

Smart buildings: hoe eraan beginnen?



Smart buildings: hoe eraan beginnen?

De voorliggende publicatie werd opgesteld door Buildwise, in het kader van de Technologische Dienstverlening C-Tech. Ze is gebaseerd op het document 'Praktijkgids Smart Buildings', dat in maart 2022 door het Centrum gepubliceerd werd in de schoot van het innovatieve bedrijfsnetwerk *Smart Buildings in Use*.

Auteurs: Ruben Delvaeye (Buildwise), Ruben Decuypere en David Grillet (ex-Buildwise)

De volgende organisaties waren vertegenwoordigd in de werkgroepen die geleid hebben tot het opstellen van het document 'Praktijkgids Smart Buildings' en hebben zodoende ook bijgedragen aan het tot stand komen van de voorliggende publicatie: BESIX, Bureau Bouwtechniek, Dago, EEG Group, Embuild Vlaanderen, Embuild.Brussels, Embuild Wallonie, Freestone, Het Facilitair Bedrijf, GIA, Honeywell, Ingenium, PROCOS Group, Renson, Spacewell, SUMI Smart & Connected Buildings, Techlink, Trigr, Van Roey Services, VINCI Facilities Belgium, VMA, Volta en W-Care.

Jasper Meynen (Ingenium), Tim Opsomer (Ingenium), Jean-Marc Poncelet (SB Experts), Michael Van De Poel (SB Experts), Peter D'Herdt (Buildwise) en Véronique Vanwelde (Buildwise) zorgden via een grondige nalezing voor een verdere verfijning van het document.

De inhoud van deze publicatie wordt uitdrukkelijk ondersteund door de volgende organisaties: ABB Benelux, AMAVI, Appartementor, Ask Nestor, aug-e, B.E.G. Belgium, BELIMO Belgium, BESIX, Bouwunie, Bureau Bouwtechniek, ComTIS Group, dnergy, DTplan, EEG Group, Embuild.Brussels, Embuild Vlaanderen, Embuild Wallonie, Engilux, Equans Digital, Freestone, Het Facilitair Bedrijf, Honeywell, Ingenium, IoT Factory, Kieback & Peter Belgium, Priva Belgium Building Intelligence, PROCOS Group, Resus, Schneider Electric, Spacewell, SUMI Smart & Connected Buildings, Techlink, Van Roey Services, VINCI Facilities Belgium, VMA, Volta, Willemen Groep NV (incl. W-Care) en Yazzoom.

Publicatie opgesteld in het kader van C-Tech (Construction Technology Sustainable Building Innovation), de Technologische Dienstverlening in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, een partnerschap van Buildwise in samenwerking met Embuild.Brussels en Volta en met de steun van Innoviris.



Inhoud

1	INLEIDING	7
1.1	Over deze publicatie	7
1.2	Doelgroep	7
1.3	Over de cluster <i>Smart Building</i>	8
2	WAT IS EEN SMART BUILDING?	9
2.1	<i>Smart buildings</i> : een korte definitie	9
2.2	Slim ontwerp	10
2.3	<i>Smart buildings</i> : een uitgebreide beschrijving	11
2.4	Aspecten gelinkt aan de evolutie naar <i>smart buildings</i>	13
2.5	Toepassingsdomeinen van <i>smart buildings</i>	14
3	BUSINESS CASES: WAT LEVERT DE INVESTERING OP?	17
3.1	Overwegingsfactoren	17
3.1.1	<i>Scope</i> en doelstellingen	17
3.1.2	Directe en indirecte baten	17
3.1.3	Langetermijnkosten voor de bouwheer	18
3.1.4	Langetermijnopbrengsten voor het bouwbedrijf	19
3.1.5	Slim gebruik van de beschikbare data	20
3.1.6	Toekomstgericht investeren	20
3.2	Concrete voorbeelden	21
3.2.1	Slim energiemangement	21
3.2.2	Slim onderhoud en beheer van gebouwen	24
3.2.3	Slim beheer van werkplekken	25
3.3	De toegevoegde waarde van <i>smart buildings</i> voor aannemers en de bouwsector: getuigenissen	26
3.3.1	Van installateur naar leverancier van totaaloplossingen	26
3.3.2	Toegevoegde waarde 2.0 bij Groep Vanhout	27
3.3.3	De bedrijfstoekomst verzekeren in het digitale tijdperk	27
3.3.4	Bewel kiest voor een vernieuwende aanbestedingsvorm	27
3.3.5	Verticale integratie binnen de Cordeel Group die de loutere bouw overstijgt	28
3.3.6	Meer monitoring, extra kansen	28
3.3.7	Het nieuwe Buildwise-gebouw wordt een levende demosite	28

4	NAAR EEN <i>SMART BUILDING</i> : STAPPENPLAN VOOR HET BEKOMEN VAN EEN SLIMMER GEBOUW	29
4.1	Stap 1: preliminaire marktverkenning en consultatie van deskundigen (iteratief proces)	32
4.2	Stap 2: vastleggen van het doel	33
4.3	Stap 3: in kaart brengen van de functionele wensen	35
4.4	Stap 4: in kaart brengen van de technische eisen	37
4.5	Stap 5: opmaken van een bestek	40
4.6	Stap 6: uitvoering van de bepalingen uit het bestek	42
4.7	Stap 7: oplevering van het project	43
4.8	Stap 8: gebruik van het gebouw en borging van de performantie over de levensduur	43
5	AANDACHTSPUNTEN VOOR <i>SMART BUILDINGS</i>	46
5.1	Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid	46
5.2	<i>Cybersecurity</i>	47
5.3	Betrouwbaarheid	48
5.4	<i>Privacy</i> en eigendom van data	50
5.5	<i>Commissioning</i>	51
5.6	Beheer en onderhoud van slimme systemen	52
5.7	Draadloze dekking	53
6	BESTAANDE <i>TOOLS</i> EN LABELS	54
7	BESLUIT	55
	BIJLAGE A – VERWANTE BEGRIPPEN	56
	BIJLAGE B – AFKORTINGENLIJST	61
	LITERATUURLIJST	64

1 Inleiding

1.1 Over deze publicatie

Uit de ervaringen van het innovatieve bedrijfsnetwerk *Smart Buildings in Use* – intussen omgevormd tot de cluster *Smart Building* – is gebleken dat er bij opdrachtgevers/bouwheren, aannemers, integratoren en andere *stakeholders* in het bouw- of renovatieproces vaak onduidelijkheid bestaat over wat een *smart building* nu precies is en dat ze ondersteuning nodig hebben bij het maken van functionele en technische keuzes wanneer er naar een *smart building*-project toegewerkt wordt.

Deze publicatie streeft ernaar om bij te dragen aan het bieden van een antwoord op deze kwesties. Zo verstrekt ze niet alleen informatie over wat men onder een *smart building* kan verstaan, maar geeft ze ook inzicht in een aantal *business cases* van *smart building*-toepassingen om aan te tonen dat de realisatie van een slimmer gebouw zowel voor de aannemer als voor de klant een aanzienlijke meerwaarde kan opleveren. Naast een aantal algemene overwegingen met betrekking tot de investeringen die aangegaan moeten worden om te komen tot een slimmer gebouw, komen er ook enkele concrete, met cijfers gestaafde voorbeelden aan bod. Zeker op het vlak van onderhoud en beheer en op het vlak van energimanagement zijn er voor de aannemer aanzienlijke opportuniteiten.

Er wordt ook nader ingegaan op de eerste *high level*-stappen die gezet moeten worden om een *smart building* te kunnen verwezenlijken. Het gaat hier om een achtledig stappenplan, dat zowel toegepast kan worden bij het optrekken van een volledig nieuw gebouw als bij het uitrollen van een slim systeem binnen een bestaand gebouw. Hierbij is er aandacht voor het volledige traject, van het concept en het ontwerp, over de uitvoering en de oplevering tot de exploitatie van het gebouw.

Tot slot geeft de publicatie ook informatie over een aantal aandachtspunten die zeker in overweging genomen moeten worden wanneer men een *smart building*-project wenst te realiseren.

Het is de bedoeling dat de lezer dankzij de informatie uit dit document een beter inzicht krijgt in wat de mogelijkheden van *smart buildings* zijn en in de manier waarop deze kunnen helpen bij het vervullen van behoeften en het voorkomen en/of oplossen van problemen. Deze Innovation Paper wil de lezer dus een concreet vertrekpunt aanreiken om voldoende geïnformeerd van start te gaan met een *smart building*-project en dit, aan de hand van een aantal mogelijke *business cases* en aandachtspunten.

Smart buildings leveren hun belangrijkste meerwaarde aan aannemers en hun klanten (gebouweigenaar, -huurder, -gebruiker ...) tijdens de exploitatiefase van het gebouw. De thema's 'digitalisering van het ontwerp- en bouwproces' en 'toepassing van slimme technologie op werven' worden in deze publicatie niet behandeld.

Voor bijkomende informatie en aanbevelingen omtrent *smart buildings* verwijzen we naar de *whitepaper* (te verschijnen) van de cluster *Smart Building*.

1.2 Doelgroep

Deze publicatie is zowel gericht aan aannemers-, installatie- en onderhoudsbedrijven als aan opdrachtgevers/bouwheren binnen bouw- en renovatieprojecten. Deze tweede doelgroep is redelijk breed. Ze kan private en publieke opdrachtgevers, sociale huisvestingsmaatschappijen, ontwikkelaars, eigenaars en dergelijke meer omvatten.

Gebouwbeheerders en *facility managers* spelen een centrale rol wanneer het erom gaat om van een gebouw een efficiënte, veilige, functionele en comfortabele omgeving te maken. *Smart building*-implementaties kunnen

hier in belangrijke mate aan bijdragen. Gebouwbeheerders en *facility managers* vormen dan ook evenzeer een primaire doelgroep van deze publicatie.

Architecten en studie bureaus spelen tijdens de ontwerp- en bouwfase een cruciale rol bij het definiëren van de functionele en technische eisen voor het *smart building*-project. Daarom willen we ook hen met deze publicatie sensibiliseren en wegwijs maken.

Ten slotte zijn er nog talrijke andere actoren voor wie deze publicatie goed van pas kan komen tijdens het overleg met de klant: *hardware*- en *software*reproducenten, *smart building*-adviseurs ...

1.3 Over de cluster *Smart Building*

De cluster *Smart Building* brengt vooruitstrevende bedrijven en instellingen samen die innovatieve oplossingen willen creëren om gebouwen en hun technische installaties en systemen slimmer te maken. Efficiënter (gedigitaliseerd) beheer en onderhoud van gebouwen, technische installaties en systemen vormen daarbij de basis, maar ook verhoogde energie-efficiëntie, duurzaamheid, comfort en beleving komen aan bod. Dankzij de nieuwe technologieën kan een gebouw opgewaardeerd worden tot leverancier van diensten voor zijn gebruikers en zo helpen om de steeds hogere verwachtingen in te lossen.

De cluster *Smart Building* is ontsproten uit het innovatieve bedrijfsnetwerk *Smart Buildings in Use*, dat in 2018 opgericht werd met de steun van VLAIO (Vlaams Agentschap Innoveren & Ondernemen). In 2022 werd dit initiatief omgevormd tot een gelijknamige cluster (cluster *Smart Buildings in Use*). Sederdien kadert de cluster binnen C-Tech, de Technologische Dienstverlening van Buildwise in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met de steun van Innoviris. Sinds het voorjaar van 2024 draagt het initiatief de naam cluster *Smart Building*.

Meer informatie en contactgegevens zijn terug te vinden op de website www.clustersmartbuilding.be.

2 Wat is een *smart building*?

2.1 *Smart buildings*: een korte definitie

Wat definieert een *smart building* of 'slim gebouw'? Dit onderwerp vormt de laatste jaren stof voor heel wat discussie, simpelweg omdat het voor een groot aantal personen een verschillende betekenis heeft. Een allesomvattende definitie formuleren is dan ook niet eenvoudig.

Hieronder geven we vanuit Buildwise onze visie op deze kwestie, waarbij we aandacht besteden aan verschillende aspecten.

Een *smart building* of 'slim gebouw' kan kortweg gedefinieerd worden als een duurzaam en energie-efficiënt gebouw dat dankzij een slim ontwerp, de nodige installaties en geconnecteerde systemen op een efficiënte manier gebruikt en beheerd kan worden. Een slim gebouw laat toe om de individuele gebouwgebruikers een optimaal comfort en een optimale gebruikerservaring te geven, zet in op efficiënt energiemanagement en biedt allerhande diensten aan de verschillende belanghebbenden van het gebouw (eigenaars, huurders, gebruikers, beheerders ...).

De door het slimme gebouw aangeboden diensten worden bepaald op basis van een nauwkeurige analyse van de behoeften van de verschillende belanghebbenden (hierna aangeduid als de 'gebruikers') van het gebouw tijdens de voorbereidingsfase van de constructie of renovatie. De gebruikers van het gebouw en hun behoeften staan dus centraal in een *smart building* (zie afbeelding 1).



Afb. 1 Een *smart building* stelt de gebouwgebruikers, gebouwbeheerders en andere partijen in staat om het gebouw op een efficiënte manier te gebruiken en te beheren (bron: aangepast van Shutterstock).

Een *smart building* kan gedefinieerd worden als een duurzaam en energie-efficiënt gebouw dat dankzij een slim ontwerp, de nodige installaties en geconnecteerde systemen op een efficiënte manier gebruikt en beheerd kan worden.

Vaak is er bij het aanbieden van de diensten ook nog een derde partij betrokken. Het kan hier bijvoorbeeld gaan om fabrikanten/leveranciers van *software*- en *hardware*oplossingen, maar ook om aannemers-, installatie- en onderhoudsbedrijven of facilitaire dienstverleners.

Technologie vormt een belangrijke katalysator voor de mogelijkheden die *smart buildings* te bieden hebben. Ze laat immers toe om de gebouw- en gebruiksdata te capteren, verschillende informatiebronnen en systemen te connecteren, de verkregen informatie te analyseren en ook bepaalde handelingen te automatiseren. Zodoende kunnen het gebouw en zijn gebruik inzichtelijker gemaakt worden en kan de performantie ervan verhoogd worden.

De mogelijkheden van slimme gebouwen zullen in de komende jaren zonder twijfel nog verder evolueren. Toch zijn *smart buildings* geen 'verhaal voor de verre toekomst'. Ze spelen immers in op behoeften die ook vandaag de dag al heel duidelijk bestaan. Op de markt zijn er bovendien reeds tal van oplossingen beschikbaar om deze in te vullen. De evolutie naar *smart buildings* begint dan ook langzaam maar zeker tot de dagelijkse praktijk te behoren. Het is met andere woorden heel belangrijk om er bij de huidige projecten reeds rekening mee te houden, zodanig dat de gebouwen klaar zijn om de noden van vandaag én morgen te vervullen.

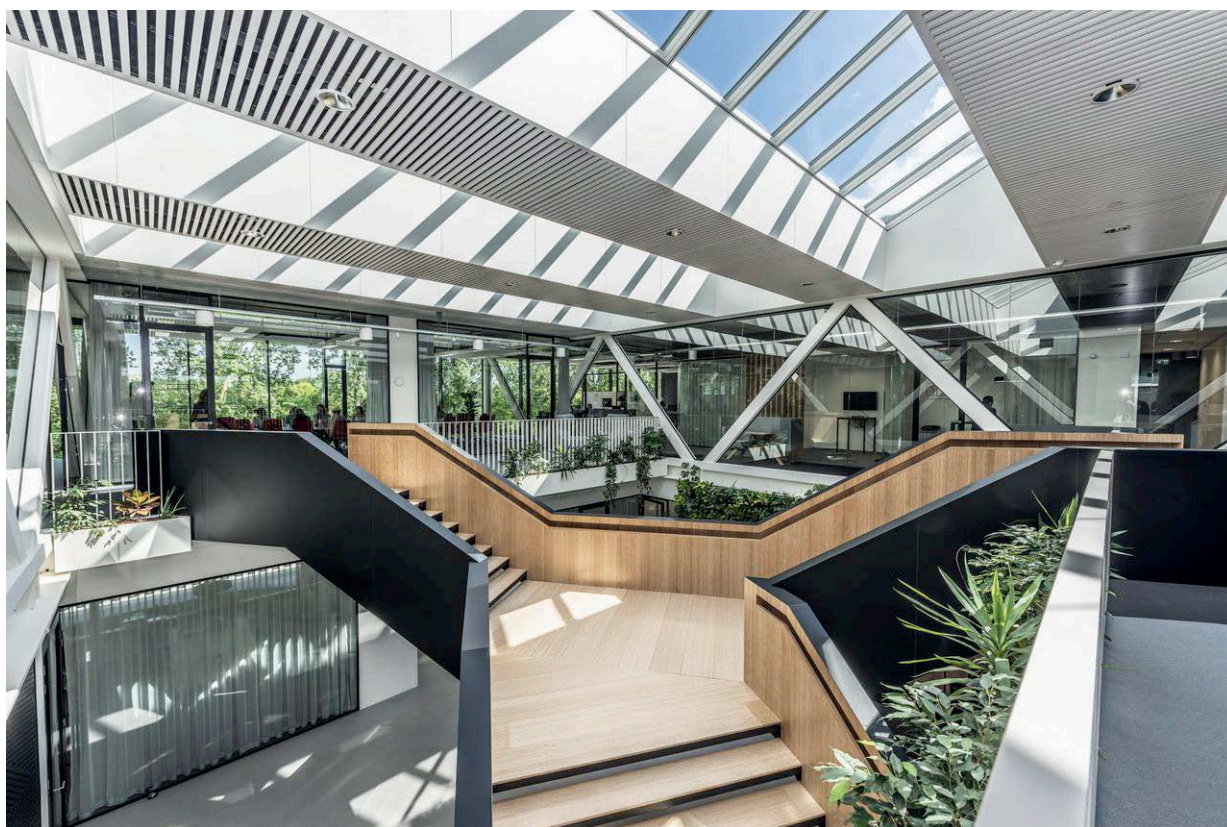
We willen er overigens op wijzen dat het slim maken van gebouwen zeker niet alleen mogelijk is bij nieuwbouwprojecten. Ook renovaties bieden ontzettend veel opportuniteiten om tot een intelligenter gebouw te komen.

2.2 Slim ontwerp

Het begrip 'slim ontwerp' kan betrekking hebben op diverse aspecten van het gebouw. Een doordachte ruimte-indeling in functie van de oriëntatie kan het energieverbruik bijvoorbeeld doen dalen, een slimme keuze van de vloerbekleding kan het onderhoud efficiënter maken en op die manier de schoonmaakkosten doen dalen, een slimme gebouwindeling kan de circulatie van de gebouwgebruikers optimaliseren en dergelijke meer (zie afbeelding 2, p. 11).

De aandacht wordt in deze publicatie toegespitst op de technologische aspecten van *smart buildings* (installaties en geconnecteerde systemen om meerwaarde te creëren). Hoewel een slimme benadering van het ontwerp, beheer en onderhoud van gebouwen – los van het gebruik van (slimme) technologie – een zeer waardevolle strategie is, volstaat de toepassing ervan niet om over een *smart building* te kunnen spreken. Het omgekeerde is wel waar: een slim ontwerp wordt gezien als een noodzakelijke voorwaarde om een gebouw als *smart building* te kunnen bestempelen.

Anders gezegd: teneinde te kunnen spreken over een *smart building* moet er in het gebouw niet alleen gebruikgemaakt worden van slimme technologieën (bv. de toepassing van datacaptatie, data-analyse en automatisatie om meerwaarde te creëren voor de gebruikers, het gebouw en de omgeving), maar moet het ook slim ontworpen zijn. Indien de technologieën daarentegen louter aangewend worden om fouten of gebreken uit de ontwerp- of uitvoeringsfase weg te werken, dan mag de noemer *smart building* er niet op toegepast worden.



Afb. 2 Het hoofdkantoor van BESIX Nederland in Dordrecht is niet alleen slim door de toepassing van diverse technologieën, maar ook door zijn ontwerp. Zo zorgt de transparantie van het gebouw voor een goed overzicht en veel daglichtinval, terwijl het oververhittingsrisico niettemin onder controle gehouden wordt.

2.3 *Smart buildings*: een uitgebreide beschrijving

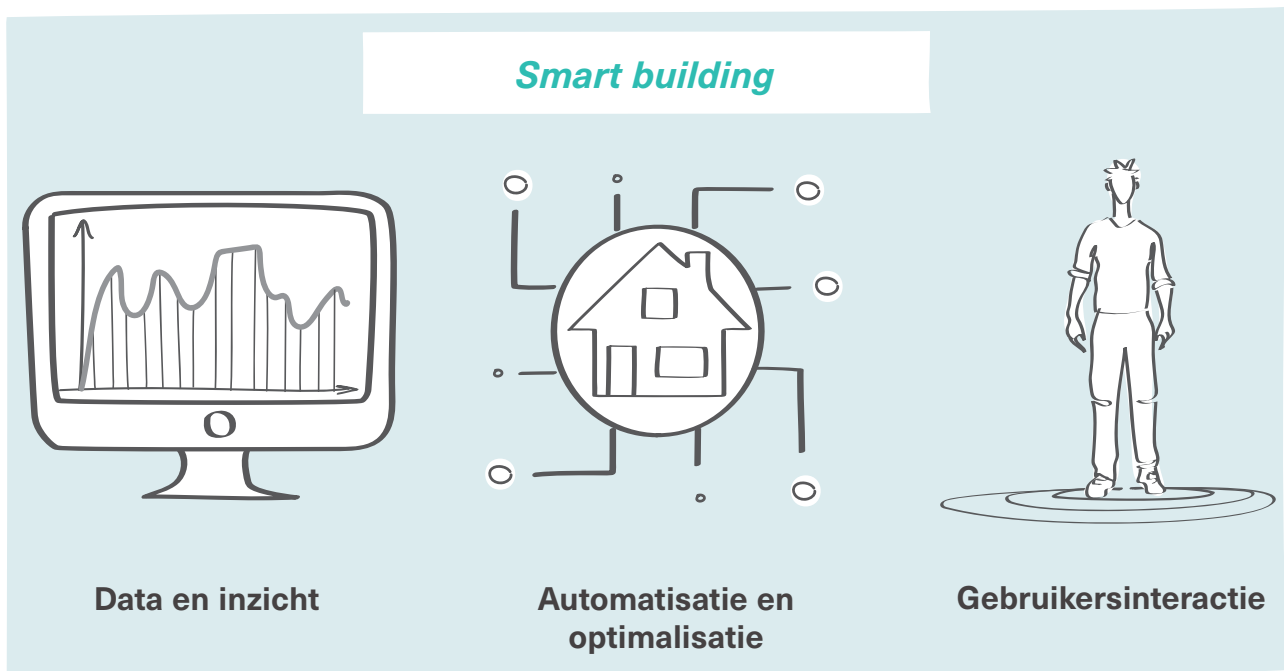
Het opstellen van een sluitende definitie voor de notie *smart buildings* waarin iedereen zich kan vinden, is niet evident. In § 2.1 (p. 9) werd de zienswijze van Buildwise toegelicht. Hieronder worden nog enkele aanvullende aspecten opgelijst die ook vaak door andere actoren uit het domein aan dit begrip gelinkt worden (niet-limitatieve lijst):

- **data en monitoring:** de hoeveelheid data over het gebouw en zijn gebruik die via sensoren gecapteerd wordt, met andere databronnen geconnecteerd wordt en via een dataopslag- en verwerkingsplatform geanalyseerd wordt, neemt sterk toe
- **connectiviteit:** een aspect dat steeds opnieuw aangehaald wordt, is dat meer en meer componenten en systemen die vroeger volledig los stonden van elkaar, nu onderling verbonden of geconnecteerd worden
- **open platformen/protocollen/communicatie/diensten:** *smart buildings* worden vaak geassocieerd met het ideaal van open communicatie tussen systemen en/of componenten, waarbij de oplossingen van verschillende aanbieders vlot met elkaar kunnen samenwerken
- **automatisatie:** de doorgedreven automatisatie die tot stand gebracht wordt dankzij de slimme technologieën heeft niet alleen een positieve invloed op het gebruiksgemak van het gebouw voor de verschillende belanghebbenden, maar zorgt er bovendien voor dat het gebouw performanter wordt (energie-efficiëntie, beveiliging, onderhoudsbeheer ...)
- **zelflerende systemen:** zelflerende algoritmes kennen een sterke opmars en kunnen nu ook toegepast worden voor gebouwssystemen en automatisatie
- **evolutiviteit en updatebaarheid:** *smart buildings* worden verondersteld relatief eenvoudig dynamisch mee te kunnen evolueren in de tijd in functie van veranderende gebruikersbehoeften en wijzigende omstandigheden (bv. klimaat, werkplekverdeling ...)

- **interactie met de gebruiker of *user centricity***: de gebruiker neemt een alsmear centralere plaats in. Zo moet het gebouw tegenwoordig steeds beter ten dienste staan van de gebruiker (*user experience*: comfort, veiligheid, gebruiksgemak, gezondheid ...) en zijn er ook steeds meer interactiemogelijkheden (via informatieschermen, bedieningspanelen, *smartphone*applicaties ...)
- ***smart cities* en *smart districts***: via gebouwoverschrijdende toepassingen kunnen er voordelen ontstaan op wijk- of stadsniveau (bv. energiemangement, mobiliteitsoplossingen ...).

In deze publicatie worden er drie basisfuncties voor een *smart building* gedefinieerd (zie afbeelding 3):

- het verzamelen van data over en het verschaffen van inzicht in het gebouw en het gebruik ervan (bv. monitoring, *benchmarking* ...)
- het bieden van automatisatie- en optimalisatiemogelijkheden
- het creëren van interactiemogelijkheden met en het centraal stellen van de gebruiker (dit wordt ook aangeduid als *user centricity*).



Afb. 3 Basisfuncties van een *smart building*.

