

Auteurs BSc. J.J. (Arjan) Kraakman, BSc. M. (Marcello) Nitti, Ir P. (Pim) van der Putten, BSc. W. (Wesley) van der Sommen

Intelligente gebouwen in Chicago

Intelligente gebouwen zijn overal ter wereld te vinden, maar het is allemaal begonnen in Noord-Amerika [1]. Tijdens de studiereis naar Chicago dit jaar hebben studenten van s.v.b.p.s. Mollier met eigen ogen ondervonden hoe intelligente gebouwen zijn gerealiseerd in Chicago. Als eerste worden enkele definities besproken in dit artikel, alsmede de voordelen van een intelligent gebouw. Verder wordt het aandeel van het gebruikersaspect en aantal gebruikerservaringen beschreven. Als laatste wordt een aantal intelligente gebouwen in Chicago gediscussieerd op hun intelligentie en vergeleken met 'the Edge' building.

Het concept intelligent gebouw is in Noord-Amerika ontstaan in 1980. De 'Continental Automated Building Association' is een organisatie opgericht in 1988 en is gefocust op het schrijven van standaarden en het nemen van initiatieven voor het ontwikkelen van intelligente gebouwen. Echter is er een grote tegenspraak over wanneer een gebouw nu een intelligent gebouw is. Er is geen standaard definitie van een intelligent gebouw. Daarom wordt het begrip beschreven in plaats van gedefinieerd [2].

Definitie van een intelligent gebouw

In verschillende delen van de wereld zijn verschillende beschrijvingen van intelligente gebouwen te vinden. Europa en Noord-Amerika houden over het algemeen dezelfde beschrijving aan, namelijk dat intelligente gebouwen:

- Verschillende losstaande gebouwssystemen aan elkaar koppelen zodat deze centraal gecontroleerd kunnen worden;
- Een gedeeld netwerk gebruiken voor gebouw-systeem communicatie;
- Hoge prestatie gebouwen zijn die significante voordelen kunnen leveren voor gebruikers;
- Maximaliseren gebouwprestaties en efficiëntie door gebouwssystemen te integreren. Voorbeelden zijn licht, ventilatie, veiligheid, energiemanagement;
- Gebruiken technologie en strategieën die de duurzaamheid van het gebouw verhogen.



Een andere definitie gegeven door Sethie, King & Glenni stelt dat een intelligent gebouw gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van twee of meer geïntegreerde en interoperabele systemen die helpen in het maken van intelligente keuzes,

Foto 1: Crain Communications



nu en in de toekomst [3]. Echter, Ronald J. Zimmer stelt weer dat niet elk gebouw geïntegreerde systemen hoeft te hebben om een intelligent gebouw te zijn. Wél stelt hij dat hoe meer systemen met elkaar verbonden zijn, des te groter de voordelen zijn [4].

Een alomvattende beschrijving wordt gegeven door Clement-Croone. Hij stelt dat gebouwen mensen beïnvloeden op verschillende manieren. Gebouwen kunnen helpen om efficiënter te werken, maar ze geven ook een stimulans op onze zintuigen. Er zijn enorm veel manieren en systemen die een gebouw uniek en intelligent maken, maar uiteindelijk gaat het er om dat een intelligent gebouw in staat is om de gebruiker te helpen en ondersteunen waar mogelijk. Intelligente gebouwen kunnen omgaan met sociale en technologische veranderingen en zijn in staat om zich aan te passen aan de menselijke behoeften; nu en in de toekomst [5].

Invloed van intelligente gebouwen op het gebruikersgedrag

Buiten energiebesparing, kan er significant bespaard worden op kosten gerelateerd aan de gebruikers van het gebouw. Enkele studies zien dat de impact van maatregelen die het gebruikerscomfort verhogen significant zijn voor het verhogen van de productiviteit en daarmee geassocieerde kosten. Li, Zhang & Liu (2005) tonen een relatie aan tussen gebruikers en comfort in de zin van persoonlijke controle over klimatisering en de productiviteit van kantoormedewerkers [6]. Een recentere studie uitgevoerd door Thoen (2018), laat zien dat de productiviteit voornamelijk door thermisch comfort wordt beïnvloed, welke direct gelinkt is aan de binnentemperatuur [7].

