

Integraal simuleren in de praktijk

Dit artikel gaat in op verschillende aspecten van integraal simuleren in de praktijk. Wat is integraal simuleren? Hoe ver zijn we ermee? Welke meerwaarde heeft integraal simuleren? Welke problemen treffen we aan en welke kansen liggen er? Wat kunnen we simuleren en wat (nog) niet (goed)?

Ir. R.N.H. (Richard) Claessen, ir. I. (Ivo) Vis; ABT bv

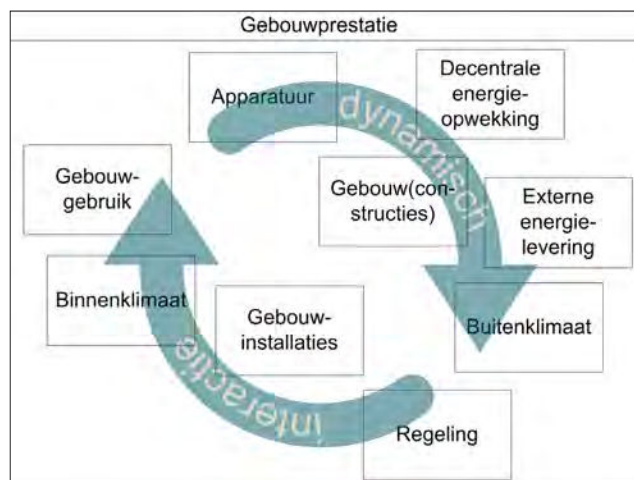
De voortschrijdende verduurzaming van onze gebouwde omgeving, waarbij een gebouw niet langer afnemer maar ook aanbieder van energie is, strengere prestatie-eisen en wensen op allerhande gebieden, nieuwe contractvormen als ESCO en Dbfmo en de toenemende verwevenheid van gebouw, gebouwgebruik en gebouwinstallaties vragen, nog meer dan voorheen, om een nauwkeurige bepaling van de gebouwprestatie. Daarbij is een integrale aanpak, in de vorm van integraal simuleren, gewenst: de gebouwprestatie wordt bepaald door het integrale geheel van alle dynamische subsystemen (zie figuur 1, gebaseerd op [1]). Integraal simuleren wordt momenteel nog zelden toegepast. De huidige praktijk kenmerkt zich door het gebruik van verschillende simulatieprogramma's voor verschillende (energie) deelgebieden en verschillende ontwerpfasen. Afhankelijk van de hoeveelheid beschikbare informatie en/of gewenste output kan het ene of het andere simulatieprogramma geschikter zijn. In het repertoire van de gemiddelde adviseur bevinden zich dan ook tal van simulatieprogramma's: Vabi Elements, DIALux, Radiance, EPA-U, Elevate, Phoenix CFD, Trnsys, Odeon, en ga zo maar door. Met spreadsheets worden, per fase, de resultaten uit de verschillende programma's gecombineerd. Deze mengelmoes aan simulatieprogramma's en verwerkingsprogramma's maakt dat veranderingen tijdens het ontwerpproces niet

overal een-twee-drie doorgevoerd zijn en dat het uitvoeren van varianten- of optimalisatiestudies tijdrovend en foutgevoelig is. Dit speelt onder meer bij het gebouwmodel: in bijna ieder simulatieprogramma moet een (apart) gebouwmodel ingevoerd worden, dat vervolgens gedurende het ontwerpproces diverse malen aangepast moet worden. Het werken met een centraal gebouwmodel, bijvoorbeeld in SketchUp, en vanuit dit centrale model te exporteren naar de verschillende simulatieprogramma's, werkt in theorie maar gaat in de praktijk veelal niet goed.

