Kwantificeren van de ‘smartness’ van gebouwen

Overzicht van bestaande tools

Maart 2022

SMART BUILDINGS IN USE

wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

AGENTSCHAP INNOVEREN & ONDERNEMEN

Vlaanderen
is ondernemen

Contents

Over dit document 2
1 Smart Readiness Indicator 4
2 Ready2Services 8
3 WiredScore en SmartScore 12
4 Smart Building Certification 14
5 SPIRE Smart Building Program 15
6 Verplichtingen voor gebouwbeheersystemen in EPBD 16
7 ISSO-publicatie 115: Ontwerpeisen voor gebouwbeheersystemen 18
8 WELL 20
9 Duurzaamheidslabels en -meetsystemen 21
10 Conclusie 22
11 Bibliografie 23

Over dit document

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.

Doel en inhoud

Er zijn 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. In dit document wordt een niet-exhaustief overzicht gegeven van tools en wordt een idee gegeven op welke manieren ze nuttig kunnen zijn bij het realiseren van een Smart Building project.

Uitwerking van het document

Het document 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 dit document:

- David Grillet
- Ruben Delvaeye
- Ruben Decuypere

Het document 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).

De uitwerking van dit document maakte deel uit van een opdracht tot uitwerking van een Praktijkgids Smart Buildings[1]. Dit document biedt aanvullende inzichten en informatie op de Praktijkgids.

[1] Deze publicatie is gratis te downloaden via https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/

Contact

Indien u vragen of opmerkingen heeft over dit document 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.

1 Smart Readiness Indicator

1.1 Beschrijving

1.1.1 Wat is het?

De Smart Readiness Indicator of SRI is een indicator die weergeeft in welke mate een gebouw technologisch klaar is om te interageren met de gebruikers en de externe omgeving. In de context van SRI is het hoofddoel van deze interacties om het gebouw performanter te maken (bv. op vlak van energie, gebruiksgemak, …).

Het concept van SRI werd ontwikkeld op vraag van de Europese Commissie. Het heeft zijn basis in de EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) waarbij onder andere in DIRECTIVE (EU) 2018/844 het belang van Smart Buildings voor het behalen van de klimaatdoelstellingen benadrukt wordt. De Europese Commissie heeft vervolgens een studie gefinancierd om het kader van het SRI-concept uit te werken en de rekenmethodologie te ontwikkelen. De studie werd afgerond in september 2020 en leidde uiteindelijk tot een algemene methodologie die werd vastgelegd in een gedelegeerde verordening van de Europese Commissie[2]. Deze verordening legt een algemeen kader vast dat de Europese lidstaten moeten hanteren als ze een SRI-berekening wensen in te voeren. De EU legt toepassing van de SRI bij publicatie van het rapport niet op aan de lidstaten. Lidstaten kunnen zelf kiezen of ze het al dan niet implementeren, en eventueel verplicht willen maken. Het kader laat bovendien nog heel wat vrijheden aan de lidstaten, zoals de gewichtsfactoren die aan de verschillende aspecten en functies worden toegekend alsook de samenstelling van de catalogus van functionaliteiten (‘smart ready services’) die daarbij wordt gehanteerd.

Er is in de gewesten[3] in België op het moment van publiceren nog niet beslist of men de SRI al dan niet wenst in te voeren en hoe de SRI-rekenmethode er exact zou uitzien. In afwachting kan men terugvallen op de aanpak die is voorgesteld in de SRI-studies, zonder echter de garantie dat het resultaat zal kunnen gevaloriseerd worden in België of zal overeenstemmen met de SRI-berekening zoals die in de toekomst mogelijks in België zou worden ingevoerd.

1.1.2 Hoe werkt het?

In de SRI-studie (Verbeke, Aerts, Reynders, Ma, & Waide, 2020) worden drie methodes voorgesteld voor het bepalen van een SRI-score:

- Methode A: Eenvoudige methode: online checklist, typisch voor gebouwen tot 500 m², duurt ongeveer een uur (‘quick check’) ;
- Methode B: Expert methode: analyse door expert, typisch voor niet-residentiële gebouwen, duurt een halve dag tot een dag (grondigere analyse t.o.v. methode A) ;
- Methode C: Berekening op basis van reële data uit de gebouwsystemen, voor gebouwen in gebruik. De methode vereist gebruiksdata over een langere periode (bv. een jaar). Deze methode is op het moment van publiceren nog niet verder uitgewerkt.

[2] GEDELEGEERDE VERORDENING (EU) 2020/2155 VAN DE COMMISSIE van 14 oktober 2020 tot aanvulling van Richtlijn 2010/31/EU van het Europees Parlement en de Raad door de vaststelling van een facultatieve gemeenschappelijke Unieregeling voor de waardering van de mate waarin gebouwen gereed zijn voor slimme toepassingen

[3] De SRI valt onder de bevoegdheid van de gewesten en de aanpak zou dus in theorie kunnen verschillen van gewest tot gewest in België.

De SRI beoordeelt gebouwen op hun capaciteit om drie hoofdfunctionaliteiten te vervullen:

- *The ability to maintain energy efficiency performance and operation of the building through the adaptation of energy consumption*
- *The ability to adapt its operation mode in response to the needs of the occupant*
- *The flexibility of a building's overall electricity demand in relation to the grid*

Zoals Figuur 1 toont, zijn de drie 'smart-readiness' hoofdfunctionaliteiten verder uit te diepen tot zeven impactcriteria:

Figuur 1: De drie 'smart readiness' functionaliteiten die de basis voor de SRI vormen, worden elk in een aantal impactcriteria uitgediept (zeven in totaal). Bron: (European Commission, 2021)

De SRI-methodologie is gebaseerd op toetsing van de 'smart ready services' die een gebouw heeft of zou kunnen gebruiken. Binnen het SRI-kader worden deze services gegroepeerd in negen domeinen:

- Verwarming
- Koeling
- Sanitair warm water
- Gecontroleerde ventilatie
- Verlichting
- Dynamische gebouwschil
- Elektriciteit
- Laadinfrastructuur elektrische voertuigen
- Monitoren en controle

Alle services samen vormen de zogenaamde 'service catalogue'. Elke individuele service kan geïntegreerd worden volgens verschillende graden van 'slimheid', in de SRI methodologie benoemd als zogenaamde 'functionality levels' of functionaliteitsniveaus[4]. De services en hun functionaliteitsniveau die bij de berekening van de SRI-score beschouwd worden, zijn gebaseerd op de functies die zijn gedefinieerd in de Europese norm EN 15232-1:2017 ("Energy performance of buildings - Part 1: Impact of Building Automation, Controls and Building Management - Modules M10-4,5,6,7,8,9,10").

