

De '0 ampère visie' in de praktijk

Duurzaam, energie-nul, gebouwcertificaten en smart grids zijn prachtige toverwoorden. Maar op basis van welke benadering maakt een gebouw eigenaar de beslissing om er concreet wat mee te gaan doen? De '0-Ampère visie' zet, in tegenstelling tot de traditionele benaderingen, juist de dynamische businesscase €/GJ centraal. In dit artikel een installatiebeschrijving van een project waarbij de '0 Ampère visie' in de praktijk is gebracht.

E. (Epko) Horstman MBSE BEng, Building Services Research institute

Vroeger was arbeid goedkoop ten opzichte van materiaal, nu is dat andersom. Grondstoffen worden massaal opgekocht door Aziatische landen en 'goedkope' gastarbeiders trekken terug naar het land van herkomst. Exploiatiekosten beïnvloeden, steeds meer en meer, de winst van een bedrijf. Voorheen bepaalde vooral het nationale belastingklimaat of bedrijven naar het buitenland verhuizen; in de toekomst zal de beschikbaarheid van goedkope energie (€/GJ) een steeds grotere rol gaan spelen.

■ NUL-ENERGIEOMGEVING

Smart grid lijken de oplossing voor vele uitdagingen. De vaak gestelde vraag volgens welk type intelligentie smart grids aange-stuurd gaan worden, blijft in de praktijk nog onbeantwoord. Het is een illusie om te denken dat een netwerk met slimme meters een intelligent net is en enige substantiële hoeveelheid energie kan besparen. Men stelt dat dit afhangt van het toekomstbeeld van de elektriciteitsvoorziening. Echter, de motieven zijn vaak te herleiden naar individuele belangen van organisaties. Niet zozeer in het net, maar aan de eindjes van het net is veel winst te behalen. De beïnvloedbaarheid van verschillende energiestromen binnen de perceelgrens en intelligente optimalisatie daarvan, is het domein waarin de

TVVL-er nog veel kan betekenen.

Een energie-nul of een near zero-energy gebouw is een gebouw dat gesommeerd weinig tot geen energie gebruikt die is opgewekt uit fossiele brandstoffen. Dit betekent dat (bijna) alle energie die het gebouw en zijn omgeving nodig hebben voor verwarming, koeling, verlichting etc. afkomstig is uit duurzame energiebronnen en dus zeer milieuvriendelijk is. De 0-Ampère visie lijkt op een nul-energieomgeving waarin energie-nul gebouwen in een smart grid-configuratie aan elkaar zijn gekoppeld. Echter, de 0-Ampère

visie zet, in tegenstelling tot deze traditionele methoden, juist de businesscase als holistisch vertrekpunt centraal. Deze holistische aanpak zorgt ervoor dat energiemaatregelen integraal op elkaar afgestemd worden en dat de te vormen energieprestatie groter is dan de som der delen. Installaties worden bijvoorbeeld goedkoper en kleiner gedimensioneerd en draaien niet op temperatuur, vraag en aanbod of een stooklijn, maar op intelligente recepten die ervoor zorgen dat het integrale concept altijd in de maximale businesscase functioneert.



-Figuur 1- Ontwikkeling energieprijzen (€/GJ)



