

System simulatie in de dagelijkse praktijk

De voordelen van simulatie als ontwerpondersteuning zijn vandaag de dag alom gekend. Helaas richten de beschikbare simulatietools zich hoofdzakelijk op het gebouw. De HVAC-installatie wordt zeer sterk vereenvoudigd of beschouwd als een louter thermisch probleem, waarbij heel wat hydraulische aspecten worden verwaarloosd. De gesimuleerde systeemprestaties zijn dan ook veel te optimistisch in vergelijking tot de werkelijke praktijkopmetingen. De kloof tussen de verwachte resultaten en de reële prestaties is nog lang niet gedicht.

Dr.ing Roel Vandenbulcke, General Manager, Hysopt NV

Hysopt NV is een nieuw spin-off bedrijf van de Universiteit Antwerpen en wil deze missing link in het simulatielandschap invullen met softwaretools waarbij de focus meer wordt gelegd op de hydraulische configuratie en de bijhorende regeltechnieken.

De installatiecomponenten die fabrikanten vandaag de dag op de markt brengen, zijn doorgaans van topkwaliteit en scoren op energetisch vlak hoge cijfers. Bij de samenbouw van deze individuele componenten tot een coherent werkende installatie gaat het echter mis. Het aantal hydraulische schakelingen en combinaties om te voorzien in het warmte-transport is enorm, waardoor ontwerpers het overzicht verliezen. Installaties worden bovendien typisch ontworpen voor vollast-conditions; het deellastgedrag en de nefaste impact ervan op het productie-, distributie- en regelrendement is een grote onbekende. Exact in dit speelveld van hydraulische configuraties, pompen, regelkleppen, hydraulische balans, ... wil Hysopt meer transparantie en inzicht brengen.

Hysopt is ambitieus en beoogt een markt-brede toepassing te realiseren in de dagelijkse ontwerp-praktijk, zodat elke installatie een geoptimaliseerde installatie kan worden.

Snelheid en gebruikersgemak staan centraal in de ontwikkeling. Ondanks zijn jonge leeftijd (Hysopt werd opgericht in november 2013) is de technologie die wordt gecommercialiseerd, geënt op meer dan tien jaar intensief onderzoek en ontwikkeling aan de Universiteit Antwerpen.

■ SOFTWARE PLATFORM

Het Hysopt software platform is een combinatie van zowel een ontwerptool als een simulatiesoftware. Als ontwerptool is het mogelijk om veel sneller te ontwerpen door de doorgevoerde automatisatie van het ontwerpproces. De vernieuwende 'Basic Circuit' ontwerp-techniek maakt het mogelijk om voorgeprogrammeerde schakelingen aan elkaar te koppelen om zo tot een functionele installatie te komen (zie figuur 1). Dit maakt het ontwerpen veel sneller en er kan ook meer intelligentie worden ingebouwd in het model. De software 'weet' steeds wat er gebouwd wordt. Conceptuele ontwerpfouten in de samenbouw worden zo in een vroeg stadium gerapporteerd, waardoor grote kosten kunnen worden bespaard. Figuur 2 illustreert één van de veel voorkomende ontwerpfouten waarbij een pomp foutief werd geplaatst aan de primaire zijde van de actieve

menschakelingen. Maar ook complexere ontwerpfouten (onvoldoende pompdruk, onvoldoende klepautoriteit, foutieve combinatie van actieve en passieve schakelingen, ...) of het ontbreken van specifieke componenten (pompen, regelkranen, inregelkranen) worden automatisch gesignaleerd.

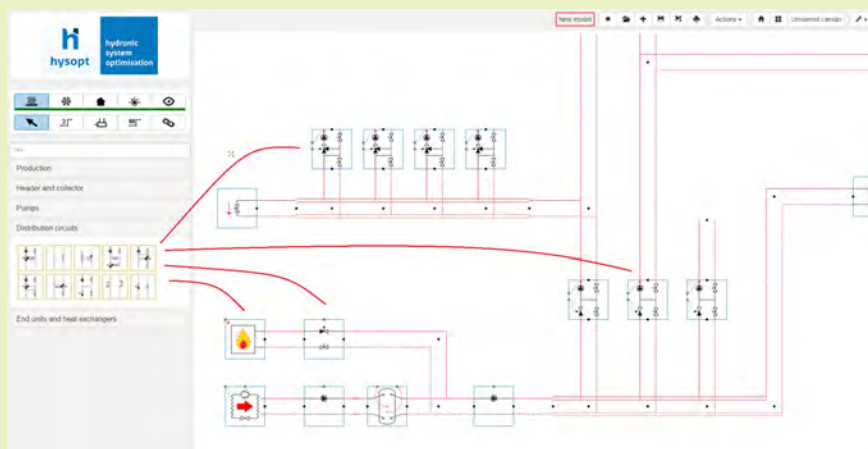
Na het ingeven van de benodigde thermische vermogens en de temperatuurregimes van de eind-units worden de ontwerpdebiets berekend en de geschikte leidingen geselecteerd. Vervolgens worden door middel van geavanceerde iteratieve optimalisatie-algoritmes alle overige systeemcomponenten, zoals pompen, regelkranen, inregelkranen, radiatoren, automatisch en als optimale combinatie geselecteerd (iets wat voorheen met de hand of volgens vuistregels gebeurde). Door middel van deze geoptimaliseerde componentselectie wordt een betere regelbaarheid van het systeem verkregen (snelheid, stabiliteit, nauwkeurigheid) en wordt de benodigde elektrische pompenergie tot een absoluut minimum gereduceerd. Met behulp van de deellastcalculator kunnen voor verschillende klepstanden de actuele debieten en temperaturen versus hun ontwerpwaarden worden geanalyseerd op elke mogelijke locatie in de installatie.

