Shutterstock

Praktijkgids Smart Buildings

Hoe begin ik eraan?

Maart 2022

SMART BUILDINGS IN USE

wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

AGENTSCHAP INNOVEREN & ONDERNEMEN

Vlaanderen
is ondernemen

Contents

1 Over deze gids 2
1.1 Cluster 'Smart Buildings in Use' 2
1.2 Doel en inhoud 2
1.3 Doelgroep 2
1.4 Wanneer moet u deze gids gebruiken? 3
1.5 Uitwerking van de gids 3
1.6 Contact 3
2 Wat is een Smart Building? 4
2.1 Korte definitie 4
2.2 Slim ontwerp 5
2.3 Evolutie naar Smart Buildings 5
2.4 Uitgebreide definitie 6
2.5 Verwante begrippen 10
3 Naar een Smart Building: Stappenplan voor het bekomen van een slimmer gebouw 16
3.1 Stap 1: *Preliminair*: Marktverkenning en deskundigen consulteren (herhalende stap) 18
3.2 Stap 2: Vastleggen van het doel 19
3.3 Stap 3: Functionele wensen in kaart brengen 21
3.4 Stap 4: Technische eisen in kaart brengen 23
3.5 Stap 5: Richting een bestek 26
3.6 Stap 6: Uitvoering van het bestek 28
3.7 Stap 7: Oplevering van het project 29
3.8 Stap 8: Gebruik van het gebouw en kwaliteitsborging over de levensduur 29
4 Aandachtspunten voor Smart Buildings 32
4.1 Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid 32
4.2 Cybersecurity 33
4.3 Betrouwbaarheid 34
4.4 Privacy en eigendom van data 36
4.5 Commissioning 37
4.6 Beheer en onderhoud van slimme systemen 38
4.7 Draadloze dekking 39
5 Business case: wat levert het op? 41
5.1 Algemene aandachtspunten 41
5.2 Becijferde voorbeelden 44
6 Bestaande tools en labels 49
7 Conclusie 50
8 Begrippenlijst 51
9 Bibliografie 52

1 Over deze gids

1.1 Cluster 'Smart Buildings in Use'

De cluster 'Smart Buildings in Use' brengt vooruitstrevende bedrijven samen om innovatieve oplossingen te creëren om gebouwen slimmer te maken. Efficiënter (gedigitaliseerd) beheer en onderhoud in gebouwen vormen daarbij de basis, maar ook verhoogde energie-efficiëntie, comfort en beleving komen aan bod. Nieuwe technologieën kunnen een gebouw opwaarderen tot leverancier van diensten voor haar gebruikers en zo helpen om de steeds hogere verwachtingen in te lossen.

1.2 Doel en inhoud

De leden van de cluster hebben aangegeven dat er nood is aan ondersteuning van de beslissingsnemers (en andere stakeholders in het bouw- of renovatieproces) bij het definiëren van wat een Smart Building is en bij het maken van functionele en technische keuzes wanneer naar een Smart Building project wordt toegewerkt. Deze Praktijkgids wil bijdragen aan het beantwoorden aan deze nood.

Deze gids wil vooreerst info verstrekken over wat een Smart Building kan zijn en wil inzicht geven in wat de eerste stappen zijn die men als bouwheer, eigenaar of opdrachtgever moet zetten indien men overweegt een Smart Building te realiseren. Daarnaast geeft de gids ook informatie over een aantal aandachtspunten die zeker in overweging genomen moeten worden bij realisatie van een project. Verder wordt er inzicht gegeven in een aantal mogelijke business cases.

Met het bieden van deze inzichten aan de lezer wordt beoogd dat deze beter leert kennen hoe Smart Buildings kunnen helpen behoeften te vervullen en problemen op te lossen, inzicht krijgt in wat de mogelijkheden en opportuniteiten van Smart Buildings zijn, een concreet vertrekpunt heeft om te starten aan een Smart Building project en bovendien voldoende geïnformeerd van start gaat door op de hoogte te zijn van een aantal aandachtspunten en mogelijke business cases.

1.3 Doelgroep

Dit document is in de eerste plaats gericht naar de beslissingsnemers binnen bouw- en renovatieprojecten: de bouwheer/eigenaar, zowel private als publieke opdrachtgevers, sociale huisvestingsmaatschappijen, ontwikkelaars, …

Idealiter worden tijdens het ontwerp- en bouwproces de verschillende types gebruikers van het gebouw (bv. gebouwbeheerder, facility manager, eindgebruiker, …) betrokken om een volledig zicht te krijgen op de noden voor het nieuwe of te renoveren gebouw. Bijkomend kan het interessant zijn om een expert/consultant te betrekken, zeker wanneer de latere gebruikers nog niet gekend zijn (bv. bij vastgoedontwikkelingen waar de uiteindelijke gebruiker/huurder/beheerder nog niet gekend is).

Tijdens het ontwerp- en bouwproces spelen o.a. ook de architecten en studiebureaus een cruciale rol bij het definiëren van de functionele en technische eisen voor het Smart Building project. Ook hen willen we met deze gids sensibiliseren en wegwijs maken.

Ook andere actoren zullen deze Praktijkgids kunnen gebruiken tijdens het overleg met de klant: hoofdaannemer, aannemers technieken, integratoren, producenten, …

1.4 Wanneer moet u deze gids gebruiken?

In het ideale scenario wordt deze gids zo vroeg mogelijk in een project gebruikt zodat voldoende rekening gehouden kan worden met de in de gids aangebrachte elementen doorheen het hele bouw- of renovatieproces.

1.5 Uitwerking van de gids

Deze gids kwam tot stand via de werkgroep 'Praktijkgids Smart Buildings' van de cluster 'Smart Buildings in Use'. Volgende organisaties worden bedankt voor deelname aan (een deel van) de werkgroep:

Dago	**Renson**
EEG	**Spacewell**
Het Facilitair Bedrijf	**Sumi Smart**
Freestone	**Trigrr**
GIA	**VINCI Facilities**
Honeywell Partner Channel	**Vlaamse Confederatie Bouw**
Ingenium	**W-Care**
Procos Group	

De tekst werd samengesteld door medewerkers van het WTCB. Volgende personen hebben bijgedragen aan de uitwerking van deze gids:

- David Grillet
- Ruben Delvaeye
- Ruben Decuypere

De gids werd verder verfijnd op basis van grondige nalezing door Jasper Meynen (Ingenium), Tim Opsomer (Ingenium), Jean-Marc Poncelet (SB Experts), Michael Van De Poel (SB Experts) en Peter D'Herdt (WTCB).

1.6 Contact

Indien u vragen of opmerkingen heeft over deze gids kan u contact opnemen via volgend e-mailadres: info@smartbuildingsinuse.be

Dit document werd opgesteld in het kader van de cluster 'Smart Buildings in Use'.
Het betreft geen officiële WTCB-publicatie.

2 Wat is een Smart Building?

2.1 Korte definitie

Wat maakt een gebouw slim? Dit is de laatste jaren in vele artikels en presentaties een voortdurend onderwerp van discussie geweest, simpelweg omdat het voor verschillende mensen een verschillende betekenis kan hebben. Het is dan ook niet eenvoudig om één allesomvattende definitie te formuleren.

Hieronder trachten we vanuit de cluster 'Smart Buildings in Use' onze visie op deze vraag te geven, waarbij we aandacht besteden aan een aantal 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 gebruikerservaring te geven en biedt allerhande diensten aan gebouwgebruikers, gebouwbeheerders en externe partijen aan.

Figuur 1: In een Smart Building kunnen allerhande diensten aangeboden worden aan gebouwgebruikers, gebouwbeheerder en externe partijen. Bron: gebaseerd op afbeelding Shutterstock

Welke diensten door het slim gebouw aangeboden worden, wordt bepaald op basis van een nauwkeurige analyse van de behoeften van de verschillende types gebruikers tijdens de voorbereiding van de bouw of renovatie van het gebouw. De gebruikers en hun behoeften spelen dus een centrale rol in een Smart Building.

> Smart Buildings zijn géén 'verhaal voor de verre toekomst'. Ze spelen in op behoeften die gebruikers vandaag al hebben.

De mogelijkheden van slimme gebouwen zullen in de toekomst verder evolueren. Toch is het helemaal geen 'verhaal voor de verre toekomst'. Smart Buildings spelen in op behoeften die vandaag al heel duidelijk bestaan en de markt is klaar om deze in te vullen. De evolutie naar Smart Buildings is dan ook almaar meer dagelijkse praktijk. Belangrijk is om er bij een project vandaag al rekening mee te houden, zodat de gebouwen klaar zijn om de noden van vandaag én morgen te vervullen.

Ook van belang om te vermelden is dat het slim maken van gebouwen zeker niet alleen mogelijk is bij nieuwbouwprojecten. In renovaties zitten ook ontzettend veel opportuniteiten om tot een slimmer gebouw te komen.

2.2 Slim ontwerp

Het maken van een 'slim ontwerp' kan betrekking hebben op diverse aspecten van het gebouw. Een doordachte indeling in ruimtes i.f.v. de oriëntatie kan het energieverbruik doen dalen, een slimme keuze van vloerbekleding kan onderhoud efficiënter maken en dus de schoonmaakkosten doen dalen, een slimme gebouwindeling kan de circulatie van gebouwgebruikers optimaliseren, etc.

Figuur 2: Het hoofdkantoor van BESIX Nederland in Dordrecht is niet alleen slim door toepassing van technologie, maar ook door zijn ontwerp. Zo laat de transparantie van het gebouw heel goed toe overzicht te bewaren en laat het heel veel daglichtinval toe. Bovendien is er diversiteit aan werkplekken, afgestemd op de noden van de gebruikers.

Het slim benaderen van het ontwerp, beheer en onderhoud van gebouwen, zonder gebruik te maken van de slimme technologieën (installaties en geconnecteerde systemen), is op zich een zeer waardevolle strategie en draagt eveneens bij aan het 'slimmer' maken van het gebouw. In dit document (en binnen de cluster 'Smart Buildings in Use') wordt echter gefocust op de technologische aspecten van Smart Buildings.

2.3 Evolutie naar Smart Buildings

Traditioneel staan de verschillende gebouwtechnieken (bv. verlichting, HVAC, beveiliging, …) en informatiesystemen (bv. Building Management System (BMS), Facility Management Information System (FMIS), …) naast elkaar en los van elkaar. Doorheen de tijd is het aantal gebouwtechnieken en informatiesystemen sterk uitgebreid en zijn deze ook geavanceerder (en complexer) geworden. Mede door de complexiteit leveren veel systemen vandaag in realiteit niet de prestaties die ze in theorie zouden kunnen leveren ("performance gap"). Het gebruik van steeds meer installaties en systemen voor allerhande toepassingen kan het geheel bovendien onoverzichtelijk maken en kan resulteren in onwenselijke situaties zoals bijvoorbeeld:

- De aanwezigheid van meerdere sensoren met gelijke functie op eenzelfde locatie (bv. bewegingssensor voor verlichting, HVAC systeem, alarmsysteem, …)
- Het gelijktijdig verwarmen en koelen van een ruimte
- De aanwezigheid van verschillende 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 bovengenoemde problemen. Ook kunnen de data gebruikt worden bij het creëren van nieuwe toepassingen en diensten.

> Het samenbrengen van en inzicht krijgen in de data van een gebouw kan bestaande problemen helpen oplossen en ook gebruikt worden om nieuwe diensten te creëren.

Naast de evolutie van de technologie binnen gebouwen, zijn er vandaag ook steeds meer objecten die (al dan niet persoonsgebonden) data capteren. Grote spelers zoals Google, Amazon,… hebben aangetoond dat het geheel van de data als 'grondstof' kan gebruikt worden (bv. patroonherkenning, AI, …) voor het aanbieden van nieuwe en innovatieve diensten. Deze diensten kunnen aangeboden worden via online platformen en maken achterliggend vaak gebruik van nieuwe business modellen. Er zijn tal van succesvolle voorbeelden in diverse sectoren: Airbnb (tijdelijke accommodatie), LinkedIn (arbeidsmarkt), Uber (transport), Netflix (series en films), …

Smart Buildings spelen in op bovenstaande ontwikkelingen. Via een betere integratie van de verschillende gebouwtechnieken en informatiesystemen kan gestreefd worden naar een betere efficiëntie, duurzaamheid en gebruikerservaring. Zo kan er onder andere meer inzicht verkregen worden in wat er zich afspeelt in het gebouw, kan er gericht actie ondernomen worden (bv. via automatisaties) en kan het gebouw beter op de gebruiker afgestemd worden.

2.4 Uitgebreide definitie

Hoewel 'Smart Buildings' als term vaak gebruikt wordt, is het opstellen van een sluitende definitie waarin iedereen zich kan vinden, niet evident. Een aantal aspecten keren wel heel vaak terug. Hieronder zijn enkele aspecten opgelijst die vaak worden gelinkt aan Smart Buildings (niet limitatief):

- **Data en monitoring**: in gebouwen worden steeds meer data gecapteerd (bv. via sensoren), centraal verzameld en geanalyseerd via een dataoplsag- en verwerkingsplatform
- **Connectiviteit**: een steeds terugkerend aspect is dat meer en meer componenten en systemen die vroeger volledig los stonden van elkaar, nu verbonden worden
- **Open platformen/protocollen/communicatie/diensten**: Smart Buildings worden geassocieerd met het ideaal van open communicatie tussen systemen en/of componenten, waarbij oplossingen van verschillende aanbieders vlot met elkaar kunnen samenwerken
- **Interactie met gebruiker – 'user centricity'**: de gebruiker neemt steeds meer een centrale plaats in. Enerzijds moeten gebouwen ten dienste staan van de gebruiker ('user experience': comfort, veiligheid, gebruiksgemak, …), anderzijds is er ook meer interactie met de gebruiker (via informatieschermen, bedieningspanelen, smartphone applicaties, …)
- **Evolutiviteit en updatebaarheid**: van Smart Buildings wordt verwacht dat ze in de tijd dynamisch mee kunnen evolueren met veranderende behoeften
- **Zelflerende systemen**: zelflerende algoritmes kenden recent een sterke opgang, waardoor ook voor gebouwsystemen de toepassingen sterk zijn toegenomen
- **Nieuwe businessmodellen**: Smart Buildings laten toe om nieuwe en innovatieve diensten aan te bieden of om bestaande diensten te verbeteren. Hiervoor kunnen nieuwe businessmodellen gebruikt worden.
- **Smart Cities en Smart Districts**: via gebouwoverschrijdende toepassingen kunnen voordelen ontstaan op wijk- of stadsniveau (bv. energiemanagement, mobiliteitsoplossingen, …)

Een Smart Building laat toe het maximum uit de gecapteerde data te halen, de gebruikersinteractie te verbeteren en automatisering te implementeren, zodat de prestaties van het gebouw kunnen geoptimaliseerd worden. Dit omvat het reduceren van het energieverbruik, de milieu-impact, de levenscycluskosten, … Ook het verbeteren van het comfort/binnenmilieu (luchtkwaliteit, akoestisch, visueel, …), de flexibiliteit, de gebruikservaring, … behoort tot de mogelijkheden. Ook kan dankzij de beschikbaarheid van actuele data, de kwaliteit van het beheer en het onderhoud verhoogd worden.

Data, connectiviteit, evolutiviteit en 'user centricity' zijn slechts enkele aspecten waar de term 'Smart Building' voor staat.

De drie basisfuncties van een Smart Building kunnen als volgt gedefinieerd worden:

- Data verzamelen en inzicht geven (bv. monitoring, benchmarking,…)
- (Mogelijkheid tot) automatisatie bieden
- Gebruikersinteractie toelaten – 'user centricity' (= de gebruiker centraal stellen)

Figuur 3: Basisfuncties van een Smart Building

Het uiteindelijke doel is het creëren van meerwaarde voor de gebruiker, het gebouw en de omgeving. Dit kan op verschillende manieren:

- Maximaliseren van positieve invloeden, zoals:
  - Comfort (akoestisch, visueel, luchtkwaliteit, …)
  - Flexibiliteit
  - Gebruikerservaring
  - Bezettingsoptimalisatie

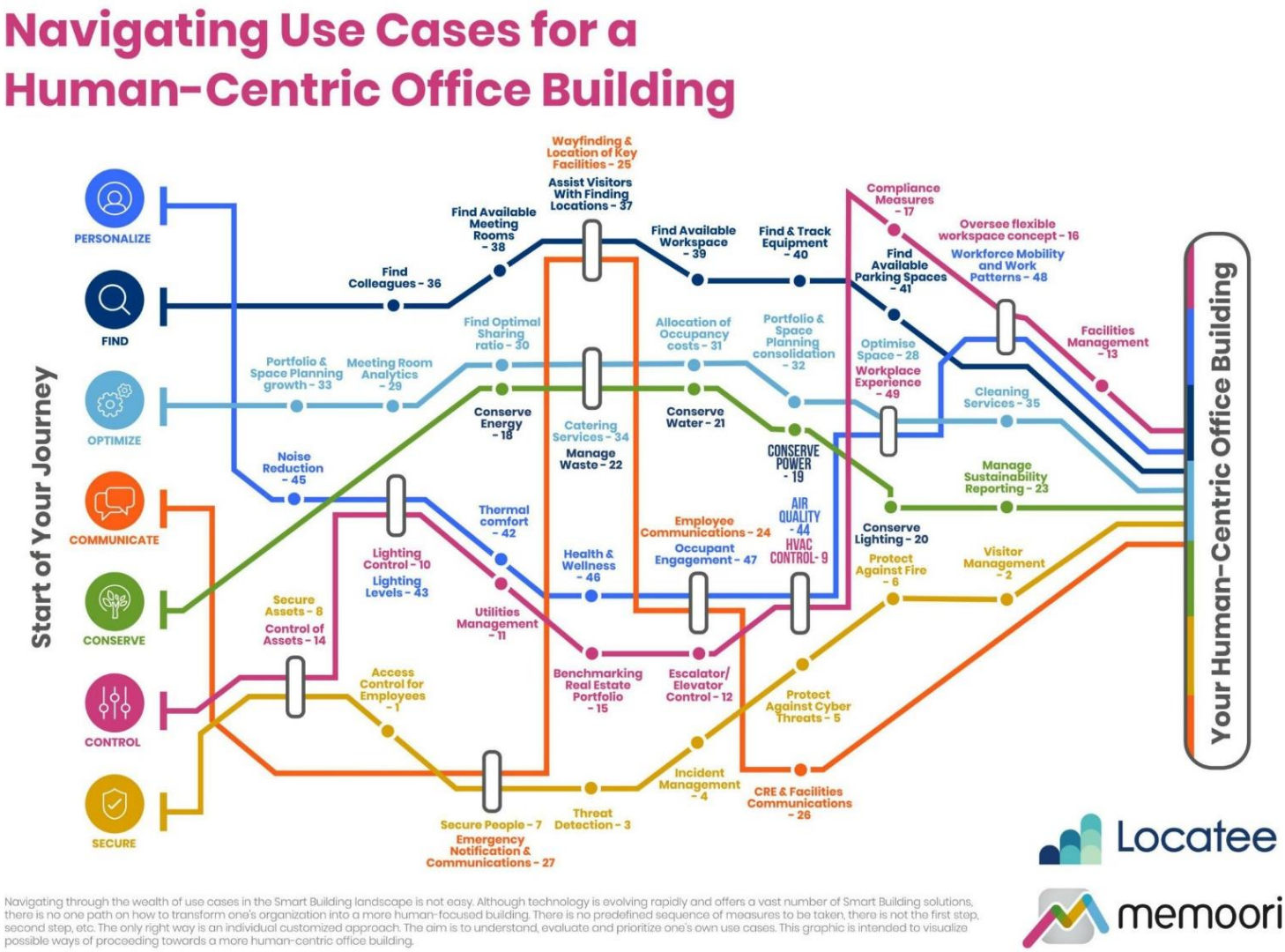
- Minimaliseren negatieve invloeden, zoals:
  - Energieverbruik
  - Milieu-impact
  - Kosten – Levenscycluskosten: totaal van bouwkost, energiekost, onderhoud, schoonmaak, vervangingen, operationele kosten, …