E. (Epko) Horstman MBSE BEng, Business Secretary Value Added DMU Solutions BSRi en docent TVVL

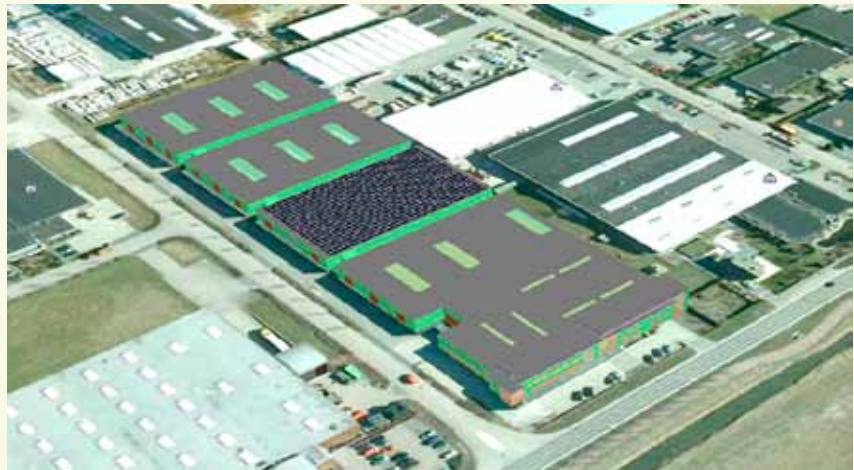
4-KWADRANTEN AANPAK

In Kampen is het hoofdkantoor van de ITM-groep gevestigd, wereldwijd koploper in het maken van hoogwaardige machines voor de tabakverwerkende industrie. De locatie aan de Constructieweg bestaat grofweg uit 7.500 vierkante meter opslag, 7.500 vierkante meter werkplaatsruimte waar de machines worden gerealiseerd en getest en circa 2.000 vierkante meter kantoor. Van een relatief platte wens om 'een hoop geld' in zonnepanelen te investeren, is het bedrijf na een jaar gekomen tot een zeer weldoordacht verduurzamingsprogramma met een zeer solide opbrengst, zowel in milieutechnisch als financieel opzicht.

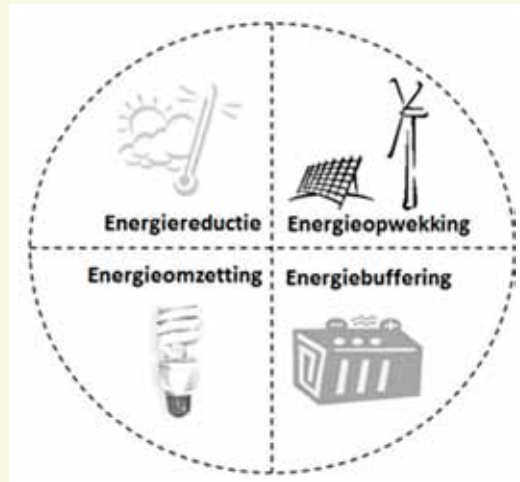
Het project in Kampen begon met een holistische 4-kwadranten aanpak van energie-maatregelen die integraal op elkaar werden afgestemd, zodat de te vormen energieprestatie groter kon zijn dan de som der delen. Natuurlijk is deze 4-kwadranten segmentering niet geheel wetenschappelijk correct en lijkt deze sterk op de triasenergetica benadering. Wetenschappelijk gezien is alleen energieomzetting correct en gaat energie niet verloren. Maar als je een businesscase maakt voor een beslisser, dan moet de presentatie afgestemd zijn op de juiste golfengte. Het 4-kwadranten model helpt bij de visualisatie van energiemaatregelen.

SLIMME COMBINATIE

In eerste instantie worden alle historische, huidige en toekomstige energiestromen inzichtelijk gemaakt. Met dit eerste kwadrant 'energiereductie' is vaak de meeste winst te behalen. Wat je niet nodig hebt, hoef je ook niet op te wekken. In tweede instantie worden vele installatieconfiguraties en -concepten economisch tegen elkaar afgewogen om het gebouw en het interne proces te kunnen voorzien in warmte, koude, elektriciteit, perslucht etc., ofwel 'energieopwekking'. Vervolgens wordt onderzocht hoe door 'energiebuffering',



-Figuur 2- 3D-aanzicht hoofdkantoor ITM-groep, Google Maps



-Figuur 3- 4-kwadranten

'peakshifting' en energieoverlapping installaties kleiner gedimensioneerd zouden kunnen worden. De energie die dan nog nodig is, wordt op de meest energie efficiënte en economische manier omgezet door middel van 'energie-efficiënte omzetting'. Last but not least, de 0-ampère visie intelligentie die de installaties slim met elkaar laat samenwerken. Het is daarbij niet het doel om 0-energie te gebruiken, maar zo dicht mogelijk naar de maximale businesscase te bewegen. Dit kost minder geld en brengt meer op.

Individuele oplossingen bereiken vaak niet de maximale businesscase, een slimme combinatie wel. Een goed team van specialisten is bij elkaar gebracht, dat alle ideeën tot een zinnig geheel heeft gesmeed. Er moest veel verder worden gedacht dan alleen aan het eigen belang, zonder de realiteit uit het oog te verliezen. Dit zorgde ervoor dat energiemaatregelen (zowel bouwkundig, technisch als procesmatig) integraal op elkaar werden afgestemd en dat de te vormen energieprestatie groter is dan

de som der delen.

