

Installatieoptimalisatie Academie voor Engineering

Ir. Hans Buitenhuis,
ing. Rudiger Drissen

De Haagse Hogeschool (gefuseerd met de TH Rijswijk) ontwikkelt op de campus van de TU Delft een onderwijsgebouw voor technische studies op hbo-niveau. In deze Academie voor Engineering (AVE), met een bruto vloeroppervlak van 15.000 m² gaan vanaf september 2009 circa 1.800 studenten een ingenieursopleiding volgen. Voor het gebouw is een innovatief installatieconcept ontwikkeld, waarin vraaggestuurd regelen, comfort, prestatie monitoring en energie-efficiëntie centraal staan.

De nieuwbouw start in 2007 op de plaats van het voormalige gebouw van Technische Materiaalwetenschappen van de TU Delft. De Haagse Hogeschool kiest met dit gebouw letterlijk voor een strategische positie, hbo-studenten temidden van universiteitsstudenten. Aantrekkelijk voor zowel de in- als uitstroom van studenten.

De strategie beperkt zich echter niet alleen tot de locatie. De opdrachtgever ziet het gebouw als een strategisch beleidsinstrument in de wereld van hbo-instellingen. Daarom zal er een gebouw verrijzen dat kwaliteit biedt op de punten als

flexibiliteit – voor onderwijs van nu en in de toekomst – duurzaamheid, ruimte voor ontmoeting en sociaal contact, en een uitstraling om trots op te zijn. Of om het met een citaat uit de voorstudie te zeggen: 'De kern van de strategische uitgangspunten kan worden samengevat als het streven naar goed en aantrekkelijk onderwijs in een gebouw met een krachtige technische uitstraling. Duurzaamheid en duurzame technologie vormen daarin een belangrijk kenmerk, zoals de positie van een interactief kenniscentrum met intensieve relaties met het bedrijfsleven en het wetenschappelijk onderwijs.'

WELBEVINDEN VAN MENSEN

Het gebouw moet voor de gebruikers ervan een omgeving bieden om plezierig te werken, te studeren en anderen te ontmoeten. Daaraan moeten installaties dienstbaar zijn en daar is de optimalisatie ervan dan ook op gericht.

Er zijn stevige eisen gesteld aan het binnenklimaat, die meer gebaseerd zijn op het 'welbevinden' van mensen dan op de heersende normen voor onderwijsgebouwen, omdat die op dit punt nogal minimaal zijn. Van schoolgebouwen is bekend dat 25 procent van het ziekteverzuim gerelateerd is aan een slecht binnenmilieu en dat leerprestaties hierdoor tot 10 procent kunnen dalen (bron: Stichting Gezond Leren). Een van de leidende principes in het ontwerp is dat er consequent vraaggestuurd wordt geregeld om de gebruiker zo goed mogelijk te bedienen. Gebruikers van het gebouw bepalen licht, temperatuur en (natuurlijke) ventilatie in hun directe omgeving. De automatiseringsinstallatie vertaalt dit naar de noodzakelijke acties. Het streven naar menselijk welbevinden mag ook best worden uitgebreid naar de beheerder van het gebouw. Die is gebaat bij goed functionerende installaties, die onderhoudsbehoefte en eventuele storingen op een begrijpelijke manier melden. Maar hoe vaak zijn beeldplaatjes van een automatiseringsinstallatie begrijpelijk voor een niet-technicus? En in hoeveel gebouwen kan de beheerder in één oogopslag zien hoe het gebouw presteert en of de beoogde energieprestatie wordt behaald? Er is op dit front nog een wereld te winnen.



1. Het gebouw als een 'strategisch beleidsinstrument' voor de Academie voor Engineering (artist impression: Royal Haskoning Architecten).