Voor elk van de drie basisfuncties van een Smart Building wordt hieronder een concreet voorbeeld gegeven van hoe deze basisfunctie in de praktijk kan bijdragen tot het slimmer maken van het gebouw:

- **Data en inzicht:** de gebouwbeheerder/facility manager kan op elk moment de bezetting in het gebouw (bureaus, vergaderzalen, kantine,…) visualiseren. Hij/zij kan statistieken opvragen die de bezetting over de tijd heen weergeven en op basis hiervan beslissingen nemen, bijvoorbeeld over de benodigde gebruiksoppervlakte, verdeling van de ruimte,…

- **Automatisatie:** op basis van de buitentemperatuur en de zontoetreding worden de verschillende technische installaties (zonwering, verlichting, verwarming/koeling) bijgestuurd. Bovendien leert het gebouw uit haar gebruik, zodat het zich verder kan optimaliseren in de tijd. De gebruikers van het gebouw hebben desalniettemin de mogelijkheid om de nodige aanpassingen te doen in functie van hun specifieke wensen op dat moment.
- **Gebruikersinteractie:** via een app (te gebruiken op smartphone, tablet, laptop,…) kan de gebruiker van het gebouw interageren met het gebouw en vanuit een centrale omgeving gebruik maken van alle diensten die het gebouw te bieden heeft (toegang tot het gebouw, verlichting en zonwering regelen, reservatie van werkplek, vergaderzaal of parking, lunch bestellen, probleem melden,…).

De infographic in Figuur 4 geeft een overzicht van mogelijke Smart Building toepassingen, ingedeeld volgens zeven toepassingsdomeinen, die bijdragen aan het slimmer maken en meer gebruikersgericht maken van het gebouw. Het overzicht is gericht op kantoorgebouwen, maar is ook grotendeels van toepassing op andere types gebouwen.



Figuur 4: Mogelijke Smart Building functies in gebruikersgerichte kantoorgebouwen. Bron: (Memoori, 2020) link.

Onderstaande tabel herneemt de inhoud van Figuur 4 en voegt eraan toe op welke manier de toepassingsdomeinen bijdragen aan het slimmer maken van het gebouw (gebaseerd op onderzoek Memoori en Locatee, link). Dit overzicht is niet limitatief.

Mogelijke toepassingsdomeinen van een Smart Building	Toepassingen	Focus
PERSONALIZE Personaliseren van comfort en 'experience'	Thermisch comfort Instelling verlichting (bv. lichtniveaus) Luchtkwaliteit Gezondheid & 'well-being' Werkplekbeleving Lawaaivermindering Betrekken van gebouwgebruikers (feedback) Mobiliteit van werknemers & werkpatronen	De focus ligt op het identificeren van locaties met het grootste potentieel en op het vervullen van de behoeften van de gebruikers van het gebouw ('user centricity'), wat moet leiden tot het voorzien van een verbeterde 'user experience' en binnenklimaat voor de gebouwgebruikers.
FIND Vinden van personen en assets	Vinden van beschikbare vergaderzalen Vinden van beschikbare werkplekken Vinden van beschikbare parkeerplaatsen Vinden van collega's Bijstaan van bezoekers met vinden locatie Vinden & volgen van equipment	
OPTIMIZE Optimaliseren van diensten en ruimtegebruik door datagedreven te werken	Optimaliseren ruimtegebruik Analyse gebruik vergaderzalen Toekenning van bezettingskosten Portfolio & space planning consolidatie & uitbreiding Cateringdiensten Schoonmaakdiensten	
COMMUNICATE Communiceren met de verschillende types gebouwgebruikers	Communicatie met medewerkers Way-finding & locatie van belangrijke facilities Communicatie m.b.t. facility management en bedrijfsvastgoed Melding & communicatie noodsituaties	
CONSERVE Duurzaam behouden van resources	Energiebeheer Vermogensbeheer Verlichtingsbeheer Waterbeheer Afvalbeheer Beheer van rapportering duurzaamheid (ESG)	De focus ligt op energie-management, het gebruik van resources, asset management en de benchmarking van gebouwen of sites ten opzichte van anderen.
CONTROL Controle van facilities en operations	Sturing van HVAC Sturing van verlichting Utilities management Facility management - onderhoud Beheer van liften/roltrappen Beheer van assets Benchmarking van vastgoedportfolio Overzicht flexibel werkplekbeheer Compliance maatregelen	
SECURE Beveiliging van mensen en assets	Toegangscontrole Management van bezoekers Gevarendetectie Management van incidenten Cyberbescherming Brandbescherming Personenbeveiliging Assetbeveiliging	De focus ligt op het beveiligen van mensen en assets.

Praktijkcases lezen waarin tal van toepassingen voor Smart Buildings opgesomd en besproken worden? Lees verder door te drukken op de link of door de QR-code te scannen!

Case 'VMA Sint-Martens-Latem'

Case 'Wave Rijsel'

Case 'Kortrijk Business Park'

Case 'Van Der Valk Gent'

2.5 Verwante begrippen

Een aantal begrippen die (al dan niet dicht) tegen het Smart Building concept aanleunen, worden nogal eens door elkaar gebruikt. Toch betekenen deze begrippen zeker niet allemaal hetzelfde. Hierdoor is er risico op verwarring tussen de verschillende partijen in een bouwproject. Om klaarheid te scheppen, staan hieronder een aantal van de begrippen opgelijst, waarbij de overeenkomsten en verschillen met Smart Buildings worden verduidelijkt.

2.5.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things veronderstelt dat 'things' ('dingen') verbonden zijn met een digitaal communicatienetwerk zoals het internet. De 'dingen' kunnen verschillende functies hebben:

- omgevingsinformatie opnemen en digitaal doorsturen: **sensoren** (bv. temperatuursensor)
- digitale informatie ontvangen en actie ondernemen: **actoren** (bv. ledlamp)
- een combinatie van bovenstaande: **toestellen** (bv. een verwarmingstoestel)

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

Typische IoT toepassingen maken gebruik van een groot aantal 'dingen' die (vaak draadloos) verbinden met een online platform voor dataopslag en -verwerking (in 'de cloud', zie 2.5.2) en bieden een gebruikersinterface (bv. website of smartphone app) die toegankelijk is via het internet. IoT toepassingen zijn er binnen allerhande sectoren en domeinen: mobiliteit (bv. deelvoertuigen, slimme laadinfrastructuur, …), logistiek (bv. asset tracking), industrie (Industrial IoT, Smart Factory, Industry 4.0, …), landbouw, gezondheidszorg, … Ook in de bouwsector zijn er tal van IoT toepassingen. Zo zijn er IoT toepassingen mogelijk tijdens de werffase (bv. monitoring, asset tracking, etc.). Slimme gebouwen kunnen op zich ook als een IoT toepassing(sgebied) gezien worden.

> 'Smart Buildings' zijn niet hetzelfde als 'Internet of Things'. Wel kunnen 'Smart Buildings' als toepassing(sgebied) van 'Internet of Things' 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 hoger niveau meer en meer via IP netwerken gebeurt[1]. Daarnaast worden de verzamelde data ook opgeslagen en verwerkt en worden er 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.

2.5.2 'De cloud'

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

Aan cloud diensten zijn echter ook een aantal mogelijke nadelen verbonden. De vereiste internetverbinding heeft 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 altijd een zeker beveiligingsrisico in (cybersecurity, zie hoofdstuk 4.2) en moet vertrouwen gesteld worden in een derde partij (risico's m.b.t. stopzetten van de dienstverlening, kwaliteit van de dienstverlening, data privacy, …).

[1] zie ook de publicaties 'Interoperabiliteit in Smart Buildings' en 'Digitale connectiviteit in gebouwen' op https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/

Figuur 5: Bij 'cloud computing' gebeurt dataopslag en/of -verwerking op externe servers die toegankelijk zijn via het internet. Bron: Shutterstock.

Een compromis tussen cloud computing en lokale opslag en rekenkracht kan gevonden worden in 'Edge computing'. Hierbij wordt een gedeelte van de dataopslag en -verwerking op lokale servers gedaan, terwijl een ander gedeelte via cloud computing gedaan wordt. Op die manier kunnen de voordelen van lokale dataopslag en -verwerking en cloud computing gecombineerd worden. Zo kunnen lokale diensten sneller en betrouwbaarder uitgevoerd worden en kan de belasting van de internetverbinding verminderd worden, terwijl nog steeds beroep gedaan kan worden op de enorme opslag- en rekencapaciteit (bv. voor AI algoritmes) van 'de cloud'.

2.5.3 Gebouwbeheersysteem (GBS)

Smart Buildings en gebouwbeheersystemen (GBS of ook wel BMS genoemd: 'Building Management System') zijn twee concepten die vaak in één adem genoemd worden. Toch is zeker niet elk gebouw dat gebruik maakt van een gebouwbeheersysteem per se een Smart Building. Omgekeerd zal in een Smart Building doorgaans wel gebruik gemaakt 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 zal worden met andere technologische oplossingen om de gewenste functionaliteit te bereiken.

Figuur 6: Voorbeelden van gebouwbeheersystemen die gebruik maken van een PLC ('Programmable Logic Controller')

2.5.4 Building Operating System (BOS)

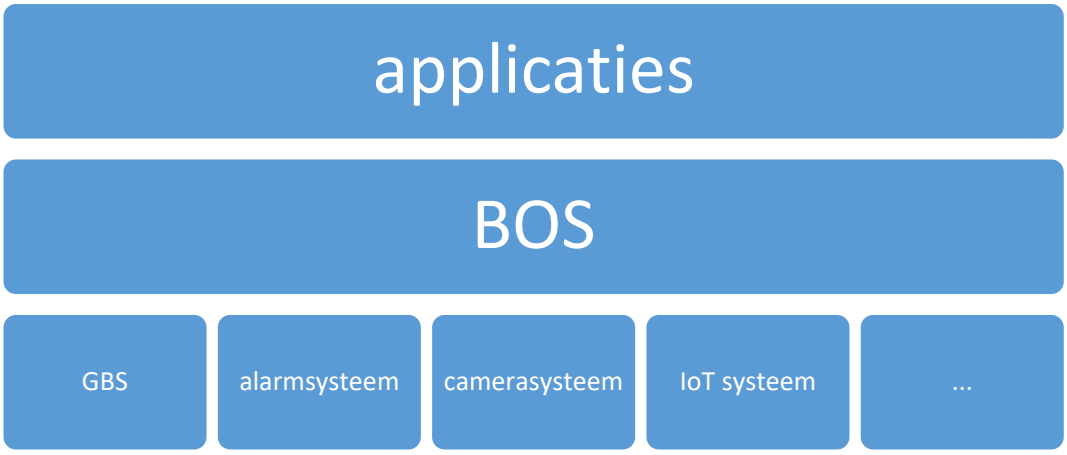
Naar analogie met het besturingssysteem (EN: *Operating System*, afgekort OS) bij computers en smartphones, werd het concept BOS (Building Operating System) geïntroduceerd.

In een computer of smartphone is het OS een platform dat alle basisfunctionaliteiten regelt (interactie met het scherm, het toetsenbord, …), waardoor toepassingen (applicaties, of 'apps') gemakkelijk van deze basisfunctionaliteit gebruik kunnen maken.

> Een Building Operating System past dezelfde filosofie als een besturingssysteem bij bv. computers toe op gebouwen.

Het concept 'Building Operating System' past dezelfde filosofie toe op gebouwen: het BOS is een overkoepelend softwareplatform op gebouwniveau dat in verbinding staat met de verschillende gebouwsystemen, dat voorziet in dataopslag en -verwerking en dat eveneens (al dan niet externe) softwareapplicaties ondersteunt 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. camerasysteem) (zie Figuur 7).

Wil een gebouwgebruiker of -beheerder bijvoorbeeld het energieverbruik optimaliseren, dan kan hij daarvoor een softwareapplicatie 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 het BOS.

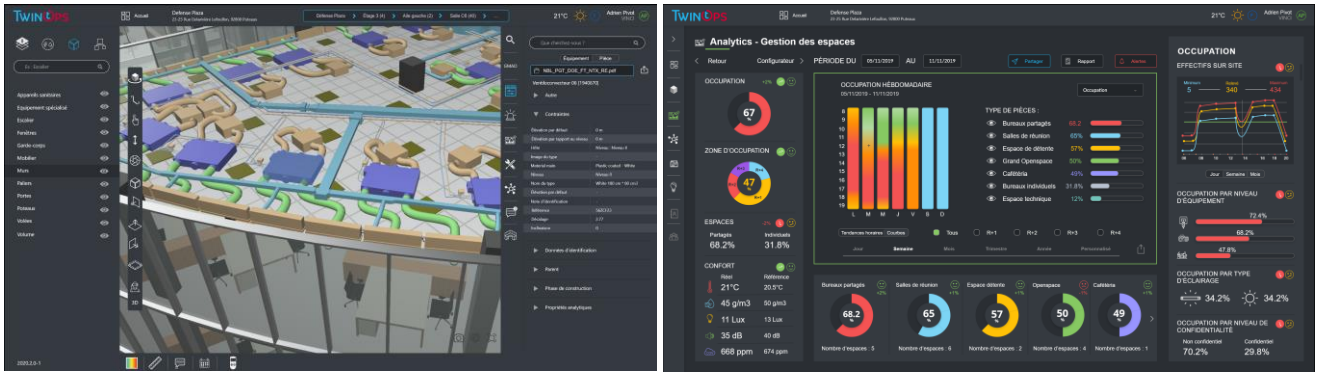


Figuur 7: Een BOS is een overkoepelend softwareplatform dat d.m.v. verregaande integratie van de verschillende systemen binnen en buiten het gebouwen allerhande toepassingen mogelijk maakt.

2.5.5 Digital Twin en de rol van BIM

Een Digital Twin kan, toegepast op gebouwen in gebruik, gedefinieerd worden als een digitaal (virtueel) model van een fysiek gebouw(onderdeel) dat gevoed wordt met (sensor)data uit dit gebouw en ook communicatie in de andere richting faciliteert, d.w.z. aansturen van systemen en/of actoren binnen het (fysieke) gebouw(onderdeel) met data vanuit de (virtuele) Digital Twin. Deze bidirectionele interface zorgt ervoor dat het virtuele model en het fysieke gebouw met elkaar kunnen communiceren en data kunnen uitwisselen. Soms gaat men er van uit dat een Digital Twin een 3D-model vereist, wat niet per sé het geval is. Het gaat vooral over samenbrengen, structureren, en ter beschikking stellen van data voor de gewenste toepassingen.

Figuur 8: Weergave van een Digital Twin in het aug·e platform, ontstaan uit een samenwerking tussen de bedrijven BESIX, Proximus en i.Leco



Figuur 9: Weergaven van een Digital Twin en de toegepaste data-analyse in het TwinOps platform, ontwikkeld binnen VINCI group

Anderzijds kan BIM een belangrijke rol innemen bij het ontwikkelen van Digital Twins. Tijdens de ontwerpfase zal meestal een BIM-model aangemaakt worden waarin naast de geometrische (3D) informatie allerhande relevante niet-geometrische informatie opgenomen wordt. Dit model kan dan onder meer gebruikt worden tijdens de ontwerpfase voor het uitvoeren van simulaties (bv. structureel, thermisch, …). Ook tijdens de gebruiksfase en meer specifiek voor het werken met Digital Twins tijdens deze fase kan een BIM-model een interessante informatiebron zijn.

Zo kan geometrische (3D) informatie uit het BIM-model gebruikt worden voor het ontwerpen van gebruikersinterfaces voor de Digital Twin (bv. Augmented Reality toepassingen, zie Figuur 10). Ook niet-geometrische informatie uit een BIM-model kan nuttig zijn, bijvoorbeeld om de structuur van het achterliggende datamodel van de Digital Twin (tot op een bepaald niveau) mee vorm te geven.

Figuur 10: Voorbeeld van AR-applicatie (BIMvisible), ontwikkeld door clusterlid Ingenium in samenwerking met Savaco en In The Pocket, waarin statische informatie, onder meer uit het BIM model, wordt gecombineerd met real time dynamische (sensor)data afkomstig van de gevisualiseerde installaties. Bron: Ingenium.