Voor elk van de drie voormelde basisfuncties wordt er hieronder een concreet voorbeeld gegeven van de manier waarop ze in de praktijk kunnen bijdragen tot het slimmer maken van het gebouw:

- **data en inzicht**: in een *smart building* kan de gebouwbeheerder/*facility manager* op elk moment de bezetting van het gebouw (bureaus, vergaderzalen, kantine ...) visualiseren. Daarnaast kan hij statistieken opvragen die de bezettingsgraad over de tijd heen weergeven en op basis hiervan beslissingen nemen, bijvoorbeeld over de benodigde gebruiksoppervlakte, de ruimte-indeling ...
- **automatisatie en optimalisatie**: in een slim gebouw kunnen de verschillende technische installaties (verwarming/koeling, zonwering, verlichting ...) bijgestuurd worden op basis van tal van parameters zoals de buitentemperatuur en de zontoetreding. Bovendien trekt het gebouw lessen uit zijn gebruik, zodat het zich verder kan optimaliseren in de tijd, wat niet wegneemt dat de gebruikers ervan de mogelijkheid hebben om aanpassingen te doen in functie van hun specifieke wensen op een bepaald ogenblik
- **gebruikersinteractie**: *smart buildings* kunnen de gebruikers in staat stellen om via apps (op hun *smartphone*, tablet, laptop ...) te interageren met het gebouw en vanuit een centrale omgeving gebruik te maken van alle diensten die het gebouw te bieden heeft (toegang tot het gebouw, regeling van de verlichting en de zonwering, reservatie van een werkplek, vergaderzaal of parking, bestellen van een lunch, melden van problemen ...).

Het uiteindelijke doel van een *smart building* is het creëren van meerwaarde voor de gebruikers, het gebouw en de omgeving.

Een *smart building* laat toe om het maximum uit de gecapteerde data te halen, de gebruikersinteractie te verbeteren en automatisatie te implementeren, zodat de prestaties van het gebouw geoptimaliseerd kunnen worden. Het verzamelen van data en het automatiseren van bepaalde handelingen via de toepassing van slimme technologieën zijn dus nooit een doel op zich. Het uiteindelijke oogmerk van het ontwerpen en bouwen van een *smart building* is het creëren van meerwaarde voor de gebruikers, het gebouw en de omgeving.

Dit kan op verschillende manieren gebeuren:

- door het maximaliseren van **positieve aspecten**, zoals:
 - comfort (akoestisch, visueel, luchtkwaliteit ...)
 - flexibiliteit
 - gebruikerservaring
 - optimalisatie van de bezetting
 - duurzaamheid
- door het minimaliseren **negatieve aspecten**, zoals:
 - energieverbruik
 - milieu-impact
 - levenscyclus- en andere kosten: totaal van bouwkost, energiekost, onderhoud, schoonmaak, vervangingen, operationele kosten, ...

Smart buildings bieden de mogelijkheid om nieuwe en innovatieve diensten aan te bieden of om bestaande diensten te verbeteren die bijdragen aan één of meerdere van bovenstaande aspecten. Hiervoor kunnen nieuwe *businessmodellen* gebruikt worden. Zeker op het vlak van onderhoud, beheer en energiemangement zijn er voor aannemers-, installatie- en onderhoudsbedrijven aanzienlijke opportuniteiten.

Smart buildings laten toe om innovatieve diensten aan te bieden via nieuwe *businessmodellen*. Zeker op het vlak van onderhoud, beheer en energiemangement zijn er opportuniteiten voor bouwbedrijven.

2.4 Aspecten gelinkt aan de evolutie naar *smart buildings*

Traditioneel staan de verschillende gebouwtechnieken (bv. verlichting, HVAC, veiligheid, beveiliging ...) en informatiesystemen (bv. *building management system* – BMS, *facility management information system* – FMIS, *integrated workplace management system* – IWMS ...) veelal naast en los van elkaar. Door de jaren heen is het aantal gebouwtechnieken en informatiesystemen bovendien sterk uitgebreid en zijn deze ook geavanceerder (en complexer) geworden. Mede omwille van hun complexiteit leveren tal van systemen vandaag de dag in realiteit echter niet de prestaties die ze in theorie geacht worden te leveren (*performance gap*). Bovendien kan het gebruik van een brede waaier aan installaties en systemen voor allerlei toepassingen het geheel onoverzichtelijk maken en resulteren in onwenselijke situaties zoals:

- de aanwezigheid van meerdere sensoren met dezelfde functie op eenzelfde locatie (bv. een bewegings-sensor voor de verlichting, het HVAC-systeem, het alarmsysteem ...)
- het gelijktijdig verwarmen en koelen van een ruimte
- de aanwezigheid van verschillende types bedieningen voor de sturing van verschillende systemen.

Het nadenken over welke datastromen uit welke gebouwtechnieken/informatiesystemen nodig of mogelijk zijn en het effectief samenbrengen van en inzicht verkrijgen in de gegenereerde data kan bijdragen tot het oplossen van voormelde problemen. De verzamelde data kunnen bovendien gebruikt worden bij het creëren van nieuwe toepassingen en diensten.

Het samenbrengen van en inzicht krijgen in de data van een gebouw kan bijdragen tot het oplossen van bestaande problemen. De verzamelde data kunnen bovendien gebruikt worden om nieuwe diensten te creëren.

Niet alleen de technologieën binnen de gebouwen evolueren. Vandaag de dag bestaan er bijvoorbeeld ook alsmear meer objecten die (al dan niet persoonsgebonden) data capteren. Grote IT-/internetspelers zoals Microsoft, Google, Amazon enzovoort hebben aangetoond dat de verzamelde gegevens als 'grondstof' gebruikt kunnen worden (patroonherkenning, AI ...) voor het aanbieden van nieuwe en innovatieve diensten.

Smart buildings spelen in op bovenstaande ontwikkelingen. Via een betere integratie van de verschillende gebouwtechnieken en informatiesystemen kan er namelijk gestreefd worden naar een betere energie-efficiëntie, duurzaamheid, gebruikerservaring ... Het samenbrengen van de data laat immers toe om meer inzicht te verkrijgen in wat er zich afspeelt in het gebouw, zodanig dat er gericht actie ondernomen kan worden (bv. via automatisatie) en het gebouw beter afgestemd kan worden op de behoeften van de gebruikers.

2.5 Toepassingsdomeinen van *smart buildings*

Tabel 1 (p. 15) geeft een niet-limitatief overzicht van mogelijke toepassingsdomeinen van *smart buildings* en licht ook toe op welke manier deze bijdragen aan het slimmer en meer gebruikersgericht maken van het gebouw. De tabel is gebaseerd op onderzoek van Memoori en Locatee [M4] ⁽¹⁾ en is voornamelijk gericht op kantoorgebouwen. Dit neemt echter niet weg dat hij ook grotendeels toepasbaar is op andere types gebouwen.

Afbeelding 4, die onttrokken werd uit voormelde publicatie van Memoori en Locatee [M4], vat de informatie uit tabel 1 nogmaals samen (in het Engels).

⁽¹⁾ <https://locatee.com/en/blog-post/navigating-the-complex-smart-building-landscape/>

Tabel 1 Niet-limitatief overzicht van mogelijke toepassingsdomeinen van *smart buildings* (bron: Memoori en Locatee [M4]).

Mogelijke toepassingsdomeinen van een <i>smart building</i>	Voorbeelden van toepassingen	Focus
PERSONALIZE Personaliseren van het comfort en de gebruikerservaring	<ul style="list-style-type: none"> • Thermisch comfort • Instelling van de verlichting (bv. lichtniveaus) • Luchtkwaliteit • Gezondheid en welzijn • Werkplekbeleving • Lawaaivermindering • Betrekken van de gebouwgebruikers (<i>feedback</i>) • Mobiliteit van de werknemers en werkpatronen 	De focus ligt op het identificeren van gebouwen of sites met het grootste potentieel en op het vervullen van de behoeften van de gebouwgebruikers (<i>user centricity</i>), wat moet leiden tot het scheppen van een verbeterde gebruikerservaring en een beter binnenklimaat.
FIND Vinden van personen en middelen	<ul style="list-style-type: none"> • Vinden van beschikbare vergaderzalen • Vinden van beschikbare werkplekken • Vinden van beschikbare parkeerplaatsen • Vinden van collega's • Bijstaan van bezoekers bij het vinden van een locatie • Vinden en geolokalisatie van middelen/uitrustingen 	
OPTIMIZE Optimaliseren van de diensten en het ruimtegebruik door datagedreven te werken	<ul style="list-style-type: none"> • Optimalisatie van het ruimtegebruik • Analyse van het gebruik van de vergaderzalen • Toewijzing van de bezettingskosten • Portfoliopanning en ruimteplanning (consolidatie en uitbreiding) • Optimalisatie van de <i>catering</i>voorzieningen • Optimalisatie van de schoonmaakdiensten 	
COMMUNICATE Communiceren met de verschillende types gebouwgebruikers	<ul style="list-style-type: none"> • Communicatie met de medewerkers • <i>Wayfinding</i> en begeleiding naar de locatie van belangrijke voorzieningen in het gebouw • Communicatie over het bedrijfsvastgoed en het <i>facility management</i> • Melding van en communicatie bij noodsituaties 	
CONSERVE Duurzaam behouden van middelen	<ul style="list-style-type: none"> • Energieopwekking, energieopslag en vermogensbeheer • Energiemonitoring en energiemangement • Verlichtingsbeheer • Waterbeheer • Afvalbeheer • Duurzaamheidsanalyse en -rapportering (ESG-criteria) 	
CONTROL Controle van de voorzieningen en de werking/sturing	<ul style="list-style-type: none"> • Regeling van de HVAC-installaties • Regeling van de verlichting • Beheer van de nutsvoorzieningen (en toewijzing van de kosten) • <i>Facility management</i> en onderhoud • Werking van liften en roltrappen • Beheer van de middelen • <i>Benchmarking</i> van de vastgoedportefeuille (vergelijking van gebouwen of complexen) • Monitoring van de werkplekconcepten • Monitoring van de naleving van de richtlijnen, procedures en werkinstructies 	De focus ligt op energiemangement, het gebruik en beheer van middelen en de vergelijking van de prestaties van gebouwen of sites ten opzichte van andere (<i>benchmarking</i>).
SECURE Beveiliging van mensen en middelen	<ul style="list-style-type: none"> • Toegangscontrole • Beheer van bezoekers • Gevarendetectie • Beheer van incidenten • <i>Cybersecurity</i> • Brandbeveiliging • Noodlokalisatie van personen • Opvolging en beveiliging van middelen 	De focus ligt op het beveiligen van mensen en middelen.



Navigating through the wealth of use cases in the Smart Building landscape is not easy. Although technology is evolving rapidly and offers a vast number of Smart Building solutions, there is no one path on how to transform one's organization into a more human-focused building. There is no predefined sequence of measures to be taken, there is not the first step, second step, etc. The only right way is an individual customized approach. The aim is to understand, evaluate and prioritize one's own use cases. This graphic is intended to visualize possible ways of proceeding towards a more human-centric office building.



Afb. 4 Mogelijke toepassingen in *smart buildings* (bron: Memoori en Locatee [M4] (²)).

(²) <https://locatee.com/en/blog-post/navigating-the-complex-smart-building-landscape/>

3 *Business cases*: wat levert de investering op?

Vooraleer hij beslist om over te gaan tot het investeren in een *smart building*, wil de opdrachtgever vaak beschikken over een duidelijke *business case* die aantoont dat het om een rendabele investering gaat.

Het is echter niet altijd eenvoudig om algemene uitspraken te doen over financiële indicatoren zoals de ROI (*return on investment*) of de TCO (*total cost of ownership*) van *smart building*-implementaties, aangezien de concrete *business cases* sterk afhankelijk zijn van de specifieke context.

Hierna bespreken we eerst enkele factoren die in aanmerking genomen moeten worden bij het evalueren van de kosten en baten van *smart building*-implementaties. Vervolgens worden er een aantal concrete *business cases* voorgesteld.

3.1 Overwegingsfactoren

3.1.1 *Scope* en doelstellingen

Bij het uitwerken van een *business case* is het belangrijk om van bij het begin duidelijke, (waar mogelijk) meetbare doelen voorop te stellen die toelaten de baten van de investering te evalueren (zie hoofdstuk 4, p. 29).

Voor opdrachtgevers/bouwheren, bouwbedrijven of andere *stakeholders* die hun eerste stappen willen zetten op weg naar *smart buildings*, kan het interessant zijn om te beginnen met een project met een beperkte *scope* (goed afgelijnde doelstelling, beperkte inzet van mensen en middelen, geringe projectgerelateerde risico's ...). Zodoende kunnen ze vertrouwd raken met de bestaande mogelijkheden en praktijkervaring opdoen. Ze kunnen bijvoorbeeld een antwoord krijgen op vragen zoals:

- hoe kan een bepaalde toepassing meerwaarde creëren voor een organisatie?
- wat zijn de aandachtspunten?
- welke uitdagingen kunnen zich voordoen tijdens de uitwerking?

Het werken op kleine schaal laat ook toe om de doelstellingen scherper te stellen. Eens de voordelen van de *business case* op kleine schaal aangetoond zijn, kunnen er vervolgens stappen gezet worden naar implementaties op grotere schaal of een verbreding van de *scope*.

3.1.2 Directe en indirecte baten

Bij het evalueren van de voordelen die geboden worden door een *smart building*-toepassing, kan er een onderscheid gemaakt worden tussen directe baten en indirecte baten. Eerstgenoemde vloeien rechtstreeks voort uit de gemaakte investering. Ze hebben een directe, relatief eenvoudig meetbare impact. Indirecte baten daarentegen vloeien niet rechtstreeks voort uit de gemaakte investering, maar worden er wel onrechtstreeks door gecreëerd. Ze zijn moeilijker te meten en uit zich typisch op langere termijn.

Voorbeelden van directe baten zijn:

- lagere energiekosten als gevolg van een efficiënter energiegebruik en een betere afstemming tussen het gebouw en het elektriciteitsnet (bv. lagere piekbelasting, *demand side management* ...)
- een vermindering van de totaal benodigde kantoorruimte dankzij een efficiënter ruimtegebruik
- lagere onderhoudskosten door een efficiënter onderhoud (bv. minder interventies en onvoorziene defecten dankzij een conditiegebaseerd en predictief onderhoud, efficiëntere interventies door betere informatie en mogelijkheden tot ondersteuning vanop afstand ...)

- lagere waterverbruikskosten door een efficiënter watergebruik
- nieuwe inkomstenstromen via nieuwe *businessmodellen* (bv. het verhuren van parkeergelegenheid of binnenruimte aan externe partijen, inkomsten uit laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen ...).

Voorbeelden van indirecte baten zijn:

- een hogere productiviteit van de werknemers en een verhoogd welzijn van de gebouwgebruikers dankzij een gezonde en comfortabele werkomgeving
- een hogere productiviteit van de werknemers en een grotere tevredenheid van de gebouwgebruikers als gevolg van minder tijdsverlies en frustraties door gebouwgerelateerde problemen (bv. beschikbaarheid van werkplekken, vergaderzalen, parkeerplaatsen en laadinfrastructuur, minder defecten ...)
- een beter bedrijfsimago voor de bouwweigenaar en/of huurder als gevolg van een lagere milieu-impact van het gebouw
- een vlottere instroom van nieuwe werknemers en een beter behoud van personeel door toedoen van een aantrekkelijke werkomgeving.

3.1.3 Langetermijnkosten voor de bouwheer

Bij het opstellen van een *business case* voor een bouw- of renovatieproject is het vanuit het perspectief van de bouwheer belangrijk om zowel rekening te houden met de kortetermijn- als de langetermijnkosten. Hoewel het financieringsmodel hierbij uiteraard een belangrijke rol speelt, bleken de langetermijnkosten tijdens de levensduur van het gebouw (OPEX – *operating expenditures* of operationele uitgaven) in het verleden, volgens het klassieke model, vaak hoger te zijn dan de initiële investeringskosten (CAPEX – *capital expenditures*) [P1] ⁽³⁾. Niet alleen de initiële investeringskosten, maar ook de operationele kosten moeten dus zo goed mogelijk ingeschat worden om tot een realistische *business case* te komen. Ook bij het vergelijken van verschillende commerciële aanbiedingen is het van belang om naar de het totale kostenplaatje (CAPEX en OPEX) over de vooropgestelde levensduur te kijken.

De levensduur van de technische systemen waarmee het gebouw uitgerust wordt, is typisch korter dan de levensduur van de rest van het gebouw (structuur, gevelbekleding, schrijnwerk...). De keuze van het technische systeem (kwaliteit, aanpasbaarheid en vervangbaarheid, ondersteuningstermijn ...) heeft een grote invloed op het vereiste aantal onderhoudsinterventies, *upgrades* en vervangingen evenals op de omvang van deze interventies. Niet alleen voor *hardware* (fysieke componenten en systemen), maar ook voor *software* is dit een belangrijk aandachtspunt. De meeste *software* evolueert immers relatief snel waardoor er nood is aan regelmatige *updates*. Denken we hier bijvoorbeeld maar even aan de veiligheids*updates* of aanpassingen die vereist zijn bij versieveranderingen van onderliggende *software* zoals het besturingssysteem.

Een mogelijke manier om de onzekerheid omtrent de langetermijnkosten te verlagen, is door te werken met servicecontracten. Hierbij betaalt men een externe aanbieder (bv. per jaar of per maand) voor het verzekeren van (een gedeelte van) de dienstverlening en alle acties die hiervoor noodzakelijk zijn. Dit heeft als voordeel dat men ontzorgd wordt en men zich ten volle op zijn eigen hoofdactiviteiten kan richten. Het aangaan van een servicecontract geeft ook een zekere gemoedsrust, aangezien de dienstverlener zich ertoe engageert om de correcte/performante werking over een lange periode te waarborgen en hij er ook mee de vruchten van plukt wanneer datgene waarvoor hij verantwoordelijk is performant functioneert. Het feit dat er gewerkt wordt met servicecontracten doet echter niets af van de noodzaak om reeds van bij de start van het bouw- of renovatieproject te beginnen nadenken over de exploitatiefase. De gemaakte investeringskeuzes zullen namelijk steeds een invloed hebben op de langetermijnkosten. Indien er op het moment van investeren bijvoorbeeld veel aandacht uitgaat naar de aspecten kwaliteit, duurzaamheid, aanpasbaarheid, vervangbaarheid en dergelijke meer, dan kan dit een positieve invloed hebben op de langetermijnkosten.

Indien ook de initiële investering in datgene waarover het servicecontract afgesloten wordt (minstens deels) door de externe aanbieder gedragen wordt – en deze laatste er dus ook (minstens deels) de initiële eigenaar van is –, dan is er sprake van verbintenissen volgens het aaS-model (waarbij de afkorting aaS staat voor *as a service*). Dit betekent dat er aan de gebruikers een bepaalde dienst of functionaliteit geleverd wordt, zonder dat de klant de onderliggende infrastructuur zelf bezit en beheert. Het gaat hier met ander woorden om een *leasing*contract.

⁽³⁾ <https://rucore.org.za/wp-content/uploads/2011/11/Sust-Bldg-Tech-Manual.pdf> - p. 16/292

Een voorbeeld van een aaS-model op infrastructuurniveau is het gebruik van een *clouddienst* in plaats van een serverinfrastructuur in eigen beheer. Een voorbeeld van een aaS-model op gebouwniveau is het werken met DBFM(O)- en EPC-contracten ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾. Alle aaS-vormen worden gekenmerkt door het feit dat er met de aanbieder afspraken gemaakt kunnen worden over de vereiste dienstverlening. Dit gebeurt typisch door het vastleggen van *service level agreements* of SLA's, waarvan de naleving geëvalueerd kan worden aan de hand van een aantal *key performance indicators* of KPI's (kritieke prestatie-indicatoren).

3.1.4 Langetermijnopbrengsten voor het bouwbedrijf

Niet alleen voor de klant heeft het aangaan van servicecontracten (al dan niet volgens het aaS-model) voordelen te bieden. Ook voor aannemers-, installatie- en onderhoudsbedrijven kan het aanbieden van servicecontracten, en dus het leveren van diensten tijdens de exploitatiefase van het gebouw, een mooie opportuniteit vormen. Een dergelijk contract impliceert immers een langetermijnengagement tussen het bedrijf en zijn klant, wat gepaard gaat met meerdere voordelen, zoals:

- door servicecontracten aan te bieden, kunnen bouwbedrijven langdurige klantrelaties opbouwen, wat hun mogelijks voordeel kan opleveren in de toekomstige projecten van de klant
- servicecontracten bieden een stabiele bron van inkomsten over een lange periode. Deze regelmatige en voorspelbare *cash inflow* kan bijdragen aan de financiële gezondheid en veerkracht van de bedrijven
- *cross-selling* en *upselling*: de aangegane servicecontracten stellen de bouwbedrijven in staat om aanvullende diensten of *upgrades* te verkopen aan hun bestaande klanten
- concurrentievoordeel: door het aanbieden van servicecontracten kunnen de bouwbedrijven zich onderscheiden van hun concurrenten.

Servicecontracten aanbieden kan voor bouwbedrijven tal van voordelen hebben, zoals het genereren van een stabiele bron van inkomsten over een lange periode.

Op het vlak van onderhoud, beheer en energiemanagement heeft het aanbieden van servicecontracten aanzienlijke opportuniteiten te bieden voor de bouwsector. Een bekende vorm van een servicecontract in de bouw is een onderhoudscontract, maar ook verbintenissen van het aaS-type beginnen hun opkomst te maken. Denken we hierbij maar even aan *heat as a service*- en *light as a service*-contracten, waarbij de klant betaalt voor de warmte- of lichtvoorziening door de dienstenleverancier (rekening houdend met bepaalde eisen rond bijvoorbeeld comfort en veiligheid). Het is de verantwoordelijkheid van de dienstenleverancier om in de nodige systemen en componenten te voorzien en deze ook in dienst te stellen, te beheren en te onderhouden over de afgesproken periode. Nog andere aaS-vormen zijn bijvoorbeeld *energy as a service* of *comfort as a service*.

Monitoring en data zijn veelal cruciale aspecten in het vormgeven van *business cases* voor servicecontracten of aaS-overeenkomsten. Het verzamelen (en inzichtelijk maken) van data maakt het niet alleen mogelijk om een beter beeld te krijgen van het reële elektriciteits-, water- of gasverbruik, maar laat tevens een snelle detectie van anomalieën in de werking van de technische installaties of van een gebeurlijk afwijkend gedrag van de gebouwgebruikers toe. Ook dit laatste punt kan namelijk een belangrijke impact hebben op het verbruik of de werking van de installaties.

⁽⁴⁾ In het DBFM-handboek van de Vlaamse Overheid [V1] wordt een DBFM(O)-contract als volgt gedefinieerd: "Een DBFM-overeenkomst is een overeenkomst tussen een opdrachtgevende overheid en een private opdrachtnemer, waarbij deze laatste het ontwerp (*design*), de bouw (*build*), de financiering (*finance*) en het onderhoud (*maintain*) van een infrastructuurwerk of gebouw voor zijn rekening neemt, en daarvoor betaald wordt met een prestatieafhankelijke, periodieke beschikbaarheidsvergoeding." De letter 'O' staat voor *operate* (beheer en exploitatie).

⁽⁵⁾ In Richtlijn 2012/27/EU [E2] wordt een EPC- of voluit energieprestatiecontract als volgt gedefinieerd: "een contractuele regeling tussen de begunstigde en de aanbieder van een maatregel ter verbetering van de energie-efficiëntie, die tijdens de gehele looptijd van het contract wordt geverifieerd en gecontroleerd, waarbij de investeringen (arbeid, leveringen of diensten) zodanig worden betaald dat ze in verhouding staan tot de contractueel vastgelegde mate van verbetering van de energie-efficiëntie of een ander overeengekomen prestatie criterium, zoals financiële besparingen."

In deze context kan ook het maken van langetermijnafspraken met fabrikanten/materialenleveranciers een aantal opportuniteiten te bieden hebben. Een scherpere prijs bedingen in ruil voor het ter beschikking stellen van data aan de fabrikant kan bijvoorbeeld een optie zijn. Er bestaan bovendien nog diverse andere (niet noodzakelijk bij het project betrokken) partijen die er baat bij hebben om over bepaalde types data te beschikken en die bereid zijn om hiervoor een vergoeding te geven. Duidelijke afspraken omtrent data-eigendom en datagebruik zijn ontzettend belangrijk om een duurzame relatie met partners en klanten uit te bouwen (zie hiervoor ook § 5.4, p. 50).

Op de [website van de cluster Smart Building](#) worden er verschillende praktijkvoorbeelden van *smart buildings* beschreven waarbij er met vernieuwende contractvormen gewerkt wordt, waaronder het [project De Tuilerie in Diest](#) en het [nieuwe hoofdkantoor van Bewel in Diepenbeek](#).



A. Het project De Tuilerie in Diest



B. Het nieuwe hoofdkantoor van Bewel in Diepenbeek

Voor meer informatie over het aaS-model verwijzen we tevens naar de desbetreffende blog van Embuild Vlaanderen die beschikbaar is via de website <https://www.embuildvlaanderen.be/blogs/as-a-service/>.

3.1.5 Slim gebruik van de beschikbare data

Bij het opstellen van een *business case* voor bestaande gebouwen is het veelal verstandig om gebruik te maken van de reeds beschikbare databronnen met betrekking tot het gebouw en de aanwezige systemen. Dit kan helpen om *quick wins* te identificeren, aanzienlijke winsten die geen al te grote investeringen vereisen. Zo zijn er in de meeste gebouwen reeds verschillende gebouwssystemen en *software*platformen voorhanden die grote hoeveelheden data (kunnen) genereren. We moeten echter vaststellen dat deze data in vele gevallen niet ten volle benut worden of niet (fysiek) toegankelijk zijn voor gebruik in andere toepassingen en dit, terwijl de aldus gegenereerde informatie voor verschillende partijen interessant kan zijn.

