

# Slim sturen op ruimtegebruik

Al lange tijd bestaat bij universiteiten het vermoeden dat het ruimtegebruik in hun instellingen aanzienlijk effectiever en efficiënter kan. Dit was voor de campusmanagers van dertien Nederlandse universiteiten aanleiding om in 2016 onderzoek te laten doen naar het gebruik en potentieel van smart tools om ruimten toe te wijzen. Uit het onderzoek kwam naar voren dat de Nederlandse universiteiten 26 smart tools gebruiken die gericht zijn op de studenten en medewerkers enerzijds, en op roosteraars en managers anderzijds. De tools informeren de gebruikers en leveren waardevolle managementinformatie over het feitelijke ruimtegebruik op de campus. Zo dragen ze bij aan de functionele en strategische doelstellingen van het campusmanagement.

Door Bart Valks, Herman Vande Putte, Monique Arkesteijn, Alexandra den Heijer

### MEER DOEN MET MINDER

De Nederlandse universiteiten hebben te maken met grote, verouderende vastgoedportefeuilles die vernieuwing behoeven. Ze worden geconfronteerd met een toename van het aantal studenten, een afname van de publieke financiering per student en toenemende verwachtingen ten aanzien van de kwaliteit van de onderwijsruimten en laboratoria. Dit betekent dat de universiteiten met relatief minder middelen meer moeten doen (Den Heijer, 2011; TU Delft, 2016). Onderzoek lijkt uit te wijzen dat dit niet alleen een probleem is in Nederland maar voorkomt in heel Europa (Den Heijer et al., 2014).

Van oudsher is het ruimtegebruik binnen universiteiten zeer territoriaal: ruimten werden toegewezen aan organisatorische eenheden zoals faculteiten, afdelingen of individuen. Deze werden alleen door deze eenheden gebruikt. Mede onder druk van schaarse middelen, is dit de afgelopen decennia geleidelijk veranderd. Echter, het gebeurt nog vaak dat college- en vergaderzalen worden geboekt, maar toch niet worden gebruikt en dat studenten geen lege studieplek kunnen vinden op de locaties die hun vertrouwd zijn zoals de bibliotheek of het eigen faculteitsgebouw terwijl er genoeg studieplekken beschikbaar zijn op andere locaties.

De intensivering van het ruimtegebruik in universiteitsgebouwen is een belangrijk thema, terwijl er nauwelijks onderzoek werd gedaan naar technieken om dat te realiseren. Daarom lieten de campusmanagers van de Nederlandse universiteiten in 2016 onderzoeken *welke smart tools de Nederlandse universiteiten inzetten om hun ruimtegebruik te verbeteren, en wat de mogelijkheden zijn van dergelijke tools in de toekomst*. Het is hun hypothese dat het ruimtegebruik efficiënter kan worden ingericht door de ruimten op een andere manier toe te wijzen. Dit artikel rapporteert over de tools in gebruik.

### WAT ZIJN SMART TOOLS VOOR RUIMTEBEHEER?

De opdracht van de campusmanagers riep drie deelvragen op:

1. Hoe situeert deze vraag zich in de missie van het corporate real estate management (CREM) van de universiteiten?
2. Hoe wordt ruimtegebruik gemeten?
3. Wat is een 'smart' tool in de context van het verbeteren van ruimtegebruik?

### De doelstellingen van CREM

Als vastgoed geen positieve impact heeft, zou geen enkele organisatie, samenleving of individu er middelen aan besteden (Den Heijer, 2011, p. 91).

Voor universiteiten geldt dit ook: het campus-management moet bijdragen aan of in ieder geval geen belemmering vormen voor het doel van de instelling. De populatie op de campus is heterogeen – studenten versus medewerkers, laboranten versus kantoorwerkers – en elke groep heeft verschillende verwachtingen ten aanzien van de huisvesting. Een bijkomende complicatie is dat universiteiten beschikken over een grote verscheidenheid van ruimten: zalen voor hoor- en werkcolleges, practicumzalen, studielandschappen, kantoorruimten, etc. De waarde die men kan toevoegen door een ‘verbeterd gebruik’ en de wijze waarop, verschillen dus ook per ruimtesoort.

