

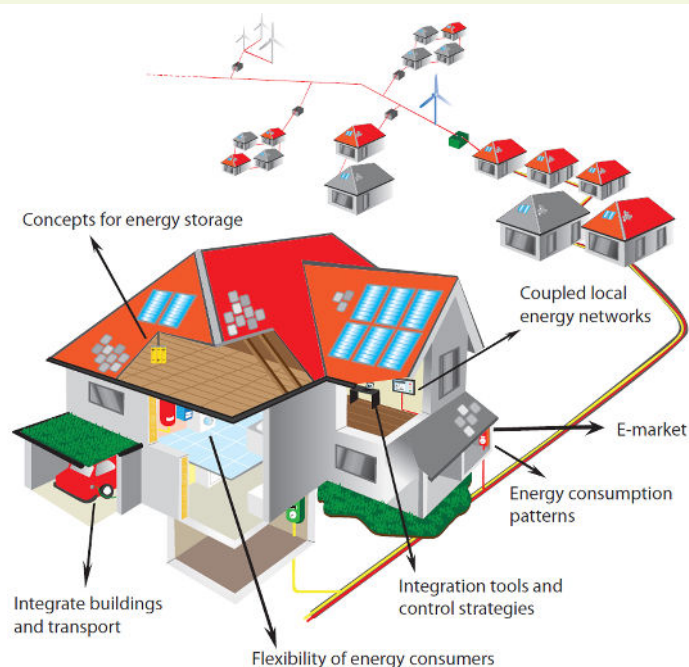
Elektriciteitsnetten en hun beperkingen

Geïntegreerd modelleren voor gebouwen en wijken

Een verhoogde integratie van energiesystemen en energiestromen in gebouwen en wijken vereist nieuwe tools voor het simuleren van deze geïntegreerde systemen. Het in rekening brengen van elektrische modellen en analyses voor geïntegreerde gebouw- en wijksimulaties komen in dit artikel aan de orde. De behoeften, voordelen en mogelijkheden worden besproken. Traditioneel gebeuren de analyses van gebouwen, thermische systemen en elektrische systemen in hun respectievelijke simulatietools. Niettemin kan een multidisciplinaire analyse van gebouwen en wijken leiden tot een optimalere integratie en interactie van de productie, distributie, controle en opslag in gebouwen en wijken.

Ir. J. (Juan) Van Roy en prof.dr.ir. J. (Johan) Driesen; KU Leuven, afdeling Elektrische Energie en Computer Architecturen (Electa), Departement Elektrotechniek EnergyVille

Het energiesysteem in gebouwen en wijken vormt een hecht netwerk van verschillende energiebronnen, zoals hernieuwbare en fossiele bronnen, en energiestromen, zoals elektriciteit en warmte. Doorheen de jaren is de complexiteit van de integratie en interactie van deze energiebronnen en energiestromen almaar toegenomen (zie figuur 1). Voor een effectievere analyse en controle van de verschillende energiesystemen stijgt bijgevolg de behoefte aan geïntegreerde modellen voor het beschrijven van de gebouwen, energieconsumptie en -productie van de verschillende systemen, energienetwerken en controle. Dit artikel focust op de voordelen van het in rekening brengen van elektrische modellen en analyses voor geïntegreerde gebouw- en wijksimulaties. Traditioneel verzorgen de respectievelijke simulatietools de analyses van gebouwen, thermische systemen en elektrische systemen. Niettemin kan een multidisciplinaire analyse van gebouwen en wijken



-Figuur 1- Integratie van energiesystemen in gebouwen en wijken (Bron: KU Leuven/Electa – NB)