Hoewel het gebruik van de (latent) aanwezige data in het gebouw in theorie een logische en gemakkelijke piste lijkt, kan dit in de praktijk soms moeilijk te realiseren zijn. Deze data zijn immers niet altijd eenvoudig te ontsluiten. Enerzijds moet er rekening gehouden worden met technische aspecten zoals interoperabiliteit, openheid en *cybersecurity* (zie § 5.1, p. 46, en § 5.2, p. 47). Anderzijds spelen ook organisatorische aspecten zoals overwegingen met betrekking tot data-eigendom en *privacy* een belangrijke rol (zie § 5.4, p. 50).

3.1.6 Toekomstgericht investeren

Bij de voorbereiding van een investeringstraject dient de opdrachtgever/bouwheer zich de vraag te stellen of het/de gebouw(s)yste(m)en waarin geïnvesteerd wordt op termijn moet(en) kunnen interageren met andere (gebouw)systemen. Indien dit effectief het geval is, dan is het belangrijk om hier bij de huidige investering voldoende rekening mee te houden. Zo kan het nuttig zijn om een deel van de investering te wijden aan de

uitwerking van een toekomstbestendige en uitbreidbare basisinfrastructuur (zowel op het vlak van *software* als van *hardware*) waarop de verschillende systemen geënt kunnen worden.

Er moet ook goed nagedacht worden over de mogelijke toekomstige aanpassingen aan en/of uitbreidingen van de gebouwssystemen op zich. In deze context strekt het tot aanbeveling om voldoende aandacht te besteden aan de punten die besproken worden in hoofdstuk 5 (p. 46) en te opteren voor systemen die modulair aanpasbaar en uitbreidbaar zijn. Dit moet toelaten om de gedane investering zonder of slechts met een beperkte extra kost in de toekomst verder te valoriseren via *business cases* die op het moment van de investering zelfs nog niet geïdentificeerd waren (zie ook het stappenplan in hoofdstuk 4, p. 29).

3.2 Concrete voorbeelden

Aan de implementatie van *smart building*-toepassingen zijn, naast directe baten, vaak ook (aanzienlijke) indirecte baten gekoppeld. Voor deze baten is het niet altijd eenvoudig de meerwaarde te becijferen, waardoor het niet evident is om concrete, met cijfers gestaafde, uitspraken te doen over financiële indicatoren zoals de ROI (*return on investment*) en de TCO (*total cost of ownership*) van *smart building*-implementaties.

In dit onderdeel geven we enkele concrete, met cijfers gestaafde, voorbeelden van succesvolle *smart building-business cases* in een aantal domeinen, die vooral focussen op de directe baten. Dit betekent echter niet dat een succesvolle *business case* voor een *smart building* enkel kan vertrekken vanuit directe baten. Er wordt in de voorbeelden zowel aandacht besteed aan het perspectief van de beslissingsnemer als aan de opportuniteiten voor de dienstverlener, een rol die opgenomen kan worden door bouw- en onderhoudsbedrijven.

De hier gegeven voorbeelden zijn illustratief voor enkele specifieke gevallen en studies waar er een duidelijke financiële meerwaarde bereikt kon worden. Het gaat hier geenszins om een exhaustief overzicht van alle *business cases* die met een *smart building* gerealiseerd kunnen worden. In tabel 1 uit § 2.5 (p. 14) is een niet-limitatief overzicht van mogelijke toepassingsdomeinen van *smart buildings* opgenomen.

3.2.1 Slim energiemangement

Slim energiemangement kan zorgen voor een verlaging van de energieverbruikskosten van een gebouw. Dit kan onder andere bereikt worden door:

- een betere afstelling van de installaties via inzichten uit de energieverbruiksdata en energiegebruiksdata
- een slimme aansturing van de verbruikers en de lokale opslagcapaciteit, bv. door:
 - slimmer om te gaan met de lokaal opgewekte hernieuwbare energie
 - het optimaliseren van de afname op basis van dynamische tarieven
 - het verlagen van de op het elektriciteitsnet gecreëerde piekbelasting
- een verandering in het gebruikersgedrag door het bieden van inzicht in het energieverbruik en -gebruik.

Slim energiemangement met het oog op een reductie van de energieverbruikskosten kan relatief eenvoudig toegepast worden op bestaande gebouwen. Vooreerst zijn er sensoren nodig voor het opmeten van het verbruik en een aantal bijkomende parameters zoals de temperatuur en installatiespecifieke parameters. Hierbij kan men gebruikmaken van de reeds in het gebouw aanwezige sensoren, die bijvoorbeeld aangesproken kunnen worden via een gebouwbeheersysteem, of van een aantal van nieuwe (al dan niet draadloze) bijgeplaatste sensoren. Vervolgens moeten de aldus gecapteerde data doorgestuurd, opgeslagen en verwerkt worden tot relevante inzichten via een *software*-dienst. De verkregen inzichten kunnen dan gebruikt worden voor het optimaliseren van de werking van de technische installaties (aanpassing van de tijdschema's, bijsturing van de regeling ...) en/of het doen van voorstellen om het gebouwgebruikersgedrag te veranderen (bv. door bewustmaking op basis van data-inzichten).

De totale investeringskost voor de oplossingen die gebruikt worden voor slim energiemangement in bestaande gebouwen is – zeker voor grote gebouwen – meestal relatief klein in vergelijking met de besparingen die gerealiseerd kunnen worden op de (hoge) energiefacturen. Hierdoor zijn terugverdientijden van minder dan een jaar

niet uitzonderlijk. Enkele concrete cijfervoorbeelden zijn terug te vinden op de webpagina met casestudy's van de Spaanse firma DEXMA ⁽⁶⁾, die sinds 2020 deel uitmaakt van het technologie- en dienstverleningsbedrijf Spacewell. Ook verschillende leden van de cluster *Smart Building*, een initiatief van Buildwise met de steun van C-Tech, reiken oplossingen aan die bijdragen aan het verbeteren van het energiemangement in bestaande gebouwen. Meer informatie over deze bedrijven is terug te vinden op de ledenpagina van de website van de cluster *Smart Building* ⁽⁷⁾.

Slim energiemangement kan zorgen voor een verlaging van de energieverbruikskosten. Dit kan bijvoorbeeld bereikt worden door de installaties beter af te stellen op basis van data-inzichten of door de slimme aansturing van de verbruikers en de lokale opslagcapaciteit.

In de Verenigde Staten werd er tussen 2016 en 2020 een grootschalige campagne uitgevoerd (ondersteund door het *U.S. Department of Energy*) waarbij in 6500 gebouwen energiemangement- en informatiesystemen (EMIS – *energy management and information systems*) toegepast werden. Uit de beoordeling van de studieresultaten door het *Lawrence Berkeley National Laboratory* [K1] ⁽⁸⁾ is onder andere gebleken dat bij de organisaties die ervoor kozen om een energiemonitoringsysteem toe te passen op hun gebouwenportfolio op twee jaar tijd een aanzienlijke energiebesparing (tot 22 %) gerealiseerd kon worden. De mediane terugverdientijd voor de toegepaste energiemangement- en informatiesystemen bedroeg slechts twee jaar.

Uit de beoordeling van de studieresultaten van een grootschalig Amerikaans onderzoek kwam naar voren dat de mediane terugverdientijd van de toegepaste energiemangement- en informatiesystemen slechts twee jaar bedroeg.

Ook bij nieuwe gebouwen en renovaties zijn er interessante *business cases* voor slim energiemangement. Zo kunnen beslisningnemers een energieprestatiecontract (EPC) afsluiten bij een *energy service company* (ESCO). Om de contractueel overeengekomen doelstellingen met betrekking tot energie-efficiëntie te kunnen bereiken, zal de ESCO in vele gevallen een oplossing voor slim energiemangement implementeren. Enkele voorbeelden van succesvol uitgevoerde EPC-projecten zijn terug te vinden op de website van de *European Association of Energy Service Companies* ⁽⁹⁾.

Slim energiemangement kan, behalve voor lagere energieverbruikskosten, ook voor bijkomende inkomsten zorgen. Zo kunnen gebruikers van een digitale elektriciteitsmeter een contract afsluiten om vergoed te worden voor de lokaal (bv. via fotovoltaïsche panelen) opgewekte energie die ze injecteren in het elektriciteitsnet.

Een andere mogelijke bron van inkomsten, die gebaseerd is op het gebruik van slimme stuursystemen, zijn de vergoedingen die toegekend kunnen worden voor het in balans houden van het elektriciteitsnet, door

⁽⁶⁾ <https://www.dexma.com/resources-library/case-studies/>

⁽⁷⁾ <https://www.clustersmartbuilding.be/over-de-cluster/leden/>

⁽⁸⁾ Voor meer informatie over de studie *Proving the Business Case for Building Analytics* verwijzen we naar de website <https://escholarship.org/uc/item/5m66941j>.

⁽⁹⁾ <https://euesco.org/about/success-stories/>

de opwekkers of de opslagcapaciteit (bv. WKK, ontladen van batterijen ...) en de verbruikers (bv. elektrische productie van warm water, het laden van elektrische voertuigen) slimmer in te zetten. Dergelijke diensten worden aan de lokale netbeheerder aangeboden door een zogenoemde *balancing service provider* (BSP) die typisch over een portfolio van flexibele *assets* (elektriciteitsproductie-installaties of gebouwinstallaties) beschikt en zodoende als 'aggregator' fungeert. Dat er waarde zit in *businessmodellen* die gebaseerd zijn op energieflexibiliteit, bewijzen bedrijven zoals het Franse Voltalis ⁽¹⁰⁾ dat door gebruik te maken van slimme technologieën, innovatieve B2C- en B2B-oplossingen in de praktijk brengt.



Afb. 5 Laadpalen voor elektrische wagens kunnen een belangrijk onderdeel uitmaken van een netwerk dat energieflexibiliteit te bieden heeft (foto genomen bij VMA Sint-Martens-Latem).

Een studie waarin de waarde van energieflexibiliteit becijferd wordt, is terug te vinden in het rapport *A National Roadmap for Grid-Interactive Efficient Buildings* [L1] ⁽¹¹⁾, dat uitgebracht werd door het *U.S. Department of Energy*. Hierin wordt geschat dat de cumulatieve voordelen van het gebruik van dergelijke energieflexibele gebouwen in de Verenigde Staten tussen 2021 en 2040 zouden kunnen oplopen tot 100 à 200 miljard dollar.

De laatste jaren zijn er tal van groepen, actief in de Belgische bouw- en installatiesector, die zich gepositioneerd hebben in het domein van slim energiemanagement. Hieronder volgen een aantal voorbeelden (zie ook de casestudy's in § 3.3, p. 26):

- BESIX en Proximus investeerden in 2021 in i.Leco waaruit vervolgens aug·e ontstond. Het door aug·e ontwikkelde *software*platform heeft als doel om de technologische brug tussen data en energie te vormen. De naam aug·e komt van *augmented energy*
- VMA, een dochteronderneming van CFE, heeft de voorbije jaren sterk ingezet op de uitbouw van VMANAGER, een technologische oplossing die het realiseren van energiebesparingen, het beheer van energiestromen en het algemene beheer van technieken in gebouwen tot doel heeft. Via VMANAGER Performance worden energieprestatiediensten, of kortweg ESCO-diensten, aangeboden

⁽¹⁰⁾ <https://www.voltalis.com/>

⁽¹¹⁾ <https://gebroadmap.lbl.gov/>

- Cordeel Group heeft de voorbije jaren verschillende dochterondernemingen opgericht en allianties aangegaan om een *onestopshop*-bouwpartner voor het complete bouwtraject te kunnen zijn. Zo heeft het in 2021 gecreëerde dochterbedrijf C-energy als doel om zijn klanten in hun energietransitie naar groene energie en elektromobiliteit volledig te ontzorgen. Het bedrijf speelt in op alle klantennoden met betrekking tot energiemangement, gaande van energieopwekking en -opslag over energiemonitoring tot en met optimalisatie. C-energy biedt deze diensten *as a service* aan.

Het feit dat er alsmaar meer Belgische groepen die actief zijn in de bouwsector activiteiten in het domein van slim energiemangement aan het uitbouwen zijn, ondersteunt de overtuiging dat er hiermee daadwerkelijk waarde te creëren valt.

De laatste jaren zijn er tal van groepen, actief in de Belgische bouw- en installatiesector, die zich gepositioneerd hebben in het domein van slim energiemangement.

3.2.2 Slim onderhoud en beheer van gebouwen

Slimme gebouwen staan garant voor een slimmer onderhoud en beheer, wat op verschillende manieren tot baten kan leiden. Zo kunnen conditiegebaseerd en predictief onderhoud (bv. op basis van algoritmes die gebruikmaken van artificiële intelligentie) zorgen voor lagere kosten. Dit komt enerzijds doordat er minder interventies nodig zijn dan bij een aanpak waarbij er enkel systematisch (periodiek) onderhoud toegepast wordt en anderzijds doordat de interventies veelal minder ingrijpend zijn dan bij een aanpak waarbij er louter curatief (herstellend) onderhoud plaatsgrijpt. Bedrijven die gespecialiseerd zijn in predictief onderhoud zijn niet alleen in staat om hoogwaardigere diensten aan te bieden aan hun klanten (bv. kortere *downtime* van installaties en dus minder comfortproblemen voor de eindgebruikers). Hun tussenkomsten zijn in de regel ook efficiënter aangezien ze niet langer moeten handelen als een 'brandweerman', die om de haverklap 'brandjes moet blussen'. Het grote voordeel ligt in het feit dat ze kunnen optreden als een 'preventieadviseur', die vroegtijdig (potentiële) problemen detecteert en verhelpt. Dit betekent ook dat ze hun werkzaamheden beter kunnen plannen en niet voortdurend *ad-hoc* oplossingen hoeven te zoeken voor onvoorziene problemen. Werken met slimme, geconnecteerde gebouwinstallaties laat bovendien toe om het nazicht en de aanpassing van bepaalde instellingen (bv. *setpoints*) vanop afstand uit te voeren, waardoor een interventie ter plaatse soms vermeden kan worden. Door beter te kunnen plannen enerzijds, en door een aantal controles en aanpassingen vanop afstand te kunnen uitvoeren anderzijds, zal er opnieuw een deel van het personeelsbestand beschikbaar worden, wat het mogelijk maakt om extra projecten aan te nemen en de omzet (en winstgevendheid) van het bedrijf te verhogen.

Ook de interventies ter plaatse zelf zullen in een slim gebouw efficiënter kunnen verlopen. Zo kan de onderliggende oorzaak van een probleem op basis van de gebouw- en systeemdata vaak sneller (en mogelijk zelfs automatisch) gedetecteerd worden. Daarnaast kunnen *wayfinding*-apps en slimme toegangssystemen de medewerkers van het onderhoudsbedrijf helpen om probleemloos de te onderhouden gebouwelementen of installatiedelen terug te vinden. Door het connecteren van relevante informatiesystemen (bv. via een *digital twin*) kan er bovendien snel en efficiënt informatie (geometrische gegevens, *datasheets*, logboeken ...) opgevraagd, gevisualiseerd (bv. met behulp van *augmented reality* of AR, zie afbeelding 22, p. 60) en gerapporteerd worden.

Slim onderhoud heeft ook een rechtstreekse (positieve) invloed op het energieverbruik en kan op die manier tot aanzienlijke baten leiden. In het kader van de in § 3.2.1 (p. 21) vermelde studie *Proving the Business Case for Building Analytics* [K1] werden naast systemen voor energiemonitoring ook een aantal zogenoemde FDD-systemen (*fault detection and diagnostics*) met een focus op HVAC onderzocht. Dankzij de inzichten die voortvloeiden uit de met de FDD-systemen gegenereerde data was het mogelijk om diverse maatregelen te implementeren zoals een aanpassing van de *setpoints*, een betere afstelling van de regelsystemen, het vermijden van gelijktijdig verwarmen en koelen, een herstelling van defecte ventielen en sensoren en der-

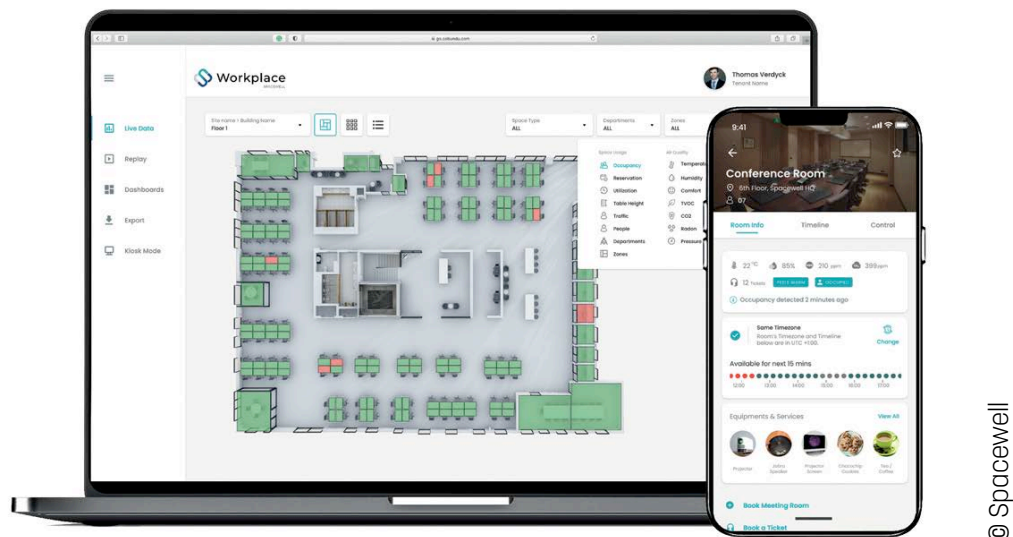
gelijke meer. Hierdoor konden er over twee jaar tijd energiebesparingen tot 28 % gerealiseerd worden. De mediane terugverdientijd voor de FDD-systemen – louter gebaseerd op de directe baten teweeggebracht door de verhoogde energie-efficiëntie en dus niet op andere, moeilijker becijferbare indirecte baten zoals een grotere werknemersproductiviteit dankzij een verbetering van het binnenklimaat, een langere levensduur van de installaties enzovoorts – bedroeg slechts twee jaar.

3.2.3 Slim beheer van werkplekken

In de door Spacewell uitgegeven *whitepaper* 'Investeren in de slimme werkplek rendeert' [W1] ⁽¹²⁾ gaat het bedrijf dieper in op de *business case* voor slimme werkplektechnologie. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen twee strategieën om een positief rendement te behalen:

- de ruimte optimaler benutten enerzijds
- de beleving van de werknemers optimaliseren anderzijds.

Voor elk van beide strategieën worden er een aantal concrete pistes geschetst die gestaafd worden met literatuurbronnen en wordt het mogelijk te bereiken rendement geïllustreerd aan de hand van enkele becijferde ROI-schattingen (*return on investment*). Aan het einde van het document worden er ten slotte enkele richtlijnen en formules meegegeven om het rendement in een specifieke context te kunnen berekenen.



Afb. 6 Een slim werkplekbeheer kan voor directe financiële baten zorgen.

Het is uiteraard perfect mogelijk en zelfs wenselijk om beide strategieën (optimalisatie van het ruimtegebruik en de werknemersbeleving) te combineren. In voormelde *whitepaper* worden beide dimensies echter apart geanalyseerd om een heldere ROI-berekening te kunnen maken.

Dat het *businessmodel* van de slimme werkplek werkt, kan aangetoond worden aan de hand van verschillende succesverhalen, waaronder de samenwerking tussen Spacewell en AXA Belgium die bekroond werd met de *Verdantix Smart Building Innovation Award 2020* ⁽¹³⁾. In het kader van dit project werden er 1850 draadloze, volgens de LoRaWAN-technologie ⁽¹⁴⁾ werkende, PIR-sensoren (*passive infrared*) onder de bureaus van de AXA Belgium-gebouwen in het centrum van Brussel aangebracht teneinde een gedetailleerde werkplekmonitoring te kunnen uitvoeren. Deze monitoring liet toe om een ratio van zes bureaus per tien werknemers te bereiken (i.p.v. 7/10 vroeger), wat in dit geval resulteerde in een vloeroppervlaktevermindering van ongeveer 6.000 m². Rekening houdend met een jaarlijkse gebouwkost van 350 à 400 euro per m², kan dit op jaarbasis een besparing

⁽¹²⁾ <https://spacewell.com/nl/resources/whitepapers/investeren-in-de-slimme-werkplek-rendeert-whitepaper/>

⁽¹³⁾ Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de website <https://spacewell.com/nl/resources/klantverhaal/axa-smart-building/>.

⁽¹⁴⁾ Meer desbetreffende informatie is beschikbaar in de publicatie 'Digitale connectiviteit in gebouwen' op <https://www.clustersmartbuilding.be/publicaties-en-artikels/>.

van 2,1 à 2,4 miljoen euro opleveren. Hiertegenover staat een investeringskost van ongeveer 180.000 euro en een jaarlijkse abonnementskost van 25.000 euro voor de LoRaWAN-connectiviteit van de sensoren.

Op de [website van de cluster Smart Building](#) worden er verschillende praktijkvoorbeelden van *smart buildings* beschreven waarbij er een overzicht gegeven wordt van diverse potentiële toepassingen, waaronder de [uitvalsbasis van VMA te Sint-Martens-Latem](#) en het [pilot- en demonstratiegebouw van het Wave-platform te Rijsel](#).



A. De uitvalsbasis van VMA te Sint-Martens-Latem



B. Het pilot- en demonstratiegebouw van Wave te Rijsel

3.3 De toegevoegde waarde van *smart buildings* voor aannemers en de bouwsector: getuigenissen

Zoals ook te zien is in de kaderstukken doorheen deze publicatie, werden er een aantal casestudy's uitgewerkt, waarin verschillende specifieke *smart building*-toepassingen (en de achterliggende *business cases*) van naderbij bekeken worden (zie de [website van de cluster Smart Building](#)).

Van een beperkte selectie casestudy's, waarin enkele aannemers-, installatie- en onderhoudsbedrijven en integratoren heel concreet toelichten hoe *smart buildings* (of bepaalde deelaspecten ervan) meerwaarde creëren en dit, zowel voor hun eigen bedrijf, voor hun partners als voor hun klanten, is hieronder een korte introductie te lezen. Onderaan elke introductie staat er een link naar de website van de cluster *Smart Building* waarop het volledige artikel geraadpleegd kan worden.

3.3.1 Van installateur naar leverancier van totaaloplossingen

Digitalisering zet zich door in elke sector. Ook in de bouwsector is deze intussen op kruissnelheid. De onderneming VMA had al vrij snel begrepen dat deze evolutie er zat aan te komen en ontwikkelde vanuit haar ervaring in andere sectoren een *smart* totaalconcept van gebouwtechnieken, gebaseerd op standaardisatie en automatisatie. Hierdoor is de onderneming niet langer een pure installateur, maar biedt ze ook eigen oplossingen aan waarin optimaal energieverbruik en slim onderhoud een centrale rol spelen. En daar plukken niet alleen de klanten de vruchten van, maar ook VMA zelf wanneer de onderneming als onderhoudsbedrijf optreedt.



Voor het volledige artikel verwijzen we naar de volgende website:

<https://www.clustersmartbuilding.be/case-study/van-installateur-naar-leverancier-van-totaaloplossingen/>.

3.3.2 Toegevoegde waarde 2.0 bij Groep Vanhout

De bouwheer van morgen zal steeds meer toegevoegde waarde vragen, en dit doorheen de hele levensduur van een gebouw. Deze evolutie verplicht aannemers ertoe om volledig anders te gaan denken over bouwen. De Groep Vanhout gaat alvast erg enthousiast met deze uitdaging om. Met de nieuwe dochteronderneming ComTIS Energy treedt ze naar buiten als ESCO-bedrijf en leverancier van *energy as a service*. De nieuwe woonwijk De Tuilerie in Diest krijgt de primeur om het innovatieve concept als eerste op grote schaal toe te passen.

Voor het volledige artikel verwijzen we naar de [website van de cluster Smart Building](#).



3.3.3 De bedrijfstoekomst verzekeren in het digitale tijdperk

De technologische ontwikkelingen razen als een sneltrein door het economische en maatschappelijke landschap. Wie aarzelt om aan boord te springen, loopt het risico verweesd achter te blijven. Zelfs de eerder traditionele bouwsector ziet zich genooddaakt om andere horizonten te verkennen. Een belangrijke voortrekker op dit vlak is het bedrijf BESIX dat sterk in een toekomst met *smart buildings* gelooft. Om deze uitdaging aan te gaan, zoekt deze aannemer zijn heil in een krachtenbundeling met niet-bouwgerelateerde partners. Een verstandige keuze?

Voor het volledige artikel verwijzen we naar de [website van de cluster Smart Building](#).



3.3.4 Bewel kiest voor een vernieuwende aanbestedingsvorm

In het voorjaar van 2022 werd de eerste steen van het nieuwe hoofdkantoor van Bewel gelegd. Het gebouw zal een pioniersrol vervullen op het vlak van innovatie, circulariteit en duurzaamheid. Daarom is het project zeker *smart* te noemen, zelfs al wordt niet de hoogste graad van technologie beoogd. De intelligentie ligt vooral in de vernieuwende aanbestedingsvorm waarmee gewerkt wordt. De firma Van Roey Services past er immers voor het eerst de DBME-formule, een onderhouds- en energieprestatiecontract, op een nieuwbouw toe. Zo tracht ze de energiekost voor de klant onder controle te houden, een belangrijk pluspunt in deze volatiele tijden.

Voor het volledige artikel verwijzen we naar de [website van de cluster Smart Building](#).



3.3.5 Verticale integratie binnen de Cordeel Group die de loutere bouw overstijgt

Het energielandschap zit midden in een gigantische transitie. In de stad van de (nabije) toekomst zullen *smart grids* namelijk een hoofdrol gaan spelen. Hernieuwbare energie zal er door tal van bronnen opgewekt en flexibel tussen verschillende gebruikers uitgewisseld worden, terwijl eventuele productieoverschotten maximaal opgeslagen zullen worden. Om de klanten optimaal in dit veranderingstraject te begeleiden, onderzoekt de Cordeel Group vandaag meerdere innovatieve oplossingen op de eigen site en zelfs daarbuiten.

