INVENTARISATIE ENERGIEGEBRUIK BIJ ECN GEBOUWEN

Opzet, uitvoering en analyse van inventarisatie

Wijzigingen		
A	Concept versie mei 2000	6 juni 2000
1	Definitieve versie juli 2000	6 juli 2000

Gemaakt door: S.H. Edse	Goedgekeurd door: A. Wever	ECN - Energie Efficiency IT & Energie
Gecontroleerd door: J.N.T. Jehee 4 juli 2000	Vrijgegeven door: P. Glas 4/7/00	

Examennummer van S.H. Edse is 17-ER-00

Verantwoording

Dit verslag betreft het afstudeerrapport van Bas Edse bij ECN voor de opzet, uitvoering en analyse van een inventarisatie van het energiegebruik bij ECN gebouwen. Deze opdracht is uitgevoerd in het kader van het project *Opstellen van het Bedrijfsenergieplan 2000.* Op basis van het concept van dit rapport is Bas Edse afgestudeerd; vervolgens is het rapport nog gedetailleerd gereviewed waarbij met aanpassing en aanvullingen het rapport deze uiteindelijke vorm heeft gekregen.

'De in dit rapport beschreven werkwijze is opgesteld en toegepast onder verantwoording van ECN Energie Efficiency. De Hogeschool Alkmaar is op niet aansprakelijk voor eventuele nadelige effecten voortvloeiend uit het gebruik van deze gegevens'.

VOORWOORD

Dit rapport is het resultaat van mijn afstudeerstage waarmee mijn studie elektrotechniek richting energietechniek aan de Hogeschool Alkmaar wordt voltooid. Mijn afstudeerproject betreft de uitvoering van een inventarisatie van het energiegebruik in ECN gebouwen. Het onderzoek omvat de opzet, uitvoering en analyse van een inventarisatie van het energiegebruik per gebouw.

In het kader van mijn opdracht wil ik als eerste mijn begeleider Jos Jehee bedanken voor de ondersteuning bij het uitvoeren van mijn afstudeeropdracht. Vanuit de Hogeschool Alkmaar ben ik begeleid door de heer J. Peters. Bij het uitvoeren van mijn afstudeeropdracht hebben verschillende mensen van ECN een belangrijke rol vervuld. Voor het vergaren van de informatie betreffende de verlichting, de apparaten en installaties in de diverse geïnventariseerde gebouwen bedank ik Ben Kok voor ondersteuning bij het naspeuren in de tekeningen. Het opgestelde inventarisatieformulier bevat prenten van het geregistreerde energiegebruik. Graag wil ik Joost Ivangh bedanken voor het verstrekken van de gebruiksgegevens uit het gebouwbeheersysteem (GBS), en Rene Kamphuis voor de statistische verwerking van deze gegevens. Voor de rondgang door de gebouwen en toelichting over de apparatuur wil ik de betrokken personen Frans Ligthart (DE), Klaas de Haan (HCL), Dick Bos, Gerrit Groen (GBD) en Martin Jorritsma (WTD) bedanken. Ik zal mijn kantoor tussen de meeuwen en konijnen in de duinen in Petten missen.

ABSTRACT

Reductions of the emission of carbon dioxide conform the Kyoto agreement is being incorporated in the Netherlands legislation. The Minister of Economic Affairs has set ambitious targets in reducing the energy intensity of the industrial and services sector. This target concerns a 40 % reduction in CO_2 emission in 2020 compared with the reference year of 1995. The Netherlands Energy Research Foundation aims to comply with this reduction and the management proposes to commit itself in a licensing agreement to realise at least 60 % of the reduction. This commitment concerns a reduction per full time equivalent, implying that an increase in research staff can be accommodated without violating the targets.

This report defines and applies a detailed inventory procedure of the end-use of energy in commercial buildings. Graphic presentations of registered energy consumption-data have been used in support of this inventory procedure. Detailed insights in the end-use of energy provide the basics for evaluating the technology and the economy of energy conservation measures. The feasibility of a efficient combined heat and power gasmotor has been evaluated. Its potential to reduce the CO_2 emission is estimated and points of attention for further analysis are indicated. This report also describes relevant energy consumption data of 1999 and issues related to cost and energy efficiency.

The reported inventory includes a recently build energy-efficient office building, a laboratory with clean rooms and high ventilation rate, a mixed building with labs and offices and a semi-permanent office.

INHOUD

VOORWOORD		3
ABSTRACT		4
INHOUD		5
SAMENVATTING		7
1.	INLEIDING	9
1.1	ECN streeft naar aanzienlijke CO_2 reductie	9
1.2	Projectplan BEP 2000	9
1.3	Inventarisatie	10
1.4	Afbakening	10
2.	OVERZICHT VAN ENERGIEGEBRUIK BIJ ECN	13
2.1	Inleiding	13
2.2	Kosten van elektriciteit	13
2.3	Tijdsafhankelijke kosten elektriciteit	15
2.4	Kosten van aardgas	17
2.5	Marginale kWh-kosten	18
2.6	Berekening terugverdientijden	18
2.7	Vergelijking energiegebruik 1999 en 1998	18
2.8	Normering per FTE	22
2.9	Primair Energieverbruik en CO_2-emissie per FTE	23
3.	OPZET EN UITVOERING VAN INVENTARISATIE	27
3.1	Inleiding	27
3.2	Opzet energie inventarisatie formulier BEP-INV-001	28
3.2.1	Tabel (1) Algemene energiegerelateerde kenmerken	28
3.2.2	Tabel (2) Omvang en verdeling van het energiegebruik in 1999 volgens GBS	29
3.2.3	Tabel (3) Overzicht installaties en bedrijfstijden	29
3.2.4	Tabel (4) Bevindingen van het geïnventariseerde gebouw	29
3.2.5	Figuren van energiegebruik per geïnventariseerd gebouw	30
3.3	Grafische presentatie van gegevens van energieverbruik	31
3.3.1	Algemeen	31
3.3.2	Kenmerken van de GBS gegevens	31
3.3.3	Beschrijving van Programma TimeView	34
3.4	Werkwijze bij inventarisatie	39
3.5	Het ECN Gebouwbeheersysteem	40
3.6	Evaluatie feitelijke en mogelijke CO_2 reductie	44
3.6.1	ECN Warmtekracht toepassingen	44
3.6.2	Evaluatie toepassing warmtekracht voor verwarming HCL	45
4.	PERIODIEKE ACTUALISATIE	47
4.1	Inleiding	47
4.2	Vergunning	47
4.3	Overwegingen om de inventarisatie te actualiseren	47
5.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	49
5.1	Algemeen	49
5.2	Het gebouwbeheersysteem (GBS)	49
5.3	Duurzame Energie gebouw (DE)	50
5.4	Hot Cell Laboratory (HCL)	50
5.5	Gezondheidsbeschermingdienst (GBD)	51

5.6 Semi Permanent Gebouw (SPG) 51
5.7 Totaal conclusie 52

REFERENTIES 53

BIJLAGE A: OMSCHRIJVING AFSTUDEEROPDRACHT 57

BIJLAGE B: MOGELIJKE BESPARINGSMAATREGELEN 59
B.1 Organisatorische maatregelen 59
B.2 Gedragsmaatregelen 59
B.3 Verlichting 60
B.4 Ventilatie en gebouwkoeling 62

BIJLAGE C: NOTITIES 65

BIJLAGE D: ENERGIE-EENHEDEN EN OMREKENTABEL 77

BIJLAGE E: REDUCTIE CO_2 EMISSIE IN CIJFERS 79

BIJLAGE F: AFSTUDEERPRESENTATIE 81

SAMENVATTING

De noodzaak tot reductie van de emissie van broeikasgassen en in het bijzonder van CO_2 is de laatste jaren sterk toegenomen. Niet alleen het bevorderen van duurzame energiebronnen (zoals zon, wind en biomassa) maar ook het beperken van het energiegebruik is hierbij van belang.

ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland) heeft daarom een bedrijfsenergieplan (BEP) opgesteld, waarin wordt gestreefd om de doelstellingen uit de derde energienota te realiseren. De doelstellingen zijn om binnen 25 jaar vanaf 1995 33 % efficiencyverbetering in het energiegebruik te bereiken en in 2020 ten minste 10 % van de gebruikte energie op een duurzame wijze op te wekken. In het bedrijfsenergieplan (BEP) stelt ECN een aantal maatregelen voor, die kunnen leiden tot een efficiencyverbetering van het energieverbruik.

De *Circulaire Energie in de milieuvergunning* van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, en van Ministerie van Economische Zaken (okt. 1999) heeft als basis gefungeerd om het inventarisatieformulier BEP-INV te ontwerpen. Met behulp van dit formulier kan men een advies uitbrengen over de wijze waarop de medewerkers met het onderwerp energie in het kader van de Wet milieubeheer kunnen omgaan.

In dit rapport staat een werkwijze beschreven om een inventarisatie te doen naar energiegerelateerde apparaten. Deze werkwijze is toegepast voor vier gebouwen, te weten:

- Duurzame Energie (DE)-gebouw (40);
- Hot Cell Laboratory (HCL) (07);
- Gezondheidsbeschermingsdienst (GBD) (15); en
- Semi Permanent Gebouw (SPG) (03).

De resultaten van deze inventarisatie staan vermeld in een min of meer onafhankelijke annex.

In dit rapport staat beschreven hoe de verdeling is van de energiestromen op het ECN-terrein, met daarin een onderscheid tussen aardgas en elektriciteit. Tevens zijn de locaties van de meters in kaart gebracht met de onderverdeling naar de gebouwen. Voor elektriciteit is de aansluiting op de transformatorstation aangegeven. Ook zijn berekeningen van de CO_2 emissie per *full time equivalent* (FTE) weergegeven, zowel in grafieken als in tabellen voor de jaren 1995 (referentiejaar), 1998 en 1999. Dit rapport besluit met de bevindingen, conclusies en aanbevelingen.

1. INLEIDING

1.1 ECN streeft naar aanzienlijke CO_2 reductie

Energie vormt bij ECN een belangrijk onderwerp voor onderzoek. Daarnaast is energie zoals bij andere bedrijven een essentiële voorwaarde voor de reguliere bedrijfsvoering. Het verantwoord gebruik van energie is een onderdeel in de vergunning, die door de gemeente Zijpe in het kader van de Wet Milieubeheer wordt verstrekt. ECN streeft ernaar om in overeenstemming met de doelstellingen van de Derde Energienota in 2020 een efficiency verbetering te realiseren van 33 % ten opzichte van het referentiejaar 1995. Van het energieverbruik in 2020 wordt tenminste 10 % geproduceerd met duurzame middelen. In combinatie resulteert deze doelstelling tot een CO_2 reductie van 40 %.

De recent gepubliceerde *Circulaire Energie in de milieuvergunning* van het Ministerie van VROM en EZ (okt. 1999) [3] bevat een advies over de wijze waarop het bevoegd gezag met het onderwerp energie in het kader van de Wet milieubeheer kan omgaan. Daarnaast is de circulaire bedoeld om meer eenheid te brengen in de wijze waarop de vergunningverlener met het onderwerp energie omgaat. Deze circulaire is als uitgangspunt genomen in het projectplan [12] voor het opstellen van een geactualiseerd Bedrijfsenergieplan.

1.2 Projectplan BEP 2000

Voor het BEP 2000 is uitvoering van een aantal activiteiten vereist, zie figuur 1-1. De inventarisatie van het energiegebruik vormt daarvan een essentieel onderdeel. Het onderdeel energiezorg in figuur 1-1 is door Maurice Smit (Hogeschool Alkmaar Technische Bedrijfskunde) opgezet [13].

Figuur 1-1: *Stappen om BEP-2000 te verkrijgen.*

1.3 Inventarisatie

De activiteit *inventarisatie* omvat eerst het opstellen van een raamwerk voor de inventarisatie en vervolgens het toepassen ervan voor een aantal ECN gebouwen. Deze activiteit vormt de basis voor mijn afstudeerproject zoals dat in bijlage A is beschreven.

Bij het opstellen van een raamwerk voor de inventarisatie van energiegebruikende apparaten worden eveneens meer algemene energiegerelateerde gegevens per gebouw opgenomen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen feitelijke gegevens betreffende oppervlakte, inhoud etc., gebruiksafhankelijke gegevens betreffende energie, gas, perslucht, etc., en de op voorgaande gegevens gebaseerde kentallen. Referenties actuele studies worden opgenomen voor zover relevant.

De inventarisatie van de energiegebruikende apparatuur per gebouw dient te resulteren in een goed gedocumenteerd overzicht.
Bij de inventarisatie wordt ernaar gestreefd om per gebouw minimaal 80 % van het energiegebruik in kaart te brengen. Indien het speurwerk meer tijd vergt dan is voorzien, dan wordt dit ambitieniveau verlaagd. Om de verkregen informatie actueel te houden is een periodieke actualisatie vereist. Inpassing in een reguliere activiteit van FAC is gewenst.

Bijzonder aandachtspunten bij deze inventarisatie betreffen:
- vaststellen basislastverbruik buiten kantoortijden (werkdagen van 7:00 uur tot 19:00 uur),
- meten van sluimerverbruik,
- schatten gebruik van perslucht.

Bij de eindrapportage wordt tevens aandacht besteed aan het stroomlijnen van een toekomstige actualisatie. Gedacht kan worden aan een administratief systeem voor het bijhouden van wijzigingen van apparatuur en het gebruik van ruimten.

Bij de planning van de inventarisatie wordt het verwachte leereffect optimaal benut door de uitvoering van de inventarisatie te beginnen bij een gebouw met een goed gedocumenteerd energiegebruik. Hierdoor worden verdere inventarisaties vereenvoudigd.

1.4 Afbakening

In 2000 wordt gestreefd om tenminste 50 % van het totale energiegebruik van ECN op deze wijze te inventariseren. De voorlopige planning van de inventarisatie betreft de gebouwen die staan vermeld in tabel 1-1 (de fractie van het elektriciteitsgebruik is vermeld).

Tabel 1-1: *Voorlopige planning voor gebouwinventarisaties.*

Omschrijving	Gebouw-nummer	Motivatie voor selectie	Percentage elektriciteitsgebruik als indicatie
DE-gebouw	40	Veel studies uitgevoerd, dus goed leereffect voor vervolg.	1,4 %
HCL (voorheen LSO)	07	Grote gebruiker en gerichte verbeteringen gewenst	13 %
GBD	15	Mix van kantoren en labs, studie reeds uitgevoerd	8 %
ET-gebouw	35	Mix van gebruikers, studie reeds uitgevoerd	8 %
SPG	03	Tijdelijk kantoor met mix van efficiënte maatregelen en niet-efficiënte voorzieningen in de aanbouw	Onbekend

In de annex van dit rapport staan de resultaten van de inventarisatie vermeld met uitzondering van het ET-gebouw.

Informatiesysteem
Zoals in BEP 1999 is vermeld, is een aanvullend informatiesysteem gewenst om het daadwerkelijke gebruik te monitoren en om rapportages te verkrijgen die geschikt zijn voor het beheeroverleg. De randvoorwaarden voor een dergelijk systeem betreffen compatibiliteit met de Sauter techniek van het Gebouwbeheersysteem (GBS) en leveren van geschikte managementinformatie in relatie tot doelstelling en verantwoordelijkheden. Bij de inventarisatie worden de gegevens van het GBS gehanteerd. De implementatie van een aanvullend informatiesysteem valt buiten het kader van dit rapport.

Communicatie met partijen bij ECN
De inventarisatie van energiegebruikende apparaten is niet los te zien van de gebruikers en beheerder van de apparaten, faciliteiten (zoals laboratoria) en de gebouwen. Daarom is met deze partijen in de loop van het project zowel formeel als informeel overleg gevoerd. De notities in bijlage C geven een beeld van het formele overleg in het kader van dit project.

2. OVERZICHT VAN ENERGIEGEBRUIK BIJ ECN

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de kosten van elektriciteit weergegeven met darnaast de verschillende tarieven in de verschillende perioden van de dag. Tevens wordt in dit hoofdstuk een overzicht gegeven met daarin de posities van de diverse meetpunten van elektriciteit als aardgas bij deze laatste zijn ook de warmtemeters weergegeven en het watergebruik.

2.2 Kosten van elektriciteit

Het vermijden van pieken in het afgenomen vermogen is een belangrijk aandachtspunt voor zowel het energieleverend bedrijf als voor de klanten Het energieleverend bedrijf stimuleert daarom zijn klanten pieken te vermijden door middel van de tariefstructuur. Een typische tariefstructuur is in Tabel 2-1 weergegeven (Grootverbruikertarief AA 1999, ENW).

Tabel 2-1: *Tariefstructuur voor grootgebruikers Conform tarief AA 1999, NUON.*

	Omschrijving	Vergoeding		
1	**Vaste vergoeding** Per levering maximaal per maand Kosten extra meetrecorder *f* 95,- per maand		*f* 190,-	€ 86,-
2	**Vermogensvergoeding** • Gemiddeld afgenomen vermogen per kVA per maand[1]. Voor de maanden jan, feb, nov en dec geldt dubbele tarief. • Contractueel beschikbaar gestelde vermogen per kVA per maand.	40% van 60% van	*f* 16,10	€ 7,29
3	**kWh-vergoeding** • Basisprijs per kWh • Brandstofprijs per kWh [2] - Plateau-uren tarief, geldt voor uren tussen 7:00 en 23:00 uur gedurende werkdagen - Daluren tarief		1,4 ct 6,04 ct [3] 5,01 ct [3]	€ct 0,63 €ct 2,73 €ct 2,27
4	**Regulerende energiebelasting per kWh** Heeft betrekking op de schijf van 50 000 tot 10 miljoen kWh		0,22 ct	€ct 0,090
5	**Periodieke vergoeding**			

Noten:
1) Dit gemiddeld afgenomen vermogen wordt berekend van 8:00 uur tot 21:00 uur op werkdagen.
2) De brandstofkosten zijn gekoppeld aan de prijs voor primaire energiedragers zoals olie, kolen en aardgas. Differentiatie van dit tarief naar plateau- en daluren compenseert voor verschil in opwekrendement van productie-eenheden.
3) De tarieven zijn inclusief milieukosten (0,24 ct / €ct 0,109 per kWh) en een opslag ter compensatie van netverliezen; bij directe aansluiting op een 10 kV station zoals bij ECN, is dit 2,1 %.

Basisgegevens voor berekening tijdafhankelijke elektriciteitstarief

De tariefberekening voor de vermogensvergoeding vereist een gedetailleerd onderscheid naar enerzijds seizoen en tijd van de dag, en anderzijds naar gemiddeld vermogen en contractueel vermogen. Daarom staan hier de uitgangspunten voor deze berekening apart vermeld.

De beschouwing is gebaseerd op een aansluitwaarde van 1 kW. Over een heel jaar is het gebruik 8760 kWh en met een vermogensfactor van 0,8 is het afgenomen vermogen 1,25 kVA. Als referentie voor de berekening van de elektriciteitskosten is uitgegaan van de gegevens van feest- en werkdagen van het jaar 2000.

Dagen in 2000 met een daltarief:

– Zaterdagen en zondagen	104 dagen
– Extra feestdagen: 2e paasdag, 2e pinksterdag, hemelvaart, 2e kerstdag en in andere jaren soms ook 1 jan, 30 april, en 1e kerstdag.	4 dagen
– Totaal	108 dagen
– Overige dagen plateautarief (365 – 108):	257 dagen

De uren worden onderverdeeld naar *zomeruren* en *winteruren*, i.v.m. de dubbele vermogensvergoeding in de *wintermaanden*. De *wintermaanden* met dubbele vermogensvergoeding zijn januari, februari, november en december.
De overige maanden zijn *zomermaanden*.

Aantal uren bij verschillende verbruiksoorten

	totaal	*winteruren (4/12)*	*zomeruren (8/12)*
Plateau-uren van 7:00 uur tot 23:00 Daluren (8760 – 4112)	4 112 uur 4 648 uur	1 371 uur 1 549 uur	2 741 uur 3 099 uur
Uren voor vermogensvergoeding (van 08:00 uur tot 21:00 uur): 257 werkdagen à 13 uur	3 341 uur	1 114 uur (dubbel tarief)	2 227 uur (enkel tarief)
Kantooruren: 257 werkdagen, 10 uur per dag	2 570 uur	857 uur	1 713 uur
Piekgebruik: Verondersteld 2 uur per werkdag	514 uur	171 uur	343 uur
Sporadische pieken: Verondersteld 1 uur per week	51 uur	17 uur	34 uur

2.3 Tijdsafhankelijke kosten elektriciteit

Als indicatie voor de kosten per verbruikte kWh wordt afhankelijk van het verbruikspatroon en het seizoen worden de waarden uit tabel 2-2 gehanteerd, de basis van de kosten is erbij vermeld.