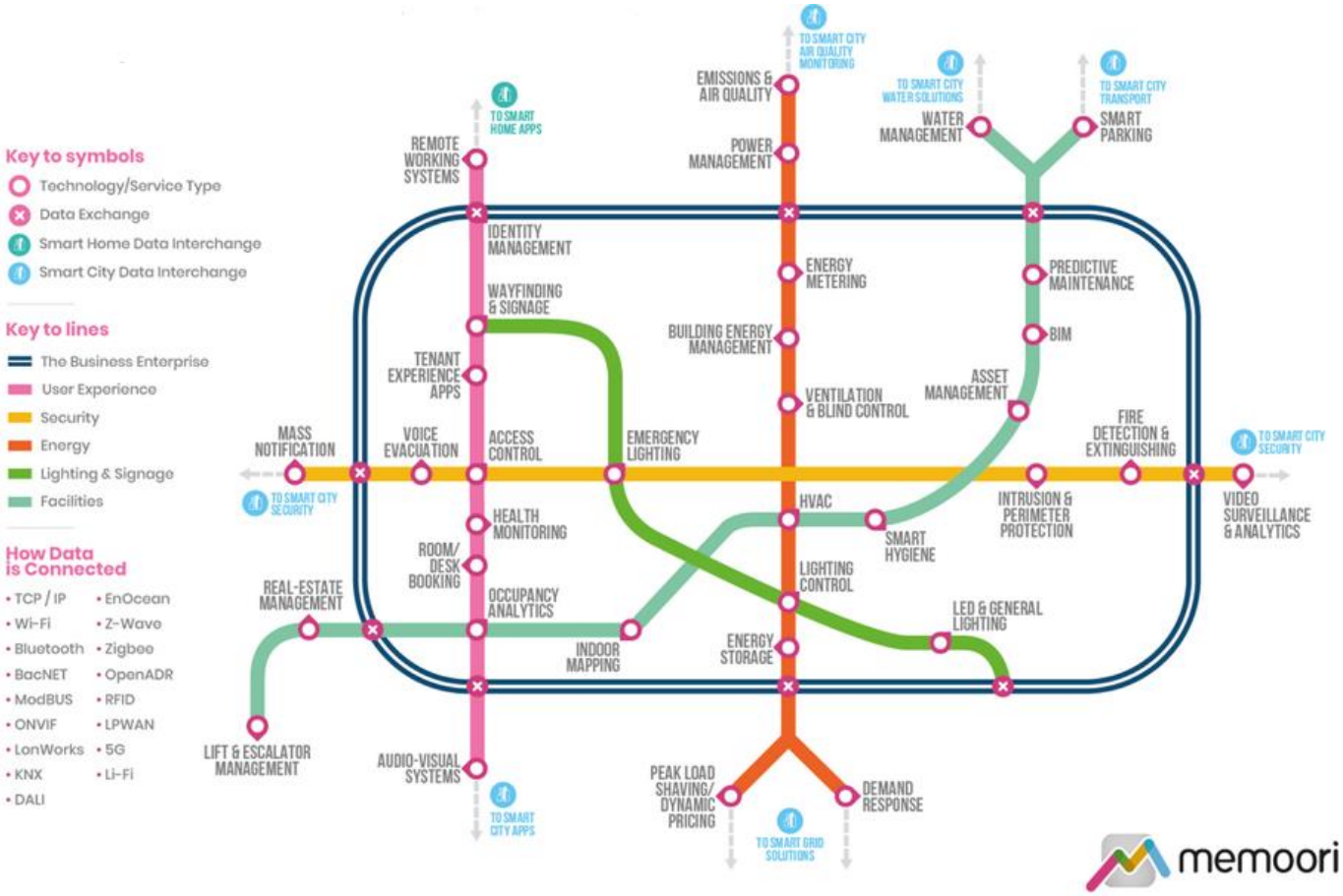
Welke data en interfaces noodzakelijk zijn binnen een specifieke Digital Twin hangt natuurlijk af van de toepassingen waarvoor deze Digital Twin ingezet zal worden.

Wenst u meer informatie over BIM? Surf dan naar https://digitalconstruction.be/nl/technology/bim/ of scan nevenstaande QR-code!

Wenst u meer informatie over de relatie tussen Smart Buildings, Digital Twin en BIM? Neem dan een kijkje in onze position paper 'Smart Buildings in relatie met BIM en Digital Twin' hierover. Deze is terug te vinden op de website https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/, ook bereikbaar via nevenstaande QR-code!

3 Naar een Smart Building: Stappenplan voor het bekomen van een slimmer gebouw

Door het brede scala aan functies dat een gebouw vandaag moet kunnen vervullen, zijn gebouwen een stuk complexer aan het worden. Een Smart Building project is veel meer dan het 'neerzetten' van een gebouw. Figuur 11 geeft een overzicht van heel wat mogelijke functies in verschillende domeinen die in verband gebracht worden met Smart Buildings (zie ook hoofdstuk 2.4 voor meer info over Smart Building toepassingen). De bouwheer zal, zeker in eerste instantie, echter meestal slechts een selectie van enkele functies van deze set in zijn gebouw integreren. Een uitvoerige behoeftebepaling is dan ook een essentieel onderdeel in de ontwikkeling van een Smart Building project.



Figuur 11: Mogelijke functies in Smart Commercial Buildings. Bron: (Memoori, 2020) link.

Een gebouw heeft na bouw of renovatie echter nog/terug een hele levensduur voor zich. In deze periode moet het gebouw beheerd en onderhouden worden, kan het gewenst zijn nieuwe functies (diensten) te integreren of wijzigt het gebouw mogelijks zelfs deels of volledig van bestemming. Behalve de behoeften van de gebouwgebruikers vandaag is het gebouw dus best ook voorzien om te kunnen voldoen aan de behoeften van morgen.

Een solide aanpak van het project is dan ook noodzakelijk om tot een geslaagd eindresultaat te komen. Hoewel geen twee bouw- of renovatieprojecten hetzelfde zijn, tracht onderstaand stappenplan een algemeen toepasbare leidraad te zijn die kan helpen bij het realiseren van een slimmer gebouw. Het plan bevat acht 'stappen' die onontbeerlijk zijn om op een efficiënte en duurzame manier een Smart Building project te realiseren. Hierna wordt het stappenplan in het kort weergegeven, waarna er verderop in dit hoofdstuk op de verschillende stappen dieper wordt ingegaan.

Stap 1: *Preliminair*: Marktverkenning en deskundigen consulteren (herhalend)

Voor het effectieve project aan te vatten, informeert de bouwheer zich best over de 'state of the art' van Smart Buildings en de mogelijkheden die hieraan gekoppeld zijn. Een marktverkenning, het bestuderen van documentatie en het consulteren van deskundigen zijn mogelijke technieken. De bouwheer blijft dit doen tijdens de uitwerking van het project.

Stap 2: Vastleggen van het doel

Het is belangrijk na te denken over het algemene doel van het project. Waarom wordt dit gebouw gerealiseerd en wat verwacht u ervan? Denkt u als bouwheer een 'Smart Building' te willen, denk dan na over wat deze term voor u eigenlijk betekent. Integratie van technologie en het verzamelen van gebouwdata zijn nooit een doel op zich. Ook nadenken over 'hoe' u de doelstellingen wil bereiken (CAPEX – OPEX) is hier reeds aan de orde.

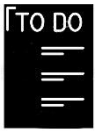
Stap 3: Functionele wensen in kaart brengen

Bij het in kaart brengen van de functionele wensen wordt beschreven wat het gebouw en haar specifieke systemen/installaties moet kunnen en welke diensten het aan gebruikers moet bieden opdat het haar doel zou bereiken. Het gaat hierbij nog steeds niet over keuze voor technologie, wel over inzicht krijgen in 'user journeys' en keuze van 'use cases'.

Stap 4: Technische eisen in kaart brengen

Er moet onderzocht worden welke technische eisen er te stellen zijn om de functionele wensen te kunnen vervullen. Dit zal mee bepalen hoe geavanceerd het gebouw is als Smart Building en welke technologische mogelijkheden de systemen en installaties moeten bieden, vandaag én morgen. Nadenken over onderhoud en beheer is ook reeds belangrijk.

Stap 5: Richting een bestek



Belangrijk is dat de wensen en eisen van de bouwheer hierin op een neutrale, merkonafhankelijke manier beschreven worden. Door het toenemende belang van gebouwenbeheer en integratie van systemen en datastromen tussen deze systemen, wordt het steeds gangbaarder om hier een apart lot van te maken in het project.

Stap 6: Uitvoering van het bestek

Een nauwe opvolging van het verloop der werken is heel belangrijk. Cruciaal is dat zo vroeg mogelijk in het proces alle stakeholders betrokken worden, het voor éénieder duidelijk is wat er van hem/haar verwacht wordt en welke bevoegdheden men heeft (en welke niet). Niet alleen de installatie en integratie van systemen behoeven veel aandacht. Ook inregeling is cruciaal om in gebruiksfase performant werkende systemen en installaties te verkrijgen.

Stap 7: Oplevering van het project

De oplevering vormt de formele stap tussen uitvoeringsfase en exploitatiefase. Het is van belang dat op dat moment alle info die nuttig kan zijn tijdens de exploitatie van het gebouw, wordt overgedragen. In geval van technische systemen en installaties gaat het ook om het verkrijgen van de 'sleutels' (zowel hardwarematig als softwarematig!) om toegang te krijgen tot de systemen en installaties, in functie van beheer en onderhoud.

Stap 8: Gebruik van het gebouw en kwaliteitsborging over de levensduur

Een gebouw is niet 'klaar' bij oplevering. Dit is des te meer het geval voor gebouwen die over een belangrijke technologische component beschikken. Het eerste jaar na ingebruikname zijn cruciaal om het gebouw af te stemmen op het gebruik en de noden (opvolging & bijsturing). Op een langere termijn is een duidelijke strategie voor beheer en onderhoud cruciaal.

3.1 Stap 1: *Preliminair*: Marktverkenning en deskundigen consulteren (herhalende stap)

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 bouwheer zich best over de 'state of the art' van Smart Buildings en de mogelijkheden die hieraan gekoppeld zijn. In functie hiervan is het nuttig om een marktverkenning te doen. Dit laat toe een eerste (high level) antwoord te vinden op vragen als:

- Wat zijn de verschillende facetten waarop een Smart Building een meerwaarde kan bieden?
- Wat zijn (in grote lijnen) de beschikbare oplossingen en welke zijn de spelers op de markt?
- Wat zijn volgens de aanbieders de voor- en nadelen van de beschikbare oplossingen?
- Welke 'tools' (referentiekaders, labels, …) bestaan er waaraan ik mijn gebouw zou kunnen toetsen qua 'smartness'/duurzaamheid/… en waar ik inspiratie zou kunnen halen over hoe mijn gebouw nog performanter te maken? (zie ook hoofdstuk 6)

Hier inzicht in krijgen laat de bouwheer ook al beseffen dat deze goed moet nadenken 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 hoe aan het begrip 'Smart Building' invulling gegeven wordt.

> Het zich informeren over oplossingen is geen eenmalige stap voor aanvang van het project, maar wel een actie waar continu aandacht naartoe moet gaan, parallel met de volgende stappen.

Een marktverkenning kan op verschillende manieren aangepakt worden. Tracht verschillende technieken te combineren, met als hoofddoel het bekomen van een goed inzicht in de markt. Zolang men zich houdt aan de aanbestedingsbeginselen, is ook een nauw contact met de markt zelf toegestaan en zelfs aan te raden. Hieronder krijgt u inzicht in twee interessante technieken om aan marktverkenning te doen:

- **Bureauonderzoek: opzoeken van informatie**
    - Informatie uit eerder verrichte marktverkenningen en rapporten opgemaakt door neutrale instanties zoals kennisinstellingen (onderzoeksinstellingen zoals WTCB, VITO, Verdantix, Memoori, etc., universiteiten en hogescholen), sectororganisaties (bv. Agoria) of thematische bedrijvenclusters (bv. Groen Licht Vlaanderen rond verlichting ; Flux50 rond slimme energie)
    - Informatie verzameld binnen onderzoeksprojecten (bv. https://smartbuildingsinuse.be/ (Smart Buildings) ; https://smartbuilt4eu.eu/ (Smart Buildings) ; https://www.intellicht.org/ (lichtregelsystemen) ; https://coock-sww.be/ (sanitair warm water installaties) ; https://maakjemeterslim.be/ems (energiebeheersystemen) ; …)
    - Informatie uit vakbladen, wetenschappelijke tijdschriften,…
    - Informatie op websites, whitepapers, video's,… van aanbieders
    - Informatie door octrooiopzoekingen

    Beperk het zoeken niet persé tot opzoekingen in de eigen moedertaal. Door ook informatie op te zoeken in bv. Engels, krijgt u een ruimere blik op de markt (niet alleen lokaal, maar ook internationaal).

- **Veldonderzoek: consulteren van deskundigen**
    - Overleg met contacten uit het eigen netwerk (binnen en buiten de eigen organisatie, met als doel zicht te krijgen op zowel belangrijke behoeften als op bestaande oplossingen)
    - Bezoeken van aanbieders en verdelers van oplossingen
    - Deelname aan beurzen en conferenties
    - Begeleiding door (neutrale) experten die de markt goed kennen

    Het zich omringen door neutrale partijen met kennis van zaken is sterk aangewezen. Een neutrale adviseur aanstellen die de bouwheer begeleidt en helpt om de mogelijkheden in kaart te brengen – zonder dat deze daarom noodzakelijk verantwoordelijk is voor de opmaak van het bestek en gunning van het project – is al vaak een verstandige keuze gebleken om als bouwheer een goed zicht te krijgen op het scala aan mogelijkheden en het kaf van het koren te scheiden, zonder zich te verliezen in de veelheid aan informatie die voorhanden is.

Het zich informeren over mogelijke oplossingen is geen eenmalige stap voor aanvang van het project, maar wel een actie waar continu aandacht naartoe dient te gaan, in parallel met de volgende stappen. Naarmate de noden duidelijker worden over het traject, kan de zoektocht naar informatie ook vernauwd (en verdiept) worden in de richting van de oplossingen die specifiek voor dit project beoogd worden.

3.2 Stap 2: Vastleggen van het doel

Alvorens het project in de diepte uit te werken, is het belangrijk na te denken over het algemene doel van het project. Waarom wordt dit gebouw gerealiseerd en waarom willen we er een Smart Building van maken? Wat maakt dat een gebouw als 'smart' te beschouwen valt voor ons? Hoe willen we dat gebruikers het gebouw beleven? Hoe hoog staan criteria als duurzaamheid, energie-efficiëntie, comfort, beleving, … op de prioriteitenlijst bij de realisatie van het Smart Building? Willen we een bepaald label behalen met dit gebouw? Het zijn maar enkele van de vragen die hierbij moeten gesteld worden. Het beantwoorden van deze vragen draagt bij aan het scherpstellen en aflijnen van de doelstellingen en zal zo helpen een filosofie te definiëren die als houvast kan dienen bij de uitwerking van het project. Bij een renovatieproject maakt ook een high level analyse van de bestaande situatie van het gebouw deel uit van deze oefening.

Figuur 12: Het vastleggen van het doel van het project helpt om losse ideeën te organiseren tot krachtlijnen die een houvast bieden bij de uitwerking van het project.

Integratie van technologie en het verzamelen van data zijn nooit een doel op zich. Het zijn slechts middelen die kunnen bijdragen aan het vervullen van behoeften met betrekking tot energie-efficiëntie, facility management, user experience,… Wel vormt de bouwheer zich best al een idee over hoe geavanceerd het gebouw dient te zijn op vlak van technologie en installaties. Realiteitszin is in deze fase al erg belangrijk. Het stellen van duidelijke prioriteiten is cruciaal om het beschikbare budget op een zo goed mogelijke manier in te zetten.

> 'Wat maakt een gebouw 'smart' voor mij?' is een essentiële vraag om zich te stellen. Integratie van technologie is geen doel op zich, het moet bijdragen aan het vervullen van behoeften.

Bovendien moet men zich al een eerste idee vormen over de manier waarop men doelstellingen wenst te bereiken. Wil men 'assets' (installaties/systemen/…) maximaal zelf aankopen of worden bepaalde 'assets' als dienst voorzien ('as a service', bv. verlichting, verwarming, soft FM voorzieningen, …). Hieraan gekoppeld: indien men zelf aankoopt, wil men de assets over de levensduur van het gebouw zelf beheren of zal dit uitbesteed worden? Dergelijke keuzes hebben een belangrijke 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')? De te volgen piste qua beheer en onderhoud van het gebouw en haar systemen/installaties is hiervan een sprekend voorbeeld. De keuze van de strategie zal verderop invloed hebben op de functionele wensen en de technische eisen.

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

Indien de bouwheer reeds zicht heeft op de toekomstige gebruikers van het gebouw, is het aan te raden – zo niet essentieel – dat hij deze reeds raadpleegt vanaf het vastleggen van het algemene doel. Zo wordt er reeds in de conceptfase van het project rekening gehouden met hun wensen en behoeften. Dit vermijdt dat de filosofie die het uiteindelijk gerealiseerde gebouw uitstraalt, afwijkt van de reële wensen en behoeften van de gebruikers. Bovendien helpt dit een draagvlak en betrokkenheid te creëren bij de toekomstige gebruikers, wat belangrijk is wil men dat ze de stap naar verandering/vernieuwing snel en op een positieve manier zetten.

> Het is aan te raden dat de bouwheer de toekomstige gebruikers van het gebouw reeds raadpleegt van bij het vastleggen van het algemene doel van het bouw- of renovatieproject.

De betrokkenheid van een neutrale adviseur die de bouwheer begeleidt, blijft ook hier aangewezen. Door zijn expertise ter zake weet deze meteen de juiste vragen te stellen. Dit helpt het proces efficiënter (sneller) te laten verlopen en verhoogt de kans aanzienlijk dat het uiteindelijk gerealiseerde gebouw de juiste kruising is tussen 'juiste invulling van doel en behoeften' enerzijds en 'beschikbaar budget' anderzijds. Belangrijk is dat deze neutrale adviseur de nodige competenties heeft om de klant te begeleiden in het definiëren van een globale visie voor het project, en vervolgens kan helpen de klant zijn behoeften bloot te leggen ('hoe wordt het gebouw gebruikt en welke diensten moet het gebouw kunnen aanbieden?'). Het definiëren van de technische eisen, op basis van de behoeften (en dus functionele wensen) gebeurt in een latere fase. Die rol wordt normgaalgezien vervuld door het betrokken studiebureau.

