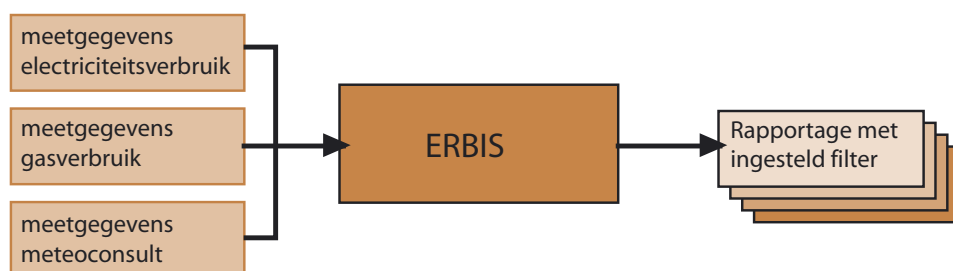


Goede analyses vergroten effect maatregelen

Gedetailleerde informatie over energieverbruiken kan men gebruiken voor het beoordelen van ingestelde bedrijfstijden en het regelgedrag van (klimaat)installaties. Dit artikel geeft een aantal voorbeelden waarbij de samenhang tussen buitentemperatuur, het werkelijk energieverbruik evenals openingstijden van gebouwen inzichtelijk wordt gemaakt. De analyses hebben betrekking op een uitgevoerd energieonderzoek voor het stadhuis van de gemeente Eindhoven. De belangrijkste doelstelling van deze energieanalyses is onnodig energieverbruik voorkomen en daardoor een kostenbesparing realiseren.



Theo van Oossanen



De onderstaande figuur uit ERBIS geeft het gemiddelde weekprofiel voor het stadhuis van de gemeente Eindhoven in 2006.

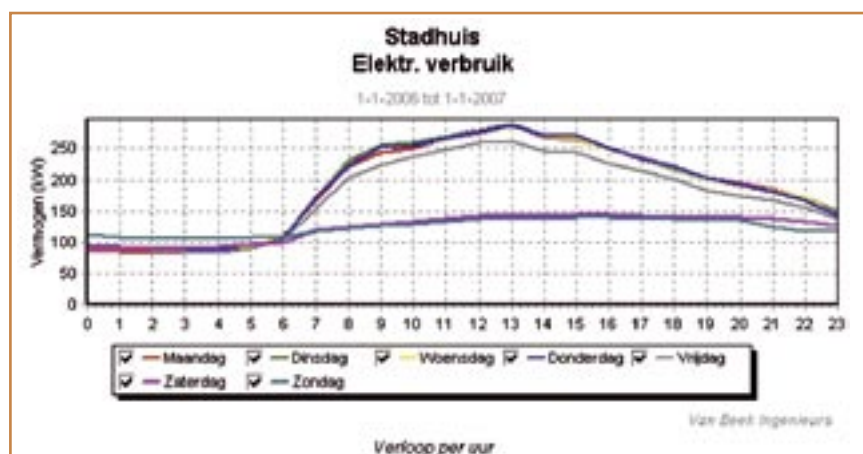
Uit deze gegevens kan men afleiden dat:

- de toename van het opgenomen vermogen op weekdays om 06:00 uur start;
- tijdens werkdagen het opgenomen vermogen toeneemt tot circa 250 kW met een piekvermogen van bijna 300 kW rond 13:00 uur;
- het opgenomen vermogen op werkdagen na 15:00 uur heel geleidelijk afneemt en pas tegen middernacht wordt het minimum bereikt;

Bij de analyse van energiegegevens maakt Van Beek Ingenieurs gebruik van de energie-monitoringssoftware ERBIS. De benodigde meetdata zijn in dit voorbeeld verkregen van het door de gemeente Eindhoven aangewezen gecertificeerde meetbedrijf. In de meetprotocollen is vastgelegd dat elektriciteitsverbruiken per vijf minuten gemeten moeten worden. Gasverbruiken worden doorgaans vastgelegd op uurbasis. Eén van de krachtige functies van ERBIS is de omzetting van meetgegevens naar bruikbare informatie. Behalve meetgegevens betreffende het energieverbruik zijn de weersomstandigheden (meteogegevens) van groot belang. Door een koppeling vanuit ERBIS met MeteoConsult worden werkelijke meteogegevens toegevoegd, waarna men een veelheid aan analyses kan uitvoeren.