Tabel 2-2: *Elektriciteitkosten afhankelijk van tijdsperiode.*

Type	Tijdsperiode	Kosten €ct per kWh	Basis voor berekening
a.	Belasting 's nachts en in het weekend	0,025	Alleen brandstofkosten
b.	Basislast continu over het jaar	0,042	Brandstofkosten en gemiddelde vermogensvergoeding
c.	Tijdens kantooruren 's zomers	0,066	Brandstofkosten en vermogensvergoeding tijdens plateau-uren
d.	Tijdens kantooruren gemiddeld	0,079	Brandstofkosten en dubbele vermogensvergoeding 's winters
e.	Tijdens kantooruren 's winters	0,104	Brandstofkosten en alleen dubbele vermogensvergoeding
f.	Pieklast	0,315	Uitgaande van twee uur per werkdag
g.	Sporadische pieklast	2,65	Uitgaande van een uur per week

De achtergrond van de berekende kosten is hieronder beschreven waarbij de basisgegevens uit het kader zijn gebruikt.

- 's Nachts en in het weekend behoeven alleen brandstofkosten te worden betaald, het bijbehorende tarief is vermeld bij a.

- Brandstofkosten en vermogensvergoeding voor gemiddeld afgenomen vermogen onder b, is als volgt berekend:

	kVA	€ / kVA	Aantal maanden incl. dubbele (12+4)	Totaal €
Vermogens-vergoeding	1,25 1,25	7,29 * 40 % 7,29 * 60 %	16 16	58 87
	kW	€ / kWh	Aantal uren per jaar	Totaal €
kWh vergoeding	1 1	0,0273 (plateau) 0,0227 (dal)	4 112 4 648	112 106
Totaal				364

De kosten van basislast bedraagt dus: 364 € / 8 760 kWh = 0,042 € / kWh (9,2 ct / kWh).

- Brandstofkosten en vermogensvergoeding voor het tijdens kantooruren *'s zomers* afgenomen vermogen onder c, is als volgt berekend. Het gemiddeld afgenomen vermogen (volgens de definitie) is 1,25 * 1 713 / 2 227 = 0,96 kVA.

	kVA	€ / kVA	Aantal 'zomer' maanden (8)	Totaal €
Vermogens-vergoeding	0,96 1,25	7,29 * 40 % 7,29 * 60 %	8 8	22 44
	kW	€ / kWh	Aantal uren per jaar	Totaal €
kWh vergoeding	1 1	0,0273 (plateau) 0,0227 (dal)	1 713	47
Totaal				113

De kosten van basislast bedraagt dus: 113 € / 1 713 kWh = 0,066 € / kWh (14,5 ct / kWh).

- Brandstofkosten en gemiddelde vermogensvergoeding (dubbel tarief voor de 'wintermaanden') tijdens kantooruren onder d, is als volgt berekend. Het gemiddeld afgenomen vermogen (volgens de definitie) is 1,25 * 2 570 / 3 341 = 0,96 kVA.

	kVA	€ / kVA	Aantal maanden incl. dubbele (12+4)	Totaal €
Vermogens-vergoeding	0,96 1,25	7,29 * 40 % 7,29 * 60 %	16 16	45 88
	kW	€ / kWh	Aantal uren per jaar	Totaal €
kWh vergoeding	1 1	0,0273 (plateau) 0,0227 (dal)	2 570	70
Totaal				203

De kosten van basislast bedraagt dus: 203 € / 2570 kWh = 0,079 € / kWh (17,4 ct / kWh).

- Brandstofkosten en alleen dubbele vermogensvergoeding tijdens kantooruren *'s winters* afgenomen vermogen onder e, is als volgt berekend. Het gemiddeld afgenomen vermogen is 1,25 * 857 / 1 114 = 0,96 kVA.

	kVA	€ / kVA)	Aantal *winter maanden*	Totaal €
Vermogens-vergoeding	0,96 1,25	7,29 * 40 % 7,29 * 60 %	8 8	22 44
	kW	€ / kWh	Aantal uren per jaar	Totaal €
kWh vergoeding	1 1	0,0273 (plateau) 0,0227 (dal)	857	23
Totaal				89

De kosten van basislast bedraagt dus: 89 € / 857 kWh = 0,104 € / kWh (22,8 ct / kWh).

- Piekgebruik tijdens het in de kantooruren *'s winters* afgenomen vermogen onder f, is als volgt berekend. Het gemiddeld afgenomen vermogen is 1,25 * 171 / 1 114 = 0,19 kVA.

	kVA	€ / kVA)	Aantal *winter maanden*	Totaal €
Vermogens-vergoeding	0,19 1,25	7,29 * 40 % 7,29 * 60 %	8 8	5 44
	kW	€ / kWh	Aantal uren per jaar	Totaal €
kWh vergoeding	1 1	0,0273 (plateau) 0,0227 (dal)	171	5
Totaal				54

De kosten van pieklast bedraagt dus: 54 € / 171 kWh = 0,315 € / kWh (69 ct / kWh).

- Sporadisch piekgebruik voor het tijdens kantooruren *'s winters* afgenomen vermogen onder g, is als volgt berekend. Het gemiddeld afgenomen vermogen is: 1,25 * 17 / 1 114 = 0,019 kVA.

	kVA	€ / kVA)	Aantal *winter maanden*	Totaal €
Vermogens-vergoeding	0,019 1,25	7,29 * 40 % 7,29 * 60 %	8 8	0,5 44
	kW	€ / kWh	Aantal uren per jaar	Totaal €
kWh vergoeding	1 1	0,0273 (plateau) 0,0227 (dal)	17	0,5
Totaal				45

De kosten van pieklast bedraagt dus: 45 € / 17 kWh = 2,65 € / kWh (582 ct / kWh).

Overigens zijn de tarieven afhankelijk van de contractvorm met het energieleverende bedrijf of bedrijven en in de steeds verder geliberaliseerde markt kan daar in de toekomst belangrijke wijzigingen in optreden. Piekverbruikers kunnen het contractueel overeengekomen vermogen sterk verhogen en veroorzaken dus extra kosten. Voor beoordeling van een specifieke verbruiker moet een berekening worden gemaakt met de op dat moment geldende tarieven.

Ter illustratie is in tabel 2-3 de elektriciteitsrekening van ECN voor december 1999 gegeven.

Tabel 2-3: *Elektriciteitsrekening van ECN van december 1999.*

Omschrijving	Verbruik	Tarief of heffingsgrondslag	Kosten kf	Kosten k€
1 **Vaste vergoeding** Per levering per maand	-	-	0,19	0,086
2 **Vermogensvergoeding**				
• Gemiddeld afgenomen vermogen	1001 kVA	*f* 12,9 / kVA	12,9	5,8
• Contractueel beschikbaar gesteld vermogen	2000 kVA	*f* 19,3 / kVA	38,6	17,5
3 **kWh-vergoeding**				
• Basisprijs	$1070 \cdot 10^3$ kWh	1,40 ct /kWh	15,1	6,8
• Brandstofkosten				
- Plateau-uren tarief	$540 \cdot 10^3$ kWh	5,92 ct /kWh	32,2	14,6
- Daluren tarief	$530 \cdot 10^3$ kWh	4,96 ct /kWh	26,4	11,9
4 **Regulerende energiebelasting**	kWh	0,22 ct /kWh	0,18	0,081
5 **Periodieke onderhoud / storingskosten**	-	-	4,3	1,9
Totale kosten (excl. BTW)			129,9	58,8
BTW		+	22,7	10,3
Totale kosten (incl. BTW)			152,7	69,1

Een eerste aspect dat opvalt is dat het onderscheid in brandstofkosten tussen plateau- en daluren bijna een cent bedraagt. Mocht er zich echter een incidentele overschrijding van het contractueel beschikbaar gesteld vermogen voordoen van bijvoorbeeld 10 kVA dan leidt dit een verhoging van de kosten met *f* 193, (€ 87) per wintermaand. Bij een volgende overschrijding binnen een periode van 12 maanden wordt direct het beschikbaar gestelde vermogen met de hoogste overschrijding opgehoogd, en wordt deze verhoging voor gehele jaar doorberekend ofwel circa € 700 per jaar.

2.4 Kosten van aardgas

De verdeling van de tarieven over de diverse schijven is weergegeven in tabel 2-4.

Tabel 2-4: *Tarieven per zone in ct / m³ en in €ct / m³ (NUON 1 februari 2000).*

Zone in m³	Wkk (ct / m³)	Wkk (€ct / m³)	Overig (ct / m³)	Overig (€ct / m³)	REB[1)] (ct / m³)	REB[1)] (€ct / m³)
0 - 800	27,350	12,376	40,845	18,482	-	-
800 - 5 000	27,350	12,376	40,845	18,482	20,820	9,421
5 000 - 170 000	27,350	12,376	40,845	18,482	11,440	5,176
170 000 - 1 000 000	27,350	12,376	32,850	14,864	1,540	0,697
1 000 000 - 3 000 000	27,350	12,376	32,850	14,864	-	-
3 000 000 - 10 000 000	27,350	12,376	28,650	12,964	-	-
10 000 000 - 50 000 000	26,570	12,023	26,070	11,796	-	-

[1)] REB = regulerende energiebelasting

De regulerende energiebelasting (REB), ook wel ecotax genoemd, kent zogenaamde tarief-schijven. Deze belasting wordt per afnemer geheven.

2.5 Marginale kWh-kosten

Bij het omrekenen van een energiebesparing naar een financiële besparing wordt vaak gerekend met een gemiddelde kWh-prijs. In feite zou moeten worden gerekend met een marginale kWh-prijs, omdat anders de vaste kosten worden verhuld [18]. Deze marginale kWh-prijs bestaat voor grootgebruikers uit vijf componenten:

- Basisprijs: vast,
- Brandstofkosten: afhankelijk van tijdstip,
- Vergoeding voor gemiddeld vermogen: afhankelijk van tijdstip,
- Regulerende energiebelasting (REB): afhankelijk van jaargebruik,
- Vergoeding piekbelasting of beschikbaar gesteld vermogen: bij afname tijdens de piektijden.

In tabel 2-2 zijn de kosten van 1 kWh weergegeven voor een aantal veronderstelde gebruikspatronen. Daaruit blijkt dat de kosten sterk verschillen. De daarbij gegeven rekenmethode sluit aan bij de bovengenoemde methode voor de berekening van de marginale kWh prijs.

2.6 Berekening terugverdientijden

Bij het berekenen van kostenbesparingen verdient aanbeveling om in plaats van met een vaste kWh-vergoeding te rekenen met de volgende procedure, die expliciet rekening houdt met de tijdstippen van energiebesparing en de besparing op het beschikbaar gestelde vermogen [18].

1. *Bepaal de tijden waarop energiebesparing plaatsvindt*
   Maak daarbij onderscheid tussen plateau- en daluren, en tussen wintermaanden en overige maanden.
2. *Bereken hieruit de marginale kWh-prijs*
   Deze is opgebouwd uit: vaste kosten, brandstofkosten en de vergoeding voor gemiddeld afgenomen vermogen.
3. *Verdisconteer REB*
   Bepaal in welke 'schijf' van de REB de marginale kWh-kosten vallen. Indien het jaargebruik hoger is dan de bovengrens van de REB, zijn de marginale REB-kosten nul.
4. *Bereken de financiële besparing op elektrische energie (in gld/jr)*
   Dit is gelijk aan de bedrijfstijd x vermogen x marginale kWh-prijs.
5. *Bepaal de besparing op het beschikbaar gestelde vermogen (in gld/jr)*
   Een verlaging van het beschikbaar gesteld vermogen van 100 kVA bespaart € 7 000 per jaar.
6. *Bepaal de terugverdientijd*
   De eenvoudigste manier is het delen van de investeringskosten door de totale besparing per jaar.

2.7 Vergelijking energiegebruik 1999 en 1998

In tabel 2-5 is het energiegebruik van ECN weergegeven zoals het gebouwbeheersysteem (GBS) dat registreert. De gegevens van 1999 zijn vergeleken met die van 1998.

Tabel 2-5 en 2-6 betreffen het elektriciteitsgebruik en in tabel 2-7 zijn de gegevens van het aardgasgebruik vermeld. Het verbruik van 1999 is daarin vergeleken met dat van 1998. De gegevens en de naamgeving van de meetgroepen zijn afkomstig uit [8,9]. De gedetailleerde GBS verbruiksgegevens van het aardgas zijn met de NUON gegevens gecorrigeerd voor meetverschillen (incl. afwijkingen voor calorische waarde en druk- en temperatuurcorrecties).

Bij de vergelijking worden de toename van het verbruik vermeld. Bij besparingen is de toename negatief. De procentuele toename is gebaseerd op het gebruik van 1998. Tevens is het aandeel van het genoemde gebruik vergeleken met het totale ECN gebruik ter ondersteuning van het totaalbeeld.

Tabel 2-5: *Elektriciteitsgebruik ECN 1999 – 1998 (GBS en NUON gegevens).*

Elektriciteitsverbruik[1)]	1999	1998	1999-1998		1999
	10^3 kWh	10^3 kWh	Toename 10^3 kWh	Relatieve Toename (%)	Fractie ECN gebruik (%)
Verbruik ECN 3 (volgens GBS)	3 545	3 652	- 107	-2,9	35
Nedwind 30 geleverd (Lok. E)	- 544	- 728			
Totaal GBS	3 001	2 924			
Meetverschillen	+ 351[2)]	- 8			
Inkoop NUON voor ***ECN 3***	3 353	2 916			
Verbruik ECN 4 (volgens GBS)	3 786	3 700	86	2,3	37
WKC geleverd	- 520	- 837			
Meetverschillen	- 134	- 172			
Totaal GBS	3 266	2 863			
Inkoop NUON voor ***ECN 4***	3 132	2 691			
Verbruik ECN 5 (volgens GBS)	1 243	1 013	230	23	12
Totaal GBS	1 243	1 015			
Meetverschillen	- 1	- 2			
Inkoop NUON voor ***ECN 5***	1 242	1 012			
Verbruik ECN 6 (volgens GBS)	1 463	1 507	- 44	-3,0	14
Windmaster geleverd (Lok. C)	- 1	- 1			
Totaal GBS	1 464	1 508			
Meetverschillen	18	19			
Inkoop ENW voor ***ECN 6***	1 481	1 524			
Totale inkoop NUON voor ECN	**9 208**	**8 143**	**1 065**	**13**	**90**
Totaal eigen opwekking	**1 064**	**1 565**	**- 501**	**-32**	**10**
Elektriciteitsverbruik ECN totaal	**10 271**	**9 710**	**561**	**5,8**	**100**

Noot:

1) Bij de berekening van de getallen is met meer decimalen gerekend, door afrondingen treden soms kleine verschillen bij bewerkingen op.
2) Meetverschil i.v.m. buiten werking zijn van het gebouwbeheersysteem (GBS)
   De perioden van het buiten werking zijnde van het GBS betreffen:
   - 20/07/'99 van 09:00 uur t/m 12:00 uur (4 uur);
   - 03/08/'99 07:00 uur t/m 08/08/'99 00:00 uur (4 dagen en 16 uur);
   - 23/08/'99 19:00 uur t/m 28/08/'99 20:00 uur (5 dagen en 1 uur);
   - 09/11/'99 15:00 uur t/m 10/11/'99 19:00 uur (1 dag en 4 uur);
   - 13/11/'99 05:00 uur t/m 20:00 uur (17 uur)
   - 23/12/'99 11:00 uur t/m 26/12/'99 01:00 uur (2 dagen en 15 uur)
   - 27/12/'99 01:00 uur t/m 23:00 uur (23 uur)

Tabel 2-6: *Gedetailleerd overzicht elektriciteitsgebruik ECN 1999–1998 (GBS registratie).*

Elektriciteitsverbruik[1]	Geb.	1999	1998	1999-1998		1999
		10^3 kWh	10^3 kWh	Toename 10^3 kWh	Relatieve toename (%)	Fractie ECN gebruik (%)
ECN 3						
Vd07 Brandweer / Controle kamer / Bewaking / SPG[2]	1/2/3	211	195	16	8	2,1
Chemie	4/5	1 439	1 436	3	0,2	14,3
Materiaalkunde	6	442	445	-3	-0,7	4,4
3e trafo-Compressorstation	11	688	808	-120	-14,8	6,9
GBD	15	754	759	-5	-0,6	7,5
Vd02 Ketelhuis kracht	204	5	3	2	60,0	0,0
Nedwind 30 (opgenomen)	Lok. E	6	6	-0,1	-1,7	0,1
Verbruik ECN 3		*3 545.*	*3 652*	-107	-2,9	*35*
ECN 4						
Centraalmagazijn + DE loods	19	137	112	25	22,6	1,4
Decontaminatiegebouw	21	608	474	134	28,2	6,1
Vd06 DWT loodsen licht &kracht	25	405	405	-0,2	0,0	4,0
Fermi gebouw	28	126	119	7	6,2	1,3
Centrale Werkplaats	29	752	767	-15	-1,9	7,5
4e trafostation/WKC opgenomen	30	35	25	10	40,0	0,3
Algemeen laboratorium	31	180	264	-84	-31,8	1,8
Forum	32	380	385	-5	-1,2	3,8
Rekencentrum	33	527	555	-28	-5,0	5,3
Kantoorgebouw	34	497	453	44	9,6	4,9
DE kantoorgebouw	40	138	141	-2,8	-2,0	1,4
Verbruik ECN 4		*3 786*	*3 700*	*86*	*2,3*	*38*
ECN 5						
ET gebouw	35	867	740	127	17,1	8,6
Vd06 Brandstofcellen gebouw	38	279	143	136	95,2	2,8
Vd05 KCG hal	39	97	131	-34	-25,7	1,0
Verbruik ECN 5		*1 243*	*1 013*	230,1	22,7	*12*
ECN 6						
Materiaalkunde	6	70	96	-27	-27,6	0,7
Hot Cell Laboratory (HCL)	7	1 292	1 305	-13	-1,0	12,9
Drinkwaterpompstation	14	96	93	2,5	2,7	1,0
Windmaster (opgenomen)	Lok. C	6	13	-7	-56,9	0,1
Verbruik ECN 6		*1 463*	*1 507*	-44	-2,9	*14*
		10 037	9 872	164,7	1,7	100,0

Noten:

1) Bij berekening van de getallen is met meer decimalen gerekend, door afrondingen treden soms kleine verschillen bij berekeningen op.

2) SPG staat voor semi permanent gebouw.