Voor het volledige artikel verwijzen we naar de [website van de cluster Smart Building](#).



3.3.6 Meer monitoring, extra kansen

Steeds meer bedrijven omarmen het devies 'meten is weten'. Deze evolutie vertaalt zich in een toenemende digitalisering van gebouwen. Hierdoor zijn er logischerwijze een aantal andere spelers, zoals integratoren en leveranciers van dataplatformen, die de bouwmarkt betreden. Omdat deze nieuwe spelers de sector met een frisse blik bekijken, ontstaat er een totaal nieuwe dynamiek. Daar waar de klassieke bouwpartijen niet altijd om verandering staan te springen, zien deze nieuwkomers tal van opportuniteiten, niet alleen voor zichzelf, maar voor de bouwsector in zijn geheel.

Voor het volledige artikel verwijzen we naar de [website van de cluster Smart Building](#).



3.3.7 Het nieuwe Buildwise-gebouw wordt een levende demosite

Gebouwen en installaties kunnen maar slim zijn bij gratie van de juiste data. Monitoring via sensoren wordt daarom steevast als het fundament van *smart buildings* beschouwd. Maar in wezen begint het al vroeger. Hoe meer concrete handvaten voor het gebruik en het gedrag van het gebouw er reeds in het ontwerpproces beschikbaar zijn, hoe beter technische installaties, sensoren en sturingen immers georganiseerd en geconfigureerd kunnen worden. Zo werd in het nieuwe Buildwise-gebouw een verregaande basis voor extra intelligentie en optimale energie-efficiëntie gelegd.

Voor het volledige artikel verwijzen we naar de [website van de cluster Smart Building](#).



4 Naar een *smart building*: stappenplan voor het bekomen van een slimmer gebouw

Door het brede scala aan functies dat ze vandaag de dag moeten kunnen vervullen, zijn onze gebouwen – of ze nu slim zijn of niet – een stuk complexer aan het worden. Een *smart building*-project gaat dus veel verder dan het louter neerpoten van een bouwwerk.

Afbeelding 7 geeft een overzicht van heel wat mogelijke functies in verschillende domeinen die met *smart buildings* in verband gebracht kunnen worden (zie hiervoor ook § 2.5, p. 14). De opdrachtgever/bouwheer zal in eerste instantie echter meestal slechts een beperkte selectie hiervan voor zijn project weerhouden. Een grondige behoeftebepaling is dan ook essentieel bij het uitwerken van een *smart building*-project.



Afb. 7 Mogelijke functies in *smart commercial buildings* (bron: Memoori [M3]) ⁽¹⁵⁾.

⁽¹⁵⁾ <https://memoori.com/portfolio/the-internet-of-things-in-smart-commercial-buildings-2022-to-2027/>

Een gebouw heeft na de bouw/de renovatie ervan nog/opnieuw een hele levensduur voor zich. In deze periode moet het beheerd en onderhouden worden, kan het gewenst zijn om er nieuwe functies (of diensten) in te integreren of kan het mogelijks deels of zelfs volledig van bestemming wijzigen. Het is dus belangrijk ervoor te zorgen dat het gebouw niet alleen in staat is om te beantwoorden aan de huidige behoeften van de gebouwgebruikers, maar ook aan de behoeften van morgen. Om tot een geslaagd eindresultaat te komen is er gedurende het volledige *smart building*-proces dan ook een solide aanpak vereist, waarbij er rekening gehouden wordt met dit aspect.

Ondanks het feit alle bouw- of renovatieprojecten verschillend zijn, tracht het hierna beschreven stappenplan een algemeen toepasbare leidraad te vormen die kan helpen bij het realiseren van een slimmer gebouw. Dit plan omvat acht stappen (die verderop in dit hoofdstuk uitgebreid uit de doeken gedaan worden) die onontbeerlijk zijn om een efficiënt en duurzaam *smart building*-project te realiseren. Het is in de eerste plaats gericht op opdrachtgevers/bouwheren, maar bevat ook informatie die van groot belang is voor alle andere *stakeholders* in een *smart building*-project.

<p>Stap 1: preliminaire marktverkenning en consultatie van deskundigen (iteratief proces)</p> <p>Alvorens het effectieve project aan te vatten, moet de opdrachtgever/bouwheer zich goed informeren over de <i>state of the art</i> van <i>smart buildings</i> en over de mogelijkheden die hieraan gekoppeld zijn. Een marktverkenning, het bestuderen van documentatie en het consulteren van deskundigen zijn hiervoor mogelijke technieken. De bouwheer moet dit ook tijdens de uitwerking van het project blijven doen.</p>	
<p>Stap 2: vastleggen van het doel</p> <p>Het is belangrijk om goed na te denken over het algemene doel van het project. Waarom wordt het gebouw gerealiseerd en wat wordt ervan verwacht? Indien men een <i>smart building</i> wenst op te trekken, dan dient men goed na te denken over wat men precies onder deze term verstaat. Het integreren van technologie en het verzamelen van gebouwddata mogen nooit een doel op zich zijn. Ook de manier waarop de gewenste doelstellingen bereikt moeten worden (CAPEX – OPEX) verdient reeds de nodige aandacht.</p>	
<p>Stap 3: in kaart brengen van de functionele wensen</p> <p>Bij het in kaart brengen van de functionele wensen wordt er beschreven waartoe het gebouw met zijn specifieke systemen/installaties in staat moet zijn en welke diensten het aan zijn gebruikers moet kunnen bieden opdat het doel bereikt zou worden. In dit stadium gaat het nog niet over het kiezen voor een welbepaalde technologie, maar wel over het krijgen van inzicht in de <i>user journeys</i> en het selecteren van <i>use cases</i>.</p>	

<h3>Stap 4: in kaart brengen van de technische eisen</h3> <p>Men dient te onderzoeken aan welke technische eisen er voldaan moet worden om de hiervoor geformuleerde functionele wensen te kunnen vervullen. Deze aspecten bepalen mee hoe geavanceerd het <i>smart building</i> precies moet zijn en welke technologische mogelijkheden de systemen en installaties vandaag én morgen moeten kunnen bieden. In deze context is het ook belangrijk om reeds goed na te denken over de exploitatiefase (in het bijzonder over het onderhoud en het beheer).</p>	
<h3>Stap 5: opmaken van een bestek</h3> <p>Het is van groot belang dat de projectgerelateerde wensen en eisen op een neutrale, merkonafhankelijke manier in het bestek beschreven worden. Door het toenemende belang van aspecten zoals gebouwbeheer, systeemintegratie en datastromen tussen deze systemen, wordt het steeds gangbaarder om hiervoor in het bestek in een apart lot te voorzien.</p>	
<h3>Stap 6: uitvoering van de bepalingen uit het bestek</h3> <p>Een nauwe opvolging van het verloop van de werken is heel belangrijk. Het is cruciaal om alle <i>stakeholders</i> zo vroeg mogelijk bij het proces te betrekken, zodanig dat het voor iedereen duidelijk is wat er precies van hem/haar verwacht wordt en wat eenieders bevoegdheden zijn (en wat niet!). Niet alleen de installatie en integratie van de systemen verdienen veel aandacht. Ook de goede inregeling moet ter harte genomen worden om tijdens de exploitatiefase performant werkende systemen en installaties te verkrijgen.</p>	
<h3>Stap 7: oplevering van het project</h3> <p>De oplevering vormt de formele stap tussen de uitvoeringsfase en de exploitatiefase. Het is van groot belang dat alle informatie die nuttig kan zijn tijdens de exploitatie van het gebouw op dat moment overgedragen wordt. Voor de technische systemen en installaties worden op dit ogenblik ook de <i>hardware</i>- en <i>software</i>matige 'sleutels' overgedragen teneinde te kunnen overgaan tot het beheer en onderhoud ervan.</p>	
<h3>Stap 8: gebruik van het gebouw en borging van de performantie over de levensduur</h3> <p>Een gebouw is niet 'voor eens en voor altijd klaar' bij de oplevering ervan. Dit geldt des te meer voor gebouwen die over een belangrijke technologische component beschikken. Tijdens het eerste jaar na de ingebruikname is het dan ook van groot belang om het gebouw goed af te stemmen op het eigenlijke gebruik en de effectieve noden (opvolging en bijsturing). Op langere termijn dient men een duidelijke strategie voor het beheer en het onderhoud uit te werken.</p>	

4.1 Stap 1: preliminaire marktverkenning en consultatie van deskundigen (iteratief proces)

'Een goed begin is het halve werk' en 'een goed geïnformeerde bouwheer is er twee waard'. Alvorens het effectieve project aan te vatten, informeert de opdrachtgever/bouwheer zich met andere woorden best over de *state of the art* van *smart buildings* en over de mogelijkheden die hieraan gekoppeld zijn. In deze context kan het nuttig zijn om over te gaan tot een preliminaire marktverkenning. Deze laat immers toe een eerste antwoord te vinden op vragen zoals:

- wat zijn de facetten waarbij een *smart building* een meerwaarde kan bieden?
- welke oplossingen (in grote lijnen) en marktspelers bestaan er?
- wat zijn volgens de aanbieders de voor- en nadelen van de beschikbare oplossingen?
- aan welke bestaande *tools* (referentiekaders, labels ...) kan het gebouw qua *smartness*, duurzaamheid en dergelijke meer getoetst worden? (zie ook hoofdstuk 6, p. 54)
- uit welke bestaande *tools* (referentiekaders, labels ...) kan men inspiratie putten over mogelijke manieren om het gebouw performanter te maken (zie ook hoofdstuk 6, p. 54)?

Deze marktverkenning kan voor de opdrachtgever/bouwheer een *eyeopener* zijn en hem ervan bewust maken dat hij goed dient na te denken over de vraag 'Wat maakt een gebouw *smart* voor mij?'. Zoals uit de volgende stappen zal blijken, speelt de behoeftebepaling een ontzettend grote rol in de manier waarop er invulling gegeven wordt aan het begrip *smart building*.

Het zich informeren over de bestaande oplossingen mag niet beschouwd worden als een eenmalige actie vóór de aanvang van het project. Het gaat hier om een iteratief proces waaraan men ook gedurende de volgende stappen nog aandacht dient te besteden.

Een marktverkenning kan op verschillende manieren aangepakt worden. Het strekt tot aanbeveling om hierbij verschillende technieken te combineren teneinde een goed marktinzicht te verkrijgen. Zolang men de aanbestedingsbeginselen respecteert, is ook een nauw contact met de markt zelf toegestaan en zelfs aan te raden.

Hieronder wordt dieper ingegaan op twee interessante technieken om aan marktverkenning te doen:

- **bureauonderzoek.** Het gaat hier met name om het opzoeken van:
 - informatie uit eerder verrichte marktverkenningen en rapporten, opgemaakt door neutrale instanties zoals kennisinstellingen (onderzoeks- en innovatiecentra zoals Buildwise, VITO, Verdantix, Memoori en dergelijke meer, universiteiten en hogescholen ...), sectororganisaties of thematische bedrijvencusters (bv. Ecobuild, rond duurzaam bouwen en renoveren in Brussel, Flux50 rond slimme energie in Vlaanderen, Cluster TWEED rond duurzame energie in Wallonië, *Smart Buildings Alliance* op internationaal niveau ...)
 - informatie uit relevante onderzoeks- en kennisdisseminatieprojecten (bv. [cluster Smart Building](#), [Smart Built4EU](#) ...)
 - informatie uit vakbladen, wetenschappelijke tijdschriften ...
 - informatie die via websites, *whitepapers* en video's ter beschikking gesteld wordt door de aanbieders van oplossingen
 - informatie uit octrooien.

Het strekt tot aanbeveling om zich bij deze zoektocht niet te beperken tot bronnen in de eigen moedertaal. Door ook informatie op te zoeken in andere talen (bv. het Engels) kan men immers een ruimere blik op de markt verkrijgen (niet alleen lokaal, maar ook internationaal)

- **veldonderzoek** door het consulteren van deskundigen onder verschillende vormen:
 - overleg met contacten uit het eigen netwerk (binnen en buiten de eigen organisatie) teneinde een beter zicht te krijgen op de belangrijkste behoeften en de bestaande oplossingen
 - het bezoeken van aanbieders en verdelers van oplossingen
 - deelname aan beurzen en conferenties
 - het zich laten begeleiden door (neutrale) experts met een goede marktkennis.

Het is ten stelligste aanbevolen om zich te laten omringen door neutrale partijen met kennis van zaken, zeker indien het omvangrijke of complexe projecten betreft. Het aanstellen van een externe adviseur die de opdrachtgever/bouwheer begeleidt en helpt bij het in kaart brengen van de mogelijkheden kan hierbij goed van pas komen. Door deze manier van werken kan de opdrachtgever/bouwheer immers een goed zicht krijgen op het scala aan mogelijkheden en het kaf van het koren scheiden, zonder zich te verliezen in de veelheid aan informatie die voorhanden is. Deze taak kan bijvoorbeeld opgenomen worden door het studie bureau voor zover het hiervoor de nodige expertise in huis heeft. Er kan ook een extra partij aangesteld worden die deze opdracht op zich neemt.

Het zich informeren over de bestaande oplossingen mag niet beschouwd worden als een eenmalige actie vóór de aanvang van het project. Het gaat hier om een iteratief proces waaraan men ook gedurende de volgende stappen nog aandacht dient te besteden. Naarmate het traject vordert en de noden duidelijker worden, kan de zoektocht naar informatie ook vernauwd en verdiept worden en beter afgestemd op de voor het project beoogde oplossingen.

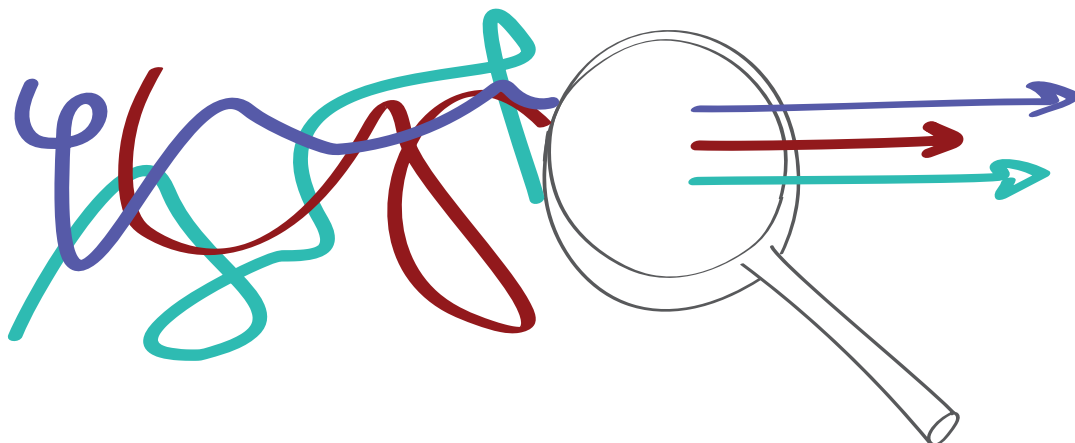
4.2 Stap 2: vastleggen van het doel

Alvorens het project in de diepte uit te werken, dient men na te denken over het algemene doel van het project:

- waarom wordt dit gebouw opgetrokken en waarom wil men er een *smart building* van maken?
- wat verstaan de betrokken partijen precies onder de noemer *smart*?
- hoe wil men dat de gebruikers het gebouw beleven?
- hoe ver wil men bij de realisatie van het bouwwerk gaan in de optimalisatie van criteria zoals duurzaamheid, energie-efficiëntie, comfort, beleving ...?
- is het de bedoeling om met het gebouw een bepaald label te behalen?

Dit is slechts een greep uit de veelheid aan vragen die beantwoord moeten worden bij het scherpstellen en aflijnen van de doelstellingen (zie afbeelding 8). Op basis hiervan kan men vervolgens een filosofie definiëren die als houvast kan dienen bij de uitwerking van het project. Bij een renovatieproject kan ook een *high level*-analyse van de bestaande situatie van het gebouw deel uitmaken van deze oefening.

De integratie van technologieën en het verzamelen van data mogen nooit een doel op zich zijn. Het gaat hier immers louter om middelen die kunnen bijdragen aan het vervullen van de behoeften op het vlak van



Afb. 8 Het vastleggen van duidelijke projectdoelstellingen kan helpen bij de omvorming van losse ideeën tot krachtlijnen die een houvast kunnen bieden bij de verdere uitwerking van het project.

energie-efficiëntie, *facility management*, *user experience* ... De opdrachtgever/bouwheer vormt zich vooraf wel best al een idee over de mate waarin hij het gebouw technologisch wenst uit te rusten. Realiteitszin is in deze fase erg belangrijk. Het stellen van duidelijke prioriteiten is cruciaal om het beschikbare budget op een zo goed mogelijke manier in te zetten.

Wat verstaan de betrokken partijen precies onder een *smart building*? Dit is een essentiële vraag! De integratie van technologieën mag immers geen doel op zich zijn, maar moet bijdragen aan het vervullen van de behoeften.

Het is bovendien belangrijk om reeds een zeker beeld te hebben van de manier waarop men de doelstellingen wenst te bereiken:

- wil men de hiertoe noodzakelijke *assets* (installaties/systemen/...) maximaal zelf aankopen of is het de bedoeling dat deze voorzien worden *as a service* (bv. verlichting, verwarming, *soft FM*-voorzieningen ...)?
- indien men de *assets* zelf aankoopt, wil men deze dan zelf beheren over de volledige levensduur van het gebouw of zullen deze werkzaamheden uitbesteed worden?

Dergelijke keuzes hebben een grote impact op het financiële plaatje van het project. Ligt de focus op investeringen (CAPEX – *capital expenditures*) of wordt een aanzienlijk deel voorzien als terugkerende kost voor een product of dienst over de gebruiksduur ervan (OPEX – *operating expenditures*)? Deze keuze is des te belangrijker voor het beheer en het onderhoud van het gebouw en zijn systemen/installaties. De keuze van de strategie zal verderop invloed hebben op de functionele wensen en de technische eisen (zie hiervoor § 4.3, p. 35, en § 4.4, p. 37).

De praktijk heeft uitgewezen dat de gemaakte keuzes sterk afhankelijk zijn van het type bouwheer: de prioriteiten van een bouwheer die bouwt voor verhuur of voor eigen gebruik zijn vaak verschillend van de prioriteiten van een bouwheer die als doel heeft het gebouw te verkopen.

Indien de opdrachtgever/bouwheer reeds weet wie de toekomstige gebruikers van het gebouw zullen zijn, dan is het aan te bevelen – zo niet essentieel – dat hij deze personen raadpleegt vanaf het moment dat het algemene doel van het project vastgelegd wordt. Zodoende kan er reeds vanaf de conceptfase rekening gehouden worden met hun behoeften en wensen en kan men vermijden dat de filosofie die uitgestraald wordt door het uiteindelijk gerealiseerde gebouw al te ver hiervan afwijkt. Bovendien helpt deze manier van werken om bij de toekomstige gebruikers een draagvlak en betrokkenheid te creëren, waardoor ze later op een positieve manier tegen mogelijke veranderingen en vernieuwingen zullen aankijken.

Het is aan te bevelen dat de opdrachtgever/bouwheer de toekomstige gebruikers van het gebouw raadpleegt vanaf het moment dat het algemene doel van het bouw- of renovatieproject vastgelegd wordt.

De betrokkenheid van een neutrale adviseur die de bouwheer begeleidt, is ook hier aangewezen, zeker indien het omvangrijke of complexe projecten betreft. Door zijn expertise ter zake weet deze immers meteen de juiste vragen te stellen. Dit helpt het proces efficiënter te laten verlopen en verhoogt de kans dat het uiteindelijk gerealiseerde gebouw beantwoordt aan de geïdentificeerde doelen en behoeften, zonder het beschikbare budget te overschrijden. Deze neutrale adviseur dient uiteraard over de nodige competenties te beschikken om de klant te begeleiden bij het definiëren van een globale projectvisie en bij het blootleggen van diens

behoeften (hoe zal het gebouw gebruikt worden en welke diensten moet het kunnen aanbieden?). Het vastleggen van de technische eisen op basis van de aldus gedefinieerde behoeften (en dus de functionele wensen) gebeurt in een latere fase.

4.3 Stap 3: in kaart brengen van de functionele wensen

Daar waar het vastleggen van het doel vooral het creëren van een globale visie of filosofie op gebouwniveau en voor een aantal criteria zoals duurzaamheid, energie-efficiëntie, comfort, beleving enzovoorts voor ogen heeft, wordt er bij het in kaart brengen van de functionele wensen een stuk verder ingezoomd. In deze fase wordt er namelijk beschreven welke diensten het gebouw precies aan zijn gebruikers dient aan te bieden, zonder in te gaan op de manier waarop dit zal gebeuren. Deze functionele specificatie laat dus in het midden welke middelen er uiteindelijk gebruikt zullen worden, wat een grotere vrijheid laat voor innovatieve oplossingen.

Een eerste stap in het proces betreft het in kaart brengen van de specifieke behoeften van de verschillende types gebruikers van het gebouw (zie afbeelding 9). Het definiëren van zogenoemde *user personae* – d.w.z. de karakterisering van de verschillende gebruikerstypes – kan in deze context helpen bij de beschrijving van de *user journeys* (d.i. de manier waarop de *user personae* het gebouw gebruiken) evenals bij het identificeren van wat hun behoeften hierbij zijn.

Een logische vervolgstap is dat er beschreven wordt welke diensten het gebouw (en de hierin aanwezige systemen/installaties) aan de verschillende gebruikers moet bieden opdat het zijn doel zou bereiken (en dus tegemoet zou komen aan de behoeften van de geïdentificeerde *user personae*). Het gebruik van technologie-neutrale beschrijvingen is hierbij aan te raden. Het gaat hierbij immers niet over de keuze voor een technologie, wel over het vastleggen van zogenoemde *use cases*. Het plegen van overleg met de verschillende types gebruikers zelf vormt hierbij de techniek bij uitstek.



Afb. 9 Voorstelling van een aantal typische gebouwgebruikers (zogenoemde *user personae*) (gebaseerd op de Nederlandse ISSO-publicatie 115 [I1]) ⁽¹⁶⁾.

Het beschrijven van welke diensten het gebouw (en de hierin aanwezige systemen/installaties) aan de verschillende gebruikers moet bieden, gebeurt in eerste instantie best op technologie-neutrale wijze.

⁽¹⁶⁾ <https://isso.nl/publicatie/isso-publicatie-115-ontwerpeisen-gebouwbeheersystemen/2018?query=115>

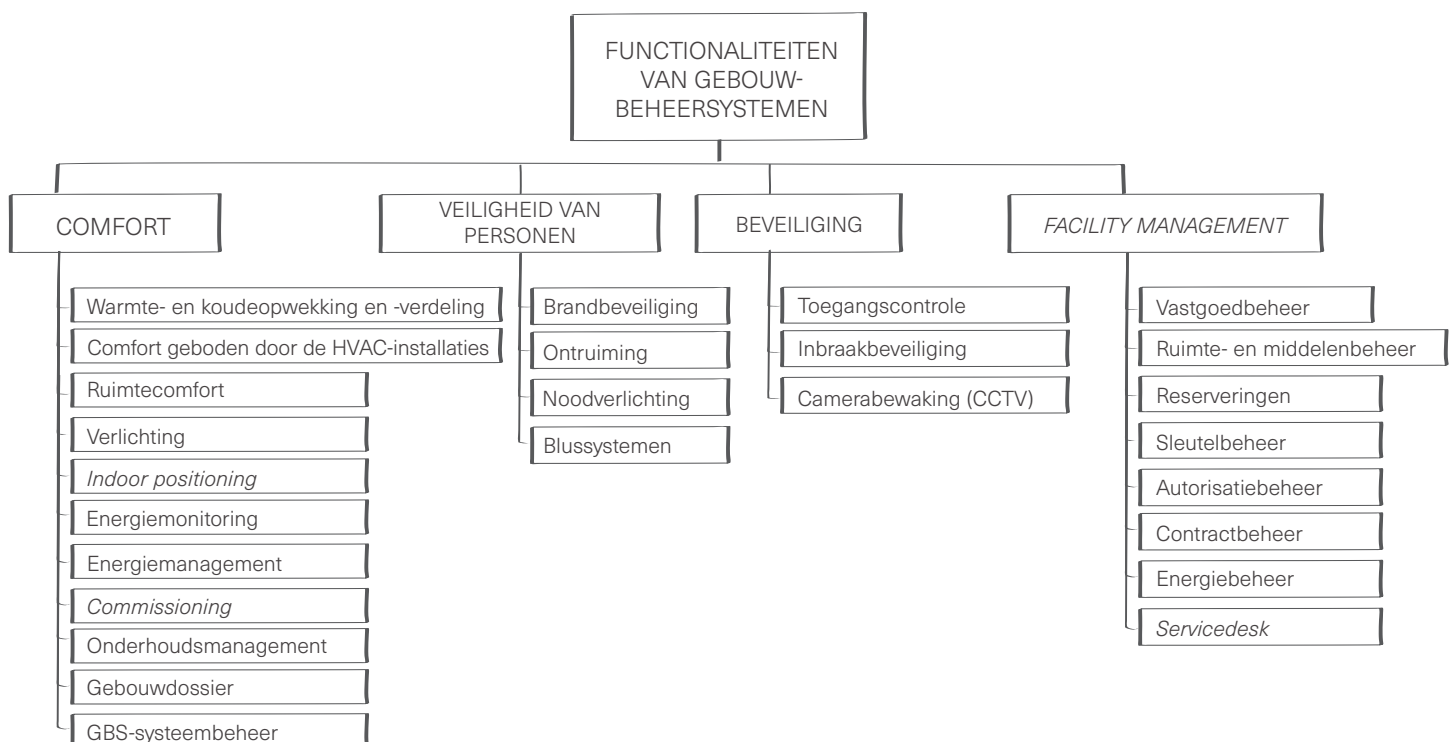
Een niet-limitatief overzicht van mogelijke (types) *smart building*-toepassingen is terug te vinden in § 2.5 (p. 14). Daarnaast bestaan er ook een aantal 'functiegebaseerde' referentiekaders en labels zoals de *smart readiness indicator* (SRI) ⁽¹⁷⁾, BREEAM ⁽¹⁸⁾ en WELL ⁽¹⁹⁾ die kunnen helpen bij het in kaart brengen van de gewenste *use cases*, zelfs indien er niet toegewerkt wordt naar een zekere score. Er is namelijk een grote hoeveelheid functionele eisen in dergelijke referentiekaders en labels opgenomen. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar hoofdstuk 6 (p. 54).