[4] De SRI-methodologie specifieert niet hoe deze functionaliteitsniveaus te bereiken en is dus technologie-neutraal.

De SRI-methodiek laat toe een gedetailleerde score te berekenen per domein en impactcriterium. Door samenvoeging van scores, kan er een globale score per domein alsook een globale score per impactcriterium bekomen worden. De scores van de zeven impactcriteria kunnen verder samengevat worden in een score voor de drie hoofdfunctionaliteiten. Deze kunnen nogmaals verder samengevat worden, zodat een totale SRI score bekomen wordt (zie Figuur 2).

	Overall SRI score (%) + SRI class							
	%		%				%	
	Optimise energy efficiency and overall in-use performance		Adapt its operation to the needs of the occupant				Adapt to signals from the grid (energy flexibility)	
	%	%	%	%	%	%	%	
	Energy efficiency	Maintenance and fault prediction	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Information to occupants	Energy flexibility and storage	
Heating	%	%	%	%	%	%	%	%
Cooling	%	%	%	%	%	%	%	%
Domestic hot water	%	%	%	%	%	%	%	%
Ventilation	%	%	%	%	%	%	%	%
Lighting	%	%	%	%	%	%	%	%
Dynamic building envelope	%	%	%	%	%	%	%	%
Electricity	%	%				%	%	%
Electric vehicle charging		%		%		%	%	%
Monitoring and control	%	%	%	%	%	%	%	%

Figuur 2: Berekening van SRI-scores op verschillende niveaus. Bron: (European Commission, 2021)

De finale versie van het rapport van de studie die gefinancierd werd door de Europese Commissie, waarin de technische voorstellen voor de berekening van een Smart Readiness Indicator besproken worden, is online beschikbaar (volledig rapport, samenvatting).

Zoals eerder vermeld, hebben de gewesten in België op het moment van publiceren nog niet beslist of men de SRI al dan niet wenst in te voeren en hoe de SRI-rekenmethode er exact zou uitzien. Als er beslist zou worden om de SRI-berekening in te voeren, is het waarschijnlijk dat de uiteindelijke 'service catalogue' behoorlijk wat parallellen zal vertonen met de catalogus uit de reeds uitgevoerde studie. In die optiek is het zinvol om de mogelijkheden te onderzoeken om de hoogste functionaliteitsniveaus uit de norm te behalen in functie van bijvoorbeeld technologische en economische haalbaarheid.

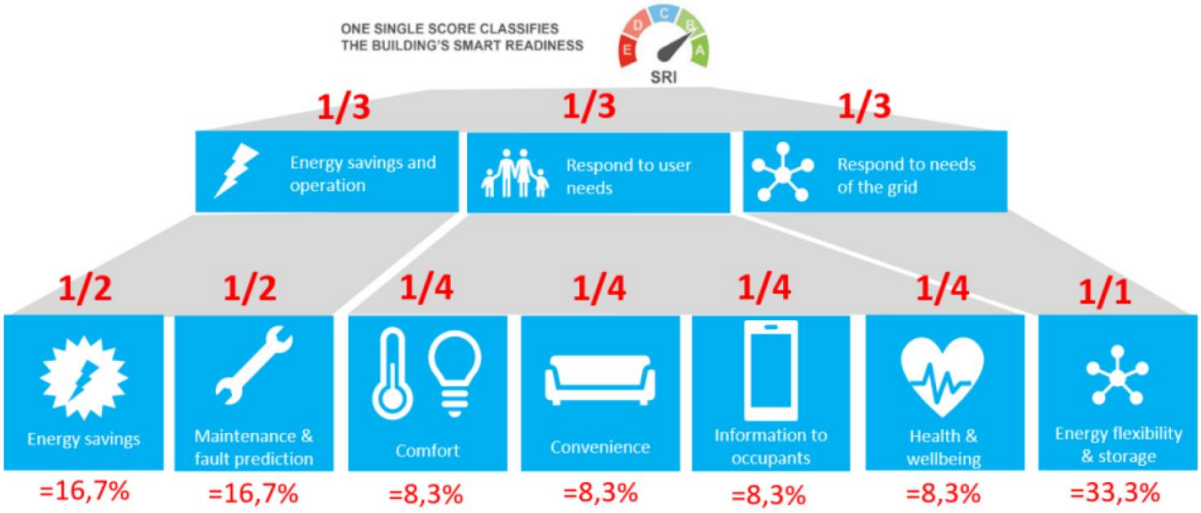
1.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

Enerzijds kan de 'service catalogue' (en de functionaliteitsniveaus per service) tijdens de concept- en ontwerpfase van een project als hulpmiddel gebruikt worden bij het identificeren van noden die door het Smart Building kunnen ingevuld worden en bij het vastleggen hoever gegaan wordt om aan deze noden te voldoen.

Anderzijds kan via berekening nagegaan worden welke SRI-score(s) een gebouw kan halen. De berekening van een score kan op verschillende niveaus gebeuren. Er kan voor elk van de impactcriteria een score worden berekend, die op zich al een beeld geeft hoe hoog een gebouw scoort voor dat deelaspect. De scores voor de zeven impactcriteria kunnen verder samengevat worden in een score voor de drie hoofdfunctionaliteiten. De scores voor deze drie hoofdfunctionaliteiten kunnen op hun

beurt samengevat worden tot een enkele SRI-score voor het gebouw. Een absolute SRI-score zegt op zich niet zoveel, maar scores voor verschillende gebouwen kunnen wel vergeleken worden (relatief) als voor elke berekening van dezelfde weegfactoren gebruik gemaakt wordt.

Zoals gezegd zijn de weegfactoren vast te leggen door de Europese lidstaten. In Figuur 3 is een voorbeeld weergegeven van hoe de scores voor de verschillende impactcriteria kunnen gewogen worden bij de berekening van de score van de hoofdfunctionaliteiten en hoe de hoofdfunctionaliteiten uiteindelijk samen de totale SRI-score kunnen bepalen (in dit geval weegt elke hoofdfunctionaliteit evenveel door in de uiteindelijke score).



Figuur 3: Voorbeeld van het aandeel van de scores voor de verschillende impactcriteria bij de berekening van de score op de hoofdfunctionaliteiten en uiteindelijk op de totale SRI-score. Bron: (Verbeke, Aerts, Reynders, Ma, & Waide, 2020)

Een totaalscore kan nuttig zijn om gebouwen van hetzelfde type met elkaar te vergelijken ('benchmarking') terwijl de meer gedetailleerde scores gebruikt kunnen worden om op zoek te gaan naar domeinen waarin verbeteringen het meest nodig of wenselijk zijn of om 'quick wins' te identificeren.

