

Smart control voor gebouw- en gebiedsniveau

De verstedelijking neemt sterk toe en diensgevolge vinden er grote veranderingen plaats in het gebruik van gebouwen en de energiedichtheid van steden. Veel kantoorgebouwen worden omgebouwd tot woongebouwen, hotels of juist voor flexibel gebruik. Daarnaast is het streven om te komen tot een energie neutrale gebouwde omgeving, op lange termijn, resulterend in strenge eisen voor duurzaamheid van nieuwe, maar ook steeds meer bestaande gebouwen. Om deze eisen te kunnen realiseren is een optimale benutting en afstemming tussen gebouwen en energie-infrastructuur noodzakelijk.

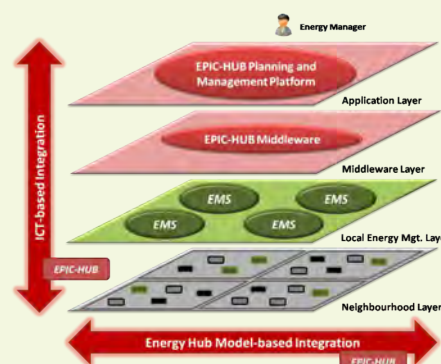
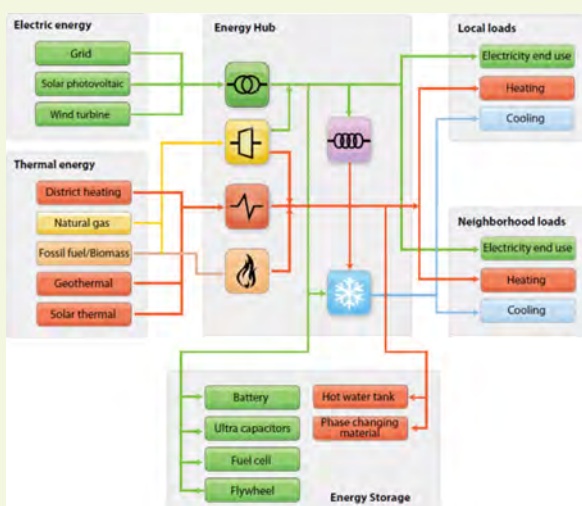
Prof.ir. W. (Wim) Zeiler, TU Eindhoven, Faculteit Bouwkunde, Leerstoel Installaties

De mogelijkheden van de bestaande gebouwen en energie-infrastructuur op lokaal gebiedsniveau worden onderzocht voor nieuwe innovatieve energiedienstverlening, gebaseerd op Life Cycle Performance Costing. Door het koppelen van verschillende energiedragers met de mogelijkheden van buffering en uitwisseling in en tussen gebouwen ontstaat flexibiliteit. Het beheer van dergelijke concepten dient op basis van de belangen van alle stakeholders plaats te

vinden. Om de prestatiekloof tussen ontwerp en realisatie te verkleinen worden mogelijkheden onderzocht om, middels lerende slimme regelingen, 'continuous commissioning' voor dergelijke complexe systemen toe te passen. Van belang hierbij is de ontwikkeling van Community Energy Management Systems, waarbij de taken van energiebeheerders en gebouwbeheerders door installatiebedrijven deels worden overgenomen. Hierdoor

ontstaan mogelijkheden voor diensten zoals Demand Response Management en energie/comfortoptimalisatie, op te nemen in innovatieve servicecontracten op gebouw- en lokale community-niveau.

Om de duurzaamheidsdoelstellingen te behalen in de bestaand gebouwde omgeving is het essentieel om niet alleen de gebouwen maar ook de bijbehorende energie-infrastructuur te optimaliseren wat betreft



-Figuur 1- Voorbeeld EPIC-HUBFP7 project van een energie-uitwisselingspunt, Energie-Hub

duurzaamheidsdoelstellingen en economische randvoorwaarden. Hierbij is een kernvraag hoe een integrale modellering tot stand kan komen die door de fasen van ontwerp-regelen-beheer gebruikt kan worden. Door de toenemende verknoping van de verschillende energienetten, inzet lokale energieopzetting en buffering, alsmede het soms optreden van gebouwen als energieleverancier (prosumers), wordt afstemming van de lokale energiestromen enerzijds complexer, zie figuur 1; anderzijds ontstaan er juist optimalisatiemogelijkheden, waarbij in eerste instantie wordt gedacht aan de integratie met behulp van ICT (zie voorbeeld van het 7e kader project EPIC-HUB, figuur 1).

