bedrijf dat grote projecten in het Midden-Oosten uitvoert met behulp van BIM, beschrijft de competenties van de nieuwe ingenieur: vakmanschap gekoppeld aan multidisciplinair denken, flexibiliteit en sociale vaardigheden (zie ook hoofdstuk 8 en 12). Martin Fischer, hoogleraar civiele techniek aan de Universiteit van Stanford, beschrijft de uitdaging voor de komende jaren: BIM+: de koppeling tussen parametrisch modelleren en cloudcomputing (data dusdanig opslaan dat alle betrokkenen erbij kunnen) met als doel verdere optimalisering van het gebruik en de mogelijkheden van BIM. Geert Dewulf, hoogleraar Planning en Ontwikkeling aan de Universiteit Twente en hoofd van de onderzoeksgroep Construction Management and Engineering schetst het verschil tussen BIM in Amerika en in Nederland. Jos Lichtenberg, hoogleraar productontwikkeling aan de Technische Universiteit Eindhoven, beschrijft het concept 'slimbouwen'. Chris Zevenbergen, hoogleraar Unesco-IHE, schetst het verdienmodel van wonen op water. Juri Arent van Wassenauer beschrijft hoe faalkostenvrij gebouwd kan worden. Ook Pioneering komt aan bod: een initiatief voor vernieuwing en versterking van de bouwsector in Twente. Architect Alijd van Doorn schetst de potentie van duurzaamheid als procesinnovator. Tot slot wordt aandacht gevraagd voor een nieuwe technologische ontwikkeling, namelijk 3D-printing – de maakindustrie in eigen buurt, tuin of keuken (zie ook hoofdstuk 7).

*Hoofdstuk veertien* is geschreven voor lezers die enthousiast zijn geworden van de vele innovaties die de revue gepasseerd zijn en die zelf aan de slag willen. Innoveren kun je leren! Bij verschillende typen innovaties horen verschillende leerprocessen. Wat betekent dat voor innovatie- en veranderingsmanagement? Waar is weerstand te verwachten en waar niet? Innoveren is mensenwerk: vanuit sociaalpsychologisch perspectief is beschreven welke competenties en drijfveren nodig zijn om een pril idee uit te doen groeien naar een 'start-up' en 'booming business'. Hiervoor is strategisch humanresourcesmanagement een absolute voorwaarde. Praktijkvoorbeelden geven handvatten om te participeren in de vernieuwing van de sector: anders (leren) kijken, 'slanke productie' in een



organisatie implementeren, een methode voor het innoveren met ketenpartners en, het allerbelangrijkste, aandacht voor de 'zachte kant': de mensen en de cultuur in organisaties.

*Hoofdstuk vijftien* gaat over impact van ICT op de ruimtelijke omgeving: de opkomst van 'smart cities' met 'smart citizens'. ICT voor de bouw (BIM, GIS, VDC, enzovoort) verandert niet alleen het vak van ruimtelijk professionals – architecten, stedenbouwkundigen, civiel ingenieurs, constructeurs, installateurs, facility managers –, het verandert ook de ruimte en de beleving van het stedelijk openbaar gebied. De stad wordt een 'smart city', een 'social city' en een 'Wikicity'. Aan het roer staan 'smart citizens': slimme burgers die de ruimte op volkomen nieuwe wijzen gebruiken door slim gebruik te maken van mobiele technologie.

Samen innoveren in de keten is het nieuwe model voor de bouwsector (hoofdstuk 12). Om investeren in innoveren lonend te maken moeten marktpartijen in een vroeg stadium kunnen anticiperen op de strategische agenda van grote opdrachtgevers.