“In Chicago zijn intelligente systemen al vroeg toegepast.”

De zojuist omschreven link tussen gebruikerscomfort en productiviteit kan door de komst van steeds intelligentere gebouwen nog beter tot zijn recht worden gebracht. Gebouwautomatisering en 'smart services' kunnen namelijk worden gekoppeld aan zowel gebruikersgedrag, comfort (productiviteit) en energiebesparing. Het 'slim' sturen en regelen van gebouwssystemen kan substantieel energie besparen door hoeveelheden lucht, water, licht etc. exact af te stemmen op gebruikersprofielen en dynamische weersomstandigheden [8].

Intelligente gebouwen die 20 tot 55% minder energie gebruiken dan traditionele gebouwen (kantoor/woonfunctie) zijn hierin niet uitgesloten. Verder hebben Hanssen et al in 2002 aangetoond dat voornamelijk de luchtkwaliteit in een gebouw direct correleert met het gebruikerscomfort en dat intelligente gebouwen kunnen bijdragen aan het verbeteren van deze luchtkwaliteit [9]. Naast de dominante parameter van luchtkwaliteit, spelen ook zonnestraling, verwarming, koeling, licht en geluid een grote rol in het creëren van een behaaglijk binnenklimaat. Al deze parameters kunnen tegenwoordig aangestuurd en geregeld worden door middel van een gebouwbeheersysteem (GBS), en afhankelijk van het gewenste detailniveau, kan dit systeem tot op een persoonlijk niveau zorg dragen voor een desgewenst binnenklimaat. Persoonlijke voorkeuren omtrent lichtevoeligheden en/of temperaturen kunnen bijvoorbeeld worden geregistreerd en automatisch meegenomen worden in de aansturing van de gebouwssystemen.

Zelflerende systemen gaan zelfs een stapje verder die ook de invoer taak hiervan (deels) uit handen nemen en gedurende dynamische bezettingsgraden en/of seizoenen meebewegen met de

gebruikerswensen. Bijvoorbeeld Google's nieuwe kantoorgebouw in Chicago, Outlooks nieuwe kantoorgebouw in Amsterdam en ook het kantoorgebouw 'The Edge' van Deloitte in Amsterdam zijn allen gerealiseerd met de nieuwste gebouw automatiseringstechnieken (en verduurzamings-technieken) om het concept intelligent gebouw tot een nieuwe standaard te verhogen [10].

Ook het concept: 'Internet of Things' (IoT) wordt steeds meer gebruikt in het slimmer maken van gebouwen door meerdere apparaten met elkaar te laten communiceren en waardevolle informatie tijdig en correct met elkaar te delen. Een mooi voorbeeld met betrekking tot zowel slimme gebouwautomatisering als het implementeren van IoT is het renovatieproject van 'The Outlook' waarin ingenieursbureau Deerns het hoofdkantoor van Microsoft slimmer gaat maken met behulp van bovengenoemde systemen [11].



Foto 2 en 3: 311 South Wacker Drive



Intelligente gebouwen in Chicago

Crain Communications Building

Het witte gebouw met het hellend dak is te zien op foto 1. Dit gebouw met 41 verdiepingen staat bekend onder vele namen maar het is vooral bekend door de klassieke jaren 80 film "Adventures in Babysitting". Technisch gezien staat het bekend als de eerste generatie intelligente gebouw in Chicago [12]. Bij de opening in 1983 had het al een computergestuurde systeem voor het binnenklimaat, energiebeheer, brandveiligheid, beveiliging en liften. Het was ook een van de eerste grote commerciële gebouwen met een gebouwbeheersysteem dat zeer nauwkeurige, industriële kwaliteitscontroles gebruikte om efficiënt gebruik van energie en nauwkeurige controle over de omgeving van het gebouw te verzekeren [13].

311 South Wacker Drive

De witte wolkenkrabber is te zien op figuur 2. Deze wolkenkrabber in Chicago uit 1990 telt 65 verdiepingen en is 293 meter hoog. In 2015 is dit gebouw gerenoveerd en

heeft sindsdien de bijnaam "the smartest energy retrofit in Chicago." [14]. De nieuwe eigenaar wilde de gebruikskosten verminderen (25% van de klimaatsysteem kosten) en nieuwe huurders aantrekken door gebouwvoorzieningen te upgraden. Het verbeteren van het gebruikerscomfort en verminderen van temperatuurklachten waren ook belangrijke doelen. Het voormalig klimaatsysteem bestond vooral uit handmatige pneumatische aansturing, wat niet meer volledig functioneerde [15].