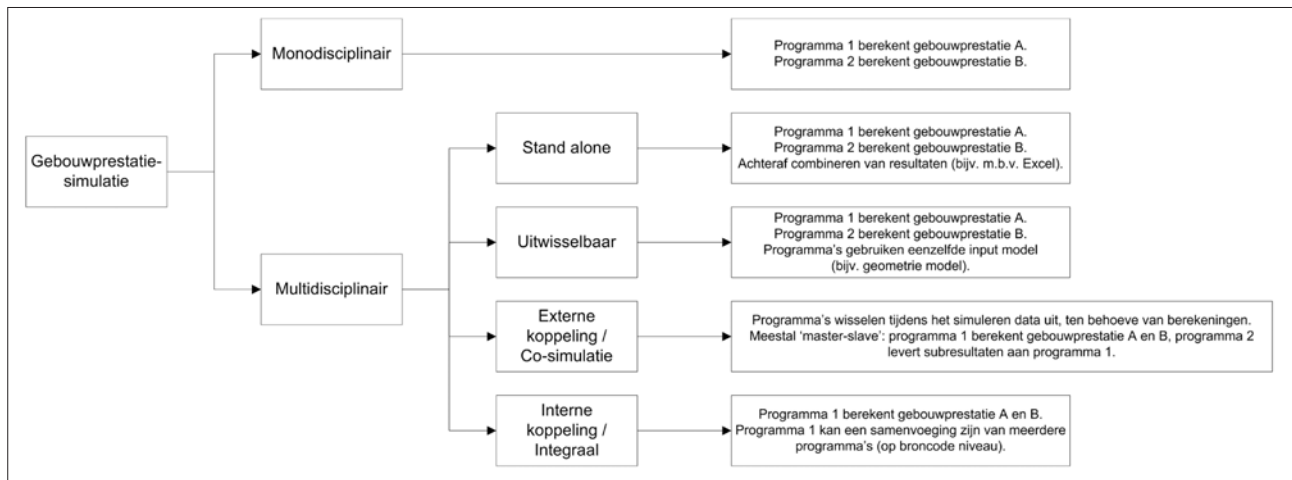
DE THEORIE

De oplossing voor de geschatte problemen is een integrale simulatietool, dat bruikbaar is in

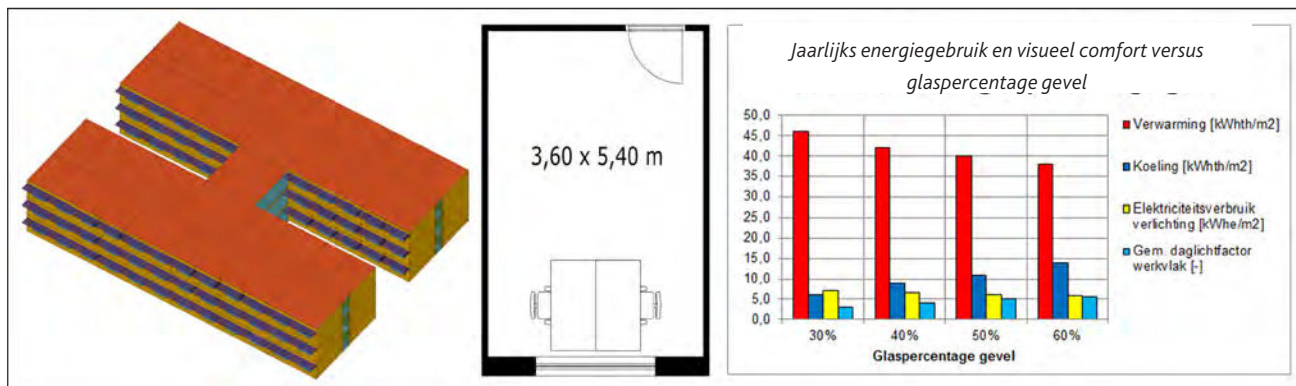
alle ontwerpfasen (meegroeit in complexiteit) en integraal de gebouwprestatie berekent. Met meteen de kanttekening: er bestaat vooralsnog geen programma dat in staat is alle prestaties, altijd, te simuleren [2]. Er is inmiddels een aantal simulatieprogramma's op de markt dat zich integraal noemt. Dit aantal groeit explosief. Het blijkt moeilijk hier het kaf van het koren te scheiden: 'integraal simuleren', of het ook vaak gebezigde (Engelse) 'whole building (energy) simulation', is een beetje een mode-uitdrukking en een verzamelbegrip geworden. Integraal simuleren betekent multidisciplinair werken. We onderscheiden hierin verschillende gradaties. Figuur 2 geeft een overzicht (gebaseerd op [3]). Met name op het gebied



