BOUWEN AAN DE TOEKOMST

ingenium

WE LEVEN IN BIJZONDER BOEIENDE TIJDEN. IN DIT ESSAY PROBEREN WE EEN BLIK TE WERPEN OP DE VERRE TOEKOMST VAN DE BOUWSECTOR. WELKE ROL EN WELKE TOEGEVOEGDE WAARDE ZAL EEN ONTWERPER-INGENIEUR DAAR IN DE TOEKOMST NOG IN OPNEMEN?

BOUWEN AAN DE TOEKOMST

INDEX

02 ‘Ceci n’est pas un bâtiment, c’est un endroit pour vivre, travailler, jouer, se reposer, s’aimer, s’exprimer…’

04 Altijd, overal met alles en iedereen verbonden

06 Virtueel bouwen, leven en werken…

08 Als de machine mensenhanden helpt of zelfs vervangt…

10 De rekenkracht gaat door het dak

12 Moeder natuur als voorbeeld

14 Slimme infrastructuur

16 ‘Digital twins’: alfa en omega van de gebouwde toekomst

18 De toekomst wordt risicoavers

19 Duurzaamheid, duurzaamheid, duurzaamheid

21 Besluit

‘CECI N’EST PAS UN BÂTIMENT, C’EST UN ENDROIT POUR VIVRE, TRAVAILLER, JOUER, SE REPOSER, S’AIMER, S’EXPRIMER...’

We wonen, leven en werken in en rond gebouwen, die een essentieel deel uitmaken van ons bestaan. Plekken creëren om te wonen en te werken behoort tot de oudste vaardigheden van de mens. We stellen daarbij vast dat de bouwsector een belangrijke economische, sociale en milieu-impact heeft. Ze stelt wereldwijd meer dan 100 miljoen mensen direct te werk. De bouwindustrie is tegelijkertijd ook de grootste verbruiker van grondstoffen. Bouwen genereert op vandaag nog steeds 40 procent van alle afval. En tot slot staan gebouwen wereldwijd in voor ruwweg 40 procent van de CO_2-uitstoot. Vooral de milieu-impact heeft gezorgd voor een bewustwording die leidt tot een steeds verdere verduurzaming van het bouwgebeuren. De akkoorden van Kyoto en Parijs leggen steeds strengere eisen op het vlak van duurzaamheid op, wat hoofdzakelijk moet leiden tot een ongeziene maar noodzakelijke vermindering van de CO_2-uitstoot door de bouwsector.

Anderzijds stellen we een toenemende technologische versnelling vast, die uiterst boeiende opportuniteiten met zich meebrengt. Die doen eerder aan een revolutie dan aan evolutie denken. Technologie wordt zichtbaar (en is vaak al onmisbaar) in de manier waarop we ondernemen, werken, wonen, sporten en ontspannen, leren, communiceren en terug gezond worden als we ziek zijn. Technologie staat nooit op zichzelf. Ze wordt pas inzetbaar als ze voor een vernieuwde, efficiëntere en aangenamere ervaring (‘user experience’) bij de gebruiker kan zorgen.

Wat zichtbaar is, blijkt echter slechts het topje van de ijsberg. De technologie áchter het gebruiksgemak is veel omvangrijker en krachtiger dan we vermoeden. En de mogelijkheden (en de complexiteit) nemen almaar sneller toe. Terwijl we vandaag apparaten met onze handen bedienen, kan dat morgen misschien ook met de kracht van onze gedachten. Wat nu al vaststaat, is dat de manier waarop informatie wordt verwerkt ongelofelijk snel verandert. Omdat veel evoluties vooral digitaal zijn, zal een kwantumsprong in de rekenkracht een enorme hefboom zijn.

De bouwwereld is vandaag echter nog altijd een vrij conservatieve biotoop die niet van nature uit nieuwe materialen, technologieën en werkwijzen omarmt. Slechts met mondjesmaat, en met veel terughoudendheid, breken hier en daar technologische (r)evoluties door. Nochtans zal ook de bouwsector moeten meespringen op de hogesnelheidstrein van de technologische vooruitgang.

Een heel belangrijke rol is hier weggelegd voor innovatieve ontwerp- en ingenieursbureaus, die durven grenzen verleggen. Het begint met nieuwsgierigheid en luisterbereidheid, om daarna te evolueren, door een holistische benadering, naar een integratie van innovaties die waarde toevoegen. Door permanent innovaties te blijven opvolgen en waar nodig bij te sturen, kan finaal ook bewijs worden geleverd van de gerealiseerde meerwaarde.

ALTIJD, OVERAL MET ALLES EN IEDEREEN VERBONDEN

Alles zal meer en meer met elkaar worden verbonden. Het Internet of Things (IoT) laat elk object – en zelfs subject – met sensoren en/of processoren met andere objecten informatie uitwisselen en communiceren via verschillende kanalen.

Vandaag staan de meeste apparaten, installaties of gebouwen die we gebruiken op zichzelf en zijn ze ‘dom’. We maken connectie via computers – desk- of laptop, tablet, smartphone – die door mensen worden bediend. Binnenkort zullen de meerderheid van de gebruikers op het internet geen mensen maar semi-intelligente apparaten zijn. Alledaagse voorwerpen zullen communiceren met personen en met andere objecten. Zo zal de koelkast automatisch de gebruiker waarschuwen dat bepaalde voedingsmiddelen stilaan de houdbaarheidsdatum bereiken en best worden geconsumeerd. Via wearables, intelligente kleding en inslikbare sensoren zal de huisarts cruciale gezondheidsparameters kunnen opvolgen en ons uitnodigen voor een consultatie als bepaalde drempelwaarden worden overschreden. En de zelfrijdende auto zal aan de hand van gigantisch veel parameters in het verkeer zorgen dat we comfortabel en veilig op onze bestemming geraken.

