Monitoring: opportuniteiten en valkuilen

Gebouwen worden steeds vaker uitgerust met gesofisticeerde technieken en regelingen. Deze hebben een grote impact op de energiezuinigheid en het comfortniveau. Vandaar dat geïntegreerde meettoestellen alsmaar aan belang winnen. Dankzij de informatie die deze oplossingen verzamelen, krijgen gebruikers inzicht in de werkelijke prestaties van hun gebouw. Wat nu de plus- en minpunten van monitoringsystemen zijn, is een vraagstelling die in meerdere Proeftuinen aan bod kwam.

Door Stijn Van de Putte, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, Onderzoeksgroep Bouwfysica UGent

In woningen kunnen heel wat parameters worden gemonitord. Er bestaan zowel gas-, warmte-, water- en elektriciteitstellers als sensoren die de temperatuur, relatieve vochtigheid, CO2-concentratie of andere indicatoren van de binnenluchtkwaliteit meten. Ook toestandsvariabelen, zoals de stand van een klep of een zonnewering, zijn meetbaar. De mogelijkheden zijn quasi eindeloos en nemen nog elke dag toe. Het aanbod oplossingen groeit immers gestaag, zelfs voor de particuliere markt. Hierdoor is het vaak moeilijk om het bos door de bomen te zien.

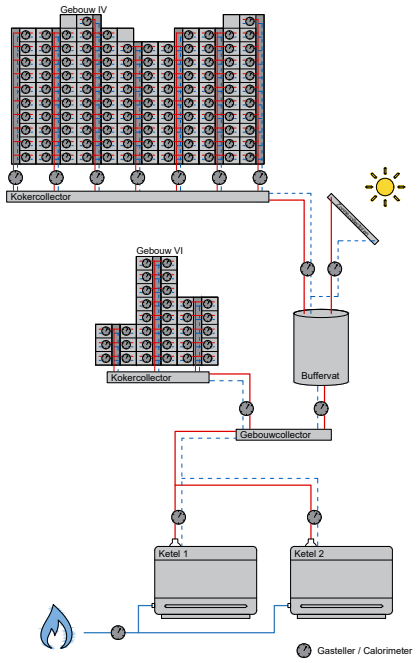
Heel veel mogelijkheden

De energieprestatie en het binnenklimaat kunnen op verschillende manieren worden gemonitord. Op welke manier dit best gebeurt, hangt af van de beoogde doelstellingen, de betrokken actoren, de complexiteit van de installaties, … In een ambulante meetcampagne worden gedurende een beperkte periode (bijvoorbeeld drie weken) losse meettoestellen ingezet. Deze aanpak werd onder meer in de proeftuinen Ecoren en Mutatie+ toegepast. Daartegenover staat een permanent monitoringsysteem met vaste sensoren die in een ruimte of installatie worden geïnstalleerd of al zijn ingebed in HVAC-toestellen (verwarmingsketels, luchtgroepen, …). Er is een evolutie merkbaar naar 'cloud connected' oplossingen die toelaten om meetgegevens te volgen en te interpreteren via een applicatie op de smartphone. Verder zijn er oplossingen waarbij alle sensoren afzonderlijk functioneren (elk met een eigen interface), terwijl andere deel uitmaken van een integraal systeem dat alle data op een platform samenbrengt. Op basis van de ervaringen in de Proeftuinen Drie Hofsteden, Kielparktoren en De Schipjes (projecten met een permanent en integraal monitoringsysteem) wil dit artikel enkele handvatten aanreiken om voor elke toepassing de juiste oplossing te kiezen.