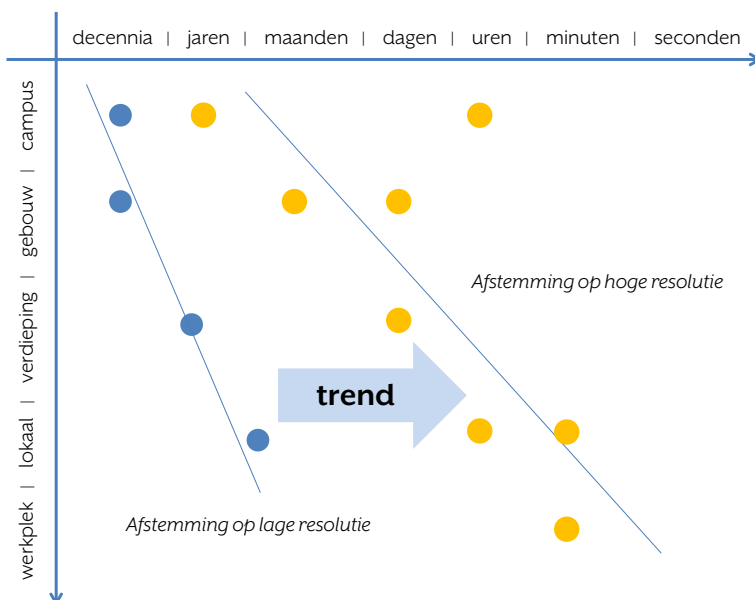
Enkele decennia geleden werden gebouwen exclusief aan een bepaalde faculteit toegewezen en was het gebruiken van elkaars faciliteiten uitzonderlijk. Periodiek werd geëvalueerd of de gebouwen nog aansloten op de behoeften. Met de intrede van de FMS systemen aan het einde van de jaren 90 werd het mogelijk om ruimtegebruik te monitoren op schaal van gebouwzones en deze gegevens jaarlijks of per kwartaal te actualiseren (Varcoe, 1993; Wagstaff, 1996). Rond die tijd werd het ook gebruikelijk om in gebouwen sensoren aan te brengen

om de aanwezigheid van personen te meten en op basis daarvan de licht- en verwarmingsinstallaties te sturen zodat energie bespaard kon worden. Anno 2016 stellen de universiteiten zich de vraag of het mogelijk is de resoluties waarop de afstemming tussen vraag en aanbod plaatsvindt stelselmatig te verhogen (zie Figuur 1). Daartoe wil men doorlopend meten welke lokalen en werkplekken in gebruik zijn. Deze trend is ook merkbaar in andere sectoren dan het onderwijs. De beoogde baten zijn onder meer het verder verlagen van het energieverbruik, terugdringen van leegstand, verhogen van het comfort van de gebruikers en betere allocatie van het onderhouds- en servicepersoneel

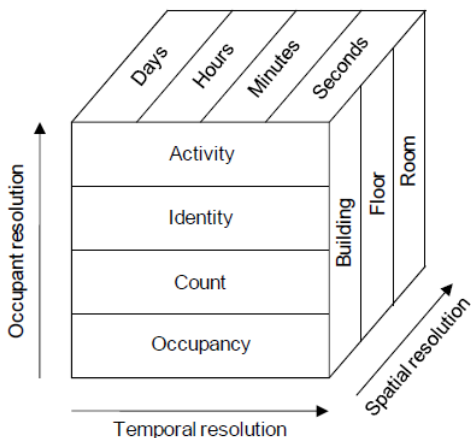
### RUIMTEGEBRUIK METEN

Voor een definitie van het begrip ruimtegebruik verwijzen verschillende studies (Beyrouthy, 2008; Ibrahim et al., 2011; Kasim et al., 2012) naar de Space Management Group (2006). Die definieert ruimtegebruik als het product van bezettingsgraad en benuttingsgraad. Hierbij is de bezettingsgraad de tijd dat de ruimte in gebruik is ten opzichte van haar beschikbaarheid en de benuttingsgraad het aantal aanwezigen vergeleken met haar capaciteit.

