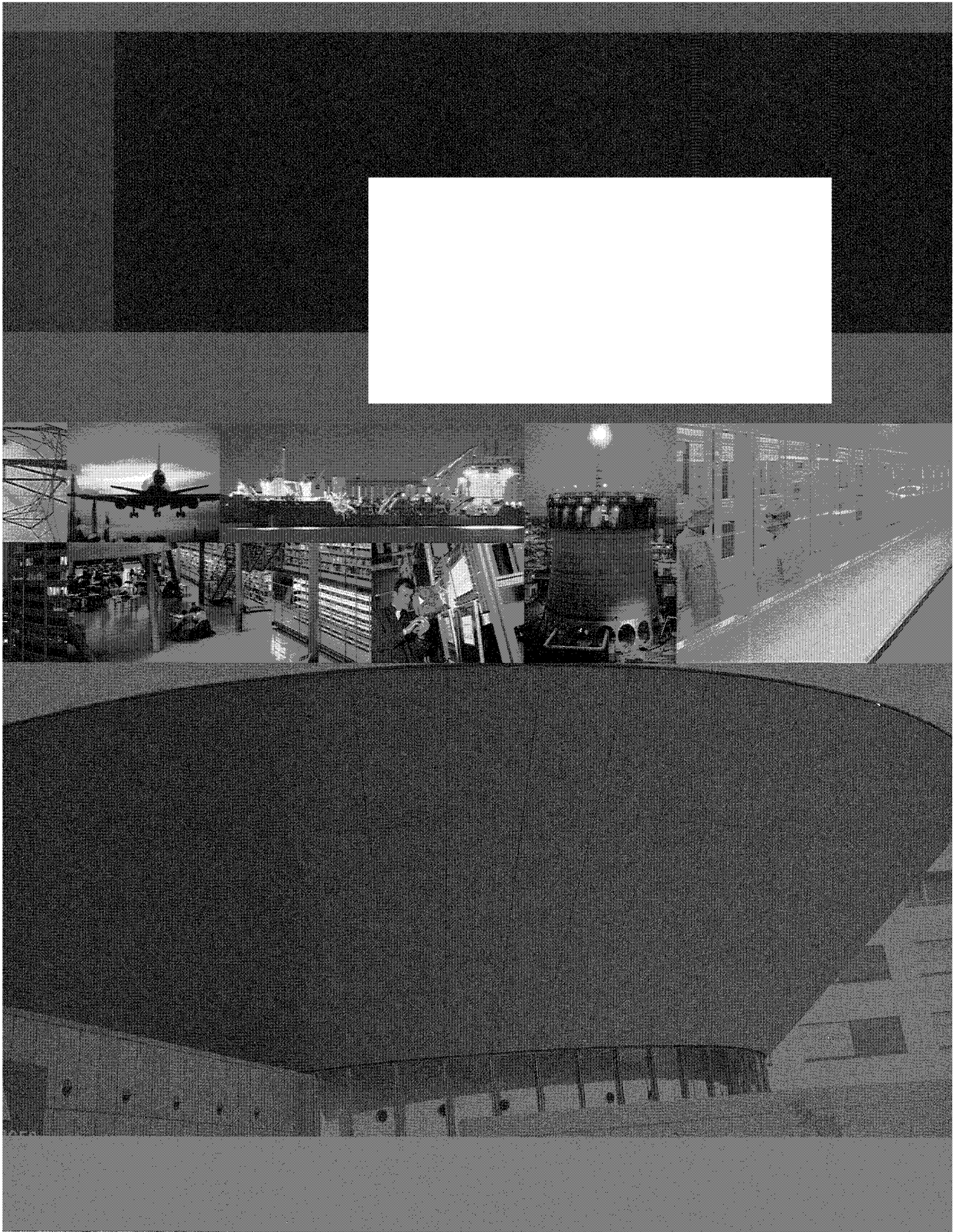




ENERGIEMANAGEMENT

Het toepassen van energie- monitoringsystemen binnen de utiliteit

.....

Student: Bart Sarneel
Begeleider: Dhr. **Van** Ravenswaaij
Opleiding: VEV-Duaal HTS installatietechniek
Bedrijf: GTI Utiliteit West BV
Plaats: Capelle ald IJssel
Datum: 29-07-2005

Voorwoord

Het afsluiten van mijn studie aan de Hogeschool van Utrecht bestaat uit het maken van een afstudeeropdracht.

Deze afstudeeropdracht moet binnen een bepaalde periode worden afgerond.

Aangezien mijn werkgever, GTI Utiliteit West BV te Capelle aan den IJssel, ook wat met het resultaat van deze afstudeerscriptie wil gaan doen, heb ik samen met mijn werkgever naar een passende opdracht gezocht.

Samen met de heren F.P. Amesz en L. Speksnijder is een afstudeeropdracht gecreëerd. De opdracht bestaat uit een **onderzoek** naar het toepassen van energiemonitoringsystemen binnen onze sector.

Inhoudsopgave

I	SAMENVATTING.....	5
2	DE OPDRACHT	6
2.1	OPDRACHTOMSCHRIJVING	6
2.2	RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN EEN AFSTUDEEROPDRACHT	6
2.3	AANPAK	7
3	INLEIDING	8
3.1	GTI ENERGY SOLUTIONS.....	8
4	WAT IS ENERGIEMANAGEMENT EN WAT KUNNEN WE ER MEE	10
4.1	INLEIDING.....	10
4.2	ENERGIEGEBRUIKDIENTENSECTOR EN OVERHEID IN 1999.....	10
4.3	OPVATTINGEN OVER ENERGIEMANAGEMENT EN ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN ONDER MANAGERS VAN BEDRIJVEN EN ORGANISATIES	11
4.4	TOEPASSING IN DE UTILITEIT?	12
4.5	DEFINITIE VAN ENERGIEMANAGEMENT?.....	12
4.6	WAAROM ENERGIEMANAGEMENT?	13
5	INTEGRALE AANPAK.....	15
5.1	INLEIDING.....	15
A.	METEN EN REGISTRATIE.....	15
5.2	ANALYSEREN.....	17
5.3	RAPPORTAGE	17
5.4	BIJSTUREN.....	17
5.5	HET VASTSTELLEN VAN BESPARINGSDOELSTELLINGEN	19
6	VERSCHILLENDE ENERGIEMONITORINGPRODUCTEN	20
6.1	INLEIDING.....	20
6.2	HONEYWELL ENTERPRICE BUILDING INTEGRATOR	22
6.2.1	<i>Toepassingsgebied.....</i>	22
6.2.2	<i>Ontwerpkenmerken</i>	22
6.2.3	<i>Voorbereiding gebruik.....</i>	24
6.2.4	<i>Invoeren van gegevens</i>	24
6.2.5	<i>Analyse, toetsen en bewaken.....</i>	24
6.2.6	<i>Rapportage.....</i>	25
6.2.7	<i>Opmerkingen.....</i>	26
6.3	POWERLOGIC®.....	27
6.3.1	<i>Toepassingsgebied.....</i>	27
6.3.2	<i>Ontwerpkenmerken</i>	28
6.3.3	<i>Voorbereiding gebruik.....</i>	29
6.3.4	<i>invoeren en verwerken van gegevens</i>	30
6.3.5	<i>Analyse, toetsen en bewaken</i>	30
6.3.6	<i>Rapportage.....</i>	30
6.3.7	<i>Opmerkingen.....</i>	31

6.4	DATAWATT	32
6.4.1	Toepassingsgebied.....	32
6.4.2	Ontwerpkenmerken	32
6.4.3	Vorbereiding gebruik.....	34
6.4.4	Invoer en verwerking van gegevens	34
6.4.5	Analyse toetsen en bewaken.....	35
6.4.6	Rapportage.....	35
7	TOEPASBAARHEID BINNEN DE UTILITEIT.....	36
7.1	INDUSTRIE VERSUS UTILITEIT	36
7.1.1	Peak shaving	37
7.1.2	Data-acquisitie.....	39
7.2	KWALITEIT VAN HET NET BEWAKEN.....	41
7.2.1	Beheersing administratieve data.....	43
8	CONCLUSIE	44
8.1	TOEPASBAARHEID.....	44
8.2	TOEGEVOEGDEWAARDE GEBOUWBEHEERDER.....	44
8.3	VERSCHILLENDE SYSTEMEN.....	44
8.4	WELKE MEERWAARDE KAN DE INSTALLATEUR BIEDEN?	44
9	LITERATUURLIJST.....	45
9.1	DESK RESEARCH:.....	45
9.2	ONLINE RESEARCH.....	45
9.3	FIELD RESEARCH:	45
10	VERKLARENDE WOORDENLIJST	46
ii	BIJLAGEN	47
Figuur 1:	Schematisch overzicht service levels	8
Figuur 2:	Energieverbruik dienstensector 1999.....	10
Figuur 3:	Deming-diagram energiemangement.....	15
Figuur 4:	Structuur energiemangement.....	18
Figuur 5:	Topologie Honeywell EBI.....	23
Figuur 6:	Display quickbuilder.....	24
Figuur 7:	Rapport vanuit de EBI.....	25
Figuur 8:	Topologie Power Logic	29
Figuur 9:	Visualisatie Power Logic.....	30
Figuur 10:	Rapportage Power Logic	31
Figuur 11:	Topologie Datawatt.....	33
Figuur 12:	Voorbeeld rapportage Power Logic	35
Figuur 13:	Principe Peak Shaving.....	37
Figuur 14:	Vermogenoverzicht kantoorpand.....	38
Figuur 15:	Netkwaliteit	41
Figuur 16:	Datacenter	42
Figuur 17:	De Admiraal.....	43

■ Samenvatting

Energiemanagement is een zeer breed begrip. Omdat GTI Utiliteit West BV zich vooral bezig houdt met installatie van gebouwgebonden installaties heeft deze scriptie als inhoud de energiemanagementsystemen gekregen die nodig zijn voor elektrisch **energiemanagement**. Hierdoor is het begrip energiemanagement afgebakend tot een grijpbaar niveau.

Om enig inzicht te krijgen in het begrip energiemanagement zijn de eerste hoofdstukken gewijd aan de achtergronden en begrippen die te maken hebben met energiemanagement. Zo wordt er gesproken over de definitie van energiemanagement en het toepassen van **energiemanagement** binnen een organisatie.

Nadat het **onderwerp** energiemanagement behandeld is worden een aantal systemen met elkaar vergeleken. Eerst wordt er gesproken over de het systeemvergelijk van SenterNovem, deze organisatie heeft een aantal verschillende systemen met elkaar vergeleken die u in de bijlage terugvindt. SenterNovem heeft in het onderzoek onderscheidt gemaakt in **data-acquisitiesystemen/-diensten** en **energiemonitoringsystemen/-diensten**.

Met dezelfde **opzet/structuur** als SenterNovem het onderzoek heeft opgebouwd zijn in dit onderzoek ook drie systemen nader bekeken. Echter zijn deze systemen op een andere manier geselecteerd. Er zijn drie systemen gezocht die uit verschillende richtingen afkomstig zijn. Namelijk een systeem afkomstig uit gebouwautomatisering, een systeem gebaseerd op scadapakketten, zoals deze in de industrie gebruikt worden en een systeem wat ontwikkeld is door een leverancier van elektrotechnische beveiligingscomponenten. Toch blijkt dat het helemaal niet uitmaakt vanuit welke richting deze systemen afkomstig zijn. Ze hebben bijna allemaal dezelfde functionaliteit in zich. Alleen het ene systeem is wat flexibeler met hun programmatuur, terwijl het andere systeem weer meer functionaliteit in zich heeft doordat hij meerdere disciplines aan kan sturen.

Nu dat we op de hoogte zijn van het begrip energiemanagement en de verschillende energiemanagementsystemen die in de markt te verkrijgen zijn, zitten we nog met **één** hele **belangrijke** vraag: Zijn deze energiemanagementsystemen ook toepasbaar in de utiliteit, de kantoren?

Voorals omdat deze systemen over het algemeen afkomstig zijn uit de industrie, waar de functionaliteit ook op gebaseerd is, zou het best zo kunnen zijn dat het toepassen van deze systemen de kantoren niet het gewenste resultaat leveren.

Deze vraag proberen we te beantwoorden in een van de laatste hoofdstukken. En hierbij komen we al snel tot de conclusie dat in de industrie toch hele andere aspecten meespelen dan in de utiliteit.

2 De opdracht

2.1 Opdrachtoomschrijving

GTI heeft mij de opdracht gegeven om te onderzoeken of wij binnen ons bedrijf in kunnen spelen op de steeds meer groeiende markt voor energiemangement. Aangezien de kennis en het inzicht in dit soort systemen bij onze afdeling niet echt aanwezig zijn, is mij gevraagd om te kijken of deze energiemangementssystemen toepasbaar zijn binnen onze branche, de utiliteitsector.

Opdracht:

De belangrijkste onderdelen die dit verslag bevatten zijn:

- Wat is energiemangement en wat kunnen we er mee?
- Kan en/of wordt energiemangement ook veel toegepast in de utiliteit?
- Inzichtelijk maken wat energiemangement voor de gebouwbeheerder kan betekenen.
- Verschillende energiemangementssystemen vergelijken.
- Welke meerwaarde de installateur zou kunnen bieden en welke middelen zijn daar voor nodig.

Doel:

Het doel van deze afstudeeropdracht is het verkrijgen van meer inzicht wat wij als installateur de klant kunnen bieden met betrekking tot energiemangementten behoeve van de elektrotechnische installatie,
Het doel is om naar energiemangementte kijken vanuit het oogpunt van de installateur.

2.2 Richtlijnen voor de uitvoering van een afstudeeropdracht

Met het afstuderen krijgt de student de gelegenheid de eerder opgedane kennis en ervaring toe te passen in een projectopdracht.
Hiermee geeft de student aan dat hij zelfstandig het, door de Hogeschool van Utrecht gestelde eindniveau, zowel inhoudelijk als procesmatig heeft bereikt.

Het afstudeerwerk betreft een project met betrekking tot elektrotechnische processen, waarbij aandacht moet zijn besteed aan het ontwerp, onderhoud optimalisatie of realisatie ervan. Hierbij dient tevens de gebruiksspecificatie vertaald te worden naar systeemspecificatie.

23 Aanpak

Het starten van de scriptie was geen eenvoudige taak. Het was heel moeilijk om een begin te vinden.

Nadat ik dit **onderwerp** aangereikt heb gekregen van mijn werkgever ben ik eerst op zoek gegaan naar literatuur om me in het onderwerp te verdiepen. Dit bleek geen makkelijk opgave, in de mediatheek van de school en andere bibliotheken waren geen concrete boeken te vinden over dit onderwerp.

Op het internet heb ik redelijk wat informatie kunnen vinden. Ook de gesprekken met de leveranciers waren helder, **alleen** waren die weer snel uit op de verkoop van hun systemen.

Met de reeds opgedane kennis in de utiliteitsector was het een redelijk makkelijke taak om mij te verdiepen in de installatie van de kantoren.

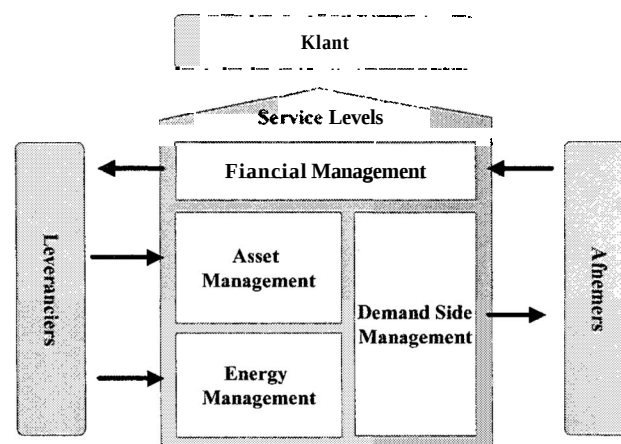
Nadat ik een analyse had gemaakt van de installatie in de kantoren was de conclusie voor mij al duidelijk, **alleen** het verwoorden bleek nog niet zo eenvoudig. Maar uiteindelijk zijn we toch tot een duidelijke conclusie gekomen.

3 Inleiding

3.7 GTI Energy Solutions

Om te kunnen starten met deze scriptie is als eerste intern contact gezocht met onze afdeling GTI Energy Solutions.

GTI Energy Solutions is al enige jaren bezig met het onderwerp energiemangement. GTI wil de klant steeds meer diensten aan gaan bieden op het gebied van energiemangement. Buiten het installeren van gebouwgebonden installaties wil GTI zich ook meer gaan richten op de exploitatie van de energievoorzieningen van een gebouw. De klant kan kiezen uit verschillende exploitatiediensten. Onder deze exploitatiediensten worden verstaan de activiteiten die GTI namens de klant tijdens de operationele bedrijfsvoering van de decentraal opgestelde energievoorziening (van de klant) kan uitvoeren. Hierbij wordt er van uit gegaan dat GTI alle energie gerelateerde activiteiten van de klant kan uitvoeren. Hierdoor is de klant in staat zich weer meer op zijn primaire proces te richten.