INSTALLATIE- EN ENERGIECONCEPT

Verwarming en koeling van de vertrekken heeft in hoofdzaak plaats via de vloeren. De vloervelden worden individueel geregeld met open/dichtafsluiters. Aanvullend kan worden verwarmd en vooral gekoeld met plafondpanelen (afbeelding 2). De luchttoevoer wordt per vertrek in- of uitgeschakeld op basis van aanwezigheid en in instructielokalen op basis van gemeten temperatuur en CO₂-gehalte. Retourlucht stroomt via overstortroosters naar de verkeersruimten en wordt bij de schachten centraal afgezogen. Regeling van de voordruk en het afzuigdebiet gebeurt bij de schachten met VAV-boxen.

Warmtepompen, energieopslag en een piekkelstel zorgen voor de warmte- en koudeopwekking. De installatie is voorbereid opdat later een brandstofcel eenvoudig kan worden ingepast. Uit onderzoek blijkt dat de brandstofcel op dit moment nog onvoldoende marktrijp is. Op het parkeerdak en bijbehorende hellingbaan worden asfaltcollectoren toegepast om de oppervlakken sneeuw- en ijsvrij te houden. Bovendien dient de asfaltcollector om de energieopslag thermisch in balans te houden.

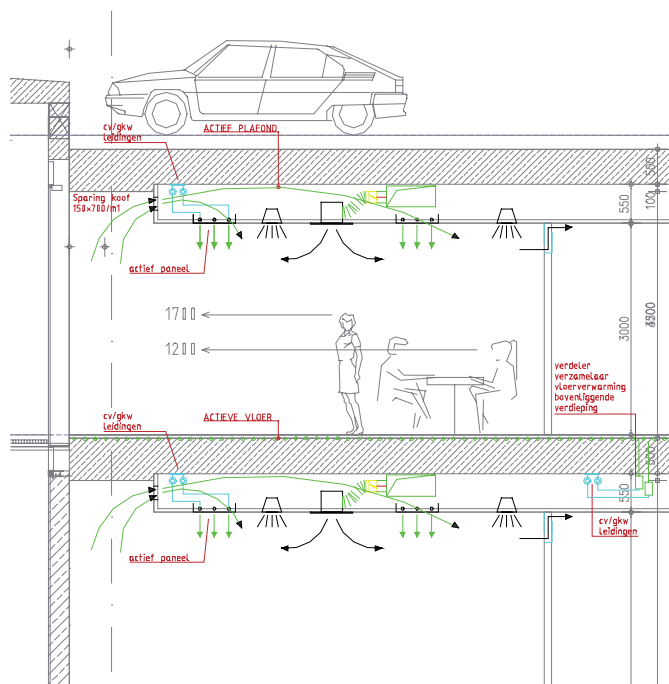
De academie gaat een (klein) deel van de elektriciteit met eigen pv-cellen opwekken: 50 m² pv-cellen verhuizen mee van de oudbouw in Rijswijk en 100 m² pv-cellen komen er nieuw bij. Met 20 m² collectoren voor thermische zonne-energie wordt warmtapwater bereid voor douches en keukens. Ten slotte worden ook twee kleine windturbines van elk 6 kW op het gebouw geplaatst. Al deze voorzieningen voor duurzame elektriciteitsopwekking maken tevens deel uit van het onderzoeksprogramma van de opleiding.

OPTIMALISEREN

In veel gebouwen zit een overdaad aan installaties die niet optimaal functioneren. Het beloofde binnenklimaat wordt niet gerealiseerd, terwijl het energiegebruik nogal eens ver uitstijgt boven wat was aangegeven. Dit is uiteraard een onwenselijke situatie, maar het is opmerkelijk in hoeveel gebouwen men 'leert leven' met de nukken van een klimaatstelsel. Optimalisatie van installaties blijft meestal hangen in troubleshooting. Voor veel gebouwbeheerders is de zaak al 'optimaal' als er geen klachten zijn.

Op dit gebied liggen er nog enorme uitdagingen en met de AVE willen de betrokkenen een eerste stap zetten om het volgende te bereiken:

- prestaties van installaties monitoren en dat geldt niet alleen de opwekking, maar ook in de afzonderlijke vertrekken in het gehele gebouw.