IN ONTWIKKELING

De ontwikkelingen van een flexibele duurzame energie-infrastructuur beperken zich nog hoofdzakelijk tot het elektriciteitsnet. Smart Grids en het bijzonder micro Grids, bieden integratiemogelijkheden voor de opwekking van grootschalige en kleinschalige (duurzame) energie, energieopslag en energiebesparing in de gebouwde omgeving door het toevoegen van centrale of decentrale energie-opslagmogelijkheden. Hierbij is vaak het perspectief vanuit de elektriciteitsdistributie (Lidula en Rajapakse 2011, Ampatzis et al 2013, Carpinelli et al 2013, Nykamp et al 2013), terwijl de vraag naar energie bij gebouwen veel meer thermisch van aard is dan elektrisch en juist betere mogelijkheden kan bieden (MacCracken 2010, Stadler et al 2009, Salvador en Grieu 2012, Xu et al 2012, Bozchalui en Sharma 2012, Lamichhane et al 2013, van de Ven et al 2013, Atzeni et al 2013, Chatzivasileiadi et al 2013, Hao et al 2013a, Hao et al 2013b).

De ideevorming over het temporale verloop van individuele gebouw gerelateerde energievraag en aanbod is volop in ontwikkeling. De inzet van intelligente voorspellende regelingen bieden mogelijkheden voor het optimaliseren van energiegebruik en energie buffering (Vytelingum et al 2010, Wang et al

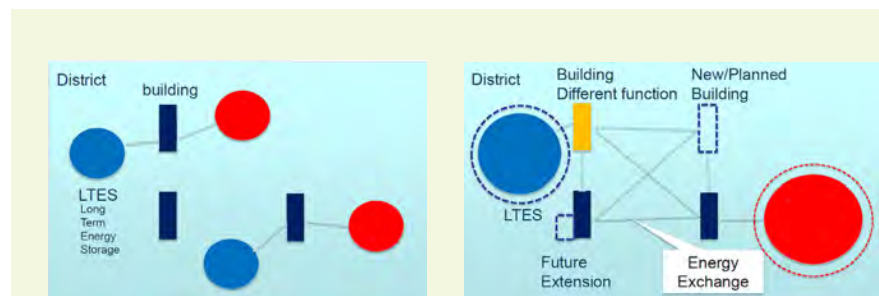
2010, Zhou et al 2011, Kahrobaee et al 2013). Het streven is om op basis van scenario's tot een kwalitatieve modellering te komen die gebruikt kan worden bij het optimaliseren van de aansturing van de energie-infrastructuur in combinatie met de benutting van energiebuffers. De balancering van vraag en aanbod van energie moet meer integraal benaderd worden. Momenteel zijn de elektriciteitsvoorziening en overige energie-infrastructuren, zoals gasdistributie, nog niet gekoppeld. In de nabije toekomst zal de koppeling tussen verschillende netten stap voor stap gezet worden. De maatschappelijke 'businesscase' van de energie-infrastructuur, niet alleen het Smart Grid, is gebaat bij een integrale benadering (Taskforce Intelligente Netten 2011). Op het niveau van een lokale communities is te zien dat er sprake is van steeds meer verknoping van energienetten. Dit gaat verder dan alleen gas en elektriciteit. Met name op het gebied van koude- en warmte-opslagsystemen moet in de groot stedelijke gebieden een belangrijke slag gemaakt worden om te komen van individuele systemen naar collectieve systemen. Hierbij moet rekening gehouden worden met functieverandering van gebouwen, veranderende energievraag na renovatie, uitbreidingen, vervangende hoogbouw in plaats van bestaande lage bebouwing, toenemende energiedichtheid, veranderende eisen ten aanzien van doelmatigheid en duurzaamheid alsmede nieuwe mogelijkheden om energie tussen gebouwen onderling uit te wisselen, zie figuur 2.