Vaste installatie onder de loep

Een permanente monitoringinstallatie bestaat uit verschillende componenten. Qua hardware zijn er de sensoren die de gekozen parameters in kaart brengen. Ze worden gevoed met een kabel of batterijen. De laatste optie is vaak financieel voordeliger en opportuun wanneer het moeilijk is om kabels te trekken. Daar staat tegenover dat dergelijke sensoren meer opvolging vereisen en dat er om de tien à vijftien jaar een batterijwissel dient te gebeuren. Alle meetgegevens worden gecentraliseerd opgeslagen op een fysieke server op de site en/of door een extern datacenter. In beide gevallen is het aangewezen om goed na te denken over de opslagcapaciteit. Stel jezelf de volgende vragen: hoe ver terug in de tijd moeten data raadpleegbaar zijn, tot op welke tijdsresolutie dient dit te gebeuren en hoeveel capaciteit is daarvoor nodig? Ook back-upmaatregelen mogen niet over het hoofd worden gezien. Opdat de data vlot bereikbaar zou zijn, is een gebruiksomgeving nodig die toelaat om instellingen te beheren en vanop afstand snel relevante gegevens uit het systeem te halen. In deze context wordt wel eens over een GUI of 'graphical user interface' gesproken. Gebouwbeheersystemen bevatten over het algemeen standaard al automatische algoritmes die anomalieën en storingen detecteren.

Figuur 1: Een voorstelling van het hydraulisch schema van blok 4 in Proeftuin 3 Hofsteden.



Breed toepassingsspectrum

Monitoring kan voor verschillende actoren in het bouwproject diverse voordelen bieden. Voor gebouweigenaars is het een interessante tool om de warmtemeters van elke woning die op een collectief HVAC-systeem of een wijkverwarmingsnet is aangesloten, vanop afstand uit te lezen. Zo kunnen ze dan het energiegebruik factureren zonder dat er een fysieke opmeting aan te pas komt. Ook als tool voor 'commissioning' wint monitoring aan belang. Data over de werkelijke prestaties van het gebouw en de installaties laten toe om fouten te detecteren (ook wel 'fault detection and diagnostics' of FDD genoemd). Door op strategische plaatsen meettoestellen te plaatsen, kunnen de oorzaken van potentiële problemen beter worden getraceerd. Dit laat toe om installatieconcepten sterk te optimaliseren, in het bijzonder tijdens het eerste jaar na oplevering. Vaak zijn immers sluimerende problemen aanwezig die pas naar boven komen dankzij concrete meetgegevens. Figuur 1 toont hoe in twee appartementsgebouwen van Proeftuin Drie Hofsteden calorimeters op verschillende plaatsen in de verwarmingsinstallatie werden geïnstalleerd, wat toelaat om het systeem in detail op te volgen.

Voor een efficiënter onderhoud

Een grote troef van monitoring is dat installaties preventief kunnen worden gecontroleerd. Dit laat onder meer toe om beter te voorspellen wanneer een systeem onderhoud nodig heeft, waardoor een systeemfalen kan worden vermeden. Concreet wordt een automatische regelmethodiek geïntegreerd. Deze anticipeert voortdurend op veranderingen in de installatie door metingen uit te lezen en op basis daarvan onderdelen van gebouwsystemen aan te sturen. Deze zogenaamde 'model predictive control' (MPC) vindt stilaan meer ingang in de gebouwbeheersector. Foutdetectie, proactief onderhoud en systeemoptimalisaties kunnen een oplossing bieden voor heel wat discomfortervaringen en tevens aanzienlijke energiebesparingen opleveren. Resultaat is een grotere gebruikerstevredenheid, een lagere energiefactuur en een afname van de milieu-impact.