Tijdens het (voor)ontwerptraject zijn er vele installatiesamenstellingen (combinaties van installaties) en recepten (hoe de installaties met elkaar samenwerken, oftewel de regelstrategie) waarin ze kunnen functioneren met elkaar vergeleken. Voor dertig jaar door gerekend komt er per recept en per installatiesamenstelling een getal '€/GJ' voor zowel warmte, koude als elektriciteit uit. Uit deze berekeningen kwam al snel naar voren dat de duty cycle (effectieve draaiuren per jaar) t.o.v. het opgestelde vermogen grote invloed had op het rendement op componentniveau en de uiteindelijke businesscase.

Eerste kwadrant: Energiereductie

Het benodigde piekvermogen voor warmte is gedaald van 1.330 kW naar 420 kW. Deze sprong werd vooral gerealiseerd door bouwkundige isolatie en kierdichting. De overige 'energie reducerende' maatregelen waren o.a. het tegengaan van convectieverlies en

zonering van gebieden die in 'rust' stonden of comfort.

Tweede kwadrant: Energieopwekking

Hoewel er 420 kW benodigd was, is de houtkachel uiteindelijk geselecteerd op 200 kW. Met dit gereduceerde vermogen is de duty cycle tijdens de donkere dagen hoog en kan de hout-cv-kachel in zijn hoogste rendementstand efficiënt zijn warmte kwijt. Gezien de temperatuurniveaus van het afgiftesysteem was een aanvulling met 120 kW warmtepompen de beste businesscase. Voor die paar uur per jaar dat het buiten -10 °C is en het gezamenlijk vermogen van de warmtepomp tezamen met de hout-cv niet toereikend zou zijn, doen de bestaande gas-cv-ketels (120 kW) als piekinjectieketel hun werk. De €/GJ van deze bestaande gas-cv-ketels is niet best, maar voor die paar GJ pieklast per jaar is dit een veel betere businesscase dan bijvoorbeeld een grotere hout-cv of extra warmtepomp. Daarnaast komt het wel eens voor dat de hout-cv even zonder eten (houtsnippers) zit; de ketels zijn er dan ook voor back-up. Daarnaast is er o.a. 220 kW aan zonnepanelen geïnstalleerd.

Derde kwadrant: Energiebuffering

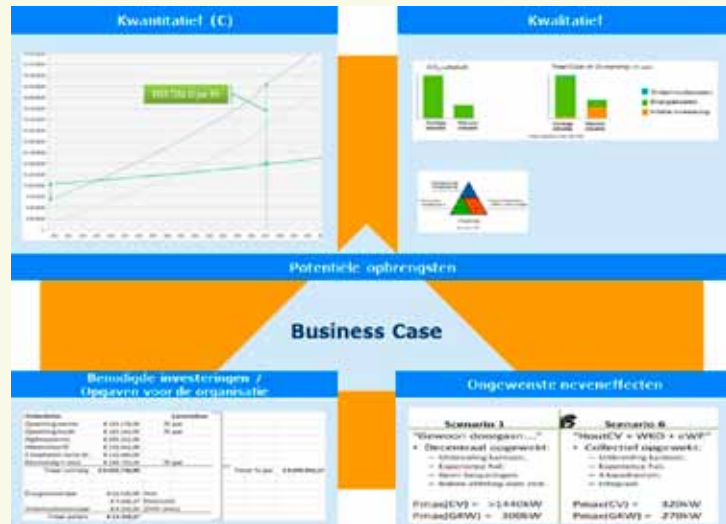
Het systeem heeft veel buffercapaciteit, zoals de transportnetten, de vloer in een van de productiehallen die 45 cm dik is en voorzien van vloerverwarming, een betonnen buferbak, en de voorraadvaten met de verschillende temperatuurniveaus. Peakshifting (vertragen of vervroegen van warmte en/of koudelasten) zorgt er in combinatie met de buffers voor dat de fluctuaties in belasting over 24 uur zo nominaal mogelijk zijn. De energiebuffering in deze installatie doet vooral dienst als optimalisatie van temperatuurniveaus, zodat de individuele componenten zo efficiënt mogelijk kunnen functioneren.

Vierde kwadrant: Energie efficiënte omzetting

De energie die op het afgiftepunt nog omgezet moest worden, wordt op een zo energie efficiënte manier omgezet. De verlichting is in de hallen uitgevoerd met led en in de kantoren met T5. Ten tijde van de berekening van de businesscase had led (op de gewenste kleurtemperatuur) nog geen betere lm/W verhouding dan T5. In de fabriekshallen is wel led geïnstalleerd, omdat het wittere licht daar niet hinderlijk is.