Sinds een aantal jaren is er samenwerking

tussen TU/e en RHDHV op het gebied van Life Cycle Performance Costing design (Maassen en Maaßen 2011, Maaßen 2012, Maaßen et al 2012, Gvozdenović 2014, Gvozdenović et al 2015). Dit heeft gerealiseerd in de DuBo-versneller waarbij economische en duurzaamheidsafwegingen gemaakt kunnen worden en de consequenties over de levensduur van een gebouw kunnen worden aangegeven, zie voorbeeld hierna. De stap moet nu worden gemaakt om te komen van een gebouw naar een cluster van gebouwen of een lokale community. Uitgangspunt zijn hierbij de afweging die gemaakt dient te worden tussen enerzijds kosten, milieu en gebruikers, zie de op de 3-E analyse schema van EBC Annex 52, figuur 3. Hierin is de rol van de gebouwen aangegeven als prosumer en het belang van de gebruikersbehoefte aan comfort en elektriciteit als basis waarin voorzien moet worden.

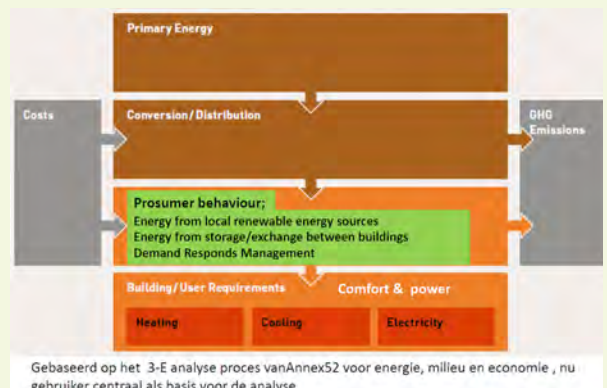
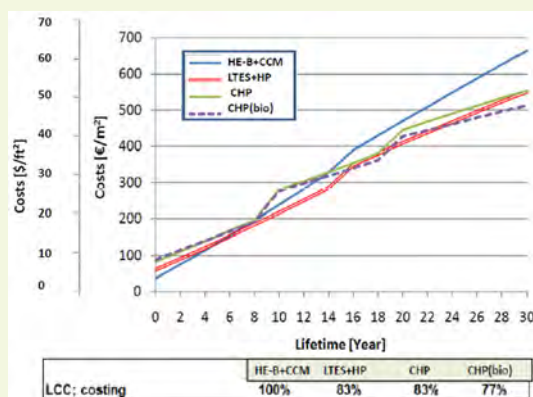
CONTROL

Het regelen van de energienetten vanaf centraal niveau naar de gebruikers is aan het veranderen door de inzet van duurzame energie en ook doordat de gebruikers decentraal energie kunnen opwekken. De traditioneel top-down-benadering voor de regelingen moeten worden aangepast en in tweerichtingsverkeer gaan voorzien. Bij het Smart Grid is deze ontwikkeling volop gaande. Bij gebouwen was het tot voor kort nog een probleem om de processen goed te regelen, maar inmiddels is dit van voldoende niveau. Door de energie besparende maatregelen in gebouwen is de energievraag sterk verminderd,