3.3 Stap 3: Functionele wensen in kaart brengen

Waar het vastleggen van het doel vooral het creëren van een 'globale visie, filosofie' betreft op gebouwniveau en voor een aantal criteria zoals duurzaamheid, energie-efficiëntie, comfort, beleving,…, wordt bij het in kaart brengen van de functionele wensen een stuk verder ingezoomd. Er wordt beschreven WAT het gebouw dient aan te bieden aan de gebruikers, maar nog niet HOE dit moet gebeuren. Functioneel specificeren laat in het midden welke oplossing zal gebruikt 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. Het definiëren van zogenaamde 'user persona's' – de karakterisering van de verschillende types gebruikers – kan helpen inzichtelijk te maken hoe deze het gebouw gebruiken (beschrijving van 'user journeys') en wat hun behoeften hierbij zijn. Inzicht krijgen in de manier van functioneren en de noden van al de mogelijke verschillende types gebruikers staat hierbij centraal.

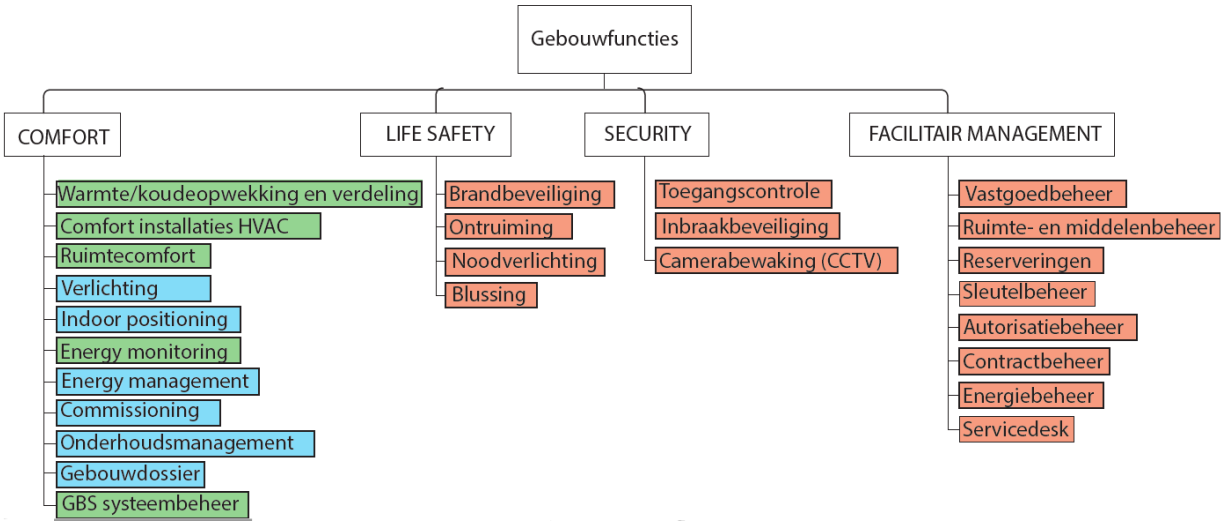
Figuur 13: User persona's (generieke indeling), gedefinieerd binnen de Nederlandse ISSO-publicatie 115, die specifiek focust op 'Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen' (zie ook de publicatie 'Kwantificeren van de 'smartness' van gebouwen' beschikbaar op https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/) (ISSO-publicatie 115 Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen, 2018) link.

Een logische vervolgstap is dat er wordt beschreven welke diensten het gebouw en haar systemen/installaties aan haar verschillende gebruikers moet bieden opdat het haar gebouw doel zou bereiken (en dus aan de behoeften van de verschillende types gebruikers tegemoet zou komen). Gebruik van technologieneutrale beschrijvingen is aan te raden. Het gaat hierbij immers niet over keuze voor technologie, wel over de keuze van zogenaamde 'use cases'. Overleg met de verschillende types gebruikers zelf is hierbij de toe te passen techniek bij uitstek.

> Het beschrijven van welke diensten het gebouw en haar systemen/installaties aan haar verschillende gebruikers moet bieden, gebeurt best vooreerst op technologieneutrale wijze.

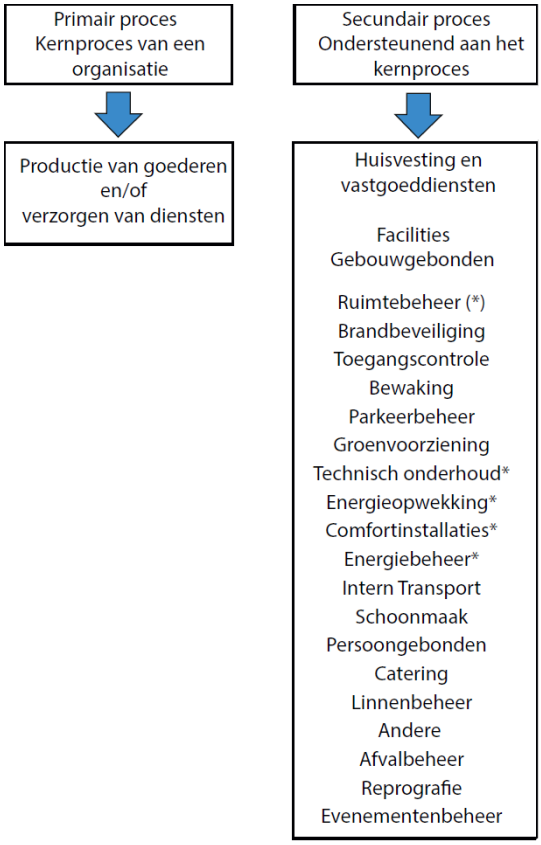
Een niet-limitatief overzicht van mogelijke (types) Smart Building toepassingen is te vinden in hoofdstuk 2.4. Daarnaast kunnen ook 'functiegebaseerde' kaders (bv. SRI, BREEAM, WELL,…) inspireren bij het in kaart brengen van de functionele wensen, zelfs als er niet wordt toegewerkt naar een zekere score binnen een bepaald label of referentiekader. Er staan hierin namelijk een grote hoeveelheid functionele eisen verzameld. Meer informatie over dergelijke labels en referentiekaders is terug te vinden in hoofdstuk 6.

Binnen ISSO 115 wordt aan de lezer bijvoorbeeld specifieke begeleiding aangeboden bij het opstellen van een zogenaamd 'programma van eisen' voor gebouwautomatisering en gebouwbeheer. Onderstaand overzicht geeft een overzicht van de functionaliteiten voor gebouwbeheersystemen waarvan men vertrekt:



Figuur 14: Overzicht mogelijke functionaliteiten voor gebouwbeheersystemen, gedefinieerd binnen ISSO-publicatie 115 en gebaseerd op input Kerdèl_Business Development (ISSO-publicatie 115 Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen, 2018) link.

Specifiek voor facilitaire processen maakt ISSO 115 gebruik van volgende indeling:



De met * gemerkte onderwerpen kunnen worden geautomatiseerd en beheerd met een GBS

Figuur 15: Overzicht facilitaire processen volgens ISSO 115 (ISSO-publicatie 115 Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen, 2018) link.

Ook in de norm NBN EN 15221-4:2011 Facility Management - Deel 4: Taxonomie, classificatie en structuren in Facility Management is hierover heel wat interessante informatie terug te vinden.

Aanvullend zijn er nog tal van functionele wensen te definiëren die voornamelijk zullen te maken hebben met hoe de gebruikers het gebouw beleven. 'User experience' heeft de voorbije jaren heel wat aan belang gewonnen.

> Het is belangrijk de geïdentificeerde wensen te blijven toetsen aan het budget. De MoSCoW methode kan helpen de wensen in te delen naar belangrijkheid en zo prioriteiten te stellen.

Het is belangrijk de geïdentificeerde wensen te blijven toetsen aan het budget, zeker gezien effectieve kostenplaatje stap voor stap duidelijker wordt (ook geldig voor 'Stap 4: Technische eisen in kaart brengen'). Een methode om prioriteiten te stellen in de veelheid aan wensen van de bouwheer is de MoSCoW methode. Deze verplicht de bouwheer ertoe de wensen in te delen naar belangrijkheid:

- M: Must have: de functionele wens moet bij oplevering sowieso voldaan 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 als de nodige middelen (tijd ; geld) nog beschikbaar zijn
- W: Won't have: de functionele wens is momenteel te laag op de prioriteitenlijst om deze binnen het huidige project op te nemen (maar kan in de toekomst eventueel nog terug opgenomen worden)

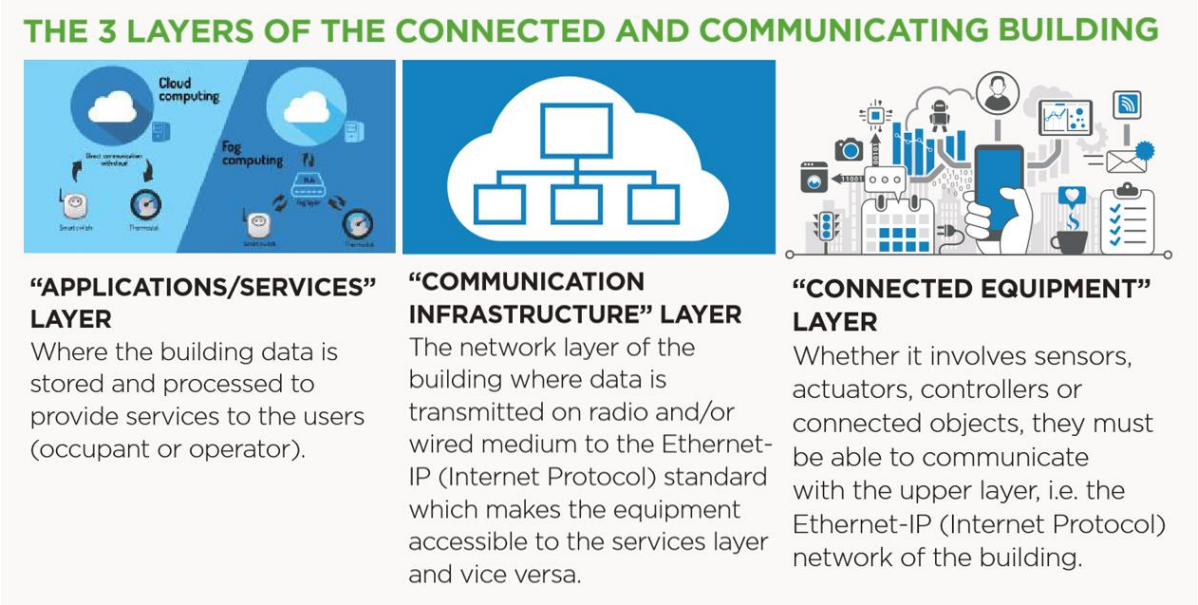
Het overzicht van de functionele wensen, ingedeeld volgens de MoSCoW methode, dient naast het budget gelegd te worden en vervolgens dienen een aantal zaken beslist worden:

- Welke van de functionele wensen dienen tegen het einde van dit project volledig beschikbaar te zijn en dus in het kader van dit project ingevuld te worden? Er wordt nagegaan of alle 'must haves' binnen het beschikbare budget kunnen worden gepast en welke 'should haves' (en eventuele 'could haves') nog worden meegenomen.
- Welke van de functionele wensen dienen in het kader van dit project niet ingevuld te worden, maar dienen wel in beschouwing te worden genomen bij het in kaart brengen van de technische eisen? Dit moet er voor zorgen dat de mogelijkheid bestaat om zaken die vandaag nog niet functioneel geïmplementeerd worden in de toekomst wel relatief eenvoudig te integreren zijn.
- Welke van de functionele wensen vallen volledig buiten de doelstellingen? ('out of scope')

3.4 Stap 4: Technische eisen in kaart brengen

Er dient onderzocht te worden welke technische eisen er moeten gesteld worden om de weerhouden functionele wensen te kunnen vervullen, zonder daarbij belangrijke randvoorwaarden zoals energieprestatie, veiligheid en privacy uit het oog te verliezen. Het gaat hierbij niet uitsluitend over het vastleggen van technische specificaties voor individuele componenten of installaties, maar ook over de architectuur van overkoepelende systemen. Dit zal mee bepalen hoe geavanceerd het gebouw is op vlak van Smart Building voorzieningen en technische installaties en welke technologische mogelijkheden deze systemen moeten bieden, vandaag én morgen.

Om op gebouwniveau een toekomstbestendige basisinfrastructuur te voorzien om Smart Building toepassingen op te enten, is het voorzien van een scheiding tussen de drie basislagen van een systeem (terreinequipment ; basisnetwerk gebouw ; toepassingen/diensten) aan te raden. Dit is ook een van de basisbeginselen die de Smart Building Alliance uit Frankrijk voorstelt voor het 'smart ready' maken van een tertiair gebouw (zie Figuur 16).

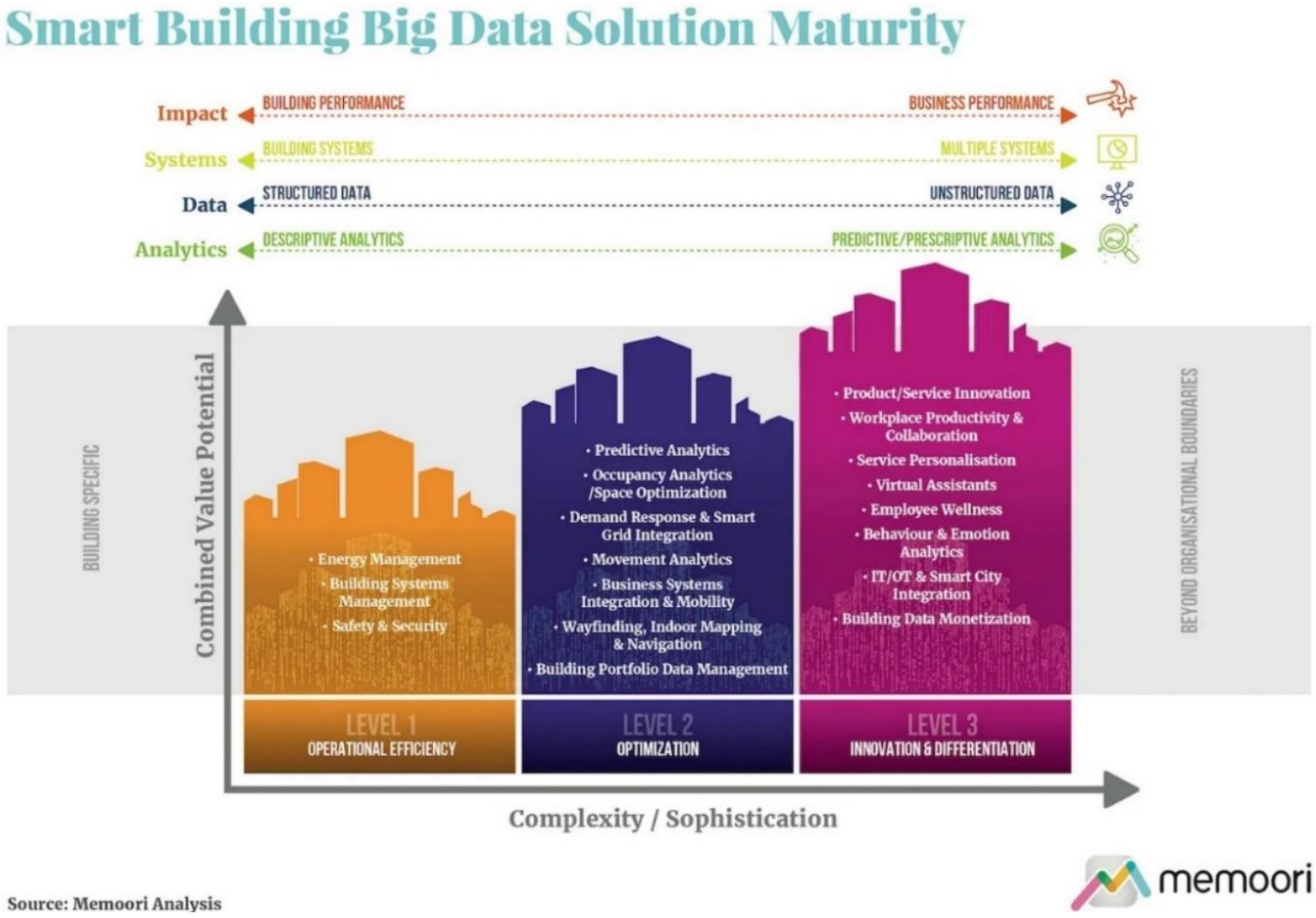


Figuur 16: Voorstel van Smart Building Alliance m.b.t. technische architectuur van Smart Building infrastructuur, ingedeeld in drie onafhankelijke lagen (R2S Frame of Reference, n.d.) link.

Uit de prioritering van de functionele wensen zal duidelijk geworden zijn of er nood is aan een zogenaamd 'Building Operating System' (BOS). Dit overkoepelend softwareplatform zal vooral nuttig zijn wanneer op gebouwniveau een verbinding aangewezen is tussen de verschillende gebouwsystemen (gebouwbeheer en technische installatie, FMIS, IWMS,…) en de data van deze verschillende systemen moeten kunnen samengebracht worden, en gebruikt worden in functie van extra diensten.