Tabel 2-7: *Aardgasgebruik ECN 1999 – 1998 (GBS).*

Gasverbruik[1)]	Geb.	1999	1998	1999-1998		1999
		10^3 m^3	10^3 m^3	Toename 10^3 m^3	Relatieve toename (%)	Fractie ECN gebruik (%)
Inclusief correctiefactor		**1,10**	**1,10**			
Wachtgebouw bewaking	1	3,4	4,1	-0,7	-16	0,2
Brandweer garage	2	19	25	-6	-23	1,3
Semi-permanent gebouw	3	7,4	0,0	7,4	100	0,5
Chemie hoogbouw	4	136	209	-74	-35	8,8
Chemie laagbouw warmwaterboiler	5	10,1	11,2	-1,1	-10	0,7
Hot Cell Laboratory (HCL)	7	266	324	-58	-18	17,3
Glas instrumentenmakerij	10	1,0	2,9	-1,9	-67	0,1
Kantoor/ compressorstation	11	3,4	6,2	-2,8	-45	0,2
Compressorstation gasmotor	11	123	85	38	45	8,0
Noodstroom centrale	13	23,7	26,2	-2,5	-9	1,5
GBD	15	187	174	13	7	12,2
DE loods	19	24,0	21,4	2,6	12	1,6
Magazijn/ distributie loods	20	5,3	6,3	-1,0	-16	0,3
Unit magazijn distributie	52	3,7	4,2	-0,5	-12	0,2
DWT Decontaminatie gebouw	21	107	100	7	7	7,0
DWT opslag loods laagactief	24	26,1	27,4	-1,3	-5	1,7
Fermi	28	25,0	26,2	-1,2	-5	1,6
Warmtekracht/ Trafo 4	30	264	330	-67	-20	17,1
Algemeen laboratorium	31	0,1	0,2	-0,1	-35	0,0
Forum	32	129	143	-14	-10	8,4
ET gebouw	35	91,4	127	-36,0	-28	5,9
Cocon	37	9,2	10,3	-1,1	-11	0,6
Brandstofcellengebouw	38	42,3	41,0	1,3	3	2,7
KCG gebouw	39	15,0	24,5	-9,5	-39	1,0
DE gebouw	40	12,1	13,4	-1,2	-9	0,8
Unit bij glas-instrumenten makerij	54	2,9	3,1	-0,2	-6	0,2
Unit bij wachtgebouw bewaking	62	2,0	2,3	-0,3	-11	0,1
DWT gasmeter voor monitoring	21	0,5	1,7	-1,2	-72	0,0
Totaal		1539,5	1750,3	-210,8	-12	100,0
Gasreduceer station	> 100 m^3/uur	1306,1	1544,8	238,7	15	84,4
	< 100 m^3/uur	240,5	205,9	-34,6	-17	15,6
Totaal		**1546,6**	**1750,7**	**-204,1**	**-13**	**100**

Noot:

1) Bij berekening van de getallen is met meer decimalen gerekend, door afrondingen treden soms kleine verschillen bij berekeningen op.

Bij de vergelijking van het elektriciteitsverbruik treden de volgende opvallende verschillen op die staan vermeld in tabel 2-8. De waargenomen stijging of daling van het elektriciteitsgebruik bij gebouwen kan bijvoorbeeld zijn veroorzaakt door:

- oprichting van een nieuw gebouw op terrein, bijv. het SPG dat is toegevoegd aan (gebouw 1/2),
- hogere bezettingsgraad dan in 1998 bijv. gebouw 34,
- nieuwe activiteiten c.q. experimenten zoals gebouw 35 en 38, of
- een combinatie van redenen zoals bij het DWT.

Aanbevolen wordt om de verschillen in het aardgasverbruik op een vergelijkbare wijze te verklaren.

Tabel 2-8: *Overzicht van belangrijke stijging en daling bij gebruikers.*

Stijgers	Absoluut in kWh (stijging > 2 % ECN verbruik)	Relatieve stijging	Opmerkingen
• Brandweer/ Controle kamer / Bewaking / Semi permanent gebouw (SPG) (01/02/03)	$16 \cdot 10^3$ kWh	8 %	Nieuw gebouw geplaatst
• DTW (25)	$133 \cdot 10^3$ kWh	33 %	Wasserij, slibdrooglijn, experimentele sludge scheiding, zware metalen en activiteit
• ET gebouw (35)	$127 \cdot 10^3$ kWh	17 %	Nieuwe activiteiten biomassa, brandstofcellen
• Brandstofcellen gebouw (38)	$136 \cdot 10^3$ kWh	95 %	Nieuwe experimenten
• Kantoor gebouw (34)	$44 \cdot 10^3$ kWh	12 %	Hogere bezettingsgraad
Dalers	(daling > 2 % ECN verbruik)		
• 3^E Trafo - Compressorstation (11)	$- 120 \cdot 10^3$ kWh	- 15 %	Wkk gasmotor substitueert elektriciteit
• KCG hal (39)	$- 34 \cdot 10^3$ kWh	- 26 %	Minder activiteiten
• Rekencentrum (33)	$- 28 \cdot 10^3$ kWh	-5 %	Leegstand
• Materiaalkunde (6)	$- 27 \cdot 10^3$ kWh	- 28 %	Minder activiteit

2.8 Normering per FTE

Een vergelijking van het energieverbruik per eenheid 'product' is bij Meerjarenafspraken in verschillende sectoren in het bedrijfsleven een gangbare wijze van normering. Voor energie-onderzoek is een hanteerbare maat voor het resultaat van de activiteiten niet te definiëren. Daarom is gekozen om het primair energieverbruik per 'Full Time Equivalent' (FTE) als maatstaf te hanteren bij de vergelijking en voor de formulering van besparingsdoelstellingen voor 2020.

Daarnaast zal het energieverbruik in drie clusters worden opgesplitst om besparingsmaatregelen te definiëren, uit te voeren en te evalueren. Deze clusters betreffen:

- Projectgebonden energieverbruik (voor energie-intensieve projecten);
- Facilitaire ondersteuning zoals perslucht, intensieve ventilatie; en
- Typische kantoorfuncties met voornamelijk verlichting, verwarming en kantoorapparatuur.

Voor elk van deze clusters kunnen de maatregelen worden geëvalueerd naar 'good house keeping', 'energie-efficiencyverbetering' en 'strategische vervanging', overeenkomstig de richtlijnen van Novem.

In tabel 2-9 is het aantal medewerkers en FTE's weergegeven volgens opgave en rubricering door ECN Personeel & Organisatie. Het gevolgde ECN beleid heeft na een beperkte

reorganisatie in 1995 geresulteerd in een jaarlijkse groei van het aantal medewerkers van circa 4 % per jaar.

Tabel 2-9: *Overzicht medewerkers bij ECN 1995-1999.*

Omschrijving	Referentie jaar 1995	1996	1997	1998	1999	Opmerking
Aantal medewerker	863	866	936	971	1047	Betreft ultimo-standen, dus per 31 december van de genoemde jaren.
Totaal aantal FTEs[1)]	**813,2**	**818,9**	**879,8**	**913,4**	**975,1**	
Vast volledig	*677*	*658,5*	*643,3*	*691,0*	*722,8*	
Vast deeltijd	*4,5*	*2,7*	*3,9*	*3,5*	*1,6*	
Tijdelijk	*29,5*	*56,5*	*139,6*	*131,7*	*137,0*	
Promovendi	*16,8*	*13,8*	*12,8*	*12,8*	*10,8*	
Praktikanten	*46,3*	*46,2*	*44,8*	*39,2*	*35,3*	
Uitzendkrachten	*24,2*	*28,2*	*21,2*	*29,0*	*44,5*	
Inleenkrachten	*11,0*	*9,0*	*12,2*	*6,2*	*20,6*	
Gast medewerkers en diversen.	*4,0*	*4,0*	*2,0*	*0*	*2,0*	
Toename t.o.v. 1995	-	0,7 %	8,2 %	12,3 %	19,9 %	
Gemiddelde jaarlijkse toename	-	-	4,1 %	4,1 %	5,0 %	

Door de bundeling van de nucleaire onderzoeksactiviteiten van ECN en KEMA in NRG als dochter van ECN dient bij toekomstige vergelijkingen van het normverbruik te worden uitgegaan van het aantal FTE's op de locatie Petten. De personele bezetting van NRG voor de bedrijfsvoering van de HFR worden meegeteld in de FTE's, terwijl het energieverbruik van de HFR niet wordt beschouwd (m.u.v. indirect verbruik door perslucht). Activiteiten van NRG onderzoekslocatie Arnhem vallen hierbuiten.

In 2000 is een aantal medewerkers van ECN Beleidsstudies op min of meer permanente basis werkzaam op een locatie in Amsterdam. Voor de berekening over 2000 dient hiermee rekening te worden gehouden.

2.9 Primair Energieverbruik en CO_2-emissie per FTE

Het berekende verbruik van primaire energie en de CO_2-emissie voor de onderzoekslocatie Petten is weergegeven in tabel 2-10. Tevens zijn de genormeerde waarden per FTE vermeld. Bij de berekening van primair energiegebruik en CO_2 emissies zijn verschillende omrekenings-factoren in gebruik. In bijlage D staan de omrekeningsfactoren vermeld zoals Novem die beschrijft in de *Energiegids 1998.*

De berekeningsmethode is in een Excel *spreadsheet* vastgelegd en de tussenresultaten van deze berekening zijn weergegeven in tabel 2-11. Een uitgebreide beschrijving van de berekenings-methode is vermeld in [2]. Enkele begrippen uit tabel 2-11 staan hieronder toegelicht.

- *Saldo inkoop* is het verschil van de inkoop van ECN bij het energie leverend bedrijf (ELB) en wat er door Nedwind 46 direct wordt geleverd aan het ELB. De Nedwind 46 is namelijk rechtstreeks op het energienet van het ELB aangesloten.
- *Duurzame energie* is de som van wind- en zonne-energie.
- *Substitutie fossiele energie door duurzame bronnen* betreft het vermeden verbruik van primaire energiedragers waarbij het aantal kWh is omgerekend naar Joule (vermenigvuldigen met $3{,}6 \times 10^6$) en is teruggerekend naar primaire energie met een conversierendement van 42 %.

- *Vermeden CO_2 door duurzame energie* is de uitstoot van CO_2 die zou zijn geproduceerd indien de duurzame energie met fossiele bronnen is opgewekt.
- *Finaal verbruik elektriciteit* is de som van de gebruikte kWh van het ELB, eigen opwekking met duurzame bronnen en met de WKK.
- *Totaal aardgasverbruik met correctie voor graaddagen* is de som van het thermische gebruik van aardgas gecorrigeerd voor graaddagen t.o.v. het referentiejaar 1995 en het niet thermisch gebruik (dat wil zeggen voor krachttoepassingen), zie [2] voor de definitie van deze begrippen.

Tabel 2-10: *Primair energieverbruik en CO_2-emissie per FTE, ECN 1999-1998.*

Omschrijving		*1995*	**1998**	**1999**	**1999-1998**	**Toename**
Primair energieverbruik	10^{12} J	*132,3*	132,7	130,2	- 2,5	-1,9 %
Duurzame energie	10^{12} J	*4,2*	13,5	7,1	- 6,4	- 47,4 %
CO_2-emissie	10^6 kg	*7,93*	7,33	8,07	0,74	10,1 %
Aantal FTEs	-	*813,2*	913,4	975,1	61,7	6,8 %
Normverbruik	10^9 J / FTE	***163***	**145,5**	**140,8**	**4,7**	**3,2 %**
Aandeel duurzame energie in normverbruik	10^9 J / FTE	***5,2***	**14,8**	**7,3**	**- 7,5**	**- 50,7 %**
CO_2-emissie per FTE	10^3 kg / FTE	***9,75***	**8,02**	**8,28**	**0,26**	**3,2 %**
Vermeden CO_2-emissie door duurzame energie	10^3 kg / FTE	***0,31***	**0,98**	**0,48**	**- 0,5**	**- 51 %**

ECN streeft ernaar om in overeenstemming met de doelstelling van de Derde Energienota in 2020 een efficiency verbetering te realiseren van 33 % ten opzichte van het referentiejaar 1995. Van het resterende energieverbruik (67%) wordt tenminste 10% geproduceerd met duurzame middelen [16]. In combinatie resulteert deze doelstelling in een CO_2 reductie per FTE van 40 % (= reductie van 40 % / 25 jr = 1,6 % per jaar).

Doelstellingen voor 2020

• **CO_2-emissie (60 % t.o.v. 1995)**	**5,85 ton / FTE**
• **normverbruik van energie (66 % t.o.v. 1995)**	**108 GJ / FTE**
• **duurzame energie (10 % van normverbruik)**	**10,8 GJ / FTE**

Deze jaarlijkse doelstelling zijn nu met een ruime marge gehaald, zie figuur 2-1 en 2-2, echter de bedrijfsomstandigheden waren de afgelopen jaren zeer gunstig. Het aantal FTE is van 1995 tot 1999 namelijk sterk gegroeid (jaarlijks 4 %) waardoor het min of meer gelijk blijvend energieverbruik resulteerde in een aanzienlijke reductie per FTE. Door de aanzienlijk hogere bijdrage van duurzame energie is de CO_2-emissie per FTE sterker gedaald. De doelstellingen voor de CO_2–emissie en het normverbruik zijn respectievelijk in figuur 2-1 en 2-2 weergegeven samen met de realisaties voor 1995, 1996, 1997, 1998 en 1999. In bijlage E staan de CO_2 gegevens cijfermatig weergegeven.

Tabel 2-11: *Berekeningsmethode voor tabel 2-10.*

Beschrijving	*Eenheid*	*1995*	*1998*	*1999*
Elektriciteit				
Inkoop elektriciteit ELB	10^3 kWh	8 610	8 144	9 208
Directe levering Nedwind 46 aan NUON	- 10^3 kWh	0	841	280
Saldo inkoop	**10^3 kWh**	**8 610**	**7 303**	**8 928**
Eigen productie				
- Wind	10^3 kWh	481	1 570	824
- Zon	+ 10^3 kWh	7	6,4	5,3
Duurzame energie	**10^3 kWh**	**488**	**1 576**	**829,3**
Substitutie fossiele energie door duurzame bronnen	TJ	4,18	13,51	7,11
Vermeden CO2 door duurzame energie	**ton CO_2**	**277**	**895**	**471,0**
Warmtekrachtcentrale	10^3 kWh	717	837	520
Totaal eigen opwekking	10^3 kWh	1 205	2 413	1 349
Verbruikssaldo	10^3 kWh	9 098	8 879	9 757
Finaal verbruik elektriciteit	10^3 kWh	9 815	9 716	10 277
Finaal verbruik primaire energie elektriciteit	TJ	84,1	83,3	88,1
Primaire energie (betreffende inkoop)	TJ	73,8	62,6	76,5
Emissie CO_2	**ton CO_2**	**4 891**	**4 148**	**5 071**
Aardgas				
Inkoop aardgas ELB	**10^3 m^3**	**1 720**	**1 751**	**1 547**
Energie inhoud ingekocht gas	TJ	54,4	55,4	49,0
WKC gasverbruik	10^3 m^3	238	270,9	164,6
Energie-inhoud WKC gas	TJ	7,5	8,6	5,2
Niet-thermisch gebruik aardgas door WKC	TJ	2,6	3,0	1,9
Rendement WKC	%	34,3	35,1	35,9
Gasmotor-compressor gas	10^3 m^3	0,0	76,8	111,8
Gasmotor-compressor energie	TJ	0,0	2,4	3,5
Niet-thermisch aardgas (kracht)	TJ	0,0	0,8	1,2
Thermisch gebruik aardgas	TJ	51,9	51,6	45,9
Graaddagen		2 934	2 857	2 659
thermisch aardgasverbruik gecorrigeerd voor graaddagen	TJ	51,9	53,0	50,6
Totaal aardgasverbruik met correctie voor graaddagen	TJ	54,4	56,8	53,7
Totaal aardgasverbruik met correctie voor graaddagen	10^3 m^3	1 720	1 795	1 697
Emissie CO_2	**ton CO_2**	**3 044**	**3 177**	**3 004**
Totale CO_2 emissie	**ton CO_2**	**7 935**	**7 325**	**8 075**
Full time equivalent		**813,2**	**913,4**	**975,1**
CO_2 per FTE		**9,76**	**8,02**	**8,28**
Het niet-thermisch gasverbruik is berekend door				
1. Wkc * 3.6 * 10^3	TJ	2,6	3,0	1,9
2. Gasmotor-compressor				
Primair energieverbruik	TJ	128,2	119,4	130,2
Duurzame energie	TJ	4,18	**13,51**	**7,11**
Normverbruik	TJ	132,4	132,9	137,3
Primair energieverbruik per FTE	GJ / FTE	157,7	130,7	133,6
Aandeel duurzame energie in normverbruik	GJ / FTE	5,1	14,8	7,3
Normverbruik per FTE	GJ / FTE	162,8	145,5	140,8
Totale CO_2-emissie van ECN	**Ton CO_2**	**7 935**	**7 325**	**8 075**
CO_2 per FTE		9,76	8,02	8,28
CO_2 substitutie		0,34	0,98	0,48
totaal CO_2 equivalent		10,10	9,00	8,76

ELB = Energieleverend bedrijf

Figuur 2-1: *CO_2-emissie per FTE*

Figuur 2-2: *Energieverbruik per FTE, behorend bij de CO_2 doelstelling*

3. OPZET EN UITVOERING VAN INVENTARISATIE

3.1 Inleiding

Energiebesparing is van groot belang vanwege internationale afspraken over het klimaatbeleid. Dit besparingsbeleid wordt ondersteund met instrumenten zoals meerjarenafspraken (MJA's) over verbetering van de energie-efficiency en het convenant Benchmarking en eveneens met diverse aanvullende acties van ontwikkeling van standaards tot aantrekkelijke fiscale regelingen.

Ook de Wet milieubeheer omvat sinds maart 1993 de zorg voor een zuinig gebruik van energie. De circulair *Energie in de milieuvergunning* [3] geeft een acceptabele werkwijze over de behandeling van het onderwerp Energie in de vergunning. Een analyse van het huidige energiegebruik vormt de basis voor een evaluatie van maatregelen om het gebruik te beperken, restwarmte te benutten of integratie van duurzame energie en efficiënte warmtekracht te bevorderen.

Bij de toepassing van de meerjarenafspraken wordt een energie-efficiency index gehanteerd waarbij het energiegebruik per eenheid product word vergeleken met het referentiegebruik zoals dat in het gehanteerde referentiejaar is vastgesteld. Deze zogenoemde doelvoorschriften geven bedrijven de mogelijkheid de meest efficiënte maatregelen te realiseren.

Voor het nieuwe BEP wordt overeenkomstig de circulaire van de overheid [3] de energiegebruikende apparaten geïnventariseerd om inzicht te verkrijgen in het energiegebruik en van mogelijke besparingsmaatregelen. De inventarisatie is uitgevoerd aan de hand van een opgesteld formulier. Op basis van de aldus verkregen gegevens kunnen de concrete besparingsmaatregelen worden geëvalueerd zowel in termen van energiegebruik als in kosten. Bij de controle van de doelvoorschriften betreffende energiegebruik (zoals energiegebruik per eenheid product) ontstaan soms moeilijk interpreteerbare zaken. Daarom geeft deze overzichtelijke inventarisatie voor het bevoegd gezag een aanvullend beoordelingsinstrument van de verrichte inspanningen aangaande efficiënt energiegebruik.

In dit hoofdstuk wordt de opzet en uitvoering van de inventarisatie van het energiegebruik per gebouw uitgewerkt. De aanpak uit de circulaire [3] is daarbij het uitgangspunt. Aanpassingen die de bruikbaarheid en toepasbaarheid vergroten zijn beschreven. De grafische verwerking van de geregistreerde gegevens heeft in een aparte sectie aandacht gekregen. Vervolgens is de gevolgde werkwijze bij de inventarisatie beschreven dat in overleg met FAC is vastgesteld. De opzet van het gebouwbeheersysteem en de registratie van de energiestromen in de diverse gebouwen bij ECN heeft bijzondere aandacht gekregen omdat een dergelijk overzicht momenteel niet voorhanden is. Tenslotte is het energieverbruik van HCL meer in detail geëvalueerd met als speciale maatregelen de toepassing van een warmtekrachtkoppeling.

3.2 Opzet energie inventarisatie formulier BEP-INV-001

Het inventarisatieformulier omvat vier tabellen en en twee typen figuren die hierna worden toegelicht.

3.2.1 Tabel (1) Algemene energiegerelateerde kenmerken

Deze tabel geeft een globaal beeld van activiteit, energiegerelateerde maatregelen en de inspanningen in het verleden. De tabel bevat het unieke gebouwnummer en de benaming die veelal een historische achtergrond heeft. Tevens is de contactpersoon vermeld als aanspreekpunt voor het gebouw. Daarnaast kunnen een of meer personen verantwoordelijk zijn voor het technisch beheer van ruimten zoals laboratoria en werkplaatsen.

De gebouwkenmerken worden hierna per onderdeel beschreven.

1 *Beschrijving van het gebouw*
Hier wordt aangegeven wat voor gebruik er in het gebouw aanwezig is er is een keuze uit 3 mogelijkheden of een mix daarvan, te weten:
- kantoor;
- laboratoria;
- facilitaire voorzieningen.

2 *Toelichting over het gebruik*
Hier kan worden vermeld welke unit(s) gebruik maken van het betreffende gebouw en welke meer generieke aspecten van toepassing zijn voor het gebouw zoals de bouwconstructie, het ventilatiesysteem, of aparte afzuiging van ruimten.