2 Ready2Services

2.1 Beschrijving

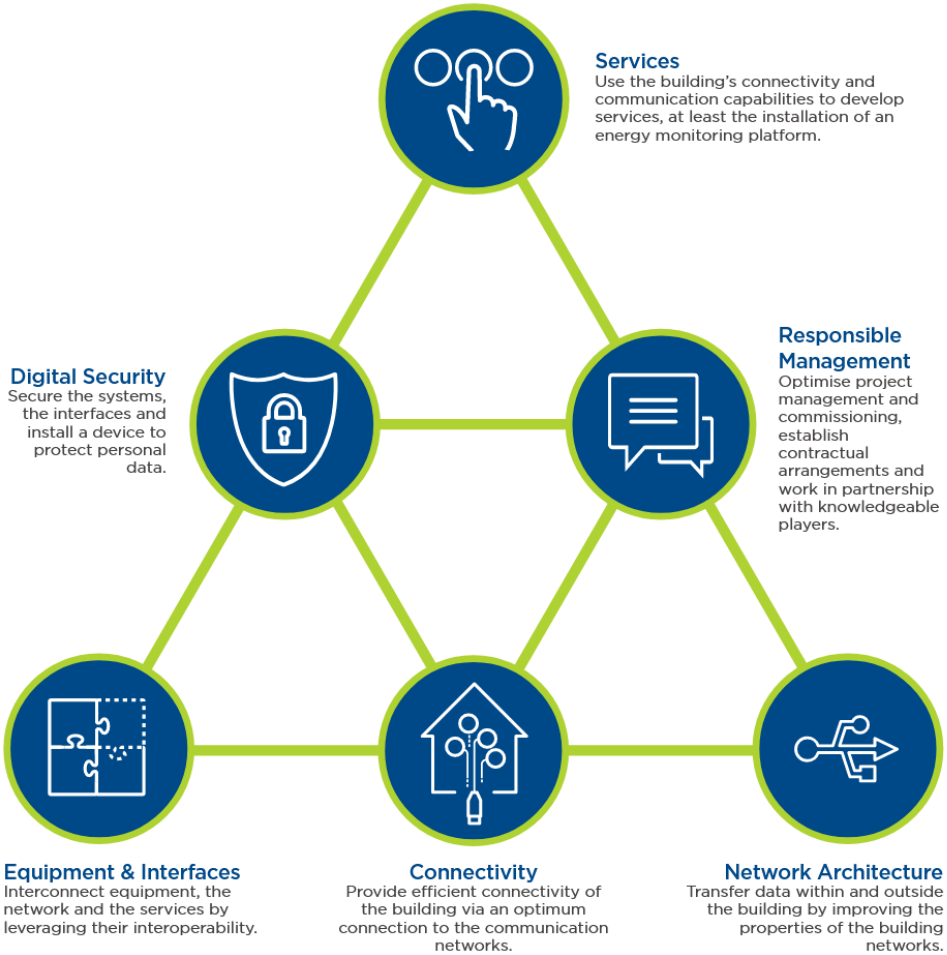
2.1.1 Wat is het?

Ready2Services of R2S is een referentieel dat zijn oorsprong vindt in Frankrijk via een samenwerking tussen de Smart Buildings Alliance (SBA), de alliantie HQE-GBC (Haute Qualité Environnementale, Green Building Council), Certivéa en Cerway[5]. Het initiële R2S-label is enkel van toepassing op niet-residentiële gebouwen, maar ondertussen is er ook een variant voor residentiële gebouwen ('R2S Residential').

Figuur 4: Ready2Services logo
Bron: (Smart Buildings Alliance, 2022)

2.1.2 Hoe werkt het?

Het R2S-label geeft een score die gebaseerd is op een aantal vereisten, verdeeld over zes thema's. Volgende thema's worden beoordeeld bij de berekening van de score voor het 'basis' R2S-label voor niet-residentiële gebouwen: connectiviteit, netwerk architectuur, toestellen en interfaces, digitale veiligheid, verantwoordelijk management en diensten (zie Figuur 5).



Figuur 5: 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. Bron: (Smart Buildings Alliance, 2022)

[5] In Frankrijk wordt het label toegekend door Certivéa, in andere landen door Cerway, de internationale tak van Certivéa. Certivéa is op haar beurt onderdeel van het Franse CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment).

De score is een weergave van de mate waarin een gebouw technologisch klaar is voor het aanbieden van slimme diensten of 'smart services'. Hierbij ligt de focus op het 'Smart Network' dat als ruggengraat van het slimme gebouw de verschillende diensten mogelijk maakt. De vereisten zijn grotendeels technisch, maar er wordt ook aandacht besteed aan andere belangrijke aspecten zoals de uitbating van het systeem en het beheer van de datastromen. De score die uit de berekening volgt, gelegen tussen 0% en 100%, wordt vertaald in een rangschikking gebruik makend van sterren (0 tot en met 3 sterren, zie Figuur 6). Om het label te krijgen, moet je minstens aan het basisniveau voldoen. Dat wil zeggen dat je aan alle basisvoorwaarden moet voldoen en minstens 20% van de punten moet halen.

Figuur 6: De totale score, gelegen tussen 0% en 100%, wordt vertaald in een rangschikking gebruik makend van sterren (0 tot en met 3 sterren). Bron: (Smart Buildings Alliance ; Certivea, 2022)

Binnen het R2S-raamwerk worden drie onafhankelijke lagen gedefinieerd:

- Applicatielaag: diensten ('services')
- Communicatielaag: 'Smart Network'
- Hardware laag: ecosystemen van toestellen

Het definiëren van de onafhankelijke lagen biedt het gebouw grote flexibiliteit en schaalbaarheid.

Een basisvoorwaarde voor het kunnen toekennen van het R2S-label is de aanwezigheid van een zogenaamd 'Smart Network'. Dit is een Ethernet/IP gebaseerd netwerk binnen het gebouw dat als volgt gedefinieerd wordt:

> *"The "Smart Network" is the unifying network of an R2S building, service oriented (SOA) and using the IP protocol. It is secured and exclusively uses the Ethernet standard on the local network and the Internet standard from the exterior of the building. The hardware ecosystems, whatever their protocol, communicate on the Smart Network using APIs or web services exposed on the Smart Network and on the World Wide Web."*

Er wordt dus vereist dat de verschillende gebouwsystemen op applicatielaag niveau (API, web services) kunnen communiceren. API staat voor 'Application Programming Interface' en is een manier om softwarecomponenten met elkaar te laten communiceren. Het 'Smart Network' kan een afzonderlijk fysiek netwerk zijn of kan gebruik maken van een reeds bestaande IT-infrastructuur. Typisch zal met VLAN's ('Virtual LAN') gewerkt worden voor de verschillende systemen die van het 'Smart Network' gebruik maken. Door het definiëren van routeringsregels tussen deze VLAN's ('inter-VLAN routing') kunnen de verschillende systemen met elkaar communiceren. VLAN's laten ook toe om het 'Smart Network' logisch gescheiden te houden van andere netwerken op dezelfde fysieke infrastructuur, zoals bijvoorbeeld netwerken gebruikt door de gebouwgebruikers. Systemen die niet gebaseerd zijn op Ethernet/IP (bv. KNX of Bluetooth) kunnen op het 'Smart Network' aangesloten worden via een gateway[6].