Er bestaan verschillende gradaties in het verzamelen van data van het gebouw, haar systemen en het gebruik ervan. Memoori (Memoori, 2020) maakt het onderscheid tussen datagebruik in functie van drie verschillende niveaus (zie Figuur 17):

- Operationele efficiëntie
  Bv. energiemanagement ; veiligheid & beveiliging
- Optimalisatie
  Bv. analyse gebouwbezetting/ruimte-optimalisatie ; demand-response & smart grid integratie
- Innovatie & differentiatie
  Bv. personalisatie van diensten ; virtuele assistenten



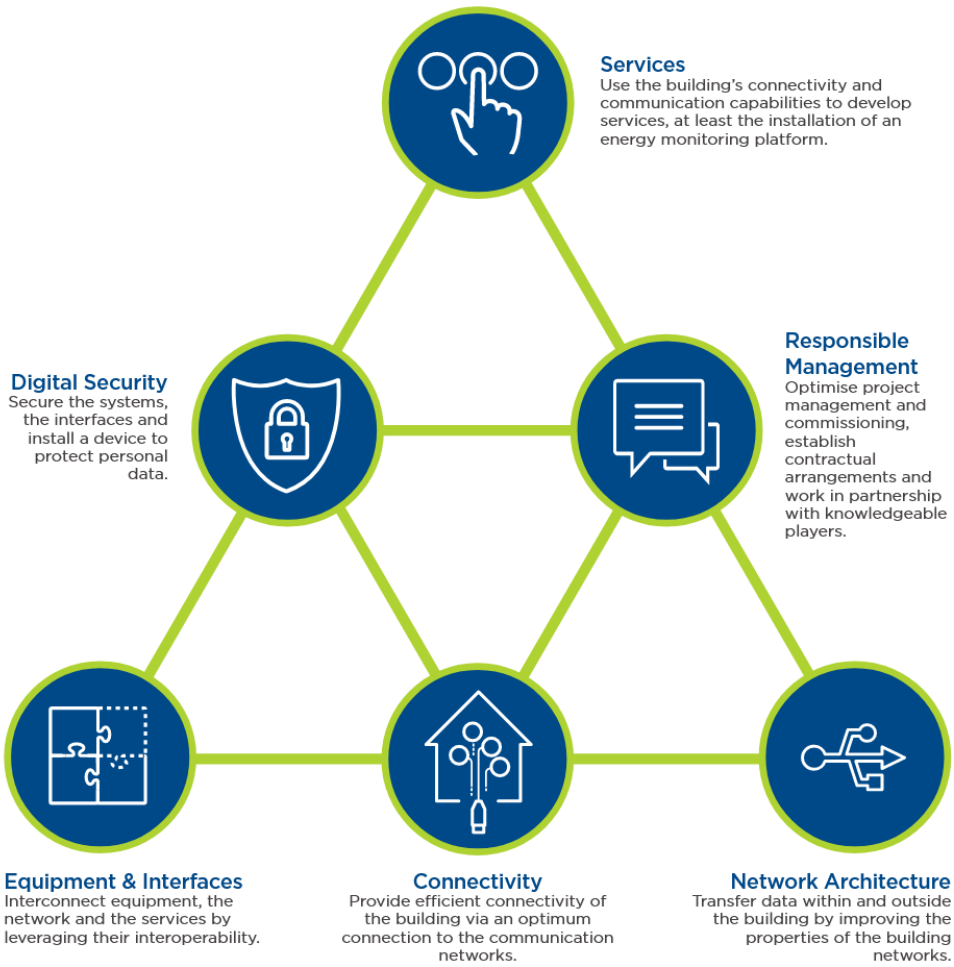
Figuur 17: Datagebruik in gebouwen kan in meerdere gradaties gebeuren. Bron: (Memoori, 2019) link.

Uit bovenstaande blijkt dat er bij de evolutie naar Smart Buildings meer en meer linken zijn tussen de verschillende afdelingen binnen een organisatie en/of externe organisaties die verantwoordelijk zijn voor het feilloos laten functioneren van het gebouw en haar systemen/installaties. Het gaat hierbij in het bijzonder over dienstverlening op vlak van IT en facility management. Het betrekken van de relevante interne diensten en/of externe organisaties bij het in kaart brengen van de technische eisen voor het bouw- of renovatieproject en hun ideeën ook aligneren waar nodig is dan ook onontbeerlijk. Ook zal met de verschillende partijen zo vroeg mogelijk in het proces nagedacht moeten worden over de mate van integratie die er gewenst is tussen de verschillende beheersystemen.

> Bij de uitwerking van een Smart Building project moeten de verantwoordelijken voor IT en facility management betrokken worden bij het vastleggen van de technische eisen.

Zoals eerder aangehaald is het belangrijk een basisinfrastructuur te voorzien die niet alleen aan de noden van de gebruikers vandaag kan voldoen, maar ook kan mee evolueren met toekomstige noden. Ook beheer en onderhoud van de systemen over de levensduur van het gebouw is een niet te vergeten aspect bij het ontwerp van de systemen. Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid van systemen en hun onderdelen hebben een belangrijke invloed op de toekomstbestendigheid ervan (zie hoofdstuk 4.1). Hier dient dan ook de nodige aandacht naartoe te gaan bij het in kaart brengen van de technische eisen.

Binnen het referentieel 'Ready2Services', ontwikkeld op initiatief van de Smart Building Alliance in Frankrijk, worden er zes domeinen onderscheiden waarvoor eisen gesteld worden die ertoe bijdragen om (een digitale infrastructuur in) een gebouw te realiseren dat toekomstbestendig is (zie Figuur 18). De gedefinieerde eisen in elk van de zes domeinen kunnen een inspiratiebron zijn bij het oplijsten van de technische eisen die aan de digitale infrastructuur van het gebouw gesteld worden.



Figuur 18: Het referentieel 'Ready2Services' definieert zes domeinen waarvoor eisen gesteld worden die ertoe bijdragen om (een digitale infrastructuur in) een gebouw te realiseren dat toekomstbestendig is (R2S Frame of Reference, n.d.) link.

3.5 Stap 5: Richting een bestek

Met een duidelijk inzicht in de functionele en technische eisen die de bouwheer aan zijn gebouw wil stellen, is al het nodige materiaal voorhanden om een bestek samen te stellen en het project aan te besteden. Belangrijk is dat de eisen van de bouwheer in het bestek op een neutrale, merkonafhankelijke manier beschreven worden, zodat er geen 'a priori's' bestaan in hoe het project gerealiseerd zou worden. Kwalitatieve, functionele (werkings)beschrijvingen verdienen de voorkeur op technisch zeer uitgebreide componentbeschrijvingen.

Door het toenemende belang van gebouwenbeheer en integratie van systemen en datastromen tussen deze systemen, wordt het steeds gangbaarder om hier een apart lot van te maken in het project. Dit helpt verantwoordelijkheden met betrekking tot systeemintegratie duidelijker te stellen dan wanneer deze opdracht verdeeld zit over verschillende andere loten. Het duidelijk stellen van de grenzen van de aanneming in het bestek zal ervoor zorgen dat de uitvoeringsfase (Stap 6: Uitvoering van het bestek) een stuk vlotter verloopt.

Ook belangrijk bij uitwerking van het bestek is dat er niet alleen voldoende duidelijkheid is over wie wat zal installeren en integreren, maar dat ook de inregeling en indiensstelling – en idealiter ook een verdere nazorg (bv. binnen een commissioningsproces, zie p. 3737) – deel uitmaken van de opdracht (voorzien van budget). Ook moet er reeds voldoende aandacht zijn voor latere exploitatie en onderhoud van het gebouw en haar systemen/installaties. Operationele kosten tijdens de levensduur van het gebouw (bv. energie, beheer en onderhoud, licenties, …) kunnen hoog oplopen. Het is dan ook niet onbelangrijk om deze kosten al zo goed als mogelijk mee te nemen in de beoordeling. Het dient een bewuste keuze te zijn van de bouwheer om onderhoud en beheer tijdens exploitatie al dan niet reeds in de opdracht te vervatten. Een manier om de onzekerheid over operationele kosten in te perken, is door servicecontracten (aaS: 'as a service') aan te gaan.

> Door toenemend belang van gebouwenbeheer, integratie van systemen en datastromen tussen de systemen wordt het steeds gangbaarder om er een apart lot van te maken in het bestek.

In de voorgaande stappen van het stappenplan zijn al heel wat zaken aangehaald waar op moet gelet worden bij de uitwerking van het project. Hierover zal ook de nodige informatie in het bestek moeten vervat zitten. Daarnaast zijn er nog tal van zaken waar best aan gedacht wordt bij opmaak van het bestek. Onderstaand lijstje geeft een (niet-limitatief) overzicht van een aantal zaken waaraan zeker moet gedacht worden:

- Functiebeschrijving: omschrijving van het doel en de bijhorende functionaliteiten
- Duidelijke omschrijving van de architectuur van de Smart Building systemen
  bv. keuze m.b.t. werken volgens drielagenmodel (zie Figuur 16 op p. 2424)
- Duidelijke omschrijving van de nodige hardware (vereisten) en software (data storage, visualisatie, trending, alarmbeheer, …)
- Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid van systemen en hun onderdelen
- Organisatie van koppelingen tussen systemen:
  - Documenteren van interfaces: alle types koppelingen oplijsten met bijhorende koppelingsmogelijkheden
    Bv. Input/Output-lijst met type, naam en beschrijving van datapunt, API's, …
  - Afspraken m.b.t. de manier waarop data doorgegeven zal worden / informatie uitgewisseld zal worden (bv. data-uitwisselingsformaten zoals CSV, JSON, …)
  - Goede afstemming met andere loten/partners i.v.m. 'wie doet & voorziet wat'
    Bv. Wie voorziet welke bekabeling?
- Veiligheid & beveiliging (incl. cybersecurity, zie p. 3333)
- Programmatie, inregeling & onderhoud
  - Programmatie: wat moet voorzien worden?
  - Inregeling & indienststelling + werkingstesten:
    Bv. wie is verantwoordelijk voor inregeling en indienststelling? ;
    welke werkingstesten moeten er uitgevoerd worden?
  - Onderhoud: duur en type contract, Service Level Agreement ('SLA'), …

Het is duidelijk dat de rol van het team dat het bestek schrijft erg belangrijk is. Auteurs van bestekken dienen mee te evolueren met tendensen die zich voordoen in de markt. Ze mogen hoe dan ook niet vast blijven hangen aan oudere technologieën die ze zelf goed kennen, maar die mogelijks al achterhaald zijn.

3.6 Stap 6: Uitvoering van het bestek

Bij uitvoering van het bestek, de vertaling van theoretische plannen naar de praktijk, is een nauwe opvolging van het verloop der werken heel belangrijk. Cruciaal is dat zo vroeg mogelijk in het proces alle stakeholders betrokken worden en het voor éénieder duidelijk is wat er van hem/haar verwacht wordt en welke bevoegdheden men heeft (en welke niet). Het duidelijk definiëren van de grenzen van de aanneming is dan ook cruciaal.

Een voldoende aantal overlegmomenten inplannen om alle partijen op elkaar af te stemmen is van groot belang. Dit laat niet alleen toe duidelijk zicht te houden op de planning (en dus vlotte opeenvolging) van de uitvoering van de werken, maar zal – waar dat nog nodig zou zijn – van meet af aan helpen bij het duidelijk maken van de verantwoordelijkheden van elk van de partijen. Bovendien laten de overlegmomenten toe om de mogelijke opties en belangrijke beslissingen voldoende door te spreken onder alle betrokkenen. Zo zijn keuzes vanaf het moment 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 mee kunnen brengen (i.h.b. voor de werken die hij/zij later in het project nog zal uitvoeren, of reeds aan het uitvoeren is). Hoewel dit zeer vanzelfsprekend lijkt, gebeurt het al te vaak dat bepaalde keuzes impliciet gemaakt worden door een bepaalde partij (en dus niet gecommuniceerd worden naar betrokken die hiervan later in het project ook invloed zullen ondervinden). Door het expliciteren van beslissingen, en bewustzijn rond de implicaties die daaraan gekoppeld zijn, zullen vele problemen kunnen vermeden worden.

> De rol van 'dirigent', die het overzicht behoudt over al de te integreren systemen, en de manier waarop de integratie gebeurt, moet van bij het begin van het project ingevuld worden.

Zeker in projecten waarbij gestreefd wordt naar mogelijkheid tot interactie tussen de verschillende systemen binnen het gebouw en de interactie met externe systemen is het heel belangrijk dat er een partij is die de rol van 'dirigent' opneemt. Deze partij behoudt het overzicht en kijkt verder dan individuele systemen. Ze beschouwt eventuele systemen die ze zelf aanbiedt altijd slechts als een onderdeel van het groter geheel. Vanaf het begin een systeemintegrator aanstellen en betrekken, die overkoepelend het overzicht houdt over de te integreren systemen en hoe de koppelingen gebeuren, is hierin zeer waardevol.

Het is duidelijk dat een gestroomlijnde coördinatie en communicatie vanaf de start van het project vele problemen kan vermijden. Aanvullend worden hieronder nog een aantal tips gegeven om uitvoering van de werken zo vlot mogelijk te laten verlopen, met garanties voor een kwalitatief resultaat:

- Controle van uitvoeringsplannen
- Nazicht van technische fiches
- Aandacht voor correcte plaatsing van de componenten en controle of de werken zijn uitgevoerd zoals voorzien (werden de juiste componenten op de juiste plaats geplaatst?)
- Aandacht voor parametrisatie, inregeling en indienststelling van installaties
- Belang van het beschrijven, inplannen en uitvoeren van werkingstesten

3.7 Stap 7: Oplevering van het project

Naast de continue, eerder informele, opvolging en controles van installatie tot en met indienststelling van systemen en installaties, is ook de controle bij formele oplevering een belangrijke mijlpaal. Het vormt de formele stap tussen uitvoering van de werken en de exploitatiefase. Verantwoordelijkheden worden overgedragen, indien er geen onderhouds- en beheercontract in het project inbegrepen zit. Doorgaans gebeurt de oplevering in twee keer (en dit is verplicht wanneer de Wet Breyne[2] van toepassing is): een voorlopige oplevering en een definitieve oplevering. Het is belangrijk om als bouwheer op het moment van oplevering alle informatie die de betrokkenen bij het project ter beschikking hebben en die nuttig kan zijn tijdens de exploitatiefase van het gebouw, te verkrijgen. Behalve as-built plannen, technische fiches en functionele beschrijvingen, gaat het bijvoorbeeld ook over gebruiksspecifieke handleidingen. In geval van technische systemen en installaties gaat het ook om het verkrijgen van de 'sleutels' (zowel hardwarematig als softwarematig) om toegang te krijgen tot de systemen en installaties, in functie van onderhoud en beheer.

> Het is van groot belang om als bouwheer op het moment van de oplevering alle informatie die nuttig kan zijn tijdens de exploitatiefase van het gebouw, te verkrijgen.

Specifiek voor software wordt verwacht dat steeds zeker volgende info wordt meegeleverd:

- Documentatie van de functionaliteit van de software
- Logins en wachtwoorden op beheerdersniveau
- Configuratiebestanden en/of back-upbestanden van de geïmplementeerde software
- Projectgerelateerde handleiding
- Manier van beheren van firmware- en software-updates

Het spreekt voor zich dat er een controle van het as-built dossier dient te gebeuren, zodat er zekerheid is 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 op een relatief objectieve manier de werking te beoordelen. De 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 realisaties zijn zoals vooropgesteld.

3.8 Stap 8: Gebruik van het gebouw en kwaliteitsborging over de levensduur

Een gebouw is niet 'klaar' bij oplevering. Dit is des te meer het geval voor gebouwen die over een belangrijke technologische component beschikken. Opdat het gebouw optimaal zou presteren vanaf ingebruikname en dat over zijn volledige levensduur zou blijven doen, is het belangrijk de goede werking van het gebouw en het correcte gebruik door de gebruikers te waarborgen.

Het eerste jaar na ingebruikname is hierbij cruciaal om het gebouw af te stemmen op het gebruik en de noden, en ook om de verschillende gebruikers, het gebouw en de erin aanwezig systemen te leren

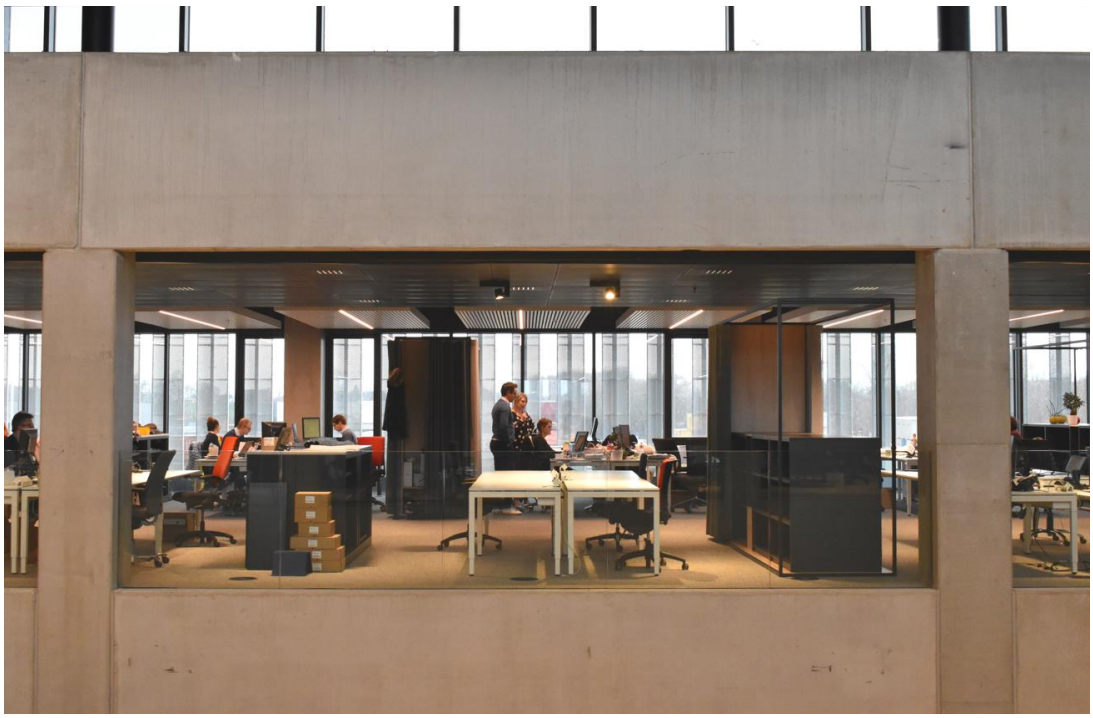
[2] Zie https://economie.fgov.be/nl/themas/consumentenbescherming/bouwen/wet-breyne en https://economie.fgov.be/nl/themas/consumentenbescherming/opkomen-voor-uw-rechten/uw-huis-laten-bouwen/definitieve-oplevering-van

gebruiken. Als bouwheer een budget incalculeren voor de 'nazorg' (commissioning – opvolging & bijsturing ; informeren en opleiden van gebruikers ; …) na oplevering is eigenlijk onmisbaar.

Op een langere termijn is een duidelijke strategie voor onderhoud en beheer cruciaal. Hoewel het niet beschikken over een degelijke onderhouds- en beheerstrategie de oplevering van een project niet in de weg zou staan, is het aangewezen al vanaf het vastleggen van het doel van het project en voor de opmaak van het bestek hierover na te denken.

Bij het aangaan van een contract (in casu een contract rond onderhoud en beheer) met een derde partij, dient duidelijk afgesproken te worden welke activiteiten/opdrachten binnen dit contract vallen. Behalve het verzekeren van de feilloze werking van systemen kan bijvoorbeeld gaan om het voorzien van updates aan systemen, behoud van de nodige licenties, het krijgen van ondersteuning bij het dagelijks gebruik van de systemen,… Belangrijk hierbij is dat zowel voor hardware als voor software duidelijk is wat binnen het contract voorzien is.