Contracten en optimalisaties

Naast kwaliteitsbeheersing kan monitoring ook het bewijs van prestaties faciliteren. Tot op heden heeft deze mogelijkheid in Vlaanderen nog maar beperkt ingang gevonden. Bij onze noorderburen is het principe echter in opmars. Daar kunnen voor (bijna) nul-op-de-meter-woningen (NOM) onder meer prestatiegarantie- en huurcontracten met een energieprestatievergoeding (EPV) worden afgesloten. Om dergelijke overeenkomsten mogelijk te maken, is de monitoring van alle in- en uitgaande energiestromen essentieel. Ten slotte slaat een monitoringsysteem de brug naar belangrijke leerkansen. Dankzij de verzamelde data kunnen ondernemingen hun bouwconcepten verder verbeteren en krijgen gebouwbeheerders meer inzicht in hun installaties. Ook bieden de oplossingen opportuniteiten om bewoners te informeren en te sensibiliseren om bewuster met de systemen om te gaan en hun gebruiksgewoontes in vraag te stellen.

Van ontwerp tot oplevering

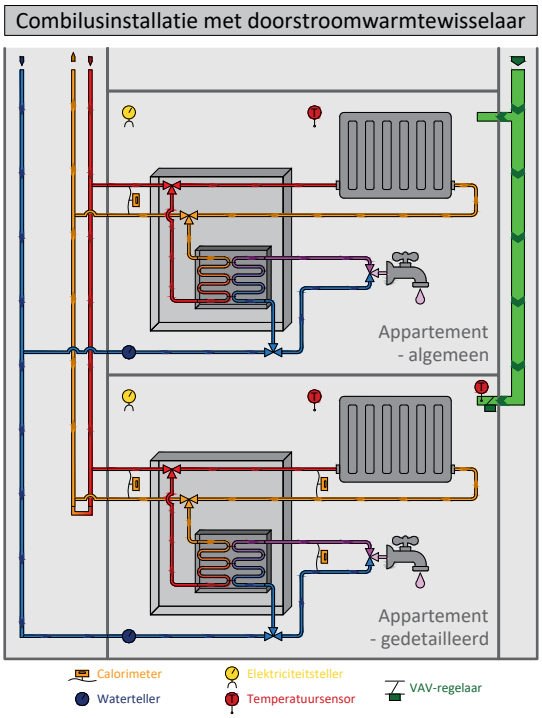
Al in de ontwerp- en voorbereidingsfase moet worden gekozen of er al dan niet een continu monitoringsysteem in het project zal worden geïntegreerd. Op dat moment moeten immers de doelstellingen ervan en de overeenkomstige prestatie-indicatoren worden geformuleerd. Wens je de binnenluchtkwaliteit in kaart te brengen? Of wil je vooral het energiegebruik opvolgen? Pas als het antwoord op dergelijke vragen is gekend, kunnen de te meten parameters in een monitoringplan worden samengebracht. Vervolgens moet de extra kost van elke keuze met de bouwheer worden besproken. Om in het verdere verloop van het bouwproces een eenduidig communicatiemiddel te hebben, is het sterk aangewezen om dit monitoringplan in de hydraulische schema's van de ingenieur HVAC te integreren. De specificaties ervan dienen tevens accuraat te worden opgelijst in de bestekteksten van de architect en/of het

studiebureau. Belangrijke aandachtspunten daarbij zijn de formulering van de minimaal vereiste meetonzekerheid, -frequentie en -resolutie (zie kader), de opslaghoeveelheid, de vereisten op het vlak van nazorg en ondersteuning, de verwachtingen over de toegankelijkheid van de data, … Indien privacygevoelige data van bewoners worden verzameld, is het (in het kader van de Europese GDPR-wetgeving) aangewezen om juridisch advies in te winnen en op de hoogte te zijn van de richtlijnen met betrekking tot onder meer de vraag naar toestemming, meldingsplicht en opslagbeperkingen.