3 *Afmetingen, aantal verdiepingen en oriëntatie*
Hier worden de vloeroppervlakte en de inhoud van het gebouw gegeven met daarbij het aantal verdiepingen (indien aanwezig) en hoe het gebouw georiënteerd is. Tevens wordt het aantal werkplekken in het gebouw vermeld.

4 *Bouwjaar met uitbreidingen en renovaties en aantal werkplekken*
Hier wordt aangegeven wanneer het gebouw in gebruik is genomen en de uitgevoerde renovaties met datum indien van toepassing.

5 *Bijzondere energiegerelateerde bouwkundige voorzieningen*
Dit blok is opgedeeld in twee typen maatregelen met bijbehorende techniek te weten:
- Energie besparende maatregelen (EBM)
  - Warmteterugwinning
  - Daglichtbenutting (lichtkoepel e.d.)
  - Energie prestatie coëfficiënt (EPC) normering
  - Isolatie muren
- Eigen opwekking / duurzame energie
  - Warmtekrachtcentrale (WKC)
  - Speciale warmtekrachtkoppeling (WKK) (inclusief perslucht)
  - Biomassa
  - Warmte / koude opslag in systemen bijv. voor dag-nacht cycli
  - Warmte / koude opslag in de bodem, bijv. voor seizeonseffecten
  - Windenergie
  - Zonneboilers
  - Zonnecellen

6. *Korte beschrijving van uitgevoerde maatregelen*
   De reeds uitgevoerde besparingsmaatregelen worden kort aangegeven met de vormen van duurzame energie die worden toegepast.

7. *Referentie(s)*
   Relevante referenties van het gebouw worden vermeld; voorbeelden zijn de gebouwtekeningen, het brandweeraanvalsplan, recente energiestudies, of haalbaarheidstudies.

8. *Overzicht energiegebruik van de laatste 3 jaar*
   De energiestromen staan aangegeven die in het gebouw worden gebruikt. Aan de hand van de afgelopen drie jaar is te zien of het gebruik recent is toe of afgenomen.

9. *Voorgenomen of toekomstige maatregelen en opmerkingen*
   Voorgenomen of op termijn voorziene renovatie of sloop van het gebouw wordt hier vermeld. Ook wijziging van gebruik van het gebouw of delen daarvan worden aangegeven.

3.2.2 Tabel (2) Omvang en verdeling van het energiegebruik in 1999 volgens GBS

Deze tabel geeft het totaaloverzicht van de energiestromen van elektriciteit en aardgas voor het betreffende gebouw. De verdeling van het elektriciteitsgebruik over geregistreerde kracht en lichtgroepen wordt weergegeven en indien van toepassing kan het oliegebruik worden vermeld. Het watergebruik wordt gegeven voor een compleet beeld. Het persluchtgebruik wordt momenteel bij de afnemers niet bemeterd echter het gerelateerde energiegebruik is aanzienlijk (circa 7 % elektriciteit en 8 % aardgas van totale primaire energiegebruik van ECN) en bemetering is een aandachtspunt bij uitbreiding of renovatie van de registratie. Daarom is ook voor perslucht ruimte gereserveerd.

Momenteel staan de kosten zowel vermeld in guldens als in euro's; bij een aanpassing van het format wordt aanbevolen om de kolom met de guldens te vervangen door de overeenkomstige CO_2-emissie.

3.2.3 Tabel (3) Overzicht installaties en bedrijfstijden

Deze tabel geeft een overzicht van de energiegebruikende apparaten. Daarbij wordt achtereenvolgens aangegeven het aantal, het vermogen per eenheid (kWh of m^3/h), het totaal vermogen, het geschat aantal draaiuren en de totaal gebruikte hoeveelheid energie. Indien beschikbaar is het nummer van de ruimte aangegeven.

Voor de apparaten in de krachtgroep is het format van de tabel enigszins aangepast. Per apparaat wordt daar achtereenvolgens vermeld: de component met codering (volgens tekening) en typen aanduiding, het nominale vermogen (overeenkomstig apparaat aanduiding), het aantal draaiuren (geschat of geregistreerd GBS) en het berekende elektriciteitsgebruik. Bij bijzonderheden wordt soms het gemeten stroomgebruik vermeld.

Bij de inventarisatie is gebruik gemaakt van werkbladen in Microsoft Excel, waardoor rekenkundige bewerkingen worden ondersteund. Deze werkbladen zijn weergegeven en geformatteerd in tabel 3 van het formulier.

3.2.4 Tabel (4) Bevindingen van het geïnventariseerde gebouw

In deze tabel worden de volgende zaken weergegeven:

- *Energieprijzen,* dit zijn de globale prijzen per eenheid voor aardgas, elektriciteit en water en eventueel andere energiebronnen welke gebouw- en gebruikerafhankelijk is. In paragraaf 2.3 en 2.4 wordt nader ingegaan op de tariefstructuur in het bijzonder voor elektriciteit.

- *Aandeel energiegebruik ECN,* wordt aangegeven in procenten van ECN totaal om een indruk te verkrijgen van het relatieve belang.
- *Energiegerelateerde kentallen*
  - *Elektriciteitsgebruik per m^2 vloeroppervlak,* dit betreft de verhouding tussen het elektriciteitsverbruik en het bruto vloeroppervlakte.
  - *Gasgebruik per m^3 gebouwinhoud,* voor verwarming is de relatie met de bruto gebouwinhoud een meer geschikte maat dan het vloeroppervlak.
  - *Watergebruik per m^3 gebouwinhoud,* betreft het watergebruik per jaar per bruto gebouwinhoud.
- *Bevindingen,* die op basis van de inventarisatie naar voren komen. De bevindingen zijn gebaseerd op inzichten uit de *walk down*, op gesprekken met gebruikers, op beschikbare rapporten en op nadere evaluaties.

De in het formulier genoemde verbruikscijfers betreffende aansluitvermogen zijn indicatief Deze cijfers zijn voldoende nauwkeurig voor deze inventarisatie echter voor ontwerp of ander gebruik is controle vereist. Voor een verdere evaluatie van mogelijk energiebesparende maatregelen kan bijlage B als vertrekpunt dienen.

3.2.5 Figuren van energiegebruik per geïnventariseerd gebouw

Het doel van de figuren is de volgende: ondersteuning aan de energiemonitoring om:

a) de gegevens van het gebouwbeheersysteem (GBS) te gebruiken als uitgangspunt bij de inventarisatie,
b) een beeld te verkrijgen van de mate van detail van de metingen en om mogelijk aan te geven op welke niveaus aanvullende metingen zijn gewenst, en
c) de samenhang tussen de monitoring en de inventarisatie te bevorderen.

In paragraaf 3.3 is de achtergrond en de opzet van de visuele presentaties van het energiegebruik beschreven.

3.3 Grafische presentatie van gegevens van energieverbruik

3.3.1 Algemeen

Bij ECN wordt door het GBS op een systematische wijze het energieverbruik geregistreerd waarbij een redelijk gedetailleerd beeld ontstaat van het verbruik bij de verschillende gebouwen en faciliteiten. De verwerking en presentatie van deze gegevens tot relevante informatie voor de gebruikers en management verkrijgt aandacht in een aparte activiteit. Ook bij de inventarisatie van de energieverbruikende apparatuur en installaties kan de gemeten energiestromen van nut zijn. Daarbij kunnen vragen worden beantwoord als hoe hoog is het verbruik tijdens werkdagen, hoeveel verbruikt de apparatuur 's nachts, is er een seizoensafhankelijkheid en zijn er opmerkelijke pieken of patronen. Tevens kan worden nagegaan of de geïnventariseerde apparaten het geconstateerde gebruikspatroon redelijk verklaren. Overigens is vooralsnog de aandacht vooral gericht op het totale verbruik.

Bij de keuze van een verwerkingsmethode is als uitgangspunt gehanteerd dat:

- min of meer algemeen beschikbare gereedschappen worden gebruikt zoals het Excel rekenprogramma,
- bewerkingen worden toegepast die met basiskennis van statistiek en dataverwerking zijn te begrijpen en zo mogelijk zijn uit te voeren.

In paragraaf 3.3.2 is beschreven welke mogelijkheden de GBS gegevens bieden. In paragraaf 3.3.3 is vervolgens de aanzet tot automatisering van de geselecteerde methode beschreven. Daarbij wordt ook rekening gehouden met praktische problemen als ontbrekende data. Als uiteindelijk doel kan worden vastgesteld dat de dataverwerking volledig wordt geïntegreerd in de kwartaalrapportages van het GBS waardoor zeer regelmatig een overzicht van het verbruik ontstaat en dus snel kan worden teruggekoppeld bij bijzondere trends. Verder overleg over opname in het energiezorgsysteem is gewenst.

Bij het uitwerken van de standaardverwerking is flexibiliteit en mogelijkheid tot aanpassing door eindgebruikers van belang omdat hierdoor de acceptatie en het gebruik sterk worden bevorderd.

3.3.2 Kenmerken van de GBS gegevens

Om na te gaan op welke wijze de geregistreerde gegevens in het GBS kunnen worden gebruikt om het verbruikspatroon van met name elektriciteit vast te stellen is in notitie [15] een aanpak uitgewerkt. Het uiteindelijke doel betreft het onderbouwen van de inventarisatie van energiegebruikende apparaten. In deze paragraaf worden de relevante zaken uit die notitie samengevat.

Doelstelling
Voor de inventarisatie van het energieverbruik per gebouw voor het BEP is een gedetailleerde opsomming vereist van energieverbruikende apparaten. Als controle op deze inventarisatie en ter ondersteuning van een discussie over het feitelijk verbruik is het gewenst inzicht te hebben in kenmerkende verbruikspatronen. Patronen die het meest tot de verbeelding spreken betreffen dag-nacht cycli met een onderscheid naar werkdagen en vrije dagen, (eventueel bij grote verbruikers ook naar dag in de week), het verloop over het jaar met mogelijk een trend, een effect van het seizoen of de vakantie, en tenslotte de belastingduurkromme over het jaar.

Analyse
Het beoogde resultaat betreft informatie over energieverbruikpatronen om mee te nemen bij:

- de inventarisatie van energieverbruikende apparatuur voor het BEP, en
- een discussie met betrokkenen zoals gebouwbeheerders, projectleiders, en andere belanghebbenden en geïnteresseerden.

Gestreefd wordt om de toegepaste methode voor het verkrijgen van de informatie zo helder en duidelijk te presenteren dat deze methode geen onderdeel van de discussie gaat worden en dat de aandacht kan blijven gericht om de zaak waar het om gaat. Het breed ervaren wantrouwen in statistiek wordt vaak geuit door varianten als in onderstaande vergelijking 'there are lies, there are damned lies, and there is statistics'.

Dataverwerking
De energieverbruikgegevens over 1998 en 1999 van het GBS voor het DE-gebouw zijn verkregen van J. Ivangh. De nauwkeurigheid van de gegevensregistratie is gericht op het vaststellen van kwartaal en jaarverbruiken en het detecteren van aanzienlijke afwijkingen van het verbruik gedurende het jaar. Het analyseren van week en dagverbruiken is door de toegepaste grove meter niet mogelijk, zie figuur 3-1. Een 'tik' van de meter komt overeen met een verbruik van 120 kWh en door een interferentie met een ander discretisatie-niveau worden vaak dubbele tikken geregistreerd.

Figuur 3-1: *Cumulatief verbruik elektriciteit van het DE-gebouw (02/03/'98 - 08/03/'98)*

Uit figuur 3-1 blijkt dat de meterstand tikken te grof zijn om een duidelijk dag en week patroon te visualiseren: In de gehele week werden slechts 13 enkele of dubbele tikken geregistreerd, voor zondag zelfs geen enkele. Voor het verkrijgen van de in deze analyse beoogde informatie is het GBS niet ontworpen en daarom zijn enkele verwerkingsstappen nodig om zinvolle informatie te verkrijgen. Hierbij wordt het principe van middeling enkele keren toegepast. In dit proces worden de pieken in het verbruik afgevlakt. Voor een indicatie van de verdeling van het elektriciteitsverbruik is een soort belastingduurkromme gemaakt. Echter voor het vaststellen van het daadwerkelijke piekverbruik is verbruiksmeter op basis van kwartierverbruiken de aangewezen weg.

Eerst wordt onderscheid wordt gemaakt tussen werkdagen en weekends waarop de middeling is uitgevoerd. De verkregen resultaten staan in figuur 3-2 vermeld waarbij een duidelijk verbruiks-patroon naar voren komt. Merk op dat het elektrisch vermogen van circa 5 kW overdag tijden het weekend in feite is gebaseerd op 4 tikken van de teller (per jaar!) die 120 kWh per tik telt. Met 104 weekenddagen in 1998 betekent 4 tikken dus 4 * 120 / 104 = 4,6 kW. In deze figuur is te zien dat het verbruik tijdens kantooruren groter is dan 20 kW, 's nachts circa 10 kW en in het weekend overdag 6 tot 7 kW.

Het weekverbruik over 1998 is in figuur 3-3 weergegeven. Bij een discussie met beheerders, projectleiders en gebruikers geeft dit figuur aanknopingspunten bijvoorbeeld over het effect van het seizoen en de trend. Veelal geeft de combinatie van beide figuren een goed inzicht.

Figuur 3-2: *Gemiddeld uurverbruik over 1998*

Figuur 3-3: *Weekverbruik over 1998*

Belastingduurkromme
Om het energieverbruik over een bepaalde periode te karakteriseren wordt veelvuldig een belastingduurkromme gehanteerd. Hiermee wordt duidelijk aangegeven gedurende welke tijd het verbruikte vermogen een bepaalde waarde heeft of overschrijdt. De vorm van deze functie levert een belangrijk inzicht in de aard van het energieverbruik, bijv. een belangrijk basislastniveau of alleen pieken tijdens kantooruren. De belastingduurkromme voor het DE-gebouw voor 1998 en 1999 is weergegeven in figuur 3-4. Vergelijking van deze belastingduurkromme met die van ECN totaal (zie BEP 1999) geeft aan dat het 'nachtverbruik' bij DE lager is dan bij 'ECN gemiddeld', echter gezien het feit dat ventilatie en dergelijke 's nachts is uitgeschakeld is het nog vrij hoog.

De belastingduurkromme heeft doorgaans een directe relatie met de vermogensvergoeding (indien het piekverbruik tijdens de plateau-uren optreedt). Echter door de middeling die ten grondslag ligt aan het vaststellen van deze gegevens is deze toepassing niet van belang; het werkelijk optredende piekverbruik op basis van kwartiergemiddelden ligt hoger en vice versa het werkelijk optredend minimum ligt lager. Voor de relatie met de vermogensvergoeding is een nauwkeuriger meting vereist.

Figuur 3-4: *Belastingduurkrommen van het DE-gebouw*

3.3.3 Beschrijving van Programma TimeView

Om de figuren die in paragraaf 3.3.2 min of meer automatisch te kunnen maken heeft Rene Kamphuis het programma *CrossTables* (dit is de voorloper van *TimeView*) ontwikkeld. De ervaring met het gebruik is in dit programma verwerkt en is recent beschreven onder de naam *TimeView*[15]. Als input is een text-file format vereist van het type *txt* dat vanuit een Microsoft Excel bestand kan worden aangemaakt. De lay-out van de startpagina van *TimeView* is gegeven in figuur 3-5.

Ter ondersteuning van de inventarisatie van energiegebruikende apparaten per gebouw geeft het programma *TimeView* inzicht in het kenmerkende gebruikspatroon van de trend over een jaar en van typische dag-nacht-cycli met een onderscheid naar werkdagen en vrije dagen.

Figuur 3-5: *Lay-out van TimeView*

Het programma is in de taal Visual J++ geschreven in een runtime environment onder Microsoft. Als input heeft dit een tekstfile (*bestandnaam.txt*). In dit bestand hebben we de volgende gegevens *datum – tijd – meetwaarde*, zie figuur 3-6.

Figuur 3-6: *Lay-out tekstbestand*

Het programma leest achtereenvolgens de datum, de tijd en de bijbehorende meetwaarde. De meetwaarden worden omgezet naar een waarde in minuten. Het programma verwerkt in principe de gegevens van een heel jaar, d.w.z. vanaf 1 jan. 0:00 uur t/m 1 jan. 0:00 uur van volgende jaar. Na het inlezen worden enkele tekortkomingen in de gegevens vastgesteld. Afhankelijk van het toekomstige gebruik dient deze detectie van fouten en onvolkomenheden in de gegevens te worden uitgebreid. Op dit moment worden ontbrekende data aangevuld met een gemiddeld gebruik over de gegevens datapunten. Andere fouten dien te worden gecorrigeerd met een teksteditor.

Voor de keuze van tabellarische resultaten verschijnt een menu met:

- by Daytype met de keus tussen 'by work day and Saturday & Sunday' en uitgesplitst naar 'Weekdays';
- by Week; en
- Signal.

Figuur 3-7: *Keuze van output mogelijkheden*

Na keuze van een input file verschijnt van figuur 3-8. In dit venster wordt het aantal gelezen regels, het aantal errors en het aantal ingevoegde meetwaarden weergegeven. Er worden op sommige plekken in de ingelezen array meetwaarden waarden ingevoegd. Dit vanwege het feit dat er soms geen gegevens zijn vastgelegd gedurende de beschouwde tijd van het desbetreffende apparaat beschikbaar zijn. Dit kan komen doordat dat het apparaat defect of in onderhoud is, de meter defect of in onderhoud is of doordat het gebouwbeheersysteem (GBS) de meter niet uitleest.

Figuur 3-8: *Lees proces van de array*

Is het inlezen van de array voltooid dan worden vervolgens de tekortkomingen weergegeven in het startscherm, zie figuur 3-9.

Figuur 3-9: *Foutenweergave in ingelezen array*

Bij ontbrekende gegevens wordt over het betreffende interval een gemiddelde waarde per stap ingevuld, is echter de meter teruggesteld d.w.z. de meterstand in achteruit gezet dan heeft dit tot gevolg dat het programma vastloopt. Overigens is het programma *TimeView* inmiddels aangepast en wordt deze fout aangegeven en overeenkomstig de vermelde correctie hersteld.

Bij de menukeuze *Table* dan ziet het resultaat eruit als in figuur 3-10a en 3-10b voor resp. de selectie 'by Week' en 'by DayType'. In figuur 3-10a staat de eerste kolom voor het weeknummer en de tweede kolom voor het gebruik in ofwel kWh (elektriciteit) of m^3 (aardgas). Figuur 3-10b geeft een drietal kolommen met daarin het gemiddeld uurverbruik tijdens het weekend (zaterdag en zondag) en tijdens een werkdag in kW of m^3/h.

Figuur 3-10a: *Jaargebruik*

Figuur 3-10b: *Etmaalgebruik*

Om vervolgens de figuren te kunnen maken zoals weergegeven in de annex worden de gegevens uit *TimeView* getransporteerd naar MS Excel. Vanuit MS Excel worden de grafieken gemaakt. De wizard grafieken uit de menubalk van MS Excel, zie figuur 3-11, wordt gebruikt.
Overigens heeft de versie van TimeView 1.0 (juni 2000) nu wel de mogelijkheid om grafieken te maken.

Figuur 3-11: *Bitbutton wizard grafieken*

Als we alle gegevens vanuit TimeView in MS Excel hebben gekopieerd dan kunnen grafieken genereren door toepassing van de bitbutton zoals staat weergegeven in figuur 3-11.

	A	B
1	0	15306.67
2	1	15920
3	2	15760
4	3	15600
5	4	15760
6	5	15600
7	6	15600
8	7	15280
9	8	15280
10	9	15360
11	10	15360
12	11	15600
13	12	15210.54
14	13	14800
15	14	15040
16	15	14960
17	16	14960
18	17	14960
19	18	14960
20	19	14560
21	20	14880
22	21	14400

Figuur 3-12: *MS Excel spreadsheet*

Figuur 3-13a: *Grafieken keuze menu*

Figuur 3-13b: *Weergave voorbeeld*

Figuur 3-13c: *Grafiektitels e.d.*

Figuur 3-13d: *Plaatsing v.d. grafiek*

Om een grafiek in MS Excel te maken worden eerst de waarden geselecteerd die de Y-waarden van de grafiek moeten vormen. Hierna wordt met de 'bitbutton' (figuur 3-11) gekozen. Vervolgens krijg je figuren 3-13a tot en met d als je doorklikt met Volgende. In figuur 3-13a kan worden gekozen welk type grafiek is gewenst, bijvoorbeeld een lijngrafiek (figuur 3-13a), daarbij kan tevens de weergave van de punten worden gekozen en aanverwante grafische aspecten.