De Nederlandse ISSO-publicatie 115 'Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen' [11] wil een instrument bieden waarmee de ontwerpeisen voor een gebouwbeheersysteem in kaart gebracht kunnen worden. Daarbij wordt uitgegaan van een indeling in mogelijke functionaliteiten van een gebouwbeheersysteem, die terug te vinden is in afbeelding 10.

In de norm NBN EN 15221-4 [B2] die specifiek gericht is op *facility management* worden een reeks diensten beschreven die interessant kunnen zijn om in aanmerking te nemen bij het vastleggen van de functionele wensen. Zo wordt er ingegaan op een aantal zogenoemde *standardised facility products*, waaronder *utilities* (nutsvoorzieningen), *cleaning* (schoonmaak), *hospitality* (gastvrijheid) en ICT.

Aanvullend zijn er nog tal van functionele wensen te definiëren die bijvoorbeeld te maken hebben met de manier waarop de gebruikers het gebouw beleven. Het thema *user experience* heeft de voorbije jaren immers heel wat aan belang gewonnen.

Het is belangrijk om de geïdentificeerde wensen te blijven toetsen aan het budget. Het effectieve kostenplaatje zal immers stap voor stap duidelijker worden naarmate het project vordert (dit geldt overigens ook bij het in kaart brengen van de technische eisen – zie hiervoor § 4.4, p. 37).



Afb. 10 Overzicht van de mogelijke functionaliteiten van gebouwbeheersystemen, overgenomen (en waar nodig verduidelijkt) uit de ISSO-publicatie 115 en gebaseerd op input van Kerdèl Business Development (bron: ISSO-publicatie 115) [11] ⁽²⁰⁾.

⁽¹⁷⁾ https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator_en

⁽¹⁸⁾ <https://bregroup.com/products/breem/>

⁽¹⁹⁾ <https://www.wellcertified.com/>

⁽²⁰⁾ <https://isso.nl/publicatie/isso-publicatie-115-ontwerpeisen-gebouwbeheersystemen/2018?query=115>

Teneinde prioriteiten te stellen in de veelheid aan wensen, kan de opdrachtgever/bouwheer een beroep doen op de MoSCoW-methode. Deze verplicht hem ertoe om de wensen in te delen naar belangrijkheid:

- M: *must have*: de functionele wens moet bij de oplevering sowieso ingevuld zijn om het project als geslaagd te kunnen beschouwen
- S: *should have*: de functionele wens is belangrijk, maar niet noodzakelijk om het project als geslaagd te kunnen beschouwen
- C: *could have*: de functionele wens is nuttig, maar dient slechts opgenomen te worden binnen het project indien de nodige middelen (tijd, geld) nog beschikbaar zijn
- W: *won't have*: de functionele wens staat voornamelijk laag op de prioriteitenlijst om deze binnen het huidige project op te nemen (maar kan in een toekomstig project eventueel opnieuw opgenomen worden).

Het is belangrijk om de geïdentificeerde wensen te blijven toetsen aan het beschikbare budget. De MoSCoW- methode kan helpen de wensen in te delen naar belangrijkheid, om zo ook prioriteiten te kunnen stellen.

De lijst met volgens de MoSCoW-methode ingedeelde functionele wensen dient naast het budget gelegd te worden en vervolgens moeten er een aantal beslissingen genomen worden:

- welke functionele wensen dienen tegen het einde van dit project volledig ingevuld te zijn? Men dient hierbij na te gaan of alle *must haves* binnen het beschikbare budget gepast kunnen worden en welke *should haves* (en eventuele *could haves*) nog meegenomen kunnen worden
- welke functionele wensen dienen in het kader van dit project niet ingevuld te worden, maar moeten wel in beschouwing genomen worden bij het in kaart brengen van de technische eisen? Door een duidelijk antwoord te formuleren op deze vraag blijft de mogelijkheid bestaan om zaken die vandaag nog niet functioneel geïmplementeerd worden naar de toekomst toe wel relatief eenvoudig te kunnen integreren
- welke functionele wensen vallen volledig buiten de doelstellingen (*out of scope*)?

4.4 Stap 4: in kaart brengen van de technische eisen

Men moet onderzoeken welke technische eisen er nodig zijn om de weerhouden functionele wensen te kunnen vervullen, zonder daarbij een aantal belangrijke randvoorwaarden zoals energieprestatie, veiligheid en *privacy* uit het oog te verliezen. Het gaat hier niet uitsluitend over het vastleggen van technische specificaties voor de individuele componenten of installaties, maar ook over de architectuur van de overkoepelende systemen. Deze aspecten zullen mee bepalen hoe *smart* de voorzieningen en technische installaties van het gebouw precies zijn en welke technologische mogelijkheden deze systemen vandaag én morgen moeten kunnen bieden.

Bij het creëren van een toekomstbestendige basisinfrastructuur op gebouwniveau waarop vervolgens *smart building*-toepassingen geënt kunnen worden, is het aan te raden om in een scheiding tussen drie verschillende basislagen te voorzien:

- een laag 'uitrustingen op het terrein'
- een laag 'basisnetwerk van het gebouw'
- een laag 'toepassingen en diensten'.

Dit is ook één van de basisbeginselen die door de Franse *Smart Buildings Alliance* ⁽²¹⁾ voorgesteld worden om tertiaire gebouwen *smart ready* te maken (zie afbeelding 11, p. 38).

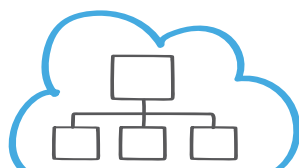
⁽²¹⁾ <https://www.smartbuildingsalliance.org/>

DE 3 LAGEN VAN HET GECONNECTEERDE EN COMMUNICERENDE GEBOUW



'Toepassingen en diensten'-laag

Waar de gebouwddata opgeslagen en verwerkt worden om diensten te leveren aan de (verschillende types) gebruikers van het gebouw



'Basisnetwerk van het gebouw'-laag

De netwerklaag van het gebouw waar gegevens bedraad of draadloos verzonden worden naar de Ethernet-IP (*Internet Protocol*)-standaard die de uitrustingen toegankelijk maakt voor de dienstenlaag en *vice versa*.



'Uitrustingen op het terrein'-laag

Of het nu gaat om sensoren, actuatoren, *controllers* of geconnecteerde objecten, ze moeten kunnen communiceren met de bovenste laag, d.w.z. het Ethernet-IP (*Internet Protocol*)-netwerk van het gebouw.

Afb. 11 Een *smart building*-infrastructuur bestaande uit drie onafhankelijke lagen is één van de basisprincipes, beschreven in het referentieel *Ready2Services* van de Franse *Smart Buildings Alliance* [S1] ⁽²²⁾.

Uit de prioritering van de functionele wensen zal duidelijk naar voren komen of er al dan niet nood is aan een zogenoemd *building operating system* (BOS). Dit overkoepelende platform is vooral nuttig wanneer er op gebouwniveau een verbinding tussen de verschillende gebouwssystemen (gebouwbeheer, technische installaties, FMIS, IWMS ...) gemaakt moet worden en wanneer de data van de verschillende systemen samengebracht en ook gebruikt moeten kunnen worden in functie van extra diensten.

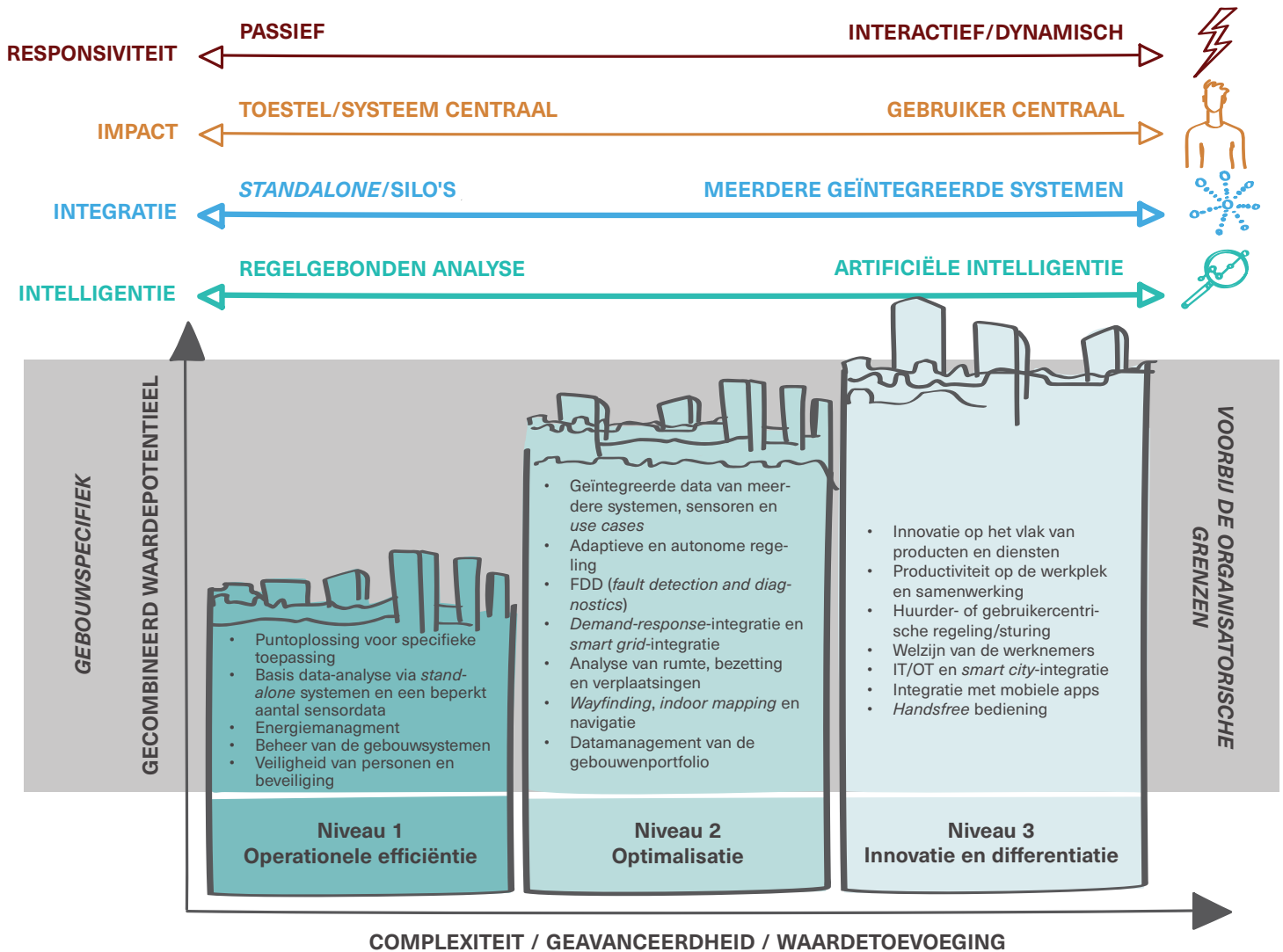
Er bestaan verschillende gradaties in *smart building*-oplossingen en in het verzamelen van data van het gebouw, zijn systemen en het gebruik ervan. Volgens Memoori [M1] kunnen er drie niveaus van *smart building*-oplossingen en van datagebruik in gebouwen en gebouwssystemen onderscheiden worden (zie afbeelding 12, p. 39):

- datagebruik ter verbetering van de operationele efficiëntie (bv. energiemangement, veiligheid van personen en beveiliging)
- datagebruik met het oog op een optimalisatie van de geleverde diensten (bv. analyse van de gebouwbezetting, ruimte-optimalisatie, *demand-response*-integratie, *smart grid*-integratie)
- datagebruik om te komen tot innovatie en differentiatie (bv. welzijn van de werknemers, *smart city*-integratie).

Uit het bovenstaande blijkt dat er bij de evolutie naar *smart buildings* alsmaar meer linken tot stand komen tussen de verschillende afdelingen binnen de eigen organisatie en/of met externe organisaties die verantwoordelijk zijn voor de feilloze werking van het gebouw en zijn systemen/installaties. Het gaat hierbij in het bijzonder om dienstverlening op het vlak van IT en *facility management*. Het is dan ook onontbeerlijk om de relevante interne diensten en/of externe organisaties bij het in kaart brengen van de technische eisen voor het bouw- of renovatieproject te betrekken en om hun ideeën waar nodig te aligneren. Verder strekt het tot aanbeveling om alle betrokken partijen in een zo vroeg mogelijk stadium van het proces samen te brengen om na te denken over de gewenste mate van integratie tussen de verschillende beheersystemen.

⁽²²⁾ <https://www.smartbuildingsalliance.org/en/project/r2s-frame-of-reference>

MATURITEIT VAN SMART BUILDING-OPLOSSINGEN



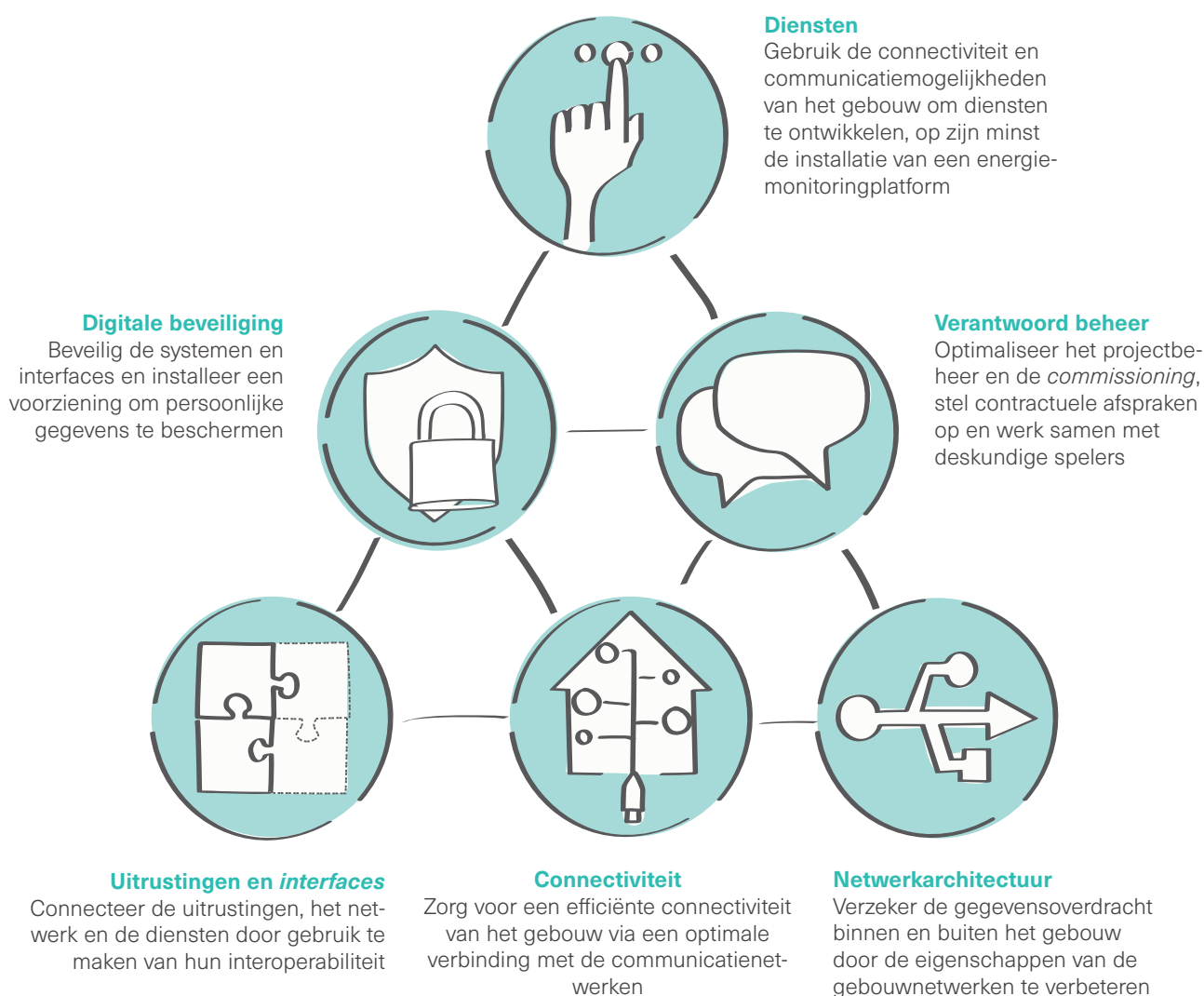
Afb. 12 De drie niveaus van *smart building*-oplossingen en van datagebruik in gebouwen en gebouwssystemen volgens Memoori [M1] ⁽²³⁾.

Bij de uitwerking van een *smart building*-project is het essentieel om de IT- en *facility management*-verantwoordelijken te betrekken bij het vastleggen van de technische eisen.

Zoals hiervoor reeds aangehaald werd, is het belangrijk om in een basisinfrastructuur te voorzien die niet alleen voldoet aan de huidige gebruikersnoden, maar die tevens aangepast kan worden aan de eventuele toekomstige noden. Verder moet er bij het ontwerp van de systemen ook al gedacht worden aan het beheer en het onderhoud ervan over de levensduur van het gebouw. De interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid van de systemen en systeemonderdelen hebben een belangrijke invloed op hun toekomstbestendigheid (zie § 5.1, p. 46). Bij het in kaart brengen van de technische eisen moeten deze aspecten dus voldoende in aanmerking genomen worden.

⁽²³⁾ <https://memoori.com/portfolio/iot-devices-smart-commercial-buildings-2023/>

Binnen het door de Franse *Smart Buildings Alliance* uitgewerkte referentieel *Ready2Services* [S1] worden er zes domeinen onderscheiden waarvoor er eisen gesteld worden om te komen tot een gebouw met een toekomstbestendige digitale infrastructuur (zie afbeelding 13). Deze kunnen een inspiratiebron vormen bij het oplijsten van de technische eisen voor de digitale infrastructuur van het gebouw.



Afb. 13 Overzicht van de zes domeinen waarvoor er eisen gesteld worden om te komen tot een gebouw met een toekomstbestendige digitale infrastructuur volgens het door de France *Smart Buildings Alliance* uitgewerkte referentieel *Ready2Services* [S1] ⁽²⁴⁾.

4.5 Stap 5: opmaken van een bestek

Van zodra de bouwheer een duidelijk inzicht heeft in de functionele en technische eisen die hij aan zijn gebouw wil stellen, is al het nodige materiaal voorhanden om over te gaan tot het opstellen van het bestek en de aanbesteding van het project. Het is van belang dat de eisen van de bouwheer op een neutrale, merkonafhankelijke manier beschreven worden, zodat er geen *a priori's* bestaan omtrent de uitvoering van het project. De uitdaging bestaat erin een bestek samen te stellen dat enerzijds een voldoende precieze en gedetailleerde beschrijving van de opdracht omvat, en anderzijds toch nog ruimte laat voor het voorstellen van innovatieve oplossingen. Kwalitatieve, functionele (werkings)beschrijvingen laten in grote mate toe om innovatieve oplossingen voor te stellen, terwijl technisch zeer uitgebreide componentbeschrijvingen de mogelijkheden hiertoe

⁽²⁴⁾ <https://www.smartbuildingsalliance.org/en/project/r2s-frame-of-reference>

eerder beperken. De inschrijver de kans bieden om evenwaardige of hoogwaardigere varianten voor te stellen ten opzichte van datgene wat er in het bestek beschreven staat, is een mogelijke manier om meer ruimte te creëren voor innovatieve oplossingen.

Door het toenemende belang van aspecten zoals gebouwbeheer, de integratie van systemen en datastromen tussen deze systemen, wordt het steeds gangbaarder om hiervoor in het bestek in een apart lot te voorzien. Dit helpt om de hiermee gepaard gaande verantwoordelijkheden duidelijker af te bakenen dan wanneer deze opdracht over verschillende loten verdeeld is. Door de grenzen van de aanneming duidelijk te definiëren in het bestek, zal de uitvoeringsfase (zie hiervoor § 4.6, p. 42) gewoonlijk een stuk vlotter verlopen.

In het bestek moet bovendien duidelijk gesteld worden dat het systeem niet alleen geïnstalleerd en geïntegreerd moet worden, maar dat er tevens voorzien moet worden in de inregeling, indienststelling en idealiter ook verdere nazorg (bv. in het kader van een *commissionings*proces, zie § 5.5, p. 51) ervan. Verder moet de nodige aandacht besteed worden aan de latere exploitatie en het onderhoud van het gebouw en zijn systemen/installaties. Gelet op het feit dat de operationele kosten tijdens de levensduur van het gebouw (energie, beheer en onderhoud, licenties ...) hoog kunnen oplopen, strekt het tot aanbeveling om reeds bij de opmaak van het bestek na te denken over beslissingen die een weerslag zullen hebben op de exploitatiefase. Het al dan niet in de opdracht vervatten van het onderhoud en het beheer tijdens de exploitatiefase moet een bewuste keuze van de opdrachtgever/bouwheer zijn. Een manier om de onzekerheden met betrekking tot de operationele kosten in te perken, is door servicecontracten aan te gaan (zie ook § 3.1.3, p. 18).

Door het toenemende belang van aspecten zoals gebouwbeheer, de integratie van systemen en datastromen tussen deze systemen, wordt het steeds gangbaarder om hiervoor in het bestek in een apart lot te voorzien.

In de hiervoor besproken stappen van het stappenplan werden reeds verschillende zaken aangehaald die bij de uitwerking van het project in aanmerking genomen moeten worden en waarover het bestek de nodige duiding zou moeten geven. Het onderstaande lijstje geeft een (niet-limitatief) overzicht van een aantal bijkomende aspecten die bij de opmaak van het bestek zeker niet vergeten mogen worden:

- de omschrijving van het doel en de bijhorende functionaliteiten
- een duidelijke omschrijving van de architectuur van de *smart building*-systemen (bv. de keuze om al dan niet te werken volgens het model met drie gescheiden basislagen - zie afbeelding 11, p. 38)
- een duidelijke definiëring van de nodige *hardware* (vereisten) en *software* (dataopslag, visualisatie, *trending*, alarmbeheer ...)
- de vereisten inzake de interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid van de systemen en hun onderdelen
- informatie rond de organisatie van de koppelingen tussen de systemen:
 - documenteren van de *interfaces*: oplijsting van alle types koppelingen met de bijhorende koppelmogelijkheden (bv. *input/output*-lijst met het type, de naam en de beschrijving van het datapunt, API's ...)
 - afspraken met betrekking tot de manier waarop de data doorgegeven zullen worden en de informatie-uitwisseling zal plaatsgrijpen (bv. data-uitwisselingsformaten zoals CSV, JSON en dergelijke)
 - goede afstemming met andere loten/partners in verband met de takenverdeling (bv. wie zorgt voor welke bekabeling?)
- de veiligheid van personen en infrastructures (met inbegrip van *cybersecurity*, zie § 5.2, p. 47)
- de programmatie, de inregeling en het onderhoud:
 - wat moet er qua programmatie voorzien worden?
 - wie is verantwoordelijk voor de inregeling en de indienststelling?
 - welke werkingstesten moeten er uitgevoerd worden?
 - duur en type van het onderhoudscontract, *service level agreements* (SLA's) ...

Het is duidelijk dat de rol van het team dat het bestek schrijft erg belangrijk is. Bestekschrijvers dienen goed op de hoogte te zijn van de waardevolle tendensen die zich voordoen in de markt en mogen zich in geen geval vastpinnen aan oudere technologieën die ze zelf weliswaar goed kennen, maar mogelijks reeds achterhaald zijn.

4.6 Stap 6: uitvoering van de bepalingen uit het bestek

Bij de uitvoering van het bestek (d.w.z. de vertaling van de theoretische plannen naar de praktijk), is een nauwe opvolging van het verloop der werken heel belangrijk. Alle *stakeholders* zouden in een zo vroeg mogelijk stadium bij het proces betrokken moeten worden en het zou voor eenieder duidelijk moeten zijn wat er precies van hem/haar verwacht wordt en welke zijn/haar bevoegdheden zijn (en welke niet). Het duidelijk definiëren van de grenzen van de aanneming is dan ook cruciaal.

Het voorzien in een voldoende aantal overlegmomenten om alle partijen op elkaar af te stemmen is in deze context van groot belang. Dit laat niet alleen toe om een duidelijk beeld te krijgen van de planning en opeenvolging van de uit te voeren werken, maar zal van meet af aan helpen bij het verduidelijken van eenieders verantwoordelijkheden. Tijdens deze overlegmomenten kunnen alle betrokkenen de mogelijke opties en belangrijkste beslissingen bovendien met elkaar bespreken. Zo zijn de keuzes vanaf het ogenblik dat ze gemaakt worden duidelijk voor alle partijen en heeft elke betrokkene de gelegenheid om aan te geven welke implicaties bepaalde keuzes later in het project met zich kunnen meebrengen (in het bijzonder voor de werken die hij later in het project nog zal uitvoeren, of reeds aan het uitvoeren is). Hoewel dit vanzelfsprekend lijkt, gebeurt het vandaag de dag nog al te vaak dat bepaalde keuzes impliciet door één enkele partij gemaakt worden, zonder dat er hierover gecommuniceerd wordt naar de andere betrokkenen die hiervan later in het project een invloed zullen ondervinden. Door het expliciteren van de beslissingen en het verduidelijken van de hieraan gekoppelde implicaties zullen vele problemen vermeden kunnen worden.