Figuur 1: Schematisch overzicht service levels

Zoals het bovenstaande figuur weergeeft kunnen vier verschillende diensten aan de klant worden aangeboden:

- **Energy Management:**

Bestaat uit twee onderdelen: Commodity Management en Energie productie

Commodity management: Omvat alle activiteiten die nodig zijn voor het realiseren en controleren van een betrouwbare en marktconforme levering van primaire energie aan het energievoorzieningsproces van de klant.

Energie productie: Omvat alle werkzaamheden met betrekking tot het registreren, analyseren en beheren van de op locatie optredende energiestromen. Maximale efficiency van de energieproductie en een zo laag mogelijke kostprijs voor levering van energie staan daarbij centraal.

- **Asset Management:**
Onder Asset Management worden al die werkzaamheden gerekend die een bijdrage leveren aan de instandhouding van de technische productiemiddelen en hun technische prestaties. (beschikbaarheid, betrouwbaarheid, efficiency). En het op peil houden van de capaciteiten in relatie tot de actuele en voorzienbare toekomstige vraag.
- **Demand Side Management:**
Onder Demand Side Management worden al die activiteiten verstaan die behoren tot het instandhouden van een goede relatie met eindgebruikers in commerciële en financiële zin.
- **Financial Management:**
Onder Financial Management worden alle activiteiten gerekend die een bijdrage leveren aan de volledige registratie en analyse van binnen de energievoorziening (als bedrijf) optredende operationele geldstromen en hun relatie met de operationele activiteiten. Tevens worden daartoe gerekend de activiteiten voor het versturen van een factuur naar de eindgebruikers en het activeren en beheren van de daaropvolgende inkomsten.

In de onderstaande tabel is de dienst Energy Management per service level opgesplitst. Deze tabel geeft in een oogopslag weer wat de dienst Energy Management in houdt.

Tabel ii: Energy Management en bijbehorende activiteiten

Dienst		Basic Service Level	Extended Service level
Energy Management	Commodity Management	Contract ondersteuning	Continue contractbewaking
		Periodieke contractbewaking	
	Energie productie	Energy monitoring	Energieproductie en bewaking op basis van programma's
		Energieproductie en bewaking op basis van setpoints	

Omdat GTI Utiliteit West BV zich primair bezig houdt op het leveren en monteren van elektrotechnische installaties zal de scriptie afgebakend worden tot het onderwerp energiemonitoring, of te wel de elektrotechnische componenten die nodig zijn voor energie management.

4 Wat is energiemangement en wat kunnen we er mee

4.1 Inleiding

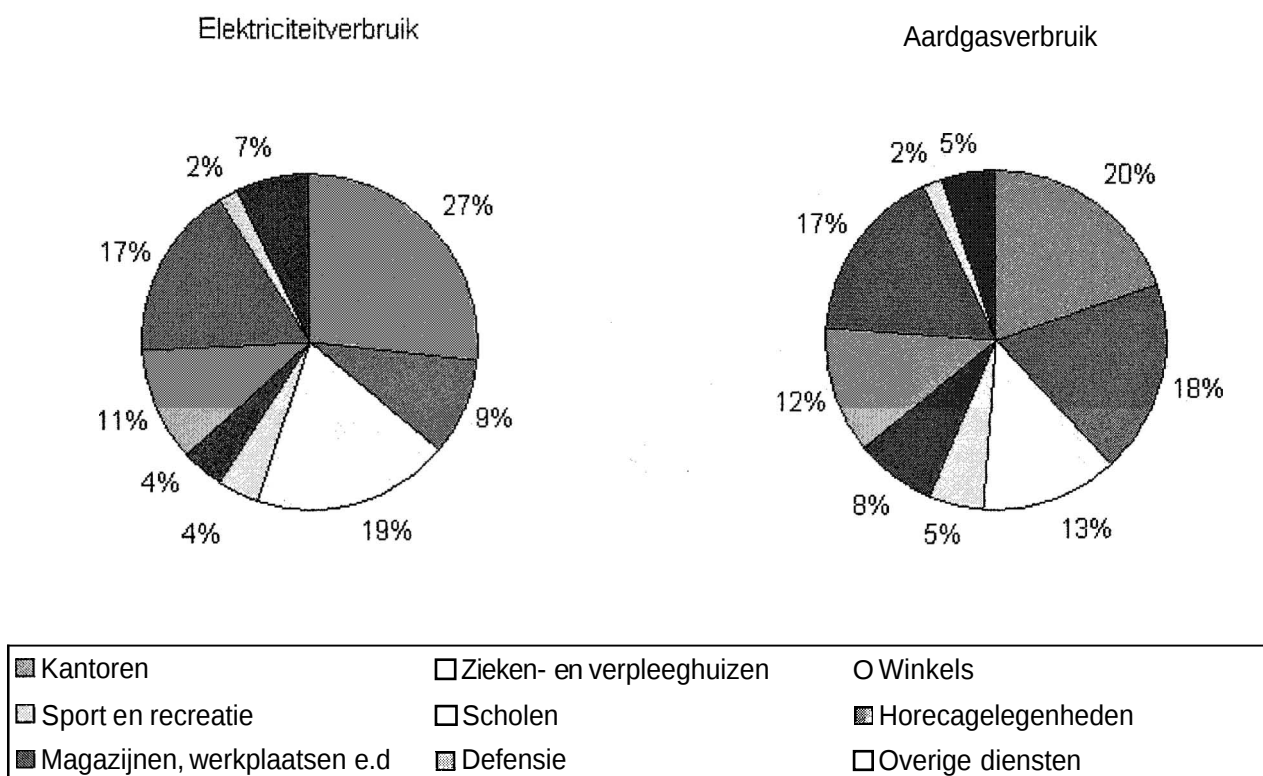
Energiemangement kan een belangrijk onderdeel in de exploitatie zijn, onafhankelijk of dit nu door de klant zelf wordt gedaan of dat ze dit nu uitbesteden aan GTI Energy Solutions.

Veel leveranciers proberen een zogehete "energiemanagementsysteem" op de markt te zetten. Vaak beperken dit soort middelen zich tot een hulpmiddel voor de Energy Management zoals GTI dat ziet.

Energiemangement maakt het mogelijk om de energiekosten, die voor de bedrijfsvoering nodig zijn, te beheersen. Wanneer energiemangement goed wordt toegepast kan een besparing op de energiekosten worden gerealiseerd. De grootte van deze besparing hangt erg af van het type onderneming.

Veelal wordt er gesproken over een energiemangementsysteem. Maar er zijn maar weinig systemen die daadwerkelijk ook regelen en sturen.

4.2 Energiegebruik dienstensector en overheid in 1999



Figuur 2: Energieverbruik dienstensector 1999

De dienstensector en overheid verbruikten in 1999 samen 77 PJ aan elektriciteit en 159 PJ aan aardgas. Binnen deze sectoren is er een grote verscheidenheid aan activiteiten en gebouwen. In het bovenstaande figuur is het totale verbruik aan aardgas en elektriciteit in

de genoemde sectoren dan ook verdeeld naar gebouwtype. De voornaamste elektriciteitsverbruikende gebouwen zijn kantoren, winkels en magazijnen en werkplaatsen.

Voor kantoren geldt een specifiek elektriciteitsverbruik van 100 tot 102 kWh per m² vloeroppervlak. Kantoren zijn eveneens de grootste verbruikers van aardgas, samen met de verpleeg- en ziekenhuizen. Het specifieke aardgasverbruik voor kantoren bedraagt 15 tot 18 m³ aardgas per m² vloeroppervlak.

Uit deze cijfers blijkt wel dat er misschien in de utiliteitssector nog best wel een bezuiniging te behalen is.

Nu is het alleen de vraag of men door het toepassen van een energiemangement-systeem het juiste resultaat bereikt.

4.3 Opvattingen over energiemangement en energiebesparende maatregelen onder managers van bedrijven en organisaties

Bron: SenterNovem.

Het bedrijf SenterNovem, agentschap voor duurzaamheid en innovatie, heeft onderzoek laten doen naar factoren, die bepalen waarom sommige bedrijven en organisaties overgaan tot enige vorm van energiemangement en aanschaf van een energie-monitorsysteem en andere niet.

In dit rapport stonden drie vragen centraal:

- 1) Op welke factoren verschillen bedrijven en organisaties, die een actieve (positieve) opstelling hebben ten aanzien van energiemangement ten opzichte van vergelijkbare bedrijven met een passieve (negatieve) opstelling?
- 2) In welke mate kunnen de onderscheiden factoren de aanschaf en het gebruik van energiemonitorsysteem verklaren?
- 3) Welke aanbevelingen kunnen op grond van de beantwoording van de bovengenoemde vraagstellingen worden geformuleerd ten aanzien van de verdere marktintroductie van energiemangement?

Uit het onderzoek blijkt dat 86% van de organisaties die niet met een geautomatiseerd energieregistratiesysteem werken, wel aan energieregistratie doen, maar dan met een eigen spreadsheet of handmatig. Veertien procent van deze groep geeft aan helemaal niet aan energieregistratie te doen.

Het belangrijkste doel dat men met energieregistratie nastreeft is het realiseren van besparingen. Ook verantwoording van de gemaakte kosten is een belangrijk doel. Ongeveer 40% van de respondenten geeft aan die doelstellingen ook geheel te realiseren. Voor zover men daar niet in slaagt of slechts ten dele, heeft dat meestal te maken met onvoldoende motivatie van medewerkers/gebruikers of met het feit dat de besparingen tegenvallen en/of het gebruik nog steeds toeneemt. De meeste respondenten (>90%) geven aan het gebruik van gas en elektriciteit te registreren. Ook gebruik van m³ water wordt in veel gevallen geregistreerd.

De organisaties die een geautomatiseerd systeem gebruiken geven in vrijwel alle gevallen (93%) aan de geregistreerde gegevens ook te analyseren. In de niet geautomatiseerde groep ligt dit percentage lager (77%). De 'geautomatiseerde' groep geeft significant vaker aan naar aanleiding van de energieregistratie te rapporteren (80% versus 67% in de niet-geautomatiseerde groep).

Gerapporteerde gegevens zijn meestal bedoeld voor het management. Organisaties die gebruik maken van een geautomatiseerd registratiesysteem geven vaker aan dat

energiegebruik een apart onderdeel is in het organisatiebeleid en dat een apart budget beschikbaar is voor energiebeheer en -registratie,

Er zijn geen verschillen gevonden tussen beide groepen in de mate waarin zij van mening zijn dat een stelsmatig energiebeheer een integraal onderdeel dient te zijn van de ondernemingsorganisatie (90%). De wijze waarop besluitvorming rond het treffen van energiebesparende maatregelen plaatsvindt verschilt evenmin wezenlijk. In de meeste gevallen vindt de uiteindelijke beslissing plaats door de directie (ca. 45%) of door het bestuur (ca. 30%). Driekwart van de respondenten in beide groepen geeft aan dat daarbij altijd overleg met hen plaatsvindt. Organisaties die te maken hebben met een MJA geven weliswaar aan meer analyses te maken van geregistreerde energieverbruiksgegevens en ook vaker een doelstelling hebben geformuleerd voor het energieverbruik dan niet MJA-organisaties, maar op een aantal andere zaken niet van elkaar verschillen. Zo is er bijvoorbeeld geen verschil in commitment vanuit het management tussen beide typen organisaties, waar het de uitvoering van energieregistratie en -beheer betreft. Evenmin is een statistisch verschil tussen een wel bij MJA en niet bij een MJA aangesloten organisaties, waar het zaken betreft als de mate waarin men prioriteit geeft aan het onderwerp energiebesparing.

4.4 Toepassing in de utiliteit?

Uit het bovenstaande artikel blijkt dat veel bedrijven aan energieregistratie doen en daarop actie ondernemen. Dit is dus al een vorm energiemangement, maar dan zonder energiemangementsysteem. De grotere organisaties zien wel steeds meer het nut van een energiemonitoringsysteem. Maar dit komt voornamelijk omdat hun installaties steeds complexer worden. Door het toepassen van een energiemonitoringsysteem in dit soort complexe installaties kan men veel beter de energie registreren waardoor het maken van een juiste analyse eenvoudiger wordt.

De toepassing binnen in de utiliteit wordt in hoofdstuk 7 uitgebreid besproken.

4.5 Definitie van Energiemangement?

Er zijn wat verschillen in definities van energiemangement, het ligt er maar net aan waar men de grens trekt. Veel bedrijven zien **energiemonitoring** al als energiemangement. Andere bedrijven gaan hier veel verder mee en betrekken de hele inkoop van energie erbij.

Globaal komt het erop neer dat energiestromen en kosten beheersbaar worden gemaakt door meten, registreren en bijsturen. Energiemangement wordt daarmee een integraal onderdeel van het operationele management een onderneming, net als kostenbeheersing, onderhoud, kwaliteit, veiligheid, kennis, milieu, etc.

Door het opzetten van een goed energiemangement worden ook alle werknemers betrokken bij het energieverbruik. Uit de trends (energieprofielen) kan men bijvoorbeeld al veel informatie halen over hoe medewerkers omgaan met energie. Door deze gegevens bekend te maken aan de medewerkers worden ze betrokken bij het gehele proces. Zonder betrokkenheid van het management en de organisatie zal energiemangement niet slagen.

Het is een beetje te vergelijken met de boordcomputer in een auto. Als men in staat is het brandstofverbruik af te lezen wil men steeds zuiniger gaan rijden om een zo gunstig mogelijk verbruik op de meter te krijgen.

Zodra men geen boordcomputer aan boord heeft zal men ook nooit een poging gaan doen om zuiniger te gaan rijden, dit komt omdat men niet kan zien wat het oplevert.

Veel installateurs en leveranciers halen het begrip energiemonitoring en energiemangement door elkaar.

Energiemonitoring betreft het inwinnen van data ten behoeve van energiemangement. Het gaat hier dus om een data-acquisitiesysteem. Een energiemonitoringsysteem kan een onderdeel zijn van een procesinformatiesysteem, managementinformatiesysteem of een sepaaraat systeem specifiek gericht op de energiebalans. Voor kantoorgebouwen zijn er standaard gebouwbeheersystemen waarin energiemonitoring is opgenomen. Uit de energiemonitoring zijn trends te herleiden. Zodra deze trends bekend zijn kan men ook de energiestromen gaan regelen/managen.

Aangezien wij als elektrotechnisch installateur ons over het algemeen alleen maar richten op de installatie van elektrotechnische componenten gaan we in dit verslag de energiemangementssystemen behandelen, of te wel de energiemonitoringsystemen.

4.6 Waarom energiemangement?

Er zijn verschillende redenen te bedenken waarom men kiest voor het installeren van een energiemangementstelsel. In elke bedrijfstak kunnen er andere belangen meespelen. Zo zal bij een grote industriële omgeving de kwaliteit van het net een grotere rol spelen dan de bezuinigingen die men zou kunnen realiseren. Terwijl een beheerder van een groot kantoorpand juist alleen maar geld wil besparen.

Hieronder ziet u een overzicht van de mogelijkheden met een energiemangementstelsel.

- Vaststellen kengetallen:

Bij het beheer van vastgoed, zoals bijvoorbeeld ING vastgoed doet, wordt er vaak verrekend naar het aantal m² die verhuurd worden. In deze m²-prijzen zijn vaak alle energiekosten al verwerkt. Maar waar zijn deze energiekosten op gebaseerd? Door het toepassen van een energiemangement stelsel is de beheerder in staat de juiste kengetallen vast te stellen voor zijn pand in combinatie met de huurder. **Aangezien** elke huurder een andere energiehuishouding kan hebben dienen de kengetallen per huurder bekeken te worden.

- Reduceren energieverbruik:

In energiebesparingsstudies, zoals de door Novem gehanteerde Energiepotentieel-scan (EPS), wordt de energiebalans van een bedrijf opgesteld en worden de besparingsmogelijkheden aangegeven. Deze mogelijkheden bestaan dan uit een aantal verbeteringsprojecten en maatregelen, die afhankelijk van de economische haalbaarheid worden geïmplementeerd. Als onderdeel van energiemangement wordt de energiebalans met een monitoringsysteem continu in de gaten gehouden. Hierdoor kan worden nagegaan of de uitgevoerde besparingsprojecten het gewenste resultaat hebben.

Daarnaast kan met een energiemonitoringsysteem het verloop van de gas- en elektriciteitsafname in kaart worden gebracht. Dit is onder meer van belang voor de energienota. Op de elektriciteitsrekening wordt het piekvermogen in rekening gebracht terwijl ook de verdeling van kWh-en van belang is voor de gekozen tariefstructuur. Sinds de liberalisering van het aardgasnet en de komst van een

nieuwe tariefstructuur alsmede de mogelijkheid van andere gasleveranciers gaat dit ook voor de gasrekening een rol spelen. Met een energiemonitoringssysteem als onderdeel van energiemanagement kan dus het afnamepatroon van energie geoptimaliseerd worden naar de kosten.