**FIGUUR 1** ► DE RESOLUTIE VAN DE AFSTEMMING NEEMT TOE



**FIGUUR 2 ▶ DRIE DIMENSIES VAN HET METEN VAN RUIMTEGEBRUIK EN HUN RESOLUTIES (CHRISTENSEN ET AL., 2014)**



Christensen et al. (2014, pp. 7-8) meten daarnaast ook de gebruikersidentiteit (wie zijn de personen in de ruimte) en de gebruikersactiviteit (welke taken verrichten de personen in de ruimte). Voor de ruimten onderscheiden zij drie resoluties: gebouw, verdieping, kamer (zie ook Figuur 2). Campusmanagers gaven aan dat zij ook gegevens over de campus en de werkplek nodig hebben. Voor de tijdsintervallen van de metingen onderscheiden Christensen et al. (2014, pp. 7-8) dagen, uren, minuten, seconden. Campusmanagers meten ook op lagere temporele resoluties: jaren, kwartalen, maanden, weken. Elk van de bovenstaande dimensies kan gemeten worden voor het geplande en voor het feitelijke ruimtegebruik.

### DE DIMENSIES VAN 'SMARTNESS'

Smart is een trendy term met een vage betekenis. Voor het vertaalwoordenboek Engels-Nederlands van Van Dale betekent 'smart': (1) bijdehand, ad rem, gevat; (2) toonaangevend, in de mode; (3) scherpzinnig, pienter. Iets wat 'smart' is steekt boven het gangbare uit. Het begrip 'smart tools' is nauwelijks getheoretiseerd, en binnen corporate real estate management werd de term ten tijde van het onderzoek nagenoeg niet gebruikt. Onderzoekers richtten zich daarom in de eerste plaats op de verwante begrippen 'smart buildings' en 'smart cities'.

Volgens Buckman et al. (2014), die een studie maakten over 'smart buildings', evolueren gebouwen van primitieve, eenvoudige (*simple*) en geautomatiseerde gebouwen naar intelligente en slimme (*smart*) gebouwen. Dat uit zich volgens hen in vier aspecten. 1) In slimme gebouwen is de sturing op het comfort van de gebruiker niet lokaal of centraal geregeld maar interactief door de integratie van sensorinformatie. 2) Gebruikers hebben er controle over de voorzieningen zonder dat dit ten koste gaat van de efficiëntie. 3) Slimme gebouwen zijn fysiek geavanceerd. Ze beschikken o.m. over een IP-backbone en een adaptieve gebouwstructuur. 4) De interactie tussen de gebruikers en de exploitatie om die gebruiker te ondersteunen, vindt er plaats in real time en door systeemintegratie. Voor Buckman et al. (2014) is het bovendien kenmerkend dat deze vier aspecten gebruik maken van elkaars informatiesystemen.

Gil-Garcia et al. (2015) onderzochten het begrip 'smart cities'. Ze wijzen erop dat smart niet beschouwd kan worden als een dichotomie in termen van 'smart' en 'not smart'. Ook is het een begrip dat zich nog volop ontwikkelt. Voor de één heeft het te maken met het gebruik van informatie- en communicatietechnologie, de ander relateert het aan duurzaamheid, ecologie, economie, sociaal-culturele aspecten of bedrijfsvoering. Gil-Garcia et al. (2015) onderscheiden vijf kenmerken: een smart city maakt gebruik van informatietechnologie, geeft aandacht aan kritieke infrastructures (fysieke en digitale), heeft tot doel betere diensten aan te bieden aan de burgers, richt zich voor haar ontwikkeling op de combinatie, integratie en verbinding van systemen, en beoogt een betere toekomst.

Tijdens het onderzoek kwamen onderzoekers nog enkele andere dimensies van smart tools op het spoor. Er is een vorm van *smartness* die te maken heeft met de sensoren die de gegevens verzamelen. In hun overzicht van positioneringstechnieken binnenshuis schrijven Mautz (2012, p. 107) en Serraview (2015) dat vrijwel elk type sensor in aanmerking komt om gegevens over populaties in een gebouw te verzamelen: WiFi, passieve en actieve infraroodsensoren, RFID, ultra wide band, bluetooth, camera's, CO<sub>2</sub> sensoren, etc.