Toestellen zullen autonoom acties ondernemen en de mens zal minder moeten nadenken over dagelijkse processen en bezigheden. Een nieuwe rol dringt zich op. Het dataverkeer zal zich dan met een nu nog ongekende factor vermenigvuldigen door de zee van informatie die ons omringt. De privacy afbakenen en garanderen, wordt daarbij een extra uitdaging.

De domotica van vandaag zal in het niets verdwijnen bij de interconnectiviteit van morgen. Alle vaste en mobiele toestellen en apparaten in een gebouw zullen – al dan niet draadloos - met mekaar verbonden zijn en kunnen communiceren. Ze kunnen worden gelinkt met de technieken die permanent worden bijgestuurd voor een optimaal woon- en werkcomfort.

Tachtig procent van de totale kost van een gebouw tijdens zijn volledige levensduur is uitbatingskost (en dus niet de bouwkost). De onbeperkte datageneratie (ook in de tijd) zal er ook toe leiden dat gebouwen en hun installaties meer en meer als ‘levende’ wezens kunnen worden beschouwd. Permanente monitoring en ‘machine learning’ zorgen ervoor dat toestellen onderhoudsintervallen bijsturen en servicebeurten reserveren. Sensoren meten de energiebehoeftes, doen voorspellingen om de efficiëntie te verhogen en

belonen laag verbruik tijdens piekuren. Blockchaintechnologie zorgt voor een efficiënte verdeling en vergoeding van de privaat opgewekte energie. Het zijn allemaal mogelijkheden om de levensduurkost van een gebouw te verminderen.

We zullen wonen in slimme steden die hun infrastructuur afstemmen op zelfrijdend vervoer en automatisch aanpassen aan veranderende condities. Slimme steden zetten het IoT in om de dienstverlening aan de burger effectiever te maken.

De grote uitdaging wordt om door de bomen nog het bos te zien. De explosie aan 'big data' en de onderlinge relaties tussen al deze data zal exponentieel verder stijgen. Het wordt de kunst om vanuit een volledige kennis van alle aangeboden technologieën enerzijds de juiste 'open' standaarden te selecteren, en anderzijds enkel maar die data te capteren waarmee effectief ook iets nuttigs kan worden gedaan. Meer dan ooit zal in deze tsunami een onafhankelijke ontwerper-ingenieur gebouwgebruikers en -beheerders moeten informeren, begeleiden, helpen keuzes maken, en de nuttige overtolligheid reduceren tot een minimum.

VIRTUEEL BOUWEN, LEVEN EN WERKEN...

In de toekomst zullen onze eigen zintuigen nog slechts de 'basislaag' vormen van hoe we de wereld ervaren en 'zien'. Er komt een laag bovenop die immense mogelijkheden biedt. Nu al kunnen we met speciale brillen of headsets een virtuele wereld induiken die door computers is gemaakt. Het is een afspiegeling van de bestaande werkelijkheid óf een louter virtuele wereld óf een combinatie van de realiteit met een 'verbeterde laag' erbovenop, zoals bij de bekende game Pokémon Go. Virtual reality, augmented reality en mixed reality verwarren en belazeren onze zintuigen maar ze kunnen tegelijk ons brein en onze verbeelding in extase brengen.

De immense investeringen van techgiganten in deze technologie beloven in de komende jaren een enorme expansie van de mogelijkheden. Door de extra informatielaag te combineren met het monitoren, interpreteren en in acties omzetten van oogbewegingen en gedragingen van de ledematen van de gebruiker zijn de toepassingen zo goed als ongelimiteerd en bruikbaar in de meest uiteenlopende sectoren. Van de chirurg die met grotere precisie kan opereren over de toerist die zijn reis vooraf thuis al virtueel kan beleven tot praktische opleidingen die eerst in een veilige virtuele omgeving en daarna met augmented reality worden gegeven.

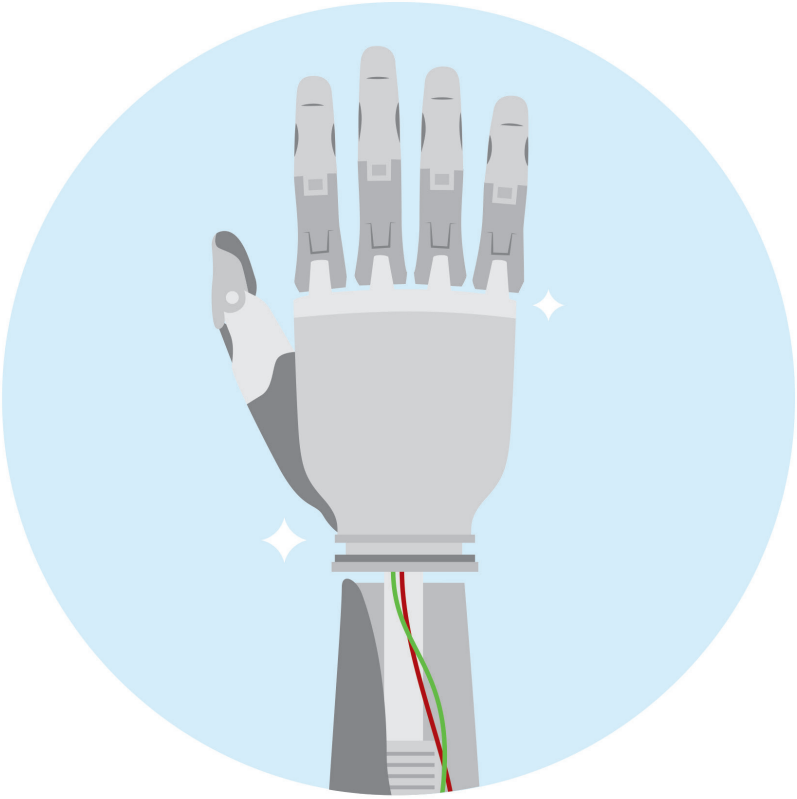
Ook de bouwsector zal een metamorfose ondergaan. Nu al kunnen potentiële kopers 'rondkijken' in hun residentieel immoproject en virtuele aanpassingen doen aan het digitale model. Ook bouwheren van grotere en complexere projecten kunnen via deze technologie kennismaken met het ontwerp. Technische installaties zullen zichtbaar en voelbaar kunnen worden gemaakt om de keuzes tussen diverse comfortscenario's eenvoudig te maken.