■ DRIE NETTEN, VIER ZONES

De infrastructuur bestaat uit drie netten: HTK (hoge-temperatuurkoeling), LTV (lage-temperatuurverwarming) en HTV (hoge-tem-



-Figuur 4- Businesscase



-Figuur 5- Het ontwerp

peratuurverwarming). De verwarmingsnetten worden gevoed door de hout-cv en de warmtepomp, en bij extremen ondersteund door de gas-cv-ketels. Een mengkruis kan de warmte van het LTV- en HTV-net in beide richtingen met elkaar mengen. Zo kan de hout-cv (HTV-deel) het warmtepompdeel (LTV) van warmte voorzien. Maar ook kan de warmtepomp het HTV-deel van warmte voorzien. LTV warmteinjectie in het HTV-net (als de hout-cv uit staat en de HTV-buffer onder de 45 °C komt) is o.a. een goede businesscase als er een overvloed aan goedkope elektriciteit aanwezig is en er geen eisen aan comfort gesteld worden, zoals in het weekeinde of vakanties. Met 40 °C LTV-verwarmingstemperatuur in de HTV-afgiftesystemen is het gebouw gedurende een groot deel van het seizoen buiten bedrijfstijden prima op (nacht)temperatuur te houden. Comfortniveaus zijn per zone vooringesteld, waarbij de intelligentie aan de hand van de inbraakinstallatie bepaalt of de prestatie

behaald moet worden. Een maandprogramma zorgt ervoor dat opwarmtijden niet te lang worden. In de fabriekshallen wordt bovendien enkel het comfortniveau ingeschakeld als er ook activiteiten zijn. Doordat er stralingspanelen zijn toegepast is elke fabriekshal (2.500 m²) gemakkelijker te segmenteren dan met luchtverwarming. Een fabriekshal is onderverdeeld in vier zones, net als de led-verlichting. Is er een activiteit in een hoek van de fabriekshal, dan schakelt alleen daar het binnenklimaat/comfortniveau omhoog (verlichtingsniveau, luchtverversing en temperatuur). De rest van de hal blijft op rust (dagtemperatuur en loopverlichting) en gaat bij ingeschakelde inbraakinstallatie geheel terug naar het energiezuinigste 'nacht/weekeind bedrijf'.

■ BUSINESSCASE CENTRAAL

Tijdens het ontwerpproces werd niet alleen gefocust op de businesscase van de installatie, maar ook op de interne processen en



-Figuur 6- Realisatie. Van linksboven naar rechtsonder: warmtepompkamer blauw verlicht, hout-cv-ruimte rood verlicht, inspectieluik houtsnipperbunker, pantry met daarachter toiletten; alles transparant aangrenzend aan een multifunctionele ruimte (hoofdzakelijk conference room).



-Figuur 7- Het dak met pv-cellen

omgeving. Zo werden een energiecentrum, opslag van houtsnippers, vergaderfunctie, een democenter, reserve productieruimte, toiletten en een pantry in één geïntegreerd. Een concreet voorbeeld van hoe telkens de businesscase centraal wordt gezet, kan het beste worden geïllustreerd aan de hand van de installatie. Op werkdagen dekt ca. 2.000 vierkante meter PV-cellen 70 tot 80 procent van de elektrische energievraag. Waarom geen 100 procent? Omdat het energiegebruik nog steeds wordt gereduceerd. Het doel is om het verschil opwekking en afgifte zo dicht mogelijk bij 0 te houden, dus niet meer op te wekken dan benodigd is. Als het momentaan verschil opwekking en afgifte zo dicht mogelijk bij 0 zit, heb je de beste businesscase te pakken. Anders is er sprake van overgedimensioneerde installaties; die meerinvestering had elders misschien meer opgebracht. De nieuwe volautomatische CO₂-neutrale hout-cv-kachel verzorgt de warmte, omdat deze goedkoper

warmte opwekt dan warmtepompen en gasketels dit doen. In het weekeinde zijn er geen bedrijfsactiviteiten en is de elektrische energievraag minimaal, maar leveren de 2.000 m² PV-cellen (ca. 315 Ampère) terug aan het openbare elektriciteitsnet.

■ OPTIMALISATIE

De intelligentie berekent de businesscase ieder uur opnieuw en concludeert dat een ander recept (configuratie van opwek-, transport- en afgiftesystemen) interessanter is. Daarom schakelt de hout-cv uit en gaan de elektrische warmtepompen warmte leveren. Daarnaast wordt met een eventuele overcapaciteit warmte/koude in de bodem en een bufferbak gebufferd. Deze 'goedkoop opgewekte', zeer duurzaam gebufferde restwarmte/restkoude wordt aan het begin van de werkweek eerst opgevoerd, voordat de hout-cv weer bijspringt.