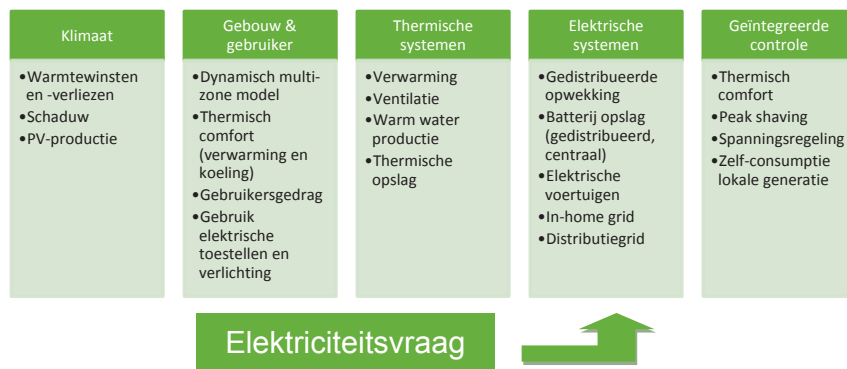
leiden tot een optimalere integratie en interactie van de productie, distributie, controle en opslag in gebouwen en wijken.

Een voorbeeld van een dergelijke multidisciplinaire aanpak is de Ideas-bibliotheek voor de integratie, interactie, controle en feedback van multidisciplinaire energiesystemen, gebouwen en wijken (zie figuur 2) [1]. Ideas (Integrated District Energy Assessment by Simulation) is gezamenlijk ontwikkeld aan de afdelingen Bouwfysica (Departement Burgerlijke Bouwkunde), Toegepaste Mechanica en Energieconversie (Departement Werktuigkunde) en Elektrische Energie en Computer Architecturen (Departement Elektrotechniek) aan de KU Leuven. Ideas laat toe om het elektrische net te simuleren, waaraan gebouwen gekoppeld zijn. Zodoende is het mogelijk om de netbeperkingen in rekening te brengen bij het ontwerp van energiesystemen voor gebouwen, alsook om de interactie van de verschillende systemen met het elektriciteitsnet te onderzoeken. Referentie [1] geeft een voorbeeld van een dergelijke analyse van de netbeperkingen voor een wijk met nul-energiegebouwen met fotovoltaïsche (pv-)systemen en warmtepompen. De verschillende Europese en wereldwijde klimaat- en energiedoelstellingen [2, 3] leiden tot een verhoogde integratie van hernieuwbare en gedistribueerde energiebronnen in gebouwen, zoals pv-systemen, windenergie en wkk's. Anderzijds zullen nieuwe technologieën, zoals warmtepompen en elektrische voertuigen de energie-efficiëntie van het hele energiesysteem verhogen [4].

NETIMPACT

Hernieuwbare en gedistribueerde energiebronnen hebben vaak een intermitterend profiel voor de elektriciteitsproductie. Voor residentiële gebouwen is deze elektriciteitsproductie vaak zeer weinig gecorreleerd met het lokale verbruik [1]. Wanneer de consumptie lager is dan de productie of de opslag ontoereikend is, wordt het surplus aan productie geïnjecteerd in het elektriciteitsnet. Anderzijds zorgen bijvoorbeeld warmtepompen en elektrische voertuigen voor een verhoging van het elektriciteitsverbruik in gebouwen.

De injectie van elektriciteit in het elektriciteitsnet en de hogere elektriciteitsconsumptie hebben een zekere netimpact. Residentiële en commerciële gebouwen zijn voornamelijk verbonden aan het laagspanningsnet. Injectie en consumptie van elektriciteit kunnen leiden tot hogere piekbelastingen van het elektriciteitsnet, hogere resistieve verliezen, spanningsvariaties en spanningsonbalans tussen de verschillende fases. De literatuur definieert verschillende netimpact-indicatoren om de