Het ene type sensor wordt daarbij niet 'smarter' genoemd dan het andere. Wel 'smart' is, volgens onderzoekers, sensoren gebruiken die al in het gebouw aanwezig zijn maar niet bedoeld zijn om gegevens over het ruimtegebruik te verzamelen zoals een bewegingssensor die is aangebracht om de verlichting van een ruimte te schakelen.

Een andere vorm van *smartness* is gerelateerd aan de labeling van de populatie. Er is een klasse van sensoren die de intrinsieke kenmerken van een persoon registreren zoals lichaamswarmte, gelaatsvorm, bewegingen of CO<sub>2</sub> uitstoot. Voor deze metingen is de medewerking van de te meten populatie niet vereist. Een inbraakdetectiesysteem beschikt – vanzelfsprekend – over dergelijke sensoren. Een andere klasse van sensoren registreert labels. Personen moeten dan een label bij zich dragen of een label creëren door een specifieke handeling. Voorbeelden hiervan zijn de RFID badges, het GSM- of bluetoothsignaal van de mobiele telefoon, de WiFi-verbinding van een laptop, het aanloggen van een student op een vaste PC in een leslokaal. Populaties zijn soms maar gedeeltelijk gelabeld, soms meervoudig. Labels kunnen anoniem zijn of uniek (zoals de IP-adressen). In dat laatste geval kunnen ze gekoppeld zijn aan identiteit, wat toelaat om naast bezetting en benutting ook de identiteit van de gebruikers van een ruimte te bepalen. Dit kan conflicteren met de privacy van de geobserveerde populatie.

De *smartness* van een tool wordt ook beïnvloed door de nauwkeurigheid van de metingen, die sterk verschilt per type sensor. Het aantal WiFi-verbindingen op een antenne bijvoorbeeld, is een onnauwkeurige meting van de populatie aangezien de labeling zowel gedeeltelijk als meervoudig kan zijn. Een camera met patroonherkenningssoftware daarentegen telt het aantal personen in een ruimte vrijwel correct. Christensen et al. (2014) onderzochten de precisie van een passieve infraroodsensor die de bezetting van een werkplek registreert. De precisie van deze metingen, alhoewel uitgevoerd met een expliciete sensor, bedraagt slechts 61%.

Bijkomende dimensies om tools te onderscheiden zijn, volgens de onderzoekers, de frequentie waarmee de metingen plaatsvinden (op aanvraag, op vastgestelde tijden, doorlopend), de tijd die verloopt tussen de meting en de verspreiding van de verwerkte gegevens (enkele weken, dagen, uren, in real-time), de plaats waar deze informatie ter beschikking wordt gesteld (op de locatie van de meting, in het gebouw, op de campus, overall), en de personen die toegang tot de informatie hebben (ruimtebeheerders, ruimtegebruikers, iedereen).

## METHODEN VAN ONDERZOEK

Het onderzoek vond plaats in het voorjaar van 2016. Het eerste deel bestond uit een vragenlijst die verzonden werd aan de vastgoedmanagers van de universiteiten en peilde de smart tools voor ruimtegebruik die operationeel zijn of gepland, de soorten ruimten waarin gemeten wordt, de doelstelling van de meting, het gebruikte sensortype en de gemeten variabelen. Het tweede deel van het onderzoek bestond uit semigestructureerde interviews van één beleidsmedewerker en één vastgoedmanager per universiteit. Het protocol van deze interviews werd opgesteld nadat de antwoorden uit de vragenlijsten verwerkt waren en was gericht op het toelichten van de informatie uit de enquête.

## DE SMART TOOLS VAN DE UNIVERSITEITEN

Alle dertien Nederlandse universiteiten vulden de vragenlijst in en namen deel aan de interviews. Met uitzondering van de EUR, hebben de universiteiten minstens één smart tool in gebruik. WU en UT zijn koplopers en hebben 4 respectievelijk 5 smart tools in gebruik (zie Tabel 1). In totaal zijn er 29 applicaties van 26 verschillende smart tools. Van deze 26 tools zijn er 12 zelf ontwikkeld en 14 commercieel beschikbaar.

In de onderwijszalen worden metingen uitgevoerd om periodiek te rapporteren over het ruimtegebruik. LEI zet deze metingen naast de boekingen en heeft daartoe zelf een rapportagetool gemaakt.