Om moderne energiebesparende strategieën te implementeren, hebben ze tijdens de renovatie 944 draadloze thermostaten geplaatst/vervangen en gekoppeld aan een draadloos intelligent gebouwbeheersysteem die de sensoren monitort. De verzamelde data wordt gebruikt d.m.v. geavanceerde algoritmen om operationele energiebesparingsbeslissingen te nemen. Buiten de energiebesparing, wordt er ook bespaard op operationele kosten. Want de oude thermostaten hadden handmatig onderhoud nodig, wat nu op afstand kan of zelfvoorzienend is [16].



11 West Quincy Court Federal Building

Zelfs oude gebouwen in Chicago worden intelligent gemaakt. Dit federaal gebouw uit 1948 is in 2012 gerenoveerd om te voldoen aan de huidige wetgeving omtrent duurzaamheid en comfort. Een gebouwbeheersysteem is geïmplementeerd voor monitoring, aansturing en optimalisering van het klimaatsysteem, riolering en verlichting. Vier verschillende intelligente maatregelen zijn toegepast. Als eerste kan het systeem geprogrammeerd worden op basis van de bezetting [17]. Verder wordt het optimale start/stop moment van het systeem bepaald door te kijken naar de huidige weersvoorspelling en andere factoren. Het systeem weet bijvoorbeeld wanneer er passieve verwarming of koeling gebruikt kan worden.



Foto 4: 11 West Quincy Court Federal Building

Ten tweede is er een geavanceerd zonweringssysteem toegepast. Het systeem is geautomatiseerd en balanceert tussen daglicht en kunstmatige verlichting door sensoren op het dak en het gebruik van een model die onder andere schaduwvorming door naastgelegen gebouwen meeneemt. Als derde is het verlichtingssysteem gekoppeld aan het gebouwbeheersysteem en zonweringssysteem. Het systeem is automatisch geregeld door aanwezigheidsensoren in elke mogelijke ruimte en dus niet afhankelijk van de gebruikers. Als laatste, doordat het gebouw is gemodelleerd in een gebouw informatie model (BIM), kunnen gebouwbeheerders en bedrijven beter hun werk doen in het gebouw qua vermogensbeheer [18].

The Edge, een intelligent kantoorgebouw in de praktijk

Het hoofdkantoor van Deloitte/AKD in Amsterdam genaamd "The Edge" claimt het duurzaamste kantoorgebouw van de wereld te zijn. Tijdens het ontwerp is er prioriteit gegeven aan de gezondheid, het comfort en de productiviteit van de werknemers met maximale energie-efficiëntie en duurzaamheid. De intelligentie is bereikt

door het gebruik van een GBS die alle gebouwssystemen met elkaar koppelt en laat communiceren. Zelfs systemen van derde partijen kunnen worden aangesloten.

Om energie te besparen zijn er vele sensoren (± 28.000) en actuatoren toegepast in het gebouw. Op gebruikersniveau wordt er lichtintensiteit, temperatuur, beweging, vochtigheid en zelfs kooldioxide-niveaus gemeten in het digitale plafond. Door deze sensoren en actuatoren direct of indirect te koppelen aan het eerder beschreven GBS, kunnen de gebruikers deze overzichtelijk monitoren en regelen door middel van bijbehorende applicaties (zoals smartphone apps). In het geval van het beheer kan de gebouwbeheermanager het gebouw beter monitoren, analyseren en regelen. Zo zijn bijvoorbeeld de bewegingssensoren gekoppeld aan de verlichting en het ventilatiesysteem voor optimale energiebesparing. De informatie van alle sensoren en apparatuur wordt opgeslagen voor analytische doeleinden [19].