Er kan zowel op principeschema als op grondplannen (dxf-onderlegger) ontworpen worden. Principeschema's zijn vooral aangewezen voor de hydraulisch en regeltechnisch complexere delen van de installatie, zoals de technische ruimte en de onderstations. Het uitwerken van de warmtedistributie tot aan de eind-units volgens 2-pijp, 1-pijp of Tichelman-systeem is dan weer eenvoudiger op een grondplan, zodat de leidinglengtes en bochten automatisch berekend worden. Om meer structuur in het model aan te brengen, kunnen de verschillende canvassen onbeperkt met elkaar worden gekoppeld.

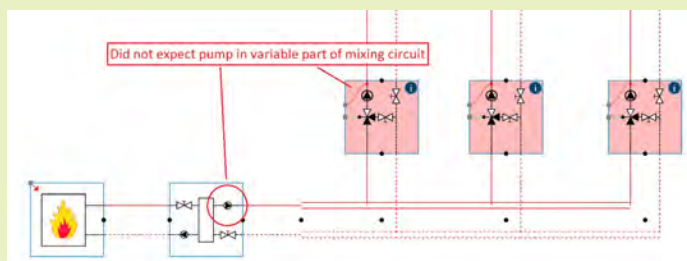
Hysopt als simulatietool gaat nog een stap verder en maakt het mogelijk om de systeemprestaties al in de ontwerpfase in te schatten, rekening houdend met het dynamisch deelgedrag van de installatie. De interacties tussen gebouw en installatie worden daarbij in rekening genomen door het koppelen van het systeemmodel met een dynamisch gebouwmodel dat vervolgens wordt onderworpen aan variabele weersdata en de gewenste setpuntprofielen. Met behulp van een beperkt aantal generieke regelblokken kunnen vervolgens de meest geavanceerde regeltechnieken en regelstrategieën worden geïmplementeerd. Na de dynamische simulatie kunnen alle systeemvariabelen (debiet, druk, temperatuur, klepstand, uitgang regelaars, etc.) op alle mogelijke locaties in de installatie inzichtelijk worden gemaakt met verregaande visualisatiemogelijkheden. Daarnaast wordt ook het energiegebruik van de warmte- en koude-opwekkers (ketel, warmtepomp, WKK, koelmachine, etc) maar ook de hulpenergie voor pompen en ventilatoren gekwantificeerd.

Figuur 3 toont een voorbeeld van een dynamische systeem simulatie waarbij de retourtemperatuur en het debiet voor en na de open verdeler wordt gevisualiseerd gedurende de eerste week van januari. Hoewel de retourtemperatuur na de open verdeler varieert tussen 40°C en 45°C en er dus potentieel voor condensatie beschikbaar is, is de retourtemperatuur voor de open verdeler gemiddeld 60°C. De verhoogde retourtemperatuur kan worden verklaard door het debietverschil voor en na de open verdeler waardoor warm water in de retourleiding wordt overgestort. Het effect hiervan is ook duidelijk merkbaar aan het lage rendement van de condensatieketel, slechts 87% (ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde).