[6] In de R2S-specificatie wordt opgelegd dat binnen deze systemen de geldende standaarden moeten gerespecteerd worden.

Het 'basis' R2S-label wordt in de markt gezet als een eerste stap om gebouwen meer 'smart ready' te kunnen maken. De focus ligt op het bouwen van een 'Smart Network', om een vlotte en veilige interoperabiliteit tussen de verschillende systemen binnen het gebouw toe te laten. Het 'Smart Network' vormt de basisinfrastructuur ('backbone') die het mogelijk maakt om allerhande diensten te kunnen implementeren. Afgezien van energiemonitoring, wat gezien wordt als een must-have voor alle gebouwen, vermeldt de 'basis' R2S-specificatie voor niet-residentiële gebouwen geen specifieke diensten.

Via extensies van het R2S-label kan wel dieper ingegaan worden op specifieke diensten. Op het moment van publiceren zijn de 4GRIDS en 4MOBILITY extensie reeds beschikbaar. De 4GRIDS-extensie (link) legt de focus op diensten rond energiebeheer, terwijl de 4MOBILITY extensie (link) dieper ingaat op laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen. In de toekomst zouden er nog bijkomende extensies gepubliceerd worden (zie Figuur 7). Tot slot is het relevant om te vermelden dat er ook reeds een referentiekader 'R2S Connect' gepubliceerd werd (link). R2S Connect is bedoeld als kader voor het specificeren van de gebruikte API's binnen een gebouw.

Figuur 7: Voorstelling van R2S met tal van mogelijke extensies. Op het moment van publiceren zijn de 4GRIDS en 4MOBILITY extensie reeds beschikbaar. Bron: (Smart Buildings Alliance ; Certivea, 2022)

Er wordt een update van de 'basis' R2S-specificatie verwacht, waarin de ervaringen uit de eerste jaren van toepassing van het label zullen verwerkt zitten. Een van de aanpassingen die verwacht worden, is de uitbreiding van het hoofdstuk rond 'diensten'.

2.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

Hoewel de adoptiegraad van R2S als label in België vooralsnog beperkt is, kan een bouwheer of gebouwbeheerder uiteraard beslissen om het referentieel toe te passen op zijn/haar gebouwen, zodat deze een 'Ready2Services' score hebben. Dit kan een zekere meerwaarde voor het gebouw creëren.

Ook zonder R2S effectief toe te passen op een gebouw kan het referentieel waardevol zijn bij het realiseren van een Smart Building. De criteria die gebruikt worden voor de berekening van de R2S-scores kunnen gebruikt worden als inspiratiebron bij het identificeren en invullen van noden en het vertalen ervan naar technische vereisten. Het 'basis' R2S label werkt met een uitgebreide lijst van vereisten binnen de zes thema's weergegeven in Figuur 5. De thema's en de onderliggende vereisten binnen het 'basis' R2S label focussen op de infrastructuur ('Smart Network') om slimme diensten op te kunnen enten. Voor vereisten m.b.t. specifieke functionaliteit zoals energiebeheer en laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen kunnen de extensies van het R2S-label gebruikt worden.

3 WiredScore en SmartScore

3.1 Beschrijving

3.1.1 Wat is het?

WiredScore (website) is een organisatie die gelijknamige certificaten uitreikt voor gebouwen. Zoals de naam doet vermoeden, beoordeelt de WiredScore certificatie voornamelijk digitale connectiviteit, maar ook meer algemeen de digitale infrastructuur en technologische capaciteit van een gebouw.

WiredScore ontstond in 2013 New York (Verenigde Staten) en heeft ondertussen kantoren in Europa (UK, Duitsland, Frankrijk, …) en Australië. Sinds april 2021 biedt de WiredScore organisatie ook een SmartScore certificatie aan (website). Met deze certificatie wil de organisatie duidelijkheid bieden over wat een slim gebouw is, richtlijnen geven hoe dit te bereiken, en tot slot ook bewijs bieden van de waardeverhoging door het 'smart' maken van een gebouw.

3.1.2 Hoe werkt het?

Voor de WiredScore certificatie wordt er onderscheid gemaakt tussen WiredScore Office en WiredScore Home.

WiredScore Office voorziet in certificatie voor kantoorgebouwen. De score is gebaseerd op volgende criteria:

- 'Resilience': beschikbaarheid en betrouwbaarheid van breedband internet via glasvezel
- 'Mobile': de kwaliteit van de mobiele dekking
- 'User experience': de kwaliteit van de digitale connectiviteit voor eindgebruikers
- 'Future readiness': flexibiliteit en aanpasbaarheid van de digitale infrastructuur
- 'Choice of providers': de beschikbaarheid van meerdere providers voor breedband internet

WiredScore Home voorziet in certificatie voor residentiële gebouwen voor de huurmarkt. De score is gebaseerd op volgende criteria:

- 'Masterplanning': hoe connectiviteit naar het gebouw gebracht wordt
- 'Services': diensten die ter beschikking gesteld worden van de huurders
- 'Innovation': de mate waarin digitale connectiviteit en slimme technologie gebruikt wordt om de gebruikerservaring en efficiëntie van het gebouw te verbeteren
- 'Infrastructure': flexibiliteit en aanpasbaarheid van de fysieke digitale infrastructuur
- 'Monitoring': beheer van netwerkprestaties en gebruikersfeedback

De **SmartScore** certificatie is gebaseerd op volgende criteria, opgedeeld in een 'outcome' gebaseerde en een technische categorie:

- 'User functionality'
    - 'Individual and collaborative productivity'
    - 'Health and wellbeing'
    - 'Sustainability'
    - 'Communities and services'
    - 'Maintenance and operations'
    - 'Safety and security'

- 'Technological foundations'
    - 'Tenant digital connectivity'
    - 'Building systems'
    - 'Landlord integration network'
    - 'Governance'
    - 'Cybersecurity'
    - 'Data sharing'

Toegang tot de zogenaamde 'SmartScore certification Scorecard', die meer informatie geeft over de verschillende criteria, kan aangevraagd worden via deze link.

