



Eindrapport PWO-project
**ENERGIEMANAGEMENTSYSTEMEN EN
BELASTINGSPROFIELBEWAKING IN BEDRIJVEN (EBB)**

Technologiecampus Gent

Liesbet Butaye

Rien Leenders

Koen Stul

Maarten Stul

16.09.2013 – 31.12.2014





1. Samenvatting

Energiebesparingen vormen een meer dan actueel thema om economische-, ecologische- en duurzaamheidsredenen. Europese richtlijnen schrijven een energiebesparing voor van 9% voor de periode 2008 tot 2016. Dit betekent een vermindering van het energieverbruik met 1% per jaar. Om dit objectief te realiseren zijn specifieke inspanningen vereist die vooral gericht zijn op de promotie van energiebesparende maatregelen én de implementatie van energiezuinige technologieën. De efficiëntie verhogen en/of de energievraag terug dringen, zijn noodzakelijk doch worden slechts gerealiseerd door eerst de energievraag per gebouw of per bedrijfsactiviteit in functie van de tijd in kaart te brengen.

Dit praktijkgericht onderzoek 'Energiemanagementsystemen en Belastingprofielbewaking in Bedrijven' (EBB) bouwt voort op REG (rationeel energiegebruik), het gerealiseerd pilootproject op de Technologicampus Gent, initiatief o.l.v. Koen Stul. Deze PWO-aanvraag is een vraag-gestuurd toegepast onderzoek en slaat een brug tussen meerdere opleidingen én de bedrijfswereld. De deelnemende industriële partners duiden de relevantie van en de interesse voor het onderzoek aan.

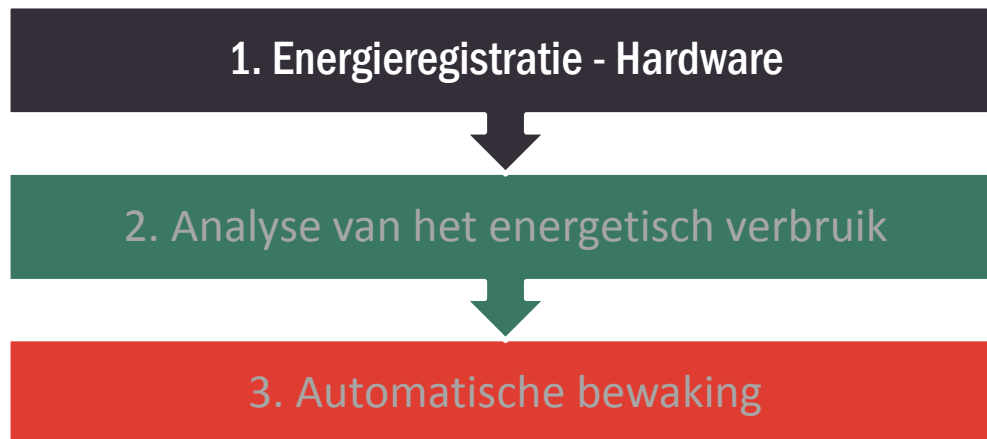
Deze PWO-aanvraag richt zich enerzijds naar bedrijven en de technologicampus ; anderzijds naar de PO- en AO-studenten. De maatschappelijke bewustwording en het creëren van een draagvlak voor de energieproblematiek onder de studenten, de toekomstige werknemers van de 21ste eeuw, is evenzeer een doelstelling. We willen een voortrekkersrol op vlak van duurzaam energiebeleid vervullen. Studenten werden nauw betrokken via bachelor- en masterproeven.

Dat de middelen voor toegepast wetenschappelijk onderzoek maximaal benut moeten worden, werd in dit project verzekerd door het nauw samenwerken van de opleidingen PO Energietechnologie en de AO Energie. Het is meer dan een aanzet om in de toekomst de dwarsverbanden te intensifiëren tussen de PO en de AO-opleidingen. In dit kader werd dan ook een aanvraag bij het IWT ingediend en positief toegekend als EnerProf IWT 140300.