Vervolgens wordt in venster uit figuur 3-13b een voorbeeld van de grafiek getoond zoals deze eruit kan gaan zien. Eventueel kunnen nog reeksen worden toegevoegd. In figuur 3-13c kunnen de titels bij de assen en bij de grafiek worden opgegeven; en verder de as-opmaak, de rasterlijnen, de legenda en de labels bij de gegevens. Als laatste wordt figuur 3-13d getoond waarmee kan worden bepaald waar de grafiek wordt geplaatst: zwevend op het huidige werkblad of als een nieuw in te voegen werkblad. Is dit alles met succes uitgevoerd dan is een grafiek gegenereerd zoals weergegeven in de Annex bij dit rapport.

3.4 Werkwijze bij inventarisatie

Voor de hantering van het in formulier welke besproken is de paragraaf 3.2 is de volgende werkwijze gehanteerd:

1 Hanteer het BEP-INV-001 formulier.
2 Start met de gegevens uit de bouwkundige en elektrotechnische tekeningen (verkrijgbaar bij Coen van Amersfoort, 4021).
3 Maak een overzicht van het gebruik over de laatste 3 jaren en een meer gedetailleerd beeld over 1999 (etmaalgebruik en weekgebruik, figuur 1 & 2). Deze figuren zijn gebaseerd op half uur registraties van het Gebouwbeheersysteem (GBS). Het totale gebruik wordt per gebouw of gebruiker vermeld in de kwartaaloverzichten resp. verkrijgbaar bij Joost Ivangh, (4704).
4 Maak een rondgang met gebouwbeheerder (of met beheerder van installaties Henk Wellerdieck, 4621 of Kamal Saparow, 4600) en maak hierbij aantekeningen betreffende energiegebruik en controleer daarbij het resultaat van stap 2.
5 Inventariseer mogelijke energie besparende maatregelen (EBM), mede op basis van [4] en [5].
6 Rapporteer de bevindingen in het BEP-INV-001 formulier.
7 Laat het BEP-INV-001 formulier door FAC controleren op de verkregen gegevens.
8 Archiveer het resultaat van de inventarisatie zodat een basis ontstaat voor toekomstige actualisaties.

De bovenstaande werkwijze is gevolgd voor de gebouwen 40 (Duurzame Energie), 07 (Hot Cell Laboratories), 15 (Gezondheidsbeschermingdienst) en 03 (Semi Permanente Gebouw). De resultaten van de energie inventarisatie zijn weergegeven in de annex. De halfuurgegevens zijn waarnemingen die het gebouwbeheersysteem (GBS) registreert. In par. 3.5 wordt dit systeem beschreven.

3.5 Het ECN Gebouwbeheersysteem

Het Gebouwbeheersysteem (GBS) is een automatisch centraal besturingsysteem voor de installaties in gebouwen op de onderzoeklocatie Petten. De installaties omvatten centrale verwarming, verlichting, ventilatie en luchtbehandeling (airconditioning), zonnewering en ook storingsmelding van de brandmeldcentrales. Het GBS is gebaseerd op technologie van Sauter type EY2400. Het GBS bestaat uit een centrale computer met een terminal en beeldschermen dat communiceert met 'stand alone' digitale regel- en besturingsstations (in de wandeling DDC stations genoemd) van bijv. het type EYL3A 400. De sensoren en regelaars zijn verbonden met deze DDC stations. De sensoren verschaffen de computer allerlei informatie (b.v. temperatuur van het water in een verwarmingsketel, de positie van een klep in een ketel of de druk in een apparaat) terwijl de regelaars ervoor zorgen dat de DDC stations indien nodig kunnen bijsturen.

De volgende parameters worden geregistreerd door het GBS:

- Aardgas;
- Elektriciteit;
- Drinkwater;
- Deminwater;
- Stikstof;
- Warmtestromen (met warmtemeters);
- Bronwater;
- Rioolwater;
- Uitwaterende sluizen;
- Semafoonoproepen.

Wat betreft energiebeheer heeft het GBS de volgende functionaliteiten:

a) Registratie van gas- en elektriciteitsgebruik;
b) Buitentemperatuurs- en tijdsafhankelijke regeling van de verwarming;
c) Regeling van de verwarming per zone;
d) Daglicht- en tijdsafhankelijke regeling van de verlichting;
e) Aansturing van installaties, soms op een gedetailleerde wijze zoals ventilatie en verwarming van laboratoria;
f) Onderlinge afstemming van ruimtegebruik en energiebeheer;
g) Regeling gedurende vrije dagen;
h) Regelmatige aandacht voor de uitvoering van het energiebesparingsbeleid.

Om de registratie van de gebouwen vast te leggen is tabel 3-1 opgesteld. De energiestromen uit het kwartaaloverzicht [7, 8 en 9] worden met deze meters geregistreerd. Daarnaast worden ook andere materiaalstromen in netwerken geregistreerd zoals het deminwatergebruik in gebouwen 04, 05, 15, 29, 35, 38, 39, en ook door 201 (Mallickrodt). Dit water wordt geleverd door de HFR tegen een kosten (1999-2000) van € 8,- per m^3.

Tabel 3-1: *Registratie energiestromen in het GBS*

Gebouw-omschrijving	Geb. nr.	Registratie			
		Elektriciteitsgebruik[1)]	Gasgebruik[1)]	Watergebruik[1)]	Warmte-meter
Wachtgebouw bewaking	01	Registratie (+ 02, 03)	Een registratie	Een registratie	
Brandweer garage	02	Zie gebouw 01 (registratie bij gebouwnummer 11)	Een registratie	Een registratie	
Semi Permanent Gebouw	03	Zie gebouw 01 (registratie bij gebouwnummer 11)	Een registratie	Een registratie	
Chemie hoogbouw	04	Twee registraties(+ 05): • Kracht • Licht	Een registratie	Registratie bij gebouw-nummer 04	
Chemie laagbouw warmwaterboiler	05	Zie gebouw 04	Een registratie	Een registratie	
Materiaalkunde	06	Vijf registraties: • Kracht • Licht • Experimenten • HK.1 Experimenten materiaalkunde • HCL power pack	Gedeelte bij gebouwnummer 04/05	Een registratie	
HCL (voorheen LSO)	07	Vier registraties: • Kracht MoV • Licht MoV • Kracht HCL • Licht HCL	Twee registraties: • Materiaalkunde + HCL+MoV+glas-instrument makerij+ materiaalkunde • HCL kantoorgebouw	Drie registraties: • HCL kantoor-gebouw • HCL • MoV	Een registratie: • MoV
Magazijn Chemie	08	Registratie bij gebouwnummer 04/05	Registratie bij gebouwnummer 04/05	Registratie bij gebouw-nummer 04	
Ventilatie gebouw Chemie	09	Twee registraties: • Chemie vent.1 pos.3 noodstroom • Chemie vent.2 pos.4 noodstroom Gebruik wordt geregistreerd bij gebouwnummer 11	Een registratie (dunnele vermelding in tabel uit [9]verwijderen)	Registratie bij gebouw-nummer 04	
Glas instrument makerij	10	Wordt geregistreerd bij gebouwnummer 04/05	Een registratie	Een registratie	
3e trafo – compressorstation	11	Vijf registraties: • Noodstroom kracht • Reserve • Compressor kracht NUON • Compr. Station licht (L3D) • Compr. Station kracht (K3D)	Twee registraties: • Kantoor/compressor-station • Compressortation gasmotor	Geen registratie	Een registratie: Compressor-gebouw
Noodstroom centrale	13	Geregistreerd bij gebouwnummer 11	Een registratie	Een registratie	
Drinkwaterpompstation	14	Een registratie (gevoed vanuit secundair pompge-bouw 106 en bij noodstroom van HCL)	Geen gebruik	Drie registratie: • PWN (controle) • Bluswater • Drinkwater	
Gezondheids-beschermingbouw (GBD)	15	Twee registraties: • Kracht • Licht	Twee registraties: • GBD • GBD warmwaterboiler	Twee registraties	
6e trafostation	16	Een registratie	Geen gebruik	Geen water	
Gasreduceerstation	17	Registratie bij gebouw 03	Twee registraties: - Grootgebruik > 100 m³/uur - Kleingebruik < 100 m³/uur	Geen water	
Bronbemalingstation	18	Registratie bij gebouw 03	Geen gebruik		
DE loods	19	Een registratie (incl. centraal magazijn)	Een registratie	Een registratie	
Magazijn/ distributie loods	20	Zie gebouwnummer 19	Een registratie	Registratie bij gebouw-nummer 14	

Tabel 3-1: *Registratie energiestromen in het GBS*

Gebouw-omschrijving	Geb. nr.	Registratie			
		Elektriciteitsgebruik[1)]	Gasgebruik[1)]	Watergebruik[1)]	Warmte-meter
DWT (voorheen DRA Decontaminatie gebouw)	21	Twee registraties: • Kracht • Licht	Twee registraties: • DWT • DWT gasmeter stralingsmonitoren	Drie registratie: • Roostervloer • Wasserij • 'Gebouw 21'	
Waterbehandelings-Gebouw	22	Registratie vindt plaats bij gebouwnummer 21	Registratie bij gebouw 21	Een registratie	
Decontamination & Waste Treatment (DWT) opslag loods laagactief	24	Registratie bij gebouwnummer 25 samen met 24 en 26	Een registratie	Registratie bij gebouw 25	
Loods voor afvalverwerking	25	Een registratie van licht en kracht	Geen registratie	Een registratie	
Loods actief afval	26	Zie gebouwnummer 24	Geen registratie	Registratie bij gebouw-nummer 25	
Fermi	28	Twee registraties: • Kracht • Licht	Een registratie	Een registratie	
Centrale Werkplaats (CW)	29	Drie registraties: • Kracht • Licht • Uitbreiding CW kracht+licht	Een registratie	Twee registraties	Warmteopslag wordt apart uitgebreid bemeterd.
4e trafostation / warmte-kracht centrale (WKC)	30	Zes registraties: • WKC geleverd • WKC algemene voorzieningen • Trafo 1, 2, 3 en 4	Twee registraties: • Trafo 4 • WKC	Geen registratie	
Algemeen laboratorium	31	Twee registraties: • Kracht • Licht	Een registratie	Een registratie	
Forum	32	Twee registraties: • Kracht • Licht	Twee registraties: • Forum warmwaterboiler • Forum ketels	Drie registraties: • boiler • tapwater • onthardwater	
Rekencentrum	33	Twee registraties: • Luchtbehandeling + licht • Computerinstallatie HFD	Geen registratie	Registratie bij gebouw-nummer 31	
Kantoorgebouw	34	Twee registraties: • Kracht • Licht	Geen registratie	Een registratie	Een registratie Kantoorgebouw
ET gebouw	35	Vijf registraties: • Kracht + licht • experimenten 1 • noodstroom • experimenten 2 en 3 • experimenten 4	Vier registraties:[2)] • ET gebouw + verwarming • ET gebouw ketels • ET brandstof-cellenvloer • ET gebouw experimenten	Een registratie	
5e trafostation	36	Een registratie • Trafo 1	Geen registratie	Geen registratie	
Cocon	37	Kracht- en lichtgroep bij Forum inbegrepen	Een registratie	Een registratie	
Brandstofcellengebouw	38	Een registratie	Een registratie	Een registratie	
KCG gebouw	39	Een registratie	Een registratie	Een registratie	
DE gebouw	40	Twee registraties: • Kracht + licht • PV testdak	Een registratie	Een registratie	
Romneyloods ET gebouw	50	Registratie bij gebouwnummer 35	Geen registratie	Geen registratie	
Timmerkeet brandweer	51	Registratie bij gebouwnummer 11	Geen registratie	Registratie bij gebouw-nummer 02	
Units magazijn/distributie	52	Registratie bij gebouwnummer 19	Een registratie	Registratie bij gebouw-nummer 19	
Units GBD	53	Registratie bij gebouwnummer 15	Geen registratie	Registratie bij gebouw-nummer 15	

Tabel 3-1: *Registratie energiestromen in het GBS*

Gebouw-omschrijving	Geb. nr.	Registratie			
		Elektriciteitsgebruik[1)]	Gasgebruik[1)]	Watergebruik[1)]	Warmte-meter
Units Chemie/milieu	54	Registratie bij gebouwnummer 04	Een registratie	Registratie bij gebouw-nummer 14	
HAT 25m	56	Registratie bij gebouwnummer 2	Geen registratie	Geen registratie	
Teststation windturbines	57	Registratie bij gebouwnummer 11 & 16	Geen registratie	Geen registratie	
Units materiaalkunde	58	Registratie bij gebouwnummer 16	Een registratie	Registratie bij gebouw-nummer 06	
Units Chemie	60	Registratie bij gebouwnummer 4	Geen registratie	Registratie bij gebouw-nummer 04	
Units Receptie	62	Registratie bij gebouwnummer 11	Een registratie	Een registratie	
Unit Veldman	63	Registratie bij gebouwnummer 11	Geen registratie	Registratie bij gebouw-nummer 02	
Units FAC	70	Registratie bij gebouwnummer 07	Geen registratie	Een registratie	

Noten: 1) Volgens [9] rapport kwartaal overzichten energiestromen 4e kwartaal 1999, J. Ivangh 2000

De waarde van het aardgasgebruik in het gebouwbeheersysteem (GBS) en de meter van NUON geven verschillende waarden aan. Mogelijke oorzaken van dit verschil zijn opgesomd in tabel 3-2. Het betreffen correcties voor druk, temperatuur en calorische waarde waarvoor de meter van NUON is gecorrigeerd. Daarnaast hebben de ECN meters een minder grote nauwkeurigheid. Bovendien zijn op ECN nog enkele gasmeters aanwezig die niet op het gebouwbeheersysteem (GBS) zijn aangesloten; deze meters dienen dus lokaal te worden uitgelezen.

Tabel 3-2: *Opbouw van correctiefactor gas ECN*

Gemiddelde afwijking	Meterafwijking
Systematische afwijking:	- Calorische waarde - Druk (P) - Temperatuur (T) - Niet via het GBS geregistreerde gebruikers (bijv. gebouw 58 en westgevel LFR hal)

De correctiefactoren die bij het gemeten gasverbruik worden gehanteerd in [7, 8 en 9] zijn 1,06 , 1,10 en 1,10 voor resp. 1997, 1998 en 1999. De gebruikte meters voor de registratie van gas zijn een balgmeter voor doorgaans lagere debieten van 6, 10, 20 en 40 m^3/hr, en een turbinemeter met als aanduiding MT60 (max. 60 m^3/h) en MT100 (max. 100 m^3/h).

Tabel 3-3: *Verdeling van de gebouwen over de trafostations volgens GBS*

Transformator	Gebouwen
ECN 3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 15, 204, locatie E
ECN 4	19, 21, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 40
ECN 5	35, 36, 38, 39
ECN 6	6, 7, 14, locatie C

De kwartaaloverzichten geven een goed beeld van de systematische wijze van verzamelen van energiegegevens. Voor de verwerken van deze gegevens tot relevante informatie voor gebruikers en management worden aanvullende stappen genomen. Wat betreft de registraties van energiegegevens en wijzigingen van het GBS is een wensenlijst opgesteld met de volgende punten:

- Opnemen van het persluchtverbruik per gebouw omdat dit een grote energiestroom vertegenwoordigt (circa 7 à 8 % van ECN totaal).
- Verouderde benaming updaten (bijv. DRA en LSO) en dubbele of onduidelijke weergave van verbruikers verwijderen (bijvoorbeeld ET gebouw + verwarming en ET gebouw verwarming ketels).
- Opnemen van het document in het kwaliteitssysteem van ECN, dus voorzien van review, een referentienummer, een datum van publicatie.
- Opstellen van een beschrijving van het systeem gericht op de functionaliteit, gebruikte systemen en betrokken partijen. Wellicht kan deze paragraaf als eerste aanzet dienen.

Overigens is als aparte actie in het projectplan voor BEP 2000 een aanvullend energie-monitoringsysteem opgenomen, zie [14] en hoofdstuk 1.

3.6 Evaluatie feitelijke en mogelijke CO_2 reductie

Op basis van de gegevens van het GBS en onderstaande door de inventarisatie kunnen aanvullende energie besparingsmaatregelen worden gekwantificeerd. Tevens kan worden nagegaan welke besparingen daadwerkelijk zijn gerealiseerd. Als voorbeeld wordt hierna de huidige warmtekracht bj ECN besproken en wordt een eerste evaluatie gegeven voor een aanvullende warmtekrachtstation voor het HCL.

3.6.1 ECN Warmtekracht toepassingen

Kleinschalige toepassing van warmtekracht, waarbij een gasmotor een generator aandrijft, is ook voor ECN een voor de hand liggende optie. De warmte die vrijkomt via de koeling van de motor en via de rookgassen kan nuttig worden gebruikt voor de verwarming van de gebouwen. Het gebruik van warmtekrachtinstallaties betekent een toename van het gasgebruik, maar kan op bedrijfsniveau een reductie van de CO_2 emissie opleveren.

Bij ECN maken we onderscheid tussen twee vormen van warmtekracht toepassingen, te weten:
- Warmtekrachtcentrale (WKC) waarin met een 8 cilinder gasmotor een 255 kW generator wordt aangedreven;
- Een gasmotor aangedreven compressor (een 6 cilinder MAN gasmotor met asvermogen van 118 kW).

In 1998 heeft de WKC totaal 837 000 kWh geproduceerd, waarbij de vrijkomende warmte is benut voor de CV-installatie van de gebouwen 31, 33 en 34. (In 1999 was de WKC een deel van het jaar niet beschikbaar). De equivalente vollastbedrijfsuren bedraagt voor dat jaar 3 300 uur (837 000 / 255). Het elektrische rendement is circa 33 % en voor deze gedachtebepaling veronderstellen we dat de overige 67 % wordt benut voor de verwarming van gebouwen. Dit betekent dat 1 672 000 kWh ofwel 6 019 GJ aan warmte is benut. De WKC is warmtegestuurd, dat wil zeggen dat de WKC in bedrijf wordt genomen indien er warmte wordt gevraagd.

Van de gasmotor-compressor wordt zowel de warmte van de gasmotor als van de gecomprimeerde lucht benut voor de verwarming van gebouw 04 en 06. De prestaties staan beschreven in [10]. De gasmotor compressor verzorgt voornamelijk 's winters de perslucht en een elektromotor compressor wordt 's zomers als eerste ingezet.

Voor de bepaling van de reductie van CO_2 is voor 1998 de feitelijke emissie berekend. In tabel 3-4 is de CO_2 emissie weergegeven voor 1998, met en zonder de WKC. Uit de berekening blijkt dat de WKC de CO_2 emissie met 307 ton reduceert.

Tabel 3-4: *CO_2 emissie met en zonder WKC*

	Met WKC		Zonder WKC	
	Elekt./Gas	CO_2	Elekt./Gas	CO_2
Aardgas	286 000 m^3	506 x 10^3 kg CO_2	191 000 m^3	338 x 10^3 kg CO_2
Elektriciteit	837 000 kWh	uit WKC	837 000 kWh	475 x 10^3 kg CO_2
Totaal		*506 x 10^3 kg CO_2*		*813 x 10^3 kg CO_2*

Noot: Getallen zijn indicatief en voor verdere berekeningen zijn nauwkeuriger waarden gewenst.

3.6.2 Evaluatie toepassing warmtekracht voor verwarming HCL

In aanvulling op de bestaande WKK toepassingen wordt nader bekeken of een warmtekrachtkoppeling voor de verwarming van het HCL op een verantwoorde wijze kan worden geëxploiteerd. Nu wordt het HCL-complex verwarmt met een HR-ketel (106 m^3/h) en voor de pieken met een VR-ketel (106 m^3/h). Een gebruik van 106 m^3/h komt overeen met een thermisch vermogen van 930 kW (afgezien van rendementen).

Hiervoor is vastgesteld op basis van de registraties over 1998 dat de WKC 3 300 equivalente vollastdraaiuren heeft gemaakt. Op basis van het aardgasgebruik over 1999 voor HCL wordt vervolgens nagegaan wat het vermogen van een nieuwe WKK kan zijn. Voor deze eerste evaluatie worden alleen vollastbedrijfsuren beschouwd. In figuur 3-14 is de belastingduur-kromme van het HCL weergegeven.