2. Visualisatieconcept voor klimatisering van vertrekken.

PIR-sensor	een passief infraroodsensor detecteert beweging, op basis waarvan aanwezigheid kan worden vastgesteld in een vertrek
presencesensor	infraroodmeting (temperatuur) zonder beweging, montage boven werkplekken om aanwezigheid te detecteren
geluidsensor	detectie van aanwezigheid in hoge vertrekken, zoals collegezalen en atrium
dauwpuntsensor	bepaling dauwpunt op diverse plaatsen in het gebouw voor regeling aanvoertemperatuur gekoeld water en vermijding van condensatie
temperatuursensor	meting stralingstemperatuur (in kegel van 50 graden) en van de omgevingstemperatuur
lichtsensor	meting verlichtingsniveau in vier richtingen (N, O, Z, W) en één verticale richting voor optimale aansturing van armaturen
CO₂-sensor	meet de CO ₂ -concentratie in de lucht
raamcontact	detectie geopend raam om ventilatie, koeling, verwarming en dergelijke uit te schakelen.

Tabel 1 Toe te passen sensoren in ruimten van de Academie voor Engineering.



- consequent vraaggestuurd regelen, waardoor minder (grote) installaties volstaan en het energiegebruik afneemt.
- bouwprestaties inzichtelijk maken voor de gebouwbeheerder in een vorm die hij of zij wenst.

Dit zal worden gerealiseerd met Octalix, een nieuw concept voor gebouwautomatisering (zie kader).

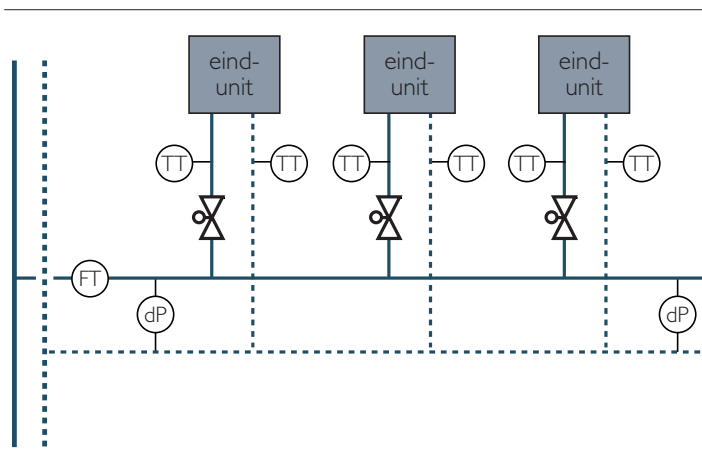
Sensoren: de ogen en oren

Zonder meetgegevens uit de installaties in het gehele gebouw blijft inzicht achterwege. Moderne sensortechnieken bieden de mogelijkheid om kosteneffectief fijnmazige monitoring in te bouwen als onderdeel van de gebouwautomatisering (tabellen 1 en 2 en afbeelding 3).

Vooraf de metingen in de hydraulische circuits leveren heel veel inzicht op en dragen bij aan het opsporen van eventuele gebreken. Dit kan het best worden geïllustreerd aan de hand van een paar concrete voorbeelden.

temperatuur	compacte sensoren in toevoer en retour van cv- en gekoeld water voor elk vertrek of vloerveld. Idem in ventilatielucht
flowmeter	in hydraulische circuits in elke strang vanaf de hoofdleiding bij de schacht. In ventilatieluchtoevoer in elk vertrek en bij centrale afzuigpunten per verdieping
druk	drukverschil in elke afgaande strang van cv of gekoeld water vanaf de hoofdleiding aan het begin en het eind. Luchtzijdig: de voordruk aan het begin van een strang

Tabel 2. Toe te passen sensoren in hydraulische circuits (zie ook afbeelding 3).