De gebruikerservaringen met Amerikaanse intelligente gebouwssystemen

Eén van de belangrijkste aspecten van intelligente gebouwen is de relatie met de gebruikers. Met intelligente gebouwen wordt geprobeerd om de productiviteit te verbeteren en tegelijkertijd de werkplek comfortabeler te maken. Dit kan bereikt worden door het creëren van een interactieve omgeving met de gebruikers. Met het gebruik van een slimme interactieve monitoring applicatie (SIMA) kan je een bestaand gebouw intelligent maken. Zoals gezegd is door Bill MacGowan (directeur Smart Building Digitization): 'Met een SIMA geef je mensen wat ze willen, namelijk de mogelijkheid om elementen in de ruimte te kunnen aanpassen en monitoren. Als ze het zelf kunnen aanpassen, ervaren ze meer comfort. Als gebruikers meer comfortabel zijn, dan zijn ze meer betrokken.'

Een SIMA geeft de werknemers meer controle over hun werkomgeving op afstand met hun telefoon. Een voorbeeld is het bedrijf Cisco, zij maakten gebruik van een SIMA. 73% van haar werknemers gaven aan dat deze applicatie resulteert in een hogere productiviteit. Als de applicatie door meerdere gebruikers wordt gebruikt, zal het algoritme beter gaan werken. Dit optimalisatieproces is een belangrijke kenmerk van intelligente gebouwen. Op deze manier worden gebouwen steeds meer geoptimaliseerd om een optimaal gebruikerscomfort te creëren. Het bedrijf Cisco bespaarde 15,8% energie gebruikt door klimaatinstallaties door het gebruik van een SIMA [20].

Een ander voorbeeld is gerapporteerd door het bedrijf Johnson Controls. Zoals gezegd is door Brian Pfeifer (technologie manager), 'Met een SIMA is een significante operationele besparing gerealiseerd binnen het bedrijf, namelijk een besparing van 12% energie gebruikt door klimaatinstallaties. Door gebruikers de mogelijkheid te geven om de temperatuur en verlichting bij hun bureau, vergaderruimtes en andere gebruikersplekken aan te passen naar wens, verhoogt de productiviteit. Dit is bevestigd door 63% van de Johnson Controls werknemers die de SIMA gebruiken [21].

Discussie

Er is gebleken dat er vele verschillende definities van intelligente gebouwen in omloop zijn. Wat opvalt, is dat recente ontwikkelingen van technologie en implementatie in gebouwen zich voornamelijk richt op de gebruiker van het gebouw en gezondheid van de mens. Zo wordt er gekeken naar productiviteit van de werknemer, maar ook naar de kwaliteit van het binnenklimaat. De voordelen van intelligente gebouwen zijn dan ook voornamelijk te vinden op basis van productiviteit, gebruikersgemak en het comfort in het gebouw.

Daarom zijn we het eens met de definitie dat een intelligent gebouw in Amerika, maar ook in Nederland omschreven kan worden als een gebouw dat de gebruiker helpt en ondersteund waar mogelijk en aanpasbaar is naar de wensen van de gebruiker; nu en in de toekomst. Verschillende onderzoeken tonen aan dat er veel bespaard kan worden als een intelligent gebouw inspeelt op het gebruikersaspect. Grote bedrijven spelen hierop in door hun nieuwe gebouwen uit te rusten met geavanceerde regeltechnieken zoals Google's nieuwe kantoorgebouw in

Chicago, Outlook's nieuwe kantoorgebouw in Amsterdam en het kantoorgebouw 'The Edge' van Deloitte in Amsterdam. De verschillende beschreven gebruikerservaringen laten ook zien dat er in de praktijk significant bespaart wordt op energiekosten en een verhoogde productiviteit/comfort wordt ervaren.

Het Crain Communications gebouw in Chicago laat zien dat intelligente systemen al vroeg werd toegepast. Maar de vraag kan gesteld worden of er sinds de jaren 80 veel ontwikkeling geweest is in intelligente gebouwen in Chicago. In onze mening valt het tegen hoe 'volwaardige' intelligente gebouwen er zijn in Chicago. De gebouwen West Quincy Court Federal Building en 311 South Wacker Drive zijn 'meer' intelligent gemaakt maar een volwaardige integratie van alle systemen die de gebruiker helpt en ondersteund ontbreekt. Het valt ook op dat de focus meer ligt op geldbesparing dan op de gebruiker, zoals bij 311 South Wacker Drive. Het gebouw 'the Edge' is een beter voorbeeld van een intelligent gebouw zoals beschreven in de definitie. Want in dit gebouw kunnen alle systemen met elkaar communiceren zodat er ingespeeld kan worden op de behoefte van de gebruiker voor hoog productiviteit/comfort en laag energieverbruik.