-Figuur 1- Integraal geheel van alle dynamische subsystemen bepaald de gebouwprestaties (gebaseerd op [1])



-Figuur 2- Typen simulatieprogramma's (gebaseerd op [3])



-Figuur 3- Simulatie van energie en visueel comfort door middel van koppeling Trnsys en Daysim

van het koppelen van simulatieprogramma's (zowel externe als interne koppeling) zijn er tal van (simulatie)mogelijkheden en te volgen strategieën. Zie bijvoorbeeld [4,5]. Bij daadwerkelijk integrale simulatieprogramma's moet gedacht worden aan simulatieprogramma's als EnergyPlus en ESP-r.

DE PRAKTIJK

Vanaf de introductie in de onderzoeksweld in de jaren 90 (zie ook [6,7,8]) vindt integraal simuleren steeds meer zijn weg naar de praktijk, naar met name de grotere adviesbureaus. Deze migratie vindt nog steeds plaats. Met de introductie van integraal simuleren ontstaat ook de discussie over de meerwaarde van integraal simuleren. Als meerwaarde wordt vaak genoemd: een grotere nauwkeurigheid, beter inzicht in de wisselwerking tussen (gebouw)prestatie-indicatoren, gebruik kunnen maken van de expertise van verschillende simulatieprogramma's (alleen bij het koppelen van simulatieprogramma's) en minder tijd kwijt zijn met randvoorwaarden definiëren (simulatiemodel is dynamisch, kan meegroeien), zie ook auteurs [2,5,9]. Echter, er wordt ook gewezen op de minimale verschillen die soms gevonden worden bij het 'wel-integraal' versus 'niet-integraal' berekenen van de gebouwprestaties [10].

Daarbij komt nog dat meerdere integrale simulatieprogramma's verschillen kennen met betrekking tot het detailniveau van input en/of output van subsystemen. Zo kan bij de meeste integrale simulatieprogramma's het gebouw zeer gedetailleerd ingevoerd worden (uitzonderingen hierop zijn soms ronde vormen en complexe zonweringen). Voor gebouwinstallaties en regelingen geldt dit vaak niet. Voor de output uit berekeningen geldt hetzelfde: de berekening van de warmte- en koudevraag is vaak fysisch en rekenkundig goed onderbouwd; voor bijvoorbeeld elektriciteitsverbruik, CO₂-uitstoot en/of watergebruik is dat een stuk minder: het zijn meer schattingen, met relatief beperkte meerwaarde. Een praktijkvoorbeeld waarbij integraal simuleren wel duidelijk zijn meerwaarde bewees, was het schetsontwerp dat ABT (mede) maakte voor een energieleverend kantoor. Daar moest al in een vroeg stadium aangetoond worden dat energieleverend zijn mogelijk was. Bij duurzame kantoren is het elektriciteitsverbruik voor verlichting een interessante energiepost om te optimaliseren. Het elektriciteitsverbruik voor verlichting kan verminderd worden door het toepassen van grote ramen en de verlichting te voorzien van daglichtregeling. Echter, veel glas betekent een hogere

koellast en mogelijk problemen met betrekking tot het visuele comfort. Om de (on)mogelijkheden en een eventueel optimum met betrekking tot comfort en energiegebruik te vinden is door ABT een koppeling van de simulatieprogramma's Trnsys en Daysim opgetuigd. Achterliggende gedachte was daarmee het 'beste van twee werelden' samen te brengen. Daysim rekent alleen aan daglicht en (beperkt) kunstlicht, Trnsys rekent aan bijna alle andere gebouwprestaties. Figuur 3 geeft, ter illustratie, één van de resultaten. Binnen ABT hebben we ons ook verdiept in de integrale simulatieprogramma's EnergyPlus en ESP-r. Beide programma's bestaan al jaren, maar hebben de laatste jaren aan populariteit gewonnen door verbeterd gebruiksgemak en uitbreiding van functionaliteiten. Zo kan met EnergyPlus gerekend worden aan emissies [11] en waterverbruik [12] en kunnen in ESP-r akoestische berekeningen [13], CFD berekeningen en condensatiestudies [14] uitgevoerd worden. Vooralsnog wordt binnen ABT op het gebied van EnergyPlus en ESP-r alleen gerekend aan eenvoudige cases en worden voornoemde functionaliteiten nog niet meegenomen. De volledige potentie, de volledige integraliteit, van de programma's is daarmee nog niet benut. Het opzetten van complete, integrale,