Streven naar maximale kennisverwerving

De uitdaging bestaat erin om een zo groot mogelijke kennisoutput na te streven binnen een zo beperkt mogelijk budget. Op die manier ontstaat de zoektocht naar een geïntegreerde benadering waarbij dezelfde data voor verschillende doeleinden worden ingezet, bijvoorbeeld voor zowel facturatie als commissioning. Bij die optimalisatieoefening kan worden overwogen om extra toestellen te voorzien in slechts enkele woningen van een groter geheel (zoals een weldoordachte selectie van appartementen). Via een detailstudie van deze entiteiten kunnen bevindingen naar vergelijkbare woningen worden geëxtrapoleerd. Figuur 2 toont voor Proeftuin Kielparktoren de voorziene meettoestellen in de 63 standaard en 9 gedetailleerd gemonitorde appartementen. In deze laatste werden, bovenop het totale warmteverbruik, door middel van twee extra calorimeters ook de deelverbruiken voor verwarming en sanitair warm water in detail gelogd. Tevens werd een temperatuursensor in het pulsiekanaal van de ventilatie toegevoegd.

Figuur 2: Type monitoring in de appartementen en de detail monitoring voor 9 appartementen (met het deelgebruik van verwarming en sanitair warm water en temperatuur van ventilatielucht).



Controleren en nog eens controleren

Ook tijdens de uitvoeringsfase mag het opgestelde monitoringplan niet uit het oog worden verloren. Het is aangewezen om de productfiches van de toestellen die de aannemer aanbiedt, met zorg te checken. Tevens is het belangrijk om op de werf te controleren of alle monitoringapparatuur wel degelijk op de voorziene plaatsen is geïnstalleerd. Vervolgens dient bij de oplevering te worden nagegaan of de as-built plannen van de hydraulische schema's en de grondplannen overeenstemmen met de uitgevoerde situatie. Tijdens het grondige nazicht van het opgeleverde gebouwbeheersysteem is het eveneens nodig om te verifiëren of de signalen van alle meettoestellen goed worden ontvangen en of de meetwaarden een realistische grootteorde hebben. In deze fase wordt tevens de GUI van het gebouwbeheersysteem uitgewerkt en aan de bouwheer toegelicht. Een nauwgezette en continue opvolging van elke fase in het bouwproces is essentieel om te garanderen dat het monitoringsysteem aan de verwachtingen voldoet. Een grondige controle vermijdt onvoorziene meerkosten en analyses die tot verkeerde interpretaties kunnen leiden.

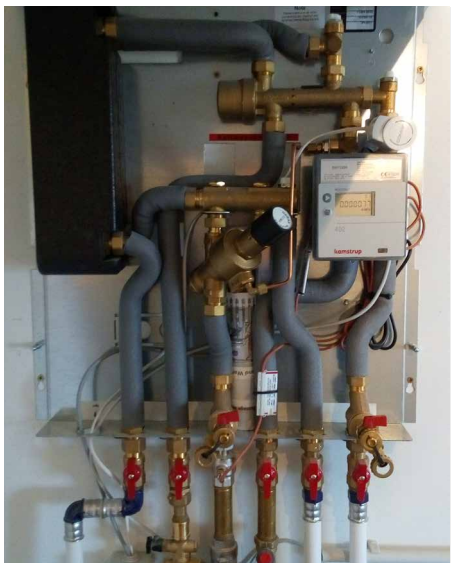
Wat na het bouwproces?

Een nauwgezette opvolging tijdens het bouwproces biedt echter geen garantie op een systeem dat jarenlang feilloos werkt. Ook tijdens de beheerfase is het belangrijk om regelmatig te checken of alle signalen nog steeds goed worden gecapteerd en of de kwaliteit van de data voldoende hoog is. Enkel zo kan bij storingen snel worden ingegrepen. Het risico is immers reëel dat deze zich voordoen in toepassingen waarbij elektronica met elkaar communiceert (al dan niet via draadloze connectie). Afhankelijk van de complexiteit van het gebouw en de technieken, is het

opportuun om de gebruikers van de installaties degelijk op te leiden, specifieke kennis in huis te halen of zich door professionelen (bijvoorbeeld een studiebureau) te laten ondersteunen. Enkel op die manier zal het volledige potentieel van een monitoringinstallatie kunnen worden benut.