In *hoofdstuk zestien* wordt aan die wens tegemoetgekomen: Rijkswaterstaat, de grootste opdrachtgever in ruimtelijk Nederland, beschrijft zijn innovatieopgave voor de periode 2015-2025. Er zijn vier aandachtsgebieden geformuleerd: instandhouding en realisatie van de infrastructuur; netwerkmanagement; leefomgeving en duurzame groei en informatievoorziening. Rode draad door alle thema's: nieuwe verdienmodellen door het slim combineren van functies en mogelijkheden; de mogelijkheden van ICT; virtueel bouwen en vergaande procesinnovaties om complexiteit te kunnen beheersen; en de transitie naar een duurzame en circulaire economie (*biobased economy*).

## 'Gevonden voorwerpen'

Hieronder een etalage aan fragmenten uit voorgaande hoofdstukken die de bevindingen illustreren.

**'Een informatiemodel bedient alle partijen en is daarmee een middel om de productieketen te optimaliseren en faal- en transactiekosten te verlagen. Op een jaarlijkse bouwomzet van 55 miljard euro en een geschatte omvang van tien procent aan faalkosten wordt een enorm besparingspotentieel zichtbaar.'**  
(*hoofdstuk 4*)

**'Bouwbedrijf Hollandsche Beton Groep (HBG) heeft samen met TNO een pilot-project uitgevoerd volgens het principe van halftime. Het ging om de bouw van rijtjeshuizen. Door zaken anders en vooral slimmer te organiseren bleek het bouwproject in plaats van 120 dagen per woning nog maar 45 dagen te kosten. Een tijdswinst van ruim 60 procent!'** (*hoofdstuk 5*)

**'Het concept halftime werd meer dan tien jaar geleden geïntroduceerd maar wordt nog steeds maar mondjesmaat toegepast. Waarom vindt een concept dat in woningbouw tot 50 procent besparingen kan leiden zo slecht ingang? Diezelfde vraag geldt voor infrastructuur: de ervaringen van Gemeentewerken Rotterdam leren dat besparingen van 20 tot 30 procent mogelijk zijn.'** (hoofdstuk 5)

**'Waar het ons om ging was ons eigen werk beter doen. Sneller werken, niet steeds lijntjes tekenen maar virtueel bouwen, ontwerpwijzigingen doorvoeren zonder dingen te vergeten. [...] Daarna kwamen we erachter dat BIM ook te maken heeft met effectiviteit. Met BIM kunnen we continu controleren of we aan het programma van eisen voldoen.'** (hoofdstuk 7)

**'De tijd is rijp voor een ander ontwerpproces. De klassieke manier van werken is een vechtmiddel - partijen worden geselecteerd op laagste prijs, iedereen knijpt elkaar uit en iedereen vecht voor zijn centen. Dat komt de kwaliteit niet ten goede.'** (hoofdstuk 7)

**'Meerwerk - een klassiek fenomeen in de bouw - bestaat in onze manier van werken niet. [...] Harde cijfers heb ik niet maar ik schat dat we met deze manier van werken tussen de 10 en 25 procent op de aanneemsom voor het installatiedeel van bouwprojecten kunnen besparen.'** (hoofdstuk 7)

**'Met 3D-werken kunnen we van meet af aan aandacht geven aan duurzaamheid en levensduurkosten. Duurzaamheid en energiegebruik worden steeds belangrijker - en daarmee installatietechniek. De gevoelswaarde van een gebouw wordt voor een belangrijk deel bepaald door de wijze waarop de installaties uitgevoerd zijn. Als je naar een duurzaam pand wil, moet je anders gaan werken. Dan moet je gaan spelen met gevels, met dakoppervlak, met de vorm van een gebouw.'** (hoofdstuk 7)

**'Ik schat dat we 5 à 10 procent goedkoper werken dan vroeger én een veel beter product leveren.'** (hoofdstuk 7)

**'Onze ambitie was halvering van de bouwtijd, nul opleverpunten en een kostenreductie van 15 procent. Dat hebben we gehaald.'** (hoofdstuk 7)