Figuur 3-14: *Belastingduurkromme aardgasgebruik gebaseerd op etmaalgemiddelden.*

Het thermisch vermogen dat gedurende 3 300 uur vereist wordt bedraagt 703 kW, zie figuur 3-14. Dit betekent dat een vergelijkbare installatie als de WKC (255 $kW_{elektrisch}$ en circa 500 $kW_{thermisch}$) inpasbaar is bij het HCL met een verantwoord aantal draaiuren. In figuur 3-14 is tevens aangegeven welk thermisch vermogen bij een tweemaal zo hoog aantal draaiuren dit vermogen is 144 kW. Als de te installeren gasmotor kan worden geregeld tot een deellast van 20 % (140 kW), dan kan gedurende driekwart van het jaar (6 600 / 8 760) de gasmotor warmte en kracht leveren. Een nadere analyse is vereist.

Overwegingen die bij een verdere analyse aan de orde komen betreffen de volgende:

- vaststellen wat het totale aantal equivalente vollastdraaiuren is op basis van een redelijke inschatting van deellastbedrijf en een beperkt aantal starts en stops,
- nagaan of de basis van etmaal gemiddelden goed aansluit bij de praktijk, of dat een basis als uurgebruik meer adequaat is,
- besparing van de warmtevraag door beperking van het ventilatievoud, hierdoor worden de equivalente bedrijfsuren lager en dus het exploitatieresultaat ongunstiger;
- renovatie of nieuwbouw van de aangrenzende gebouwen (04 en 06) en mogelijk een koppeling van de verwarmingssystemen waardoor de warmtevraag wordt vergroot.

Gebaseerd op een rapport van het Projectbureau CO_2 reductieplan leveren de meeste projecten een ton CO_2 voor circa € 4,5 tot € 9, -. Een subsidie voor nieuwe projecten van maximaal € 9, - per ton wordt mogelijk eind 2000 door het projectbureau uitgevoerd. Een definitieve regeling volgt aan het einde van 2000. Voor de CO_2 reductie van de nieuwe WKK betekent het bovenstaande een bijdrage van € 26 000, - tot € 40 000, - voor respectievelijk 307 tot 471 ton CO_2. Dit is respectievelijk 4 en 6 % van de CO_2 emissie van ECN. Vergeleken met het streven van 1,6 % besparen per jaar betekent een dergelijke WKK een aanzienlijke bijdrage aan de besparingsdoelstellingen.

4. PERIODIEKE ACTUALISATIE

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden overwegingen beschreven bij de verdere voltooiing van de inventarisatie binnen ECN en bij de actualisatie op termijn.

Op basis van terugkoppeling van de ervaring met het hanteren van de inventarisatieformulieren, kan de opzet mogelijk worden bijgesteld. In het bijzonder is het daarbij van belang of de in dit rapport beschreven mate van detail is vereist of dat een meer globalere inventarisatie ook voldoet. Tevens kan in een vervolgtraject worden overwogen om de trendlijnen per gebouw uit de inventarisatieformulieren ook binnen het verder te ontwikkelen informatiesysteem op te nemen.

4.2 Vergunning

Binnen de eisen van de vergunningverlening bestaat de verplichting om op hoofdlijnen het energiegebruik te rapporteren, energiebesparende maatregelen te evalueren en - indien kosteneffectief - te implementeren. Tevens is ECN gehouden aan het realiseren van de CO_2 reductiedoelstellingen. Bij het voltooien en het op termijn actualiseren van de energie inventarisatie, is beheersbaarheid en efficiency van het proces en van de kosten een sleutelwoord. Zoals gesteld in de *Circulaire Energie in de milieuvergunning* [3] is het van belang om de zelfwerkzaamheid bij het energiebesparingsbeleid te bevorderen. Daarom wordt geadviseerd om de inventarisatie zoveel mogelijk te laten aansluiten met de initiatieven en werkwijzen binnen het ECN.

De inventarisatie van het energiegebruik bij ECN gebouwen is weliswaar vereist in het kader van de vergunningverlening, echter het is geen doel op zich. Gestreefd wordt om de komende jaren het energiegebruik van alle gebouwen bij ECN te inventariseren. Gebouwen die op de nominatie staan om binnenkort te worden gerenoveerd of gesloopt worden vooralsnog niet op deze gedetailleerde wijze geïnventariseerd. Indien de inventarisatie kan worden verbonden met een studie van een meer inhoudelijk onderwerp 'in de diepte' dan lijken dergelijke inventarisaties goed te passen in een afstudeertraject van een student van een hogeschool richting elektrotechniek.

4.3 Overwegingen om de inventarisatie te actualiseren

In de eerste helft van 2000 is het energiegebruik in vier gebouwen van ECN geïnventariseerd. Daarbij zijn de energiegerelateerde apparaten in kaart gebracht. De resultaten hiervan zijn weergegeven in de annex.

Bij belangrijke wijzigingen van het gebruik van een gebouw, bijv. laboratorium in plaats van kantoor, of een grondige renovatie dan is het redelijk om de inventarisatie te herhalen. Bij geringe wijzigingen van gebruik of installaties is het uitgangspunt om de administratieve lasten te beperken. Mocht er in de volgende jaren blijken dat het energiegebruik van gebouwen sterk is toegenomen dan is dat aanleiding om de energie-inventarisatie te herhalen. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen een uitvoerige en een beperkte inventarisatie. De toename wordt bepaald ten opzichte van het referentiegebruik in het jaar van de laatst uitgevoerde inventarisatie.

Een handig hulpmiddel bij het vaststellen van de noodzaak tot actualisatie zijn de figuren het gebruik van aardgas en elektriciteit weergeven. In aanvulling hierop kan een registratiesysteem van het persluchtgebruik ook die belangrijke energiestroom in kaart brengen.

Als resultaat van bovenstaande overwegingen wordt voorgesteld om:

1. de inventarisatie van het energiegebruik in ieder geval eens in de tien jaar te actualiseren,
2. eerdere inventarisatie is vereist indien:
   - de functie van het gebouw wordt gewijzigd,
   - het gebouw grondig is gerenoveerd,
   - bijzondere technische voorzieningen zijn aangebracht (bijv. WKK), of
   - het energiegebruik met meer dan 25 % is toegenomen t.o.v. het referentiejaar.

De mate van detail van de nieuwe inventarisatie hangt af van de wijzigingen van apparaten en installaties. Bij een WKK toepassing kan wellicht worden volstaan met een aanvulling over het effect van die installatie op het energiegebruik.

Bij de toepassing van de gegevens en het beheer door de unit Faciliteiten komen wellicht aanvullende overwegingen vanuit de praktische hanteerbaarheid naar voren.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dit hoofdstuk bevat de conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van de opzet en uitvoering van een inventarisatie van het energiegebruik bij ECN. Dit project heb ik uitgevoerd bij ECN Energie Efficiency in het kader van mijn afstuderen aan de Hogeschool Alkmaar.

5.1 Algemeen

De beoogde doestellingen, zoals geformuleerd in het afstudeerproject betreffen:

1. Opstellen van een raamwerk voor de inventarisatie van het energiegebruikende apparaten per gebouw.
2. Het uitvoeren van de inventarisatie beginnend met een goed gedocumenteerd gebouw.
3. Ondersteuning voor de energiemonitoring van het gebouwbeheersysteem (GBS) om een grafische weergave te geven van het aardgas- en elektriciteitgebruik binnen het gebouw.
4. Overwegingen naar de toekomst toe betreffende actualisatie van de inventarisatie.

Bij het uitvoeren van de inventarisatie bleek het opgesteld formulier, BEP-INV-001, een uitstekende *tool* te zijn om een overzicht te verkrijgen van de verdeling van de energiestromen binnen een gebouw. Aan de hand van de inventarisatie kunnen aanbevelingen op de volgende gebieden worden gedaan:

- Het toepassen van energiebesparende maatregelen (EBM's).
- Verbeteringen van meting van apparatuur.
- Renovaties of vervanging van installaties vanwege een onnodig hoog energiegebruik bij de huidige stand der techniek.

Aanbevolen wordt bij verdere inventarisaties om:

- na te gaan of enkele zaken verder kunnen worden geautomatiseerd, zoals het maken van prenten en het vormgeven van de tabellen,
- na realisatie van de geplande registratie van perslucht om aan de verdeling van die energie-stroom apart aandacht te geven,
- na te gaan of de inventarisatie efficiënter kan worden uitgevoerd waarbij zelfwerkzaamheid van betrokken partijen en gebruikers bijzondere aandacht verdient,
- meer publiciteit te geven aan een dergelijke inventarisatie bij gebruikers van een gebouw waardoor wellicht ook ideeën van gebruikers kunnen worden opgenomen in de rapportage,
- de relatie verder aan te geven bij de inventarisatie van apparaten en de vastgestelde verbruikspatronen waarbij tevens mogelijke besparingsmaatregelen uit bijlage B verder kunnen worden geëvalueerd.

5.2 Het gebouwbeheersysteem (GBS)

De verbruiksgegevens zoals die door het GBS worden geregistreerd, blijken van grote waarde voor de uitvoering van de inventarisatie. Bij de uitvoering van de werkzaamheden zijn enkele punten naar voren gekomen waardoor het gebruik verder kan worden bevorderd, te weten:

- De waarde van deze gegevens is van belang voor heel ECN, daarom wordt aanbevolen om het document *Kwartaaloverzichten* op te nemen in het ECN kwaliteitssysteem.
- Het opnemen van een meetsysteem of systematiek om het persluchtgebruik in het GBS te registreren, dit omdat de energie-inhoud van deze energiestroom groot is.

- Het GBS omvat een uitgebreide functionaliteit waarbij een grote hoeveelheid ondersteunende documenten de opbouw van het systeem beschrijft. Echter een handzaam overzichtelijk document van het GBS ontbreekt op dit moment. Aanbevolen wordt om een dergelijk document binnen het ECN kwaliteitssysteem te ontwikkelen waarin eveneeens de wijzigingen in de toekomst kunnen worden vermeld.

5.3 Duurzame Energie gebouw (DE)

In het ontwerp en bij de bouw van het DE gebouw is bijzondere aandacht besteed aan energiebesparende maatregelen (EBM's). Het gebruik is relatief laag en aanvullende maatregelen zijn niet vastgesteld. Uit statistische verwerking van het aardgasverbruik (zie figuur 40-4 uit de Annex) is duidelijk te zien dat alleen tijdens werkdagen overdag van 7:00 uur tot 19:00 uur aardgas wordt gebruikt. Een studie [18] naar het beperken van de verwarming tijdens zonnige dagen in voor- en naseizoen ter vermijding van oververhitting (krooneneffect). Deze studie geeft aan dat een besparing van 3 à 4 % van het gebouwgebonden aardgasgebruik (dus voor DE 400 tot 500 m^3) kan worden gerealiseerd.

Bij gebouwen die minder energie-efficiënt zijn, kunnen meer m^3 aardgas worden bespaard, echter de percentuele besparing is sterk afhankelijk van de gebouwmassa en het ventilatieregiem.

Aanbevolen wordt voor nieuwbouw en renovaties om de verwarmingssystemen voor lucht en water per verdieping en per gevel instelbaar te maken. Hogere verdiepingen en gevels aan de zuidzijde worden eerder oververhit dan andere locaties.

Conclusies en verdere acties

1. Opnemen van aanbeveling in de checklijst voor nieuwbouw en renovatie van ECN gebouwen.
2. Uitvoeren van een vervolgstudie in 2000 waarin een geschikt gebouw wordt geselecteerd om een aangepaste regeling van de stooklijn op een kosteneffectieve wijze te demonstreren. Implementatie daarvan in 2000 is voorzien en afhankelijk van de resultaten van die demonstratie volgen verdere acties in 2001.

5.4 Hot Cell Laboratory (HCL)

Het HCL is een zeer groot en solide gebouw uit 1964 met *hot cells* voor onderzoek en voor de productie van molybdeen. Aan de hand van de inventarisatie, ten aanzien van het HCL zijn de volgende conclusies c.q. aanbevelingen te formuleren:

- Het ventilatiesysteem van het HCL (excl. MoV) is sterk verouderd en gebruikt erg veel energie (circa 8 % van het totale ECN elektriciteitsgebruik). Modernisering en wellicht toepassing van nachtverlaging van ventilatievoud en temperatuur kan in principe het gebruik van aardgas, elektriciteit en perslucht (voor de sturing van het regelsysteem) aanzienlijk verlagen.
- De medewerkers in de HCL-hal zijn, voor zover zij daar invloed op hebben, energy efficiënt bezig door de verlichting van niet gebruikte cellen uit te schakelen.

Toepassing van een warmtekrachtkoppeling voor de verwarming van het HCL lijkt een gunstige optie, zeker gezien het hoge en gelijkmatige verbruik van aardgas voor verwarming. Een eerste evaluatie is uitgevoerd met de volgende conclusies:

- Uitgaande van het aantal vollastbedrijfsuren van de bestaande WKC in 1998 (in 1999 was de WKC lang niet beschikbaar) kan een nieuwe WKK bij het HCL gedurende 3 300 uur een thermisch vermogen leveren van 700 kW.

- Toepassing van een dergelijke WKK levert volgens de eerste schatting een reductie van de CO_2 emissie met 307 ton.
- Aanbevolen wordt om de toepassing van een WKK nader te evalueren en diverse aandachtspunten voor een dergelijke studie zijn beschreven; deze overwegingen betreffen:
  - Vaststellen wat het totale aantal equivalente vollastdraaiuren is op basis van een redelijke inschatting van deellastbedrijf en een beperkt aantal starts en stops.
  - Nagaan of de basis van etmaal gemiddelden goed aansluit bij de praktijk, of dat een basis als uurgebruik meer adequaat is.
  - Besparing van de warmtevraag door beperking van het ventilatievoud, hierdoor worden de equivalente bedrijfsuren lager en dus het exploitatieresultaat ongunstiger.
  - Renovatie of nieuwbouw van de aangrenzende gebouwen (04 en 06) en mogelijk een koppeling van de verwarmingssystemen waardoor de warmtevraag wordt vergroot.

5.5 Gezondheidsbeschermingdienst (GBD)

Het GBD gebouw is in 1972 in gebruik genomen en omvat een mix van kantoren en laboratoria. Het gebruik van elektriciteit is zeer aanzienlijk, circa 750 duizend kWh. Dit gebruik wordt voor circa 20 % vertegenwoordigd door de vele ovens die in het gebouw aanwezig zijn. De conclusies en aanbevelingen betreffende het GBD gebouw zijn:

- Het ventilatiesysteem van het GDB is gezien de stand der techniek verouderd, en mogelijk toe aan renovatie, een aanbeveling is dan ook om te kijken of een renovatie danwel vernieuwing van dit systeem de meest rendabele optie is.
- Van de ovens in het GBD gebouw is veelal niet of nauwelijks bekend wat het aantal bedrijfsuren is. Om beter inzicht te krijgen in het energiegebruik van deze apparaten verdient aanbeveling om deze in het bedrijfsurenregistratiesysteem op te nemen, of op een andere wijze te monitoren.

5.6 Semi Permanent Gebouw (SPG)

Het semi-permanente gebouw biedt onderdak aan medewerkers van twee units te weten de Facilitaire dienst (FAC) en de unit Energy Efficiency (EE). Het *hoofdgebouw* van SPG is voorzien van gasverwarming, goed geïsoleerd en is eigendom van ECN. Dit gebouw is in augustus 1999 geplaatst. De aanbouw is verwarmd met elektrische weerstandverwarming van elk 3 kW. Deze aanbouw is in januari 2000 geplaatst en voorzien is dat eind 2000 deze aanbouw niet meer is benodigd.

Aan de hand van de inventarisatie zijn de volgende voorlopige conclusies getrokken:
- Het elektriciteitsgebruik van het hele SPG is vrij hoog. In vergelijking met het DE-gebouw is dit circa drie maal zo hoog, terwijl het vloeroppervlak van het DE gebouw maar een kwart groter is.
- Het aantal monitoren dat na werktijd nog aanstaat is opmerkelijk hoog, namelijk 84 %, waarschijnlijk doordat de computer door de software wordt uitgeschakeld, echter de monitor niet. Daarnaast wordt een groot aantal computer (20 %) niet uitgeschakeld bij vertrek zonder dat duidelijk is of die computers een proces ondersteunen. Workstations waarvan 's nachts een backup worden gemaakt (5 stuks) zijn hierbij niet beschouwd.

5.7 Totaal conclusie

De totale conclusie van mijn afstudeerproject bij ECN is de volgende:

- Het energiegebruik wordt geregistreerd door het gebouwbeheersysteem (GBS), wat voor de inventarisatie een zeer goed hulpmiddel bleek te zijn. Een verbetering van de monitoring van het GBS is echter gewenst, dit i.v.m. het soms niet aanwezig zijn van gegevens uit ditzelfde gebouwbeheersysteem (GBS).
- Het HCL is een van de grootste energiegebruikers van ECN, een verbetering van de efficiency van het energiegebruik is bij dit gebouw van belang.
- Enkele geïnventariseerde gebouwen stammen uit de jaren 60 en 70. De aanwezige installaties in die gebouwen zijn sinds de bouw niet of nauwelijks aangepast aan de 'huidige stand der techniek'. Aangezien de techniek verder is ontwikkeld, is een modernisering van in het bijzonder de ventilatiesystemen voor de energieafname een duidelijk aandachtspunt.

Gezien het buiten werking zijn van de windturbines, Nedwind 30 en Nedwind 46 is de ingekochte hoeveelheid elektriciteit wel toegenomen en dus ook de CO_2 emissie. Echter de CO_2 emissie per FTE voor ECN is onder de streefwaarde van de 3^e energie nota gebleven.

REFERENTIES

[1] Bedrijfsenergieplan 1999, P. Glas, e.a., VR1999/ECN-004, dec. 1999.

[2] Primair energieverbruik en CO_2-emmissies ECN 1998, J.N.T. Jehee, B. van Wezel, B. Verduijn, ECN-I—99-012, dec. 1999.

[3] Circulaire Energie in de milieuvergunning, ministerie EZ & VROM, okt. 1999.

[4] Informatieblad *Gebouwen*, Informatiecentrum milieuvergunningen (InfoMil), jan. 1996.

[5] Informatieblad *Faciliteiten*, Informatiecentrum milieuvergunningen (InfoMil), okt. 1999.

[6] Informatieblad *Algemeen*, Informatiecentrum milieuvergunningen (InfoMil), jan. 2000.

[7] Kwartaaloverzicht Energiestromen 4e Kwartaal 1997, J. Ivangh, ECN Gebouwbeheersysteem, 1998, Petten.

[8] Kwartaaloverzicht Energiestromen 4e Kwartaal 1998, J. Ivangh, ECN gebouwbeheersysteem, 1999, Petten.

[9] Kwartaaloverzicht Energiestromen 4e Kwartaal 1999, J. Ivangh, ECN Gebouwbeheersysteem, 2000, Petten.

[10] Energiebesparing door toepassing van directe aandrijving van een compressor met een gasmotor, J.A.M. Zwaard, ECN-FAC 004659, persluchtwkk, juni 1999.

[11] Richtlijn radionucliden laboratoria, ministerie VROM, SZW & VWS.

[12] Arbeidsinspectie laboratoria bouw en inrichting, CP-161-1, 1988.

[13] Energiezorg binnen ECN, M. Smit, VR2000 / ECN-015, juli 2000.

[14] Projectplan 2000 besparingsmaatregelen en opstellen bedrijfsenergieplan BEP 2000, J. Jehee, P. Glas, FAC-5503, april 2000.

[15] User manual: TimeView, A tool for operations on time series files, I.G. Kamphuis, 2000, in preparation, ECN-Energie Efficiency.

[16] ECN en het Milieu 1999, Milieujaarverslag, A.J.M. Schrover, juni 1999.

[17] Verbruikspatronen DE-gebouw gebaseerd op GBS data, J.N.T. Jehee, B. Verduijn, ECN-EE 7.6297-PC 00/1, januari 2000.

[18] Energiebeheer door gebouwbeheer, E.A. Veld, A.J. Zijlker, ECN-I--99-009, juli 1999.

BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

Basislast
Het jaargemiddelde van het afgenomen vermogen tussen 00:00 en 04:00 uur

Basisvermogen
De kWh'en die langer dan 7000 uur/jaar worden afgenomen

Bedrijfstijd
Jaargebruik (in kWh) gedeeld door het hoogste kwartiergemiddelde (in kW).
Maximaal 8760 uur/jaar.

Bijzondere grootgebruikers
Gebruikers met een beschikbaar gesteld vermogen van meer dan 2 MW, respectievelijk gebruikers met een gasgebruik van meer dan 10 miljoen m^3 per jaar.

Daluren
Deuren die geen plateau-uren zijn.

Elektrische energie
Integraal van het vermogen over een aangegeven tijdsperiode, eenheid kWh.

Elektrisch vermogen
Instantane waarde van het product van spanning en stroom, eenheid kW.

Energiebesparingsmaatregel (EBM)
Installatie van apparatuur of systemen, of wijzigingen daarvan, met doel de vermindering van het energiegebruik en/of kosten.

Energiebesparingmogelijkheid
Een wijziging in een nieuw of bestaand systeem of component dat specifiek is bedoeld om het energiegebruik te verminderen

Energie Management Systeem
Een computer die is geprogrammeerd om de werking van energiegebruikende apparatuur in een gebouw te besturen.

Grootgebruiker
Gebruiker met een beschikbaar gesteld vermogen van minder dan 2 MW maar meer dan 3 x 80 A, resp. gebruikers met een gasgebruik van meer dan 170 000 m^3 per jaar maar minder dan 10 miljoen m^3 per jaar.

Klein gebruikers
Gebruikers met een beschikbaar gesteld vermogen kleiner dan 3 x 80 A, resp. gebruikers met een gasgebruik van minder dan 170 000 m^3 per jaar.

Middenlast-vermogen
De kWh'en die tussen de 2 000 en 7 000 uur/jaar worden opgenomen.

Monitoring

Het verzamelen van gegevens over een zekere tijdperiode in een gebouw met het oog op analyse van besparingen.

Pieklast-vermogen
De kWh'en die minder dan 2 000 uur/jaar worden opgenomen.

Piekscheren
Het afvlakken van pieken in het kwartiergemiddelde van het schijnbaar opgenomen vermogen, bijvoorbeeld door het vermogen te verminderen of uit te stellen, of door het inschakelen van lokale vermogensopwekking.

Plateau-uren
De uren tussen 07:00 en 23:00 uur tijdens officiële wekdagen.

Power factor
Of cos(φ). Dit is de verhouding tussen het actief vermogen (kW) en het schijnbaar vermogen (kVA).

Setback mode
Vermindering van verwarming, ventilatie of koeling tijdens perioden van afwezigheid.

Time-of-use (TOU) tarief
Verschillen in energiekosten tussen daluren en piekuren

Afkortingen

BEP Bedrijfsenergieplan
BGV Beschikbaar gesteld vermogen
CO_2 Kooldioxcide
DE Duurzame Energie
DTW Decontaminatie & Waste Treatment
ECN Energieonderzoek Centrum Nederland
ELB Energie leverend bedrijf
EPB Energie producerend bedrijf
ET Energie Technologie
EZ Economische Zaken
FTE Full Time Equivalent
GBD Gezondheidbeschermingsdienst
GBS Gebouwbeheersysteem
HCL Hot Cell Laboratory
KCG Kolenconversie en Gasreiniging
LSO Laboratorium voor Sterk actieve Objecten
MJA Meerjaren afspraken
MoV Molybdeen vleugel
REB Regulerende energiebelasting (Ecotax)
SPG Semi permanent gebouw
TOU Time of use
VROM Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu
WKC warmtekracht centrale
WKK warmtekrachtkoppeling

BIJLAGE A: OMSCHRIJVING AFSTUDEEROPDRACHT

Omschrijving
Inventarisatie van energiegebruikende apparaten en gebruik van een informatiesysteem ter ondersteuning van de monitoring.

Inleiding

In het ECN Bedrijfsenergieplan (BEP) van 1999 [1] staan organisatorische en technische maatregelen vermeld die gedurende de laatste tien jaren zijn uitgevoerd. Tevens bevat het BEP 1999 plannen voor aanvullende maatregelen en het voornemen om in 2000 een actualisatie uit te voeren volgens de geëigende richtlijnen [2].

In BEP 1999 wordt een overzicht van de maatregelen per gebouw beschreven, echter de energiegebruikende apparatuur zijn niet volledig geïnventariseerd. De registraties van het Gebouwbeheersysteem (GBS) lijken bij deze inventarisatie een geschikt uitgangspunt. De voorgenomen monitoring van het energiegebruik dient bij voorkeur aan te sluiten bij de uit te voeren inventarisatie.

Beschrijving van afstudeerproject
Dit project omvat de volgende vier samenhangende activiteiten:

1. Opstellen van een raamwerk voor het inventariseren van energiegerelateerde gegevens per gebouw. Onderscheid wordt gemaakt tussen feitelijke gegevens betreffende oppervlakte, inhoud etc, gebruiksafhankelijke gegevens betreffende energie, gas, perslucht, etc., en de op voorgaande gegevens gebaseerde kentallen. Aansluiting bij andere overzicht is hierbij gewenst, bijv. brandweeraanvalsplannen, mede gericht op onderhoud van de database voor de langere termijn.

2. Uitvoeren van de inventarisatie beginnend bij een gebouw met een goed gedocumenteerd energiegebruik. Hierdoor kan bestaande kennis worden benut en ontstaat er een leereffect dat verdere inventarisaties vereenvoudigt. Getracht wordt om het belangrijkste verbruik in kaart te brengen (bijv. circa 80 % gebruik) en in ieder geval de gebouwen met het hoogste energiegebruik.

3. Ondersteuning aan de energiemonitoring om (a) de gegevens van het Gebouwbeheersysteem (GBS) te gebruiken als uitgangspunt bij de inventarisatie, (b) een beeld te verkrijgen van de mate van detail van de metingen en om mogelijk aan te geven op welke niveaus aanvullende metingen zijn gewenst, en (c) de samenhang tussen de monitoring en de inventarisatie te bevorderen.

4. Overwegingen voor toekomstige actualisatie waarbij relevante aandachtpunten worden vastgesteld zoals eenvoudige instrumenten, systeem voor bijhouden van wijzigingen apparatuur, en beoordeeld.

Plan van aanpak

Het nog op te stellen plan van aanpak volgt de bovengenoemde beschrijving.
Rapportage in het Nederlands.

BIJLAGE B: MOGELIJKE BESPARINGSMAATREGELEN

B.1 Organisatorische maatregelen

Energiebesparing gaat het beste als de zorg voor een verantwoord energiegebruik onderdeel is van de normale bedrijfsvoering. De beste manier om dat te bereiken is het invoeren van energiezorg. Energiezorg is gedefinieerd als het op een structurele en economisch verantwoorde wijze uitvoeren van organisatorische, technische en gedragsmaatregelen
om het gebruik van energie te minimaliseren. Energiezorg kent drie invalshoeken:

1 De organisatie: energiezorg is ingebed in de bedrijfsvoering en de organisatiestructuur. Wezenlijke aspecten hiervan zijn planning, monitoring, informatievoorziening, management en het vastleggen van verantwoordelijkheden.
2 De techniek: de aanpak van de energiezorg is afhankelijk van de processen en bedrijfsomstandigheden. Technische maatregelen maken er altijd onderdeel van uit, zowel binnen de (productie)processen als bij de informatievoorziening.
3 Het gedrag: de aanpak van energiezorg houdt rekening met de sociale factoren van de bedrijfsvoering, zoals de stijl van leidinggeven, attitude en gedrag van werknemers en de organisatiecultuur.

Een energiezorgsysteem omvat de organisatorische structuur, afspraken over taken en verantwoordelijkheden en procedures, processen en voorzieningen voor het ten uitvoer brengen van energiezorg.

B.2 Gedragsmaatregelen

Veel energie kan bespaard worden als de medewerkers hun gedrag veranderen. Over dergelijke veranderingen kan het personeel apart geïnstrueerd worden, maar het kan ook onderdeel zijn van bestaande instructies, zoals bijvoorbeeld bedieningsinstructies van apparaten of gebruiksinstructies in een ruimte. Voorbeelden van gedragsmaatregelen zijn:

1 een energiebewuste bedieningsinstructie voor apparaten, zoals de regeling van de verwarming;
2 apparaten uit als het gebouw niet gebruikt wordt;
3 radiator uit als het raam opengaat;
4 in ongebruikte ruimten de radiatorknop op vorststand zetten (relevant bij een thermosstatische regeling).

Er zijn veel andere voorbeelden, die met wat gezond verstand zo te verzamelen zijn. Het belangrijkste is dat de medewerkers de mogelijkheden kennen en ook accepteren.

Apparatuur uit i.p.v. stand-by

• *Omschrijving:* Apparatuur die niet gebruikt wordt uitzetten. In de stand-by-stand wordt nog steeds stroom verbruikt. Hierbij valt te denken aan computers, beeldschermen, audio- en videoapparatuur, televisie, kopieerapparaten, omroepinstallatie e.d.
• *Kosten en baten:* Geen extra kosten. Besparing op de energiekosten afhankelijk van het aantal apparaten.
• *Toepasbaarheid:* Algemeen toepasbaar.

Verbeterde warmteafgifte radiatoren
• *Omschrijving:* Als er obstakels voor radiatoren en convectoren (verwarmingslichaam dat de lucht verwarmt en daardoor tevens in stroming brengt) staan, kan de radiator zijn warmte moeilijker afgeven. Een andere indeling van de beschikbare ruimte kan dit verhelpen.
• *Kosten en baten:* Geen kosten. Besparing afhankelijk van de huidige opstelling en de veranderingen hierin.
• *Toepasbaarheid:* Algemeen toepasbaar.

Nachtventilatie bij mechanisch geventileerde gebouwen
• *Omschrijving:* 's Nachts ventileren met verse buitenlucht bij mechanische geventileerde gebouwen gedurende de warme periode (zomer). Hierdoor koelt het gebouw af, waardoor de binnentemperatuur overdag minder hoog oploopt en dus minder koeling nodig is.
• *Kosten en baten:* Geen extra investeringskosten. Besparing op de energiekosten voor de gebouwkoeling.
• *Neveneffecten:* Bij het ventileren wordt extra energie (elektriciteit) gebruikt.
• *Toepasbaarheid:* Voor een netto-besparing moet het gebouw (met inhoud) voldoende thermische accumulatie hebben. Dit is het vermogen om warmte op te slaan en dit op een later tijdstip weer af te geven. Vooral steenachtige materialen hebben een redelijk grote thermische accumulatie. De ventilatie moet zodanig zijn gedimensioneerd dat 4 tot 6 verversingen per uur mogelijk zijn. De besparing op de gebouwkoeling moet groter zijn dan het meergebruik aan elektriciteit van de ventilatoren.

B.3 Verlichting

Spaarlampen
• *Omschrijving:* Vervangen van gloeilampen door spaarlampen.
• *Kosten en baten:* Kosten afhankelijk van de lichtsterkte tussen *f* 10,– en *f* 45,–. Reductie elektriciteitsverbruik tot 75 % (en minder onderhoudskosten). Terugverdientijd 1–2 jaar.
• *Toepasbaarheid:* Rendabel bij frequent gebruik (> 1.000 branduren / jaar).

Tijdschakelklok of overwerktimer voor verlichting, apparatuur
• *Omschrijving:* Uitschakelen van de verlichting, kopieermachines, drankautomaten, etc. met behulp van een tijdschakelklok. De schakelaar kan gekoppeld zijn aan één armatuur, aan de verlichting van een ruimte of aan de verlichting van het gehele gebouw. Installeer bijvoorbeeld een schakelklok op kopieermachines, omdat wanneer het apparaat aanstaat nog steeds warmte geproduceerd wordt om het kopieerapparaat op temperatuur te houden ('s nachts). Installeer bijvoorbeeld ook een schakelklok op drankautomaten, etc.
• *Kosten en baten:* Een digitale tijdschakelklok met weekprogrammering kost tussen de *f* 30,– en *f* 75,–. Een mechanische tijdschakelklok kost ongeveer *f* 20,–. De besparing op het elektriciteitsverbruik ligt tussen de 10 % en 25 % en is sterk situatieafhankelijk. Terugverdientijd 1–3 jaar.
• *Toepasbaarheid:* Algemeen toepasbaar.

Aanwezigheidsdetectie
• *Omschrijving:* Het plaatsen van een aanwezigheidsschakelaar in ruimten die niet continu bemand zijn, bijvoorbeeld een magazijn. Met behulp van sensoren wordt vastgesteld of iemand in het vertrek aanwezig is. Is dit niet het geval dan schakelt de verlichting na een bepaalde tijd automatisch uit.
• *Kosten en baten:* Kosten rond de *f* 75,–. De besparing op het elektriciteitsverbruik ligt tussen de 10 % en 25 %. De terugverdientijd bedraagt tussen de 1 en 3 jaar.
• *Toepasbaarheid:* In ruimten die niet continu bemand zijn.

Energiebesparende buitenverlichting

• *Omschrijving:* Energiebesparende buitenverlichting installeren, variërend van spaarlampen voor de buitenlamp tot natrium hogedruk lampen bij terreinverlichting.
• *Kosten en baten:* Kosten zijn afhankelijk van de grootte van het terrein, type terrein, type verlichting, wat verlicht moet worden en de plaatsing van het gebouw. Besparing op de energiekosten is derhalve sterk situatieafhankelijk.
• *Toepasbaarheid:* Voor buitenverlichting zijn verschillende soorten lampen beschikbaar, met elk hun eigen toepassingsgebied. In tabel C-1 wordt een overzicht gegeven:

Tabel B-1: *Verschillende lamptypen met energieverbruik, branduren en kleurweergave.*

Type	**Energie-verbruik**	**Levensduur (branduren)**	**kleurweergave**
Lagedruk natriumlamp	zeer laag	7 500	geen
Inductielamp	zeer laag	60 000*	goed
Langwerpige fluorescentielamp	Laag	6 000 – 12 500	matig tot goed
Hogedruk natriumlamp	Laag	5 000 – 7 500	slecht tot matig
Compacte fluorescentielamp	Gemiddeld	5 000 – 8 000	goed
Halogeenlamp	Hoog	2 000 – 3 000	zeer goed
Metaalhalogeenlamp	Hoog	6 000	matig tot goed
Hogedruk kwiklamp	Hoog	7 500	slecht tot matig
Gloeilamp	zeer hoog	1 000	zeer goed

* aanschafkosten zijn zeer hoog; alleen rendabel voor moeilijk bereikbare plaatsen

Regeling van verlichting

• *Omschrijving:* Als de verlichting traploos regelbaar is (b.v. via dimmers of voorschakelapparatuur) kan de verlichting beter afgestemd worden op de lichtbehoefte. Een daglichtafhankelijke regeling kan bijvoorbeeld worden toegepast in een gang, kantine, magazijn, e.d. Bij daglichtgeregelde verlichting dient de verlichting bij voorkeur evenwijdig aan het raam te worden aangebracht.
• *Kosten en baten:* Kosten afhankelijk van het type tussen *f* 25,– en *f*400,–. Besparing op elektriciteitsverbruik voor verlichting ± 50 %. Terugverdientijd 2 tot 4 jaar.
• *Toepasbaarheid:* Rendabel bij ruimten met voldoende daglichttoetreding zoals bij raamzones. Regeling is bij uitstek geschikt om toe te passen bij nieuwbouw.

Meerdere lichtschakelgroepen

• *Omschrijving:* De verlichting beter afstemmen op de aanwezigheid van personeel en/of de verlichtingsbehoefte, door het aanbrengen van meerdere lichtschakelgroepen die elk apart aan- of uitgezet kunnen worden. Installeer bij voorkeur een raamzijde groep en een binnenzijde groep. Schakelknoppen bij voorkeur iets uit elkaar plaatsen, zodat niet met één druk op de knop alle verlichting aangezet kan worden.
• *Kosten en baten:* Kosten afhankelijk van de situatie. De gemiddelde besparing bedraagt circa 15 % op het energieverbruik voor verlichting. Terugverdientijd 2–4 jaar.
• *Toepasbaarheid:* In ruimten met daglichtzones of een variërende behoefte aan licht.

Hoogfrequente verlichting met spiegeloptiekarmaturen

• *Omschrijving:* De lichtopbrengst per armatuur (lichtbak) verbeteren met behulp van spiegeloptiekarmaturen en het energieverlies beperken door het toepassen van hoogfrequente voorschakelapparatuur. Plaats de verlichtingsarmaturen ook goed in een ruimte, zodat veel licht gereflecteerd en gezien wordt. Door armaturen met betere reflectoren toe te passen kan met minder armaturen dezelfde lichtopbrengst worden gehaald. Een nieuwe ontwikkeling is de TL5-lamp die ook in deze armaturen en in combinatie met hoogfrequente voorschakelapparatuur kan worden toegepast. Deze lampen bevatten minder kwik en zijn kleiner (diameter 16 mm). Daardoor geven ze minder (gevaarlijk) afval, terwijl ze nog energiezuiniger zijn.

Isolatie van leidingen en appendages

• *Omschrijving:* Isoleren van de verwarmings- en warm tapwaterleidingen en de daarbij behorende afsluiters (appendages) die deel uitmaken van een circulerend systeem, waardoor de warmte uitstraling naar de omgeving wordt beperkt.

• *Kosten en baten:* Kosten leidingisolatie: afhankelijk van het toe te passen type materiaal ongeveer *f* 5,– tot *f* 15,– per strekkende meter. Besparing ongeveer 10 tot 40 m³ aardgas per strekkende meter per jaar. Terugverdientijd ongeveer 1 jaar. Isolatiedekens: *f*50,– tot *f* 150,– per strekkende meter, afhankelijk van de diameter. Besparing ongeveer 20 tot 80 m³ aardgas per strekkende meter per jaar. Terugverdientijd 1–3 jaar.

• *Toepasbaarheid:* Met name te gebruiken bij onverwarmde ruimten
of ruimten met een overschot aan warmte.

B.4 Ventilatie en gebouwkoeling

Tijd- / aanwezigheidsschakelaar op ventilatoren en andere apparatuur

• *Omschrijving:* Installeren van tijd- en / of aanwezigheidsschakelaars op apparatuur zoals de CV-installatie of ventilatoren zodat de apparatuur alleen werkt indien daar behoefte aan is.

• *Kosten en baten:* Kosten voor een aanwezigheidsschakelaar liggen rond de *f* 75,–. Een digitale tijdschakelaar met weekprogrammering kost tussen de *f* 30,– en *f* 75,–. Een tijdklok die met de hand kan worden ingesteld kost ongeveer *f* 20,–. De besparing op het elektriciteitsverbruik ligt tussen de 10 % en 25 %. De terugverdientijd bedraagt 1–3 jaar.

• *Toepasbaarheid:* Bij ongecontroleerd in werking zijn de ventilatoren.

Toerenregeling ventilator

• *Omschrijving:* De hoeveelheid ventilatie aanpassen aan de bezettingsgraad van een bepaalde ruimte met behulp van een toerenregeling voor de ventilatoren. Toerenregeling kan plaatsvinden door een twee-toerenmotor of een frequentieregelaar

• *Kosten en baten:* De kosten van de toerenregeling zijn afhankelijk van het type en de capaciteit van de ventilator. Besparingen op het elektriciteitsverbruik van de ventilatoren tot 20 % zijn mogelijk. Tevens wordt bespaard op energie ten behoeve van verwarming en, indien aanwezig, koeling. Terugverdientijd < 5 jaar.

• *Toepasbaarheid:* Bij wisselende behoefte aan mechanische ventilatie.

Hoogrendement ventilatoren

• *Omschrijving:* Installeren van hoogrendement ventilatoren

• *Kosten en baten:* Kosten van een HR-ventilator liggen niet hoger
dan die voor een traditionele ventilator. De besparing op het elektriciteitsverbruik is sterk situatieafhankelijk.

• *Toepasbaarheid:* Bij vervanging.

Warmteterugwinning ventilatoren

• *Omschrijving:* Terugwinnen van de in de afvoerlucht aanwezige warmte met behulp van een warmtewiel of een twee elementensysteem (twin-coil).