De monteur (of robot) zal nieuwe installaties fysiek nabouwen op het geprojecteerde virtuele model. Via oogbeweging zal hij bladeren door de virtuele instructies waardoor hij beide handen vrijhoudt voor het fysieke werk. Risicovolle keuringen en onderhoudsbeurten worden een stuk veiliger met de extra informatielaag die virtueel beschikbaar wordt. Interfaces zoals schermen van computers en van mobiele toestellen worden compleet overbodig.

De mogelijkheden die dit creëert, moeten ook door de ontwerper-ingenieur worden omarmd. In deze virtuele wereld kan realtime worden samengewerkt tussen verschillende specialisten die zich op duizenden kilometers van elkaar bevinden. Onduurzame langeafstandsverplaatsingen zijn niet langer noodzakelijk. De reële wereld wordt plots ons virtueel dorp.

Tal van potentiële conflicten kunnen door het gebruik van AR/VR al in de virtuele wereld worden opgelost. Ontwerpers hebben er alle belang bij om hier maximaal gebruik van te maken om, vooraleer het reële (ver)bouwproces start, de foutenmarge (en de bijhorende inherente kost) tot een minimum te beperken.

ALS DE MACHINE MENSENHANDEN HELPT OF ZELFS VERVANGT...



De mens ontwerpt machines om leven en werken lichter, aangenamer en comfortabeler te maken. De miniaturisering van processoren, de digitalisering van processen en de groeiende interconnectiviteit tussen machines en tussen mens en machine opent nieuwe perspectieven.

In de dagelijkse omgeving zijn robots nog in volle ontwikkeling. Zorgrobots activeren senioren door bewegingsoefeningen voor te tonen. In het huishouden zorgen discrete automaten voor stofvrije vloeren en kortgeknipte gazons. In de industrie nemen robots en co-bots – die met mensen sámen taken vervullen – het zware, vuile, onveilige of snelle werk over van mensenhanden.

In de toekomst zullen robots nog meer repetitieve en minder aangename of comfortabele taken in de private sfeer op zich nemen. Spraakbesturing en neurotechnologie – waarbij de interactie tussen mens en machine gebeurt via de hersengolven in ons brein – zullen geen wenkbrauwen meer doen fronsen. In de bouwwereld zullen robots geprefabriceerde onderdelen op de werf assembleren. In bestaande gebouwen zullen technieken worden geïnspecteerd met microrobots of –drones die binnenin de leidingen rondrijden of –vliegen, op zoek naar defecten of onderdelen die onderhoud nodig hebben of aan vervanging toe zijn. Ook in omgevingen die voor de mens onveilig of onaangenaam zijn, kunnen robots en/of drones nuttig werk verrichten. Drones zullen op elke werf aanwezig zijn. Ze zullen de voortgang van de werken scannen, opmetingen automatiseren, kwaliteitsinspecties vastleggen en hun info doorsturen naar het virtueel ontwerpmodel.

3D-printing zet de wereld van de maakindustrie op zijn kop. Tot voor kort werden producten centraal gemaakt en daarna verdeeld naar de diverse gebruikers. Meer en meer gebeurt de productie via 3D-printing lokaal, in de onmiddellijke omgeving van de eindgebruiker. Dit zorgt niet alleen voor een nieuwe positie van en andere waardeverhoudingen tussen ontwerper, producent en gebruiker. Het zorgt ook voor een veel duurzamer transport waarbij compacte grondstoffen de vaak volumineuze afgewerkte producten vervangen.

In de bouwwereld zullen grote delen van gebouwen op deze manier worden gerealiseerd. Onderdelen worden op de werf in sneltempo en volgens een vooraf vastgelegde volgorde ge-3D-print, van buitenmuren over raamkozijnen, tot buizen en kanalen.