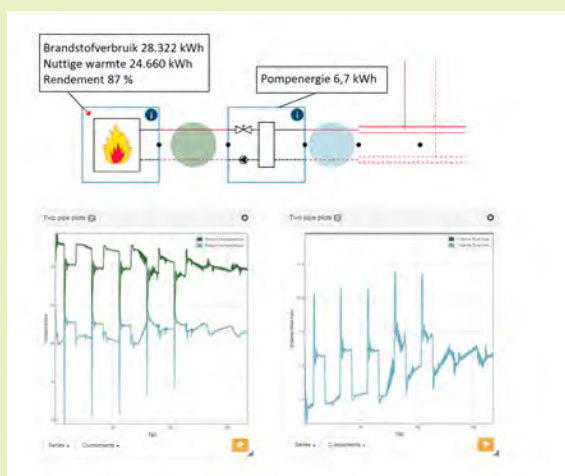
Figuur 4 illustreert een ander voorbeeld van een zogenaamde 'scatter-plot' waarmee de relatie tussen twee systeemvariabelen kan worden onderzocht, in dit geval de geregelde kringtemperatuur na de mengschakeling in functie van de klepstand van de 3-wegklep.



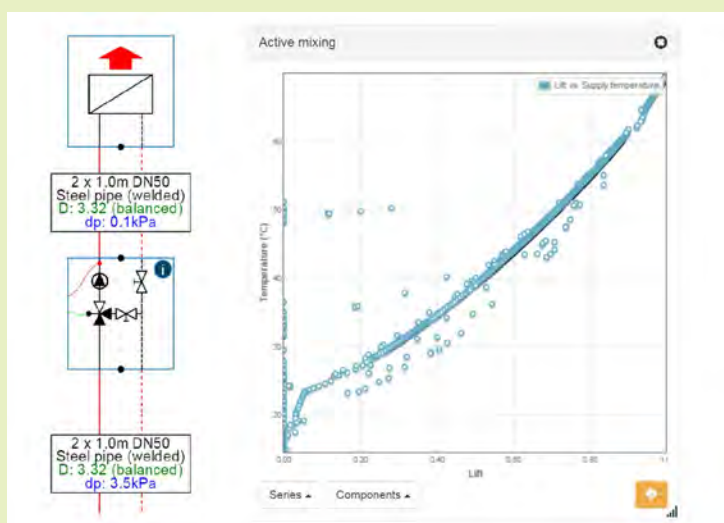
-Figuur 1- Impressie van de Hysopt software waarin de installatie met een intuïtieve drag&drop-interface wordt samengebouwd uit basisschakelingen met interne intelligentie



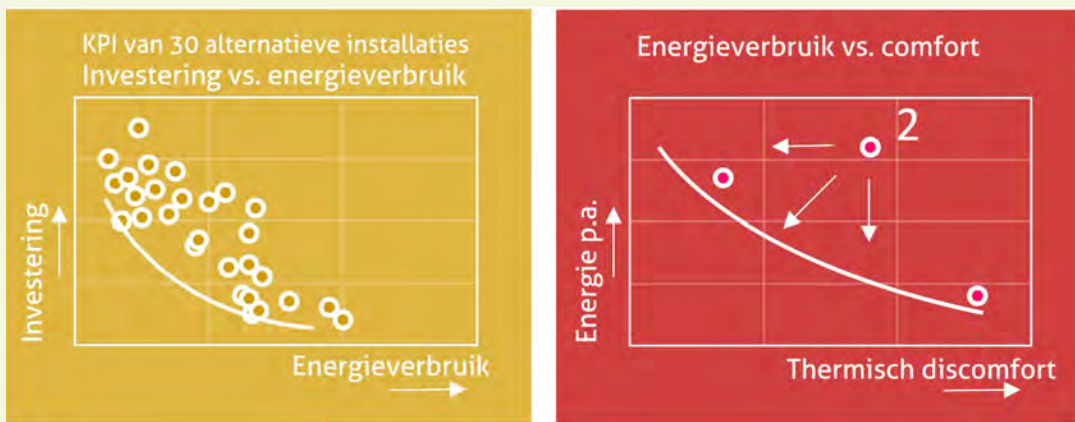
-Figuur 2- Ontwerpfouten worden automatisch gesignaleerd. In dit geval moet de pomp na de open verdeler worden verwijderd



-Figuur 3- Simulatie van de retourtemperatuur (links) en het debiet (rechts) voor en na de open verdeler



-Figuur 4- Gedrag van de geregelde kringtemperatuur in functie van de stand van de 3-wegklep, gevisualiseerd in een zogenaamde 'scatter-plot'



-Figuur 5- Visualisatie van verschillende systeemalternatieven en sensitiviteitsstudies in Pareto grafieken

Hoewel er een relatief vloeiend verband tussen de twee variabelen kan worden vastgesteld, zijn er bepaalde punten (outliers) die duidelijk afwijken van het gemiddelde gedrag. Dit gedrag kan worden verklaard door de zogenaamde hydraulische interactiviteit, waarbij regelkransen en andere actuatoren met elkaar interfereren. Op die manier wordt de 3-weg kraan blootgesteld aan drukvariaties die door de andere regelkransen worden veroorzaakt. De getoonde situatie in grafiek 3 is echter niet problematisch, want voorafgegaan aan een optimale componentselectie. Ingeval van ernstige interactiviteit tekent er zich een puntenwolk af in de scatter-plot wat wijst op een instabiele regeling.