2. Doelstellingen



Door de stijgende energieprijzen is de invloed ervan op de kostprijs van de geproduceerde eenheden of diensten sterk toegenomen. Vanuit concurrentieel oogpunt is de aandacht van de bedrijfswereld voor de energiereductie sterk toegenomen. Dit blijkt uit het stijgend aantal aanvragen tot ondersteuning in energievraagstukken die we van de bedrijfswereld ontvangen.



Hieruit volgen de doelstellingen van dit EBB-project:

2.1. Ondersteuning bedrijfswereld bij het opzetten of optimaliseren van een energieregistratie-installatie

Om de energievraag te kunnen blijven beheersen en/of terug te dringen of maatregelen voor te stellen om de efficiëntie te verhogen is het noodzakelijk om de energiestromen (gas, water en elektriciteit) per gebouw of per bedrijfsactiviteit in functie van de tijd in kaart te brengen. Vaak zijn de verbruiksgegevens enkel op maand- of jaarbasis beschikbaar (energiefactuur) en dus onvoldoende gedetailleerd voor het opstellen van de energiebalans.

Om de tweede doelstelling te kunnen realiseren, nl. het opmaken van een energiebalans, is de nodige hard- en software i.v.m. energieregistratie vereist. Uit de vele contacten met de industriële partners mocht blijken dat een waaier van diversiteit m.b.t. energieregistratie aanwezig is, gaande van een maandelijkse manuele opname van de energiegegevens, over het geïnstalleerd zijn van een aantal energiemeters al dan niet voorzien van communicatiemogelijkheden die moeten toelaten de meetgegevens centraal en in functie van de tijd automatisch te registreren, tot een volwaardig energiemanagementsysteem.

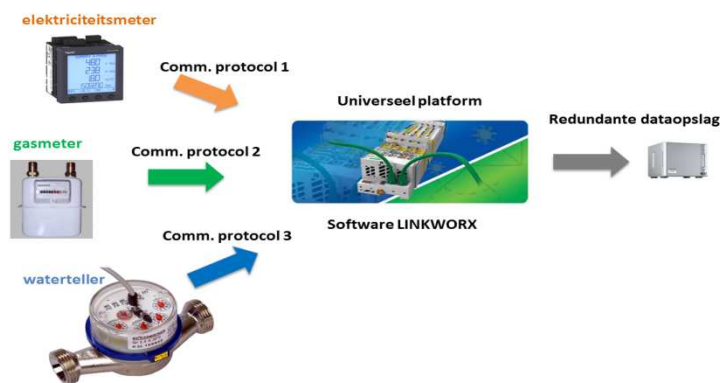
Ondersteuning van de bedrijfswereld in het opzetten of optimaliseren van een energieregistratiesysteem drong zich op. Het meten van het elektriciteits-, gas- en waterverbruik gebeurt met verschillende opnemers, die veelal een verschillend communicatieprotocol hebben. Er is nood aan een platform dat het mogelijk maakt om met

één softwarepakket de energiedata uit de verschillende types energiemeters te capteren en derwijze een energiedatabank aan te maken.



Vertrekkende van een algemeen inzetbaar meetsysteem qua hard- en software wordt in de ontwerpfase rekening gehouden met bedrijfsspecifieke beperkingen :

- De opbouw en de historische wijzigingen in de bestaande technische installaties die instaan voor de energievoorziening
- Het budget
- Het al dan niet reeds beschikbare communicatienetwerk
- De geografische opstelling van het productiepark of de lokalen die instaan voor dienstverlening.