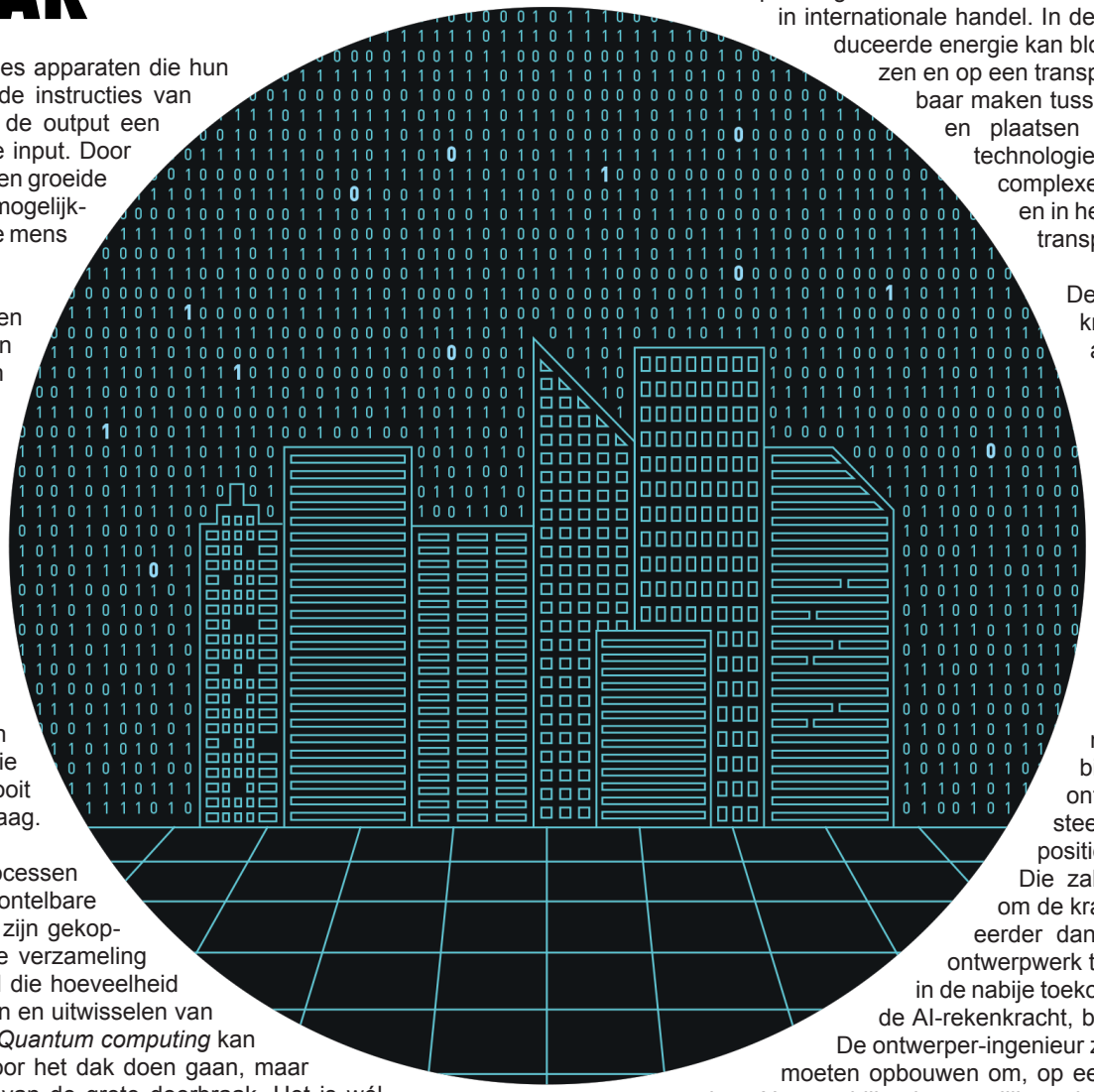
Nog een stap verder is 4D-printing. Ontwerpen zullen via 3D-printing een fysieke vorm krijgen. Maar daarbovenop wordt tijd de 4e dimensie. Materialen zullen na een bepaalde periode automatisch transformeren door zichzelf te herstellen of door volledig af te breken en te verdwijnen wanneer ze niet langer nodig zijn.

Een groot voordeel hiervan is de absolute verkorting van de bouwtijden (en dus de bijhorende bouwkost). Als de ontwerper-ingenieur, bij het uitwerken van zijn ontwerpmodel, rekening houdt met deze technologische mogelijkheden (3D-printing, gebruik van robots en drones…) door een gerichte keuze van materialen en processen, kan hij een belangrijke impact hebben op foutenreductie op de werf, versnelling van het bouwproces en bijgevolg een belangrijke kostenvermindering. Op die manier realiseert hij een belangrijke financiële meerwaarde voor zijn klant.

DE REKENKRACHT GAAT DOOR HET DAK

Lange tijd waren computers en machines apparaten die hun acties noodgedwongen beperkten tot de instructies van de gebruikers. Een black box waarbij de output een bewerkte versie was van de menselijke input. Door de jaren heen werden ze almaar sneller en groeide de rekenkracht en (daardoor ook) de mogelijkheden exponentieel. Cruciaal was dat de mens altijd controle behield over de machine.

Door artificiële intelligentie – AI – worden machines zelflerend en beginnen ze een eigen 'leven' te leiden. Patronen van machines en mensen worden gemonitord en omgezet in voorspellende acties en gedragingen. De computer van de toekomst (her)programmeert zichzelf op basis van voorbije en huidige gebeurtenissen. Vandaag al zijn zelfrijdende auto's in staat lange autonome ritten af te leggen. DeepMind is een gigantisch neuraal netwerk dat de zelflerende eigenschappen van machines combineert met neurowetenschap en daardoor snéller leert uit ervaringen dan een mens dat kan. Of artificiële intelligentie de menselijke algemene intelligentie ooit zal overtreffen, is vandaag een open vraag.

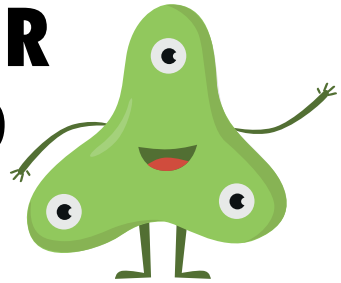


Het meten en bijhouden van alle processen van artificiële intelligentie en van de ontelbare apparaten die via het IoT aan mekaar zijn gekoppeld, leidt uiteraard tot een gigantische verzameling gegevens, big data. In de toekomst zal die hoeveelheid alleen maar toenemen en het verwerken en uitwisselen van data zal nieuwe dimensies aannemen. *Quantum computing* kan de rekenkracht op ongekende wijze door het dak doen gaan, maar staat vandaag nog aan de vooravond van de grote doorbraak. Het is wél duidelijk dat datacenters – misschien meer gedecentraliseerd dan vandaag – een belangrijke opslag- en draaischijfrol zullen blijven vervullen.