**'Virtueel bouwen is ketensamenwerking en volgens ons is dat lean en BIM samen.'** (hoofdstuk 7)

**'Traditioneel vergt het bouwen van een woning 250 dagen, nu 100. Bij een koopsom van 500.000 euro en een rentepercentage van vijf procent kost dat de klant maar 12.500 euro in plaats van 31.250 euro. Bij een belastingaftrek van 50 procent kost gangbaar bouwen dus 9375 euro meer aan rente voor de klant tijdens de bouwperiode. Op een koopsom van 500.000 euro scheelt dat bijna twee procent. Alleen door anders te organiseren.'** (hoofdstuk 7)

**‘Voor een contract van een dertig jaar omvattend ontwerp, realisatie, onderhoud en beheer zitten de kosten niet in de bouw maar in het onderhoud en beheer. Een kwartier minder schoonmaaktijd per dag betekent 90 uur minder schoonmaaktijd per jaar. Over een contractperiode van 30 jaar is dat 2700 uur. Uitgaande van een salaris van 30 euro per uur betekent dat een exploitatieverschil van 81.000 euro. Wat als dat kwartier een uur wordt, puur door te luisteren naar de mensen die het werk doen en slim te ontwerpen? Dan praten we over een bedrag van ruim 320.000 euro.’ (hoofdstuk 7)**

**‘Door te werken met referentieprojecten valt veel geld te besparen. Bij het ontwerpen van een ziekenhuis liepen we vast in het precies specificeren van de afspraken. Een referentiemodel bood uitkomst: welk ziekenhuis representeert wat jullie voor ogen staat? Zonder referentiemodel hadden we nog drie maanden door kunnen praten en ontwerpen. Bij een team van twaalf mensen à raison van zo’n 3000 euro per persoon is dat 36.000 euro per week. Totaal aan extra kosten: 432.000 euro. En dan hebben we het nog niet over juridische kosten om het allemaal in contracten te specificeren.’ (hoofdstuk 7)**

**‘Doordat alles volledig gepre-engineered is, kun je sneller en beter bouwen, zijn de proceskosten en de faalkosten geminimaliseerd en is de klant veel goedkoper uit: een besparing van circa 30 procent vergeleken met bouwen zonder digitaal bouwmodel.’ (hoofdstuk 7)**

**‘Sommige risico’s zijn zo enorm dat niemand zich die kan veroorloven. Dat moet je als architect en ontwerpteam kunnen onderkennen. Een brandveiligheidsplan van een ziekenhuis is een complexe opgave. Stel dat het ontwerpproces achter de rug is en een toetsingsambtenaar van de gemeente keurt het ontwerp af... Denkbaar is dat het ziekenhuis dan pas een halfjaar later open kan of dat de brandinstallaties opnieuw ontworpen moeten worden. Dat zijn risico’s die je je niet kunt veroorloven. Dus hebben we bij het ontwerp van het ziekenhuis de toetsers van de gemeente van meet af aan betrokken. Zij keken mee in ons BIM, stuurden mee in het ontwerpproces en gaven aan wat volgens het bouwbesluit wel en niet goed was.’ (hoofdstuk 7)**

**‘In de huidige markt moet de prijs van een nieuwbouwhuis omlaag, we moeten goedkoper aanbieden dan vroeger. Dat kan. We werken nu zo’n 10 tot 15 procent goedkoper. Dat zal verder stijgen: veel dingen doen we nu voor de eerste keer. Iedere volgende keer gaat het sneller en tegen lagere kosten.’ (hoofdstuk 7)**

**‘Gemaal Houthavens heeft ons geleerd dat we met BIM beter kunnen ontwerpen. Knooppunt Badhoevedorp heeft ons geleerd dat we met BIM complexiteit kunnen managen.’ (hoofdstuk 8)**

**‘De strategie van ons bedrijf is gericht op de groeiemarkt van integrale projecten – ontwikkelen, bouwen, beheren en hergebruiken. De traditionele werkwijze is daarvoor niet geschikt omdat er knippen zitten in het proces en in de manier**

**van denken. Bij integrale projecten gaat het erom dat bij het ontwerp rekening gehouden wordt met beheer en onderhoud.’ (hoofdstuk 8)**