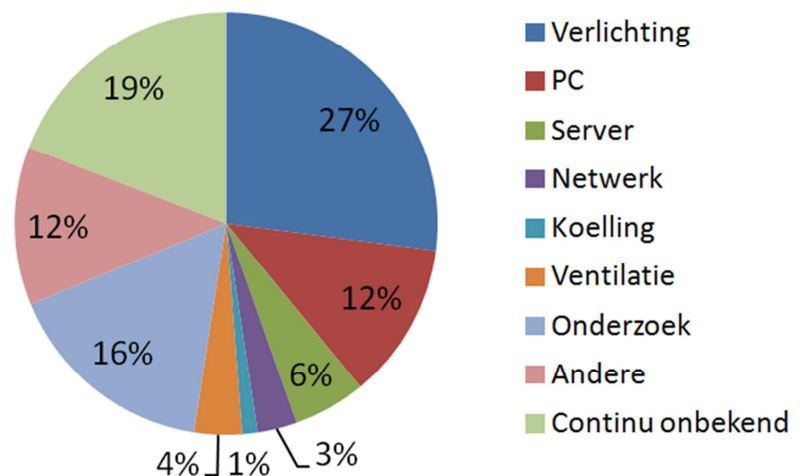


2.2. Opstellen van de energiebalans

Daarnaast leidt de beschikbare hoeveelheid data niet noodzakelijk tot de generatie van informatie. Voor veel bedrijven is het niet mogelijk om het verbruik per functie te duiden, is tijdelijke overconsumptie niet te isoleren, is nachtverbruik ongekend, zijn lekken of storingen niet snel op te sporen, enz .

Het uiteindelijke doel van het energiemanagementsysteem is om op een economisch en ecologisch verantwoorde manier energiebesparingsmogelijkheden te bepalen. Daartoe is het opstellen van de energiebalans noodzakelijk. Daaronder verstaat men het duiden van het energieverbruik per proces of apparaat.

Elektrische energiebalans



Op basis van de energiebalans worden de energiekenngetallen (energieverbruik per m² voor een gebouw of per geproduceerde eenheid voor een productieproces) bepaald. Deze kenngetallen zijn nuttig als vergelijkingseenheid voor energieverbruiken binnen het bedrijf, tussen verschillende vestigingen of tussen bedrijven binnen dezelfde sector.

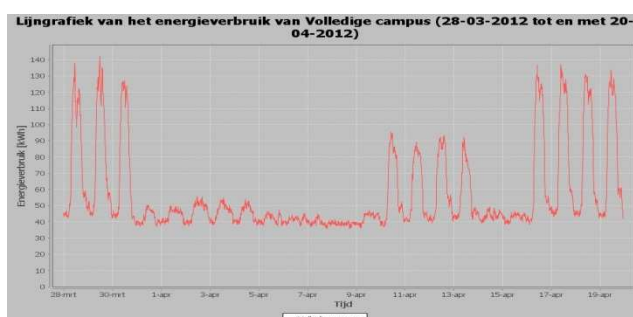
2.3. Datamining: automatische verbruiksprofielbewaking

Om uit de verzamelde energiedata informatie te genereren is actief beheer noodzakelijk. In bestaand onderzoek/literatuur wordt steeds de nadruk gelegd op het voorspellend karakter van verbruiksprofielen.

De beschikbare hoeveelheid data leidt niet noodzakelijk tot de generatie van informatie. Voor veel bedrijven is het niet mogelijk om het verbruik per functie te duiden, is tijdelijke overconsumptie niet te isoleren, is nachtverbruik ongekend, zijn lekken of storingen niet snel op te sporen, sluimerverbruik werd niet in kaart gebracht, enz..

Voor bedrijven die instaan voor de productie en distributie van energie is het belangrijk de toekomstige energievraag te kunnen voorspellen om de nodige productiecapaciteit te reserveren. Daartoe wordt als techniek veelal dataclustering en classificatie ingezet.