Op menselijk vlak zullen traceerbaarheid, privacy en intermenselijk vertrouwen belangrijk zijn in de verdere digitalisering. Blockchain lijkt hier vandaag al een oplossing te bieden in ketens van transacties zoals bij cryptomunten of in internationale handel. In de transitie naar lokaal en privaat geproduceerde energie kan blockchain aparte eenheden gaan toewijzen en op een transparante manier uitwisselen en vergoedbaar maken tussen plaatsen met een energieoverschot en plaatsen met een energietekort. Blockchaintechnologie kan ook worden gebruikt om de complexe contractvorming tussen de vele partijen in het bouwgebeuren te vereenvoudigen en transparanter te maken.

Deze exponentieel toenemende rekenkracht, en de daaruit voortvloeiende artificiële intelligentie, zal steeds meer ontwerptaken automatiseren. De toegevoegde waarde van een ontwerper-ingenieur zal verschuiven van een exacte rekenaar naar het meer empathisch aanvoelen van de 'user experience'. Wat zijn nu exact de behoeften van de mensen die gaan leven en werken in dit gebouw, en welke randvoorwaarden leggen we vast, voordat we er AI op loslaten? Eenmaal de randvoorwaarden op een eenduidige manier zijn vastgelegd, zullen softwaretools (al dan niet ondersteund door AI) gebouwen en bijhorende technische installaties helpen ontwerpen. Deze ondersteuning zal steeds beter worden, en vraagt een nieuwe positionering van de ontwerper-ingenieur. Die zal nog beter moeten worden opgeleid om de kracht van AI in de juiste banen te leiden, eerder dan zelf nog 'standaard' en 'eenvoudig' ontwerpwerk te doen. Zijn/haar toegevoegde waarde in de nabije toekomst zal liggen in het creatief sturen van de AI-rekenkracht, binnen de specifieke randvoorwaarden. De ontwerper-ingenieur zal veel meer 'evidence based' ervaring moeten opbouwen om, op een heel snelle manier, en ondersteund door AI, verschillende mogelijke oplossingen in detail met elkaar te kunnen vergelijken en evalueren.

MOEDER NATUUR ALS VOORBEELD



Als de Belg vandaag nog altijd een baksteen in de maag heeft, is het omdat hij de ongekende mogelijkheden van nieuwe materialen nog onvoldoende kan inschatten. Klei mag dan al lokaal aanwezig zijn en dus een beperkte ecologische voetafdruk hebben op transportvlak, het blijft een eindige grondstof en daardoor geen duurzame optie voor de toekomst. *Cradle-to-cradle* zal de nieuwe evidentie worden. Grondstoffen worden schaars, en moeten zo worden gekozen dat ze finaal ofwel worden hergebruikt, ofwel hun plaats in de natuur weer kunnen innemen. Exploratie van andere bouwmaterialen met een veel kleinere ecologische voetafdruk wordt noodzakelijk.

Biomimicry zal ons helpen in de zoektocht naar nieuwe materialen en toe-passingen. De wetenschap en kunst van het imiteren van de beste biologische ideeën uit de natuur zal het mogelijk maken nieuwe menselijke toepassingen uit te vinden en bestaande te verbeteren en duurzamer te maken. Zo werd in het verleden het front van de Japanse kogeltrein geïnspireerd op de bek van de ijsvogel. Mochten we kunnen begrijpen hoe een spin een ragfijne draad kan maken, sterker dan staal, vanuit haar eigen kleine lijfje, en zonder temperaturen boven de 800°C, zouden we weer heel wat nieuwe constructiemogelijkheden kunnen verzinnen. De natuur toont al eeuwenlang in zoveel toepassingen hoe we zaken zouden kunnen oplossen. Meer verbondenheid met de natuur zal ons meer begrip opleveren, en ongetwijfeld ook meer inspiratie voor verdere innovaties in de bouwwereld.

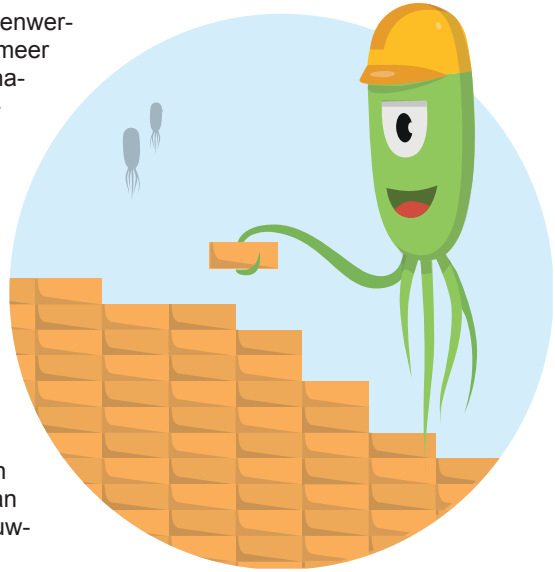
Zo worden in de nanotechnologie de wetten van de fysica en de scheikunde herschreven. Microscopisch kleine, vederlichte en zelfs zelfhelende materialen verleggen grenzen. Nanostaafjes die drinkwater kunnen halen uit de buitenlucht in gebieden met waterschaarste, grafeendraden die kanker kunnen ontdekken vóór de symptomen zichtbaar worden en met nanodeeltjes geïmpregneerde kledij die minder wasproducten en water nodig maakt, zorgen voor een duurzamere wereld. Motoren niet groter dan een molecule en zichzelf reparerende elektronica zullen onze leefwereld onzichtbaar maar ingrijpend veranderen. Nanosensoren in bruggen, torens, elektriciteitsnetten en windmolens en in moeilijk bereikbare plaatsen in gebouwen, zullen preventief en vanop afstand constructieproblemen detecteren en onderhoudsbeurten en reparaties signaleren.