3. Sensoren in hydraulisch circuit vanaf hoofdleiding.

1. Met een temperatuurmeting in de aanvoer en de retour van een eindunit of een vloerveld kan worden nagegaan of daadwerkelijk warmte of koude wordt afgegeven.
2. Bij afgifte-units die van verwarmen naar koelen kunnen overschakelen (4-pijpssysteem) kan worden gecheckt of aanvoer en retour niet zijn verwisseld of dat een afsluiter blijft hangen.
3. Periodiek kunnen de regelafsluiters van de afgifte-units stuk voor stuk open worden gestuurd en kan de flow(verandering) in de strang worden gemeten. Zo kan worden gecontroleerd of de aansturing, de motor en de afsluiter nog correct functioneren.
4. Beoogd wordt om met de flowmetingen in alle individuele strangen ook te checken of de installatie correct is ingericht. In welke mate dit praktisch haalbaar is, is nog onderwerp van studie.

Deze lijst met mogelijkheden is nog verder uit te breiden.

Installatie met zelfdiagnose

Op basis van het soort metingen, zoals hiervoor genoemd, kunnen automatisch diagnoses worden uitgevoerd en afwijkingen worden gerapporteerd. De ervaring leert dat dit veel tijd- en kostenbesparing kan opleveren. Het handmatig testen en zoeken van afwijkingen vreet tijd als er geen meetgegevens beschikbaar zijn. Anderzijds is het met de genoemde sensoren eenvoudig om metingen en diagnoses te automatiseren en defecte componenten er snel uit te pikken. En ook als een sensor zelf defect raakt, kan dit worden gedetecteerd en gerapporteerd. Op deze wijze kan onderhoud pro-actief worden aangepakt, zodat de gebouwgebruiker er niets van bemerkt en de beheerder er nauwelijks omkijken naar heeft.

Vraaggestuurd regelen

Regelen op vraag betekent: gebruiker(s) van een vertrek hun wens kenbaar laten maken en op basis daarvan een zo goed mogelijk binnenklimaat bieden op een zo efficiënt mogelijke wijze. Belangrijk is de terugkoppeling naar de gebruiker: deze kan op zijn pc-scherm zien of alles naar wens verloopt, zonder lastig gevallen te worden met jargon.

Omgekeerd geldt ook dat als er geen vraag is in een vertrek, er op minimaal energiegebruik moet worden gestuurd, elektriciteit, verlichting en ventilatie moeten worden uitgeschakeld en koeling en verwarming ook uit of op een laag pitje gaan.

In de AVE wordt per vertrek op basis van aanwezigheid en/of CO₂ geregeld en wordt rekening gehouden met on-



Het Octalix-concept

Voor de Academie voor Engineering is het de bedoeling gebruik te maken van Octalix, een nieuw gebouwautomatiseringsconcept dat door Onroerend Groen in De Meern is ontwikkeld. De opzet van Octalix staat globaal in afbeelding 5 en 6 weergegeven. Sensoren, regelunits en dergelijke worden per vertrek doorgelust met 'krulsnoeren' en op een 'expander' aangesloten. De expander communiceert draadloos met accespoints die via ethernet met een Octalix-server zijn verbonden.

Kenmerkend voor het technisch concept van Octalix zijn drie aspecten. Als eerste is dat de prestatiemeting van installaties en binnenklimaat door toepassing van veel meer sensoren op vertrekniveau om temperaturen, energiestromen (warmte, koude, elektriciteit), branduren, schakelacties, regelklepbewegingen te meten en de energiebalans per vertrek te kunnen bepalen. Dit kan kosteneffectief door slimme integraties en toepassing van innovatieve, draadloze datacommunicatie met hoge betrouwbaarheid, waardoor heel veel bekabeling achterwege kan blijven.

Het tweede aspect is de montage en configuratie met directe terugkoppeling. Montage van GBS-componenten volledig op basis van plug&play (stekkeren), met visuele controle (led's) op voeding en data. Configuratie met een 'light-torch' waarmee componenten worden 'aangeschreven' om te testen (servomotoren, dimmers) of te configureren (bijvoorbeeld meerdere lampen softwarematig op één schakelaar aansluiten).

