

Promotieonderzoek Arie Taal

Titel van het proefschrift:

A new approach to automated energy performance and fault detection and diagnosis of HVAC systems.

De discussie over hernieuwbare of duurzame energie om 'los' te komen van aardgas is levendig. Daarbij vergeet men vaak één aspect: we kunnen energie besparen door minder energie te verspillen. Daarnaast is het handhaven van een gezond binnenklimaat, nu vanwege Covid virussen actueel, en een thermisch behaaglijk binnenklimaat belangrijk. Het laatste bij kantoorgebouwen voor de arbeidsproductiviteit.

Het promotieonderzoek verstrekt de architectuur en methoden waarmee verborgen energieverstopping en ongezond en onbehaaglijk binnenklimaat kunnen worden opgespoord en verholpen..

Er wordt veel geschreven over hernieuwbare en duurzame energieopwekking. Echter in gebouwen gaat nog 5 tot 30 procent van de toegevoerd energie onnodig verloren. Omdat een installatie niet naar behoren werkt. Of omdat ze onjuist wordt gebruikt. Dat wordt in de toekomst wellicht nog meer omdat duurzame installaties complexer worden.

Er is veel onderzoek verricht, en wordt nog gedaan, naar methoden om fouten in klimaatinstallaties vast te stellen en te corrigeren. Dat kan door middel van natuurkundige modellen en door regels gebaseerd op installatietechnische expertise. De laatste decennia wordt er vooral aandacht besteed naar op machine learning gebaseerde methoden. Echter aan de voorgestelde methoden kleven vele nadelen. Hier een aantal voorbeelden. Elke installatiedeel of component heeft zijn eigen methode, vaak zijn ze specifiek voor een bepaald product, zijn de uitkomsten niet 100% betrouwbaar, zijn ze afhankelijk van aanwezige sensoren, is installatie- en IT-expertise nodig voor de implementatie, is meetdata nodig van een goed (en eventueel slecht) functionerende installatie, is er geen interactie tussen de uitkomsten van de verschillende methoden en kunnen sensoren kapot zijn of foutieve waarden aangeven. Foutanalyse wordt bemoeilijkt door de vele componenten en regelingen in een gebouwinstallatie. In een modern kantoorgebouw zijn er honderden sensoren, tientallen regelingen en honderden componenten die elkaar beïnvloeden.

De Haagse Hogeschool vestiging Delft

Al ruim 30 jaar leidt Arie Taal studenten Werktuigbouwkunde op aan De Haagse Hogeschool. Daarnaast is hij als onderzoeker actief binnen het lectoraat Energy in Transition, onderdeel van het kenniscentrum Mission Zero. In het verleden ontwierp hij zelf nieuwe installaties. Met die achtergrond koos hij ervoor om de verwarmings-, koude- en luchtbehandelingsinstallaties als uitgangspunt te nemen voor zijn promotieonderzoek. Voor praktisch onderzoek is de klimaatinstallatie van het gebouw van De Haagse Hogeschool in Delft beschouwd.

Foutdetectie en -diagnose door middel van de 4S3F-methode

In het algemeen geldt dat op basis van symptomen, dat wil zeggen dat er geconstateerd wordt dat er een of meerdere fouten aanwezig zijn, de fout(en) moeten worden vastgesteld. Het bepalen van symptomen wordt foutdetectie genoemd en het isoleren valt onder foutdiagnose. Het geheel staat bekend als FDD. Door het onderzoek kwam naar boven dat deze twee fasen apart moeten worden uitgevoerd om tot een FDD architectuur te komen die toepasbaar is voor allerlei soorten van klimaatinstallaties.

Voor de (symptoom)detectie kan allerlei (bestaande en nieuwe) methoden worden toegepast. Echter de basis is dat gebruik wordt gemaakt van fysische balansvergelijkingen (bijvoorbeeld energiebalansen), controle van proceswaarden (bijvoorbeeld een binnen luchttemperatuur), energieprestatie-indicatoren (bijvoorbeeld een rendement) en/of toegevoegde informatie (bijvoorbeeld een bewonersklacht). Samen zijn dat 4 typen van symptomen (4S).

Fouten kunnen ook gerubriceerd worden; in componentfouten (bijvoorbeeld een vervuilde warmtewisselaar), regelfouten (verkeerde regelaarinstellingen) of modelfouten (bijvoorbeeld fouten in aannames voor ontbrekende informatie): 3F. Samen met de symptomen vormt dat de **4S3F-methode**.

Voor de diagnose wordt een Bayesiaanse methode gehanteerd. Op basis van de aan- en afwezigheid van symptomen wordt in een netwerkmethode de kansen van fouten bepaald. Voordeel is dat deze aanpak modulair is, toepasbaar op allerlei soorten van installaties en eenvoudig uit te breiden is.

Deze aanpak is uniek en veelbelovend en niet alleen bruikbaar voor klimaatinstallatie in (kantoor)gebouwen en ook toe te passen op innoverende installaties door de robuuste 4S3F-architectuur.

Brains4Building (B4B)

Met zijn methode maakt Arie Taal veel mensen blij. “De facility manager in een gebouw, omdat hij geen lijst van symptomen in handen krijgt (wat gebruikelijk is), maar een lijstje met mogelijke oorzaken. De installatiebeheerder, omdat hij met mijn methode precies weet waar hij een (verborgen) fout moet zoeken. En ook de gebruiker van een gebouw. Die kan sneller op zijn wenken worden bediend. Bovendien, als het werkklimaat goed is, is de arbeidsproductiviteit hoger.”

Zijn methode wordt toegepast in het meerjarige project Brains4Buildings, gecoördineerd door de TU-Delft, waarin De Haagse Hogeschool een van de 39 partners is. In Brains4Buildings ontwikkelen participanten de 4S3F-methode verder. Daarbij zijn zowel promovendi en masterstudenten van TU-Delft en TU-Eindhoven betrokken.

Daarvoor wordt gebruik van de big data van slimme meters, gebouwbeheersystemen en Internet of Things-apparaten. De methode van Arie Taal past in dat rijtje van slimme oplossingen om minder energie te gebruiken.