De rol van coördinator, die het overzicht over alle te integreren systemen behoudt evenals over de manier waarop deze integratie dient te gebeuren, moet van bij het begin van het project expliciet aan een welbepaalde partij toegewezen worden.

Zeker in projecten waarbij er een zekere interactie tussen de verschillende systemen binnen en buiten het gebouw nagestreefd wordt, is het heel belangrijk dat er een partij aangeduid wordt die de rol van coördinator op zich neemt. Deze partij behoudt het overzicht en kijkt verder dan de individuele systemen. Ze beschouwt de eventuele systemen die ze zelf aanbiedt altijd slechts als een onderdeel van het grotere geheel. De aanstelling van een systeemintegrator die vanaf het begin een overkoepelend overzicht behoudt over alle te integreren systemen en over de manier waarop de koppelingen gebeuren, is hierin zeer waardevol.

Het mag duidelijk zijn dat een gestroomlijnde coördinatie en communicatie vanaf de start van het project talloze problemen kan vermijden. Aanvullend worden hieronder nog een aantal tips gegeven om de uitvoering van de werken zo vlot mogelijk te laten verlopen, met een kwalitatief eindresultaat als gevolg:

- men dient de uitvoeringsplannen te controleren
- de technische fiches moeten nagekeken worden
- men moet voldoende aandacht schenken aan de correcte plaatsing van de componenten en controleren of de werken uitgevoerd zijn zoals voorzien (bv. werden de juiste componenten op de juiste plek geplaatst?)
- men moet de nodige aandacht besteden aan de parametrisatie, inregeling en indienststelling van de installaties en systemen
- men dient voldoende belang te hechten aan de beschrijving, inplanning en uitvoering van de werkingstesten.

4.7 Stap 7: oplevering van het project

Naast de continue, eerder informele, opvolging en controles die uitgevoerd worden vanaf de plaatsing tot en met de indienststelling van de systemen en installaties, is ook de controle bij de eigenlijke oplevering een belangrijke mijlpaal. Deze vormt de formele stap tussen de uitvoering van de werken en de exploitatiefase. Indien er geen onderhouds- en beheercontract in het project inbegrepen zit, dan worden de verantwoordelijkheden op dit moment overgedragen. Het is dan ook belangrijk dat de bouwheer op het ogenblik van de oplevering van alle partners die tot dan toe bij het project betrokken waren alle informatie verkrijgt die nuttig kan zijn tijdens de exploitatiefase van het gebouw. Behalve *as-built*plannen, technische fiches en functionele beschrijvingen, kan het hier bijvoorbeeld tevens gaan over de gebruiksspecifieke handleidingen. De bouwheer dient op dit moment ook de 'sleutels' (zowel de *hardware*matige als de *software*matige) tot de systemen en installaties te ontvangen om te kunnen overgaan tot het beheer en onderhoud ervan.

Het is van groot belang dat de bouwheer op het ogenblik van de oplevering van alle betrokkenen alle informatie verkrijgt die noodzakelijk of nuttig kan zijn tijdens de exploitatiefase van het gebouw.

Specifiek voor *software* is het van belang dat zeker de volgende informatie meegeleverd wordt:

- documentatie omtrent de functionaliteit van de *software*
- de *logins* en wachtwoorden op beheerdersniveau
- de configuratie- en/of *back-up*bestanden van de geïmplementeerde *software*
- de projectgerelateerde handleiding
- informatie omtrent het beheer van de *firmware*- en *software-updates*.

Het spreekt voor zich dat er een controle van het *as-built*dossier dient te gebeuren, teneinde te verzekeren dat het gerealiseerde project en de documentatie die erover ter beschikking gesteld wordt op elkaar afgestemd zijn.

Ook het uitvoeren van werkingstesten dient deel uit te maken van de oplevering van het project. Nauwkeurig uitgeschreven testprocedures moeten het mogelijk maken om de werking op een relatief objectieve manier te beoordelen. Deze werkingstesten laten toe om de *use cases*, gebruikt in het bestek voor de kwalitatieve beschrijving, in de praktijk te brengen en te controleren of de uitgevoerde werken in overeenstemming zijn met wat vooropgesteld werd.

4.8 Stap 8: gebruik van het gebouw en borging van de performantie over de levensduur

Een gebouw is niet 'voor eens en voor altijd klaar' bij de oplevering. Dit geldt des te meer voor gebouwen die over een belangrijke technologische component beschikken. De installaties en systemen moeten uiteraard correct functioneren bij de oplevering, maar de kans is reëel dat de regeling na de ingebruikname verder bijgestuurd moet worden om optimaal afgestemd te zijn op het eigenlijke gebruik van het gebouw. Om het gebouw vanaf de ingebruikname en ook over zijn volledige levensduur optimaal te laten presteren, is het dan ook belangrijk om toe te zien op de goede werking en het correcte gebruik door de gebruikers.

Het eerste jaar na de ingebruikname is cruciaal om het gebouw af te stemmen op het reële gebruik en de concrete noden van de betrokken partijen, maar ook om deze laatste in staat te stellen de in het gebouw aanwezige systemen goed onder de knie te krijgen. Als opdrachtgever/bouwheer een budget incalculeren voor de 'nazorg' na de oplevering (*commissioning*, opvolging, bijsturing, informeren en opleiden van gebruikers) is eigenlijk onmisbaar.

Op langere termijn is het cruciaal om over een duidelijke onderhouds- en beheerstrategie voor het gebouw te beschikken. Hoewel het ontbreken van een dergelijke strategie de oplevering van een project eigenlijk niet in de weg zou staan, is het wel aangewezen om hier reeds goed over na te denken bij het vastleggen van het doel van het project en de opmaak van het bestek.

Bij het aangaan van een onderhouds- en beheerscontract met een derde partij dient duidelijk afgesproken te worden welke taken en diensten precies binnen dit contract vallen en dit, zowel voor de *hardware* als de *software*. Behalve het verzekeren van de feilloze werking van de systemen kan het bijvoorbeeld gaan om het voorzien van systeemupdates, het beheren van de nodige licenties, het bieden van ondersteuning bij het dagelijkse gebruik van de systemen ...

Om de kwaliteit van de dienstverlening te waarborgen en op te volgen, kunnen er zogenoemde *service level agreements* (SLA's) opgesteld worden in overleg met de dienstverlenende partij. In een SLA wordt beschreven wat de *scope* en het gewenste niveau van dienstverlening is en hoe dit niveau opgemeten en opgevolgd zal worden. Het opvolgen van de naleving van de SLA's kan gebeuren via gekozen KPI's (*key performance indicators* of kritieke prestatie-indicatoren). Er zou bijvoorbeeld afgesproken kunnen worden dat het binnenklimaat moet voldoen aan bepaalde vooropgestelde eisen op het vlak van temperatuur, luchtvochtigheid en luchtkwaliteit en dat de dienstverlenende organisatie alle systemen die hiertoe bijdragen, beheert en onderhoudt. Een andere mogelijkheid is om het beheer en het onderhoud grotendeels in eigen handen te nemen en enkel voor specifieke systemen een beroep te doen op een externe partner, die dan bijvoorbeeld binnen een afgesproken termijn de gebeurlijke technische problemen moet verhelpen.



Afb. 14 Al te vaak gaat er niet genoeg aandacht naar de borging van de performante werking van het gebouw en zijn systemen/installaties tijdens de exploitatiefase. De toepassing van *smart building*-systemen kan eraan bijdragen om deze kwaliteitsborging laagdrempeliger te maken.

Kanttelingen:

Het bovenstaande stappenplan werd zodanig opgemaakt dat het zowel bruikbaar is voor nieuwbouw- als voor totaalrenovatieprojecten. Toch is het toepassingsbereik ervan niet beperkt tot deze situaties alleen. Ook wanneer de bouwheer via een aantal beperkte ingrepen zijn eerste stappen wil zetten in de richting van een slim gebouw, dan kan hij hiertoe een beroep doen op de basisprincipes die vermeld zijn in het stappenplan. Het definiëren van duidelijke doelen en het stellen van prioriteiten is ook in dit geval immers essentieel. Verder is het zeer belangrijk om bij de keuzes die vandaag gemaakt worden voldoende rekening te houden met de levensduur van het gebouw en met de mogelijkheid om de huidige investeringen naar de toekomst toe verder te versterken met eventuele aanpassingen of uitbreidingen.

Quasi gelijktijdig met het uitbrengen van de 'Praktijkids Smart Buildings' (maart 2022), waarop de voorliggende publicatie gebaseerd is, bracht ook de organisatie Memoori een leidraad uit om met *smart building*-projecten aan de slag te gaan. Het zogenoemde *Developers Smart Building Project Canvas* (enkel beschikbaar in het Engels) is opgebouwd rond de volgende zeven stappen:

- hoofdprojectdoelstellingen en waardecreatie (*key project goals & value proposition*)
- initiële acties (*initial actions*)
- samenwerkingen en middelen (*partnerships & resources*)
- kosten en risico's (*costs & risks*)
- beheer en oplevering (*management & delivery*)
- toekomstbestendigheid (*future-proofing*)
- kritieke prestatie-indicatoren – KPI's (*key performance indicators*).

Uit de vergelijking van de stappenplannen uit beide documenten blijkt dat er duidelijke overeenkomsten zijn, maar dat er ook een aantal eigen accenten gelegd worden. Beide stappenplannen zijn dan ook als complementair te beschouwen.

Het *Developers Smart Building Project Canvas* van de organisatie Memoori kan geconsulteerd worden via de volgende website:

https://memoori.com/wp-content/uploads/2022/01/The_Developers_Smart_Building_Project_Canvas.pdf.

Ook de website van PIANOo, het Nederlandse Expertisecentrum Aanbesteden, bevat heel wat interessante informatie om aan de slag te gaan met innovatie. Deze informatie is onder meer – maar niet uitsluitend – toepasbaar op innovatie in het domein van *smart buildings*.

De website van PIANOo kan geconsulteerd worden door te klikken op de volgende link:

<https://www.pianoo.nl/nl/themas/innovatie>.

5 Aandachtspunten voor *smart buildings*

Bij het realiseren van een *smart building* zijn er enkele aandachtspunten waar men best even bij stilstaat. Deze worden in dit hoofdstuk onder de loep genomen teneinde de verschillende *stakeholders* de nodige achtergrondinformatie te geven om bewuste en gefundeerde keuzes te kunnen maken.

5.1 Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid

Het potentieel van een *smart building* is sterk afhankelijk van hoe uitgebreid de mogelijkheden tot interactie zijn tussen de verschillende systemen binnen het gebouw enerzijds en met externe systemen (bv. energienetten) anderzijds. Ook de interactie tussen de individuele systeemcomponenten speelt een belangrijke rol in het bereiken van de gewenste functionaliteit.

Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid zijn begrippen die in deze context vaak opduiken. Hoewel deze termen vaak in één adem genoemd worden, zijn het toch geen synoniemen van elkaar. Vertrekkende vanuit een technologische benadering kunnen de volgende definities gegeven worden:

- interoperabiliteit: de mogelijkheid tot interactie tussen systemen door middel van informatie-uitwisseling
- compatibiliteit: de mogelijkheid tot interactie tussen de componenten binnen een systeem
- openheid: de mate waarin informatie over de werking, functionaliteit en configuratie van een technologie beschikbaar, toegankelijk en bruikbaar is.

Gelet op het grote belang van de thema's interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid in de context van *smart buildings* heeft de *cluster Smart Building* hierover een apart document uitgewerkt. Dit document is beschikbaar op de website www.clustersmartbuilding.be/publicaties-en-artikels/, onder de titel 'Interoperabiliteit in Smart Buildings'.

Op de [website van de cluster Smart Building](#) worden er verschillende praktijkvoorbeelden van *smart buildings* beschreven waarbij de thematiek van interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid aan bod komt, waaronder het [kantorencomplex van de Botanic Tower Brussels](#) en het [pilot- en demonstratiegebouw van het Wave-platform te Rijsel](#).



A. Het kantorencomplex van de Botanic Tower Brussels



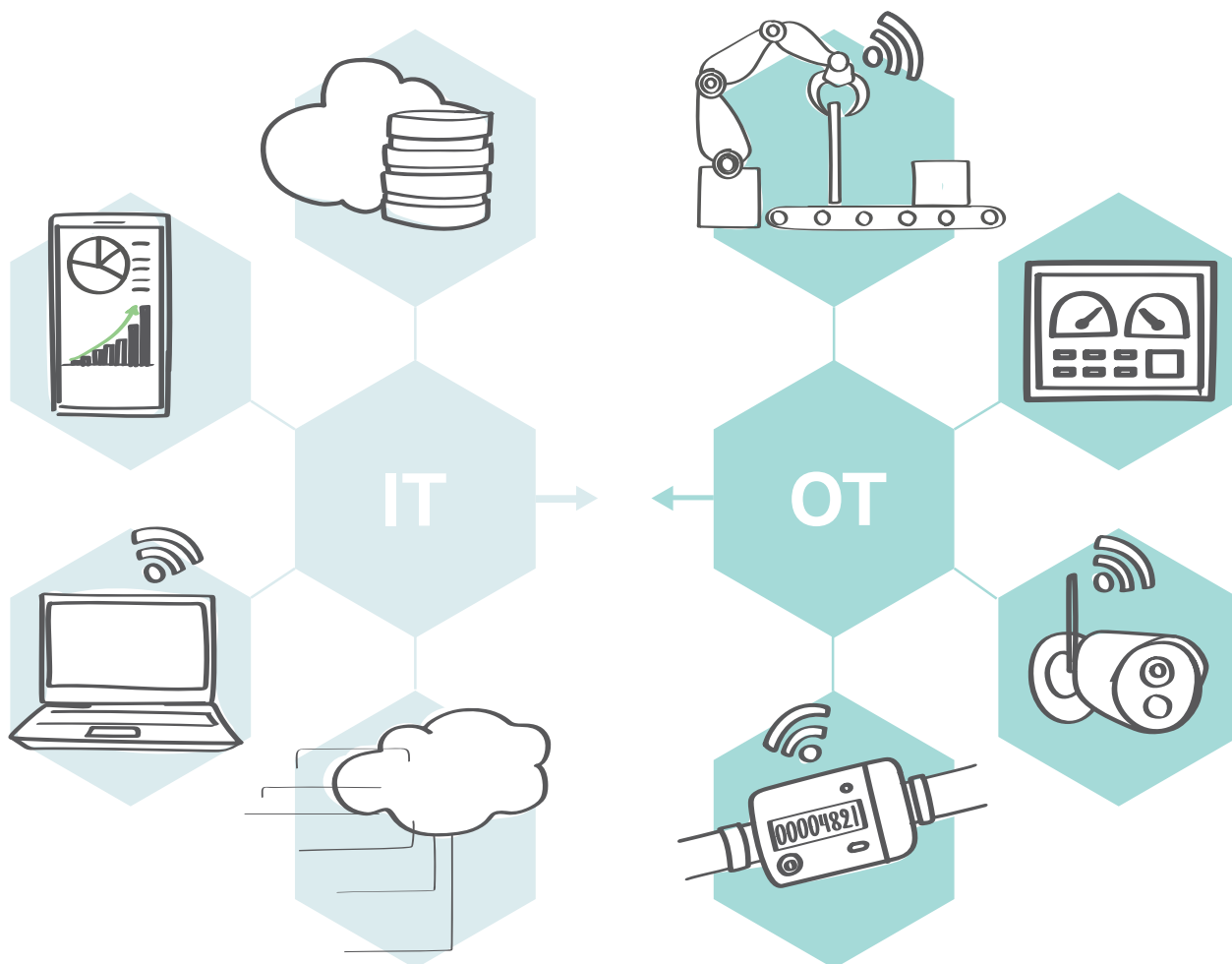
B. Het pilot- en demonstratiegebouw van Wave te Rijsel

5.2 Cybersecurity

ICT-veiligheid of *cybersecurity* is essentieel voor digitale systemen, in het bijzonder voor systemen die toegang hebben tot het internet. Naast een correct systeem- en netwerkbeheer en het gebruik van technologieën zoals dataencryptie en dubbele authenticatie, zijn ook het beleid en de processen binnen de organisatie en het gebruikersgedrag van cruciaal belang om de ICT-veiligheid te verzekeren. Om toegang te krijgen tot systemen of tot gevoelige informatie gaan *hackers* immers steeds op zoek naar de zwakste schakel. Dit kan bijvoorbeeld een slecht ingesteld systeem zijn (een systeem dat louter beveiligd is met een standaard wachtwoord, een onveilig besturingssysteem ...), maar evenzeer een gebruiker die ingaat op een *phishing mail*.

Incidenten op het vlak van *cybersecurity* kunnen een impact hebben op de continuïteit van belangrijke gebouwfuncties zoals verwarming, elektriciteit, toegangscontrole en dergelijke meer. Ook kan gevoelige en persoonsgebonden informatie in verkeerde handen terechtkomen. Indien de primaire processen van een organisatie als gevolg van een incident verstoord worden, dan kan dit verstreckende negatieve gevolgen hebben.

Gebouwsystemen maken typisch zowel gebruik van *operational technology* (OT) als van *information technology* (IT). In een *smart building* worden de verschillende IT- en OT-systemen tot op een bepaald niveau met elkaar en vaak ook met het internet geconnecteerd. De integratie van deze verschillende systeemtypes zal complexer worden naarmate het aantal systemen toeneemt. Daarnaast kunnen ook bepaalde systemen op zich reeds redelijk complex zijn. Denken we hier bijvoorbeeld maar even aan gebouwsystemen en IoT-systemen waarbij het gebruikte aantal geconnecteerde componenten (bv. sensoren) verschillende grootteordes hoger ligt dan bij traditionele IT-systemen. Deze aspecten kunnen ervoor zorgen dat het veiligheidsbeheer (bv. het uitrollen van *updates* en beveiligings*patches*) complexer wordt (zie afbeelding 15).



Afb. 15 Bij de integratie van IT- en OT-systemen is *cybersecurity* een belangrijk aandachtspunt (bron: aangepast van Shutterstock).

Naast de technische complexiteit van het veiligheidsbeheer moet er ook gekeken worden naar de organisatorische aspecten ervan. Bij het realiseren van een bouwproject zijn er immers verschillende partijen betrokken die op verschillende momenten doorheen het bouwproces en ook tijdens de exploitatiefase (bv. onderhoudspartijen, IT-beheerders) tussenkomen. De samenwerking tussen deze partijen en de onderlinge afstemming ervan op het vlak van *cybersecurity* kan eveneens een uitdaging vormen.

Samenwerking met een organisatie die gespecialiseerd is in *cybersecurity* kan helpen om zowel de technische als de organisatorische complexiteit onder controle te houden. Indien er een dergelijke organisatie in de arm genomen wordt, dan strekt het tot aanbeveling om deze samenwerking in een zo vroeg mogelijk stadium van het realisatieproces op te starten.

Om de kwaliteitsborging op het gebied van ICT-veiligheid in goede banen te leiden, kan er ook geopteerd worden voor een *cybersecurity*-audit. Via een dergelijke audit kunnen de verschillende *cybersecurity*-aspecten van naderbij bekeken worden en kunnen eventuele pijnpunten blootgelegd worden, zoals:

- technische lokalen die fysiek te toegankelijk zijn (bv. via een badge van de gebouwgebruikers)
- technische systemen die virtueel te toegankelijk zijn (bv. via het netwerk van de gebouwgebruikers)
- een gebrekkig gebruikers- en wachtwoordbeheer (bv. gedeelde inloggegevens)
- een ontoereikend *back-up*beheer (bv. geen herstelmogelijkheid na een incident)
- ...

Voor meer informatie over het thema *cybersecurity* verwijzen we naar de website van het Centrum voor Cybersecurity België (CCB) ⁽²⁵⁾, waarop onder meer een gids en verschillende webinars terug te vinden zijn. Voor hulp bij incidenten kan men dan weer een beroep doen op het *Computer Emergency Response Team* (CERT) ⁽²⁶⁾, de operationele dienst van het CCB.

5.3 Betrouwbaarheid

Om te zorgen voor een optimale gebruikerservaring binnen een *smart building*, is het belangrijk dat het gebouw naar behoren functioneert. Zo is het wenselijk dat bepaalde gebouwfuncties zoals verwarming, verlichting ... een maximale beschikbaarheid hebben en dat de impact van de gebeurlijke problemen op de gebouwgebruikers tot een minimum beperkt blijft.

Er zijn verschillende aspecten die de optimale werking van een *smart building* kunnen beïnvloeden. Enerzijds zijn er aspecten die redelijk gemakkelijk te controleren zijn, zoals bijvoorbeeld de positionering van de sensoren. Anderzijds zijn er ook moeilijker te beheren aspecten, zoals onverwachte gebeurtenissen (bv. stroompannes of technische defecten). Hoewel ze minder goed te voorspellen zijn, kunnen deze laatste aspecten toch enigszins onder controle gehouden worden. Dit kan niet alleen door in te zetten op de betrouwbaarheid van de individuele componenten, maar ook door toe te zien op de betrouwbaarheid van de systemen zelf en op de betrouwbaarheid van de digitale communicatienetwerken die hertussen bestaan.

Bij het evalueren van de betrouwbaarheid van (de componenten binnen) een digitaal communicatienetwerk is *quality of service* (QoS) een vaak gebruikt begrip. Er zijn verschillende factoren die bepalen of een netwerk de beoogde diensten kan leveren. Zo zijn de beschikbaarheid en responstijd belangrijke elementen die de kwaliteit zullen beïnvloeden. Technische parameters zoals vertraging (*latency*) en haalbare doorvoersnelheid (*throughput*) spelen hierin een niet te onderschatten rol. In bepaalde gevallen (bv. bij veiligheidskritische netwerken) is het belangrijk om over een minimaal gegarandeerde *quality of service* te kunnen beschikken. In andere gevallen wordt er geen minimale dienstverlening gegarandeerd en spreekt men van een *best effort*-dienstverlening.

Om een minimaal gegarandeerde *quality of service* te kunnen bereiken binnen een digitaal communicatienetwerk kan er onder andere ingezet worden op redundantie in het systeemontwerp. Het gaat hier om het bewust toevoegen van extra componenten of systemen die ervoor zorgen dat alle vooropgestelde functio-

⁽²⁵⁾ <https://ccb.belgium.be/nl>

⁽²⁶⁾ <https://cert.be/nl>

naliteiten behouden blijven, ondanks het falen van een bepaalde component of een bepaald (deel)systeem. Zeker voor de internetverbinding, waarvan verschillende systemen afhankelijk kunnen zijn, kan het de moeite lonen om te investeren in een redundante aansluiting. Dergelijke maatregelen komen expliciet aan bod binnen onder meer het Franse referentieel *Ready2Services* (R2S) [S1] en bij *WiredScore* ⁽²⁷⁾. Het spreekt voor zich dat betrouwbaarheid ook voor de gebouwssystemen zelf erg belangrijk is en dat er hiervoor eveneens gebruikgemaakt kan worden van redundantie.

Gelet op het feit dat redundantie impliceert dat er extra componenten of systemen toegevoegd worden, kan er een significante extra kost mee gepaard gaan. Daarom wordt het redundantieprincipe typisch enkel toegepast op de meest kritische systemen. Een risicoanalyse, waarbij zowel de waarschijnlijkheid van het effectief plaatsvinden van het risico alsook de negatieve impact die erdoor veroorzaakt zou kunnen worden bekeken worden, kan helpen in te schatten waar het voorzien in redundante oplossingen noodzakelijk is. Een typisch voorbeeld van een type gebouw waar investeren in dergelijke oplossingen belangrijk is, is een ziekenhuis.

Op de [website van de cluster Smart Building](#) worden er verschillende praktijkvoorbeelden van *smart buildings* beschreven waarbij het belang van de betrouwbaarheid van systemen aan bod komt, waaronder het [ziekenhuis AZ Zeno te Knokke](#).



In het ziekenhuis AZ Zeno te Knokke staat de betrouwbaarheid van de gebouwssystemen centraal.

Ook het voorzien in *back-ups* en *logbestanden* is een maatregel die de betrouwbaarheid van de componenten en systemen ten goede kan komen. *Logbestanden* laten immers toe om problemen dieper te analyseren en met behulp van *back-ups* kunnen componenten of systemen na een onverwachte gebeurtenis relatief snel in een werkbare toestand hersteld worden.

Het voorzien in redundantie op het gebied van de gebruikerstoepassingen kan evenzeer waardevol zijn. Zo biedt een automatisch toegangscontrolesysteem dat werkt via een *smartphone*-app idealiter ook alternatieve toegangsmogelijkheden (bv. via een badge). Een ander voorbeeld is dat de gebruiker de kunstverlichting niet alleen kan aansturen met behulp van zijn persoonlijke *smartphone* of tablet, maar dit evengoed via actuatoren (*touch screen*, drukknoppen ...) in de ruimte zelf kan doen.

Tot slot is ook de betrouwbaarheid van de data belangrijk. Voor data die voortkomen uit de gebouwssystemen zal dit aspect voornamelijk bepaald worden door de betrouwbaarheid van de gebouwssystemen en de systemen voor digitale connectiviteit. We willen in deze context aanstippen dat de kwaliteit van bepaalde externe databronnen (bv. online weerdata, luchtkwaliteit ...), die mogelijks ook gebruikt worden, soms onzeker is.