Om de kwaliteit van de dienstverlening te waarborgen en op te volgen, kan een zogenaamde 'Service Level Agreement' (SLA) opgesteld worden 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. Ook kunnen sancties (bv. geldboetes) afgesproken worden indien niet voldaan wordt aan de afspraken. Er zou bijvoorbeeld kunnen afgesproken worden dat het binnenklimaat moet voldoen aan bepaalde vooropgestelde eisen voor temperatuur, luchtvochtigheid en luchtkwaliteit en dat de dienstverlenende organisatie daartoe 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 voor specifieke systemen beroep te doen op een externe partner, die dan bijvoorbeeld binnen een afgesproken termijn technische problemen die zich voordoen met het systeem, moet verhelpen.



Figuur 19: Al te vaak gaat er niet genoeg aandacht naar de kwaliteitsborging van de werking van het gebouw en haar systemen/installaties tijdens de gebruiksfase. Toepassing van Smart Building systemen kan eraan bijdragen om de kwaliteitsborging laagdrempeliger te maken.

Kanttekeningen:

- Bovenstaand stappenplan is opgemaakt zodat het bruikbaar is voor nieuwbouw- of totaalrenovatieprojecten. Toch is het toepassingsbereik ervan hiertoe niet beperkt. Ook wanneer de bouwheer via een aantal beperkte ingrepen zijn eerste stappen wil zetten richting een slim gebouw, dan kan dat, en zijn de basisprincipes vermeld in het stappenplan ook van toepassing. Duidelijke doelen definiëren en prioriteiten stellen blijft essentieel. Bij de keuzes vandaag rekening houden met de levensduur van het gebouw en de mogelijkheid om de huidige investeringen in de toekomst verder te versterken met andere aanpassingen of uitbreidingen is des te belangrijker.

- Quasi gelijktijdig met het uitbrengen van deze Praktijkgids rond Smart Buildings, en het daarbij horende stappenplan, bracht ook de organisatie Memoori een leidraad uit om met Smart Building projecten aan de slag te gaan. Het zogenaamde 'Developers Smart Building Project Canvas' (Engelstalig) omvat zeven stappen:
    - Key project goals & value proposition
    - Initial actions
    - Partnerships & resources
    - Costs & risks
    - Management & delivery
    - Future-proofing
    - Key performance indicators

  Beide stappenplannen zijn mogelijks complementair. Er wordt dan ook aangeraden ook het Developers Smart Building Project Canvas eens te bekijken.

Wenst u het Developers Smart Building Project Canvas van Memoori te bekijken? Klik dan door via deze link of scan nevenstaande QR-code!	

- Ook de website van PIANOo, het Nederlandse Expertisecentrum Aanbesteden, bevat heel wat interessante informatie om aan de slag te gaan met Innovatie (van toepassing voor, maar niet beperkt tot het thema 'Smart Buildings').

	Wenst u de website van PIANOo te verkennen? Klik dan door via deze link of scan nevenstaande QR-code!

4 Aandachtspunten voor Smart Buildings

Bij het realiseren van een Smart Building zijn er een aantal aandachtspunten waarmee men rekening moet houden. In dit hoofdstuk worden een aantal van deze aandachtpunten behandeld met de bedoeling de verschillende stakeholders de nodige achtergrondinformatie te geven zodat bewuste en gefundeerde keuzes kunnen gemaakt worden.

4.1 Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid

De functionaliteit van een Smart Building is sterk afhankelijk van de mogelijkheid tot interactie tussen de verschillende systemen binnen het gebouw en de interactie met externe systemen (bv. energienetten, etc.). Ook de interactie tussen de componenten van een individueel systeem speelt een belangrijke rol in het bereiken van de gewenste functionaliteit.

Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid zijn begrippen die vaak opduiken. Hoewel de termen al eens in één adem genoemd worden, zijn het toch geen synoniemen van elkaar. Bovendien bestaat er niet 'één algemeen aanvaarde definitie' voor deze begrippen. De definitie van de begrippen is afhankelijk van de context en verschillende partijen gebruiken hun eigen definitie. Vertrekkende vanuit een technologische benadering kunnen volgende definities gegeven worden:

- Interoperabiliteit: de mogelijkheid tot interactie tussen systemen door middel van interpreteerbare informatie-uitwisseling
- Compatibiliteit: de mogelijkheid tot interactie tussen componenten binnen een systeem
- Openheid: de mate waarin informatie over de werking, functionaliteit en configuratie van een technologie beschikbaar, toegankelijk en bruikbaar is

Gezien het **grote belang van interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid voor Smart Buildings**, werd hierover een **apart document** uitgewerkt door de cluster. Dit document is beschikbaar op de website www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/, onder de titel 'Interoperabiliteit in Smart Buildings'.

Praktijkcases lezen waarin de thematiek van 'Interoperabiliteit, compatibiliteit en openheid' aan bod komt? Lees verder door te drukken op de link of door de QR-code te scannen!

Case 'Botanic Tower Brussels'

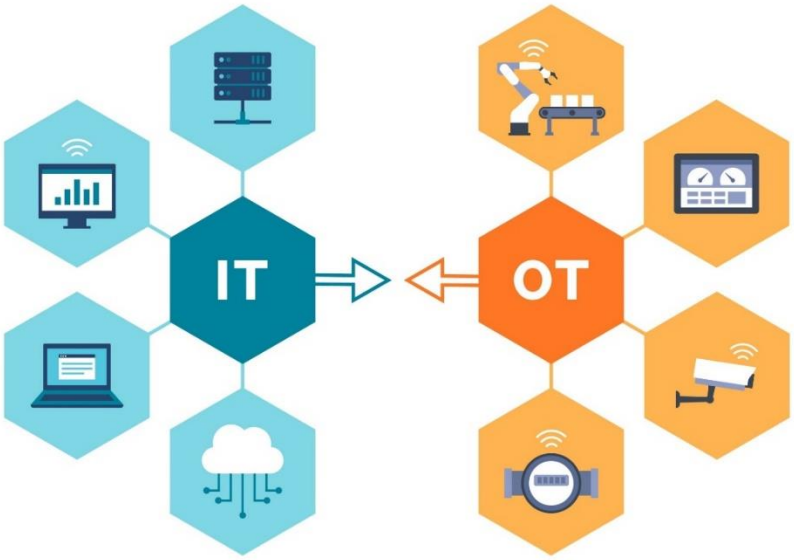
Case 'Wave Rijsel'

4.2 Cybersecurity

ICT-veiligheid of cybersecurity is niet weg te denken bij digitale systemen, in het bijzonder voor systemen met toegang tot het internet. Naast een correct systeem- en netwerkbeheer en het gebruik van technologieën zoals dataencryptie en dubbele authenticatie, zijn het beleid en de processen binnen een organisatie en het gedrag van gebruikers van cruciaal belang. Hackers proberen toegang te krijgen tot systemen en gaan hierbij op zoek naar de zwakste schakel. Dit kan bijvoorbeeld een slecht ingesteld systeem zijn (bv. beveiligd met een standaard wachtwoord, onveilig besturingssysteem, …) maar even goed een gebruiker die ingaat op een phishing mail.

Cybersecurity incidenten kunnen een impact hebben op de continuïteit van belangrijke gebouwfuncties zoals verwarming, elektriciteit, toegangscontrole, etc. Ook kan gevoelige en persoonsgebonden informatie in verkeerde handen terecht komen. Indien de primaire processen van een organisatie als gevolg van een incident verstoord worden, kan dit leiden tot financiële gevolgen.

Gebouwsystemen maken typisch zowel gebruik van technologie die onder de noemer 'OT' of 'Operational Technology' geplaatst wordt als IT-technologie[3]. Binnen de OT-wereld worden heel wat eerder oudere protocollen gebruikt die op gebied van cybersecurity tientallen jaren achter kunnen staan t.o.v. recentere IT-protocollen. 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. Integratie van deze verschillende types systemen zal complexer worden naarmate het aantal systemen toeneemt. Daarnaast kunnen de verschillende systemen ook elk op zich complexiteit introduceren. Denk bijvoorbeeld aan gebouwsystemen en IoT-systemen die beroep doen op grote aantallen geconnecteerde componenten (bv. sensoren) die vaak ordegroottes hoger liggen dan bij traditionele IT-systemen. Deze aspecten kunnen ervoor zorgen dat het veiligheidsbeheer (bv. uitrollen updates en beveiligingspatches) een complexe taak wordt.



Figuur 20: Bij de integratie van IT- en OT-systemen is cybersecurity een belangrijk aandachtspunt. Bron: Shutterstock.

[3] Deze "hybride" aanpak wordt verder toegelicht in de conclusie van de publicatie rond interoperabiliteit (zie paragraaf 4.1).

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

Samenwerking met een organisatie gespecialiseerd in cybersecurity kan helpen bij het onder controle houden van zowel de technische als de organisatorische complexiteit. Idealiter wordt een dergelijke samenwerking zo vroeg mogelijk in het realisatieproces opgestart.

Om kwaliteitsborging op gebied van cybersecurity te realiseren, kan geopteerd worden voor een cybersecurity audit, bijvoorbeeld bij de voorlopige oplevering. Via een dergelijke audit kunnen verschillende cybersecurity aspecten van naderbij bekeken worden en kunnen eventuele pijnpunten blootgelegd worden. Hierbij denken we bijvoorbeeld aan:

- Technische lokalen die fysiek te toegankelijk zijn (bv. via badge gebouwgebruikers)
- Technische systemen die virtueel te toegankelijk zijn (bv. via netwerk gebouwgebruikers)
- Een ontoereikend gebruikers- en wachtwoordbeheer (bv. gedeelde inloggegevens)
- Een ontoereikend back-up beheer (bv. geen herstelmogelijkheid na een incident)
- …

Meer informatie over cybersecurity kan teruggevonden worden op de website van het Centrum voor Cybersecurity België (CCB). Op de website zijn onder meer een gids en webinars terug te vinden die meer (basis)informatie bieden over cybersecurity. Voor hulp bij incidenten is er het Computer Emergency Response Team (CERT), de operationele dienst van het CCB. Op https://safeonweb.be/, eveneens een initiatief van het CCB, is interessante informatie m.b.t. cybersecurity voor eindgebruikers terug te vinden. Ook de Vlaamse overheid zet in op cybersecurity: op deze website is meer informatie terug te vinden over onder andere financiële steun, advies en begeleiding. Een interessante buitenlandse bron is de Cyber Security Guide van de Infocomm Media Development Authority (IMDA) uit Singapore (link).

4.3 Betrouwbaarheid

Om een optimale ervaring binnen een Smart Building te kunnen verzorgen, is het belangrijk dat het gebouw optimaal functioneert. Zo is het wenselijk dat de functies van een gebouw zoals verwarming, verlichting, etc. een maximale beschikbaarheid hebben en dat in geval van problemen de impact op de gebouwgebruikers minimaal is.

Er zijn verschillende aspecten die het optimaal functioneren van een Smart Building zullen beïnvloeden. Enerzijds zijn er aspecten waarover relatief veel controle mogelijk is, zoals bijvoorbeeld de positionering van sensoren of de configuratie van een controlecomponent. Anderzijds zijn er ook moeilijker te beheren aspecten, zoals onverwachte gebeurtenissen (bv. een stroompanne of een technisch defect). Deze laatste aspecten kunnen, hoewel moeilijk te voorspellen toch zo goed mogelijk onder controle gehouden worden door in te zetten op betrouwbaarheid. Naast betrouwbaarheid van individuele componenten zijn ook betrouwbaarheid op systeemniveau en de betrouwbaarheid van de digitale communicatienetwerken tussen deze systemen belangrijke aandachtspunten.

Bij het evalueren van de betrouwbaarheid van (componenten binnen) een digitaal communicatienetwerk is Quality of Service of '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 belangrijke rol. In bepaalde gevallen, bv. bij veiligheidskritische netwerken, is het belangrijk om een minimale gegarandeerde QoS te hebben. In andere gevallen wordt er geen minimale dienstverlening gegarandeerd en spreekt men van een 'best effort' dienstverlening.

Om een minimale gegarandeerde QoS te bereiken binnen een digitaal communicatienetwerk kan onder andere ingezet worden op redundantie. Zeker voor de verbinding met het internet, waarvan verschillende systemen afhankelijk kunnen zijn, kan het de moeite lonen om te investeren in een redundante aansluiting. Zo kan er bijvoorbeeld geopteerd worden voor twee aansluitingen op straatniveau aan verschillende kanten van het gebouw of voor een bijkomende draadloze internetaansluiting. Op die manier zal het gebouw de internetconnectiviteit niet verliezen wanneer er zich een probleem voordoet met één van de verbindingen. Dergelijke maatregelen zijn ook expliciet opgenomen binnen onder meer R2S en WiredScore[4].

Het spreekt voor zich dat ook voor de gebouwsystemen zelf betrouwbaarheid erg belangrijk is. Ook hier kan gebruik gemaakt worden van redundantie, bv. voor kritieke componenten zoals centrale controllers en servers[5]. Andere maatregelen die kunnen bijdragen aan de betrouwbaarheid zijn de beschikbaarheid van een goede helpdesk en bekwaam technisch personeel en het voorzien van back-up en fall-back oplossingen.

Zo kan een lokale controller in geval van problemen met de verbinding met een centraal systeem bijvoorbeeld terugvallen op een (nood)configuratie waarbij een minimale functionaliteit verzekerd wordt (fall-back configuratie) en de bediening mogelijk blijft met behulp van lokale bedieningspanelen of knoppen. Een ander voorbeeld is het garanderen van een minimale functionaliteit van een centraal systeem bij het wegvallen van internetconnectiviteit.

Ook het voorzien in back-ups en logbestanden zijn maatregelen die de betrouwbaarheid ten goede kunnen komen. Logbestanden laten toe om problemen dieper te analyseren en met behulp van back-ups kunnen componenten of systemen na een onverwachte gebeurtenis relatief snel tot hun oorspronkelijke toestand hersteld worden.

Praktijkcase lezen waarin de thematiek van 'Betrouwbaarheid van systemen' aan bod komt? Lees verder door te drukken op de link of door de QR-code te scannen!

Case 'AZ Zeno Knokke'

[4] Voor meer informatie over R2S en WiredScore, zie de publicatie 'Kwantificeren van de 'smartness' van gebouwen' op https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/

[5] Gezien redundantie impliceert dat extra systemen voorzien moeten worden, kan er een significante extra kost mee gepaard gaan. Typisch zal enkel voor de meest kritische systemen redundantie voorzien worden.

Een ander belangrijk aandachtspunt voor betrouwbaarheid op systeemniveau is het voorzien van redundantie op gebied van de toepassingen voor de gebruiker. 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 kan aansturen m.b.v. een smartphone of tablet, maar dit evengoed via drukknoppen in de ruimte kan doen.

Tot slot is ook betrouwbaarheid van data een belangrijk aandachtspunt. Voor data die voortkomen uit gebouwsystemen zal deze betrouwbaarheid voornamelijk bepaald worden door de betrouwbaarheid van de gebouwsystemen en de systemen voor digitale connectiviteit (zie voorgaande alinea's). Voor bepaalde types sensoren kan kalibratie belangrijk zijn om correcte meetwaarden te kunnen garanderen. Er kan ook gebruik gemaakt worden van externe databronnen (bv. online weerdata, luchtkwaliteit, …) waarvan de kwaliteit soms onzeker is.

De systemen die data verwerken, houden dan best ook rekening met de mogelijkheid dat de data van slechte kwaliteit kunnen zijn (bv. onrealistische waarden) of dat bepaalde sensoren of externe databronnen tijdelijk niet beschikbaar zijn[6]. De betrouwbaarheid van data kan immers een grote impact hebben op de correcte werking van systemen (bv. ventilatiesysteem gestuurd op basis van CO_2-metingen). Het is dan ook aan te raden de betrouwbaarheid van de verzamelde data te verifiëren, bv. via validatie, cross-checking, etc. Deze verificatie gebeurt, zeker bij grote hoeveelheden data, idealiter automatisch (bv. via software voor anomaliedetectie).

4.4 Privacy en eigendom van data

In slimme gebouwen worden typisch veel data verzameld en verwerkt. Zeker wanneer het gaat over 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 data om te gaan en anderzijds is het ook belangrijk om gebouwgebruikers voldoende te informeren over welke data verzameld worden en hoe deze data gebruikt worden. Het is ook belangrijk om na te denken over data-eigendom.

De Europese databeschermingswet, ook gekend als de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) of General Data Protection Regulation (GDPR), is van toepassing voor alle organisaties die persoonlijke data van inwoners van de EU verzamelen en verwerken. Persoonlijke data worden gedefinieerd als data die verbonden kunnen worden aan een identificeerbare persoon. Hieronder vallen zowel direct linkbare persoonlijke gegevens zoals bijvoorbeeld een adres, een telefoonnummer, IP-adres, nummerplaat, etc. als indirect linkbare gegevens zoals bijvoorbeeld data van een bewegingssensor of energieverbruiksdata waaruit aanwezigheid van een persoon kan afgeleid worden.

De GDPR legt een aantal regels op waaraan alle organisaties die persoonlijke data verwerken, moeten voldoen. Zo is het verwerken van persoonlijke data zonder expliciete toestemming enkel toegelaten in specifieke gevallen (bv. om te voldoen aan een regelgeving of om contractuele bepalingen na te komen). In alle andere gevallen is expliciete toestemming van de persoon nodig. Het niet naleven van de GDPR-wetgeving kan resulteren in een boete tot 20 miljoen euro of 4% van de omzet van een onderneming. Een inbreuk kan natuurlijk ook leiden tot imagoschade en een negatieve impact op de klanten of leden van een organisatie. In België ziet de Gegevensbeschermingsautoriteit (GBA,

[6] Bij niet-beschikbaarheid van componenten en detecteerbare defecten, kunnen bijvoorbeeld automatische meldingen en/of rapporteringen ingesteld worden voor de verantwoordelijke partij.

vroegere Privacycommissie) toe op de correcte naleving van de grondbeginselen van de bescherming van de persoonsgegevens. Naast de GDPR wetgeving dient, afhankelijk van de situatie ook rekening gehouden te worden met andere relevante privacy-gerelateerde regelgeving zoals de Belgische camerawet van 25 mei 2018.