3.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

Bij de **WiredScore** certificatie ligt de focus op de infrastructuur voor **digitale connectiviteit**, en de kwaliteit van deze connectiviteit zoals ervaren door de eindgebruikers. De gebruikte criteria en methodes kunnen een inspiratiebron zijn om bij het definiëren van de functionele en technische vereisten voor een Smart Building, zo goed mogelijk de relevante aspecten m.b.t. infrastructuur voor digitale connectiviteit mee te nemen.

De WiredScore certificatie werd reeds veelvuldig toegepast, zowel in Noord-Amerika, Australië als Europa. In Europa zijn er tal van gecertificeerde gebouwen in Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Ierland. Ook in Nederland zijn er reeds een aantal gecertificeerde gebouwen. Het aantal toepassingen in België is op het moment van publiceren nog beperkt.

Bij **SmartScore** certificatie ligt de focus op de **beleving van de eindgebruikers** ('Smart User Stories') en dit op gebieden zoals comfort, productiviteit en gebruiksgemak. De hierbij gebruikte criteria kunnen een inspiratiebron zijn bij de aanvang van een project, om de noden en functionele wensen zo goed mogelijk te definiëren. Er wordt binnen de SmartScore certificatie daarnaast ook gekeken naar de achterliggende technologie die nodig is om deze beleving te kunnen realiseren. Deze technologische criteria kunnen dan bijvoorbeeld gebruikt worden als ondersteuning bij de verdere vertaling naar technische eisen bij het opmaken van een bestek.

Op het moment van lancering van de certificatie werd aangekondigd dat het reeds op 70 gebouwen zou toegepast worden. Het valt te verwachten dat het gebruik van SmartScore eerst zal toenemen in landen waar WiredScore reeds voet aan grond heeft.

In tegenstelling tot bij 'Smart Readiness Indicator' (SRI) en 'Ready2Services' (R2S), zijn de criteria en de gebruikte methodologie voor de berekening van de WiredScore en SmartScore niet tot op het diepste detailniveau publiek toegankelijk.

Net als voor andere certificaten die in dit document aan bod komen, kan het behalen van een WiredScore of SmartScore certificaat een meerwaarde bieden aan het gebouw. De certificaten van WiredScore kunnen onder andere interessant zijn voor projectontwikkelaars, bijvoorbeeld bij het verhuren van kantoorgebouwen of residentiële gebouwen. Voor huurder en eindgebruiker van het gebouw, vormt een certificaat een kwaliteitsgarantie, zowel op gebied van aanwezige functionaliteit als op gebied van mogelijkheden tot uitbreidingen of aanpassingen in de toekomst.

4 Smart Building Certification

4.1 Beschrijving

4.1.1 Wat is het?

Smart Building Certification (SBC, website) is een Nederlandse organisatie, opgericht in februari 2020, die gelijknamige certificaten uitreikt. Op het moment van publiceren worden twee types certificaten aangeboden. De 'Core & Shell' certificatie focust op de technische infrastructuur en de mogelijkheden die deze kan bieden. De 'In Operation' certificatie focust op hoe deze infrastructuur gebruikt wordt om Smart Building functionaliteit te bieden. Deze laatste certificatie is logischerwijs enkel mogelijk voor gebouwen in de gebruiksfase terwijl de 'Core & Shell' certificatie wel tijdens de bouwfase kan bereikt worden.

4.1.2 Hoe werkt het?

De certificatie bestaat uit een proces waarbij het Smart Building project beoordeeld wordt door drie onafhankelijke experts/assessoren ('peer review' principe). In het kader van de certificatie kan ook advies gegeven worden rond mogelijke verbeteringen. Voor de beoordeling wordt nagegaan in welke mate technologie aanwezig is en gebruikt wordt op de volgende gebieden:

- 'Building Usage'
- 'Building Performance'
- 'Building Environment'
- 'Health, Safety, and Security'
- 'User Behavior and Collaboration'
- 'Integrative Design and Connectivity'

Voor deze deelthema's wordt een score ('Platinum', 'Gold', 'Silver' of 'Bronze') gegeven die verder samengevat wordt in één totale score voor het gebouw. Bovenop de certificatieactiviteiten biedt SBC diensten aan om organisaties te ondersteunen bij het realiseren van Smart Building projecten (bv. via online workshops). Ook wil SBC de verschillende spelers binnen het Smart Building ecosysteem dichter bij elkaar brengen. Dit doen ze onder ander via het organiseren van events, partner matching en het in de spotlight zetten van goede voorbeelden in de vorm van casestudy's. Smart Building Certification werkt met verschillende research- en industriepartners. Bij deze laatste zijn zowel grote ('corporate') bedrijven als kleine bedrijven ('startup/scaleup') vertegenwoordigd en dit binnen diverse disciplines gaande van projectfinanciering tot proptech.

4.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

De gebruikte beoordelingsgebieden en casestudy's kunnen een interessante inspiratiebron zijn bij het definiëren en voorschrijven van Smart Building projecten. Bijkomende dienstverlening vanuit SBC kan helpen bij het definiëren van de projectdoelstellingen en te nemen stappen in een vroeg stadium. Ook het partnernetwerk van SBC kan interessant zijn om inspiratie op te doen en eventuele samenwerkingen vorm te geven. Net zoals bij WiredScore/SmartScore zijn de criteria en de gebruikte methodologie voor de berekening van de score niet tot op het diepste detailniveau publiek toegankelijk.

5 SPIRE Smart Building Program

5.1 Beschrijving

5.1.1 Wat is het?

Het SPIRE Smart Building Program (website) werd opgestart in 2020 in de Verenigde Staten door de Telecommunications Industry Association (TIA) en UL. TIA (website) is een associatie die aanbieders van informatie- en communicatietechnologie verenigt en die ook (ICT) standaarden ontwikkelt. UL (website, vroeger: Underwriters Laboratories) is een organisatie gespecialiseerd in veiligheid die eveneens standaarden ontwikkeld, zoals bv. veiligheidsstandaarden en standaarden voor elektronische producten.

5.1.2 Hoe werkt het?

Het programma voorziet een online zelfevaluatie ('self-assesment') tool waarmee de technologie en prestaties van een slim gebouw kunnen beoordeeld worden. Voor deze beoordeling wordt met criteria binnen de volgende domeinen gewerkt:

- 'Power and Energy'
- 'Health and Wellbeing'
- 'Life and Property Safety'
- 'Connectivity'
- 'Cybersecurity'
- 'Sustainability'

Naast de online tool voor zelfevaluatie kan er ook voor een 'Verified Assessment and Rating' gekozen worden. Deze evaluatie wordt uitgevoerd door een auditeur en biedt de mogelijkheid om een 'Verified Mark' certificaat te behalen. Op het moment van publiceren is er ook sprake van een benchmarking mogelijkheid in de toekomst. Hiermee zouden gebouwen dan met elkaar vergeleken kunnen worden op basis van geanonimiseerde data verzameld via het programma. De focus van het programma lijkt te liggen op niet-residentiële gebouwen[7].