modellen is namelijk erg complex en kost veel tijd. Daarnaast is er nog weinig vraag naar, blijft het gebrek aan gebruiksgemak parten spelen en zijn er nog uitdagingen met betrekking tot de validatie van resultaten en de acceptatie en bekendheid van de integrale tools.

BIM

Naast ontwikkelingen op het gebied van integraal simuleren, vinden er momenteel grote ontwikkelingen plaats op het gebied van Building Information Modeling (BIM). Verschillende integrale simulatieprogramma's haken hierop in. Immers, een belangrijk onderdeel van simuleren is het definiëren van randvoorwaarden: bouwkundig, installatie-technisch, et cetera. Een BIM-model bevat vaak al veel van deze randvoorwaarden. Indien deze informatie integraal aangewend kan worden voor simulaties kan veel tijd bespaard worden.

In de BIM wereld bestaan er twee stromingen: 'Vendor BIM' en 'Open BIM'. Bij Vendor BIM werkt iedereen met dezelfde software, met hetzelfde gebouwmodel. ABT werkt bijvoorbeeld al jaren met Revit van Autodesk. Het is een belangrijke strategie van Autodesk om, integraal, simulatietools binnen deze omgeving aan te bieden, waarmee onder andere energiegebruik, CO₂-uitstoot, daglichtfactoren en LEED-punten kunnen worden berekend [15]. Een nadeel is dat deze tools gericht zijn op de Amerikaanse markt en vooral bruikbaar zijn in de eerste ontwerpfasen.

Het voordeel van Vendor BIM is dat, in potentie, simulaties kunnen meegroeien met het gebouwmodel en resultaten teruggekoppeld kunnen worden naar hetzelfde model.

Bij Open BIM kunnen we het pakket kiezen dat het beste past bij onze behoefte. Gebouwmodellen worden geëxporteerd/geïmporteerd via een tussenformaat als *.ifc of *.xml (gbXML). Deze flexibiliteit maakt dat Open BIM bruikbaar is op het gebied van integraal simuleren.

Het importeren vanuit BIM beperkt zich momenteel meestal nog tot de bouwgeometrie. Overige informatie moet worden toegevoegd in het simulatieprogramma zelf. Het importeren van geometrie gaat soms mis: ruimtes worden niet herkend, ramen en vaste zonweringen verdwijnen, et cetera. Goede afspraken met betrekking tot het modelleren zijn dan ook noodzakelijk [16].

Het toevoegen van informatie in het BIM-model voor simulaties is zich binnen ABT flink aan het ontwikkelen en heeft potentie binnen 'total engineering' projecten; projecten waarin we zelf zowel de volledige planuitwerking verzorgen als de gebouwsimulaties maken.

OVERIGE ONTWIKKELINGEN

Een andere ontwikkeling die momenteel speelt en waar gebouwprestatiesimulatie programma's op zijn ingesprongen is de duurzaamheidscertificering in de vorm van een Breeam- of LEED-certificaat. Met name de meer commerciële pakketten kunnen inmiddels rekenen aan Breeam- of LEED-credits.

Een vooruitgang op het gebied van integraal simuleren is het kunnen vergelijken van ontwerpvarianten, in het kader van een optimalisatiestudie. Pakketten als Simergy en Vabi Elements bezitten deze functionaliteit. Optimalisatiestudies blijven vooralsnog beperkt. Voor de complexe optimalisatiestudies (al dan niet in combinatie met parametrische studies) moeten de simulatieprogramma's nog gekoppeld worden met programma's als GenOpt of ModeFrontier. Parametrische studies worden bij ABT al mondjesmaat uitgevoerd, maar nog niet op het gebied van gebouwprestatiesimulatie, al wordt hier wel al naar gekeken.