Los van het wettelijke kader rond privacy dat moet gerespecteerd worden, is het van belang om kritisch na te denken over het vereiste detail van de verzamelde informatie voor de gewenste toepassingen. Zo kan aanwezigheidsdetectie gedaan worden met behulp van camera's en gezichtsherkenning, maar kan het voor de gewenste toepassing misschien voldoende zijn om met bewegingsdetectoren op basis van infrarood (die geen individuen kunnen onderscheiden) te werken. Grote hoeveelheden data vergaren waarmee uiteindelijk weinig of niets gedaan wordt, biedt minder meerwaarde dan het registreren van een beperkt aantal data die ten volle benut worden om het gebouw zelf en ook de beleving, het comfort en het welzijn van de gebruikers naar een hoger niveau te tillen.

Behalve het naleven van de GDPR en het nadenken over het vereiste niveau van detail van de verzamelde data, is het belangrijk om voldoende rekening te houden met feedback en vragen van gebouwgebruikers. Het plaatsen van camera's of systemen die individuele monitoring zouden kunnen toelaten, leidt vaak tot vragen en bezorgdheden. Zelfs wanneer de verzamelde data enkel geanonimiseerd verwerkt worden en er geen expliciete toestemming nodig is, kan er weerstand zijn. Transparante communicatie tussen de verschillende partijen is in deze heel belangrijk. Alvorens de gebouwgebruikers in aanraking kunnen komen met de systemen is het van belang hen in te lichten dat er een systeem geplaatst zal worden, welk systeem er net geplaatst zal worden, en waar dit systeem voor gebruikt zal worden (en ook waarvoor niet!). Behalve het inlichten, dient er ook geluisterd te worden naar de bezorgdheden van gebouwgebruikers en op constructieve wijze hun vragen te beantwoorden, zodat iedereen de integratie van de technologie aanvaardt en zich er goed bij voelt. Idealiter wordt tijdens de ontwerpfase feedback gevraagd aan de gebouwgebruikers en kan gekozen worden voor systemen en datastrategieën waar de gebouwgebruikers zich comfortabel bij voelen. Bij onvoldoende communicatie, bestaat het risico dat gebouwgebruikers vijandig zullen staan t.o.v. de geïmplementeerde systemen en in sommige gevallen zelfs zullen proberen de werking te verhinderen (bv. afplakken of verwijderen van sensoren).

Tot slot is het ook belangrijk om aandacht te besteden aan data-eigendom. Wanneer voor bepaalde diensten binnen het gebouw beroep gedaan wordt op externe partijen, is het belangrijk om goede afspraken te maken over o.a. wie eigenaar is van de verzamelde data, op welke manier de data gebruikt mogen worden, welke data ter beschikking gesteld moeten worden, etc.

4.5 Commissioning

Commissioning kan gedefinieerd worden als een proces voor kwaliteitsmanagement dat ervoor zorgt dat een gebouw tijdens de gebruiksfase voldoet aan de in de ontwerpfase vooropgestelde doelstellingen (bv. m.b.t. energieverbruik, binnenklimaat, gebruiksgemak, …).

De term wordt vaak geassocieerd met het uitvoeren van validatietests aan het einde van een project maar is eigenlijk veel breder. Het commissioningsproces 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 gebruiksfase. Niet toevallig wordt commissioning meegenomen als criterium voor het toekennen van duurzaamheidslabels zoals BREEAM en LEED. Commissioning kan ook verder toegepast worden

doorheen de gebruiksfase om een continue kwaliteitsborging te bewerkstelligen (men spreekt dan van 'ongoing commissioning').

Hoe complexer de installaties binnen een gebouw, hoe groter het risico dat de tijdens de ontwerpfase vooropgestelde doelstellingen niet bereikt worden in de gebruiksfase. Om dit risico te beperken is bij Smart Buildings, die over het algemeen over iets meer en/of complexere gebouwsystemen beschikken, commissioning dan ook een extra belangrijk aandachtspunt.

4.6 Beheer en onderhoud van slimme systemen

Beheer en onderhoud zijn voor alle gebouwen belangrijke aandachtspunten. Gezien de relatieve complexiteit van de technische werking van de verschillende componenten en systemen die nodig zijn voor de werking van Smart Buildings, dient bij slimme gebouwen bijkomend nagedacht te worden over wie deze specifieke systemen zal beheren en onderhouden. Bij grote gebouwen kan het over verschillende interne en externe afdelingen en/of organisaties gaan (bv. facility management, IT departement, etc.). Bovendien is het te verwachten dat gedurende de levensduur van een gebouw, de taken en verantwoordelijkheden zullen overgedragen worden tussen partijen.

Daarom is het enerzijds belangrijk 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. Anderzijds is het belangrijk dat de nodige opleidingen voorzien worden voor de mensen die zullen instaan voor het beheer en het onderhoud van deze systemen. Zeker wanneer het over systemen gaat die voornamelijk software-gebaseerd zijn, kan het, afhankelijk van de betrokken organisatie, gaan over relatief nieuwe kennis en vaardigheden en dient hier de nodige aandacht aan besteed te worden.

Figuur 21: Beheer en onderhoud van slimme systemen is een niet te vergeten aandachtspunt voor een Smart Building. Bron: Shutterstock.

Om duidelijke verantwoordelijkheden af te kunnen bakenen is het ook belangrijk om de scope van de verschillende onderhoudsactiviteiten zo duidelijk mogelijk te definiëren (wie doet wat?). Eens dit duidelijk is, kunnen gepaste gebruikersaccounts, toegangsrechten en loginprocedures opgezet worden en kunnen ook eventuele alarmen, meldingen en rapporteringen gegenereerd door de systemen zo ingesteld worden dat ze bij de juiste verantwoordelijke(n) terecht komen.

Een ander belangrijk aandachtspunt bij het onderhoud en beheer van Smart Building systemen is het updatebeheer. Doorheen de gebruiksfase zullen verschillende systemen updates moeten krijgen.

Hierbij denken we zowel aan firmware updates voor hardwarecomponenten als aan software updates. Wanneer gekeken wordt naar het doel van de update kan het zowel gaan over kritische beveiligingsupdates, die typisch zo snel mogelijk geïmplementeerd moeten worden, als periodieke updates die bijvoorbeeld functionaliteit kunnen toevoegen of verwijderen. Alvorens over te gaan tot het uitrollen van updates is het belangrijk om de mogelijke impact van updates op onderliggende en bovenliggende systemen te evalueren en preventief back-ups te nemen.

4.7 Draadloze dekking

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

Voor eindgebruikers wordt typisch Wi-Fi dekking en een mobiele cellulaire dekking voorzien. Voor de cellulaire dekking (2G/3G/4G/5G/…) zal in sommige gevallen (bv. ruraal gebied, gebouwen met grote demping, …) de bestaande buitendekking niet voldoende zijn en zal een bijkomende oplossing voorzien moeten worden. Deze oplossing kan bestaan uit het verminderen van radiogolfdempende eigenschappen van het gebouw (bv. gebruik van metaal in bouwmaterialen vermijden) of uit het voorzien van bijkomende antennes in het gebouw in overleg met bevoegde telecomoperator(en). Bijkomende antennes in het gebouw kunnen in bepaalde gevallen gedeeld worden tussen operatoren (die dan elk hun eigen zendinstallaties aansluiten op een passief, gedistribueerd antennesysteem). Meer informatie over mobiele dekking in gebouwen, gedistribueerde antennesystemen en de procedures voor een gedeelde infrastructuur voor indoor dekking, is terug te vinden op https://www.bipt.be/operatoren/indoorontvangst. De kost van een indoor antenne-installatie kan, zeker voor grote gebouwen, significant zijn. Het meenemen van (een schatting van) deze kost in budgetberekeningen is dan ook aangeraden.

Figuur 22: Draadloze dekking is een belangrijk aandachtspunt voor een Smart Building. Bron: Shutterstock.

In bepaalde gevallen is er ook een wettelijke verplichting om mobiele dekking te voorzien voor het ASTRID netwerk dat gebruikt wordt door de politie, brandweer en hulpdiensten[7]. Daarnaast kunnen ook nog andere draadloze systemen voor eindgebruikers voorzien worden zoals een DECT telefoniesysteem.

Ook de gebouwsystemen zelf kunnen afhankelijk zijn van draadloze dekking. Zo kunnen bedieningselementen en sensoren gebruik maken van Wi-Fi of specifieke LPWAN of WPAN draadloze protocollen zoals Bluetooth of LoRaWAN.

Wenst u meer informatie over de dekking van draadloze netwerken? Neem dan een kijkje in onze publicatie 'Digitale connectiviteit in gebouwen'.
Deze publicatie is terug te vinden op de website https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/, ook bereikbaar via nevenstaande QR-code!

Praktijkcase lezen waarin de thematiek van 'Draadloze netwerken' aan bod komt? Lees verder door te drukken op de link of door de QR-code te scannen!

Case "'t Centrum Westerlo'

[7] Zie https://www.astrid.be/nl/indoordekking

5 Business case: wat levert het op?

Vooraleer een opdrachtgever wil investeren in een Smart Building is het vaak gewenst dat er een duidelijke business case is, om enige zekerheid te verkrijgen dat de kosten zullen opwegen tegenover de baten.

Het is veelal moeilijk om algemene uitspraken over financiële indicatoren zoals de ROI (Return On Interest), de TCO (Total Cost of Ownership), … van Smart Building implementaties te doen, aangezien de concrete business case heel sterk afhangt van de specifieke context.

Binnen de cluster 'Smart Buildings in Use' werden een aantal casestudy's uitgewerkt, waarin specifieke Smart Buildings toepassingen (en de achterliggende business case) van naderbij bekeken worden (zie https://www.smartbuildingsinuse.be/case-study/).

Hierna volgen eerst enkele algemene aandachtspunten bij het evalueren van de kosten en baten van Smart Building implementaties. Vervolgens wordt via voorbeelden dieper ingegaan op de kosten en baten voor enkele specifieke toepassingen.

5.1 Algemene aandachtspunten

5.1.1 Scope en doelstellingen

Bij het uitwerken van een business case is het belangrijk om van bij aanvang duidelijke, meetbare doelstellingen voorop te stellen die toelaten de baten van de investering te evalueren (zie hoofdstuk 3).

Voor opdrachtgevers die hun eerste stappen zetten in de evolutie richting Smart Buildings, kan het interessant zijn om te beginnen met een project met beperkte scope (beperkte inzet van mensen en middelen en geringe risico's die aan het project verbonden zijn). Dit om vertrouwd te geraken met de mogelijkheden van de technologie en vooral om praktijkervaring op te doen met hoe een toepassing meerwaarde kan creëren voor een organisatie en in het bijzonder voor de mensen binnen een organisatie. Het werken op kleine schaal laat ook toe dat de doelstellingen scherper gesteld kunnen worden. Eens de succesvolle implementatie van de oplossing en realisatie van de business case op kleine schaal aangetoond is, kunnen volgende stappen gezet worden naar implementaties op grotere schaal.

5.1.2 Directe en indirecte baten

Bij het evalueren van de baten kan een onderscheid gemaakt worden tussen directe baten en indirecte baten. Directe baten hebben directe, relatief eenvoudig meetbare financiële impact. Indirecte baten zijn iets moelijker te meten en manifesteren zicht typisch op langere termijn.

Voorbeelden van directe baten zijn onder andere:

- lagere energiekosten als gevolg van een efficiënter energiegebruik en betere afstemming tussen gebouw en elektriciteitsnet (bv. lagere piekbelasting, demand side management, …)
- een reductie in totaal benodigde kantoorruimte als gevolg van een efficiënter ruimtegebruik
- lagere onderhoudskosten als gevolg van een efficiënter onderhoud (bv. minder interventies en onvoorziene defecten door conditie-gebaseerd en voorspellend onderhoud, efficiëntere interventies door betere informatie en mogelijkheden tot ondersteuning op afstand, …)
- lagere waterverbruikskosten als gevolg van 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 onder andere:

- een hogere werknemersproductiviteit en welzijn van gebouwgebruikers als gevolg van een gezonde en comfortabele werkomgeving
- een hogere werknemersproductiviteit en tevredenheid van gebouwgebruikers als gevolg van minder tijdsverlies en frustraties t.g.v. gebouwgerelateerde problemen (bv. beschikbaarheid werkplekken, vergaderzalen, parkeerplaatsen, laadinfrastructuur, defecten, …)
- een hogere productiviteit en tevredenheid van onderhoudspersoneel als gevolg van minder tijdsverlies en frustraties t.g.v. een gebrek aan informatie en/of ondersteuning tijdens interventies, toegangsproblemen, …
- een beter bedrijfsimago voor de gebouweigenaar en/of huurder als gevolg van een lagere milieu-impact van het gebouw
- een vlottere instroom van nieuwe werknemers en behoud van personeel als gevolg van een aantrekkelijke werkomgeving
- efficiënter ruimtegebruik via mogelijkheden tot modulair en flexibel inzetten van ruimtes
- …

5.1.3 Langetermijnkosten

Bij het opstellen van een business case is het belangrijk om rekening te houden met zowel kosten op de korte termijn als deze op de langere termijn. De langetermijnkosten tijdens de levensduur van het gebouw (OPEX of 'Operating Expenditures': operationele uitgaven) zullen vaak hoger zijn dan de initiële investeringskosten (CAPEX of 'Capital Expenditures') en moeten dus zo goed mogelijk ingeschat worden om tot een realistische business case te komen. Ook bij het vergelijken van commerciële aanbiedingen is het belangrijk om naar de totale kost (CAPEX én OPEX) te kijken over de gewenste levensduur.

De levensduur van een gebouw is typisch langer dan die van de technische systemen die erin voorzien worden. Afhankelijk van de keuze van het technische systeem (duurzaamheid, aanpasbaarheid, ondersteuningstermijn, …) zullen er dus meerdere onderhoudsinterventies, upgrades en vervangingen noodzakelijk zijn. In het bijzonder voor softwaresystemen is dit een belangrijk aandachtspunt. De meeste software evolueert immers relatief snel en heeft vaak nood aan updates, denk bijvoorbeeld aan veiligheidsupdates of aanpassingen vereist bij versieveranderingen van onderliggende software zoals het besturingssysteem. Zeker voor software die op lokale hardware (in het gebouw) geïnstalleerd wordt (in tegenstelling tot 'cloud' oplossingen), is dit belangrijk.

Een mogelijke manier om onzekerheid over deze kosten te vermijden is om te werken met servicecontracten (**aaS: 'as a service'**) waarbij men een externe aanbieder betaalt (bv. per jaar of per maand) voor het verzekeren van (een gedeelte van) de dienstverlening en alle acties die hiervoor noodzakelijk zijn. Een voorbeeld van een aaS model op infrastructuurniveau is het gebruik van een clouddienst in plaats van serverinfrastructuur in eigen beheer. Een voorbeeld van een aaS model op

gebouwniveau is het werken met DBFM(O)[8] en EPC[9] contracten. Bij alle vormen van aaS, kunnen afspraken gemaakt worden met de aanbieder over de vereiste dienstverlening (Service Level Agreement: SLA). Het naleven van deze afspraken kan geëvalueerd worden via gekozen parameters (Key Performance Indicators: KPI's).

Praktijkcases lezen waar met het 'as a service'-model gewerkt wordt? Lees verder door te drukken op de link of door de QR-code te scannen!

Case 'De Tuilerie Diest'

Case 'Cordeel Temse'

5.1.4 Aanwezige data slim gebruiken

Bij het opstellen van een business case is het veelal verstandig rekening te houden met reeds beschikbare databronnen in het betrokken gebouw en de aanwezige systemen. Dit kan helpen 'quick wins' te identificeren (aanzienlijke winsten zonder al te grote investeringen vereisen). In de meeste gebouwen worden namelijk reeds verschillende gebouwsystemen en softwareplatformen gebruikt die grote hoeveelheden data (kunnen) genereren. Toch zijn deze data in vele gevallen nog ongebruikt, of niet beschikbaar voor gebruik in andere toepassingen. Afhankelijk van de beoogde business case, kan er met de reeds (latent) aanwezige data al veel gedaan worden. In sommige gevallen kan het zelfs niet nodig zijn om bijkomende sensoren te voorzien.

Hoewel het gebruik van de (latent) aanwezige data in het gebouw in theorie een logische en gemakkelijke piste lijkt, kan deze in praktijk soms moeilijker te realiseren zijn. Deze data zijn immers niet altijd zo eenvoudig te ontsluiten. Enerzijds moet rekening gehouden worden met technische aspecten zoals interoperabiliteit, openheid en cybersecurity (zie 4.1 en 4.2). Anderzijds spelen ook organisatorische aspecten zoals overwegingen met betrekking tot data-eigendom en privacy een belangrijke rol (zie 4.4).

[8] Het DBFM handboek van de Vlaamse Overheid definieert: "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." Bron: (Van Gestel, Van Garsse, Paquay, & Gauderis, 2019). 'O' staat voor 'Operate' (Beheer en exploitatie).

[9] Directieve 2012/27/EU definieert een EPC of energieprestatiecontract als volgt: "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 prestatiecriterium, zoals financiële besparingen"

5.1.5 Toekomstgericht investeren

Bij de voorbereiding van een investeringstraject dient de opdrachtgever zich de vraag te stellen of één of meerdere gebouwsystemen waarin wordt geïnvesteerd op termijn moet interageren met andere (gebouw)systemen. Indien dit het geval is, kan het nuttig zijn een deel van de investering te laten gaan naar het uitwerken van een toekomstbestendige en uitbreidbare basisinfrastructuur (zowel software- als hardwarematig) waarop de verschillende systemen geënt kunnen worden.

Ook over de keuze van de gebouwsystemen zelf dient goed nagedacht te worden, i.f.v. toekomstige aanpassingen en/of uitbreidingen. Het is dan ook belangrijk om de nodige tijd en aandacht te besteden aan de keuze van deze systemen en hierbij rekening te houden met de mogelijkheden die deze toekomstgewijs bieden. Voldoende aandacht voor de punten aangehaald in hoofdstuk 4 en de keuze voor systemen die modulair aanpasbaar en uitbreidbaar zijn, zal toelaten om de gedane investering zonder of met een beperkte extra kost in de toekomst verder te valoriseren via business cases die op het moment van de investering misschien nog niet geïdentificeerd zijn.