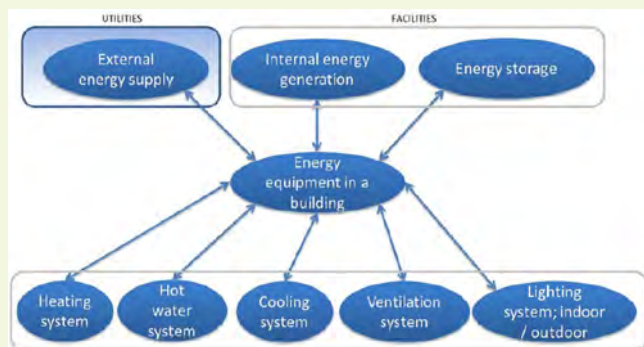
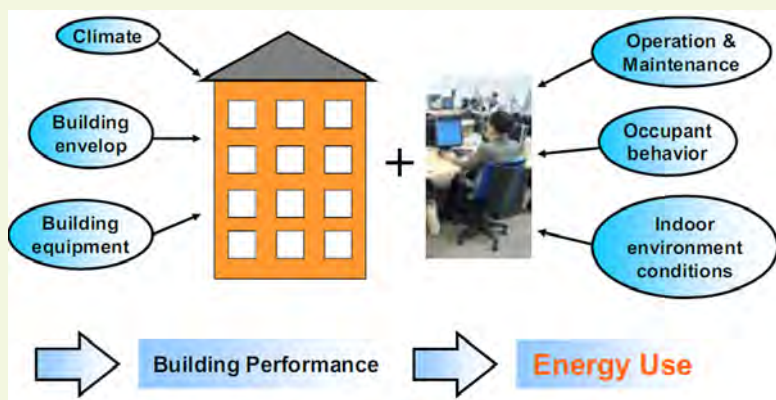


-Figuur 2- Veranderende onderlinge verknoping van gebouwen gericht op onderlinge energie uitwisseling

-Figuur 3- Schematische weergave van de afwegingen tussen kosten, gebruikers en milieu



Gebaseerd op het 3-E analyse proces van Annex 52 voor energie, milieu en economie, nu gebruiker centraal als basis voor de analyse



-Figuur 4- Concept van Zelf lerende energie efficiënte gebouwen (FP7 SEEDS)

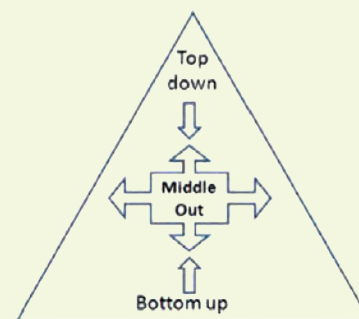
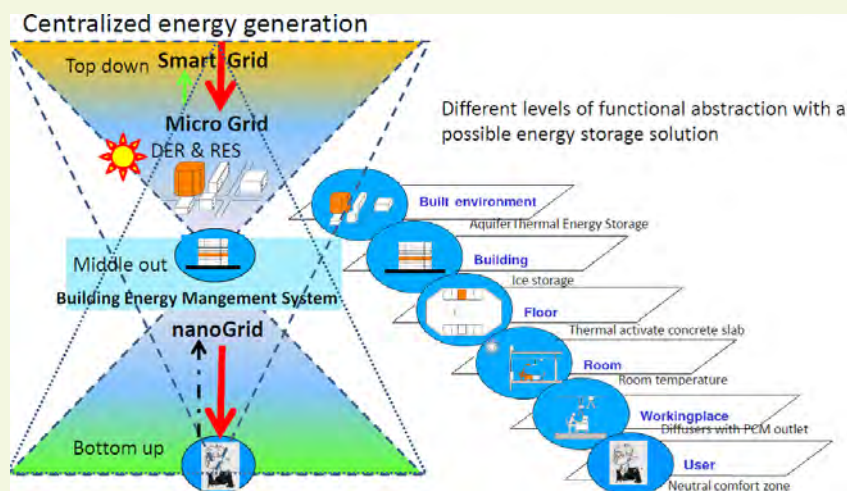
ook wat betreft karakteristiek. Met name het gedrag van gebruikers wordt een steeds grote invloedfactor (zie ook figuur 4 van Yoshino (2012)), maar is nog niet direct opgenomen in de regeling van het gebouw. Verder is het nodig om niet alleen een gebouw te optimaliseren, maar ook de mogelijkheden van de lokale energie-infrastructuur beter te benutten, om zo bijvoorbeeld tussen gebouwen onderling energie uit te wisselen of optimaler gebruik te kunnen maken van bufferopties zoals koude-warmteopslag. Ook hebben gebouwen in toenemende mate hun eigen energieopwekking die de koppeling vormt tussen verschillende energienetten (warmte/krachtkoppeling met gas, elektriciteit en warmte). Al deze ontwikkelingen zorgen voor een steeds hogere verknoping tussen de verschillende lokale energiedistributienetten. Niet langer volstaat het om de gebouwen middels Building Energy Management Systemen te regelen en anderzijds grotendeels onafhankelijk met Supervisory Control And Data Acquisition systemen. De koppeling van de regelingen dient tot stand te komen en er moet een opzet komen voor Community Energy Management Systemen die een brugfunctie kunnen vervullen tussen enerzijds de gebruikers/gebouwen en anderzijds de lokale energie infrastructuur. In plaats van een traditionele top-down-benadering wordt uitgegaan van het gebouw en de daarin aanwezig energiestromen, zie figuur 4 van het FP7 SEEDS (Self-learning Energy Efficient build-