**TABEL 1 ► AANTAL OPERATIONELE SMART TOOLS PER UNIVERSITEIT EN PER RUIMTETYPE**

	EUR	LEI	RU	RUG	TU	TUD	TUE	UM	UT	UU	UvA/HvA	VU	WU	Totaal	Totaal#
<b>Onderwijszalen:</b> bezettings- & benuttingsmetingen		1					1						2	4	4
<b>Studieruimte:</b> beschikbare PC plekken		1	1	2	1	1							1	7	7
<b>Studieruimte:</b> zelfboekingsystemen			2		1	1		1	1		1		1	8	5
<b>Studieruimte:</b> faciliteren zelfstudie in onderwijs- en vergaderzalen							1				1	1		3	3
<b>Kantoorruimte:</b> beschikbaarheid vergaderzalen / zelfboekingsstelsel kantoren en vergaderzalen							1		1	1				3	3
<b>Overige tools:</b> koppeling roosters en GBS, oriëntatie, parking				1					3					4	3
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>26</b>

bron: vragenlijst en interviews .

(\*) In deze kolom staat het aantal verschillende smart tools.

TUE meet bezetting en benutting niet door mensen langs de zalen te sturen, maar door in de back-office te tellen via camera's in de zalen. WU analyseert de Wi-Fi connecties in de onderwijszalen. Die informatie wordt naast de roosters gelegd en toont welke vakken structureel no-shows en een lage benutting hebben. WU heeft ook een tool waarmee het gebruik van vaste PC's wordt gemonitord zodat de roosteraars vraag en aanbod kunnen afstemmen.

Voor de studieruimten worden campusbreed tools ingezet om de studenten te helpen bij het vinden van een beschikbare studieplek en het boeken van overlegruimten. Enkele universiteiten stellen kleine onderwijs- en vergaderzalen open voor zelfstudie en communiceren via smart tools wanneer die ruimten beschikbaar zijn.

In de kantoorruimte experimenteren TUE, UT en UU met tools om de beschikbaarheid van vergaderzalen en werkplekken te rapporteren en het boeken te vereenvoudigen. Deze tools worden partieel toegepast, in één gebouw of een deel ervan.

Andere tools zijn de koppeling van het gebouw-beheersysteem (GBS) aan de roostering van de onderwijszalen om energie te besparen, in gebruik bij RUG en UT. Bij UT is er ook een tool die de plattegronden van de gebouwen integreert in Google Maps om de oriëntatie op de campus te verbeteren. Tot slot, is er bij UT een tool die de vrije parkeerplekken aangeeft.

## ANALYSE VAN DE TOOLS IN GEBRUIK

De antwoorden uit de enquête en de interviews werden geanalyseerd volgens de 15 dimensies die in het theoretisch kader werden ontwikkeld.

*[1] geadresseerde stakeholders en hun verwachtingen:* van de 26 tools richten er zich 17 op studenten (o.m. studieplekken, ruimte reserveren), 6 op de medewerkers (o.m. vergaderzaal en werkplek boeken), en 6 op de ruimtebeheerders (o.m. monitoren van het ruimtegebruik); 3 tools richten zich op studenten én medewerkers (ruimte reserveren, oriëntatie, parking)

*[2] ruimtesoort:* zoals aangegeven in Tabel 1 zijn er 15 tools voor de studieruimten, 4 voor de onderwijszalen, en 3 voor de kantoorruimten; er is 1 applicatie voor parkeren, en 3 applicaties richten zich op alle ruimtetypes (koppeling GBS, oriëntatie).

*[3] resolutie van ruimtegebruik:* alle universiteiten meten bezettings- en benuttingsgraad; het meten van identiteit ligt gevoelig en er is geen interesse in het meten van activiteit.

*[4] resolutie van ruimte:* 17 smart tools meten op kamer- en 9 op werkplekresolutie; van de lagere resoluties wordt het ruimtegebruik beheerd in het FMIS systeem. Of de metingen worden geaggregeerd naar de lagere resoluties is niet onderzocht.

*[5] temporele resolutie:* 14 tools meten in minuten of uren, dit zijn vooral de ruimtereserveringstools; 11 tools meten in seconden, dit zijn vooral de tools die doorlopend de beschikbaarheid van werkplekken meten; de tool voor oriëntatie kent geen temporele resolutie.