-Figuur 2- Overzicht Ideas

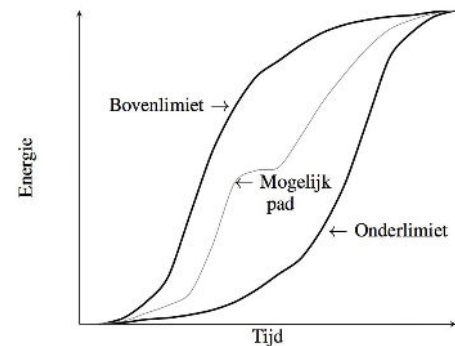
impact op het elektriciteitsnet en de gelijktijdigheid tussen productie en consumptie te kwantificeren [5, 6]. In traditionele gebouwssimulaties worden de resulterende spanningsvariaties, mogelijke overbelastingssituaties e.d. vaak niet in rekening gebracht en dus niet beschouwd als een mogelijk probleem. Het elektriciteitsnet wordt dus vaak beschouwd als een ideaal netwerk zonder beperkingen. Maar de integratie van de elektrische netwerken moet in rekening gebracht worden, omdat de netbeperkingen een belangrijke impact kunnen hebben op gebouwoptimalisaties, etc.

STIJGENDE ELEKTRIFICATIE

In het kader van de evolutie naar slimme gebouwen in slimme netten, zorgt de integratie van hernieuwbare en gedistribueerde energiebronnen en energie-efficiënte technologieën voor een stijgende elektrificatie in gebouwen. Enerzijds verhoogt dit het belang van elektrische energiestromen in en tussen gebouwen. Anderzijds groeit de interactie tussen elektrische en thermische energiestromen. Warmtepompen zijn een goed voorbeeld, aangezien deze elektriciteit verbruiken om warmte te produceren met een zekere netimpact. Het werkingsregime van de warmtepomp kan gecontroleerd worden met verschillende inputs, zoals de ogenblikkelijke pv-productie om de zelf-consumptie te maximaliseren, of netparameters (spanning, frequentie, etc.) om de netimpact te minimaliseren. Echter, een dergelijke controle heeft een zekere impact op de werkingsvereisten van de warmtepomp op volgende tijdstappen, de ladingstoestand van het opslagelement, de warmteverliezen e.d. Zodoende raken de verschillende domeinen in gebouwen (elektrisch, warmte, controle, e.d.) steeds meer geïntegreerd met elkaar. Daarnaast stijgt de interactie tussen de verschillende energiesystemen en energiestromen. Dit vereist dus een nieuwe aanpak om dergelijke geïntegreerde systemen te analyseren.

FLEXIBILITEIT

Enkele systemen bezitten een zekere flexibiliteit om hun verbruik of productie te



-Figuur 3- Een flexibiliteitscurve toont de mogelijke werkingspaden van een toestel. De bovenlimiet en onderlimiet tonen respectievelijk de werkingscurve zonder en met het maximaal uitstellen van de werking.

verschuiven in de tijd (zie figuur 3). Zo kunnen elektrische voertuigen het laden van hun batterijen uitstellen in de tijd, zolang het rijgedrag dit toelaat. Andere systemen, zoals wkk's en warmtepompen, kunnen hun warmtegeneratie coördineren door het gebruik van warmteopslag. Deze systemen kunnen dus de beschikbare flexibiliteit gebruiken om de netimpact te minimaliseren, de zelf-consumptie van lokale productie te maximaliseren, etc. Dergelijke strategieën plannen bijgevolg de werking van de verschillende energiesystemen. Anderzijds kunnen netparameters (zoals spanning) gebruikt worden om de werking van de energiesystemen te beïnvloeden, om zodoende de netbeperkingen in rekening te brengen. Indien bijvoorbeeld de netspanning buiten de toegelaten grenzen varieert, kunnen dergelijke controlestrategieën de consumptie of productie verminderen of uitstellen door het gebruik van netstabiliserende systemen. De voorgaande secties tonen het belang aan van het rekening houden met de interactie van verschillende domeinen in gebouw- en wijksimulaties om tot optimalere oplossingen te komen voor het systeemontwerp, vraagsturing en opslag. Door gebruik te maken van systeemintegratie, kunnen we beter gebruik maken van de verschillende voordelen van de respectievelijke systemen, zodat hetzelfde comfortniveau behouden blijft en de efficiëntie van het totale systeem verbetert.