Afhankelijk van de bedrijfssituatie claimen de meeste leveranciers die producten leveren voor energiemanagement een besparing van 5 á 15% op het energieverbruik en de kosten.

- Kwaliteit van het net bewaken:
Dit komt vaak voor bij grote industriële omgevingen. Spanninguitval of zelfs al spanningdaling kan voor dit soort bedrijven zeer grote financiële gevolgen hebben. Zo heeft Corus in IJmuiden afspraken met het energiebedrijf om de kwaliteit van het net te waarborgen. Corus heeft dus een energiemonitoringssysteem om voornamelijk de kwaliteit van het net te bewaken. Mocht er door een fout in het energienet een volledige productiestraat uitvallen en Corus kan door het energiemanagementsysteem herleiden dat de fout bij het energiebedrijf ligt, is Corus in staat de geleden schade op het energiebedrijf te verhalen.
- Doorberekenen eneraiekosten:
Er zijn bedrijven die energie inkopen en weer verkopen of doorberekenen naar derden toe. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij bedrijven die delen van hun pand verhuren aan derden of als de derde partij meer energie nodig heeft dan op zijn perceel aanwezig/mogelijk is.
Door het toepassen van een energiemonitoringssysteem is de klant in staat de hele facturatie van deze energie te automatiseren waardoor er een aanzienlijke kostenreductie ontstaat.

Als een klant vraagt om een energiemanagementsysteem is het noodzakelijk om te weten waarvoor men dit systeem wil gaan gebruiken.

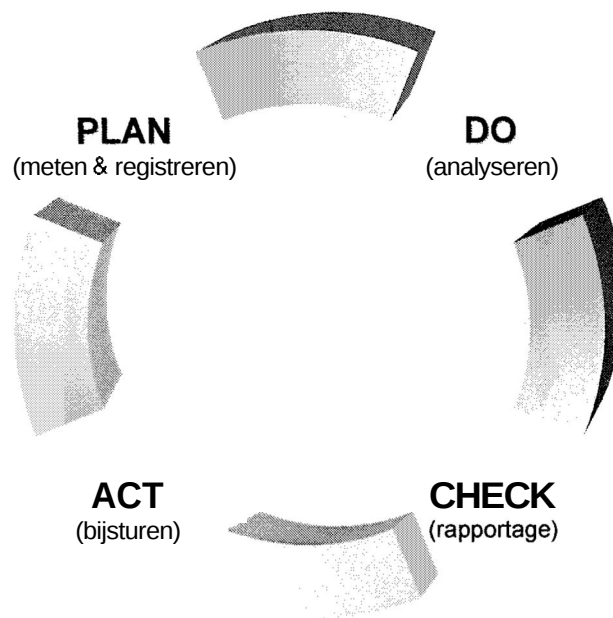
Uit de bovengenoemde voorbeelden kan men opmaken dat een universeel energiemonitoringssysteem de volgende factoren in zich moet hebben:

- Overzicht van het opgenomen vermogen:
 - Vaststellen van het verbruik
 - Metingen op meerdere plekken tegelijk doen
 - Energieconsumptieprofielen in kaart brengen
 - Piekstromen regelen
 - Contractoptimalisatie
 - Elimineren van contractoverschrijdingen
- Kwaliteit van het net bewaken:
 - Overzicht harmonische stromen
 - Spanningsdalingen en pieken
 - Nulstromen
- Beschikbaarheid van het elektrische vermogen
 - Energiemonitoring
 - Hulp bij storingen
 - Preventief onderhoud

5 Integrale aanpak

5.1 Inleiding

Energiemanagement doorloopt net als arbo-, milieu- en kwaliteitssystemen een cyclus van Plannen, uitvoeren, Controle en Bijsturen. Ook wel de Deming cirkel genoemd (Plan, Do, Check en Act). Controle en bijsturen zal vaker plaats moeten vinden.



Figuur 3: Deming-diagramenergiemanagement

a. Meten en registratie

In deze stap worden de essentiële meetgegevens verzameld. In een initiële energiebalans wordt op een moment het verbruik vastgelegd van alle verschillende afnemers in een proces. De grootte van de energiestroom in combinatie met te verwachten of te behalen energiebesparing bepaalt of het zinvol is om een bepaalde stroom te meten.

Bij het meten en registreren (monitoring) gaat het om verschillende soorten gegevens:

- gegevens van het proces of het gebruik van een gebouw
- gegevens van de opwekking van utilities
- gegevens van de omgeving

Gegevens van het proces worden meestal al gemeten. Het betreft gegevens zoals productie, grondstofgebruik, **uitval/afval**, etc. Werkelijk gemaakte draaiuren of bezettingsgraad van machines, koelwater, afvalwater e.d. worden al minder vaak gemeten, maar zijn veelal wel van invloed op het energieverbruik.

Voor de utilitaire gebouwen, zoals kantoren, spelen deze factoren niet echt mee. Hier heeft men niet te maken met grondstoffen en machines. Bij dit soort gebouwen zijn de werknemers het proces. Deze bepalen in grote mate het verbruik. Ook het aantal werkplekken speelt een rol in het energieverbruik.

Gegevens van de utilities worden veelal slechts gedeeltelijk gemeten. Voor aardgas- en elektriciteitsverbruik zijn er natuurlijk de **verbruikersmeters** op het inkoop-punt. Deze meters zijn tegen zeer geringe kosten van een pulscontact te voorzien waarmee het verbruik op afstand uitgelezen kan worden. Afhankelijk van de energiebalans kan vastgesteld worden tot in welk detail de verschillende verbruiken van gas, elektriciteit, stoom, of andere utilities gemeten moeten worden. Voor grote stoomketels is het bijvoorbeeld interessant om de verbruiken per ketel te meten tezamen met stoomproductie zodat het ketelrendement kan worden bepaald. Voor een klein kantoorgebouw kan men meestal volstaan met één gasmeter voor de verwarmingsketel en één elektriciteitsmeter voor alle elektrische verbruikers. Indien het kantoor echter groot is met aanzienlijke energieverbruiken voor verlichting, apparatuur en HVAC (heating ventilation and airconditioning), kan het interessant zijn om het verbruik in deze groepen te splitsen. Op die manier kunnen de vele mogelijkheden om op het verbruik van HVAC te besparen nauwkeurig gevolgd worden.

De hoofdverbruiken van aardgas en elektriciteit zullen vrijwel altijd online gemeten dienen te worden. Verder zullen van de grote energieomvormers veelal ook de verbruiken en rendementen gemeten worden. Grote energieomvormers zijn bijvoorbeeld gasturbines, stoom-, heetwater-, c.v. ketels, persluchtcompressoren en koelmachines. De vraag tot in welk detail de eindafnemers van utilities gemeten moeten worden hangt af van het aandeel in de energie(-kosten) en de besparingsmogelijkheden. Dit is in feite een **kosten/batenanalyse**. Soms kan volstaan worden met het aanbrengen van meetpunten waarmee tijdens de productie een momentane meting met een losse meter kan worden uitgevoerd. Soms kan het verbruik van een bepaalde groep ook geschat worden aan de hand van afgenomen vermogen (is altijd lager dan opgesteld vermogen) en de bedrijfstijd.

Onder gegevens van de omgeving valt bijvoorbeeld het buitenklimaat (temperatuur, luchtvochtigheid, zonlicht) en temperatuur van koelwater.

Een niet onbelangrijk onderdeel van een energiemonitoringsysteem is een goede dataopslag waarmee over meerdere jaren gegevens beschikbaar zijn. Hierbij moet gezocht worden naar een optimale meetfrequentie, de tijd tussen twee metingen, zodat er geen informatie verloren gaat maar het aantal meetgegevens ook beperkt blijft. Er wordt snel te veel bewaard waardoor de gegevens ontoegankelijk worden. Terwijl de meting vaak continu plaatsvindt, kan gedacht worden aan 5-, 10, 15-minuten gemiddeld.

5.2 Analyseren

De gegevens worden vaak in grote hoeveelheden ingelezen en in bestanden of datasheets weggeschreven.

Vervolgens moeten de gegevens geanalyseerd worden om tot bruikbare informatie omgezet te worden. Een eerste stap is om tot een beperking te komen. Zoals hierboven aangegeven kan vaak met gemiddelden gewerkt worden.

Vervolgens zal de energiebalans worden berekend. Daarna kunnen meestal eenvoudig de kengetallen worden bepaald. Van deze kengetallen kunnen de trends in grafieken worden weergegeven waardoor veranderingen in de tijd kunnen zichtbaar worden gemaakt. Het vastgestelde doel (target) kan worden aangegeven en de invloed van projecten en maatregelen worden zichtbaar gemaakt. Bijvoorbeeld de rendementsverbetering van het toepassen van daglichtafhankelijk verlichtingsregeling of het toepassen van bewegingsmelders voor de verlichtingsinstallatie.

Op deze manier worden energiestromen naar kostenstromen vertaald.

Daarnaast kan worden geëvalueerd of de piekafname niet kan worden verlaagd en of de contractvorm voor energieafname wel optimaal is.

5.3 Rapportage

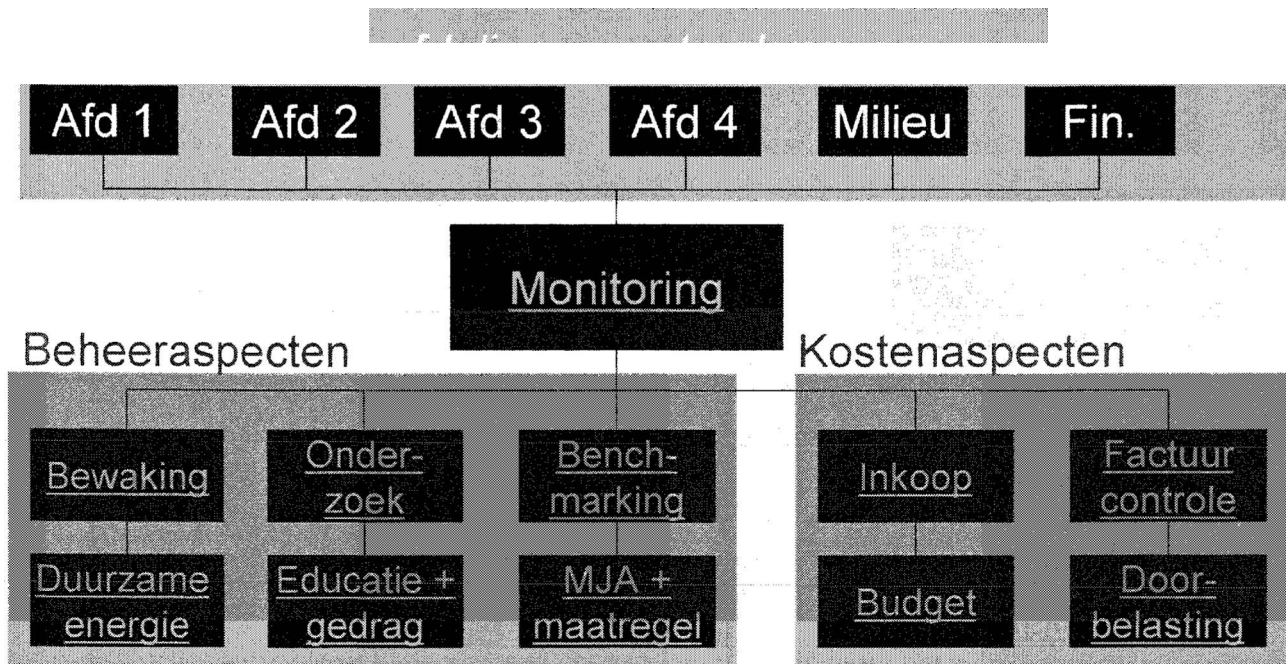
De resultaten van de analysestap zullen zo beknopt mogelijk moeten worden opgenomen in een rapportage (vaak in grafieken) aan het (operationele) management. Per bedrijf zal vastgesteld moeten worden wat de frequentie is van deze rapportage.

5.4 Bijsturen

Het operationele management kan aan de hand van de rapportage vaststellen wat de positie is ten opzichte van de targets. Hierop dient te worden bijgestuurd maar ook de haalbaarheid van een doelstelling (target) kan worden nagegaan. Dit gebeurt meestal in samenspraak met alle medewerkers en bijvoorbeeld GTI, die in dit geval op kan treden als energiecoördinator. Het is dus van groot belang dat alle medewerkers goed geïnformeerd worden over de implementatie en resultaten van de die zijn ontstaan uit de analyses.

Cruciaal is dat het bedieningspersoneel (of personeel die met energieverbruikende toestellen werkt) zeer gemotiveerd is (wordt) om open en actief mee te werken.

Wanneer niet open gecommuniceerd wordt over de resultaten en werkwijze, zal de uitvoering van energiemangement weinig opleveren.



Figuur 4: Structuur energiemangement

Het uitvoeren van verbeteringsstudies of projecten is ook onderdeel van het bijsturen. Door de rapporten goed te bestuderen kan een onderneming projecten opstellen om het energieverbruik te reduceren.

Als uit de rapporten blijkt dat er structureel teveel energie verloren gaat in een bedrijfskeuken kan men hier actie in ondernemen.

Ook is men in staat om de rapporten in combinatie met de energiebesparingsstudiestonen aan de buitenwereld.

In de toekomst krijgen de gebouwen namelijk ook een energielabel. Net als bij een energielabel op een auto kan men duidelijk zien hoe energiezuinig het gebouw is.

In het kader van de wet milieubeheer zal de gebouwbeheerder in de toekomst ook steeds meer aan het rijk moeten laten tonen dat ze alles gedaan hebben om het energieverbruik te doen reduceren.

Bij de grote industriële bedrijven is dit al steeds meer aan de orde. Daar wordt het dan Bench Marking genoemd.

5.5 Het vaststellen van besparingsdoelstellingen

Voor het opzetten van een energiemanagementsysteem zal een energiebalans moeten worden uitgewerkt.

Op basis van inzicht in de energiebalans van een bedrijf of proces kan de installateur in samenspraak met het management besparingsdoelstellingen of targets vast gaan stellen.

In de industrie zijn targets makkelijk te bepalen aan de hand van kengetallen zoals het specifieke verbruik van energiestromen, kWh per ton product, ton stoom per ton product, energiekosten per ton product of een (streef-) rendement.

Binnen een kantoor zijn er over het algemeen niet van dit soort procesgerelateerde kengetallen aanwezig. Meestal wordt hier een grootheid per m² als target aangehouden, zoals het aantal kWh per m².

Uit een energiebalans kan worden bepaald welke aspecten/kengetallen het belangrijkste zijn. Vervolgens moeten voor deze kengetallen targets worden vastgesteld. Voor het vaststellen van de juiste targets zal men een haalbaarheids berekening moeten uitvoeren.

6 Verskillende energiemonitoringproducten

6.1 Inleiding

Op de markt zijn tegenwoordig steeds meer gespecialiseerde bedrijven die verschillende soorten producten leveren op het gebied van energiemonitoring.

Ook ziet men steeds meer dat bedrijven niet alleen producten leveren maar ook diensten. Binnen de organisatie GTI is GTI Energy Solutions actief op het gebied van het aanbieden van diensten.

De organisatie SenterNovem heeft voor de klant onderzoek gedaan naar verschillende fabrikanten die **diensten en/of producten** op het gebied van energiemanagement **leveren**. SenterNovem maakt onderscheid in de volgende productcategorieën:

- Data-aquisitiesysteem:
Een systeem bestaande uit **software** of een combinatie van hard- en software waarmee energieverbruikgegevens worden verzameld die op een eenvoudige manier worden gerapporteerd aan de gebruiker.
- Data-acquisitiedienst:
Een dienst van een organisatie die in opdracht voor een andere organisatie energieverbruikgegevens verzamelt en rapporteert.
- energiemonitoringsysteem:
Een systeem bestaande uit software of een combinatie van hard- en software waarmee energieverbruikgegevens worden verzameld, bewerkt, geanalyseerd en gerapporteerd aan de gebruiker van het systeem.
- Energiemonitoringdienst:
Een dienst van een organisatie die in opdracht voor een andere organisatie energieverbruikgegevens verzamelt, bewerkt, analyseert en rapporteert.
- Internet-data-acquisitiedienst:
Een dienst van een organisatie die voor een andere organisatie gebruik maakt van het internet als **communicatiemedium** om een data-acquisitiedienst te verlenen.
- Internet-energiemonitoringdienst:
Een dienst van een organisatie die voor een andere organisatie gebruik maakt van internet als **communicatiemedium** om een energiemonitoringdienst te verlenen.

In de bijlage ziet u een overzicht van deze energiemonitoringproducten, afkomstig van SenterNovem. Om de keuze tussen de verschillende energiemonitoringproducten te vergemakkelijken heeft SenterNovem een overzicht gemaakt van leverbare systemen en diensten.