Het laatste aspect betreft het slimmer regelen en beheeren dankzij veel meer informatie. Een beter binnenklimaat realiseren met minder energie en CO₂-emissie. Geen onnodig bewegende regelafsluiters, niet meer pompen dan nodig, consequent vraaggestuurd te werk gaan. Zelfdiagnose met transparante rapportage naar gebouwbeheerder en installatiebedrijf.

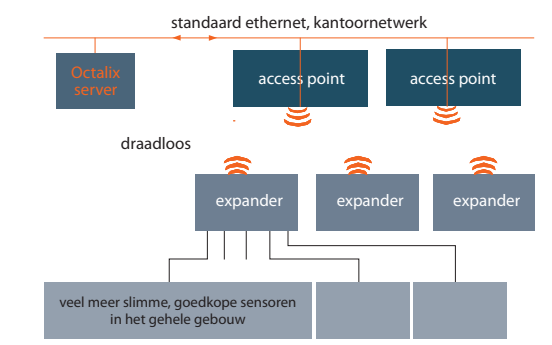
Pilotprojecten in EOS Demo

Momenteel participeren zes organisaties in een EOS Demoproject, waarin Octalix wordt toegepast en geëvalueerd op een schaalgrootte van vijf tot vijftien vertrekken per pilotproject. Uit deze projecten moet blijken of de claims worden waargemaakt. Verder wordt ook bestudeerd wat de consequenties zijn om deze techniek met draadloze communicatie in bestaande gebouwen toe te passen. Dit project loopt tot medio 2008. De verwachting is dat Octalix in 2008 ook voor grootschaliger toepassingen leverbaar wordt.

gelijktijdigheid. Voor de ventilatie-installatie heeft dit de grootste impact. De luchtbehandelingskasten en de hoofdkanalen zijn 20 procent kleiner ontworpen op basis van 80 procent gelijktijdigheid volgens het Programma van Eisen. In de praktijk verwachten we overigens een veel grotere ongelijktijdigheid, omdat het gebouw ook 's avonds en in het weekend gedeeltelijk gaat worden gebruikt. Een 20 procent kleinere luchtbehandelingsinstallatie betekent ook kleinere vermogens voor koelen en verwarmen en werkt al met al positief door in de totale investeringen en het energiegebruik.



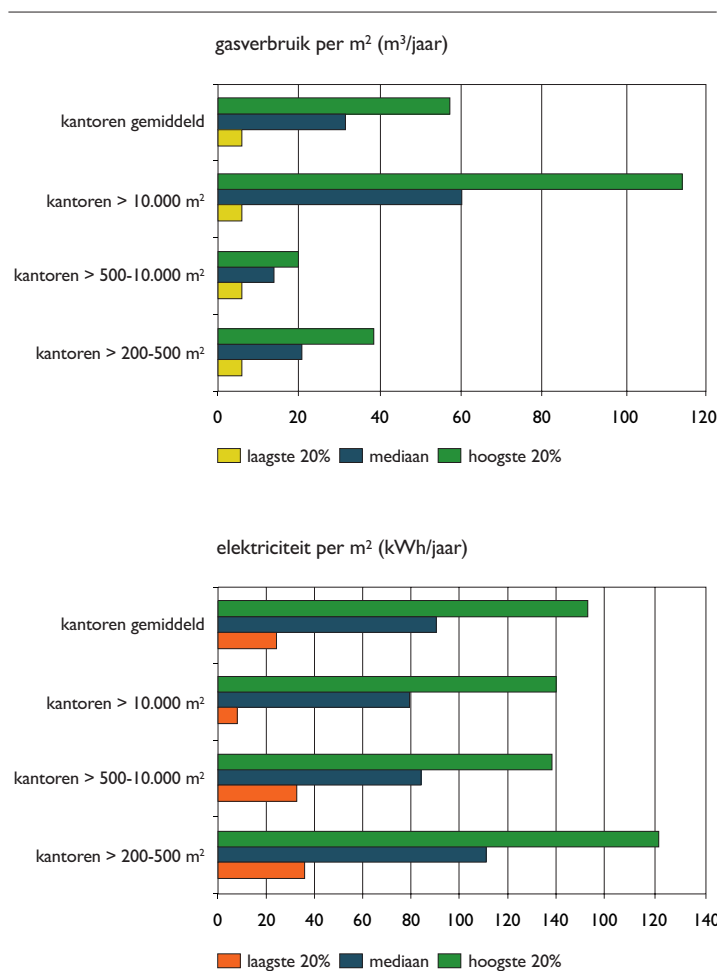
5. De Light-Torch van het Octalix-concept.