5.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

De online zelfevaluatietool kan gebruikt worden om relatief snel en eenvoudig inzicht te krijgen in de prestaties van een gebouw binnen de vooropgestelde thema's. De verworven inzichten kunnen dan gebruikt worden om beter onderbouwde beslissingen te nemen om een gebouw te verbeteren op verschillende domeinen (bv. gebouwbeheer, energieverbruik, …) via het voorschrijven van geschikte oplossingen. Net als bij WiredScore/SmartScore en SBC, zijn de criteria en de gebruikte methodologie voor de berekening van de score niet tot op het diepste detailniveau publiek toegankelijk.

[7] Op de website worden volgende gebouwtypes vermeld: 'Commercial', 'Institutional', 'Industrial', 'Retail and Hospitality', 'Medical' en 'Public Venues'

6 Verplichtingen voor gebouwbeheersystemen in EPBD

6.1 Beschrijving

6.1.1 Wat is het?

De richtlijn[8] tot wijziging van de Europese EPBD (Energy Performance of Buildings Directive[9]) specifieert (in artikel 14 en 15, lid 4) volgende vereisten m.b.t. systemen voor gebouwautomatisering- en controle in grote niet-residentiële gebouwen:

> *"De lidstaten stellen de voorschriften vast om ervoor te zorgen dat, voor zover dat technisch en economisch haalbaar is, niet voor bewoning bestemde gebouwen met*
>
> - *[artikel 14] verwarmingssystemen of met gecombineerde ruimteverwarmings- en ventilatiesystemen*
> - *[artikel 15] airconditioningsystemen of gecombineerde airconditioning- en ventilatiesystemen*
>
> *met een nominaal vermogen van meer dan 290 kW, vóór het einde van 2025 met systemen voor gebouwautomatisering en -controle zijn uitgerust.*
>
> *De systemen voor gebouwautomatisering en -controle kunnen:*
>
> *a) het energieverbruik permanent controleren, bijhouden, analyseren en de bijsturing ervan mogelijk maken;*
> *b) de energie-efficiëntie van het gebouw toetsen, rendementsverliezen van technische bouwsystemen opsporen, en de persoon die verantwoordelijk is voor het beheer van de voorzieningen of technische installaties informeren over mogelijkheden om de energie-efficiëntie te verbeteren, en*
> *c) communicatie met verbonden technische bouwsystemen en andere apparaten in het gebouw mogelijk maken, en interoperabel zijn met technische bouwsystemen van verschillende soorten eigendomstechnologieën, toestellen en fabrikanten."*

Hetzelfde document definieert een systeem voor gebouwautomatisering en -controle als volgt:

> *"een systeem dat alle producten, software en technische diensten omvat die het energie-efficiënt, zuinig en veilig functioneren van technische bouwsystemen kunnen ondersteunen door middel van automatische controles en het vergemakkelijken van het handmatig beheer van die technische bouwsystemen"*.

Deze definitie sluit dus goed aan bij deze van een gebouwbeheersysteem (GBS). In de Engelstalige versie van de richtlijn hanteert men de term 'Building Automation and Control System' (BACS).

De Europese directieve is een richtlijn. Het is geen wetgeving die wordt opgelegd aan burgers, maar verplicht lidstaten tot omzetting in een eigen nationale (voor België gewestelijke) regelgeving. De omschrijving van wat een BACS moet kunnen in het kader van artikel 14 en 15, is voor interpretatie vatbaar en moet bij de omzetting door de individuele lidstaten verder vertaald worden in meer concrete voorschriften. In een aanbeveling10 suggereert de commissie dat de lidstaten bijvoorbeeld gebruik kunnen maken van de BAC efficiëntieklassen die beschreven worden in de Europese norm EN 15232-1:2017 ("Energy performance of buildings - Part 1: Impact of Building Automation, Controls and

[8] Richtlijn (EU) 2018/844 van het Europees Parlement en de Raad van 30 mei 2018 tot wijziging van Richtlijn 2010/31/EU betreffende de energieprestatie van gebouwen en Richtlijn 2012/27/EU betreffende energie-efficiëntie

[9] Eveneens de aanleiding voor het uitwerken van de Smart Readiness Indicator, zie hoofdstuk 2.

[10] AANBEVELING VAN DE COMMISSIE (EU) 2019/1019 van 7 juni 2019 betreffende de modernisering van gebouwen

Building Management - Modules M10-4,5,6,7,8,9,10"). Het is voor de gewesten in België nog wachten op publicatie van de wetgeving om te weten hoe de omzetting van de betreffende artikels er precies uitziet of zal uitzien.

De European Building Automation and Controls Association (eu.bac) vertegenwoordigt enkele grote fabrikanten van producten en systemen voor domotica en gebouwautomatisering. De organisatie heeft diverse documenten gepubliceerd om de implementatie van de voor hen relevante EPBD richtlijnen te ondersteunen. Een van deze documenten is de 'BACS Compliance Verification Checklist' (link) waarin de randvoorwaarden en vereisten voor BACS in bovenstaande artikels uit de EPBD richtlijn worden vertaald in een reeks concrete ja/nee vragen zoals "Does BACS have the possibility potential to set and modify setpoints for HVAC-related systems / devices?". Op die manier wil eu.bac een tool aanreiken om op een eenvoudige manier te kunnen bepalen of een gebouw binnen de scope van de richtlijn valt, en zo ja, of het gebouw aan de vooropgestelde vereisten voldoet. Deze tool kan in sommige gevallen de juiste richting aangeven, maar is geen garantie dat een BACS zal voldoen aan de regelgeving die uiteindelijk van kracht zal worden in een desbetreffende lidstaat. In Nederland werd een gelijkaardige checklist opgesteld door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (link).

6.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

Uiteindelijk zullen de voorschriften uitgebracht door de individuele lidstaten bepalend zijn, maar in afwachting van deze voorschriften kan al getracht worden om op basis van de beschikbare informatie zo goed mogelijk rekening te houden met de directieve bij het voorschrijven van de gebouwbeheersystemen in grote (>= 290 kW thermisch vermogen) niet-residentiële gebouwen. De algemene omschrijving van de BACS vereisten in de EPBD richtlijn kan als eerste benadering gebruikt worden. Ook de 'BACS Compliance Verification Checklist' voorzien door eu.bac en de checklijst beschikbaar gesteld door RVO kunnen eventueel als bijkomende leidraad worden gehanteerd.