Oplossing die rendeert

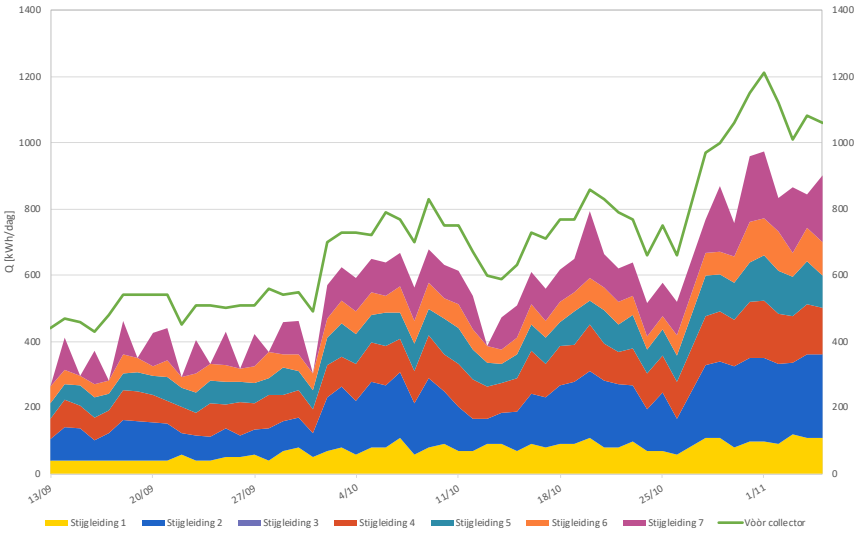
Monitoring wordt steeds vaker toegepast in de Vlaamse woningmarkt. Door bij de start van het project het monitoringplan uit te werken, dit tijdens de bouw- en beheerfase continu op te volgen en hierbij verschillende partijen te betrekken, kan de integratie van meettoestellen in een woongebouw of -project waardevolle opportuniteiten bieden. Onder meer foutdetectie, systeemoptimalisatie en energiefeedback laten immers toe om belangrijke energiebesparingen en comfortverbeteringen te realiseren.



Een vaste calorimeter, geïnstalleerd in het etagestation van een appartement, stuurt data naar het gebouwbeheersysteem (Proeftuin Drie Hofsteden).

Meten: hoe vaak en met welke resolutie?

Het meetinterval en de resolutie moeten worden gekozen in functie van de vooropgestelde doelstellingen en de specifieke context van het project (bijvoorbeeld de grootte van de geschatte energievraag). Maatwerk is dus onvermijdelijk. Beide parameters zijn bovendien sterk onderling gerelateerd. Zo werd in Proeftuin Drie Hofsteden beslist om de appartementen uit te rusten met calorimeters die tot op 1 kWh meten. Voor deze BEN-woningen met ’s winters een gemiddeld dagelijks verbruik van circa 8 kWh is een meting per uur vaak al meer dan voldoende. Tegelijkertijd werden calorimeters aan het begin van de stijgleidingen voorzien, net voorbij de collector. Aangezien deze elk 10 tot 21 appartementen bedienen, werden daar types met een meetresolutie van 10 kWh geïnstalleerd. Onderstaande grafiek toont hoe de calorimeter van stijgleiding 7 (roze) met een resolutie van slechts 100 kWh meet (te merken aan het erg puntige verloop). Deze resolutie blijkt erg laag in verhouding tot de gemeten parameter, wat de beoogde analyses van onder meer de distributieverliezen bemoeilijkt of zelfs onmogelijk maakt. De keuze van meetinterval en -resolutie heeft ook een financiële impact. Zo moet er eventueel op een ander (duurder) type toestel worden overgeschakeld of moet je meer opslagcapaciteit voorzien indien er extra datapunten zijn.



Energiegebruik per stijgleiding t.h.v. centrale collector.