Biotechnologie kan baanbrekende nieuwe materialen en toepassingen brengen. Vandaag bestaat er al zelfhelend beton. Men experimenteert met biologische en levende materialen, die desnoods op locatie kunnen worden gekweekt. Levende materialen hebben het grote voordeel dat ze op veranderingen in hun omgeving kunnen reageren en zichzelf herstellen.

Een fundamentele wijziging in de houding van elke ontwerper, gebouweigenaar of gebruiker is in elk geval dat er steeds moet worden gekeken vanuit de volledige levensduur van een gebouw en zijn onderdelen. Het is duidelijk dat er meer 'circulair' nagedacht en ontworpen zal worden. Van waar komen de grondstoffen, hoe worden ze samengebracht, wat is hun levensduur en welk onderhoud is noodzakelijk, welk energieverbruik hebben ze nodig, hoe kunnen ze na deconstructie worden hergebruikt, enzovoort. We praten niet alleen meer over een investeringskost, maar ook over een uitbatingskost en een end-of-life kost. De enige juiste maatstaf om beslissingen te nemen, is de 'total cost of ownership'.

We gaan ontwerpen om te hergebruiken! Ook de deconstructiesnelheid en de mogelijkheid om materialen makkelijker te scheiden, zal aan belang winnen. Modulair bouwen met intelligente bouwpakketten zal de efficiëntie van het bouw- én het afbraakproces enorm verhogen. Eenvoudige gebouwen zullen niet meer in maanden maar in wéken worden opgetrokken. En op het einde van de levensduur zal het gebouw helemaal worden ontmanteld en zullen alle onderdelen – met dezelfde materie maar onder een andere vorm – op dezelfde of een andere plaats worden hergebruikt.

Ook organisaties en samenwerkingen zullen meer en meer als organismen in de natuur werken. Samenwerkingen ad hoc zullen ontstaan met diverse specialisten, die wereldwijd kunnen geraadpleegd worden. Teams zullen cellen zijn die zichzelf delen wanneer ze door hun groeiende grootte inefficiënt dreigen te worden, en terug samensmelten wanneer ze te klein worden, en dit dikwijls in functie van de voortgang in een bouwproject.



SLIMME INFRASTRUCTUUR

- Al deze evoluties zullen ook de manier waarop energie wordt geproduceerd en verspreid fundamenteel veranderen. Aangezien de energiebehoefte per gebouweenheid drastisch zal zakken door intelligent ontwerp (en uiteraard onder impuls van steeds strengere wetgeving, die streeft naar nulenergiegebouwen), zal de totale energiebehoefte helemaal anders zijn dan vandaag. Daardoor zal ook de opwekking en distributie en opslag op een heel andere manier dan vandaag moeten worden opgevat. Fossiele brandstoffen (gas en olie) zullen tegen 2050 niet meer worden gebruikt voor gebouwverwarming of -koeling.

De toekomst is aan grotere eenheden – warmte- en koudenetten – die op wijk- of stadsniveau voor een meer efficiënte en milieuvriendelijke centrale energieproductie zorgen. De energie wordt ergens centraal lokaal geproduceerd of gerecupereerd, liefst op een zo duurzaam mogelijke manier. Die energie wordt via een goed geïsoleerd ondergronds leidingennet aan de individuele woon- en werkeenheden afgeleverd. Het ontwerp van nieuwe stedelijke inbreidings- en vervangingsprojecten zal hier volledig op worden afgestemd. De duurzame (en meestal hernieuwbare) energieopwekking zal ook leiden tot een productieprofiel dat niet automatisch afgestemd is op het behoefteprofiel. Dit maakt het noodzakelijk om buffercapaciteit (opslag) te voorzien in de lokale energienetten, wat opnieuw een heel andere opvatting is dan de huidige energiedistributie.

Bij de productie van elektriciteit zullen we net het omgekeerde zien. Vandaag gebeurt die grotendeels centraal, in kerncentrales, gas- of biomassacentrales of in grootschalige windmolenparken op zee. Via almaar kleinere vertakkingen komt de elektriciteit uiteindelijk bij de eindverbruiker terecht. De toekomst is aan lokale productie die gebruik maakt van hernieuwbare energiebronnen als wind, zon en aardwarmte (die tegelijk in de warmtebehoefte kan (helpen) voorzien). Elk gebouw of elke gebouwencluster wordt op die manier een energiecentrale of energie-eiland op zichzelf. Ze staat in voor de eigen behoeften en kan via een slim netwerk overschotten verdelen naar waar er tekorten dreigen te ontstaan. *Pay as you use* zal niet alleen zorgen voor een billijke betaalbaarheid, maar ook voor het vermijden van energieverspilling door inefficiënte overproductie. Blockchaintechnologie (bijvoorbeeld *solarcoins*) zal de traceerbaarheid van de opgewekte energie verzekeren.

Slimme infrastructuur wordt een noodzaak voor een stabiele langetermijnuitbouw van wijken, steden en gebieden. Deze slimme infrastructuur zal zowel fysisch als digitaal zijn (water, energie, afval, logistiek, maar ook allerhande digitale netwerken, al dan niet draadloos), zal zich bevinden onder onze voeten, op straatniveau en in de lucht (3 dimensies). Het spreekt dus voor zich dat een grondig vooruitdenken door stadsplanners en duidelijke keuzes door burgers en hun vertegenwoordigers, rationeel en flexibel zal moeten worden vertaald door infrastructuurontwerpers en planners. Een holistische aanpak, ondersteund door virtual reality om ver vooruit in de toekomst te simuleren, zal noodzakelijk zijn en gebeuren door onafhankelijke, kritische, en innovatieve ingenieursteams.