Ding and open Spaces) project) en van daaruit gekeken naar de benodigdheden en mogelijkheden van de lokale energie infrastructuur. Er is dus sprake van ontwikkeling proces controlesystemen van gericht op energie naar een meer integrale benadering gericht op Energie Performance contracting. Hierbij worden ook de comfortprestaties van het gebouw meegenomen, die één van de Kritische Performance Indicatoren zijn gelet op de relatie tussen comfort en productiviteit van de werknemers. Aanwezigheid en gedrag van gebruikers hebben een significante invloed op energiegebruik (Page et al 2007) en vele auteurs en onderzoekers hebben door simulatie (Oldewurtel et al 2013, Li et al 2012) en veldtesten (Dong et al 2010, Agarwal et al 2010) het potentieel aangetoond voor energiebesparing met gebruikmaking van het volgen en lokaliseren van gebruikers binnen thermische zones in kantoorgebouwen. Doordat de bezetting van kantoorgebouwen stochastisch is, is het moeilijk om bezetting direct af te leiden uit functie en type van het gebouw. Daarbij wisselt het gebruik van een gebouw ook vaak en kan de bezetting in tijd ook veel veranderen (Mahdavi 2011). Voortgang in de techniek heeft de actuele bepaling van bezetting in een gebouw mogelijk gemaakt. Er is een aantal systemen ontwikkeld voor draadloze sensornetwerken (Wireless Sensor Networks, WSN), maar de implementatiekosten en het beheren van de bijbehorende infrastructuur is nog

behoorlijk duur (Lakshmi et al 2012). Meer en meer probeert men daarom gebruik te maken van de in de gebouwen aanwezige infrastructuur (Li et al 2005, Melfi et al 2011, Martani et al 2011, Lakshmi et al 2012) in plaats van het toepassen van specifieke systemen voor het detecteren van gebruikers. Duidelijk is het streven om de mens meer te betrekken in het bewaken van de prestaties met behulp van Wire Sensor Networks en goedkope sensoren gekoppeld aan Building Energy Management Systemen. In analogie kan worden verwacht dat dergelijke opzetten ook gaan gelden voor het bewaken van condities van gebouwen en bijbehorende energie infrastructuur maar dan met Community Energy Management Systemen (Mercurio et al 2012, Yang & Wang 2012).

METHODIEK ONTWIKKELD

Om met de groeiende complexiteit van technische systemen om te kunnen gaan, is door TU/e een methodiek ontwikkeld die als een gemeenschappelijke basis voor interdisciplinair onderzoek en ontwikkeling kan dienen, het Integraal Ontwerpen, gebaseerd op de algemene systeemtheorie (Blanchard & Fabrycky 2005). Het betreft een hiërarchische functionele decompositie-aanpak (Pahl et al 2006) voor het structureren van de energie-infrastructuur van de gebouwde omgeving en gebouwen (Zeiler en Savanovic 2009). De nieuwheid van de onderzoeksmethode zit in de systematische wijze op van abstract probleemstelling te komen naar concreet concept. Die vervolgens stapsgewijs verder worden uitgewerkt van het niveau van functies, fysieke principes en mogelijke werkingsprincipes, zie figuur links 5 (Zeiler en Boxem 2013). Bij de meeste Smart Grid projecten in het kader van TKI S2SG, maar ook de Internationale Smart Grid projecten (Giordano et al 2013), zijn de gebouwinstallaties hoogstens ten dele meegenomen en ontbreekt een gedetailleerd installatiegebruiksprofiel. Hierdoor is de werkelijke energievraag gerelateerd aan het benodigd comfort van de eindgebruiker erg onzeker. Door de vraag vanuit de gebruiker leidend te laten zijn wordt dit in een gebouw het startpunt van een bottom-up-benadering (Koloktsa et al 2011) voor de besturing van de interactie met de energie-infrastructuur (Zeiler en Boxem 2013). Gezien de geconstateerde spreiding in de uitkomsten van de mogelijke energiebesparing op individueel gebruikersniveau uit het TKI UCER project is het van belang beter inzicht te krijgen in het werkelijk energiegebruik door het gebouw gebaseerd op de gebruikersbehoeften. Anders is het optimaliseren van de interactie tussen gebouw en Smart Grid suboptimaal. De