SOFTWARE ALS SERVICE

Hysopt kiest resoluut voor 'Software as a Service', waarbij de software voor de gebruiker toegankelijk wordt gemaakt via een webbrowser. Dit maakt het doorvoeren van updates uiterst flexibel en zo kan Hysopt direct online support bieden. De verschillende partijen (adviesbureau, installateur, systeemintegrator, etc.) werken samen op het gedeeld ontwerpplatform waardoor de communicatie tussen de partijen efficiënter kan verlopen en dezelfde randvoorwaarden worden gebruikt. Door de floating licenties zijn projecten vanaf iedere locatie toegankelijk.

Voor een optimaal gebruiksgemak worden de optimalisatiealgoritmes en de simulaties doorgerekend op zeer krachtige cloud servers waarmee de software continu in verbinding staat. Verschillende systeemalternatieven en sensitiviteitsstudies kunnen zodoende naast elkaar doorgerekend en gesimuleerd worden, waarbij automatisch meerdere servers worden bijgeschakeld in functie van de behoefte. Op deze manier heeft de gebruiker zelfs vanaf een

modale computer toegang tot een enorme computationele kracht om op een tijds efficiënte manier zijn project te optimaliseren.

ADVISING

Naast software biedt Hysopt ook adviserende diensten aan voor adviesbureaus, installatiebedrijven en de opdrachtgever. Hysopt Consultancy biedt gespecialiseerde kennis aan voor het optimaliseren van HVAC-installaties voor zowel nieuwbouw als renovatieprojecten. Met behulp van de Hysopt software worden installaties volledig doorgerekend, gesimuleerd en geoptimaliseerd. Verschillende systeemalternatieven worden kwantitatief geëvalueerd op basis van de 'Key Performance Indicators' (KPI's); Energieverbruik, Comfort, Investering en Life Cycle Cost. De verschillende systeemalternatieven worden daarbij gevisualiseerd in verschillende Pareto-grafieken (zie figuur 5) om een optimaal evenwicht tussen de verschillende KPI's te verkrijgen en suboptimale varianten te verwerpen. Door deze transparante rapportering kan het ontwerp maximaal worden afgestemd op de wensen van de opdrachtgever. Ook na de finale uitvoering van het project heeft het simulatiemodel nog restwaarde en kan het bijvoorbeeld worden ingezet bij het opsporen van anomalieën.

INDUSTRIE

Het Hysopt Competence Center begeleidt fabrikanten bij R&D-projecten waarbij de Hysopt software wordt ingezet als snelle en flexibele 'testbank'. Op die manier kunnen de dynamische interacties tussen de componenten en de installatie waar hij deel van uitmaakt gedetailleerd worden onderzocht. In een 'Industry Marketing Cooperation' kunnen producten worden geïmplementeerd

in de Hysopt software en zo beschikbaar worden gesteld voor alle Hysopt gebruikers. Daarnaast ontwikkelt Hysopt ook fabrikant-specifieke applicaties en OEM-producten.

TRANSPARANTIE

De huidige HVAC business is gebaseerd op drie belangrijke drivers: (1) Prijs – veruit de voornaamste driver, (2) Reputatie – grote en gekende bedrijven genieten meer vertrouwen, en (3) Relatie – eerdere samenwerkingen vormen de basis voor toekomstige samenwerking. De effectieve prestaties van de installatie (energiegebruik, thermisch comfort, etc.) worden helaas niet in rekening genomen, eenvoudigweg omdat er tot voor kort geen middelen waren om de prestaties in de ontwerpfase te evalueren.

Hysopt beoogt de effectieve prestaties van de installatie mee in de weegschaal te leggen door in de ontwerpfase de KPI's te kwantificeren en zodoende verschillende systeemalternatieven op transparante manier te vergelijken. De opdrachtgever kan daardoor op een gefundeerdere wijze worden geïnformeerd en zelfs betrokken worden bij het vastleggen van een aantal conceptuele keuzes. Op die manier zullen ook de meerkosten van duurzame energietechnologie beter verantwoord kunnen worden. Het verschaffen van meer inzicht in het ontwerp en de uiteindelijke systeemprestatie leidt de sector naar kwaliteit en duurzaamheid. Dit noemen we 'Performance through Transparency'.

Op YouTube staat een demonstratie van de software die een impressie geeft van de vele functionaliteiten: <https://www.youtube.com/watch?v=toBq4OajjU8>