Voor bedrijven en instellingen, die afnemers zijn van de geproduceerde en gedistribueerde energie (doelgroep van dit voorstel), is het voorspellen van de lokale energievraag minder belangrijk. De aandacht van die bedrijven gaat meer uit naar de registratie en de opvolging



van het huidige energieverbruik om de efficiëntie van geplande besparingsinspanningen te kunnen voorspellen, onverwacht verbruik te kunnen definiëren, de resultaten van energiebesparende maatregelen te kunnen evalueren en preventief onderhoud te kunnen inplannen op het economisch meest relevante ogenblik.

Door het invoeren van energieregistratie in functie van de tijd wordt onderzocht om op bovenstaande vragen een antwoord te formuleren en op welke wijze geautomatiseerde alarmen of berichten kunnen gegenereerd worden. Actief energiebeheer leidt tot een belangrijk economisch voordeel en een reductie van het energieverbruik. Op een later tijdstip is de oorzaak van het onverwacht energieverbruik vaak niet meer te achterhalen omdat de uitbatingvoorwaarden (welke verbruikers of machines al dan niet waren

ingeschakeld) of de productieomstandigheden (productieritme, omgevingsvoorwaarden, tijdelijke pannes of stilstanden) niet altijd gereconstrueerd kunnen worden.



Om snelle interventie mogelijk te maken is actief beheer van de beschikbare data noodzakelijk. Op een geautomatiseerde manier wordt het verbruiksprofiel op dag- of weekbasis geëvalueerd. Een afwijkend belastingsprofiel wordt automatisch en snel gemeld zodat interventie mogelijk blijft. Strategieën om tot die evaluatie te komen zijn tot op vandaag niet of nauwelijks beschikbaar voor de bedrijfswereld.

3. Verloop en resultaten van het project

Het projectverloop en een overzicht van de te overwinnen problemen zal geschetst worden a.d.h.v. de 3 pijlers die het project kenmerken.

3.1. Meetsensoren

3.1.1. Opzetten van een energiemanagementsysteem

Om de optimale locatie van de energiesensoren te bepalen, is het strikt noodzakelijk om eerst, op ééndraadschema niveau de bestaande energienetwerken in kaart te brengen. Deze analyserende fase is nodig om de doelstellingen en de uiteindelijke toepasbaarheid van het energieregistratiesysteem niet te hypothekeren. Een stappenplan werd opgesteld om het belang en noodzakelijkheid van deze fase duidelijk te maken en werd geëvalueerd op basis van het energieregistratiesysteem op de technologiecampus Gent.

Dit stappenplan zal als basis dienen voor het opzetten van het energieregistratiesysteem van de campus Dirk Martens te Aalst waarvan de installatie voorzien is in de loop van 2015. In de loop van dit project werd het stappenplan ook gebruikt ter ondersteuning van veldmetingen bij de volgende industriële partners : UGent, Rittal en Volvo Cars. Op basis van deze concrete toepassingen werd in de loop van het project het stappenplan bijgestuurd.

3.1.2. Vaste definitieve energieregistratiesensoren

Na fase 1 kan de optimale locatie van vaste energiesensoren worden bepaald. In de loop van het project werd vastgesteld dat het formuleren van de gewenste doelen van het energieregistratiesysteem van essentieel belang is. Het registreren van energiestromen in functie van de tijd, kan niet als doel op zich beschouwd worden maar moet gekaderd worden in functie van één of een combinatie van onderstaande items:

- definiëren van besparingspotentieel
- bepalen van sluimerverbruik
- evaluatie van de inspanningen naar energiebesparing door metingen voor en na de besparende ingrepen
- benchmarking t.o.v. andere productie eenheden, vestigingen of gebouwen.

- Bewaken van energiestromen



Pas als deze items definitief zijn vastgelegd, kan er overgegaan worden tot de plaatsbepaling van de sensoren. Daarom is er een document opgesteld dat op basis van de gewenste doelen én het geanalyseerde energienetwerk de locatie van een minimum aantal energiesensoren, die de gewenste energiestromen in kaart kunnen brengen, definieert.