In deze scriptie is **onderzoek** gedaan naar drietal energiemonitoringsystemen. Er zijn drie energiemonitoringsystemen met elkaar te vergelijken waarvan de producenten uit totaal verschillende hoeken komen.

- Een gebouwbeheersysteem dat inspeelt op de vraag naar energiemangement;
Honeywell Enterprise Building Integrator™ met de aanvulling **Energy Manager**.
- Een producent van componenten voor bemetering en beveiliging met een
energiemonitoringsysteem in hun pakket;
Powerlogic van **Schneider Electric**.
- Een scadapakket afkomstig uit de industrie voor de toepassing van
energiemonitoring;
Datawatt

Deze drie producten worden wel dieper uitgewerkt als in het produktvergelijk van **SenterNovem**. Wel zijn de producten op dezelfde punten beoordeelt.

6.2 Honeywell Enterprise **Building** Integrator

6.2.1 Toepassingsgebied

De **Energy Manager** is een van de applicaties binnen het Honeywell Enterprise **Building** Integrator™.

De Honeywell Enterprise **Building** integrator™, ook wel EBI genoemd, is een gebouwbeheersysteem wat vooral veel wordt toegepast in de grotere gebouwen, zoals ziekenhuizen, vliegvelden etc.

Deze EBI is in staat alle verschillende gebouw gebonden installaties met elkaar te integreren, waaronder ook het gehele energievoorziening.

De **Energy Manager** is geënt op alle energieverbruikers binnen het gebouw, dus alle primaire energie die nodig is binnen een gebouw, zoals gas, water en elektra.

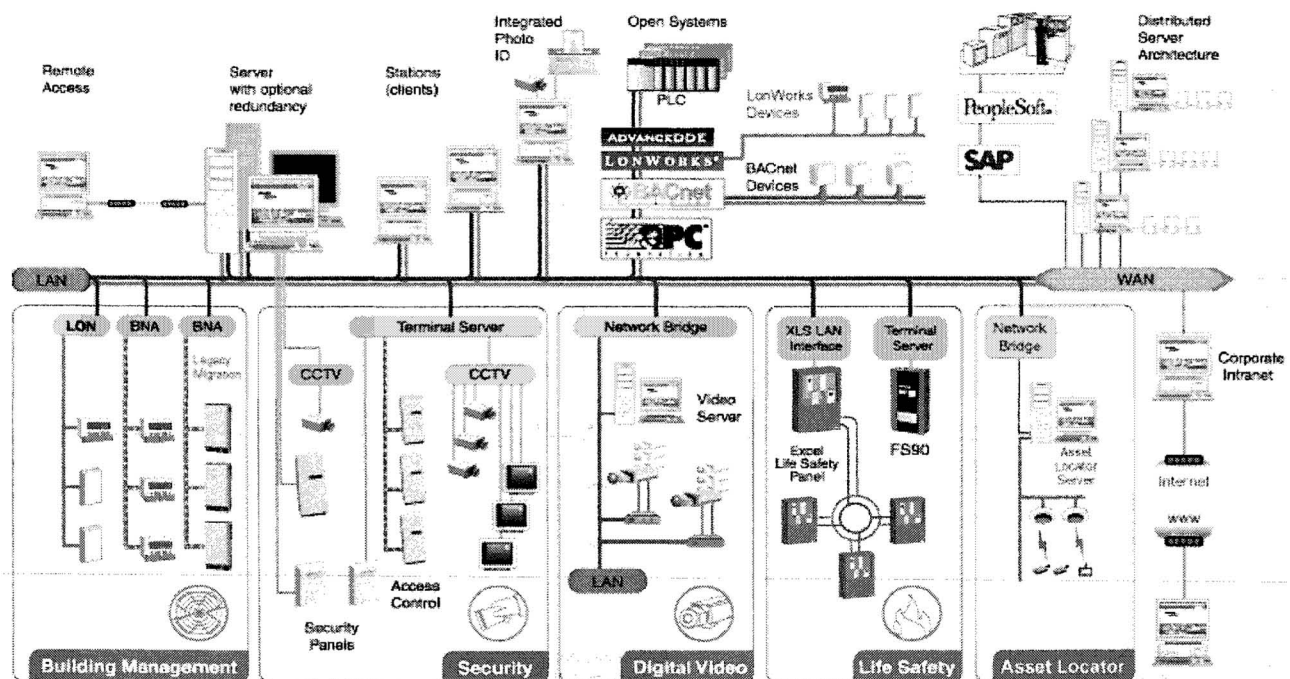
6.2.2 Ontwerpkenmerken

De Enterprise **Building** Integrator integreert eigenlijk alle gebouwgebonden installaties met elkaar. Waaronder ook het energiebeheer.

Voor de energiebeheer heeft Honeywell de EBI uitgebreid met de module "Energy Management". Dit is een uitbreiding op de bestaande software.

Deze module bestaat eigenlijk alleen maar uit een stukje software waarmee het bestaande systeem wordt uitgebreid.

Een heel groot nadeel van dit systeem is dat men wel reeds in het bezit moet zijn van de Honeywell EBI binnen de organisatie, anders zijn de kosten voor energiemonitoring wel heel erg hoog.



Figuur 5: Topologie Honeywell EBI

In figuur vijf ziet u de topologie van de Honeywell EBI. Hierin is duidelijk te zien dat men in staat is alle gebouwgebonden installatie te regelen en te sturen. Vroeger waren dit allemaal afzonderlijke systemen, maar door de komst van de EBI is men in staat om met één systeem het gehele gebouw te beheren. Honeywell maakt gebruik van alle standaard protocollen, zoals LON, BACnet ethernet, etc. Dit maakt het systeem vrij open.

Ook de koppeling naar subsystemen voor gebouwbeheer is mogelijk, ondermeer:

- Honeywell Excel 5000 regelaars;
- Honeywell Peer regelaars;
- Honeywell LCS620 PLC's;
- Modbus RTU PLC's;
- Allen Bradley PLC's;
- UMC 800 PLC's;
- Siemens S5/S7 PLC's;
- Hitachi PLC's;

Door deze openheid is Honeywell in staat veel type energiemeters uit te lezen die gebruik maken van deze standaard protocollen. Hierdoor is de gebruiker vrij in de keuze van de energiemeters, of kunnen zelfs de bestaande energiemeters gebruikt worden.

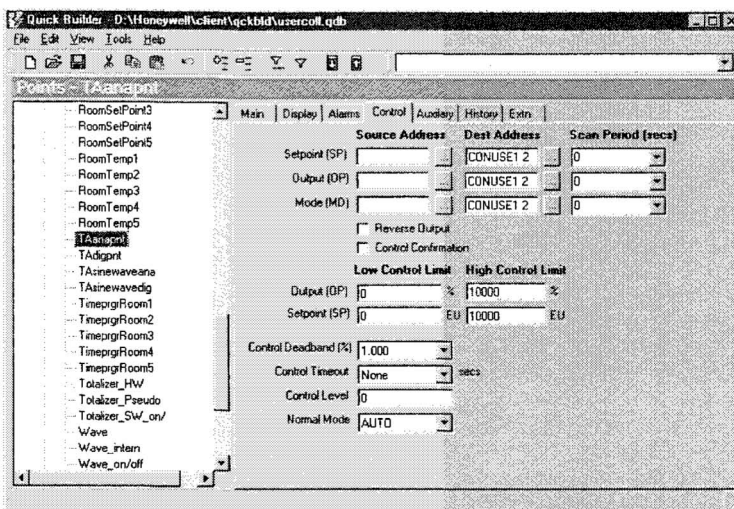
6.2.3 Voorbereiding gebruik

Indien men niet over een EBI gebouwbeheersysteem beschikt wordt het een vrij dure bezigheid om het energiemanagementsysteem van Honeywell te integreren in een gebouw.

Zoals we bij de ontwerpkenmerken al hebben kunnen zien is Honeywell in staat veel type energiemeters uit te lezen. Hiervoor is het noodzakelijk bij de bestaande meters te inventariseren of ze beschikken over de uitleesmogelijkheid op afstand.

6.2.4 Invoeren van gegevens

De Honeywell Building Manager wordt geleverd met de applicatie Quick Builder, een uiterst flexibel en krachtig ontwerpgereedschap dat de gebruiker helpt bij het doorvoeren van alle functies in het systeem. Quick Builder is gebaseerd op een relationele database en het biedt zowel nieuwe als ervaren gebruikers de mogelijkheid configuraties te maken voor datapunten, beheerders, werkstations, en printers voor het systeem.



Figuur 6: Display quickbuilder

De gebruiker kan toevoegingen of wijzigingen aanbrengen terwijl het systeem online is. Ook kan men off-line veranderingen aanbrengen en die uploaden in de Honeywell Building Manager, zelfs van locaties op afstand.

6.2.5 Analyse, toetsen en bewaken

De Honeywell Energy Manager is een vrij uitgebreid systeem.

Het programma heeft geavanceerde tools voor het opmaken van zeer complete analyses. De gebruiker is in staat de analyses volledig aan te passen naar zijn unieke behoefte.

Gebruikerpatronen voor de lange termijn kunnen worden geanalyseerd om er zeker van te zijn dat het gebouw in optimale conditie blijft.

De historische opslag kan men zo groot maken als men wil. Men is in staat de verzamelintervat in te stellen van 1 seconde tot 24 uur.

Ook registreert het systeem alle informatie over alarmen, gebeurtenissen en gebruikershandelingen.

Eenmaal verzameld, zijn de historische gegevens beschikbaar voor een scala aan rapportages en toepassingen, zoals:

- Het registreren en vergelijken van de prestaties van de regelapparatuur in relatie tot de seizoenen;
- Het genereren van op maat gemaakte grafieken met gegevens over de huidige of historische prestaties;
- Het leveren van rapportage over energieverbruik;
- Het ontwikkelen van spreadsheets over bedrijfskosten;
- Het integreren van historische gegevens in financiële planning van zakelijke systemen, lokaal of op het netwerk van de onderneming.

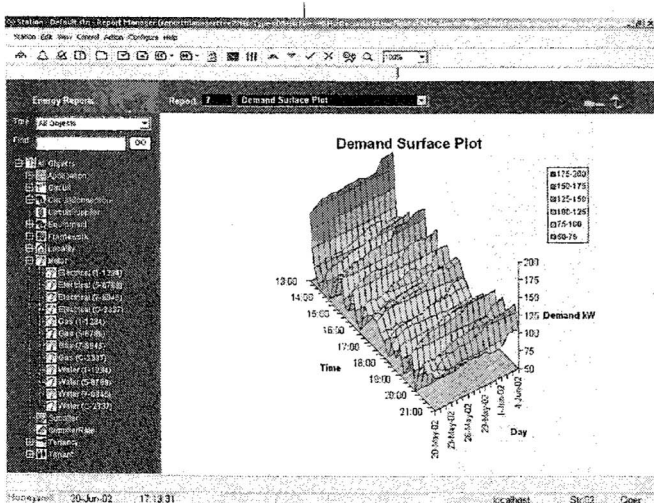
6.2.6 Rapportage

De Honeywell Building Manager biedt uitgebreide mogelijkheden voor het samenstellen van rapporten.

De standaard rapportage bevat:

- Alarm- en gebeurtenisfilter;
- Gebruikershandelingen;
- Historie van een bepaald punt;
- Tijdsduur van een alarmsituatie;
- Puntstatussen (bijvoorbeeld handbediend, uitbedrijf, etc.)

Rapporten kunnen door de gebruiker worden opgevraagd of automatisch worden gegenereerd. Een rapport kan op de printer of op het scherm worden gepresenteerd. Om geavanceerde nabewerking of export naar andere systemen gemakkelijk te maken, kan elk rapport zo worden geconfigureerd dat, zodra het gereed is een andere toepassing geactiveerd wordt.



Geavanceerde grafieken en intuïtieve navigatie bieden krachtige analyse- en rapportage-instrumenten.

Figuur 7: Rapport vanuit de EBI

De mogelijkheden om het systeem met andere toepassingen te verbinden, maken het eenvoudig om gegevens van het gebouw in een rapport te combineren met informatie uit andere delen van de organisatie. Via de Open Database Connectivity (ODBC) heeft u toegang tot de database van de Honeywell Building manager, waar de Energy Manager is

in ondergebracht. Hiermee wordt het mogelijk specifieke rapporten samen te stellen met toepassingen zoals Microsoft Access of Crystal Reports met gebruik van SQL (Standard Query Language).

De gebruiker kan Microsoft Excel gebruiken in samenhang met de actuele gegevenskoppeling naar een of meerdere Honeywell Building Manager systemen. Hiermee wordt de spreadsheettoepassing een krachtig instrument waarmee gegevens kunnen worden geanalyseerd en gerapporteerd.

6.2.7 Opmerkingen

Zeer krachtig systeem maar vooral gericht op de grotere gebouwen. De EBI is zelfs in staat om de installatie te corrigeren op basis van weersvoorspellingen, waardoor men in kan spelen op grote weersveranderingen.

6.3 POWERLOGIC®

Schneider Electric heeft in hun assortiment ook een energiemanagementsysteem opgenomen, De Powerlogic.

Dit systeem richt zich alleen op de elektrische energie.

Hier in Nederland wordt dit systeem nog niet veel toegepast bij utilitaire gebouwen. Over het algemeen is dit systeem alleen in de industrie (tot nu toe) te vinden.

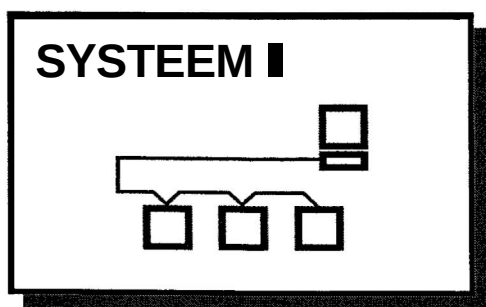
In Amerika is de verschuiving van de industrie naar de utiliteit al veel meer op gang. De grote reden hiervan is het vrijkomen van energiemarkt.

6.3.1 Toepassingsgebied

Het powerlogic systeem van Schneider Electric wordt over het algemeen veel toegepast in de industriële sector. Wel probeert Scheider dit systeem steeds meer op de andere sectoren in te zetten.

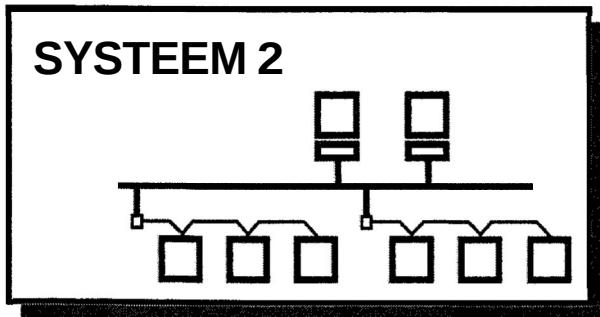
Om een energiemanagementsysteem op te zetten is het verstandig om klein te beginnen. Begin met het meten op de meest strategische punten. Over het algemeen zijn de hoofdverdeelinrichting van een nieuwbouwproject at voorzien van digitale meters. Helaas wordt er vaak bezuinigd op deze meters waardoor het in een later stadium niet mogelijk is deze energiemeters uit te lezen op een energiemanagementsysteem. Daarom is het raadzaam om bij eerste aanleg al te kiezen voor een meter die beschikt over een uitlezing door middel van een gestandaardiseerd protocol zoals het MODbus.

Nog een bijkomend voordeel van meters die uit te lezen zijn door een standaard communicatieprotocol is dat men niet gebonden is aan een bepaald merk. In een later stadium, als het bedrijf wil overgaan op een energiemanagentsysteem is men vrij om de leverancier van het softwarepakket te kiezen.



In dit eerste stadium kan het totale verbruik al nauwkeurig gemeten worden. Hierdoor kunnen al hele globale consumptieprofielen opgezet worden.

In een later stadium kan het systeem uitgebreid worden met meerdere meters. Uit de voorgaande energieprofielen kan bijvoorbeeld blijken dat er zeer onregelmatige vermogenspatronen zichtbaar zijn. In dit geval kan men er voor kiezen de metingen nauwkeuriger te maken door het plaatsen van extra meters.



6.3.2 Ontwerpkenmerken

Schneider Electric is producent van meetinstrumenten. Aan de hand van de eisen van de gebruiker kan men een keuze maken voor de verschillende type meters. Om aan alle wensen te kunnen voldoen heeft Schneider alle type meters in hun assortiment zitten. Een belangrijk gegeven is dat de meters op afstand uitleesbaar zijn.

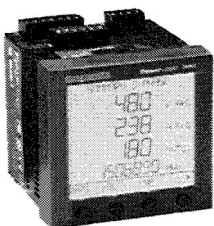
Hieronder ziet u een opsomming van de meetinstrumenten die vaak in combinatie met een energiemanagementsysteem gebruikt worden.