BEOORDELEN DAGPROFIELEN

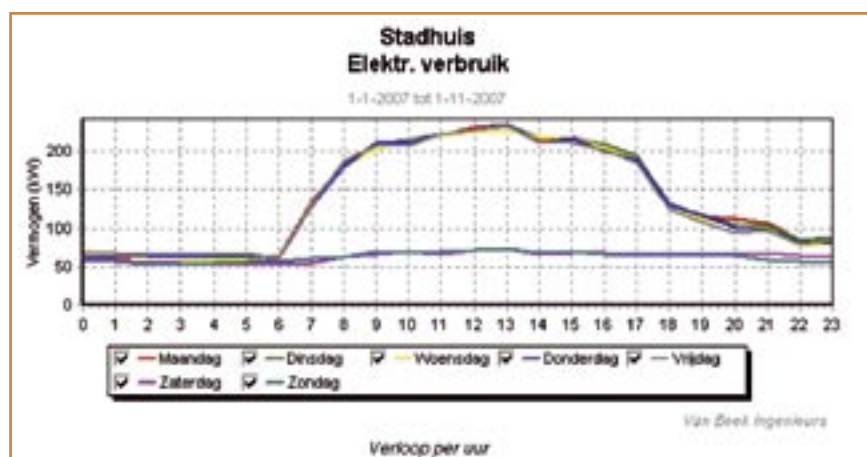
Een eerste analyse is het vaststellen van gemiddelde dagprofielen van afgenomen vermogen. Hierbij wordt per dag het verloop van het gemiddeld opgenomen elektrisch vermogen vastgesteld.



energiebesparende

- op zaterdag en op zondag het stadhuis gesloten is, er worden echter wel installaties ingeschakeld: overdag is er een toename van het opgenomen vermogen met circa 60 kW tot ongeveer 150 kW;
- het minimale opgenomen vermogen ongeveer 90 kW bedraagt.

De analyse van de dagprofielen voor dit stadhuis is aanleiding geweest om de bedrijfstijden van de betreffende installaties kritisch te beoordelen en opnieuw (krapper) in te stellen. Het resultaat van de aanpassingen blijkt uit de onderstaande ERBIS-figuur waarin de dagprofielen van het jaar 2007 zichtbaar zijn gemaakt.



Uit deze figuur blijkt dat:

- op werkdagen meer installaties aan het einde van de werktijd uitgeschakeld worden dan in 2006. Het gemiddeld opgenomen vermogen wordt hierdoor veel sneller afgebouwd;
- op zaterdag en zondag installaties slechts incidenteel ingeschakeld worden. Hierdoor is het opgenomen vermogen op zaterdag en zondag slechts iets hoger dan tijdens nachtbedrijf;
- het minimale opgenomen vermogen in 2007 bedraagt ongeveer 60 kW tegen 90 kW in 2006.

Het resultaat van deze relatief eenvoudige exercitie is een besparing van circa 15 procent op het elektriciteitsverbruik voor het stadhuis van de gemeente Eindhoven.

INVLOED VAN OMGEVINGSFACTOREN

De energiegegevens zijn ook te combineren met invloedsfactoren zoals buitentemperatuur en absolute luchtvochtigheid. Dat geeft een goed inzicht in de mate waarin de invloedsfactoren het energieverbruik beïnvloeden. Om direct een relatie te kunnen leggen met het opgestelde ketelvermogen, respectievelijk te verwachten transmissieverliezen, worden gasverbruiken (uurwaarden in m³) eerst omgerekend naar geleverde verwarmingsvermogens (in kW). Hierna is het mogelijk om per uur het geleverde verwarmingsvermogen te vergelijken met de corresponderende buitentemperatuur, wat in de volgende

Opvallende zaken in deze figuur:

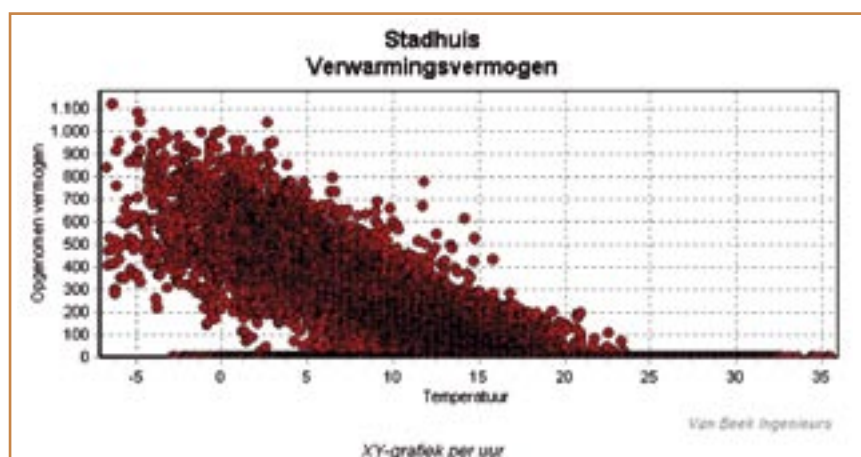
- Er is een grote spreiding in geleverd verwarmingsvermogen. Deze spreiding ontstaat als gevolg van wisselende belastingen van de ketel. Deze wisselende belastingen van de ketel zijn terug te voeren op de ketelregeling;
- Boven een buitentemperatuur van 23°C wordt geen warmte meer geleverd door de ketel. Blijkbaar wordt de ketel dan pas uitgeschakeld;
- Het maximaal geleverde verwarmingsvermogen bedraagt circa 1.100 kW.

Door de geleverde verwarmingsvermogens per buitentemperatuur te middelen, krijgen we een beter inzicht in de relatie tussen warmtelevering en buitentemperatuur (zie figuur op volgende pagina).

Uit de figuur is af te leiden dat er een nagenoeg lineair verband is tussen geleverd vermogen en buitentemperatuur. De 'stookgrens', de temperatuur waarbij geen warmte meer geleverd wordt, bedraagt 18°C. De specifieke transmissie, het warmteverlies per graad Celsius temperatuurverschil met de buitentemperatuur bedraagt circa 35 kW/°C.

Via de specifieke transmissie is het mogelijk te controleren of de gebouwisolatie overeenkomt met ontwerpgegevens. Uit de hoogte van de stookgrens is af te leiden of de interne warmtelast die ontstaat door verlichting en pc-gebruik nuttig gebruikt

ERBIS-figuur zichtbaar is. Elk punt in deze figuur geeft de combinatie van het in een uur geleverde gemiddelde verwarmingsvermogen bij de daarbij optredende gemiddelde buitenluchttemperatuur.





KOELING

De combinatie van de buitemtemperatuur en het opgenomen elektrisch vermogen levert op dezelfde wijze informatie over het energieverbruik ten behoeve van koeling. Op de onderstaande figuur is dit zichtbaar voor het stadhuis van de gemeente Eindhoven.

De figuur toont dat zowel het maximum vermogen als het minimum vermogen oploopt boven een buitemtemperatuur van circa 10°C. Het oplopen van het opgenomen vermogen ontstaat door energieverbruik ten behoeve van koeling. Analyse van het opgenomen vermogen geeft op deze manier dus direct inzicht in het vermogen dat de koelmachine met toebehoren vraagt. In bovenstaand voorbeeld is dat circa 120 kW. Dit is het verschil tussen het maximum vermogen bij 10°C van ongeveer 300 kW en het maximum vermogen bij 25°C van ongeveer 420 kW.