5.2 Becijferde voorbeelden

Aan de implementatie van Smart Building toepassingen zijn, naast directe baten, vaak ook (aanzienlijke) indirecte baten gekoppeld. Voor deze baten is het complex de meerwaarde te becijferen, waardoor het vaak niet eenvoudig is om concrete, met cijfers gestaafde, uitspraken te doen over financiële indicatoren zoals de ROI (Return On Interest), de TCO (Total Cost of Ownership), … van Smart Building implementaties.

In dit onderdeel geven we enkele becijferde voorbeelden van succesvolle Smart Building business cases in een aantal domeinen (niet-exhaustief), 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.

Deze voorbeelden geven we mee als illustratie van enkele specifieke gevallen en studies waar een duidelijke financiële meerwaarde bereikt kon worden en vormen zeker geen exhaustief overzicht van de mogelijke business cases die met een Smart Building gerealiseerd kunnen worden.

5.2.1 Slimme werkplek

In de whitepaper met titel 'Investeren in de slimme werkplek rendeert' (link) gaat clusterlid Spacewell 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
- De beleving van de werknemers optimaliseren

Binnen deze strategieën worden concrete pistes geschetst die gestaafd worden met literatuurbronnen. Er worden ook geschatte ROI-berekening (met cijfers) gegeven ter illustratie van het mogelijk te bereiken rendement. Aan het eind van het document worden enkele richtlijnen en formules meegegeven om het rendement in een specifieke context te berekenen.

Uiteraard is het perfect mogelijk en zelfs wenselijk om beide strategieën (optimaliseren van de ruimte én van de werkplekervaring) te combineren. De whitepaper analyseert evenwel beide dimensies apart om een heldere ROI-berekening te kunnen maken.

Dat het business model van de slimme werkplek werkt, wordt bewezen via verschillende succesverhalen, waaronder de samenwerking tussen Spacewell en Axa Belgium die bekroond werd

met de Verdantix Smart Building Innovation Award 2020[10]. Binnen dit project werden 1850 draadloze (LoRaWAN[11]) PIR[12] sensoren geplaatst onder de burelen in de Axa gebouwen om een gedetailleerde werkplekmonitoring te kunnen uitvoeren. Deze monitoring laat toe om een ratio van zes bureaus per tien werknemers te bereiken (i.p.v. 7/10 voorheen) wat in dit geval resulteert in een vloeroppervlaktebesparing van ongeveer 6.000 m². Rekenend met een jaarlijkse gebouwkost van 350 à 400 euro per m² (Brussel centrum), levert dit een besparing op van 2,1 à 2,4 miljoen euro per jaar. Hiertegenover staat een investeringskost van ongeveer 180.000 euro en een jaarlijkse abonnementskost van 25.000 euro voor de LoRaWAN connectiviteit van de sensoren.

Figuur 23: Slim werkplekbeheer kan voor directe financiële baten zorgen. Bron: Spacewell.

5.2.2 Slim energiemanagement

Slim energiemanagement kan zorgen voor een **lagere energiekost** en kan ook voor **bijkomende inkomsten** zorgen. Een lagere energiekost kan onder andere bereikt worden door:

- veranderingen in gebruikersgedrag door het bieden van inzicht in het verbruik
- beter afstellen van installaties via inzichten uit energieverbruiksdata
- slimme aansturing van verbruikers en lokale opslagcapaciteit
    - slimmer omgaan met lokaal opgewekte hernieuwbare energie
    - optimaliseren van afname op basis van dynamische tarieven
    - vermijden van piekbelasting van het elektriciteitsnet

Gebruikers van een digitale elektriciteitsmeter kunnen een contract afsluiten om vergoed te worden voor de lokaal opgewekte energie die ze injecteren in het elektriciteitsnet. Een andere mogelijk bron van inkomsten, die mogelijk wordt met slimme stuursystemen, zijn de vergoedingen die toegekend

[10] Voor meer info: zie https://spacewell.com/nl/resources/klantverhaal/axa-smart-building/
[11] Voor meer informatie: zie de publicatie 'Digitale connectiviteit in gebouwen' op https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/
[12] Passieve InfraRood: een technologie die vaak gebruikt wordt in bewegingssensoren

kunnen worden voor het in balans houden van het elektriciteitsnet. Via slim inschakelen van opwekkers (bv. WKK, batterij, …) en verbruikers (bv. elektrische productie warm water, laden elektrische voertuigen, …) kan immers bijgedragen worden aan het in balans houden van het net. Dergelijke diensten kunnen aangeboden worden aan de lokale netbeheerder door een zogenaamde Balancing Service Provider (BSP) die typisch over een portfolio van assets (installaties voor elektriciteitsproductie of gebouwinstallaties) beschikt om flexibiliteit aan te kunnen bieden. Zeker voor kleinere installaties, zal de BSP over een voldoende grote verzameling van installaties moeten beschikken om als 'aggregator' flexibiliteit aan te kunnen bieden aan de netbeheerder. Dat **business modellen gebaseerd op energieflexibiliteit** werken, bewijzen bedrijven zoals het Franse Voltalis (link), dat gebruik makende van slimme technologie, innovatieve B2C en B2B business modellen in de praktijk brengt.

Figuur 24: Laadpalen voor elektrische wagens worden een belangrijk onderdeel van een energienetwerk dat energieflexibiliteit te bieden heeft (foto: ©Philippe Van Gelooven ; genomen bij VMA Sint-Martens-Latem)

Een interessante studie waarin de waarde van energieflexibiliteit becijferd wordt, is terug te vinden in deze roadmap uitgebracht door het U.S. Departement of Energy. Hierin wordt geschat dat de cumulatieve voordelen tussen 2021 en 2040 van het gebruik van 'Grid-Interactive Efficiënt Buildings' (GEBs) in de Verenigde Staten 100 tot 200 miljard dollar kunnen bedragen.

Slim energiemanagement met het oog op reductie in energiekosten kan relatief eenvoudig toegepast worden op bestaande gebouwen. Enerzijds zijn er sensoren nodig voor het opmeten van verbruiken en eventuele bijkomende parameters zoals temperatuur en installatiespecifieke parameters. Dit kunnen ofwel bestaande sensoren zijn, die bv. aangesproken kunnen worden via een gebouwbeheersysteem, ofwel kunnen bijkomende (bv. draadloze) sensoren bijgeplaatst worden in het gebouw. Anderzijds moeten de gecapteerde data doorgestuurd, opgeslagen en verwerkt worden tot relevante inzichten via een softwaredienst. De verkregen inzichten kunnen dan gebruikt worden voor het optimaliseren van de werking van gebouwinstallaties (bv. aanpassen tijdsschema's, …) en/of het aanpassen van het gedrag van gebouwgebruikers (bv. door bewustmaking op basis van data-inzichten, …). De totale investeringskost voor dergelijke oplossingen, is voor grote bestaande gebouwen meestal 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 voorbeelden met cijfers zijn terug de vinden op de 'Case studies' pagina van het Spaanse bedrijf DEXMA (link), dat in 2020 werd overgenomen door Spacewell, lid van de cluster 'Smart Buildings in Use'.

In de Verenigde Staten werd tussen 2016 en 2020 een campagne uitgevoerd (ondersteund door het U.S. Department of Energy) waarin in 6500 gebouwen energiemanagement- en informatiesystemensystemen (EMIS: Energy Management and Information Systems) uitgetest werden. Uit de evaluatie van het programma door het Berkeley Lab in deze studie (Kramer, Lin, Curtin, Crowe, & Granderson, 2020) blijkt onder andere dat voor organisaties die EIS (Energy Information Systems: systemen voor energiemonitoring) toepasten op hun gebouwenportfolio, de mediaan jaarlijkse energiebesparing 3% bedroeg met een mediaan terugverdientijd slechts twee jaar.

Ook bij nieuwe gebouwen en bij renovaties zijn er interessante business cases voor slim energiemanagement. Zo is het mogelijk om een energieprestatiecontract (EPC) af te sluiten met een Energy Service Company (ESCO). Om de contractueel overeengekomen doelstellingen m.b.t. energie-efficiëntie te kunnen bereiken zal de ESCO in de meeste gevallen een oplossing voor slim energiemanagement implementeren. Enkele voorbeelden van succesvol uitgevoerde EPC projecten zijn terug te vinden op de website van de Europese associatie van ESCO's (eu.esco, link).

5.2.3 Slim onderhoud en beheer

Slimme gebouwen faciliteren slim onderhoud en beheer, wat op verschillende manieren kan zorgen voor lagere kosten. Zo kan conditiegebaseerd en voorspellend onderhoud (bv. op basis van AI algoritmes) zorgen voor minder interventies t.o.v. een aanpak waarin enkel systematisch (periodiek) en curatief onderhoud toegepast wordt. Bovendien kan het ook het ongemak voor eindgebruikers tot een minimum beperken (voornamelijk t.o.v. curatief onderhoud). Geconnecteerde gebouwinstallaties kunnen bovendien toelaten om het aanpassen van instellingen (bv. setpoints) vanop afstand door te voeren waardoor een interventie ter plaatse in bepaalde gevallen vermeden kan worden.

Wanneer een interventie ter plaatse wel aangewezen is, kan een slim gebouw ervoor zorgen dat deze interventie efficiënter kan verlopen. Zo kan op basis van de gebouw- en systeemdata de onderliggende oorzaak van een probleem mogelijks sneller gedetecteerd worden. Daarnaast kunnen 'wayfinding' apps en slimme toegangssystemen, onderhoudspersoneel helpen om probleemloos de te onderhouden gebouwelementen terug te vinden. Ook kan door het koppelen van relevante informatiesystemen (bv. via een Digital Twin), snel en efficiënt informatie (bv. geometrische info, datasheets, logboeken, …) opgevraagd, gevisualiseerd (bv. met behulp van 'augmented reality' of AR, zie Figuur 10 op p. 1515) en gerapporteerd worden.

Slim onderhoud kan ook een directe invloed hebben op energieverbruik en op die manier tot directe baten leiden. In de in onderdeel 5.2.2 vermelde studie van (Kramer, Lin, Curtin, Crowe, & Granderson, 2020) werden naast energiemonitoringsystemen (EIS: Energy Information Systems) ook zogenaamde 'Fault Detection and Diagnostics' (FDD) systemen met een focus op HVAC uitgetest. Dankzij de inzichten uit de data voortgebracht door deze FDD systemen konden maatregelen geïmplementeerd worden zoals het aanpassen van setpoints, het beter afstellen van regelsystemen, het vermijden van gelijktijdig verwarmen en koelen, het herstellen van defecte ventielen en sensoren, etc. Hierdoor kon een mediaan jaarlijkse energiebesparing van 9% bereikt worden en een mediaan terugverdientijd voor het FDD systeem van slechts twee jaar. Noteer dat deze terugverdientijd enkel rekening houdt met de directe baten die voortkomen uit een verhoogde energie-efficiëntie en dat geen rekening gehouden werd met andere, moeilijker becijferbare indirecte baten zoals een grotere werknemersproductiviteit door een optimaal binnenklimaat, lagere onderhoudskosten, langere levensduur van de installaties, etc.

6 Bestaande tools en labels

Er zijn op het moment van publiceren reeds tal van tools beschikbaar die hun nut kunnen hebben bij het realiseren van Smart Building projecten. Zo zijn er wetgevende kaders, technische richtlijnen, labels en certificatieprogramma's die direct of indirect aandacht besteden aan Smart Building aspecten.

Het opkomen van nieuwe tools doet vermoeden dat er een groeiende vraag is naar bijvoorbeeld labels en certificaten die toelaten om Smart Building realisaties te beoordelen en met elkaar te vergelijken. Er bestaan zowel tools die focussen op technologische aspecten (bv. opbouw digitale basisinfrastructuur) als tools die meer georiënteerd zijn naar toepassingen. Een niet-exhaustief overzicht van bestaande tools die, direct of indirect, gelinkt zijn aan Smart Buildings, is hieronder terug te vinden:

- Smart Readiness Indicator
- Ready2Services
- WiredScore en SmartScore
- Smart Building Certification
- SPIRE Smart Building Program
- ISSO-publicatie 115: Ontwerpeisen voor gebouwbeheersystemen
- WELL

Wenst u meer informatie over de verschillende tools (technische richtlijnen, labels, certificatieprogramma's, …) ? Neem dan een kijkje in onze publicatie 'Kwantificeren van de 'smartness' van gebouwen'. Deze is terug te vinden op https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/, ook bereikbaar via nevenstaande QR-code!

Praktijkcases lezen waarin de thematiek van 'Kwantificeren van de 'smartness' van gebouwen' aan bod komt? Lees verder door te drukken op de link of door de QR-code te scannen!

Case 'Galilée Brussel'

Case 'Wave Rijsel'

7 Conclusie

Via deze Praktijkgids levert de Cluster 'Smart Buildings in Use' een aantal belangrijke informatiebronnen en instrumenten aan die opdrachtgevers, eigenaars en ontwerpers kunnen ondersteunen bij het realiseren van Smart Building projecten.

Als startpunt wordt in hoofdstuk 2 een definitie van wat een Smart Building inhoudt naar voor geschoven. Deze stelt dat een Smart Building (of slim gebouw) een duurzaam en energie-efficiënt gebouw is dat dankzij een slim ontwerp, de nodige installaties en geconnecteerde systemen op een efficiënte manier gebruikt en beheerd kan worden. Bovendien laat een slim gebouw toe om de individuele gebouwgebruikers een optimaal comfort en gebruikerservaring te geven en kunnen allerhande diensten aangeboden worden aan gebouwgebruikers, gebouwbeheerders en externe partijen.

Vervolgens word in hoofdstuk 3 een stappenplan voorgesteld dat als algemeen toepasbare leidraad kan gebruikt worden bij het realiseren van een slimmer gebouw. Er worden acht stappen voorgesteld die doorlopen kunnen worden bij de realisatie van projecten gaande van een volledig nieuw gebouw tot het uitrollen van een slim systeem binnen een bestaand gebouw. Aansluitend komen er in hoofdstuk 4 enkele belangrijke aandachtspunten aan bod waarmee rekening dient gehouden te worden bij het uitwerken van Smart Building projecten.

In hoofdstuk 5 wordt dieper ingegaan op de business case van Smart Building projecten. Naast algemene aandachtpunten met betrekking tot investeringen in slimmere gebouwen, komen ook een aantal becijferde voorbeelden aan bod. Hoewel de business case vandaag nog vaak vertrekt vanuit directe (eerder gemakkelijk becijferbare) baten, kunnen business cases die vooral indirecte baten opleveren, hoewel moeilijker becijferbaar, zeker even interessant, of mogelijks nog interessanter zijn.

Tot slot wordt in hoofdstuk 6 kort ingegaan op verschillende tools die hun nut kunnen hebben bij het realiseren van Smart Building projecten. Het gaat onder andere over wetgevende kaders, labels en certificatieprogramma's die direct of indirect aandacht besteden aan Smart Building aspecten.

Ervaring opbouwen, door zelf aan de slag te gaan (bv. vertrekkende van de informatie aangereikt in deze gids) én door te leren uit Smart Building projecten van anderen, zal helpen om meer inzicht in te krijgen in concrete pistes richting succesvolle projecten.

8 Begrippenlijst

AEP	Application Enablement Platform
API	Application Programming Interface
BACS	Building Automation and control system
BAS	Building Automation System
BEMS	Building Energy Management system
BMS	Building Management System
BOS	Building Operating System
CAFM	Computer Aided Facility Management
CMMS	Computerised Maintenance Management System
EMS	Energy Management System
FMIS	Facility Management Information System
IWMS	Integrated Workplace Management System
SDK	Software Development Kit
SSMS	Safety & Security Management System

9 Bibliografie

Bellec, J. (2019, 02 25). *The Smart Building requires its own Operating System (BOS)!* Opgehaald van LinkedIn: https://www.linkedin.com/pulse/smart-building-requires-its-own-operating-system-bos-j%C3%A9r%C3%A9mie-bellec

eu.bac. (2020, november 11). *eu.bac publishes BACS Compliance Verification Checklist*. Opgehaald van eubac.org: https://eubac.org/news/eu-bac-publishes-bacs-compliance-verification-checklist/

European Parliament, C. o. (2012, 10 25). Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance. Opgehaald van https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:32012L0027

ISSO-publicatie 115 Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen. (2018, 08 01). *Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen*. ISSO. Opgehaald van https://isso.nl/publicatie/isso-publicatie-115-ontwerpeisen-gebouwbeheersystemen/2018?query=115

Kramer, H., Lin, G., Curtin, C., Crowe, E., & Granderson, J. (2020, Oktober). *Proving the Business Case for Building Analytics.* Lawrence Berkeley National Laboratory. Opgehaald van https://doi.org/10.20357/B7G022

Lawrence Berkeley National Laboratory. (2021). *A National Roadmap for Grid-Interactive Efficient Buildings.* U.S. Departement of Energy., Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. Building Technologies Office. Opgehaald van https://gebroadmap.lbl.gov/

Memoori. (2019). *Future Proofing Smart Commercial Buildings.* Opgehaald van https://memoori.com/portfolio/future-proofing-smart-commercial-buildings/

Memoori. (2020). *Occupancy Analytics & In-Building Location Based Services.*

Memoori. (2020). *The Internet of Things in Smart Commercial Buildings 2020 to 2025.* Opgeroepen op September 16, 2021, van https://memoori.com/portfolio/the-internet-of-things-in-smart-commercial-buildings-2020-to-2025/

PIANOo. (2021, 12 08). *PIANOo - Expertisecentrum Aanbesteden*. Opgehaald van https://www.pianoo.nl/nl

R2S Frame of Reference. (sd). Opgeroepen op 03 07, 2022, van Smart Buildings Alliance: https://www.smartbuildingsalliance.org/en/project/r2s-frame-of-reference

Rijkdsdienst voor Ondernemend Nederland. (2021, April 6). *Systeemeisen technische bouwsystemen - EPBD III.* Opgehaald van RVO: https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/nieuwbouw/epbd-iii/systeemeisen-technische-bouwsystemen

Van Gestel, K., Van Garsse, S., Paquay, E., & Gauderis, J. (2019). *DBFM. Handboek.* Vlaamse overheid, Departement Financiën en Begroting. Opgehaald van https://www.vlaanderen.be/publicaties/dbfm-handboek

Verbeke, S., Aerts, D., Reynders, G., Ma, Y., & Waide, P. (2020). *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.

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