PM500:

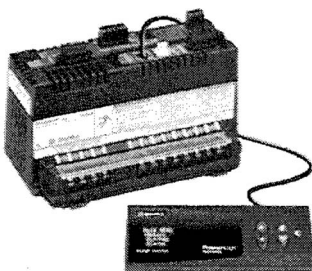
De PM500 heeft alle meetmogelijkheden die nodig zijn om een elektrische installatie te monitoren.

Veelal wordt er nu in de verdeelkasten zijn goedkopere broertje geplaatst, de PM300. Deze PM300 heeft echter niet de beschikking over een MODbus communicatiepoort. Daarom is het bij eerste aanleg raadzaam om toch de PM500 te plaatsen zodat men altijd de mogelijkheid heeft om de meters uit te lezen.



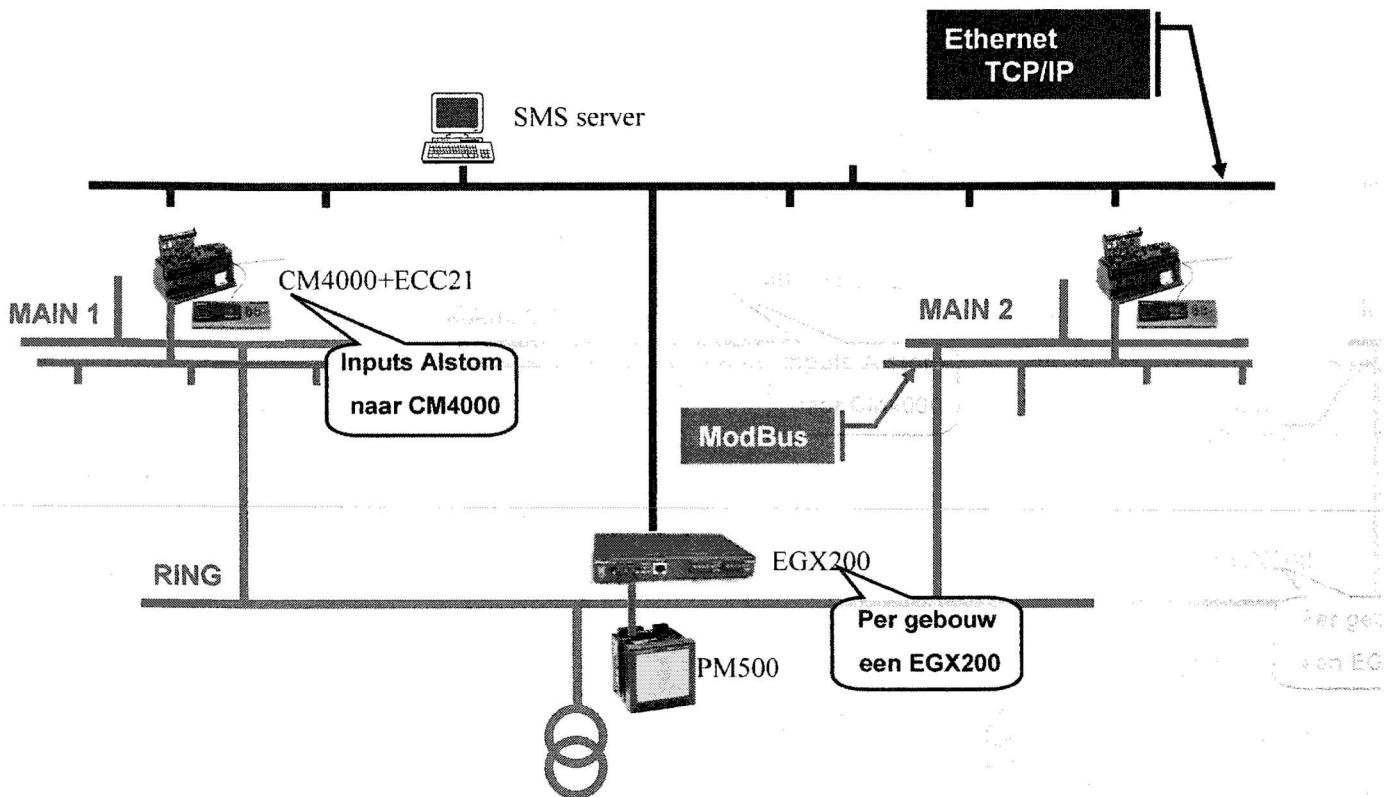
PM800:

De PM800 is een uitgebreidere versie van de PM500. Deze meter is met name uitgebreid met het separaat meten van de hogere harmonische verstoring. Waar de PM500 een totaal percentage aangeeft van de verstoring is de PM800 in staat om te analyseren waar in welk deel van de harmonische deze verstoring optreedt.



CM3000:

De CM3000 is een zeer geavanceerde meter die veel in hoofdnetten gebruikt wordt. Met deze meter kan de energiekwaliteit gemeten worden met detectie van spanningsverstoringen.



Figuur 8: Topologie Power Logic

In figuur acht is de topologie weergegeven van het energiemanagementsysteem van Schneider Electric

Het Powerlogic systeem maakt over het algemeen gebruik van twee type communicatieprotocollen.

De groene lijn geeft de communicatie aan van de meters tot aan de webserver. Deze communicatie gebeurt door middel van het **MODbus-protocol**.

Na deze webserver zal men verder gaan op het TCP-IP protocol, ook wel bekend als het ethernet.

Alleen bij complexe installaties zal de informatie van de meters verzameld worden op een webserver.

Het voordeel van het toepassen van webserver is dat iedereen die het IP-adres in zijn bezit heeft de meterstanden uit kan lezen. Hierdoor is het mogelijk om meerdere personen op afstand naar deze energiemeters te laten kijken.

6.3.3 Voorbereiding gebruik

Het Powerlogic systeem is makkelijk te integreren in een bestaand systeem. Bestaande meter kunnen uitgewisseld worden voor een meter van Schneider electric. Ook is het mogelijk de bestaande meters aan te sluiten op de server, echter moeten deze wel over het **MODbus** protocol beschikken.

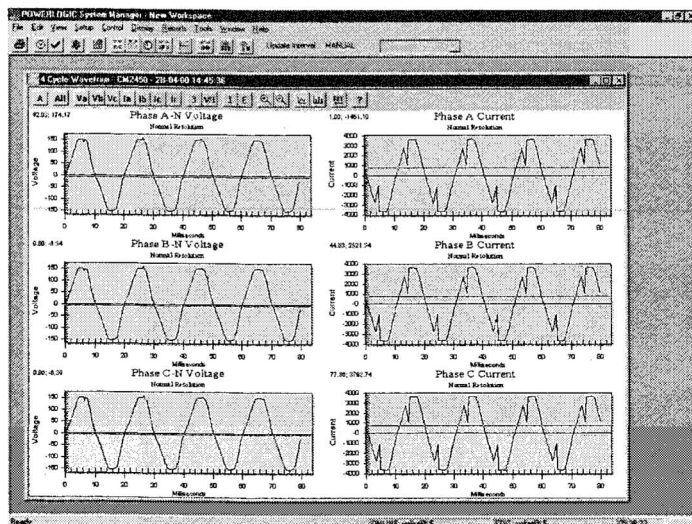
6.3.4 invoeren en verwerken van gegevens

De System Manager Software is het softwarepakket wat Schneider heeft ontwikkeld voor het visualiseren van alle verkregen informatie.

Binnen de SMS is de gebruiker in staat om zijn eigen tabellen te creëren voor de weergave van de meetwaarde.

Ook kan men dit automatiseren, de SMS kan ook periodiek de gegevens naar de betreffende personen mailen.

Tijdens een alarm zal de beheerder van dit systeem ook via een SMS of email op de hoogte worden gebracht.



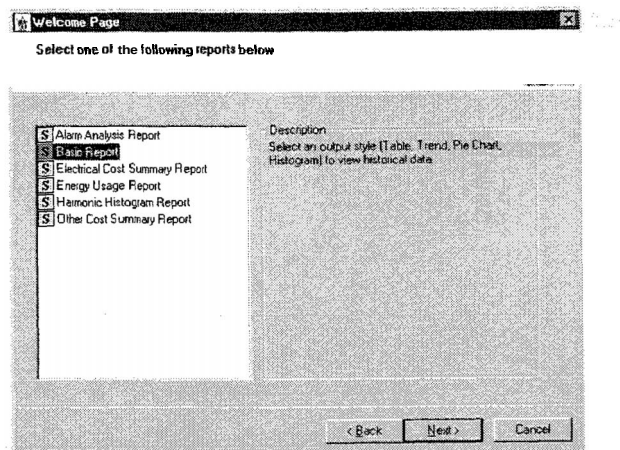
Figuur 9: Visualisatie Power Logic

6.3.5 Analyse, toetsen en bewaken

Powerlogic is in staat bepaalde metingen met elkaar te vergelijken om tot een conclusie te komen.

6.3.6 Rapportage

Het systeem kent standaard en vrij te definiëren vormen van rapportage van de gegevens. Rapportage vindt plaats via het beeldscherm, printer, fax, e-mails of internet.



Figuur 10: Rapportage Power Logic

6.3.7 Opmerkingen

De Powerlogic richt zich alleen op de elektrische energie. Dit kan een beperking zijn als binnen de organisatie de **complete** energiehuishouding gemeten dient te worden.

6.4 Datawatt

Sinds 1977 levert **Datawatt** producten en systemen voor telemetrie, data-acquisitie, Scada, Automatisering en managementinformatie. Deze producten worden door **Datawatt** het meeste toegepast in de gas- en energievoorziening, productie en behandeling van water, polderpeilbeheer en voor diverse industriële en infrastructurele toepassingen. **Datawatt** maakt voor hun energiemonitoring gebruiken van scadasystemen. Door het samenwerkingsverband met Faget is **Datawatt** in staat een compleetpakket aan te bieden inclusief bemetering.

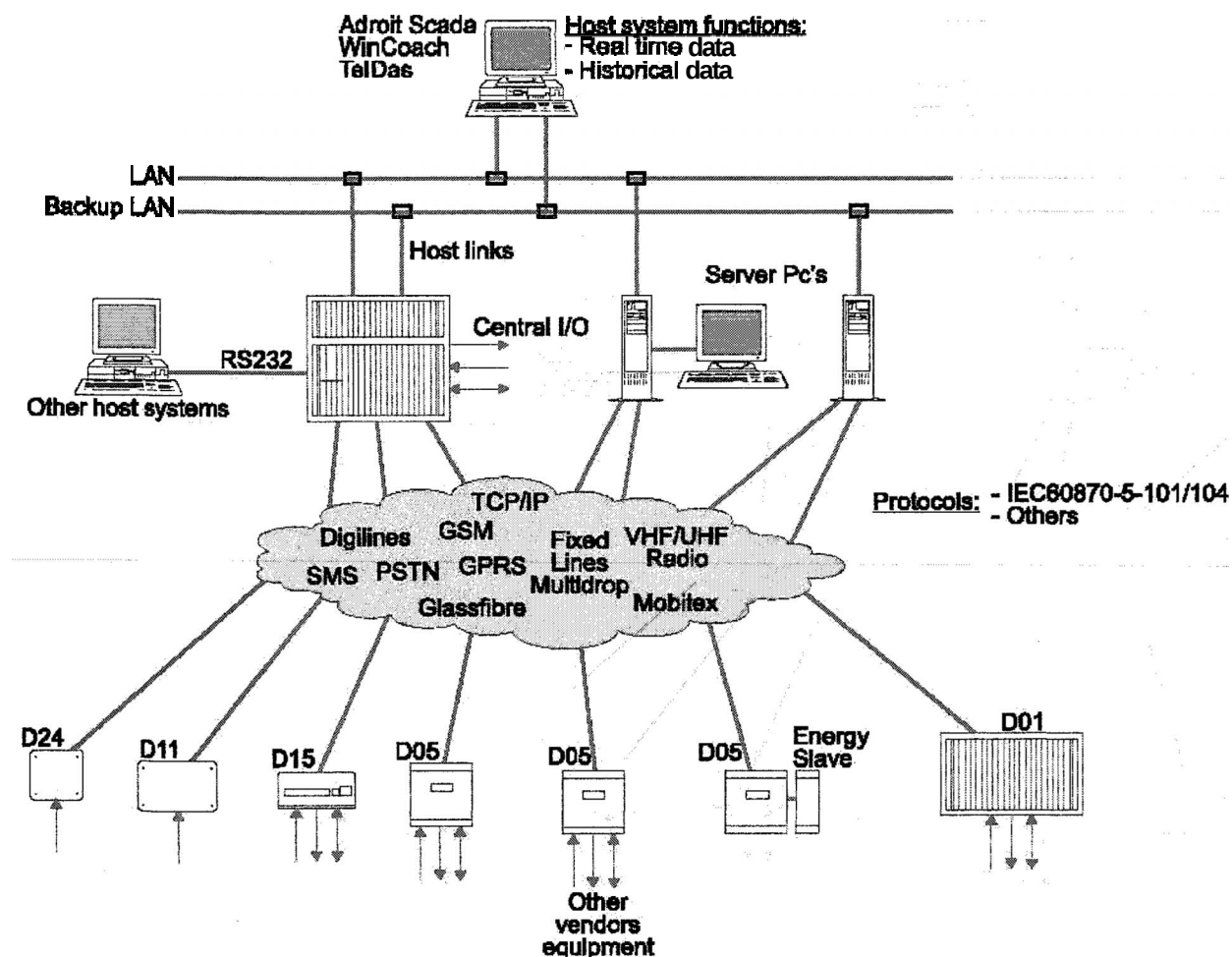
6.4.1 Toepassingsgebied

Omdat **Datawatt** van meerdere scada-pakketten gebruik maakt kan **Datawatt** systemen aanbieden voor zowel data-acquisitie als energiemonitoring. De twee belangrijkste scadapakketten die **Datawatt** gebruikt zijn **Teldas** en **Adroid**. Het grote voordeel van een scadapakket is dat het op een vrij makkelijke manier aan te passen is aan de eventuele eisen van de gebruiker. De gebruiker kan zelf bepalen hoe de monitoring visueel gepresenteerd wordt op het scherm.

6.4.2 Ontwerpkenmerken

Door het toepassen van scadapakketten en standaard protocollen produceert **Datawatt** een volledig open systeem. Een groot voordeel hiervan is dat men niet gebonden is aan een leverancier.

Teldas is een eenvoudig scadapakket dat goed toe te passen is in kleinere ondernemingen.



Figuur 11: Topologie Datawatt

Doormiddel van de dataloggers (onderstation) zoals weergegeven onderin in figuur 11 - wordt de betreffende data gedurende een bepaald tijdvak opgeslagen. Deze dataloggers zijn door middel van een web-browser te benaderen. Een krachtige processor met realtime operating systeem vormt het hart van de datalogger. Om de openheid van het systeem te behouden heeft Datawatt gebruik gemaakt van het gestandaardiseerde IEC60870-5-101/104 protocol.

Een aantal parameters van de dataloggers kan men zelf instellen om meetgegevens in het registratiegeheugen op te slaan. Men kan een aantal groepen definiëren die op basis van tijdstip op de interval de meetgegevens registreren. Op deze manier kan een registratie per dag, per uur en per vijf minuten naast elkaar in het geheugen worden opgenomen. Bij iedere registratie wordt de datum en de tijd nauwkeurig vastgelegd.

Ten behoeve van de seriële communicatie met de energiemeters is de datalogger in staat vrij veel standaard protocollen in te lezen. Dit heeft als voordeel dat bestaande meters (die op afstand uitleesbaar zijn) gewoon kunnen worden aangesloten op de dataloggers.

6.4.3 Voorbereiding gebruik

Datawatt beschikt over standaard programma's voor de energiemonitoring. Maar het scadapakket maakt het mogelijk af te wijken van deze standaarden. Alleen heeft dit wel gevolgen op de voorbereidingstijd. Zodra de klant extra eisen heeft dient het standaard scadaprogramma afgestemd te worden op de wensen van de klant.

Voor de rest geldt voor dit systeem hetzelfde als de voorgaande systemen. Men kan gebruik maken van de bestaande energiemeters indien deze beschikken over de communicatiemogelijkheden via het MODbus protocol. Datawatt beschikt over een scala energiemeters die de bestaande meters kunnen vervangen.