‘DIGITAL TWINS’: ALFA EN OMEGA VAN DE GEBOUWDE TOEKOMST

3D-modeling en samenwerking tussen de verschillende bouwpartners in een Building Information Management platform vindt vandaag al volop ingang in de bouwwereld. Het blijven voorlopig echter methodieken die vooral het ontwerpproces vooraf en de activiteiten op de werf ondersteunen en efficienter maken. In de toekomst wordt het digitaal model het alfa en het omega van de volledige levenscyclus van een gebouw of site. Ingenieurs, architecten en diverse andere wetenschappers zullen van gelijk waar op aarde in een virtuele wereld kunnen samenwerken aan een project.

De *digital twin* zal altijd het vertrek- en eindpunt zijn om de overgang naar en van de fysieke realiteit te maken. Het is een 3D-model van het gebouw waaraan een gigantische database met alle specificaties over elk onderdeel is gekoppeld. Eens het ontwerp klaar is en door de bouwheer is goedgekeurd, zal de ‘digitale architect’ met één druk op de knop het fysieke maakproces activeren. Daarbij ontvangen diverse fabrikanten en leveranciers een prijsvraag om specifieke onderdelen te produceren. Wie daarna het effectieve order ontvangt, produceert op maat, wat afval bij de productie tot het absolute minimum beperkt. Het maakproces verloopt bovendien op een veel snellere en efficiëntere manier dan vandaag. De diverse onderdelen worden genummerd en daarna in pakketvorm verzonden naar de werf waar ze in de vierde dimensie – tijd – enkel nog moeten worden geassembleerd om de fysieke tweeling in realiteit vorm te geven.

Maar niet alleen tijdens ontwerp- en bouwfase zal worden vertrokken vanuit een digitale basis. De digitale tweelingen zullen uiteraard ook nuttig zijn voor vastgoedbeheerders (portfolio strategie), voor project managers die tijd en geld moeten beheren (project planning), voor de uitbating van het gebouw en zijn installaties en inboedel (facility management), voor de monitoring van de goede werking en afstemming op de eisen van de gebruiker (building management). Kortom, de digitale tweeling wordt de absolute basis om, in een niet zo verre toekomst, elke beslissing te nemen rond investeringen in en exploitatie van vastgoed.

Deze (r)evolutie zal de rol van de ingenieur-adviseur in de levenscyclus van een gebouw of site nog versterken. Het beheer van die *digital twin* wordt immers een taak van specialisten die de complexiteit van de onderhuidse technische systemen tot in de puntjes beheersen. Digitale simulaties in de digitale tweeling, kunnen veel betere voorspellingen geven van de toekomstige ‘user experience’.

Daarnaast zal het een belangrijke taak van de ontwerper-ingenieur worden om in het bos van alle nieuwe digitale mogelijkheden te zoeken naar die toepassingen die echt gebruiksgemak, kostenbesparing en efficiëntie opleveren. Finaal zal van hem worden verwacht dat hij al die systemen vertaalt naar eenvoudig gebruiksgemak en flexibele aanpasbaarheid aan de veranderende behoeften van de gebruiker.

DE TOEKOMST WORDT RISICOAVERS

De ‘maakbaarheid’ van de wereld geeft ons het gevoel dat we alle gebeurtenissen, processen en gedragingen kunnen beheersen en onder controle kunnen houden. Het gedrag van mensen zal wellicht ook in de toekomst nog altijd voor een stuk grillig en wispelturig zijn. Maar in de wereld van de machines schakelen we de nieuwste technologische mogelijkheden in om onze wereld veilig en voorspelbaar te maken.

Door de alomtegenwoordigheid van technologie in ons leven zal de kleinste hapering ervan immers ingrijpende gevolgen hebben op ons leven en ons werk. De toekomst wordt risicoavers, in die zin dat mensen zich zullen willen verzekeren – letterlijk en figuurlijk – tegen het falen van de technologie en de materiële, lichamelijke en emotionele schade die dit kan aanrichten. De voortdurende honger naar verdere technologische evoluties zal in een permanent spanningsveld komen te staan met een even grote risicoaversie.

De ingenieur van de toekomst zal in dit brede speelveld een rol spelen. Het zijn immers ingenieurs die de technologische grenzen almaar verder zullen (kunnen) oprekken. Zij houden de vinger aan de pols van de evoluties die het wonen en werken van de toekomst comfortabeler, aangenamer, efficiënter en duurzamer zullen maken. Ze moeten blijven durven ‘buiten-gewone’ keuzes maken die op het moment zelf misschien nog te weinig bekend zijn en gewaagd lijken, maar achteraf als evident zullen worden beschouwd. Tegelijk hebben ze alle tools in handen om de risico’s in kaart te brengen en in te calculeren. Van ondernemende *early adopter* tot risicoschuwe technofoob, op basis van goed berekende scenario’s zal iedereen volgens zijn beschikbare budget betrouwbare technologie met een groot gebruiksgemak kunnen inzetten.