**‘Vakmanschap blijft absoluut nodig. De gedachte bij BIM is vaak dat het gaat om een IT-specialist of 3D-modelleur achter de knoppen die mooie ingewikkelde dingen gaat doen. Dat werkt niet! Zonder inhoudelijke kennis van het ontwerp en het bouwproces kan iemand bij een raakvlakkenanalyse niet bepalen of iets belangrijk is of niet.’ (hoofdstuk 8)**

**‘Voor infrastructurele werken is GIS ongelooflijk belangrijk. Met BIM willen we de raakvlakken tussen kunstwerken en installaties bewaken en optimaliseren. Bij grote infrastructurele projecten wil je ook de raakvlakken met de omgeving naadloos organiseren – dan komt GIS om de hoek kijken.’ (hoofdstuk 8)**

**‘De uitdaging voor de komende jaren wordt de integratie van een bouw-informatiemodel met andere systemen.’ (hoofdstuk 8)**

**‘Virtueel bouwen met een bouw-informatiemodel (BIM) begint met een andere manier van denken en een andere manier van werken. Het gaat om samenhang – dat wordt vaak vergeten.’ (hoofdstuk 8)**

**‘Op het moment dat een opdrachtgever de beweging maakt naar functioneel specificeren en denkt vanuit toekomstig gebruik, worden de disciplines die klassiek aan het einde van de keten zitten, naar voren getrokken.’ (hoofdstuk 8)**

**‘Niemand spreekt over een FO – een functioneel ontwerp. Terwijl het daarom gaat: het functioneren van een systeem overeenkomstig de functionele eisen.’ (hoofdstuk 8)**

**‘In DBFM-contracten staat dat de beschikbaarheidseisen per kwartier moeten kunnen worden aangetoond. Dat vergt een informatiesysteem dat bij aanvang van een project ingericht moet worden. Wat vanouds beleefd wordt als iets secondairs, namelijk informatie over het project, wordt corebusiness – daar hangen de betalingen vanaf en daar moet het hele bouwproces aan worden opgehangen.’ (hoofdstuk 8)**

**‘Beschikbaarheidskortingen kunnen oplopen tot vele tienduizenden euro’s per kwartier. Als een weg twee dagen niet beschikbaar is loopt de schade al snel in de miljoenen. Het loont om alternatieve ontwerp mogelijkheden en hun risico’s te bezien tegen de achtergrond van beschikbaarheidskortingen.’ (hoofdstuk 8)**

**‘Er gaan miljoenen om in de kosten die bedrijven maken als zij meedoen aan een uitvraag. Vermoedelijk kan dat naar tonnen – 50 procent of minder.’ (hoofdstuk 8)**

**'Mass-customization, industrieel maatwerk: hoe kunnen we computers inzetten om maatwerk te genereren op basis van industriële productieprocessen?'**  
(hoofdstuk 8)

**'Bij een geluidswal in de provincie Utrecht hebben we vormgeving, constructief ontwerp en kosten met elkaar verbonden. We hebben inzichtelijk gemaakt wat er met verschillende kostenc componenten (fundering, staal en knooppunt) gebeurt als de gridmaten in het ontwerp variëren. De voor de hand liggende redenering is: groter is beter – een grotere gridmaat betekent minder onderdelen. Wat bleek: door het grid fijnmaziger te maken zijn weliswaar meer componenten nodig maar kan de staalconstructie lichter uitgevoerd worden. Op de geraamde bouwkosten van 11 miljoen euro scheelde dat ongeveer één miljoen.'**  
(hoofdstuk 8)

**'Van elk woningcomplex hebben we een BIM, nu nog een lege schoenendoos. Wat wij willen is dat alle ketenpartners daarin de data zetten van het deel van het complex dat zij beheren. Wat je dan krijgt is een woning-cartotheek. [...] De kostenreductie is enorm, die kan tot 20 procent oplopen. Als corporatie geven wij zo'n 80 à 90 miljoen euro uit aan onderhoud en beheer dus besparen we bijna 20 miljoen euro. Let wel: het is geen bezuinigingsoperatie, dat geld is er gewoon. Wat we op deze manier bereiken, is dat we zo'n 20 miljoen euro vrijmaken om elders kwaliteit toe te voegen, in verduurzaming van de woningvoorraad bijvoorbeeld.'** (hoofdstuk 9)