Op het gebied van het visualiseren van resultaten kan nog een aanvullende slag gemaakt worden. Denk hierbij aan output die een stap verder gaat dan een getallenrij en/of onduidelijke grafieken, output die ook begrijpelijk is voor de niet technisch onderlegde opdrachtgever.

CONCLUSIE

Integraal simuleren is met de opdrachtgevers en gebouwen van nu een noodzaak geworden. Momenteel vinden er dan ook volop ontwikkelingen plaats op het gebied van integraal simuleren. Er zal echter nog flink vooruitgang geboekt moeten worden: op dit moment is integraal nog niet zo integraal. Belangrijk aandachtspunt is de invoer van randvoorwaarden en dan met name de invoer van geometrie, de benodigde invoertijd en het detailniveau van invoer voor verschillende subsystemen.

BRONNEN

1. Hensen, J.L.M. (2002). Simulatie van gebouwprestaties: wie heeft er wat aan? TVVL Magazine, september 2002, pp. 8-14
2. Trcka, M. en Hensen, J.L.M. (2006). Model and tool requirements for co-simulation of building performance. Proceedings of the 15th Int. Conf. on Applied Simulation and Modelling, 26-28 juni, Rhodes
3. Citherlet, S. (2001). Towards the Holistic Assessment of Building Performance Based on an Integrated Simulation Approach. Lausanne: EPFL
4. Trcka, M., Wetter, M en Hensen, J.L.M. (2009). An implementation of co-simulation for performance prediction of innovative integrated HVAC systems in

buildings. Proceedings of the 11th Ibpsa Building Simulation Conference, 27-30 juli, Glasgow, pp. 724-731

5. Trcka, M. en Hensen, J.L.M. (2007). Case studies of co-simulation for building performance prediction. Proceedings of the 38th International Congress on Heating, Ventilating and Air-Conditioning, 5-7 december, Belgrado
6. Janak, M. (1999). Coupling building energy and lighting simulation. Proceedings of the 5th International Ibpsa Conference, Prague
7. Huang, J., Winkelmann en Buhl, F. (1999). Linking the Comis multi-zone air flow model with the EnergyPlus Building Energy Simulation Program. Proceedings of the 6th International Ibpsa Conference, Kyoto
8. Hensen, J.L.M. (1991). On the thermal interaction of building structure and heating and ventilating system. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven
9. Gaaloul, S., Dang, H., Kashif, A., Delinchant, B. en Wurtz, F. (2013). A new co-simulation architecture for mixing dynamic building simulation and agent oriented approach for users behavior modelling. Proceedings of the 13th Ibpsa Conference, 26-28 augustus, Chambéry, pp. 3225-3232
10. Berk, A.B.M., Rutten, P.G.S., Loomans, M.G.L.C., Aarts, M.P.J. en Loonen, R.C.G.M. (2013). Gelijktijdig berekenen en beoordelen van gevelprestaties. TVVL Magazine, januari 2013, pp. 16-20
11. Lucich, S.M. en Smith, A.D. (2014). Estimating CO₂ Emissions Reductions With EnergyPlus for an Office Building in Salt Lake City. Proceedings of the 8th International Conference on Energy Sustainability, 30 juni-2 juli, Boston
12. Betz, F. en Kuh, W. (2014). Simulating water: supply and demand in the built environment. Proceedings 2014 Ashrae/Ibpsa-USA Building Simulation Conference, 10-12 september, Atlanta, pp. 474-482
13. Citherlet, S. en Hand, J. (2002). Assessing energy, lighting, room acoustics, occupant comfort and environmental impacts performance of building with a single simulation program. Building and Environment, vol. 37 (8-9), pp. 845-856
14. ESP-r development history and future plans. <http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r_history.htm> [Bezocht op 20 maart 2015]
15. Cloud services. <<http://www.autodesk.com/360-cloud>> [Bezocht op 18 maart 2015]
16. Krijger, G.K. (2015). Rekenen wordt leuker! TVVL Magazine, januari 2015, pp. 12-14