-Figuur 5- Integrale benadering van de energie infrastructuur van de gebouwde omgeving

informatie van gebruiker, gebouw- en energie-installaties wordt ter beschikking gesteld aan het BEMS. Er wordt dus niet geprobeerd rechtstreeks met het BEMS te werken, aangezien deze vrij beperkt is in zijn flexibiliteit, maar juist eromheen als ware het een functionele schil te bouwen middels het SCADA-systeem. Daarvanuit kunnen diverse koppelingen en functionaliteiten gemakkelijker tot stand worden gebracht, waarbij steeds de onderliggende behoefte aan comfort en gezondheid van de gebruikers primair is aan het resulterend energiegebruik. Er is dus sprake van de middle-out koppeling vanuit het SCADA systeem met de top-down benadering vanuit het Smart Grid en de bottom-up benadering vanuit het BEMS, zie figuur 6.

Het resultaat is een ontwerp- en procescontrolesysteem waarbij de functies modulair uitgebreid kunnen worden op basis van de gedurende een project beschikbaar komende informatie. Van eenvoudige modellering geschikt voor een eerste indicatie van de zinvolheid van bepaalde energie-infrastructuuropties tot meer gedetailleerd, voor het monitoren en bewaken van de prestaties van gebouw en de lokale energie-infrastructuur. De functionaliteit van de bestaande regelsystemen dient verder uitgebreid te worden voor:

- dynamische inzet en bewaking op basis beschikbaarheid, duurzaamheid, rendement van duurzame energiebronnen en buffers;
- energiebeheer en energie-optimalisatie van bestaande lokale energie-infrastructuren;
- energie-servicemanagement voor optimaler comfortbeheer en bewaking.

De noodzakelijke ondersteuning dient ontwikkeld te worden om de duurzame energiedienstverlening in de gebouwde omgeving te versterken. Voor de installatiebranche is het van groot belang dat de diensten beter aansluiten bij de behoefte van de klant en optimaal ondersteund worden, waardoor ze effectiever verlopen. Ook wordt hiermee de mogelijkheid van ondersteunende diensten

vergroot, zodat gemakkelijker het beheer en energiemangement voor opdrachtgevers kan worden verzorgd, zodat zij zich volledig met hun corebusiness kunnen bezighouden.

■ GEEN VISIE

In dit artikel is een schets gemaakt van de toekomstige ontwikkelingen voor energiebeheersing op gebouw- en gebiedsniveau. Hoe snel een en ander gerealiseerd kan worden is mede afhankelijk van het beleid van de Nederlandse overheid en een juist kader van financiële ondersteunende maatregelen. Helaas blijkt in de praktijk nogal eens dat het daar aan de juiste visie ontbreekt met als gevolg dat soms veel belovende initiatieven door kortetermijn-denken ernstig vertraagd worden. Men

denkt dat met marktwerking voorbijgegaan kan worden aan de noodzakelijke opbouw van fundamentele kennis die toch echt noodzakelijk is om de benodigde smart control voor gebouw- en gebiedsniveau in de toekomst te kunnen realiseren.

■ REFERENTIELIJST

Scan de QR-code

-Figuur 6- Concrete vertaalslag van de abstracte integrale benadering naar specifieke technische functionaliteit en tools