**'Vroeger ging er bij aanvang of beëindiging van een huurcontract iemand ter plekke kijken, reed terug naar kantoor, vulde een formulier in, mailde dat naar de klant... Nu ontwikkelen we een applicatie op een iPad waarmee technici en accountmanagers real time en op locatie informatie kunnen verwerken – digitale formulieren die ter plekke ingevuld, opgeslagen en verstuurd worden. [...] De toekomst? BIM in renovatie en nieuwbouw. Opdat we inzicht krijgen in exploitatiekosten, van te voren aan kunnen geven wat iets kost, processen kunnen optimaliseren.'** (hoofdstuk 9)

**'De uiteindelijke winst van werken met digitale gebouwmodellen en principes van lean management is lastig in te schatten. Het is duidelijk dat beide structureel héél véél werk – en dus geld – besparen. Maar doordat er ook toevallige uitkomsten zijn is kwantificeren lastig. Een voorbeeld: Rotterdam wil de luchtkwaliteit verbeteren. Het Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam heeft onderzoek gedaan naar bouwverkeer en luchtkwaliteit. Een van de onderzochte bouwprojecten was een gebouw dat wij hebben gerenoveerd. Wij waren op dat moment niet bezig met luchtkwaliteit en CO<sub>2</sub>-uitstoot; wij waren bezig met samenwerken, met lean, met BIM. Maar uit het onderzoek blijkt dat wij door die manier van werken een enorme CO<sub>2</sub>-reductie hebben gerealiseerd. Op een project van 10 miljoen euro is een uitstoot van 147 ton CO<sub>2</sub> gebruikelijk. Bij ons was dat 60 ton – een besparing van ruim 60 procent!'** (hoofdstuk 9)

**'We moeten veel meer denken in termen van life cycles en het gebied als geheel. Voor je businesscase moet je over de gehele levensduur van een pand rekenen. Ook gaat het om de positieve ontwikkeling rondom een pand in een groter gebied. Gebiedsontwikkeling wordt steeds belangrijker. Dat vereist een verre horizon en een lange adem, maar het is de enige oplossing als je vastgoed weer aan de praat wilt krijgen. [...] Het ieder-voor-zich-model, waarin alle partijen voor zich streven naar maximalisering van het eigen rendement, is voltooid verleden tijd. In het nieuwe verdienmodel voor transformatie en herontwikkeling komt het aan op samenwerking. Je hebt elkaar nodig om in openheid en vertrouwen tot een gezamenlijke businesscase te komen. De baten moeten samen worden gedeeld in plaats van dat iedereen zijn eigen calculaties maakt.'** (hoofdstuk 10)

**'Functiecombinaties: waarde creëren door water en wegen op elkaar te betrekken. [...] De provincie Zuid-Holland bereidt de aanleg voor van de Zuidwestelijke Randweg Gouda. Deze weg kruist een dijk die niet voldoet aan de normen van het hoogwaterbeschermingsprogramma. [...] In overleg tussen provincie en waterschap is het ontwerp van de weg zodanig aangepast dat deze over een lengte van een halve kilometer tevens functioneert als waterkering. De meerkosten hiervan zijn 800.000 euro. Dat is ongeveer 20 procent van de kosten om de bestaande dijk op de gebruikelijke wijze te versterken.'** (hoofdstuk 11)

**'Duurzaam winkelen in Rotterdam is nog niet vanzelfsprekend. Neem het centrum van Overschie; daar is geen groene slager of biologische winkel te vinden. Door als consumenten onze krachten te bundelen en bijvoorbeeld op één dag massaal te komen winkelen, kunnen we ondernemers overhalen om maatschappelijk verantwoord te gaan ondernemen.'** (hoofdstuk 11)