Bij inventarisatie van de koelinstallaties is vastgesteld dat er veel meer koelmachiner vermogen staat opgesteld namelijk in totaal circa 400 kW. Deze energieanalyse met behulp van ERBIS maakt duidelijk dat bij vervanging van koelmachines een veel kleiner koelvermogen volstaat. Door de grote spreiding die in de verschillende meetwaarden optreedt, is de interpretatie van de hierboven aangegeven figuren niet eenvoudig. Daarom is analoog aan de eerdere analyse van het verwarmingsvermogen ook het opgenomen vermogen voor verschillende bedrijfstypen bij verschillende buitemperaturen bepaald.

wordt voor ruimteverwarming. Een stookgrens van 18°C is relatief hoog voor een modern kantoorpand: veel nieuwe kantoorpanden hebben een stookgrens van 15 - 16°C.

Met behulp van het energiemonitoringsysteem ERBIS is het ook mogelijk het gemiddeld geleverde verwarmingsvermogen bij een bepaalde buitemtemperatuur te relateren aan het type bedrijfstijd. In de onderstaande figuur is een onderscheid gemaakt naar de volgende bedrijfstypen: Bevindingen naar aanleiding van deze ERBIS-figuur:

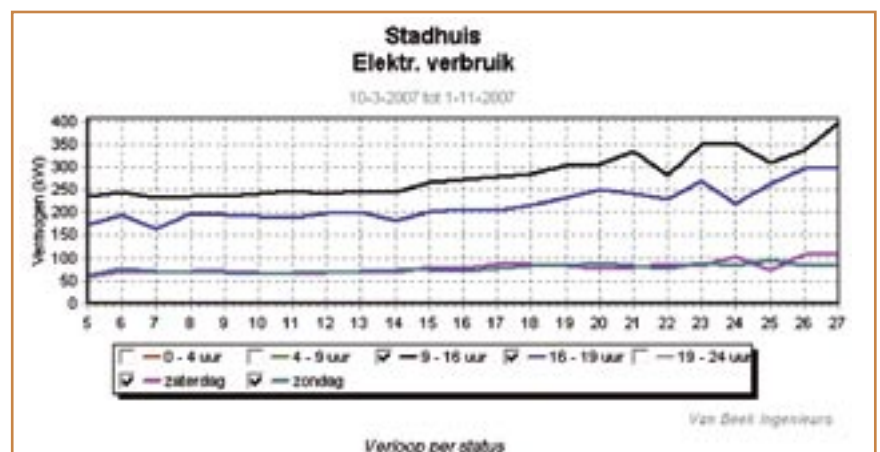
nacht	werkdagen van 0:00 uur - 4:00 uur;
Opstarten	werkdagen van 4:00 uur - 9:00 uur;
Dagbedrijf	werkdagen van 9:00 uur - 16:00 uur;
einde werkdag	werkdagen van 16:00 uur - 19:00 uur;
avondbedrijf	werkdagen van 19:00 uur - 24:00 uur;
zaterdag	vrijdag 24:00 tot zaterdag 24:00
zondag	zaterdag 24:00 tot zondag 24:00

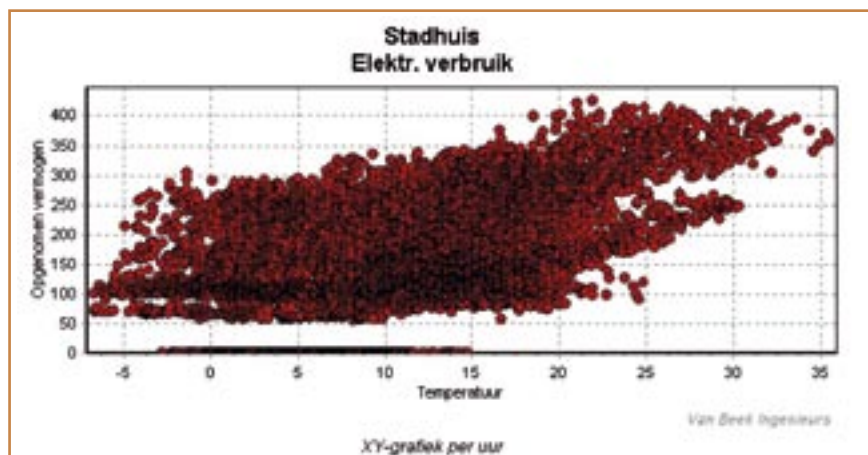
- Er is een belangrijk verschil in het geleverd vermogen tijdens bedrijfsuren en tijdens nacht- respectievelijk weekendbedrijf. Het verschil wordt vooral veroorzaakt door de benodigde warmte voor het opwarmen van ventilatielucht: 's nachts en in het weekend zijn de luchtbehandelingskasten niet in bedrijf;
- De beoordeling van de verandering van het geleverde verwarmingsvermogen per graad verandering van de buitenluchttemperatuur geeft een goed inzicht in het warmteverlies ten gevolge van transmissie en infiltratie. Voor dit gebouw bedraagt het specifieke transmissieverlies gedurende nacht- en week-