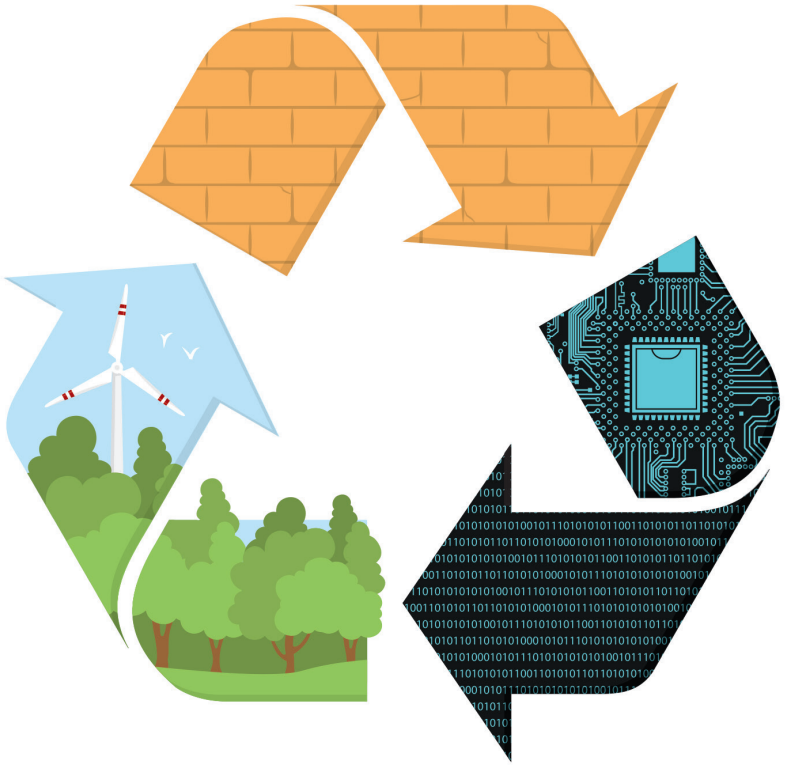
DUURZAAMHEID, DUURZAAMHEID, DUURZAAMHEID

Vanuit een maatschappelijke omwenteling, die langzaamaan de ernst van de klimaatsverandering begint te beseffen, en gesteund door politieke keuzes, worden de eisen en normen voor gebouwen en installaties steeds strenger, vooral op het vlak van duurzaamheid.

Ondanks het feit dat duurzaamheid dikwijls een containerbegrip wordt genoemd, komt er meer en meer consensus over een volledige invulling van deze mooie term. De 17 ‘Sustainable Development Goals’ van de United Nations gelden meer en meer als een zo volledig mogelijke definitie van het begrip duurzaamheid, waar personen en organisaties zich kunnen in vinden.

In de gebouwde omgeving beperkt men dikwijls (begrijpelijk maar niet helemaal correct) duurzaamheid tot een maximale reductie van CO_2-uitstoot, bij het ontwerp, de bouw, de uitbating, het gebruik en de recyclage van een gebouw en zijn onderdelen. Men vult deze doelstelling verder aan met maximale flexibiliteit, een doordachte inpassing in de omgeving, met aandacht voor transport van en naar het gebouw, enzovoort. De gekende duurzaamheidslabels zoals BREEAM en LEED geven een duidelijk referentiekader om gebouwen zo duurzaam mogelijk te ontwerpen. De opkomst van het WELL-label gaat verder in op die trend met grote aandacht voor het welzijn van mensen in gebouwen.

Welnu, deze ingeslagen weg is onomkeerbaar. We gaan steeds verder proberen gebouwen zo duurzaam mogelijk te maken, door te streven naar nul CO_2-uitstoot en enkel milieuvriendelijke materialen te gebruiken. Gebouwen zullen energiepositief worden en via slimme netwerken energie met elkaar en andere gebruikers (bijvoorbeeld industrie en transport) uitwisselen. De in dit essay beschreven technologische innovaties zullen hier allemaal toe bijdragen en opportuniteiten brengen die we vandaag nog niet kennen. Dezelfde snelle technologische evoluties zien we onder meer ook op het vlak van nieuwe en intelligente materialen en van energieopwekkingsystemen.



BESLUIT: DE BOUWSECTOR ZAL IN DE NABIJE TOEKOMST ONOMKEERBAAR VERANDEREN

Het is duidelijk en het gebeurt elke dag rondom ons. Vanuit een dwingend duurzaam besef dat het anders kan en moet, en dankzij technologische innovaties staat de bouwsector aan de vooravond van een grondige en onomkeerbare transformatie.

Veelbelovende en disruptieve technologische opportuniteiten brengen oplossingen ten goede, die de traditionele opvattingen en gewoontes radicaal zullen veranderen. Als we goed hebben geluisterd naar Charles Darwin moeten we beseffen dat niet de sterkste, maar wel zij die het meest zullen openstaan voor deze veranderingen, zullen ‘overleven’ in deze wereld.

Hiervoor zal echter een open en positieve houding noodzakelijk zijn. We zullen ons als ingenieurs zo open en nieuwsgierig mogelijk opstellen, en deze veranderingen steeds als opportuniteiten en niet als bedreigingen zien. Samenwerken in creativiteit met zovele interessante collega’s uit de bouwsector maar ook erbuiten, kan alleen maar verrijkend werken. Inspireren en geïnspireerd worden, blijft een boeiende uitdaging.

Ondanks alle technologische innovaties en veranderingen mogen we ook één ding absoluut niet uit het oog verliezen. Ingenieurswerk is mensenwerk en zal altijd mensenwerk blijven. De ingenieur staat net op het raakpunt tussen de technologie en de mens, en in die zin is het een echte bruggenbouwer.

Ingenieurs hebben een bijzondere verantwoordelijkheid voor de gebouwde omgeving. We kunnen en moeten, vanuit onze maatschappelijke verantwoordelijkheid, de toekomst helpen duurzaam vorm geven. Deze uitdaging nemen wij heel graag aan. Samen met elke persoon of organisatie die hier ook zijn steentje wil toe bijdragen.

ir. N. Vyncke
CEO Ingenium

BOUWEN AAN DE TOEKOMST

Uitgegeven naar aanleiding van het 50 jaar bestaan van Ingenium.

Ingenium nv
Nieuwe Sint-Annadreef 23
8200 Brugge
+32 50 40 45 30
Info@ingenium.be
www.ingenium.be

Copyright © september 2018 Ingenium nv
Auteur: **ir. Nicolas Vyncke**

Copywriting: **De duiven van Gerard**
Lay-out en illustraties: **Oh Snap Grfx**

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, door middel van druk, fotokopieën, geautomatiseerde gegevensbestanden of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Ingenium.

ingenium