**'Het was moeilijk om een totale BIM-aanpak te promoten. Dus is besloten om de aandacht te richten op een onderdeel waar met BIM veel efficiëntiewinst geboekt zou kunnen worden. Gekozen is voor de certificatiestructuur. Om aan de vele eisen te kunnen voldoen zouden in een traditioneel bouwproces zo'n dertig ingenieurs nodig zijn. Door gebruik te maken van BIM is dit fors teruggebracht, met een kostenbesparing van 65 procent. Door deze ervaring konden op de kosten van de afdelingen calculatie en contracten miljoenen worden bespaard.'** (hoofdstuk 13)

**'Het aantrekkelijke van drijvend bouwen is dat waarde gecreëerd kan worden zonder forse investeringen in bouwrijp maken. Water is bovendien een terra incognita: het staat nergens in de boeken als een potentiële opbrengsten- of kostenpost en er gelden weinig beperkende regels zoals op het land. Projecten kunnen snel en tegen relatief lagere kosten gerealiseerd worden doordat de bouwproductie elders op industriële schaal plaatsvindt. Drijvend bouwen is het toppunt van flexibiliteit: meebewegen met de vraag is technisch heel eenvoudig - wat drijft kan niet alleen in verticale, maar ook in horizontale zin bewegen. Woning en infrastructuur zijn niet grondgebonden en kunnen dus makkelijk verplaatst worden naar een andere locatie.'** (hoofdstuk 13)

**‘Naarmate de toepassingsmogelijkheden van 3D-printen toenemen en de prijzen van apparatuur dalen, zal 3D-printen de wereld op zijn kop zetten. 3D-printen maakt het mogelijk om goederen en materialen te produceren op of nabij de plaats van gebruik. Dat elimineert transportkosten, evenals de noodzaak tot opslag. Daarnaast wordt het mogelijk om producten veel meer af te stemmen op de wens van de consument: variatie vereist niet meer dan een digitale tekening aanpassen door een algoritme te veranderen.’ (hoofdstuk 13)**

**‘Het kan anders. Wij zijn gevangen in onze oude manier van denken.’  
(hoofdstuk 14)**

**‘Innovatie is geen afdeling maar een mentaliteit. Iedereen moet er iedere dag mee bezig zijn en zijn ideeën delen met collega’s. Het beste idee bedenk je samen.’ (hoofdstuk 14)**

**‘Bureaus moeten zich realiseren dat BIM een strategische keuze is. Dat het gaat om een tool waarmee het hele bouwproces anders ingericht wordt. Met consequenties voor de eigen organisatie.’ (hoofdstuk 14)**

**‘Bij ketenintegratie is humanresourcesmanagement het meest ondergeschoven onderwerp maar misschien wel het allerbelangrijkste. [...] Een tweede “zachte” voorwaarde voor het succes is vertrouwen en transparantie. [...] En vertrouwen is een keuze.’ (hoofdstuk 14)**

**‘Mijn beleving is dat we met deze sector aan de vooravond van een complete turn-around staan. Een tijd waarin opensource-innovaties de boventoon zullen voeren. We komen uit een tijdperk waarin iedereen alles voor zichzelf hield. Daarmee werden innovaties op zowel product- als procesniveau juist de kop in gedrukt. Niemand vroeg bijvoorbeeld aan leveranciers of zij ideeën hadden voor verbetering. Daarin kunnen we een voorbeeld nemen aan moderne high-techbedrijven zoals ASML. Zij werken met de top vijftig aan leveranciers, maar vragen wel elk jaar: het moet kleiner, geavanceerder en goedkoper. En daar denken die bedrijven dan ook in mee. [...] Als bouwsector zetten wij nu de eerste stappen naar meer vraaggestuurd ondernemen: samen met de eindgebruiker in co creatie plannen ontwikkelen en innoveren.’ (hoofdstuk 14)**