endbedrijf circa 25 kW/°C. Het specifieke transmissieverlies tijdens dagbedrijf bedraagt circa 50 kW/°C. Hieruit valt af te leiden dat opwarming van ventilatielucht een verwarmingsvermogen vraagt van 25 kW/°C;

- Boven een temperatuur van 18°C is nagenoeg geen verwarmingsvermogen nodig. Blijkbaar levert de interne warmteontwikkeling een bijdrage aan de ruimteverwarming van circa 3°C - 4°C ofwel 150 kW - 200 kW. Dit klopt goed met de werkelijk opgenomen elektrische vermogens.

De analyse is vooral bedoeld om inzicht te krijgen in het werkelijk regelgedrag van de installaties. In een aantal gevallen kan dit inzicht direct worden omgezet in mogelijke verbeteringen van de regelingen van installaties. De verbetering kan zowel leiden tot een beter (comfortabeler) binnenklimaat als tot een lager energieverbruik.





Uit deze analyse blijkt dat:

- het gemiddeld opgenomen vermogen tijdens weekendbedrijf niet afhankelijk is van de buitentemperatuur: de koelmachine wordt dan (terecht) niet ingeschakeld;
- het gemiddeld opgenomen vermogen tijdens bedrijfstijd vanaf circa 14°C tot 27°C toeneemt met 150 kW (van 250 kW tot 400 kW). Hieruit is direct af te leiden hoeveel buitenlucht gekoeld wordt. Door deze hoeveelheid te delen door het aantal mensen dat in het kantoor/gebouw aanwezig is, kan het luchtdebiet beoordeeld worden. Over het algemeen wordt aangenomen dat 50 - 60 m³/h per persoon voldoende is voor een goed binnenklimaat;
- uit de analyse van het gasverbruik blijkt dat warmte geleverd wordt tot 18°C. Hier neemt het vermogen toe vanaf 10°C. Als we aannemen dat de toename alleen ontstaat door koeling, dan is direct zichtbaar dat verwarming en koeling tussen 10°C en 18°C buitentemperatuur elkaar tegenwerken.

SAMENVATTING

Door de relaties zichtbaar te maken tussen het werkelijk energieverbruik van (klimaat) installaties, het type bedrijf - afhankelijk van de openingstijden van gebouwen - en de werkelijke buitentemperatuur zijn ingestelde bedrijfstijden en het regelgedrag van installaties snel te controleren. Door het optimaliseren van bedrijfstijden en regelingen van (klimaat)installaties zijn aanzienlijke besparingen te realiseren. De analyses laten bovendien goed zien in hoeverre het opgestelde ketelvermogen

en koelmachinevermogen aansluiten bij de werkelijk optredende warmte- respectievelijk koelvraag.

De combinatie van de analyse van het geleverde verwarmingsvermogen en het geleverde koelvermogen in relatie tot de buitentemperatuur laat tegengestelde acties direct zien. Bij bepaalde typen installaties is gelijktijdig koelen en verwarmen niet te vermijden. Door uitvoering van een goede analyse zijn deze tegengestelde acties wel te minimaliseren. Doordat het opgenomen vermogen per bedrijfstype en per temperatuurniveau inzichtelijk gemaakt wordt, is het vrijwel altijd mogelijk het effect van energiebesparende maatregelen zichtbaar te maken en te kwantificeren.

Over de auteur:

Theo van Oossanen is senior adviseur bij Van Beek Ingenieurs, een adviesbureau voor energiemonitoring en advisering op het gebied van efficiënt energiegebruik.