Los van het regelgevend aspect en de daaraan verbonden verplichtingen, zijn de in de richtlijn vooropgestelde vereisten inhoudelijk natuurlijk ook een zeer relevante inspiratiebron bij het voorschrijven van (gebouwbeheersystemen binnen) een Smart Building. Gezien de oorsprong van de richtlijn ligt de focus op het aspect energie-efficiëntie, maar er wordt bijvoorbeeld ook uitdrukkelijk aandacht gevestigd op de rol die een BACS kan spelen op vlak van interoperabiliteit, wat een belangrijk aandachtspunt is binnen slimme gebouwen. Ook voor kleinere (<290 kW) niet-residentiële gebouwen en residentiële gebouwen kunnen de richtlijn en de checklijsten een interessante inspiratiebron zijn.

Merk trouwens op dat de Directieve in artikels 14 en 15, lid 5 de opening laat om ook voor residentiële gebouwen gelijkaardige eisen op te leggen (de lidstaten moeten het niet doen, maar mogen wel). Bovendien legt de Directieve ook aan de lidstaten op om een verplichte regelmatige inspectie en keuring van verwarmings- en koelinstallaties van meer dan 70 kW op te leggen, maar is het tegelijk toegelaten om desgewenst (d.w.z. indien de lidstaat die uitzondering wenst in te voeren in zijn regelgeving) die verplichte inspectie te vervangen door een adequaat[11] gebouwbeheersysteem. Ook in die zin kan het mogelijk lonend zijn om een regelsysteem te voorzien dat zo sterk mogelijk overeenstemt met wat in de EPBD wordt beoogd.

[11] Voor niet-residentiële gebouwen betreft dit een systeem dat voldoet aan bovenstaande beschrijving uit lid 4. Voor residentiële gebouwen worden volgende eigenschappen beschreven in lid 5 van artikels 14 en 15:
"Uitgerust zijn met:

a) de functie van permanent elektronisch toezicht waarmee het rendement van de systemen wordt gemeten en de eigenaren of beheerders van het gebouw worden geïnformeerd wanneer het rendement aanzienlijk is gedaald en wanneer onderhoud aan het systeem noodzakelijk is, en

b) doeltreffende controlefuncties om optimale energieopwekking, -distributie, -opslag en optimaal energieverbruik te waarborgen."

7 ISSO-publicatie 115: Ontwerpeisen voor gebouwbeheersystemen

7.1 Beschrijving

7.1.1 Wat is het?

ISSO is een Nederlandse organisatie die kennis ontwikkelt en verspreidt voor bouw- en installatieprofessionals. Ze brengt onder andere publicaties uit op thema's relevant voor bouwbedrijven en installateurs. Publicatie 115 (link) gaat over gebouwbeheersystemen en werd uitgebracht in 2018 (op het moment van publiceren wordt gewerkt aan een update) in samenwerking met de expertgroep 'Gebouwautomatisering en beheer' van organisatie TVVL, eveneens een Nederlandse kennisorganisatie, die zich focust op installatietechniek.

7.1.2 Hoe werkt het?

In ISSO-publicatie 115 worden tools aangereikt om een programma van eisen (PvE) op te stellen voor gebouwbeheersystemen. Er wordt vertrokken vanuit een aantal type-gebruikers van een gebouwbeheersysteem (GBS), de zogenaamde persona's:

- Eigenaar en Facilitair Manager
- Beheerder
- Ruimtegebruiker
- Technicus

Figuur 8: User persona's (generieke indeling), gedefinieerd binnen de Nederlandse ISSO-publicatie 115, die specifiek focust op 'Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen'. Bron: (ISSO, 2022)

Daarnaast wordt gewerkt met drie mogelijke uitrustingsniveaus voor het gebouwbeheersysteem (hoog, goed, voldoende). Er wordt een 'quickscan' vragenlijst ter beschikking gesteld, waarmee via een aantal ja/nee- en meerkeuzevragen een score kan berekend worden om het uitrustingsniveau te bepalen.

Het grootste deel van de publicatie bestaat uit een opsomming van eisen op verschillende onderwerpen. Voor elke eis worden drie mogelijke invullingen gegeven naargelang het gewenste uitrustingsniveau. Bij de verschillende onderwerpen wordt ook telkens aangegeven voor welke persona's en tijdens welke bouwfase (bv. ontwerpfase) deze van belang zijn.

7.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

Tijdens de preliminaire fase van een Smart Building project, kan de publicatie dienen als algemene informatiebron, bijvoorbeeld voor personen die minder vertrouwd zijn met gebouwbeheersystemen. Daarnaast kan de publicatie een inspiratiebron zijn om belangrijke elementen te identificeren en eventueel bijkomende informatie in te winnen bij relevante organisaties.

In verdere fases kan als eerste stap de 'quickscan' vragenlijst ingezet worden om een zicht te krijgen op de functionele wensen. Daarna kunnen de daaropvolgende hoofdstukken uit de publicatie gebruikt worden om te komen tot een programma van eisen voor het gebouwbeheersysteem. In de publicatie wordt een redelijk omvangrijk aantal onderwerpen behandeld gaande van 'Wet- en regelgeving' (in Nederland) tot 'Het leggen van de basis voor data-analyse' waardoor als resultaat een redelijk gedetailleerd overzicht van functionele en technische eisen kan bekomen worden als input voor de aanbestedingsfase.

8 WELL

8.1 Beschrijving

8.1.1 Wat is het?

De initiële WELL Building Standard werd uitgebracht in 2014 op initiatief van het Amerikaanse privébedrijf Delos Living. Op het moment van publiceren is de meeste recent versie van de standaard WELL v2 en wordt deze beheerd door de International WELL Building Institute (IWBI), een Amerikaanse 'Public Benefit Corporation', wat betekent dat het een bedrijf is dat naast de traditionele financiële doelstellingen ook maatschappelijke doelstellingen nastreeft. WELL certificatie kan bekomen worden via IWBI (website) of via Green Business Certification Inc. (GCBI), de organisatie die eveneens LEED certificatie voorziet.

De WELL gebouwstandaard is gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek dat de relatie tussen gezondheid/welzijn van gebouwgebruikers en de gebouwen zelf bekijkt. De WELL standaard focust dan ook op aspecten die de gezondheid en/of het welzijn van gebruikers van een gebouw kunnen beïnvloeden (bv. licht- en luchtkwaliteit etc.).