6. Schema van het Octalix-concept.

Veel comfort met minder energie

Door vraaggestuurd te regelen is met een minimum aan energie het gewenste binnenklimaat te realiseren. Daardoor is een aanzienlijke energiebesparing haalbaar ten opzichte van wat gebouwen in de praktijk laten zien. Zowel uit publicaties als uit monitoringprojecten blijkt dat de prestaties op het gebied van klimaatbeheersing in heel veel gebouwen – ook duurzame gebouwen en/of kantoren – sterk kunnen worden verbeterd. Het energiegebruik blijkt in de praktijk vaak aanzienlijk (15 – 40 procent) hoger dan noodzakelijk (afbeelding 4).



4. Gas- en elektriciteitsgebruik in kantoren volgens 'Cijfers en tabellen' 2006 van SenterNovem. Opmerking: het gasverbruik van de categorie 'kantoren > 10.000 m²' is onwaarschijnlijk hoog.

Dit hogere energiegebruik wordt veroorzaakt door tal van factoren:

- het onnodig in bedrijf houden van installaties in vertrekken zonder bezetting (verlichting, ventilatie, verwarmen/koelen);
- het tegen elkaar in verwarmen en koelen in een gebouw;
- extra energiegebruik door ongunstig ingestelde stooklijnen voor ventilatielucht;
- het verwarmen of koelen in vertrekken op momenten dat dit niets meer toevoegt aan het binnencomfort;
- het blijven draaien van apparaten buiten bedrijfstijd (zoals printers, pc's, copiers);
- het inefficiënte gebruik van verlichtingsarmaturen met onnauwkeurige sensoren om de lichtsterkte te meten;

- het niet constateren van defecte regelkleppen, temperatuuropnemers, pompregelingen waardoor installaties niet goed draaien;
- ketels, warmtepompen, koelmachines, pompen enzovoort die meer energie gebruiken dan volgens opgegeven specificaties;
- onvoldoende onderhoud, waardoor installaties vervuilen, stromingsweerstand toenemen, installaties niet meer goed zijn ingeregeld.

BETERE EXPLOITATIE

Met de genoemde sensoren en de strategie van vraaggestuurd regelen kunnen de energiestromen in het gebouw beter worden bewaakt en kan de verspilling worden opgespoord en uitgebannen. Berekend is dat het totale energiegebruik van een gebouw – inclusief het verbruik van kantoorapparatuur en dergelijke – met 20 à 25 procent kan worden verlaagd. In bestaande gebouwen zou dit percentage overigens nog veel hoger kunnen zijn.

Voor de AVE, waarin meerdere gebouwfuncties zitten, geldt voor de gezamenlijke functies een wettelijke EPC-eis van 1,7. Met het ontwikkelde totaalconcept voor gebouw en installaties wordt een EPC van 0,7 bereikt, conform het PVE ($Q_{\text{werkelijk}}/Q_{\text{toelaatbaar}} = 0,41$). Als de effecten van vraaggestuurd regelen worden meegerekend, komt dit overeen met een verdere verlaging van de EPC tot 0,6. Al met al ontstaat een zeer energiezuinig gebouw.

Auteurs

Ir. Hans Buitenhuis en ing. Rudiger Drissen,
DWA installatie- en energieadvies.