6.4.4 Invoer en verwerking van gegevens

Datawatt maakt gebruik van meerdere scada pakketten:

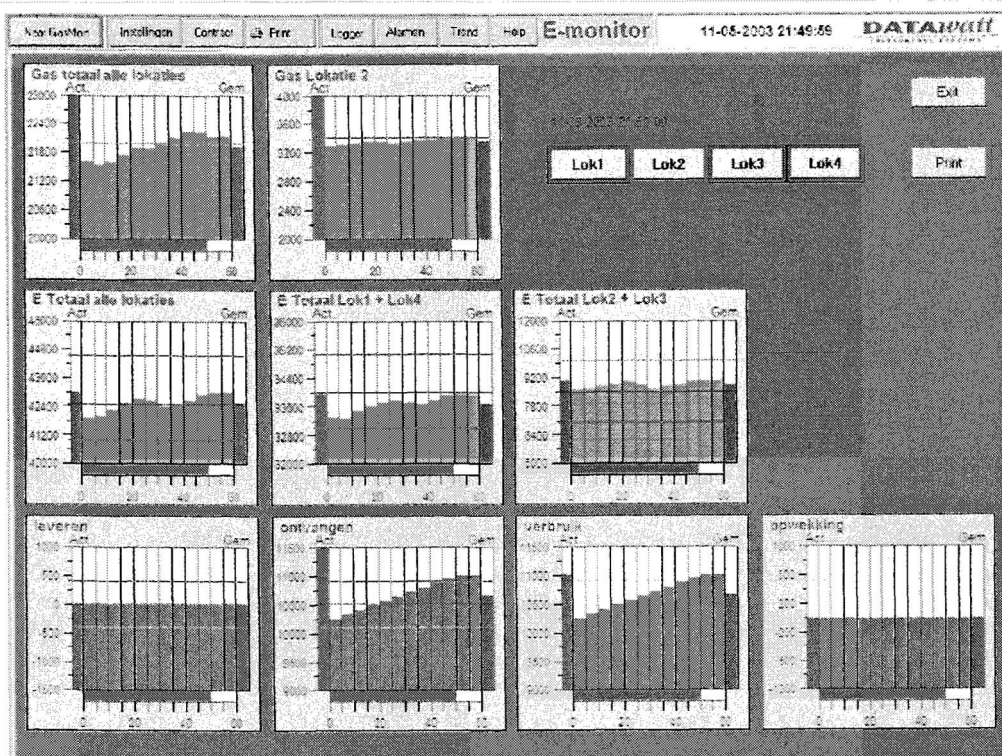
- **WinCoach** is bedoeld om grote telemetriesystemen efficiënt en betrouwbaar met het Windows platform te laten communiceren en om zowel systeem als data management te kunnen uitvoeren. WinCoach bestaat uit een aantal programma's. Zij kunnen zowel onafhankelijk als in combinatie worden gebruikt en bieden een ideale interface voor applicaties van derden. WinCoach software kan worden ingezet voor grote tot zeer grote systemen met tienduizenden I/O signalen. Als centraal systeem wordt het gebruik van minimaal één Windows NT Server geadviseerd.
- **TelDas** wordt centraal gebruikt voor telemetrie en data-acquisitie taken. Het is bovendien de logische opvolger van VDUI en is geheel opnieuw ontwikkeld voor gebruik op het Windows platform. Het programma wordt ingezet als centrale applicatie van het VEI5 telemetrienetwerk. Het programma kan zowel direct als via een VEI5 Front End met de OS-serie onderstations communiceren en is geoptimaliseerd voor telemetriestations die via kieslijnen of GSM met het centrale systeem communiceren. TelDas is bestemd voor de kleinere en middelgrote systemen.
- **Adroit Scada** is een volwassen product dat vanaf zijn ontstaan voor Windows NT is ontworpen en daarom bij uitstek geschikt voor kritische automatiseringsprocessen en telecontrole toepassingen op het gebied van energie- en waterdistributie, oppervlakte- en afvalwater toepassingen en energiemangement. Het pakket is uitstekend geschikt om zowel kleine systemen als systemen met tienduizenden I/O punten te realiseren en betrouwbare hot standby configuraties te leveren.

6.4.5 Analyse toetsen en bewaken

Data kan worden opgeslagen in grote of kleine databases waarbij bijvoorbeeld gebruik kan worden gemaakt van **Oracle**. Analyses kunnen gemaakt worden met behulp van Windows Excel en **Acces** programma's, **Wincoach** software van **Datawatt** of **scada** software van **Adriod**. In alle gevallen kan de software uitstekend omgaan met data die met datum- en tijdstempel wordt aangevoerd.

6.4.6 Rapportage

De rapportages kunnen op verschillende manieren weergegeven worden. De klant heeft zelf heel veel invloed op de lay-out van de visualisatie. De software die **Datawatt** toepast zeer flexibel zodat men zeer goed kan inspelen op de individuele eisen van de klanten.



Figuur 12: Voorbeeld rapportage Power Logic

7 Toepasbaarheid binnen de utiliteit

In de voorgaande hoofdstukken staat veel omschreven over de implementie van EM systemen in een onderneming en verschillende EM systemen, maar is het nu werkelijk toepasbaar in de utiliteit?

Bij veel componenten die gebruikt worden voor de gebouwautomatisering zijn de roots terug te vinden in de industrie. De industrie is wat dat betreft veel verder met automatisering dan de utiliteitssector.

Dit geldt ook voor de monitoringsystemen. De meeste systemen zijn ontwikkeld voor de industrie en wil men nu ook steeds meer toepassen in kantoren etc.

Maar de vraag is of de functionaliteit waar de meeste EM systemen over beschikken ook toepasbaar is in de utiliteit.

Omdat deze monitoringsystemen afkomstig zijn uit de industrie is als eerste de industrie eens goed vergeleken met de utiliteit. Tijdens dit vergelijk wordt al snel duidelijk dat veel functionaliteit gebaseerd is op de industrie.

Maar omdat de kantoorpanden ook in omvang groeien en steeds complexer worden is het ook noodzakelijk om onderscheid te maken in de grote en kleine utilitaire projecten.

7.1 Industrie versus Utiliteit

Er zijn veel systeemeisen te bedenken waarom men een energiemonitoringsysteem wil laten installeren. Voor de meest gebruikte systeemeisen zullen we een vergelijk maken tussen de industrie en de utiliteit:

- Peakshaving
 - o Piekstromen regelen (peak-shaving)
 - o Elimineren van contractoverschrijdingen
 - o Contractoptimalisatie
- Data-acquisitie
 - o Overzicht van het opgenomen vermogen.
 - o Besparingsdoelstellingen realiseren
 - o Beschikbaarheid van het elektrische vermogen bepalen
- Kwaliteit van het net bewaken ten behoeve van:
 - o Hulp bij storingen
 - o Preventief onderhoud
- Beheersing van administratieve data

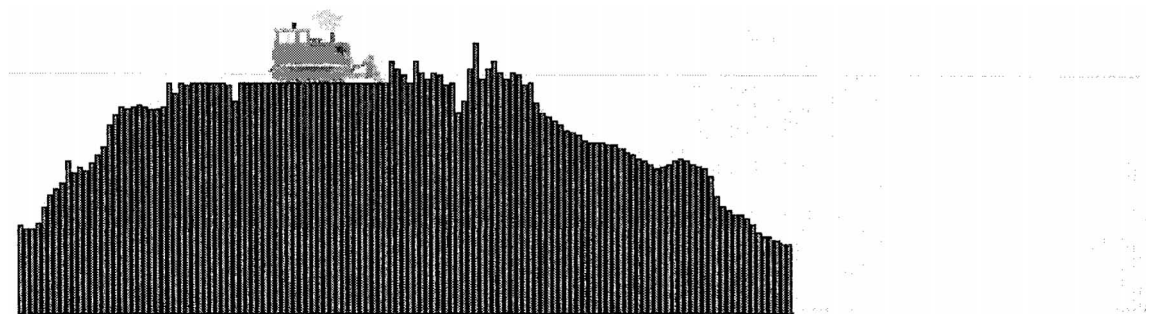
■ Peak shaving

Elk type onderneming heeft zijn eigen energiebehoefte.

In de industriële sector worden vaak machines of motoren toegepast met een groot elektrisch vermogen.

Energiecontracten en prijzen gaan dikwijls gepaard met beperkende voetwaarden of boeteclausules die een belangrijke invloed kunnen hebben op de uiteindelijke prijs. Hierbij gaat het dikwijls om piekverbruik, verbruiken per periode en minimale en maximale afnames of leveringen.

Indien men dit vermogen overschrijdt krijgt de ondernemer een boete van het energiebedrijf voor het vermogen wat hij teveel heeft afgenomen.

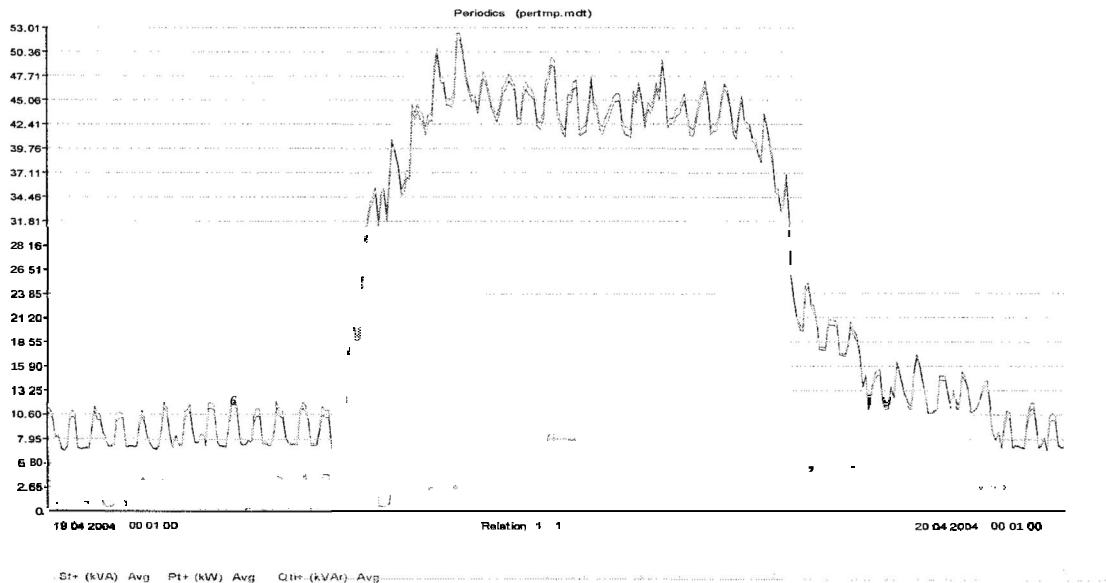


Figuur 13: Principe Peak Shaving

Door het toepassen van peak-shaving worden de processen zo op elkaar afgestemd dat ze niet allemaal tegelijk hun elektrische energie nodig hebben, de grote vermogenspieken worden geëlimineerd. Door het elimineren van de energiepieken voorkomt men boetes van het energiebedrijf en is de mogelijkheid ook aanwezig dat men de maandelijkse vaste kosten kunt reduceren door het maken van nieuwe lagere contractafspraken.

Maar kunnen we dit ook toepassen in een kantoorpand?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden hebben we een meting verricht bij een kantoorpand.



Figuur 14: Vermogenoverzicht kantoorpand

Een kantoorpand heeft zeer veel verbruikers die een constant gedrag vertonen, zoals bijvoorbeeld verlichting die de hele dag brandt of computers die continu aan staan. Als een kantoor met de aanvraag komt om een energiemanagementsysteem te installeren voor peakshaving (eliminieren van de grote stroompieken in de installatie) kan men dus op voorhand vertellen dat dit weinig nut heeft.

Uit het bovenstaande overzicht blijkt dat er kleine pieken zichtbaar zijn met een fluctuatie van ongeveer 8kVA. Ook blijkt uit de meting die GTI verricht heeft dat dit een dagelijks terugkerend patroon is bij deze onderneming.

De conclusie dat peak-shaving niet toepasbaar is in een kantoorpand is gebaseerd op de metingen die verricht zijn door GTI bij één kantoorpand.

Er kunnen zich situaties voordoen waarbij peak-shaving wel toepasbaar is binnen de utiliteit.

De situatie kan zich bijvoorbeeld voordoen dat een bedrijf wil uitbreiden maar dat het vermogen voor de uitbreiding niet volledig aanwezig is. In zo'n geval kan men ervoor kiezen om de installaties die niet direct nodig zijn uit te schakelen bij een bepaald energieniveau.

Men dient dus altijd rekening te houden met de wensen, energiebehoefte en hoe de onderneming deze energie gebruikt. Omdat niet elke onderneming dezelfde processen heeft kan het voor sommige ondernemingen wel rendabel zijn.

7.1.2 Data-acquisitie

Data-Acquisitie is zowel in de industrie als de utiliteit nuttig, tenslotte luidt het spreekwoord: "meten is weten".

Overzicht van het opgenomen vermogen:

Uit het onderzoek van SenterNovem blijkt dat veel bedrijven die niet met een geautomatiseerd energiemanagementsysteem werken, wel aan energieregistratie doen, maar dan met een eigen spreadsheet of handmatig. Helaas is in dit onderzoek niet vermeld wat de grootte is van deze organisaties.

Het is natuurlijk wel zo dat een overzicht van het opgenomen vermogen de gebruiker inzicht in de elektrotechnische installatie geeft. Vooral in de industrie waar veel energie verbruikt wordt voor alle processen is dit noodzakelijk kwaad. Doordat de processen in een plant continu op elkaar afgestemd worden is het erg zinvol om te controleren of deze wijzigingen hebben bijgedragen in de reductie van de energiekosten.

Zoals men in figuur 14 heeft kunnen zien is de vermogensafname in ons bemeterde kantoorpand vrij constant. Het uitdraaien van rapporten zal dus vaak dezelfde informatie opleveren. In zo'n situatie levert het installeren van een geautomatiseerd energiemanagementsysteem niet veel voordelen op.

Indien men in een kantoorpand toch een overzicht wil hebben van het opgenomen vermogen kan dit ook doormiddel van een tijdelijke energiemetering, hierdoor bespaart men de kosten van een volledig geautomatiseerd energiemanagementsysteem en heeft de gebruiker toch de inzicht hoeveel energie er verbruikt wordt in zijn organisatie. Natuurlijk blijft zo'n tijdelijke meting wel een momentopname, maar als men gedurende een week een terugkerend patroon ziet kan men er van uitgaan dat de meting betrouwbaar genoeg is om een energieconsumptieprofiel uit op te maken.

Wel dient men onderscheid te maken in de grote en de kleinere kantoorgebouwen. In de grote gebouwen zoals vliegvelden of een grote campus wordt veel meer energie geconsumeerd dan de kleinere gebouwen.

De Wet milieubeheer (Wm) verplicht bedrijven en organisaties met een energiegebruik hoger dan 25.000 m³ gas en/of meer dan 50.000 kWh elektriciteit, alle mogelijke energiebesparingen te treffen met een terugverdientijd van vijf jaar. Om dit aantoonbaar te kan een geautomatiseerd energiemanagementsysteem heel nuttig zijn.

Besparingsdoelstellingen realiseren:

Als het om besparen gaat staan wij als Nederlanders vaak vooraan. Maar is besparen door middel van een energiemanagementsysteem mogelijk?

Met een energiemanagementsysteem kan men energieprofielen opmaken. Deze profielen of rapporten kunnen u informatie geven over het verbruik op bepaalde tijdstippen. Hieruit kan bijvoorbeeld naar voren komen dat er in de nachtelijk uren een te hoog energieverbruik is. Vanuit dit rapport kan men dus gaan sturen en daarmee een besparing realiseren.

Maar omdat er in een normaal kantoorpand weinig grote verbruikers aanwezig zijn zal men uit de rapporten weinig informatie kunnen halen die echt leiden tot een besparing. Het

investeren in een energiemanagementsysteem op basis van het besparen van energie is dus niet rendabel voor een kantoorpand. Het is wel een leuk hulpmiddel om te kijken of de uitgevoerde besparingsdoelstellingen het gewenste effect hebben gehad.

Als men wil besparen in een kantoor kan men beter een energieprestatieadvies voor de bestaande utiliteit (EPA-U) laten uitvoeren.

EPA-U is een integraal advies over verbetering van de energetische kwaliteit van een bestaand utiliteitsgebouw. Deze adviezen hebben betrekking op bouwkundige en installatietechnische maatregelen, op organisatorische en gedragsmaatregelen. Het EPA-U geeft niet alleen een overzicht van concrete maatregel, maar ook van terugverdiendtijd en subsidies.

Beschikbaarheid van het elektrische vermogen:

Een overzicht van het beschikbare vermogen kan handig zijn tijdens een uitbreiding van de elektrotechnische installatie.

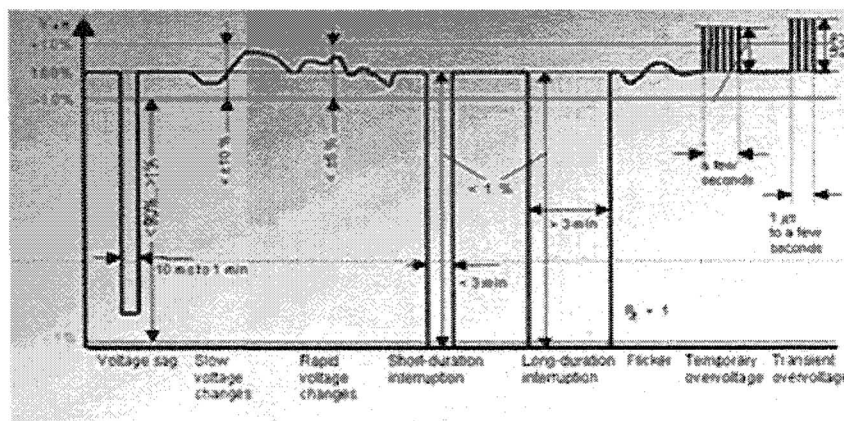
Maar omdat dit geen dagelijkse bezigheid is kan men dit beter doen door middel van een tijdelijke meting in plaats van door een geautomatiseerd energiemanagementsysteem.