Bij gebruik van systemen die data verwerken, dient men voldoende rekening te houden met de mogelijkheid dat niet alle data van uitstekende kwaliteit zijn (bv. onrealistische waarden) of dat bepaalde sensoren of externe

⁽²⁷⁾ Voor meer informatie omtrent R2S en *WiredScore* verwijzen we naar de publicatie 'Kwantificeren van de 'smartness' van gebouwen' die beschikbaar is via de website <https://www.clustersmartbuilding.be/publicaties-en-artikels/>.

databronnen tijdelijk niet beschikbaar kunnen zijn ⁽²⁸⁾. De betrouwbaarheid van de data kan immers een grote impact hebben op de correcte werking van de systemen (bv. een ventilatiesysteem gestuurd op basis van CO₂-metingen). Het is dan ook aan te raden om de betrouwbaarheid van de verzamelde data te verifiëren (bv. via validatie, *cross-checking* en dergelijke). Deze verificatie gebeurt, zeker bij grote hoeveelheden data, idealiter automatisch (bv. via een *software* voor anomaliedetectie).

5.4 *Privacy* en eigendom van data

In slimme gebouwen worden typisch veel data verzameld en verwerkt. Zeker wanneer het gaat om data die direct gelinkt kunnen worden aan individuele personen dient er heel wat aandacht besteed te worden aan *privacy*. Enerzijds zijn er wettelijke bepalingen die vastleggen hoe met dergelijke persoonsgebonden data omgegaan moet worden en anderzijds is het ook belangrijk om de gebouwgebruikers voldoende te informeren over welke data precies verzameld worden en hoe deze gebruikt worden. Het thema data-eigendom mag in deze context evenmin uit het oog verloren worden.

De Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG), of in het Engels *General Data Protection Regulation* (GDPR), is van toepassing voor alle organisaties die persoonlijke gegevens van EU-inwoners verzamelen en verwerken. Het betreft hier alle data die gekoppeld kunnen worden aan een identificeerbare persoon. Hieronder vallen zowel direct linkbare persoonlijke gegevens zoals een adres, een telefoonnummer, een IP-adres, een nummerplaat ... als indirect linkbare gegevens zoals data van een bewegingssensor of energieverbruiksdata waaruit de aanwezigheid van een specifieke persoon afgeleid kan worden. De GDPR legt een aantal regels vast waaraan alle organisaties die dergelijke persoonlijke data verwerken, moeten voldoen. Zo is het verwerken ervan zonder expliciete toestemming enkel toegelaten in specifieke gevallen (bv. om te voldoen aan een regelgeving). In alle andere gevallen dient de betrokken persoon hier expliciet mee in te stemmen.

Daarnaast dient men, afhankelijk van de situatie, mogelijks ook rekening te houden met andere relevante *privacy*gerelateerde regelgevingen zoals de Belgische camerawet [F1].

Het verzamelen van grote datahoeveelheden waarmee uiteindelijk weinig of niets gedaan wordt, biedt geen meerwaarde en dient dus vermeden te worden.

Los van het wettelijke kader rond *privacy* dat gerespecteerd moet worden, is het van belang om kritisch na te denken over de voor de gewenste toepassingen vereiste detailleringsgraad van de verzamelde informatie. Zo wordt er soms aan aanwezigheidsdetectie gedaan met behulp van camera's en gezichtsherkenning, terwijl het voor de gewenste toepassing misschien reeds voldoende zou zijn om te werken met bewegingsdetectoren op basis van infrarood (waarmee geen individuen te onderscheiden zijn). Het verzamelen van grote datahoeveelheden waarmee uiteindelijk weinig of niets gedaan wordt, biedt geen meerwaarde. Daar waar er vroeger – toen de *smart buildings* nog in hun kinderschoenen stonden – vaak te horen was 'hoe meer data, hoe beter', komt men hier nu toch deels op terug. Zo zijn er niet alleen de aspecten rond *privacy* die in aanmerking genomen moeten worden, maar heeft de opslag van de verzamelde data ook een zekere kostprijs. Het is bijgevolg beter om een beperkt aantal data te verzamelen, te controleren op correctheid en ten volle te benutten voor verschillende toepassingen, dan te investeren in de opslag van gegevens die uiteindelijk nergens voor gebruikt worden.

Behalve het naleven van de GDPR en het nadenken over de vereiste detailleringsgraad van de verzamelde data, is het belangrijk om voldoende rekening te houden met de *feedback* en de vragen van de gebouwgebruikers.

⁽²⁸⁾ In geval van een niet-beschikbaarheid van componenten of bij detecteerbare defecten, kunnen er bijvoorbeeld automatische meldingen en/of rapporteringen ingesteld worden voor de verantwoordelijke partij.

Zo leidt de plaatsing van camera's of systemen die een individuele monitoring kunnen toelaten, vaak tot vragen en bezorgdheden. Zelfs wanneer de hierdoor verzamelde gegevens louter bestemd zijn om geanonimiseerd verwerkt te worden en er geen expliciete toestemming voor nodig is, staan velen hier wantrouwig tegenover. Transparante communicatie tussen de verschillende partijen is in deze context essentieel. Alvorens de gebouwgebruikers met een bepaald systeem te confronteren, is het van belang om hen in te lichten dat er een systeem geplaatst zal worden, over welk systeem het precies gaat, en waarvoor het gebruikt zal worden (en ook waarvoor niet!). Daarnaast moeten de vragen van de gebouwgebruikers op een constructieve wijze beantwoord worden, opdat iedereen de integratie van de technologie zou aanvaarden. Idealiter wordt er tijdens de ontwerpfase reeds *feedback* gevraagd aan de gebouwgebruikers, zodat er gekozen kan worden voor systemen en datastrategieën waar ze zich comfortabel bij voelen. Indien er onvoldoende gecommuniceerd wordt, dan is het risico reëel dat de gebouwgebruikers vijandig zullen staan ten opzichte van de geïmplementeerde systemen en in sommige gevallen zelfs zullen proberen om de werking ervan te verhinderen (bv. afplakken of verwijderen van de sensoren).

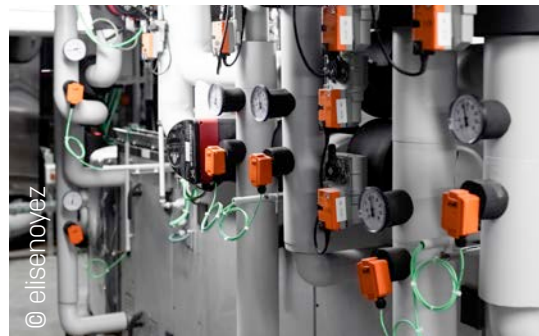
Tot slot dient men ook de nodige aandacht te besteden aan het thema data-eigendom. Wanneer er voor bepaalde diensten binnen het gebouw een beroep gedaan wordt op externe partijen, dan is het bijvoorbeeld belangrijk om goede afspraken te maken over wie de eigenaar van de verzamelde data is, op welke manier de data gebruikt mogen worden, welke data ter beschikking gesteld moeten worden en dergelijke meer.

5.5 Commissioning

Commissioning kan gedefinieerd worden als een kwaliteitsmanagementsproces dat ervoor zorgt dat een gebouw tijdens de exploitatiefase voldoet aan de in de ontwerpfase vooropgestelde doelstellingen (bv. met betrekking tot energieverbruik, binnenklimaat, gebruiksgemak ...). De term wordt vaak geassocieerd met het uitvoeren van validatietests aan het einde van een project, maar heeft in werkelijkheid een veel bredere *scope*. Het *commissionings*proces wordt idealiter reeds in de ontwerpfase opgestart en wordt typisch begeleid door een externe partij, ook wel de *commissioning agent* genoemd. Een goede *commissioning* biedt tal van voordelen, zoals minder risico op conflicten bij en na de oplevering en betere prestaties en een lager energieverbruik tijdens de exploitatiefase. Het zal dan ook niemand verwonderen dat *commissioning* als criterium meegenomen wordt bij het toekennen van duurzaamheidslabels zoals BREEAM en LEED. *Commissioning* kan ook verder toegepast worden doorheen de exploitatiefase om een continue kwaliteitsborging te bewerkstelligen (men spreekt in dit kader van *ongoing commissioning*).

Naarmate de installaties binnen een gebouw complexer worden, stijgt ook het risico dat de tijdens de ontwerpfase vooropgestelde doelstellingen niet bereikt worden in de exploitatiefase. Het strekt bijgevolg tot aanbeveling om bij *smart buildings*, die over het algemeen over iets meer en/of complexere gebouwssystemen beschikken, extra aandacht te besteden aan het *commissionings*proces.

Op de [website van de cluster Smart Building](#) worden er verschillende praktijkvoorbeelden van *smart buildings* beschreven waarbij het belang van de *commissioning* aan bod komt, waaronder het nieuwe [Buildwise-gebouw te Zaventem](#).



In het nieuwe Buildwise-gebouw te Zaventem gaat er veel aandacht uit naar *commissioning*.

5.6 Beheer en onderhoud van slimme systemen

Beheer en onderhoud zijn essentieel voor alle gebouwen. Gelet op de veelheid en complexiteit van de componenten en systemen die aanwezig zijn in een *smart building*, geldt dit voor slimme gebouwen des te meer. In het geval van grote gebouwen kunnen deze taken verdeeld zijn over verschillende interne en externe afdelingen en/of organisaties (*facility management*, IT-departement ...). Bovendien is de kans reëel dat de hiermee gepaard gaande taken en verantwoordelijkheden gedurende de levensduur van het gebouw een aantal keer overgedragen zullen worden tussen verschillende partijen.

Het is bijgevolg van groot belang dat de specifieke *smart building*-systemen op een logische en systematische manier geconfigureerd worden en dat deze configuratie ook toegankelijk is en goed gedocumenteerd wordt. Daarnaast is het essentieel dat er in de nodige opleidingen voorzien wordt voor de mensen die zullen instaan voor het beheer en het onderhoud ervan. Dit geldt des te meer wanneer het systemen betreft die voornamelijk *software*gebaseerd zijn, aangezien het hier, afhankelijk van de betrokken organisatie, kan gaan over relatief nieuwe kennis en relatief nieuwe vaardigheden.



Afb. 16 Het beheer en onderhoud van de slimme systemen is een niet te vergeten aandachtspunt voor *smart buildings*.

Opdat er geen misverstanden zouden ontstaan omtrent de verantwoordelijkheden van de verschillende betrokken partijen, is het ook belangrijk om de *scope* van de diverse onderhoudsactiviteiten zo duidelijk mogelijk af te bakenen (wie doet wat?). Eens dit voor iedereen duidelijk is, kunnen er gepaste gebruikersaccounts, toegangsrechten en *login*procedures gecreëerd worden en kunnen de door de systemen gegenereerde alarmen, meldingen en rapporteringen zodanig ingesteld worden dat ze bij de juiste verantwoordelijke(n) terechtkomen.

Een ander belangrijk aandachtspunt bij het beheer en onderhoud van *smart building*-systemen is het beheer van de *updates* die in de loop van de exploitatiefase bij de verschillende systemen doorgevoerd zullen moeten worden. Het kan hierbij zowel gaan om kritische beveiligingsupdates, die typisch zo snel mogelijk geïmplementeerd moeten worden, als om periodieke updates die bijvoorbeeld functionaliteiten kunnen toevoegen of verwijderen. Vooraleer men overgaat tot het uitrollen van de updates is het belangrijk om de mogelijke impact ervan op de onderliggende en bovenliggende systemen te evalueren en om eventueel een aantal preventieve *back-ups* te maken.

5.7 Draadloze dekking

De alsmaar bredere toepassing van draadloze communicatie voor de eindgebruikers en in gebouwssystemen maakt dat er meer aandacht moet gaan naar draadloze dekking in gebouwen. Zeker in recente gebouwen, waar de bouwmaterialen (beton, isolatie ...) soms een grote demping van de radiogolven kunnen veroorzaken, is een goed ontwerp en een correcte implementatie van het draadloze netwerk van groot belang.

Voor de eindgebruikers wordt er typisch in *wifi* dekking en in een mobiele cellulaire dekking (2G/3G/4G/5G/...) voorzien. Voor deze laatste zal de bestaande buitendeckking in sommige gevallen (ruraal gebied, gebouwen met grote demping ...) ontoereikend zijn en zal er in een bijkomende oplossing voorzien moeten worden. Deze kan er bijvoorbeeld in bestaan om de radiogolfdempende eigenschappen van het gebouw te verminderen (bv. door het gebruik van metaal in de bouwmaterialen te vermijden) of om bijkomende antennes in het gebouw aan te brengen in overleg met de bevoegde telecomoperator(en). Deze bijkomende antennes kunnen in bepaalde gevallen tussen de operatoren gedeeld worden (die dan elk hun eigen zendinstallaties aansluiten op een passief, gedistribueerd antennesysteem). Voor meer informatie omtrent mobiele dekking in gebouwen, gedistribueerde antennesystemen en de procedures voor een gedeelde infrastructuur voor *indoor* dekking verwijzen we naar de website <https://www.bipt.be/operators/indoorontvangst>. De kost van een *indoor* antenne-installatie kan, zeker voor grote gebouwen, significant zijn. Het strekt dan ook tot aanbeveling om deze kost (of een schatting ervan) mee te nemen in de budgetberekeningen.

In bepaalde gevallen is er eveneens een wettelijke verplichting om in een mobiele dekking te voorzien voor het ASTRID-netwerk, dat gebruikt wordt door de politie, de brandweer en de hulpdiensten ⁽²⁹⁾.

Ook de gebouwssystemen zelf kunnen afhankelijk zijn van draadloze dekking. Zo zijn er bepaalde bedienings-elementen en sensoren die gebruikmaken van *wifi* of van specifieke draadloze LPWAN- of WPAN-protocollen zoals Bluetooth of LoRaWAN.

Op de [website van de cluster Smart Building](#) worden er verschillende praktijkvoorbeelden van *smart buildings* beschreven waarbij de thematiek van draadloze netwerken aan bod komt, waaronder het gebouw ['t Centrum van Kamp C in Westerlo](#).



Draadloze netwerken spelen een belangrijke rol in het gebouw 't Centrum van Kamp C in Westerlo.

⁽²⁹⁾ Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de website <https://www.astrid.be/nl/indoordekking>.

6 Bestaande *tools* en labels

Er zijn vandaag de dag reeds tal van *tools* beschikbaar die van nut kunnen zijn bij het realiseren van *smart building*-projecten. Zo bestaan er verschillende referentiekaders, labels en certificatieprogramma's waarin er direct of indirect aandacht besteed wordt aan *smart building*-aspecten.

De opkomst van deze *tools* doet vermoeden dat er een groeiende vraag naar is om *smart building*-realisaties te beoordelen en met elkaar te vergelijken. Er bestaan niet alleen *tools* die focussen op de technologische aspecten (bv. de opbouw van de digitale basisinfrastructuur), maar ook *tools* die meer gericht zijn op de toepassingen. Hieronder volgt een niet-exhaustief overzicht van bestaande *tools* die, direct of indirect, van pas kunnen komen in de context van slimme gebouwen:

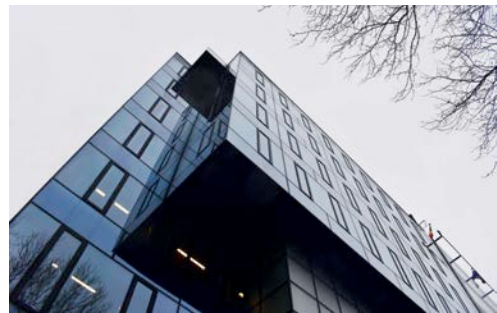
- *smart readiness indicator* (SRI)
- *Ready2Services* (R2S)
- WiredScore en SmartScore
- *Smart Building Collective*
- SPIRE *Smart Building Program*
- WELL.

Voor meer informatie over deze referentiekaders, labels en certificatieprogramma's verwijzen we naar de website <https://www.clustersmartbuilding.be/labels-en-tools/>.

Op de [website van de cluster Smart Building](#) worden er verschillende praktijkvoorbeelden van *smart buildings* beschreven waarbij de thematiek van het kwantificeren van de *smartness* van gebouwen aan bod komt, waaronder het Brusselse [Galilée-gebouw](#) en [The House of Belgian Builders \(of HUBB\)](#), de nieuwe uitvalsbasis van Embuild in Brussel.



A. Het Brusselse Galilée-gebouw



B. The House of Belgian Builders (HUBB)

7 Besluit

Smart buildings hebben tot doel om meerwaarde te creëren voor de gebruikers, het gebouw en de omgeving. Dit kan zowel door het maximaliseren van de 'positieve invloeden' (comfort, flexibiliteit, gebruikerservaring, bezettingsoptimalisatie ...) als door het minimaliseren van de 'negatieve invloeden' (energieverbruik, energiekosten, nood aan onderhoud, schoonmaak, vervangingen ...).

De volgende drie assen staan centraal in het *smart building*-verhaal:

- het verzamelen van data en het geven van inzicht (bv. monitoring, *benchmarking*)
- het bieden van (mogelijkheden tot) automatisatie en optimalisatie
- het creëren van interactiemogelijkheden met en het centraal stellen van de gebruiker (*user centricity*).

De mogelijkheden die geboden worden door slimme gebouwen zullen in de loop van de komende jaren waarschijnlijk nog volop verder evolueren. Toch zijn *smart buildings* geen 'verhaal voor de verre toekomst'. Anno 2024 is er immers reeds een heel rijk en matuur aanbod aan *smart building*-oplossingen op de markt beschikbaar. Bovendien bestaan er heel wat toepassingsdomeinen waarop ingespeeld kan worden en hebben talloze oplossingen hun doeltreffendheid al bewezen. De baten van een slim gebouw kunnen zowel direct als indirect van aard zijn. *Facility management* (onderhouds- en beheersaspecten) en energiemangement zijn bijvoorbeeld twee domeinen waar er zowel voor de aannemers-, installatie- en onderhoudsbedrijven als voor hun klanten aanzienlijke opportuniteiten liggen. Dit zijn echter zeker niet de enige toepassingsdomeinen waarin *smart buildings* een meerwaarde te bieden hebben.

Dit betekent echter niet dat in elk project alle toepassingsdomeinen aan bod hoeven te komen. Zo is het bij de start van een *smart building*-project van groot belang om te vertrekken vanuit een uitvoerige analyse van de behoeften op basis waarvan men vervolgens een aantal duidelijke *use cases* kan selecteren. Doorheen het beslissingstraject moet ook steeds het beschikbare budget voor ogen gehouden worden. Niet elk gebouw moet *state of the art* zijn. Er bestaan verschillende gradaties in de *smartness* van gebouwen en de ambities kunnen ook bijgesteld worden doorheen de tijd. Het is bijgevolg essentieel dat er bij de behoeftebepaling aan het begin van het project niet enkel nagedacht wordt over de noden voor het gebouw vandaag, maar ook over die van morgen. Dit zal ervoor zorgen dat de gemaakte keuzes toekomstbestendig zijn.

Bij heel wat *smart building*-projecten dient er gezorgd te worden voor interactie tussen gebouwtechnieken en informatiesystemen die traditioneel naast en los van elkaar functioneren. In voorkomend geval is het dan ook belangrijk om alle partijen zo vroeg mogelijk bij het project te betrekken. Het strekt in deze context eveneens tot aanbeveling om een coördinator aan te stellen die het overzicht over alle te integreren systemen behoudt evenals over de manier waarop deze aan elkaar gekoppeld dienen te worden. Dit zal er toe bijdragen dat de realisatie van het project vlotter verloopt.

Wie nog niet vertrouwd is met *smart building*-toepassingen, maar ervaring wil opbouwen, doet dit best door te leren uit de *smart building*-projecten van anderen en door er ook zelf mee aan de slag te gaan. Het is aan te raden om te beginnen met een project met een beperkte *scope* (goed afgelijnde en bescheiden doelstelling, beperkte inzet van mensen en middelen en geringe projectgebonden risico's). Dit laat enerzijds toe om vertrouwd te raken met de bestaande mogelijkheden en anderzijds om praktijkervaring op te doen (Hoe kan een toepassing meerwaarde creëren? Welke aandachtspunten zijn er? Welke uitdagingen kunnen er zich voordoen tijdens de uitwerking van het project?).

Bijlage A – Verwante begrippen

Een aantal begrippen die (al dan niet dicht) tegen het *smart building*-concept aanleunen, worden nogal eens door elkaar gebruikt en dit, ondanks het feit dat ze zeker niet allemaal hetzelfde betekenen. Dit leidt niet zelden tot verwarring tussen de verschillende bij het bouwproject betrokken partijen. Om wat meer klaarheid te scheppen, staan hieronder een aantal van deze begrippen opgelijst en worden hun overeenkomsten en verschillen met *smart buildings* verduidelijkt.

A.1 Internet of things (IoT)

Bij het concept *internet of things* wordt er verondersteld dat bepaalde 'dingen' verbonden zijn met een digitaal communicatienetwerk zoals het internet. Deze 'dingen' kunnen verschillende functies hebben, zoals:

- het opnemen en digitaal doorsturen van omgevingsinformatie (bv. temperatuursensoren)
- het ontvangen van digitale informatie, gevolgd door het ondernemen van een bepaalde actie (bv. een ledlamp)
- een combinatie van bovenstaande functies (bv. een verwarmingstoestel).

Hierbij is het van belang dat de aldus verzamelde gegevens opgeslagen en verwerkt kunnen worden, en ook dat er interactie met de gebruikers mogelijk is. Indien een IoT-oplossing vergeleken wordt met het menselijke lichaam, dan kan de dataopslag en -verwerking gezien worden als het brein, het digitale communicatienetwerk als de zenuwbanen en de 'dingen' als de zintuigen, organen, spieren ...

De meeste IoT-toepassingen maken gebruik van een groot aantal 'dingen' die een verbinding (vaak draadloos) met een *online* platform voor dataopslag en -verwerking (de *cloud*, zie § A.2, p. 57) tot stand brengen en bieden een gebruikersinterface (bv. een website of een *smartphone*-app) die toegankelijk is via het internet. Er zijn intussen IoT-toepassingen voor allerlei sectoren en domeinen voorhanden: mobiliteit (bv. deeltvoertuigen of slimme laadinfrastructuur), logistiek (bv. *asset tracking*), industrie (*industrial IoT*, *smart factory*, *industry 4.0* ...), landbouw, gezondheidszorg ... Ook in de bouwsector (onder meer tijdens de bouwfase) zijn er tal van IoT-toepassingen mogelijk (bv. monitoring of *asset tracking*).

De begrippen *smart buildings* en *internet of things* zijn geen synoniemen. *Smart buildings* kunnen echter wel als een toepassing(sgebied) van het *internet of things* beschouwd worden.

Slimme gebouwen kunnen op zich ook als een IoT-toepassing(sgebied) gezien worden. In een *smart building* zijn immers 'dingen' aanwezig die met elkaar verbonden zijn via digitale communicatienetwerken. Op veldniveau (bv. voor het connecteren van een bewegingssensor) wordt vaak voor connectiviteit via bussystemen gekozen, terwijl dit op een hoger niveau meer en meer via IP-netwerken gebeurt ⁽³⁰⁾. Daarnaast worden de verzamelde data in een *smart building* ook opgeslagen en verwerkt en wordt er in mogelijkheden voor interactie met de gebruiker voorzien (bv. bedieningspanelen in de verschillende ruimtes, *dashboards* via webpagina's of *smartphone*-apps). Dit hoeft niet te betekenen dat alle in het gebouw aanwezige systemen directe toegang tot het internet hebben of dat er enkel met draadloze 'dingen' gewerkt kan worden. Wel belangrijk is dat alle 'dingen' centraal raadpleegbaar en/of aanstuurbaar zijn.

⁽³⁰⁾ Zie ook de publicaties 'Interoperabiliteit in Smart Buildings' en 'Digitale connectiviteit in gebouwen' op <https://www.clustersmartbuilding.be/publicaties-en-artikels/>.

A.2 De cloud

Wanneer de dataopslag en -verwerking gebeurt op *servers* (meestal in grote datacentra) die beheerd worden door een derde partij en toegankelijk zijn via het internet, dan spreekt men over *cloud services* of *cloud computing*. De gebruiker hoeft niet te investeren in de apparatuur, maar betaalt wel een periodieke bijdrage voor het gebruik van de aangeboden diensten. Dit wordt ook wel *as a service* (aaS) genoemd. Gelet op het feit dat de *cloud* een grote toegankelijkheid heeft (een internetverbinding volstaat) en de gebruikers ontzorgt, gaat de populariteit van *cloud computing* in stijgende lijn.

Aan *cloud*-diensten zijn echter ook een aantal mogelijke nadelen verbonden. De vereiste internetverbinding heeft immers een kost, zal altijd een zekere vertraging introduceren (afhankelijk van waar de *servers* zich fysiek bevinden) en heeft een eindige doorvoersnelheid. Daarnaast houdt het versturen van data via het internet steeds een zeker veiligheidsrisico in (*cybersecurity*, zie § 5.2, p. 47) en moet er vertrouwen gesteld worden in een derde partij (risico's met betrekking tot het stopzetten van de dienstverlening, de kwaliteit van de dienstverlening, *data privacy* ...).



Afb. 17 Bij *cloud computing* gebeurt de dataopslag en/of -verwerking op externe servers die toegankelijk zijn via het internet.

Een compromis tussen *cloud computing* en lokale opslag en rekenkracht kan gevonden worden in *edge computing*. Hierbij vindt een gedeelte van de dataopslag en -verwerking plaats op lokale *servers*, terwijl een ander gedeelte gebeurt via *cloud computing*. Zodoende kunnen de voordelen van een lokale dataopslag en -verwerking en van *cloud computing* gecombineerd worden. *Edge computing* laat namelijk toe om lokale diensten sneller en betrouwbaarder uit te voeren en de belasting van de internetverbinding te verminderen, terwijl er toch nog steeds een beroep gedaan kan worden op de enorme opslag- en reken capaciteit (bv. voor AI-algoritmes) van de *cloud*.