*[6] gepland versus feitelijk ruimtegebruik:* er zijn 16 tools die het geplande gebruik meten (zoals de ruimtereserveringssystemen voor de medewerkers) en 15 die het feitelijke gebruik meten; 6 tools vergelijken het geplande en het feitelijke ruimtegebruik – dit zijn de tools die ter beschikking staan van roostering.

*[7] dimensies van smartness volgens Buckman et al. (2014):* bij 10 tools zijn het de gebruikers die zelf hun comfort sturen: door zelf een ruimte te boeken informeren ze elkaar; voorzieningencontrole door gebruikers komt niet voor; 3 tools maken gebruik van wat men geavanceerde technieken zou kunnen noemen; de dimensie 'real time' wordt hierna geanalyseerd; 3 tools integreren informatie van verschillende bronnen.

*[8] dimensies van smartness volgens Gil-Garcia et al. (2015):* alle smart tools maken gebruik van informatietechnologie; ze geven aandacht aan de kritieke infrastructuur – door de aanhoudende groei en de beperkte middelen is vastgoed en in het bijzonder de grote onderwijszalen een schaars goed geworden –; 20 tools hebben tot doel de diensten aan de gebruikers te verbeteren; 3 tools integreren informatie (zoals hierboven al gesteld); door middel van de smart tools draagt CREM bij aan de strategische doelstellingen van de universiteit.

*[9] gebruik van bestaande of specifieke sensoren:* er zijn 17 smart tools die gebruik maken van bestaande sensoren in het gebouw zoals logingegevens, camera's, WiFi, sleutelgebruik of gegevens uit de roosters; 11 tools gebruiken specifieke sensoren zoals boekingen en infrarood; 3 tools combineren bestaande en specifieke sensoren; de oriëntatietool gebruikt geen sensoren.

*[10] labeling van de populatie:* 19 van de 26 tools werken met labels zoals de WiFi-connecties, login- en boekingsgegevens; 6 tools werken zonder labeling (camera, infrarood); voor de oriëntatietool is labeling niet van toepassing. Alle universiteiten geven aan dat de labels geanonimiseerd worden en nooit opgeslagen.

[11] *nauwkeurigheid van de sensoren*: het controleren van de nauwkeurigheid van de tools door onderzoekers was geen onderdeel van het onderzoek; respondenten geven aan dat de nauwkeurigheid van de metingen verschilt per ruimtetype en bezettingsgraad; over het algemeen meten login en IR nauwkeuriger dan een camera, en de metingen met WiFi zijn het minst nauwkeurig door onvolledige en dubbele labeling.

[12] *frequentie van de metingen*: van de 26 tools zijn er 2 waarbij metingen op aanvraag worden uitgevoerd (vergelijking roosters met in-situ metingen); 4 tools meten op vastgestelde tijden (koppeling roosters en GBS, oriëntatie); 20 tools meten doorlopend (studieplekken, ruimten boeken).

[13] *tijd die verloopt tussen de metingen en de rapportage*: de managementondersteunende tools en de oriëntatietool hebben een rapportagetijd van dagen of weken (6 tools van 26). De andere 20, meestal tools voor de gebruikers, rapporteren in real-time.

[14] *plaats waar de informatie van de metingen beschikbaar wordt gesteld*: 17 tools stellen de informatie ter beschikking via het web of in een app; 6 tools stellen de informatie uitsluitend ter beschikking op een besloten locatie (o.m. gebouwbeheer); 2 tools informeren de gebruikers op de plek van de meting (ruimte boeken, parkeren), 2 tools doen dat in het gebouw (studieplekken, parkeren), en 1 tool op de hele campus (parkeren).

[15] *toegang tot de informatie*: van 10 tools is de informatie toegankelijk voor iedereen via het internet of panelen (o.m. studieplekken, parkeren, oriëntatie); 7 tools zijn toegankelijk voor de hele universitaire gemeenschap (o.m. ruimten boeken); 3 tools voor de medewerkers (o.m. ruimten reserveren); van 6 tools is de informatie slechts beschikbaar voor specialisten van roostering of gebouwbeheer (o.m. onderwijszalen, koppeling rooster en GBS).