Niet enkel op (systeem)receptniveau (confi-

guratie van opwek-, transport- en afgiftesystemen) wordt geoptimaliseerd, maar ook op componentniveau. Bekende methodieken zijn bijvoorbeeld temperatuur- en/of massastroomverlaging bij transportpompen, om met zo min mogelijk pompenergie in combinatie met zo min mogelijk warmteverlies door transport een betere systeemprestatie te bereiken. Zo worden ook de warmtepompen door middel van een (niet geïsoleerde ondergrondse) betonnen bufferkelder van 24 m³ op laboratoriumtestcondities gehouden, waardoor ze optimaal functioneren. Zowel de temperaturen aan de primaire zijde van de warmtepomp als de secundaire zijde worden door de intelligentie dusdanig geoptimaliseerd, dat altijd de maximale COP behaald wordt, en dus ook weer de maximale businesscase.

Bij het ontwerp is er oorspronkelijk van uitgegaan dat warmte opgewekt via de hout-cv uit snoeiafval bij deze locatie altijd goedkoper was dan warmte uit gas-cv-ketels of warmtepompen, maar dit bleek niet altijd vanzelfsprekend. De installatie meet ook hoeveel houtsnippers er door de hout-cv opgegeten worden, hoeveel dit kost, en hoeveel GJ warmte er mee opgewekt wordt (€/GJ). In die euro's per GJ zitten overigens ook de afschrijving en de onderhoudskosten. Er bestaan per installatiecomponent twee €/GJ-waarden. Een seizoensafhankelijke statische €/GJ, en een actuele dynamische €/GJ. Als een installatiecomponent buiten bedrijf is, heb je geen dynamische (momentane €/GJ) waarde om de businesscase van het recept mee te vergelijken. Dan vergelijkt de intelligentie op basis van de historische (seizoensafhankelijke) statische €/GJ. In de lente en de herfst schakelde de intelligentie de warmtepomp vaker op als voorkeur boven de hout-cv. De €/GJ-warmtepomp kwam dus beter uit dan de €/GJ-hout-cv. Dit gebeurde o.a. doordat het temperatuurverschil tussen aanvoer en retour van het verwarmingscircuit laag was, waardoor de hout-cv te diep in deellast raakte of de opgewekte GJ per kg houtsnippers achteruitging. De warmtepomp werkt juist efficiënter met kleine temperatuurverschillen. De dynamische €/GJ-waarde van de hout-cv kwam onder de statische €/GJ-waarde van de warmtepomp, en zo schakelde de installatie weer over naar een ander recept (betere businesscase). De businesscase wordt op de GJ nauwkeurig gemonitord, zodat de maximale energieprestatie in die specifieke omstandigheden altijd geborgd is. In dit artikel is een installatiebeschrijving gegeven van een project waarbij de '0 ampère visie' in de praktijk is gebracht. Deze visie zet de businesscase voor de eindgebruiker



-Figuur 8- Ondergrondse bufferkelder



-Figuur 9- Invoerscherf



-Figuur 10- Wadus vergelijking

centraal. Installaties monitoren wordt wel meer gedaan, dat is niets nieuws. Maar krijgt u ook de juiste gegevens om op te sturen? En vergelijkt het monitoringsysteem deze prestaties met de beoogde ontwerpgegevens, zoals de ontwerper het had bedacht? Zit uw

businesscase nog op koers? Met ontwerpen, installeren en de exploitatiefase beheren op basis van €/GJ kunt u gemakkelijk aantonen dat de installatie doet wat hij hoort te doen. Momenteel zien we dat de brontemperatuur 1°C per jaar aan het stijgen is, ondanks dat

deze volgens de energiestromen (GJ in, GJ uit) 'in balans' zouden moeten zijn. Met alle optimalisatiecurves en dataloggegevens die de installatie registreert, is die optimalisatiestap (bijna) geen uitdaging meer.

Alles voor een gezond binnenklimaat



LUCHTBEHANDELING



LUCHTVERDEELTECHNIEK



KLIMAATPLAFONDS



SOLID AIR®
CLIMATE SOLUTIONS

Tel. +31(0)20 696 69 95
mail@solid-air.com

solid-air.com

Good climate, better performance!