7.2 Kwaliteit van het net bewaken

In een industriële omgeving met kritische elektrische installaties kan een elektrische verstoring leiden tot grote onverwachte financiële kosten of zelfs gevaarlijke situaties. Een groeiend probleem is de steeds modernere apparatuur die gebruikt wordt in deze omgeving zijn steeds gevoeliger voor spanningsdalingen, spanningspieken, momentele spanningsonderbrekingen, etc.

Daardoor worden er afspraken gemaakt met het energiebedrijf binnen welke marges de energie aangeleverd moet worden. Want in sommige gevallen kan een spanningsdip of spanningsuitval een compleet industrieel proces ontregeling, wat enorme financiële schade **kan** opleveren voor de gebruiker.

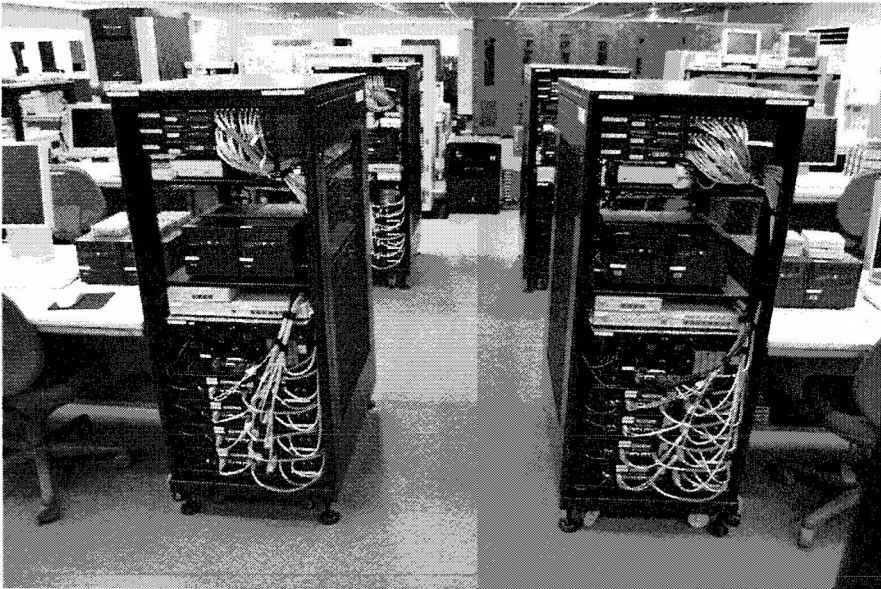
In dit geval wordt het energiemonitoringsysteem gebruikt om de oorzaak op te zoeken van de afwijking in het energienet. Als hieruit blijkt dat de fout bij het energiebedrijf ligt kan de gebruiker een schadeclaim indienen voor de geleden schade.



Figuur 15: Netkwaliteit

In de utiliteit komen dit soort contractafspraken zelden voor. In een kantoorpand zorgt een stroomstoring voor ongemak maar zal er niet toe leiden dat een productiestraat defect raakt.

Er zijn in een kantoorpand wel installaties te bedenken waarbij de kwaliteit van het net een grote rol speelt. Hierbij kan men denken aan bijvoorbeeld een datacenter.



Figuur 16: Datacenter

In een datacenter wordt veel data verwerkt die een zeer belangrijke rol speelt in de bedrijfsvoering. Uitval van zo'n centrum kan dus zeer grote gevolgen hebben.

De gebruiker zal er dus alles aan doen om deze installatie tegen uitval te beveiligen.

Hiervoor worden vaak eigen noodstroomvoorzieningen geïnstalleerd zoals een UPS in combinatie met een noodstroomaggregaat.

Het grote voordeel van een UPS is dat deze ook de eventuele kwalitatieve afwijkingen in het net er uit filtert. Wanneer er een spanningspiek of spanningsdaling is zal een UPS altijd de gewenste uitgangsspanning aan de computers leveren.

Dus waarom zou men dan de netkwaliteit willen meten?

Een leuk voorbeeld is een groot bankkantoor in Amsterdam. Dat heeft een dergelijk datacenter met zo'n UPS. Toch wilde deze bank een monitoringsysteem hebben om deze installatie te monitoren. Echter, men kwam er na een half jaar pas achter dat het monitoringsysteem in storing stond, hieruit bleek dus wel dat deze bank het monitoringsysteem zelden gebruikt.

7.2.1 Beheersing administratieve data

Een energiemonitoringsysteem kan de gebruiker veel tijd uit handen nemen door het administratieve dataproces te automatiseren.

Een leuk voorbeeld hiervan is een groot verzekeringskantoor in Rotterdam.



Figuur 17: De Admiraal

Dit bedrijf levert energie aan de deelgemeente waar ze het pand mee delen. Elke maand was de facilitymanager en de administratie veel tijd kwijt aan het uitlezen van energiemeters en het opstellen van de facturen naar de deelgemeente toe. De deelgemeente had vaak commentaar op de facturen, men was het niet eens met de energiewaarden waarop de facturen gebaseerd waren. Dit verzekeringskantoor was daarom op zoek naar een systeem dat dit proces kon automatiseren en wat in staat was om de officiële E-rekening op basis van de tussenmetingen correct te verdelen over de aanwezige partijen.

Wij als installateur kregen de vraag of we dit proces konden automatiseren. In samenwerking met **Datawatt** hebben wij een energiemanagementsysteem geïnstalleerd dat dit proces gaat automatiseren. Momenteel is alle hardware geïnstalleerd en is **Datawatt** druk bezig de software af te stemmen op de eisen van de klant.

Zodra deze installatie is afgerond kan men spreken over een geslaagde toepassing van een energiemonitoringsysteem binnen een kantooromgeving.

8 Conclusie

De volgende conclusies zijn getrokken uit de resultaten van de onderzoeken en de opgedane kennis tijdens het uitvoeren van deze afstudeeropdracht.

8.1 Toepasbaarheid

Een energiemanagementsysteem is beperkt toepasbaar in de utiliteitsector. Er zal te allen tijde projectafhankelijk bekeken moeten worden of het rendabel is om een energie-managementsysteem te installeren.

Een energiemanagementsysteem kan veel tijd uit handen nemen om officiële E-rekeningen op basis van de tussenmetingen correct te verdelen over de aanwezige partijen.

Bij de grotere gebouwen die volgens Wm verplicht worden gesteld om er alles aan te doen om tot een zo laag mogelijke energiehuishouding te komen, is een energie-managementsysteem een zeer handig hulpmiddel om de reductie van de energiehuishouding aantoonbaar te maken.

8.2 Toegevoegde waarde gebouwbeheerder

De gebouwbeheerder kan voordelen hebben bij de installatie van een energie-managementsysteem, maar dit hangt geheel af van de functionaliteit waarvoor men het systeem wil gaan gebruiken.

Omdat de meeste energiemanagementsystemen een industriële afkomst hebben, zullen veel functies waar het systeem over beschikt niet toepasbaar zijn binnen de utiliteit.

8.3 Verschillende systemen

Veel systemen beschikken over dezelfde functionaliteit. Ze zijn allemaal in staat om nette rapporten van de energiehuishouding te presenteren aan de gebruiker.

Alleen heeft elk systeem wel zo zijn beperkingen of pluspunten, deze punten zijn terug te vinden in hoofdstuk 6.

8.4 Welke meerwaarde kan de installateur bieden?

De meerwaarde die de installateur kan bieden is het energiemanagement uit handen nemen van de opdrachtgever zoals GTI Energy Solutions dit profileert.

GTI Energy Solutions is in staat de opdrachtgever exploitatiediensten aan te bieden, hierbij wordt ervan uitgegaan dat GTI alle energiegerelateerde activiteiten (van de klant) kan uitvoeren, opdat de klant zich meer of volledig op zijn primair proces kan richten.

9 Literatuurlijst

9.1 Desk research:

DataWatt:

- "Systemen & producten Introductie", uitgave augustus 2004, versie 1.4
- "energiebeheer en management", uitgave november 2003, versie 1.3
- "TelDas Telemetrie en Data acquisitie software", uitgave juli 2004, versie 1.3
- "Adroid SCADA, systeemoverzicht"

Merlin Gerin:

- Brochure Energiemanagement
- Power Logic selection guide, document 3000BR0001R7/03
- Power Logic system manager software, document 3080HO9601R9/02
- Presentation of Power Logic system, document 432E1200.fm/2
- GTI powerpoint "integrale visie op gebouwbeheer"
- GTI document "Exploitatie energievoorzieningen"

Diverse:

SenterNovem "Energiemonitoring producten"

Informatie uit de tijdschriften:

- Intec
- Installatie journaal
- Electra

9.2 Online research:

- Intranet GTI
- <http://www.energiemanagement.net/>
- <http://www.cythemadim.nl/>
- <http://www.energie.kennisbank.nl/>
- [http://www.ecofys.nl/nl/expertisegebieden/Energiemanagement/energiemonitoring.h
tm](http://www.ecofys.nl/nl/expertisegebieden/Energiemanagement/energiemonitoring.htm)
- <http://www.leidenuniv.nl/ics/sz/so/scriptie.html>

9.3 Field research:

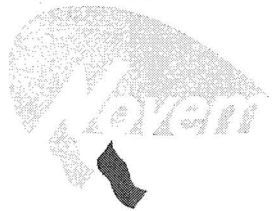
- Nono Liem, GTI Energy Solutions
- Siebe De Vries, Datawatt
- Alphons Ernestus, Honeywell
- Stephan Dikhooff, Schneider Electric

■0 Verklarende woordenlijst

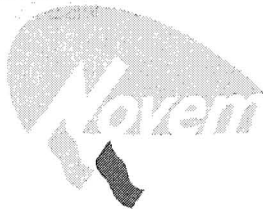
EBI:	Enterprise Building Integrator
EM:	Energiemanagement
EPA:	Energie prestatie advies
EPA-U:	Energie prestatie advies voor bestaande utiliteitsgebouwen
EPS:	Energiepotentieelscan
HVAC:	Heating, ventilation en airconditioning
LON:	Local operating network
MJA:	Meer jaren afspraak
ODBC:	Open database connectivity
SMS:	System Manager Software
SNVT:	Standard Network Variable Types
SQL:	Standard Query Language
UPS:	Uninterruptible power supply
Wm:	Wet milieubeheer

11 Bijlagen

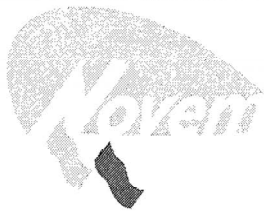
Bijlage 1/1: Onderzoek SenterNovem

DATA-ACQUISITIESYSTEEM		
Leverancier:	GMC-instrument	
Adres:	Daggeldersweg 18	
Plaats:	3449 JD Woerden	
Telefoonnummer:	0348-421155	
Email:	info@nl.gmc-instruments.com	
Website:	www.gmc-instruments.nl	
TOEPASSINGSGEBIED:		
Het softwarepakket ECS-win kan toegepast worden voor het parametriseren, visualiseren en rapporteren van gegevens uit de dataloggers van de leverancier van het pakket. Het pakket heeft een algemene toepassingsgebied en is geschikt voor de individuele organisatie. Voorwaarde is wel dat gebruik wordt gemaakt van de dataloggers van GMC-Instruments. ECS-Win is niet geschikt voor dataloggers van andere leveranciers.		
ONTWERPKEMMERKN:		
- Het pakket biedt standaard functionaliteit voor een laagdrempelige investering. - Met ECS-Win kan alleen standalone worden gewerkt. - De gebruiker heeft toegang tot de online gegevens en de gegevens die in de aangesloten dataloggers zijn opgeslagen. Er kunnen maximaal 255 dataloggers op het systeem worden aangesloten.		
VOORBEREIDING GEBRUIK:		
De PC waarop de software is geïnstalleerd, dient fysiek of via een inbelmodem te worden aangesloten op de dataloggers die de gebruiker wil benaderen en uitlezen. Dit kan via de meeste op de markt standaard toegepaste bustechnieken.		
INVOER EN VERWERKING GEGEVENS:		
Voor het invoeren van gegevens zoekt de gebruiker contact met geselecteerde dataloggers en hierop aangesloten virtuele kanalen (meters). Het is hierbij mogelijk meters te definiëren waarmee groepen van meters of combinatie van delen van meetgegevens worden ingelezen. Hiermee heeft de gebruiker de beschikking over de momentane waarden van de ingelezen metingen en de totaalwaarden van een meting over een te kiezen tijdvak. De meters die op de dataloggers zijn aangesloten, kunnen realtime worden gevolgd. Ook kunnen de meetgegevens die in de datalogger zijn opgeslagen uitgelezen worden. Het is mogelijk om met een inbelmodem of via internet gegevens op afstand in te lezen. Gegevensverwerking tot standaard tabellen en grafieken gebeurt gelijktijdig met het inlezen van de gegevens.		
ANALYSE, TOETSEN EN BEWAKEN:		
Het systeem kent geen analyse-funcionaliteit, afgezien van de mogelijkheid virtuele meters te benutten.		
RAPPORTAGE:		
Rapportage vind plaats met tabellen en grafieken met een standaard lay-out die op het beeldscherm verschijnen of uitgeprint worden. Het exporteren van meetgegevens naar andere software, bijvoorbeeld het spreadsheetprogramma Excel, vindt plaats als ASCII-file. Het verloop van gemeten waarden kan voor verschillende meters tegelijk realtime in een 'meelopende' grafiek worden gevolgd.		
OPMERKINGEN:		
Geen.		

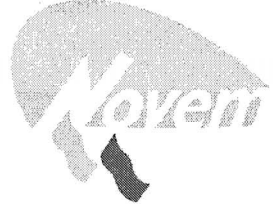
Bijlage 11/2: Onderzoek SenterNovem

DATA-ACQUISITIESYSTEEM		
Leverancier:	Nexus BV Holland	
Adres:	H. v/d Brulestraat 24	
Plaats:	3065 PG Rotterdam	
Telefoonnummer:	010-2887415	
Email:	nexus@nexnet.nl	
Website:	www.nexnet.nl	
TOEPASSINGSGEBIED:		
Het NexBox-systeem zorgt voor automatische registratie van elektrisch energieverbruik en grootheden als gas-, water-, perslucht- en stoomverbruik, temperatuur en productiehoeveelheden. Het modulair opgebouwde systeem kan vanaf vier metingen worden ingezet. Het is vooral geschikt voor gelijktijdig meten op verschillende (internationale) locaties. Monitoring via het NexBox-systeem kan in eigen beheer of extern. Het systeem is niet geschikt voor verwerking van financiële gegevens. Het werkt op alle versies van Windows en kan tot multi-usersysteem worden uitgebreid		
ONTWERPKENMERKEN:		
Het NexBox-systeem bestaat uit: - Nexboxen Een NexBox is een modulair uitbreidbare datalogger (4 tot 48 metingen), waarmee pulsen, bedrijfstijden, temperaturen en 4-20mA / 0-10Volt signalen kunnen worden gemeten. Per vijf minuten worden de gemeten waarden voorzien van een tijdstempel waarna ze gedurende 40 dagen beschikbaar blijven. Ook wanneer de netspanning uitvalt, blijft een NetBox meten. - Het softwarepakket NexMaster Het NexMaster-programma communiceert met Nexboxen via een veldbus, telefoon, GSM en TCP/IP-netwerken en bewaart de ingelezen meetwaarden in een centrale database.		
VOORBEREIDING GEBRUIK:		
Energie- en andere verbruiksmeters of sensoren worden op één of meer locaties op NexBoxen aangesloten. Een communicatiemethode wordt gekozen en geactiveerd. Het NexMaster-programma neemt contact op met de NexBoxen, waarbij automatische configuratie plaatsvindt. Hierna worden locatie- en meetpunteneigenschappen ingevoerd. Ook kunnen virtuele metingen worden gedefinieerd, waarmee rekenkundige bewerkingen met andere meetpunten kunnen worden uitgevoerd.		
INVOER EN VERWERKING GEGEVENS:		
De NexBoxen worden automatisch uitgelezen, in realtime of na een vrij kiesbare intervaltijd. De meestdata worden als vijf-minuten-gegevens opgeslagen in een eigen database en bewaakt op alarmniveaus. Pas wanneer de benodigde data compleet beschikbaar is, worden de virtuele kanalen verwerkt. Het NexMaster-programma kan de meetgegevens automatisch exporteren naar andere programmatuur zoals Excel, Erbis en Montage.		
ANALYSE, TOETSEN M BEWAKEN:		
De meetgegevens kunnen in willekeurige samenstelling in tabellen en grafieken worden weergegeven. Er kunnen vijf-minuten-, uur-, dag-, week-, maand- en jaargegevens worden weergegeven. De grafieken zijn voorzien van statische gegevens zoals gemiddelden, de peikwaarde en het piekmoment. Bij realtime toepassing kunnen meetgegevens op vrij instelbare alarmgrenzen worden bewaakt. Alarmmeldingen worden getoond of via e-mail gemeld.		
RAPPORTAGE:		
Per individuele gebruiker kunnen grafiek- en tabelsamenstellingen worden gedefinieerd die op alle werkplekken kunnen worden weergegeven en afgedrukt.		
OPMERKINGEN:		
Het NexBox-systeem wordt geleverd en geïnstalleerd door dealers en erkende system integrators. Zij begeleiden ook het gebruik. Nexus BV adviseert bij de keuze.		