## BESPREKING TOOLS

Twee soorten smart tools zijn dominant. De eerste soort zijn tools die studenten en medewerkers helpen om beschikbare ruimten te vinden of te boeken. Ze zijn ingevoerd als gevolg van de groeiende populatie en zijn gericht op het gebruik van gedeelde desktop-PC's en zelfreserveringssystemen voor kleine ruimten. Deze applicaties zijn op vele campussen geïmplementeerd. Er zijn drie implementaties aangetroffen van smart tools die helpen bij het vinden van lege kantoorwerkplekken: één bij een faculteit die verhuisd was van individuele naar gedeelde werkplekken en twee bij universiteiten die ervaring wilden opdoen met zo'n smart tool.

De tweede soort zijn tools die het gebruik van onderwijsruimten monitoren. Doelgroep van deze tools zijn de vastgoedbeheerders en de medewerkers die de roosters opmaken. Door het groeiend aantal studenten en medewerkers aan universiteiten worden onderwijsruimten steeds vaker gedeeld tussen faculteiten, waardoor het gebruik van deze ruimten op campusniveau gemonitord wordt. Daartoe zijn smart tools geïnstalleerd die werken op basis van de roostering, het sleutelgebruik of WiFi signalen.

Bijna de helft van de geïdentificeerde smart tools verzamelt gegevens over ruimtegebruik via roosters, ruimtereserveringen en handmatige tellingen. Het lijkt er eerder op dat de universiteiten de tools als smart categoriseren wanneer deze leiden tot een beter ruimtegebruik en ook wanneer ze het ruimtegebruik op een efficiëntere of effectievere manier meten of rapporteren dan de handmatige tellingen. Het precies en doorlopend meten van het feitelijke ruimtegebruik wordt nagestreefd maar er is ook veel interesse voor het vergelijken van het geplande en feitelijke gebruik.

Alle universiteiten meten ruimtebenutting op het niveau van bezettings- en benuttingsgraad. Het meten van identiteit en activiteit komt niet voor. Zorgen om de privacy spelen daarin mee. Toch komen tools die geen labeling vereisen weinig voor, ondanks de sterk wisselende populatie.

Het blijkt dat campusmanagers eerst de mogelijkheden van de aanwezige sensoren zoals WiFi- en PC-connecties exploreren en nauwelijks investeren in specifieke sensoren. De beperktere nauwkeurigheid van de aanwezige sensoren ervaren ze daarbij niet als een probleem. De labels gebruikt in deze sensoren zijn geanonimiseerd door het design van het meetinstrument.

De verspreiding van en toegang tot de gegevens hangt samen met de doelgroep. Universiteiten zijn open instellingen. De informatie over de beschikbaarheid van de studieplekken is voor iedereen toegankelijk (zoals de meeste universiteitsgebouwen dat ook zijn). Managementinformatie over onderwijszalen is afgeschermd.

## CONCLUSIE

De resultaten van het onderzoek suggereren dat de 26 smart tools reëel bijdragen aan de doelstellingen van de universiteiten. De real-time ruimtegebruiksinformatie verhoogt het comfort van de gebruikers en intensiveert het ruimtegebruik van

studieplekken en kantoorruimten. Voor roostering leveren de smart tools een waardevolle terugkoppeling over het feitelijke gebruik van de (kostbare) onderwijszalen. Voor het campusmanagement wordt waardevolle informatie verzameld over de situatie in situ. Smart tools zijn een waardevolle aanwinst voor het sturen van het ruimtegebruik en dragen bij aan een betere besluitvorming over de huidige en toekomstige campus van de universiteiten. In doctoraal vervolgonderzoek zal worden nagegaan hoe deze smart tools onderdeel kunnen worden van het beslissingsondersteunende informatiesysteem van de campusmanagers.

Het onderzoek werd uitgevoerd door Bart Valks, Monique Arkesteijn, Alexandra Den Heijer en Herman Vande Putte van de afdeling Management in de Built Environment van de Faculteit Bouwkunde TU Delft. De rapporten van dit onderzoek uit 2016 en de vervolgstudies uit 2017 en 2018 zijn te vinden op de website <https://managingtheuniversitycampus.nl>. Daar wordt ook verwezen naar alle wetenschappelijke publicaties over dit onderzoek.