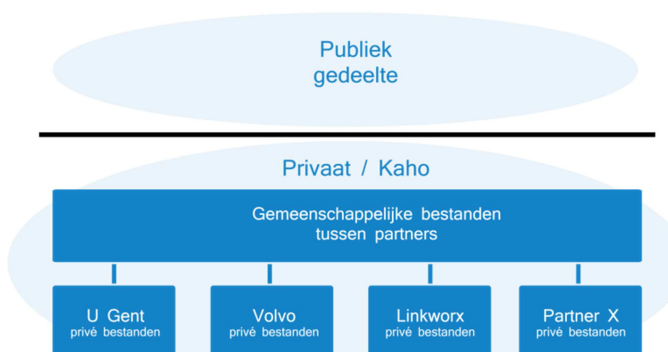
3.1.3. Mobiele meeteenheden

Om op concrete vragen i.v.m. energie-efficiëntie van productie onderdelen of HVAC-toepassingen een antwoord te formuleren is het niet steeds noodzakelijk om permanente energiesensoren te installeren. In de loop van het project zijn bij meerdere industriële partners veldmetingen doorgegaan om de efficiëntie van bv. productiemachines (persen bij GE) of HVAC-toepassingen (Chiller Rittal) te definiëren of om de basislast van een gebouw te bepalen (UGent). Om op deze vragen te antwoorden, is een tijdelijke meting voldoende. Daarom werden 6 mobiele meeteenheden ontwikkeld om de elektrische-, gas- en waterstromen i.f.v. de tijd in kaart te brengen. Het aanbrengen en verwijderen van mobiele meeteenheden moet zeer snel en zonder ingrepen in de technische installatie kunnen gebeuren. Daarbij werd vastgesteld dat het versturen van de meetgegevens via het bedrijfsnetwerk vaak niet toegelaten werd. De mobiele meeteenheden zijn voorzien van een GPRS-communicatie.

Deze mobiele meeteenheden werden ontwikkeld en gebouwd in samenwerking met de studenten professionele bachelor elektronica en worden als een van de belangrijkste resultaten van dit project beschouwd. Zij worden in het vervolgproject EnerProf dankbaar ingezet.

3.2. Opslag en visualisering van de meetgegevens

De meetdata afkomstig van de energiesensoren moet uiteindelijk opgeslagen worden in een databank zodat de gegevens in hun oorspronkelijke vorm beschikbaar blijven voor verdere analyse. Daartoe werd een databank ingezet die in het kader van vorige REG-projecten ontwikkeld werd i.s.m. studenten van de professionele opleiding ICT. De GPRS-communicatie blijkt noodzakelijk te zijn voor het doorsturen van meetgegevens.



In de loop van het project werd een eigen projectwebsite ontwikkeld door een student van de professionele opleiding ICT. Deze website laat toe om de data te uploaden en te visualiseren. De

industriële partner toegang krijgt toegang tot deze website. Deze visualiseringstool ondersteunt de rapportering en maakt het mogelijk om data te selecteren en door te sturen naar meer gespecialiseerde rekentools.



3.3. Analyse en bewaking van energiestromen

De veelvuldige meetcampagnes bij de industriële partners werden steeds afgesloten met een rapport met de analyse van de meetdata.

Er werden diverse analysetechnieken toegepast. Huidige analysetechnieken baseren zich veelal op het al dan niet overschrijden van een threshold-niveau. Dit wordt als onvoldoende beschouwd. Daarom werd geëxperimenteerd met regressieanalyse en clustertechnieken om een referentieprofiel op te stellen. Er werden ook een aantal nieuwe begrippen gedefinieerd zoals bv. basislast. In de loop van het project werd vastgesteld dat bijkomend onderzoek naar analyse en bewaking van energiestromen noodzakelijk is. Dit onderzoek zal voortgezet worden in het tetra-project EnerProf.