Het concept intelligent gebouw heeft zijn weg gevonden in Chicago, maar er is zeker ruimte voor verbetering. Het realiseren van volwaardige intelligente gebouwen is een grote uitdaging. De grootschalige groei zal nog een aantal jaar duren omdat de slimme technieken die beschikbaar zijn gecombineerd moeten worden tot één robuust, geoptimaliseerd systeem. De definitie van intelligente gebouwen vandaag de dag heeft nog steeds niet zijn volledige potentie behaald.

Referenties

1. J.K.W. Wong, H.Li, S.W. Wang., (2005) "Intelligent building research: a review", Automation in construction.
2. "Sustainable Healthy intelligent Buildings for People." In Intelligent Buildings: Design, Management and Operation. 2nd ed., edited by D. J. Clements-Croome, 1-24. London: ICE Publishing
3. Konkana Sethi, Rawlson King, Andrew Glennie. "Intelligent Buildings: Design & Implementation",
4. Ronald J. Zimmer, president and CEO, Continental Automated Buildings Association (CABA), Ottawa
5. Clement-Croome, D. J. (n.d.). What do we mean by intelligent buildings. School of Construction Management & Engineering
6. impact of indoor environment on comfort and productivity in intelligent building
7. H.M.J. Thoen, Assessment of occupant productivity as a result of indoor climate quality for in-use office buildings, 2018
8. Heller, A., Uhd, M., Fischer-Nilsen, P., Frederiksen, J. K., Juhler-Verdoner, H., Hansen, E. E., Nørgaard, J. (2015). Smart Buildings: Combining energy efficiency, flexibility and comfort. State of Green.
9. Hansen et al. (2002). Indoor Environment in Smart Energy-Efficient Buildings A State-of-the-Art Report
10. Google Chicago Renovation - International Living Future Institute. (n.d.). Opgehaald van <https://living-future.org/lbc/case-studies/google-chicago-renovation/>
11. Deerns. (n.d.). Opgehaald van https://www.deerns.com/about-deerns/news/microsofts-dutch-head-quarters-the-new-world-of-networking?news_id=1112
12. Throwback Thursday – Crain's Communications Building. (2017). Opgehaald van <http://www.epsteinglobal.com/whats-new/2017/throwback-thursday-crains-communications-building>
13. 150 N Michigan Ave, Chicago, IL, 60601 - Property For Lease on LoopNet.com. (2017). Opgehaald van <http://www.loopnet.com/listing/150-n-michigan-ave-chicago-il/9083008/>
14. Smart Energy Retrofit in Chicago | NAIOP. (2017). Opgehaald van <https://www.naiop.org/en/Magazine/2017/Fall-2017/Development-Ownership/Smart-Energy-Retrofit-in-Chicago>
15. Ali, K. (2016, November 29). Intelligent Building Management Systems. Opgehaald van https://www.slideshare.net/khaled_ali/intelligent-building-management-systems
16. ComEd. (2017). 311 South Wacker Drive. Energy Efficiency Program
17. Zimmerman, G. (2016, April 04). Chicago GSA Building Uses BAS, BIM to Be Smart - Facilities Management Government Buildings Feature. Opgehaald van https://www.facilitiesnet.com/government_buildings/article/Chicago-GSA-Building-Uses-BAS-BIM-to-Be-Smart-Facilities-Management-Government-Buildings-Feature--16534
18. Newest Chicago Fed Building Strikes Gold. (2017, August 13). Opgehaald van <https://www.gsa.gov/node/79044>
19. Randall, T. (2015). The World's Smartest Office Building Knows How You Like Your Coffee. Opgehaald van <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/>
20. comfyapp, "Customer Story CISCO & OXFORD PROPERTIES," . Opgehaald van: <https://www.comfyapp.com/customers/cisco-oxford-properties/>.
21. comfyapp, "Customer Story JOHNSON CONTROLS," Opgehaald van: <https://www.comfyapp.com/customers/johnson-controls/>.