A.3 Gebouwbeheersysteem (GBS)

Smart buildings en gebouwbeheersystemen (GBS) (soms ook aangeduid als BMS voor het Engelse *building management systems*) zijn twee concepten die vaak in één adem genoemd worden. Toch is zeker niet elk gebouw dat gebruikmaakt van een gebouwbeheersysteem sowieso een *smart building*. Omgekeerd zal er in een *smart building* doorgaans wel gebruikgemaakt worden van een gebouwbeheersysteem. Een GBS is

een technologische oplossing die ingezet wordt voor het beheer en de sturing van gebouwinstallaties, die de laatste decennia sterk in complexiteit toegenomen zijn (bv. door een centrale gebruikersinterface en automatisatie). Binnen een *smart building* zal een GBS meestal gecombineerd worden met andere technologische oplossingen om de gewenste functionaliteit te bereiken. Afbeelding 18 stelt twee voorbeelden van gebouwbeheersystemen voor die gebruikmaken van een PLC (*programmable logic controller*).



Afb. 18 Voorbeelden van gebouwbeheersystemen die gebruikmaken van een PLC (*programmable logic controller*).

A.4 Building operating system (BOS)

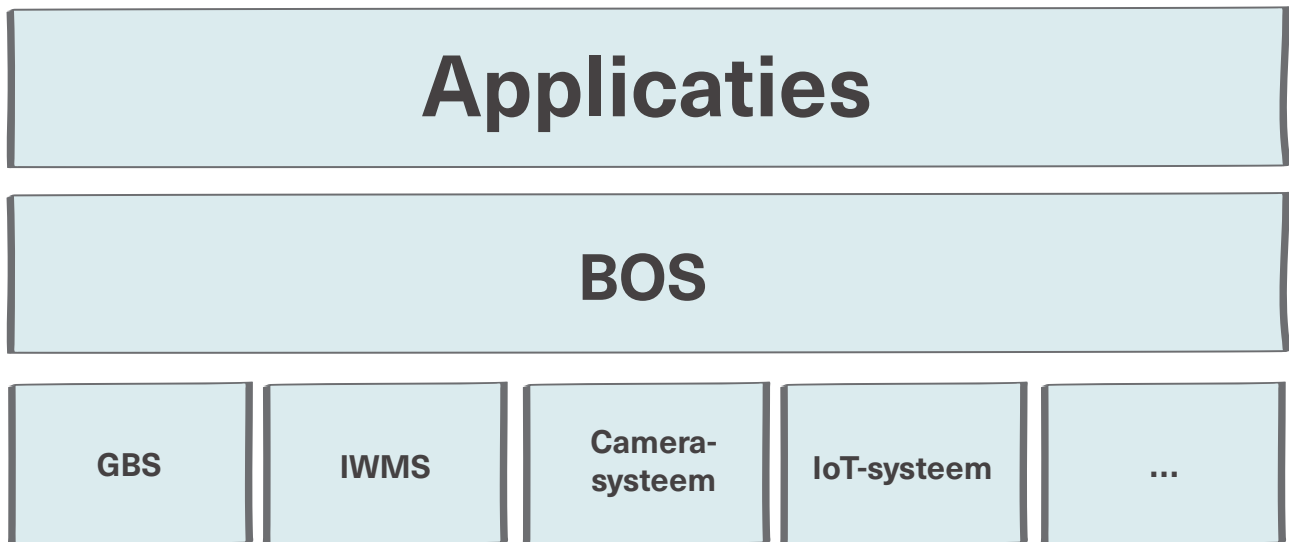
Naar analogie met het besturingssysteem bij computers en *smartphones* (afgekort als OS voor het Engelse *operating system*), werd voor gebouwen het concept BOS (*building operating system*) geïntroduceerd.

In een computer of *smartphone* kan het *operating system* (OS) omschreven worden als een platform dat alle basisfunctionaliteiten regelt (interactie met het scherm, het toetsenbord ...), zodanig dat alle toepassingen (applicaties, of apps) gemakkelijk van deze functionaliteiten kunnen gebruikmaken.

Een *building operating system* (BOS) past de filosofie van een besturingssysteem (OS) bij computers en *smartphones* toe op gebouwen.

Het *building operating system* past dezelfde filosofie toe op gebouwen: het BOS is namelijk een overkoepelend *software*platform op gebouwniveau dat in verbinding staat met de verschillende gebouwssystemen. Het voorziet in dataopslag en -verwerking en ondersteunt eveneens (al dan niet externe) *software*applicaties om zo de gewenste functionaliteit van het slimme gebouw te realiseren. Een BOS staat een niveau hoger dan een GBS en laat toe om bijkomende systemen te integreren die typisch niet onder een GBS vallen (bv. camerasystemen) (zie afbeelding 19, p. 59).

Wil een gebouwgebruiker of -beheerder bijvoorbeeld het energieverbruik optimaliseren, dan kan hij daarvoor een *software*applicatie configureren. Deze applicatie geeft hem inzicht in de verbruiksgegevens en laat hem toe handmatig of geautomatiseerd in te grijpen in de technische installaties. De applicatie verkrijgt hiervoor de nodige sensordata via het BOS en ook de eventuele aansturing van de installaties verloopt via dit platform.



Afb. 19 Een BOS is een overkoepelend *software*platform dat door middel van verregaande integratie van de verschillende systemen binnen en buiten het gebouw allerhande toepassingen mogelijk maakt.

A.5 *Digital twin* en de rol van BIM

Toegepast op gebouwen in gebruik, kan het concept van de *digital twin* gedefinieerd worden als een digitaal (virtueel) model van een fysiek gebouw(onderdeel) dat gevoed wordt met (sensor)data uit dit gebouw. Daarnaast faciliteert het ook de communicatie in de andere richting (d.w.z. het aansturen van de systemen en/of actuatoren binnen het (fysieke) gebouw(onderdeel) met data vanuit de (virtuele) *digital twin*). Deze bidirectionele *interface* zorgt er met andere woorden voor dat het virtuele model en het fysieke gebouw met elkaar kunnen communiceren en data kunnen uitwisselen.

Er wordt vaak verkeerdelijk van uitgegaan dat een *digital twin* een 3D-model vereist, maar dat is niet *per se* het geval. Wat wel van belang is, is het samenbrengen, structureren, en ter beschikking stellen van data voor de gewenste toepassingen. In de afbeeldingen 20 en 21 (p. 60) zijn enkele weergaven van een *digital twin* voorgesteld.

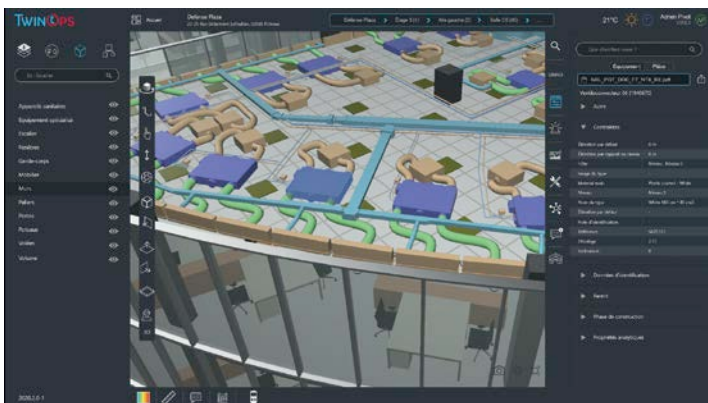
Een BIM kan wel een belangrijke rol innemen bij het ontwikkelen van een *digital twin*. Zo zal er tijdens de ontwerp- en uitvoeringsfase veelal een BIM-model aangemaakt en uitgewerkt worden waarin, naast de geometrische (3D-)informatie, allerhande relevante niet-geometrische gegevens opgenomen worden. Dit model kan dan onder meer gebruikt worden tijdens de ontwerpfase voor het uitvoeren van simulaties (structureel, thermisch ...). Ook tijdens de exploitatiefase – en dan vooral wanneer er hierbij gewerkt wordt met een *digital twin* – kan een BIM-model een interessante informatiebron zijn. Zo kan de geometrische (3D-)informatie uit het BIM-model gebruikt worden voor het ontwerpen van de gebruikers*interfaces* voor de *digital twin* (bv. *augmented reality*-toepassingen, zie afbeelding 22, p. 60). Ook de niet-geometrische gegevens uit het BIM-model kunnen nuttig zijn, bijvoorbeeld om de structuur van het achterliggende datamodel van de *digital twin* (tot op een bepaald niveau) mee vorm te geven.

Welke data en *interfaces* noodzakelijk zijn binnen een specifieke *digital twin* hangt natuurlijk af van de toepassingen waarvoor deze laatste ingezet zal worden.

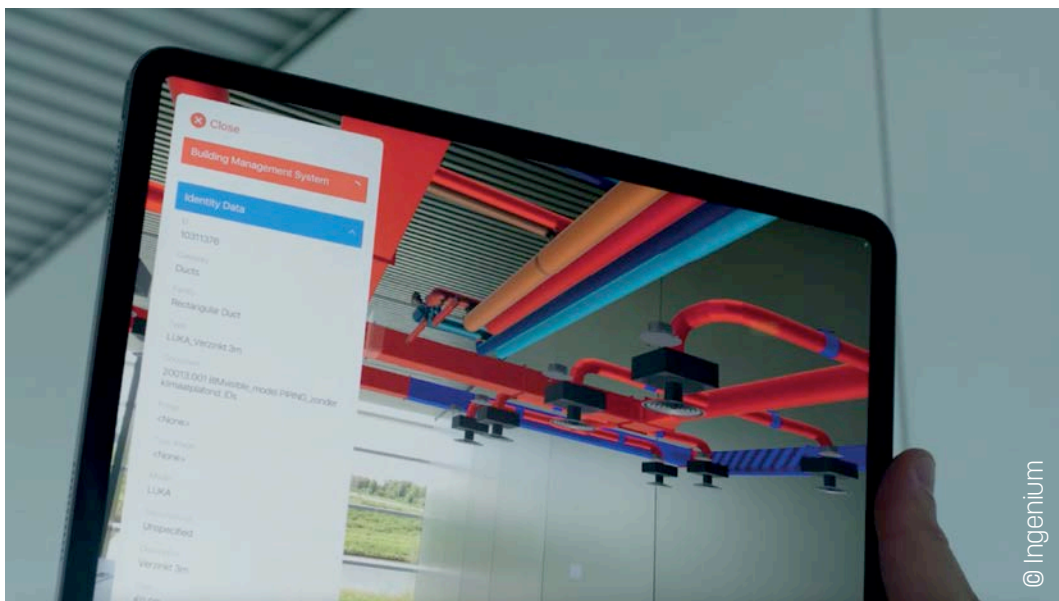
Voor meer informatie over BIM kan men terecht op de website <https://digitalconstruction.be/nl/technology/bim/>.



Afb. 20 Weergave van een *digital twin* in het aug-e-platform, ontstaan uit een samenwerking tussen de bedrijven BESIX, Proximus en i.Leco.



Afb. 21 Weergaven van een *digital twin* en de toegepaste data-analyse in het TwinOps-platform, ontwikkeld binnen de VINCI Group.



Afb. 22 Voorbeeld van de AR-applicatie BIMvisible, die ontwikkeld werd door Ingenium, in samenwerking met Savaco en In The Pocket. Hierin worden verschillende statische gegevens (onder meer onttrokken uit het BIM-model) gecombineerd met dynamische *realtime*(sensor)data afkomstig van de gevisualiseerde installaties.

Bijlage B – Afkortingenlijst

Hieronder volgt een verklarende lijst van de afkortingen die in dit document gebruikt worden.

aaS	<i>as a service</i> Bedrijfsmodel waarbij er aan de klant een bepaalde dienst of functionaliteit geleverd wordt (tegen betaling), zonder dat de klant de onderliggende infrastructuur zelf (volledig) bezit en beheert.
API	<i>application programming interface</i> Een soort <i>software-interface</i> die het mogelijk maakt dat twee of meerdere <i>softwaretoepassingen</i> met elkaar kunnen communiceren en gegevens en functionaliteit met elkaar delen.
B2B	<i>business-to-business</i> Relatie/interactie tussen bedrijven (situatie waarbij een bedrijf een commerciële transactie aangaat met een ander bedrijf).
B2C	<i>business-to-customer</i> Relatie/interactie tussen een bedrijf en de klant (situatie waarbij producten of diensten rechtstreeks aan klanten verkocht worden, zonder tussenkomst van derden).
BACS	<i>building automation and control system</i> Systeem dat de energieverbruikers in gebouwen monitort en automatisch aanpast om een comfortabele omgeving te creëren terwijl het het energieverbruik optimaliseert.
BMS	<i>building management system</i> Systeem dat ingezet wordt voor het beheer en de sturing van de gebouwinstallaties (HVAC-installatie, elektrische systemen, kunstverlichting, zonwering ...). In het Nederlands ook wel GBS (gebouwbeheersysteem) genoemd.
BOS	<i>building operating system</i> Overkoepelend <i>softwareplatform</i> op gebouwniveau dat in verbinding staat met de verschillende gebouwssystemen. Het voorziet in dataopslag en -verwerking en ondersteunt eveneens <i>softwareapplicaties</i> om zo de gewenste functionaliteit van het slimme gebouw te realiseren. Een BOS staat een niveau hoger dan een GBS.
BSP	<i>balancing service provider</i> Speler die in <i>realtime</i> helpt om het evenwicht tussen het elektriciteitsaanbod en de elektriciteitsvraag te bewaren, zodat de stabiliteit en de betrouwbaarheid van het elektriciteitsnet gegarandeerd blijft.
CAPEX	<i>capital expenditures</i> CAPEX-uitgaven zijn uitgaven die gedaan worden om vaste activa zoals gebouwen, voertuigen, apparatuur en dergelijke te kopen, te onderhouden of te verbeteren. Ze worden vaak ook aangeduid als investeringsuitgaven.
DBFM(O)	<i>design build finance maintain (operate)</i> Geïntegreerde contractvorm waarbij de opdrachtnemer verantwoordelijk is voor het ontwerp, de bouw, de financiering, het onderhoud en eventueel ook de exploitatie van het onderwerp van het contract. De contractvorm wordt vaak gebruikt bij grote infrastructuur- en bouwprojecten.
EMIS (of EMS)	<i>energy management and information system (of energy management system)</i> Systeem dat gehanteerd wordt in de context van monitoring en <i>commissioning</i> , meer bepaald voor het organiseren, visualiseren en analyseren van de data gelinkt aan het energieverbruik en -gebruik (en eventueel voor het optimaliseren ervan).
EPC	energieprestatiecontract Contract waarin de opdrachtgever met een uitvoerende partij van energiediensten afspraken maakt omtrent de te behalen energiebesparingen (volledige definitie te vinden in voetnoot ⁽⁶⁾ , p. 19).

ESCO	<i>energy service company</i> Bedrijf dat gespecialiseerd is in het leveren van energie-efficiëntie- en energiebesparingsdiensten, waaronder het ontwerpen en implementeren van energiebesparingsprojecten, <i>outsourcing</i> van energie-infrastructuur, energieopwekking, energielevering, monitoring, onderhoud en dergelijke meer.
FDD	<i>fault detection and diagnostics</i> FDD-systemen automatiseren het proces van foutdetectie en detectie van de suboptimale werking van gebouwssystemen en helpen de mogelijke oorzaken ervan vast te stellen.
FM	<i>facility management</i> Discipline die zich richt op de efficiënte en effectieve levering van logistieke en andere ondersteunende diensten met betrekking tot onroerend goed en gebouwen. In het Nederlands ook wel facilitair beheer genoemd.
FMIS	<i>facility management information system</i> Softwaresysteem dat het mogelijk maakt om de gegevens gelinkt aan het <i>facility management</i> centraal te beheren. Het doel ervan is om de efficiëntie bij de planning en uitvoering van de facilitaire processen te verhogen.
GBS	gebouwbeheersysteem Systeem dat ingezet wordt voor het beheer en de sturing van de gebouwinstallaties (HVAC-installatie, elektrische systemen, kunstverlichting, zonwering ...). In het Engels ook wel BMS (<i>building management system</i>) genoemd.
HVAC	<i>heating, ventilation & air conditioning</i> Overkoepelende term voor de technische installaties voor verwarming, ventilatie en luchtbehandeling.
IWMS	<i>integrated workplace management system</i> Softwaresysteem voor het organisatorische gebruik van de werkplekmiddelen. Het systeem stroomlijnt de verschillende aspecten van het vastgoed- en faciliteitenbeheer, wat organisaties helpt om beter gefundeerde beslissingen te nemen en middelen effectiever te benutten.
KPI	<i>key performance indicator</i> Meetbare indicator die gekozen wordt om de prestaties/voortgang ten opzichte van de vastgelegde doelstellingen te meten en te evalueren, teneinde te kunnen bepalen of de gewenste resultaten behaald worden. In het Nederlands ook wel kritieke prestatie-indicator genoemd.
MPC	<i>model-based predictive control</i> Geavanceerde regelmethode die als doel heeft om de regeling van een systeem te optimaliseren door gebruik te maken van een dynamisch wiskundig model van het systeem en voorspellingen te doen over het toekomstige gedrag van het systeem.
OPEX	<i>operating expenditures</i> OPEX-uitgaven zijn operationele uitgaven om de dagelijkse activiteiten te ondersteunen (bv. huur, nutsvoorzieningen en routinematig onderhoud).
PLC	<i>programmable logic controller</i> Industriële computer die gebruikt wordt voor het automatiseren van processen en het besturen van systemen. De PLC vindt zijn oorsprong in industriële toepassingen, maar wordt nu ook vaak gebruikt als onderdeel van een gebouwbeheersysteem.
R2S	<i>Ready2Services</i> Frans referentieel dat ontstond uit een samenwerking tussen de <i>Smart Buildings Alliance</i> , de alliantie HQE-GBC, Certivéa en Cerway en wil bijdragen aan het voorbereiden van gebouwen om de uitdagingen rond digitalisering en connectiviteit aan te gaan.
ROI	<i>return on investment</i> Rendabiliteitsmaatstaf die gebruikt wordt om te evalueren hoeveel een investering opbrengt.
SLA	<i>service level agreement</i> Type overeenkomst waarin de afspraken tussen de aanbieder en de afnemer van een dienst of product opgetekend worden.

SRI	<p><i>smart readiness indicator</i></p> <p>Indicator die weergeeft in welke mate een gebouw technologisch klaar is om te interageren met de gebruikers en de externe omgeving. In de context van <i>smart buildings</i> is het hoofddoel van deze interacties om het gebouw performanter te maken. Het concept van SRI werd ontwikkeld op vraag van de Europese Commissie.</p>
TCO	<p><i>total cost of ownership</i></p> <p>Financiële schatting van alle kosten die gepaard gaan met de aanschaf, het gebruik en het onderhoud van een bepaald actief over de hele levenscyclus ervan. Het doel van een TCO-analyse is om een volledig beeld te krijgen van alle kosten die samenhangen met een investering, zodat weloverwogen beslissingen genomen kunnen worden.</p>

Literatuurlijst

B

Bellec, J.

- B1** The Smart Building requires its own Operating System (BOS)! (25 februari 2019). Opgehaald van: <https://www.linkedin.com/pulse/smart-building-requires-its-own-operating-system-bos-j%C3%A9r%C3%A9mie-bellec>

Bureau voor Normalisatie (NBN, www.nbn.be)

- B2** NBN EN 15221-4 Facility Management. Deel 4: taxonomie, classificatie en structuren in Facility Management. Brussel, NBN, 2011.

E

European Building Automation Contrals Association (eu.bac)

- E1** eu.bac publishes BACS Compliance Verification Checklist (2 november 2020). Opgehaald van: <https://eubac.org/news/eu-bac-publishes-bacs-compliance-verification-checklist/>

Europees Parlement

- E2** Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad van 25 oktober 2012 betreffende energie-efficiëntie, tot wijziging van Richtlijnen 2009/125/EG en 2010/30/EU en houdende intrekking van de Richtlijnen 2004/8/EG en 2006/32/EG. Voor de EER relevante tekst (4 mei 2023). Opgehaald van: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=celex%3A32012L0027>

F

Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken

- F1** Wet van 21 maart 2007 tot regeling van de plaatsing en het gebruik van bewakingscamera's. Brussel, Belgisch Staatsblad, 31 mei 2007. Opgehaald van: http://www.ejustice.just.fgov.be/mopdf/2007/05/31_2.pdf#Page3/

I

ISSO

- I1** ISSO-publicatie 115 Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen (1 augustus 2018). Opgehaald van: <https://isso.nl/publicatie/isso-publicatie-115-ontwerpeisen-gebouwbeheersystemen/2018?query=115>

K

Kramer H., Lin G., Curtin C., Crowe E. en Granderson J.

- K1** Proving the Business Case for Building Analytics. Lawrence Berkeley National Laboratory (oktober 2020). Opgehaald van: <https://doi.org/10.20357/B7G022>

L

Lawrence Berkeley National Laboratory

- L1** A National Roadmap for Grid-Interactive Efficient Buildings. U.S. Department of Energy., Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. Building Technologies Office (17 mei 2021). Opgehaald van: <https://gebroadmap.lbl.gov/>

M

Memoori

- M1** IoT Devices in Smart Commercial Buildings 2023 to 2028 (2023). Opgehaald van: <https://memoori.com/portfolio/iot-devices-smart-commercial-buildings-2023/>
- M2** Occupancy Analytics & In-Building Location Based Services (2020). Opgehaald van: <https://memoori.com/portfolio/occupancy-analytics-in-building-location-based-services/>
- M3** The Internet of Things in Smart Commercial Buildings 2022 to 2027 (2022). Opgehaald van: <https://memoori.com/portfolio/the-internet-of-things-in-smart-commercial-buildings-2022-to-2027/>

Memoori en Locatee

- M4** Navigating the Complex Smart Building Landscape. A comprehensive use case guide for corporate real estate professionals (2019). Opgehaald van: <https://locatee.com/en/blog-post/navigating-the-complex-smart-building-landscape/>

P

Public Technology Inc. en US Green Building Council.

- P1** Sustainable Building Technical Manual - Green Building Design, Construction, and Operations (1996). Opgehaald van: <https://rucore.org.za/wp-content/uploads/2011/11/Sust-Bldg-Tech-Manual.pdf>

R

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

- R1** Systemeisen technische bouwsystemen - EPBD III (12 november 2019). Opgehaald van: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/nieuwbouw/epbd-iii/systemeisen-technische-bouwsystemen>

S

Smart Buildings Alliance

- S1** R2S Frame of Reference (sd). Opgehaald van: <https://www.smartbuildingsalliance.org/en/project/r2s-frame-of-reference>

V

Van Gestel K., Van Garsse S., Paquay E. en Gauderis J.

- V1** DBFM. Handboek. Vlaamse overheid, Departement Financiën en Begroting (januari 2019). Opgehaald van: <https://www.vlaanderen.be/publicaties/dbfm-handboek>

Verbeke S., Aerts D., Reynders G., Ma Y. en Waide P.

- V2** Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings. European Commission, Directorate-General for Energy. Publications Office of the European Union (juni 2020). Opgehaald van: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bed75757-fbb4-11ea-b44f-01aa75ed71a1/language-en>

W

Weygandt N.

- W1** Investeren in de slimme werkplek rendeert. Spacewell (2021). Opgehaald van: <https://spacewell.com/nl/resources/whitepapers/investeren-in-de-slimme-werkplek-rendeert-whitepaper/>

Dit is een uitgave van Buildwise (voordien het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf), een inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947.

Verantwoordelijke uitgever: Olivier Vandooren

Buildwise, Kleine Kloosterstraat 23

B-1932 Zaventem.

D/2024/0611/07

Dit is een publicatie van wetenschappelijke aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van deze publicatie is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

Tekeningen: R. Hermans

Buildwise Zaventem Maatschappelijke zetel en kantoren

Kleine Kloosterstraat 23
B-1932 Zaventem
Tel. 02 716 42 11
E-mail : info@buildwise.be
Website: buildwise.be

- Technisch advies – Publicaties
- Beheer – Kwaliteit – Informatietechnieken
- Ontwikkeling – Valorisatie
- Technische goedkeuringen – Normalisatie

Buildwise Limelette

Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette
Tel. 02 655 77 11

- Onderzoek en innovatie
- Vorming
- Bibliotheek

Buildwise Brussels

Dieudonné Lefèvrestraat 17
B-1020 Brussel
Tel. 02 233 81 00

Na meer dan een halve eeuw spreken we niet langer over het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB), maar over Buildwise. Die nieuwe naam brengt ook een nieuwe richting met zich mee, met extra aandacht voor innovatie, samenwerking en een meer geïntegreerde aanpak met verschillende disciplines. Omdat Buildwise hoofdzakelijk gefinancierd wordt met de bijdragen van meer dan 100.000 Belgische bouwbedrijven, bepalen deze ook mee de werking, onder andere door hun betrokkenheid bij het vaststellen van de prioriteiten en het sturen van de acties via de Technische Comités.

Van onderzoekscentrum naar innovatiecentrum

Dankzij de kennis die het in de loop van de jaren verworven heeft, is Buildwise uitgegroeid tot hét referentie- en expertisecentrum in de bouwsector. Buildwise is er om alle actoren in de waardeketen te ondersteunen. Ons doel? Kennis doorgeven die de kwaliteit, productiviteit en duurzaamheid daadwerkelijk verbetert en de weg vrijmaken voor innovatie op werven en in bouwbedrijven.

Een katalysator voor kennisdeling en verbinding

Het bouwproces is erg complex en gefragmenteerd. Daarom wil Buildwise zijn verbindende rol versterken. We kunnen de sectorale en maatschappelijke uitdagingen alleen het hoofd bieden door de hele sector in beweging te zetten en door onze bedrijfsmodellen en manier van samenwerken te herbekijken.

Van multidisciplinaire naar transdisciplinaire expertise

Buildwise onderscheidt zich door zijn pragmatische en multidisciplinaire aanpak. Om solide oplossingen te vinden, is een alomvattende, geïntegreerde aanpak nodig. Daarom zijn onze ambities opgebouwd rond drie pijlers: digitale technologie, duurzaamheid en vakmanschap (vertegenwoordigd door de aannemers binnen de Technische Comités).