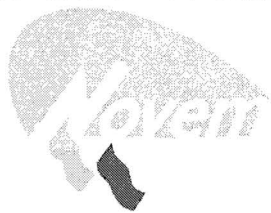
Bijlage 11/3: Onderzoek SenterNovem

Energiemonitoringsysteem		
Leverancier:	Essent Energie	
Adres:	Statenlaan 8	
Plaats:	5223 LA 's Hertogenbosch	
Telefoonnummer:	073-8531524	
Email:	Rens.jansens@essent.nl	
Website:	www.essent.nl	
TOEPASSINGSGBIED:		
Het softwareprogramma e-balans is gericht op kleine en middelgrote organisaties en bedrijven. Het systeem wordt gebruikt voor het bewaken van het energie- en waterverbruik van kantoorgebouwen, clusters van gebouwen en industriële georiënteerde organisaties die producten verwerken.		
ONTWERPENMERKEN:		
Eenvoudige te installeren en te gebruiken. De software is de private label uitvoering van het programma 'GEN Energie' dat door GEN is ontwikkeld en sinds 2001 in Nederland onder de naam 'e-balans' wordt uitgebracht. De leverancier stelt de software ter beschikking aan haar afnemers.		
VOORBEREIDING GEBRUIK:		
Het programma is gebruiksklaar. Na het inventariseren van relevante gegevens en de gewenste meterstructuur, krijgen de gas-, kWh-, warmte- en watermeters een eigen naam of code. Bijvoorbeeld een cluster van een aantal gebouwen kan in één administratie worden ondergebracht. Per administratie worden maximaal 250 meters aangemaakt. Het softwarepakket werkt met fictieve of berekenmeters en verwerkt productiecijfers, graaddagen of andere grootheden. Ook tariefgegevens, inclusief eco-tax, kunnen worden ingevoerd.		
INVOER EN VERWERKING GEGEVENS:		
De invoer van meterstanden en gegevens voor de correctiemeters gebeurt handmatig. De meetfrequentie kan wekelijks of maandelijks zijn. Er is een logboek waarbij per meter opmerkingen kunnen worden genoteerd. Het programma houdt rekening met 'meter over de kop' en nieuwe meterplaatsingen. Verbruiksgegevens worden op jaar-, maand- of weekbasis weergegeven in tabel- of grafiekvorm.		
ANALYSE, TOETSEN EN BEWAKEN:		
Streefverbruiken kunnen op verschillende manieren worden bepaald. De gebruiker voert de streefwaarde handmatig in of laat ze automatisch door het programma bepalen. Het automatische bepalen van de streefwaarden gebeurt aan de hand van normwaarden of gespecialiseerde referentie jaren. Het programma presenteert de resultaten in tabelvorm, waarbij de afwijking van het streefverbruik zichtbaar is. Het is mogelijk de verbruiken in euro's aan te geven. Het systeem exporteert gegevens voor externe verdere verwerking in Word en Excel.		
RAPPORTAGE:		
Het softwarepakket heeft een ingebouwde viewer voor het bekijken van rapporten Rapporten bestaan uit tekst, tabellen en grafieken en worden opgesteld en opgeslagen in HTML. Een aantal vaste formats zijn aanwezig, maar de rapporten kunnen ook zelf in HTML-formaat worden opgezet. Het is mogelijk materiaal te exporteren naar bijvoorbeeld Word.		
OPMERKINGEN:		
Het programma is voorzien van een helpfunctie, onder andere op trefwoord. De gebruikershandleiding is als pdf-file onderdeel van het programma.		

Bijlage 11/4: Onderzoek SenterNovem

Energiemonitoringsysteem		
Leverancier:	Van Beek Ingenieurs	
Adres:	Sonssbeekweg 8	
Plaats:	6814 BA Arnhem	
Telefoonnummer:	026-3777300	
Email:	info@vanbeek.com	
Website:	www.vanbeek.com	
TOEPASSINGSGBIED:		
Erbis is een energiemonitoringsysteem dat gebruikt wordt als informatievoorziening bij het energiebeheer van kantoren en industriële ondernemingen. Het toepassingsgebied bestaat uit: - Monitoring and targetting (verbruiksbewaking). - Factuurcontrole. - Budgettering en kostendoorbelasting. - Milieumonitoring. - Procesmonitoring energie. - Overheidsrapportages in het kader van MJA of milieuvergunning.		
Daarnaast is het pakket ook geschikt voor organisaties die EMS-diensten verlenen aan derden. Met Erbis kan een internetdienst voor monitoring opgezet worden.		
ONTWERPKENMERKEN:		
- verzamelt, verwerkt, analyseert en presenteert tijdsafhankelijke gegevens. - Ontworpen voor energieverbruikgegevens, maar wordt ook gebruikt voor bijvoorbeeld waterverbruik, milieugegevens en productiegegevens. - Modulaair opgebouwd rond een database. - Werkt onder windows en heeft een eigen verkenner die toegang biedt tot de verschillende onderdelen, zoals gebouwen met hun meterstructuur, energieleveranciers, weerstations, kengetallen, systeemformules en diverse rapportages. - In te zetten voor de informatievoorziening bij energiezorg voor alle niveaus in een organisatie.		
VOORBEREIDING GEBRUIK:		
De gebruiker dient te beschikken over de kennis van de installaties die met behulp van het systeem gemonsterd worden en vaardigheid in het werken met computers in een windows-werkomgeving. Het pakket wordt geconfigureerd met bedrijfseigen gegevens. Het is mogelijk variabele aan te maken, die bijvoorbeeld de EEI of het specifieke energieverbruik per afdeling berekenen.		
INVOER EN VERWERKING GEGEVENS:		
Gegevensinvoer geschiedt: - Handmatig, door het invullen van de meterkaarten rechtstreeks afkomstig uit gebouwbeheersystemen of andere automatiseringssystemen. - Semi-automatisch, met behulp van een handterminal. - Via e-mail en/of een internetverbinding, waarbij de gegevens worden ingelezen. Ingevoerde gegevens kunnen handmatig worden gewijzigd.		
ANALYSE, TOETSEN EN BEWAKEN:		
Erbis kent verschillende hulpmiddelen om gegevens te analyseren. In tabel- of grafiekvorm worden overzichten gemaakt van willekeurige meters of berekende variabele over een vrij te definiëren periode. Het systeem geeft aan door welke invloeden afwijkingen ontstaan. Met historische gegevens kunnen wiskundige analyses worden gemaakt, waarna met een ingevoerd model een normverbruik wordt berekend. Daarnaast is het mogelijk vrij formules in te voeren. Erbis kan het verloop van de E(nergie) E(fficiency) I(ndex) volgen. Het pakket beschikt over historische referentiegegevens van temperatuur en luchtvochtigheid van de weerstations in Nederland. Hiermee kan het systeem normverbruiken berekenen waarmee de werkelijke verbruiken worden vergeleken.		
RAPPORTAGE:		
Het systeem kent standaard en vrij te definiëren vormen van rapportage van de gegevens. Rapportage vindt plaats via het beeldscherm, printer, fax, e-mails of internet.		
OPMERKINGEN:		
In versie 5.4, die medio 2003 op de markt is gebracht, is als nieuwe variabele de statusvariabele opgenomen. Eind 2003 verschijnt versie 6.0 met een vernieuwde gebruikersinterface en ondersteunende wizards. De website van de gebruikersvereniging is: www.Erbisgg.nl		

Bijlage 11/5: Onderzoek SenterNovem

Energiemonitoringdienst		
Leverancier:	Meijer Energie & Milieumanagement	
Adres:	Laan van Nieuw Oost Indië 277	
Plaats:	2593 BS Den Haag	
Telefoonnummer:	070-3155715	
Email:	mail@meijer.nl	
Website:	www.meijer.nl	
TOEPASSINGSGBIED:		
De energiemonitoringdienst, EnergieMeter, wordt gebruikt door gebouwbeheerders en energiecoördinatoren van allerlei soorten utiliteitsgebouwen, zoals scholen, kantoren, verzorgingshuizen, banken, musea en politiebureaus. De energiemonitoringdienst maakt het mogelijk maandelijks het energie- en waterverbruik met berekende streefwaarden te vergelijken.		
ONTWERPKENMERKEN:		
- eenvoudig in het gebruik. Door maandelijks een meteropnamekaart te versturen wordt een regelmatige opname van de meterstanden gewaarboord. - Kost weinig tijd. - Geen investeringen.		
VOORBEREIDING GEBRUIK:		
Om de EnergieMeter te kunnen starten, is het nodig te weten op welke tijden het gebouw verwarmd moet zijn en wat de gewenste temperaturen zijn wanneer het gebouw in gebruik is. Ook moet het elektra-, gas en waterverbruik van een voorgaande periode worden opgegeven. De gebruiker vult deze gegevens in op een inschrijfformulier. De EM-dienst verwerkt deze in de EnergieMeter-beheerssoftware waarna de EnergieMeter voor de betreffende abonnee in gebruik kan worden genomen.		
INVOER EN VERWERKING GEGEVENS:		
Aan het begin van de maand vult de gebruiker op een meteropnameformulier de meterstanden in en stuurt het formulier terug naar de Energiemonitoringdienst. Nadat de gegevens zijn gecontroleerd, voert de dienst de gegevens in. De EnergieMeter verwerkt verbruiken van gas, GJ, kWh-dag, kWh-nacht en water. De meterstanden worden, met behulp van van uurlijkse weergegevens van een groot aantal weerstations, in verbruiken per maand omgerekend. Vervolgens worden de gegevens vergeleken met de berekende streefgebruiken.		
Verbruiken van een aantal gebouwen kunnen tot een verbruiksgroep geclusterd worden.		
ANALYSE, TOETSEN EN BEWAKEN:		
Het maandelijkse streefverbruik is gebaseerd op de energiebehoefte van het gebouw. Hierbij wordt rekening met invloedsfactoren zoals temperaturen per uur, zoninstraling, openingsuren, daglichtperioden. Via een multiple-regressie-analyse wordt vastgesteld welke invloedsfactoren belangrijk zijn voor de omvang van het energieverbruik. Met deze gegevens wordt een rekenmodel samengesteld om maandelijks de streefverbruiken te bepalen.		
EnergieMeter actualiseert het rekenmodel jaarlijks		
RAPPORTAGE:		
Maandelijks ontvangt de gebouwbeheerder een rapportage waarin werkelijk verbruik en streefverbruik op maandbasis als staafdiagram worden weergegeven. Rapportage vind in een vast format plaats. De verbruiken kunnen ook in Euro's worden weergegeven.		
Bij grote afwijkingen wordt de gebouwbeheerder per fax of e-mail gewaarschuwd. Hierbij ontvangt de beheerder suggesties voor de oorzaken van de afwijking. Bij bewaking van meerdere gebouwen is er maandelijks een rapportage met daarop de individuele en gecumuleerde gegevens van gebouwen als groep.		
OPMERKINGEN:		
De rapportages kunnen worden voorzien van het eigen bedrijfslogo, bedrijfskleuren en lay-out.		

Bijlage 11/6: Communicatieprotocollen

MODbus:**Modbus-IDA**

1-2-2018 10:00:00 p. 11 #11/18/18 11/18/18 11/18/18

Voor industriële systemen wordt vaak het standaard MODBUS protocol gebruikt. Dit protocol werkt via de seriële poort (via **RS485**) of via ethernet.

We hebben het MODBUS RTU (serieel via **RS485**) geïmplementeerd op een ARM-7 controller.

De basis van het protocol is een gestandaardiseerde manier om register (van 16 bit) in het embedded systeem te kunnen uitlezen en schrijven. Meerdere 16 bit registers kunnen gecombineerd worden tot grotere variabelen zoals 32 bit en IEEE floating point.

LON:

LON is een netwerk c.q. data bussysteem met een bijbehorend protocol. LON is ontwikkeld door de firma Echelon en is sinds 1992 commercieel beschikbaar.

Echelon heeft als doel een open netwerk- en communicatietechnologie te bieden dat het mogelijk maakt besturingen, systemen en diensten van verschillende leveranciers te integreren in één systeem.

Met LON heeft Echelon een wereldstandaard ontwikkeld in de gebouwautomatisering.

Het LON netwerk is gebaseerd op de Neuron chip die door elke busdeelnemer opgenomen moet zijn. Door de in de chip geïntegreerde communicatie- en applicatiesoftware kan er met andere busdeelnemers gecommuniceerd worden. De chip bevat drie processors, twee voor dataoverdracht en communicatie en één voor de applicatiesoftware van de fabrikant van het betreffende apparaat. Voor de adressering heeft elke chip een uniek 48-bit identificatienummer.

De chip is er in twee uitvoeringen; een versie gebruikt voor lichte applicaties en een versie die gebruikt wordt voor zware applicaties, respectievelijk de v3120 en v3150.

De **netwerkopzet** is niet aan een bepaald structuur gebonden, maar, ster, boom, ring of combinaties hiervan zijn mogelijk.

Elk apparaat; lamp, schakelaar, zonwering, energiemeters, etc. wordt beschouwd als een busdeelnemer genaamd: "node" (knooppunt). Elke node bezit een Neuron chip.

Voor het systeem zijn er twee soorten nodes;

- Free Topology Type, genaamd **FTT-10**; Deze node wordt vanuit een externe voedingsbron gevoed.
- Link Power Type, genaamd **LPT-10**; Deze node wordt gevoed de LON databus.

Het maximaal aantal nodes in een domein (zelfsstandig LON-netwerk) mag 32.385 nodes bevatten. Meerdere domeinen kunnen gekoppeld worden doormiddel van gateways.

In een domein kan een onderverdeling worden gemaakt in maximaal 255 subnetten. Een **subnet** is een onderverdeling van het netwerk waardoor de bandbreedte verhoogd kan worden. De indeling van een **subnet** kan verschillend worden ingevuld, men spreekt dan van aparte kanalen gescheiden door een bridge. Op een subnet kunnen maximaal 63 **FTT** nodes of 127 **LPT** nodes aangesloten worden.

Meerdere subnetten kunnen gekoppeld worden door repeaters en routers. Een repeater wordt gebruikt om het signaal te zuiveren, versterken en opnieuw te verzenden. Een router wordt gebruikt om een netwerk te segmenteren om zodoende meerdere subnetwerken te creëren.

De bekabeling is tweedraads getwiste kabel met een aderdoorsnede van 0,8mm.

De maximale lengte van een databus is 480 meter, doormiddel van een repeater kan de bus 960 meter worden.

De maximale lengte tussen twee nodes mag 320 meter bedragen.

De spanning op de bus is vastgesteld op 42Vdc. Deze spanning wordt over het algemeen geleverd door routers en repeaters of een apart voedingsmoduul.

Dataoverdracht:

De informatie/data-overdracht tussen de busdeelnemers gaat in de vorm van telegrammen. De data wordt symmetrisch over de buskabel overgedragen.

Hierdoor wordt de informatieoverdracht niet beïnvloedt door storingen op het adres.

Dataverzending vindt plaats met binair gecodeerde data. Het busmanagement is volgens het multi-master principe opgebouwd, dit houdt in dat er geen centrale verwerkingseenheid nodig is.

Een bericht wordt over het netwerk verstuurd, de actie op het bericht wordt in het applicatieprogramma van de Neuronchip bepaald. Het bericht voert geen actie uit, maar heeft acties tot gevolg.

De berichten c.q. data worden verstuurd in de vorm van netwerkvariabelen. Om te voorkomen dat er een wildgroei aan netwerkvariabelen ontstaat zijn er standaard netwerkvariabelen in elke soortgelijke node voor gedefinieerd. Deze variabelen heten: standaard netwerk variabete types (SVNT's). De SVNT's hebben verschillende parameters. De waarde die de Neuronchip aan getallen toekent wordt gerelateerd aan een afgesproken eenheid.

Door het gebruik van SNVT's hoeft er in het applicatieprogramma niet te worden gemaakt van welk type en signaalgrootte de SNVT variabelen zijn. Door het gebruik van SVNT's en standaard gedefinieerde I/O objects kan het applicatieprogramma tot een minimum worden beperkt en krijgt men de volledige interoperabiliteit tussen de nodes.