8.1.2 Hoe werkt het?

WELL certificatie wordt uitgevoerd op basis van de voorziene documentatie en een auditbezoek ter plaatse. De uitkomst van het certificaat is een score die samengevat wordt als brons, zilver, goud of platinum. De thema's waar rekening mee gehouden wordt bij de berekening van de score zijn:

- Lucht ('Air')
- Water ('Water')
- Voeding ('Nourishment')
- Licht ('Light')
- Beweging ('Movement')
- Thermisch comfort ('Thermal Comfort')
- Geluid ('Sound')
- Materialen ('Materials')
- Geest ('Mind')
- Gemeenschap ('Community')

8.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

Indien WELL certificatie tot de scope van een project behoort, is het belangrijk om de nodige monitoring te voorzien van de parameters die aan bod komen bij het bepalen van de WELL score. Zo is het bij het thema 'lucht' nodig om bepaalde parameters te monitoren (bv. luchtvochtigheid, CO_2, vluchtige organische stoffen, radon, etc.) en dienen hiervoor dus de nodige sensoren voorzien te worden. Deze aspecten kunnen eveneens een invloed hebben op de keuze en het ontwerp van HVAC-systemen (bv. filterwerking, ventilatiedebieten). Bij de thema's 'water' en 'licht' kunnen extra punten bekomen worden via het implementeren van slimme sensortoepassingen. Andere thema's hebben minder directe raakpunten met Smart Building functionaliteit, maar ook voor die thema's kunnen Smart Building toepassingen bijdragen aan het bereiken van de WELL doelstellingen. Zo kan een systeem voor werkplekmonitoring bijvoorbeeld bijdragen aan het goed evalueren van de werkomgeving op gebied van mogelijkheid tot gefocust werken, als onderdeel van het thema 'geest'.

Veel van de aspecten die aan bod komen in WELL zijn ook aanwezig in duurzaamheidslabels en -meetsystemen zoals BREEAM en GRO. Zelfs al behoort het behalen van een WELL certificatie of een duurzaamheidslabel niet tot de initiële scope van het project, gezondheid en het welzijn van de gebouwgebruikers zijn hoe dan ook belangrijke invalshoeken om rekening mee te houden bij het opstellen van de vereisten voor een Smart Building.

9 Duurzaamheidslabels en -meetsystemen

9.1 Beschrijving

Er bestaan talrijke labels en systemen om de duurzaamheid van gebouwen de meten. Enkele veelgebruikte labels en meetsystemen zijn:

- BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
- LEED: Leadership in Energy and Environmental Design
- HQE: Haute Qualité Environnementale
- GRO: handleiding duurzame bouwprojecten Vlaamse Overheid
- DGNB: Deutsche Geselsschaft für Nachhaltiges Bauen

9.2 Welke rol kan het spelen in het realiseren van Smart Buildings?

Deze labels of systemen focussen op integrale gebouwduurzaamheid, een thema dat onlosmakelijk verbonden is met het realiseren van Smart Buildings. Denk bijvoorbeeld aan efficiënt gebruik van energie en water. Daarnaast kunnen slimme gebouwsystemen ook bijdragen aan een duurzaam gebouwbeheer (bv. door het toepassen van conditie-gebaseerd onderhoud) en het beïnvloeden van gebruikersgedrag richting meer duurzaamheid (bv. inzicht geven in verbruik en geven van tips via infopanelen). Ook kunnen monitoringsystemen bijdragen aan het beperken van irreversibele materiaalschade (bv. bij een waterlek) of impact op gezondheid en leefmilieu (bv. bij een brandstof- of koelgaslek).

Labels zoals BREEAM stellen specifieke eisen m.b.t. gezondheid en ‘wellbeing’, beheer (bv. ‘commissioning’), monitoring van waterverbruik, waterlekdetectie, energieverbruik en koelgaslekdetectie. Indien het behalen van een duurzaamheidslabel tot de scope van het project behoort, dient hier dus mogelijks rekening mee gehouden te worden bij voorschrijven en het ontwerp van het slimme gebouw. Ook als een duurzaamheidslabel initieel niet tot de doelstellingen behoort, is het aangeraden om duurzaamheidsaspecten mee te nemen als invalshoek bij het voorschrijven en realiseren van Smart Buildings. Op die manier is het gebouw toekomstbestendig en zal het automatisch hoger scoren bij een latere (al dan niet vrijwillige) duurzaamheidsevaluatie of certificatie.

10 Conclusie

Er is een onmiskenbare evolutie richting duurzamere en energie-efficiëntere gebouwen waarin de gebouwgebruikers centraal staan. De evolutie naar Smart Buildings – het uitrusten van gebouwen met slimme technologie – kan ertoe bijdragen dat de gebouwen duurzamer, energie-efficiënter en beter op maat van de gebruikers gebouwd en beheerd worden.

Er bestaan tal van tools die bedoeld zijn voor het beoordelen van gebouwen en hun uitrusting, of het toelaten de prestaties van gebouwen te vergelijken ('benchmarking'). Het gaat hierbij om indicatoren, labels, richtlijnen, wettelijke kaders… Ook voor de thematiek van Smart Buildings zijn deze er. Het opkomen van nieuwe commerciële tools en labels doet vermoeden dat er een groeiende vraag is naar 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.

Voorgaand document is bedoeld om een (niet-limitatief) overzicht te geven van tools die – direct of indirect – gelinkt zijn aan Smart Buildings. Behalve een beschrijving van wat de tool is en hoe deze werkt, wordt er voor elke tool ook kort besproken welke rol deze kan spelen in het realiseren van Smart Buildings.

Het document geeft de lezer de mogelijkheid de verschillende tools te leren kennen. Dit laat hem/haar toe te beslissen om één of meerdere van de tools binnen zijn/haar bouw- of renovatieproject toe te passen. Maar ook zonder ze effectief op het project toe te passen, kunnen de tools van grote waarde zijn. De documentatie bij verschillende van de tools is namelijk (volledig of gedeeltelijk) vrij raadpleegbaar. Deze documentatie bevat tal van functionele en/of technische beschrijvingen die een interessante informatiebron kunnen vormen voor de conceptvorming en de realisatie van een Smart Building project.

De uitwerking van dit document maakte deel uit van een opdracht tot uitwerking van een 'Praktijkgids Smart Buildings'. Deze Praktijkgids is terug te vinden op volgende website:
https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/

11 Bibliografie

European Commission. (2021, December 7). SRI training webinar. *Smart Readiness Indicator (SRI)*.

ISSO. (2022). *ISSO-publicatie 115 Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen*. Opgehaald van https://isso.nl/publicatie/isso-publicatie-115-ontwerpeisen-gebouwbeheersystemen/2018?query=115

Smart Buildings Alliance ; Certivea. (2022). *Presentation of R2S V2 framework for non-residential buildings*. Smart Buildings Alliance ; Certivea.

Smart Buildings Alliance. (2022). *Cadre de référence R2S*. Opgehaald van https://www.smartbuildingsalliance.org/project/cadre-de-reference-r2s

Smart Buildings Alliance. (2022). *R2S frame of reference*. Opgehaald van https://www.smartbuildingsalliance.org/en/project/r2s-frame-of-reference

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.