## OVER DE AUTEURS

**Ir. Bart Valks** is beleidsmedewerker bij de afdeling Campus & Real Estate van de TU Delft en PhD kandidaat. Hij werkt onder meer aan de vastgoedstrategie van de universiteit en onderzoekt hoe smart tools waarde toevoegen voor universiteiten.

**Ir. Arch. Herman Vande Putte**, MRE is universitair docent, gespecialiseerd in corporate real estate strategies. Zijn promotieonderzoek beoogt de implementeerbaarheid van bedrijfshuisvestingsstrategieën ex ante te evalueren.

**Ir. Monique Arkesteijn**, MBA is universitair docent en gespecialiseerd in corporate real estate alignment. Zij finaliseert haar promotieonderzoek over het verbeteren van besluitvorming in CREM.

**Prof. dr. ir. Alexandra den Heijer** is hoogleraar Public Real Estate. Zij richt haar onderzoek op het (eind)gebruikersperspectief bij het managen van publiek vastgoed en in het bijzonder universiteitscampussen.



## VOETNOTEN

De afkortingen van de namen van de universiteiten zijn als volgt:

- EUR – Erasmus Universiteit Rotterdam
- LEI – Universiteit Leiden
- RU – Radboud Universiteit
- RUG – Rijksuniversiteit Groningen
- TiU – Universiteit Tilburg
- TUD – Technische Universiteit Delft
- TUE – Technische Universiteit Eindhoven
- UM – Universiteit Maastricht
- UT – Universiteit Twente
- UU – Universiteit Utrecht
- UvA/HvA – Universiteit van Amsterdam/Hogeschool van Amsterdam
- VU – Vrije Universiteit (Amsterdam)
- WU – Wageningen University

## LITERATUUR

- Beyrouthy, C. (2008). *Models, solution methods and threshold behaviour for the teaching space allocation problem*. (PhD), University of Nottingham, Nottingham.
- Buckman, A. H., Mayfield, M., & Beck, S. B. M. (2014). What is a smart building? *Smart and Sustainable Built Environment*, 3(2), 92-109. doi:10.1108/SASBE-01-2014-0003
- Christensen, K., Melfi, R., Nordman, B., Rosenblum, B., & Viera, R. (2014). Using existing network infrastructure to estimate building occupancy and control plugged-in devices in user workspaces. *International Journal of Communication Networks and Distributed Systems*, 12(1), 4-29. doi:10.1504/IJCNSD.2014.057985.
- Den Heijer, A. C. (2011). *Managing the university campus: information to support real estate decisions*. (PHD thesis), Delft University of Technology, Delft.
- Den Heijer, A. C., & Tzovlas, G. (2014). *The European campus heritage and challenges*. Delft: Delft University of Technology.
- Gil-Garcia, J. R., Pardo, T. A., & Nam, T. (2015). What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. *Information Polity*, 20(1), 61-87.
- Ibrahim, I., Wan Yusoff, W. Z., & Sultan Sidi, N. S. (2011). An effective management use of lecture room by space charging model. *International Journal on Social Science, Economics and Art*, 1(2), 131-138.
- Kasim, R., Nor, H. M., Masirin, M., & Idrus, M. (2012). Assessing space utilisation for teaching and learning facilities at the higher education institution: a case study of G3 building, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 4, 125-134.
- Mautz, R. (2012). *Indoor positioning technologies*. (Habilitation thesis), ETH Zurich, Zurich.
- Serraview. (2015). *Managing workplace utilization. IoT & other technologies for tracking workplace utilization*. Retrieved from info.serraview.com
- Space Management Group. (2006). *Space utilisation: practice, performance and guidelines*. Retrieved from smg.ac.uk
- TU Delft. (2016). Campus NL - Investeren in de toekomst (in opdracht van de VSNU en 14 universiteiten). Delft: TU Delft, Faculty of Architecture, Department of Management in the Built Environment (MBE).
- Varcoe, B. (1993). Facilities systems – What of the future? *Facilities*, 11(10), 7-11. doi:10.1108/EUM0000000002258
- Wagstaff, T. (1996). Productive use of IT in support of FM solutions. *Facilities*, 14(1/2), 43-46. doi:10.1108/02632779610108503