■ TEKORTKOMINGEN TRADITIONELE (SIMULATIE)TOOLS

De complexiteit van energiesystemen in gebouwen neemt toe. Traditionele simulatietools voldoen vaak niet meer door de gelimiteerde mogelijkheden wat betreft geïntegreerd modelleren. Verschillende simulatietools zijn beschikbaar voor het simuleren van de respectievelijke domeinen. Er kan een onderscheid gemaakt worden op basis van het domein, de simulatieschaal (systeem, gebouw, wijk, nationaal, etc.), het objectief, de tijdschaal, etc. Twee aanpakken zijn beschikbaar voor traditionele gebouw- en wijksimulaties. In de eerste aanpak gebruiken modellen thermische gebouwfysica en systemen als startpunt. De simulaties maken gebruik van een combinatie van dynamische simulaties voor de warmte- en koelingsvraag en het stochastisch gebruikersgedrag. Maar dergelijke simulatiemodellen maken geen gebruik van gedetailleerde studies van elektrische netwerken en ze aggregeren de lasten vaak op een grote tijdschaal. Deze tools verwaarlozen de netbeperkingen, hetgeen net de werking van de verschillende energiesystemen kan beïnvloeden. Anderzijds kunnen elektrische energiesystemen dienen als startpunt. Deze

modellen voeren fysische berekeningen uit van de productie en distributie van elektriciteit, alsook een stochastische berekening van de lasten. Er zijn tools, zoals Homer en Der-Cam, die het elektrische net niet in rekening nemen. Andere simulatietools voor elektrische netten, zoals OpenDSS en GridLab-D, daarentegen gebruiken enkel zeer simpele gebouw- en warmtemodellen of ze gebruiken lastcurves als input, zonder enige netfeedback mogelijkheden.

Tot besluit, de verhoogde integratie van energiesystemen in gebouwen en wijken, vereisen een nieuwe aanpak in het analyseren van deze systemen [1, 7]. Daarom worden er meer en meer tools ontworpen die voldoen aan de genoemde vereisten.

■ REFERENTIES

1. Baetens, R., De Coninck, R., Van Roy, J., Verbruggen, B., Driesen, J., Helsen, L., Saelens, D., Assessing Electrical Bottlenecks at Feeder Level For Residential Net Zero-Energy Buildings by Integrated System Simulation, *Applied Energy*, Vol. 96, pp. 74-83, Aug. 2012
2. The European Commission, The EU climate and energy package, 2013, <http://ec.europa.eu/clima/policies/package/>
3. The European Parliament, Directive 2010/31/EU of the European Parliament and the Council on 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), 2010
4. International Energy Agency, Energy Technology Perspectives 2012: Pathways to a Clean Energy System, 2012
5. Verbruggen, B., De Coninck, R., Baetens, R., Saelens, D., Helsen, L., Driesen, J., Grid Impact Indicators for Active Building Simulation, *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)*, Anaheim, CA, USA, Jan. 2011
6. Salom, J., Widén, J., Candanedo, J., Sartori, I., Voss, K., Marszal, A., Understanding Net Zero Energy Buildings: Evaluation of Load Matching and Grid Interaction Indicators," *Building Simulations*, Sydney, Australia, Sep. 2011, pp. 24214-2521
7. Wetter, M., A View on Future Building System Modeling and Simulation, in *Building Performance Simulation for Design and Operation* (Jan L.M. Hensen, Roberto Lamberts, Eds.), United Kingdom: Routledge, 2011, pp. 481-504



WE'RE BUILDING CONTROL

Bij gebouwen gaat het om beheersing. Eén manier om alle installaties te benaderen, besturen en beheren. Ongeacht welk merk. Ongeacht waar u bent. Ongeacht welk moment van de dag. Het kan.

Met Webeasy beheerst u klimaat- en ruimteregeling, douche-automatisering, energiemangement, toegangscontrole, inbraakbeveiliging, videobewaking en verlichtingsmanagement. Vanuit elke webbrowser. Ook op uw smartphone of tablet.

Wij kunnen alle techniek in een gebouw aansturen. Met eigen producten, producten van derden of een combinatie daarvan. Dat maakt Webeasy het enige plug-and-play gebouwbeheersysteem ter wereld.

www.webeasy.nl