• *Kosten en baten:* Investeringen zijn afhankelijk van de grootte van de bestaande apparatuur en de keuze van de warmteterugwinning. De mogelijke besparing op de energiekosten zijn afhankelijk van het gebouwoppervlak, de luchthoeveelheid en de luchttemperatuur van de af te voeren lucht. Bijvoorbeeld bij 7.500 m³/h afzuiglucht van 22°C bespaart warmteterugwinning circa 6.000 m³ aardgas per jaar. Met een warmtewiel is een warmteterugwin rendement mogelijk van meer dan 80 %, bij een twin coil systeem is een rendement van tussen de 40 % en 50 % mogelijk. Terugverdientijd < 5 jaar.

• *Toepasbaarheid:* Alleen toepasbaar indien het gebouw voorzien is van een gebalanceerde ventilatie. Bij een warmtewiel moeten de luchttoe- en afvoer zich dicht bij elkaar bevinden. Hoeveelheid ventilatie > 6.000 m³/h. Toepassen bij renovatie. Toepasbaar bij grote oppervlakten.

Pompschakeling / toerenregeling koudwaterpompen

• *Omschrijving:* Met een schakeling / toerenregeling op de koud-waterpompen van de koeling van het gebouw kan de hoeveelheid koud water aangepast worden aan de koudebehoefte.
• *Kosten en baten:* Kosten van een toerengeregelde koudwaterpomp variëren tussen *f* 2.300,– en *f* 4.000,– De kosten zijn afhankelijk van het type pomp, de capaciteit van de pomp en de eventueel extra benodigde voorzieningen. De pomp moet aangesloten worden op de klimaatregeling van het gebouw. Besparing: tussen 35 % en 65 % op de (elektrische) aandrijfenergie van de pomp. Terugverdientijd 1–4 jaar.
• *Toepasbaarheid:* Algemeen toepasbaar.

Zonwering

• *Omschrijving:* Installeren van zonwering om oververhitting gedurende de warme periode (zomer) te voorkomen. Hierdoor loopt de binnentemperatuur overdag minder hoog op waardoor minder gekoeld hoeft te worden. Zonwering aan de buitenzijde van de gevel aanbrengen voor het optimale resultaat.
• *Kosten en baten:* Kosten afhankelijk van het soort zonwering. Besparing op de energiekosten voor koeling.
• *Neveneffecten:* Bij vaste zonwering, verminderde daglichttoetreding.
• *Toepasbaarheid:* Bij relatief grote glasoppervlaktes gericht op het zuiden (b.v. serre, atrium etc.)

Seizoenopslag van koude (en warmte) in de bodem

• *Omschrijving:* Seizoenopslag van koude in de bodem is een opslagsysteem bestaande uit twee grondwaterputten, op enige afstand van elkaar. In de zomer, als er vraag naar koeling is, wordt het koude grondwater uit één van de putten opgepompt en gebruikt voor koeling van de ventilatielucht. Het opgewarmde grondwater wordt in de tweede put geïnjecteerd. In de winter, als er behoefte is aan warmte, wordt het warme grondwater opgepompt en gebruikt voor verwarming van de ventilatielucht. Het grondwater koelt hierdoor af en wordt weer in de eerste put geïnjecteerd. Voor dit systeem is altijd een haalbaarheidsstudie nodig.
• *Kosten en baten:* Kosten zijn afhankelijk van de grootte van het systeem. De besparingen zijn tussen de 40 % en 80 % op het energiegebruik voor koeling.
• *Toepasbaarheid:* Het systeem kan vanaf 7.500 m² vloeroppervlak
rendabel zijn. De bodemgesteldheid moet hiervoor geschikt zijn. Terugverdientijd 3–5 jaar.

Adiabatische koeling

• *Omschrijving:* Het systeem wordt toegepast in combinatie met warmteterugwinning (wtw) of een warmtekrachtinstallatie. Door verdamping van vocht daalt de temperatuur van de toevoerlucht en kan de toevoerlucht in de wtw-unit gekoeld worden. De wtw-unit moet wel geschikt zijn voor met vocht verzadigde afvoerlucht. Meestal kan hiermee slechts een deel van de koel
behoefte gedekt worden. De hoeveelheid koeling hangt af van de hoeveelheid mechanische ventilatie.
• *Kosten en baten:* Kosten zijn situatieafhankelijk.
• *Toepasbaarheid:* Toepasbaar in combinatie met een wtw-unit.

BIJLAGE C: NOTITIES

Nummer	*Titel*	*Datum*
3507-PC 00 / 02	Concept Afstudeeropdracht energie-monitoring	8 februari 2000
3507-PC 00 / 06	Kick-off vergadering energiemonitoring	15 februari 2000
3507-PC 00 / 09	Voortgang per 1 maart project energiemonitoring	6 maart 2000

Om onnodige duplicatie te vermijden zijn de bijlage(n) soms weggelaten.

ECN-ENERGIE EFFICIENCY
3507-PC 00/02

Petten, 8 feb. 2000

Notitie aan:	F. Benammar (HSA) J. Jehee	P. Glas
Kopie aan:	P. Alderliesten L. Hamilton J. Ivangh H. Kaan	R. Koetsier F. Ligthart J. Schrover A. Wever
Van :	B. Edse	
Betreft :	(concept) Afstudeeropdracht: Energie-monitoring	

Betreft: Afstudeeropdracht	Opleiding: HBO
Studierichting: Energietechniek	Studiejaar: 1999 / 2000
Unit: ECN-Energie Efficiency	Groep: IT & Energie Energieresonantiegroep (ERG)

Energie-monitoring binnen ECN

Titel:	**Energie-monitoring binnen ECN**
Periode:	Februari t/m juni 2000
Begeleider HSA:	Dhr. F. Benammar (voorlopig)
Begeleider ECN:	Dhr. J.N.T. Jehee ECN - Energie Efficiency, Industriële Processen Postbus 1, 1755 ZG Petten telefoon 0224 - 56 43 46 E-mail: jehee@ecn.nl

Omschrijving afstudeeropdracht is niet opgenomen omdat deze identiek is aan Bijlage A: *Omschrijving afstudeeropdracht*

Bijlage A

Afstudeeropdracht

Titel: Actualiseren van Energie-monitoring binnen ECN
Periode: Februari 2000 – juni 2000
Afstudeerder: Bas Edse
Begeleider: Dhr. J.N.T. Jehee, ECN, Postbus 1, 1755 ZG Petten
tel. 0224-56 4346, E-mail jehee@ecn.nl

Plan van aanpak
Bij de uitvoering van dit project zijn vier hoofdactiviteiten te onderscheiden, te weten:

1. Maken van een overzicht van gebouwen met hun specifieke energieverbruik hierbij onderscheid makend tussen:
   a) Werkdag - en weekend energieverbruik*
   b) Weekgemiddelde*
   c) Jaaroverzicht c.q. jaartotaal*
   (* aan de hand van gegevens van het GBS)

2. Het verzamelen van generieke gegevens. Hieronder wordt verstaan:
   a) Oppervlakte van het gebouw $[m^2]$
   b) Inhoud van het gebouw $[m^3]$
   c) Functie van het gebouw, d.w.z. is het een kantoor of een laboratorium
   d) Hoeveel werkplekken zijn er aanwezig per gebouw en per kamer c.q. afdeling
   e) Inventarisatie apparatuur aanwezig bij ECN
      - Computers
      - Verlichting
      - Ventilatie
      - Ovens
      - Zuurkasten
   f) Conclusies trekken uit de verkregen gegevens van punt 1 & 2

3. Beoordeling van de bij punten 1 en 2 verkregen resultaten.
   a) Bepaling van welke procedure we voor de welke energieoverzichten toe gaan passen:
      - Duurzame energie
      - Elektrische energie
      - Gas
      - Perslucht
   b) Het vaststellen van de meest relevante kentallen voor dit project
   c) Het energieverbruik bekijken van veel voorkomende apparaten en het effect van energiezuinige apparaten
   d) Relaties zoeken tussen technische installaties en energieverbruik
   e) Relaties leggen met het monitoring systeem.

4. Toekomstige wijzigingen
   a) Het moet een eenvoudig systeem zijn met eenvoudige gereedschappen
   b) Bijhouden van wijzigingen aan gebouwen moet makkelijk zijn.
   c) Er moet een scheiding zijn tussen een gedetailleerd – en een globaal plaatje

ECN-ENERGIE EFFICIENCY
3507-PC 00/06

Petten, 15 feb. 2000

Notitie aan:	P. Glas J. Ivangh R. Koetsier A. Wever	F. Ligthart M. Smit
Kopie aan:	F. Benammar (HSA) J. Jehee J. Schrover	P. Alderliesten L. Hamilton C. Wármer
Van :	B. Edse, student 4e jaar energietechniek	
Betreft :	Kick-off vergadering: energiemonitoring	

Algemeen
Voor mijn afstuderen aan de hogeschool Alkmaar afdeling energietechniek verricht ik bij ECN-EE een project om de energiemonitoring te inventariseren. Begeleiding wordt verzorgd door Jos Jehee van energie efficiency. Het accent ligt op het in kaart brengen van alle gebouwen met hun energieverbruikers.

Probleemstelling
In 1996 is de vergunning Wet Milieubeheer ontvangen. Aan het daarin vereiste besparingsonderzoek wordt voldaan door BEP 1999. Tevens is toegezegd om in 2000 een geheel geactualiseerd BEP 2000 uit te brengen dat aansluit bij de richtlijnen. Hieruit zijn twee afstudeeropdrachten ontstaan:

Figuur 1: Stappen om BEP-2000 te verkrijgen.

Bijlage A is niet opgenomen, omdat deze identiek is aan Bijlage A: *Omschrijving afstudeeropdracht.*

Agendapunten

1. Opening

2. Introductie energie monitoring systeem.

   - Als afstudeerder heeft ECN mij de opdracht gegeven om eens te kijken of er een mogelijkheid bestaat om de energie-monitoring te optimaliseren en gevraagd een inventarisatie te maken van alle gebouwen met daarbij de energiegebruikende apparaten.

   - Raamwerk met daarin als voorbeeld DE-gebouw bespreken. (bijlage A)

3. Communicatieplan

   - Bekendmaking Energie-monitoring bij ECN

   - Ondersteuning bij inventarisatie van alle betrokkenen

4. Acties

   - Beginnen met de inventarisatie bij een goed gedocumenteerd gebouw.

   - Borging van de inventarisatie van energiegebruikende apparaten en de daarbij horende gebouwen.

   -

5. Afspraken

   - Wie/Wat/Waar

   - Minimaal 80% van de gebouwen van ECN

   - Alle gebouwbeheerders van mijn onderzoek op de hoogte brengen

   - Klankbordgroep?

6. Overige zaken.

- 4 -

Bijlage A B

Tabel 40-1: Algemene gegevens DE gebouw.

Gebouwnaam: Duurzame energiegebouw	*Nummer: 40*
1) Beschrijving van het gebouw: ☐ Kantoor ☐ Laboratoria ☐ Facilitaire voorzieningen	
Toelichting over gebruik met name unit(s): *Is er iets generieks te vermelden over gebouwclassificatie? Bijv. Laboratoria bevatten alktijd aparte luchtbehandeling en ventilatie. (vraag aan FAC)*	
Voorbeeld van een mogelijke invulling: *De beschikbare kantoorruimte wordt benut door de ECN units EE en SF. De laboratoria worden benut voor experimenten in zuurkasten, cleanrooms, ovens voor kleinschalige productie van keramiek en grootschalige experimenten in de hallen. Voor speciale experimenten zijn apart geconditioneerde ruimten ingericht.*	
2) Afmetingen (Vloeroppervlak en Inhoud) met verdiepingen en oriëntatie:	m^2 ----------
Oriëntatie langste gevel: ☐ zuid, ☐ zuidoost, ☐ zuidwest, of ☐ anders	m^3
Voorbeeld van een mogelijke invulling: *De kantoorvleugel bevat 4 verdiepingen waarbij de kelderverdieping voor slechts de helft kan worden benut voor werkplekken i.v.m. lichttoetreding. De aangrenzende experimenteerruimte is voor de helft voorzien van tussenvloeren.*	
3) Bouwjaar met uitbreidingen en renovaties; huisvesting aantal werkplekken	Werkplekken
Voorbeeld van een mogelijke invulling: *Het gebouw is opgericht in 1964 en uitgebreid in 1968 met een extra verdiepingen een laagbouw voor experimenten. Het geheel in 1995 geheel gerenoveerd (incl. asbestverwijdering) en voorzien van isolatie en technische installaties waardoor de EPC waarde is afgenomen tot 1,15.*	

4) Bijzondere energiegerelateerde bouwkunde voorzieningen:

Energie besparende maatregelen	**Eigen opwekking / Duurzame energie**	
☐ Warmteterugwinning	☐ WKC / WKK (incl. perslucht)	☐ Windenergie
☐ Daglichtbenuting (Lichtkoepel e.d.).	☐ Biomassa	☐ Zonneboilers
☐ EPC normering	☐ Warmte / koude opslag	☐ Zonnecellen
☐ Isolatie spouwmuren	☐ Aardwarmte / bodem opslag	☐ Overig: . . . . .
☐ Overig		

Korte beschrijving van uitgevoerde maatregelen:
Voorbeelden van beschrijvingen zijn te vinden in BEP 1999.

5) Referentie(s):

- Brandweeraanvalsplan...
- Energiestudies (bijv. van laatste 5 jaar) of haalbaarheidsstudies....

6) Energieverbruik laatste 3 jaar

Voorbeeld DE-gebouw, 40

	Eenheid	1999	1998	1997	Opmerkingen (bijv. ref. indien niet uit Energiestromen.
Gas	m^3	11 057	12 112	12 688	
Elektriciteit	kWh	138 240	141 440	146 680	
Eigen opwekking	kWh	?	6 400		Volgens opgave Zon & Wind
Olie (bv. diesel)	m^3				
Perslucht	normaal m^3 en bar				
Water	m^3				
Stikstof	normaal m^3				
Overig					

7) Opmerkingen:
Bijvoorbeeld voorgenomen renovatie met tijdstip, voorziene wijziging van gebruik.

- 5 -

Tabel 40-2: Omvang en verdeling van het energiegebruik volgens GBS voor DE gebouw.

Energiedrager	*Hoeveelheid*	*Omrekeningsfactor*[1)]		*Gebruik*	*Kosten*
Gas	m^3	×31.65	=	*MJ*	*f*
Elektriciteit	*kWh*	×9.00	=	*MJ*	*f*
Olieproduct (specificeren, bijv. diesel):	m^3		=	*MJ*	*f*
Water	m^3		=	*MJ*	*f*
Overige (perslucht e.d.)					
Totaal				*MJ*	*f*

1) Overeenkomstig Circulaire 'Energie in de milieuvergunning', okt. 1999.

Figuur 40-1: *Gemiddeld uurverbruik over 1998*

Figuur 40-2: *Weekverbruik over 1998*

- 6 -

Tabel 40-3a: Overzicht installaties en bedrijfstijden DE gebouw.

Installatie	Aantal	Vermogen per stuk	Totaal vermogen	Draaiuren	Energieverbruik
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		kW	*kW*	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*
		m^3	m^3	*h / j*	*MJ / j*

Elektriciteit (kWh/jaar) = vermogen (kW) x bedrijfstijd(uren/jaar)
Gas (m^3/jaar) = 0.114 (m^3/kWh) x belasting onderwaarde (kW) x bedrijfstijd (uren/jaar)

Tabel 40-3b: Overzicht energieverbruik ECN

Onderdeel	Gas	Elektriciteit	Perslucht	Overig
Gebouw	m^3	*kWh*	m^3	*MJ*
Faciliteiten	m^3	*kWh*	m^3	*MJ*
Processen	m^3	*kWh*	m^3	*MJ*
TOTAAL	m^3	*kWh*	m^3	*MJ*

Bijlage C.

Energie Besparende Maatregelen (EBM)

Voor elk van deze clusters kunnen de maatregelen worden geëvalueerd overeenkomstig de richtlijnen van Novem.

	Projecten	**Facilitaire ondersteuning**	**Kantoorfuncties**
Good house keeping	• EE-checklist onderbrengen in KVM structuur •	• Erbis •	• Motivatie ontwikkelen om EE te handelen •
Energie-efficiency verbeteringen	• Tijdklokken voor ventilatie • Tijdklokken voor testovens •	• HR++ glas • Intelligente schakelaars •	• intelligente schakelaars •
Strategische vervanging	• Stappenplan bij aankoop nieuw onderzoeksapparatuur. •	• Stappenplan bij nieuwbouw /renovatie gebouwen •	• Stappenplan bij aankoop kantoor faciliteiten •

Good house keeping : organisatorisch maatregelen ter verbetering van de energie-efficiency

Energy-efficiency verbeteringen : investeringen die direct gericht zijn op energiebesparing

Strategische vervanging : investeringen die veelal strategisch van aard zijn

Ref: Novem MJA advies

ECN-ENERGIE EFFICIENCY
3507-PC 00/09

Petten, 6 maart 2000

Notitie aan:	J. Ivangh	R. Kamphuis
	R. Koetsier	F. Ligthart
	A. Wever	M. Smit
Kopie aan:	J. Peters (HSA)	P. Glas
	J. Jehee	L. Hamilton
	J. Schrover	C. Warmer
	K. de Haan	G. Groen
	A. de Ruiter	D. Bos
	L. Brinkman	K. Heeringa
Van :	B. Edse (student 4e jaar energietechniek HSA)	
Betreft :	Voortgang per 1 maart project energiemonitoring	

Eerste inventarisatie
Voor het bedrijfsenergieplan 2000 is een inventarisatie van energiegebruikende apparaten per gebouw vereist.. De afgelopen week ben ik na enige voorbereiding gestart met deze inventarisatie. Ik ben met het DE gebouw (40) begonnen omdat het energiegebruik daarvan reeds in kaart is gebracht. In de bijlage is het resultaat weergegeven in het BEP-INV-001 formulier dat op details is aangepast. De werkwijze zoals hieronder weergegeven is gevolgd m.u.v. de rondgang (punt 4); dit omdat het DE gebouw uitgebreid is gedocumenteerd. Opgemerkt kan worden dat het energiegebruik van het DE gebouw afneemt, maar het watergebruik neemt toe van 491 m^3 in 1997 tot 502 m^3 in 1999

Figuren elektriciteitsgebruik
Als richtlijn voor de inventarisatie wordt het gemeten elektriciteitsgebruik over 1999 in beeld gebracht. Daartoe worden metingen van het gebouwbeheersysteem (GBS) weergegeven in twee figuren namelijk:
1. een verdeling over een etmaal op basis van uurgemiddelde met onderscheid tussen werkdag en weekend, en
2. een overzicht van het verloop van het jaargebruik op basis van gemeten gebruik per week.

De GBS gegevens zijn door Joost Ivangh beschikbaar gesteld. Op basis van deze gegevens heeft Rene Kamphuis het programma 'TimeView' geschreven dat de twee genoemde figuren produceert. Het programma is aangepast i.v.m. verwerking van ontbrekende getallen.

Verdere stappen
1) Na inventarisatie van het DE-gebouw wil ik de volgende gebouwen onderhanden nemen:
   a) LSO (grootste gebruiker)
   b) GBD (energieanalyse beschikbaar)
   c) ET-gebouw (energieanalyse beschikbaar)
   d) SPG (eenvoudige ondersteuning verkrijgbaar)

De 1e contactpersoon heb ik opgenomen als kopiehouder van deze notitie.
2) Ondersteuning door Joost Ivangh bij aanvullingen op verwerking van GBS gegevens is wenselijk
3) Verdere ondersteuning door Rene Kamphuis bij de toepassing van het programma 'TableView' i.v.m. met toekomstige foutmeldingen is gewenst.

Werkwijze bij de inventarisatie energiegebruikende apparaten

1. Hanteer het aangepaste BEP-INV-001 formulier.
2. Start met de gegevens uit de bouwkundige en elektrotechnische tekeningen (verkrijgbaar bij Coen van Amersfoort, 4021).
3. Maak een overzicht van het gebruik over de laatste 3 jaren en een meer gedetailleerd beeld over 1999 (etmaalgebruik en weekgebruik, figuur 1 & 2). Deze gegevens zijn afkomstig uit het gebouwbeheersysteem (GBS), en vermeld in de kwartaaloverzichten resp. verkrijgbaar bij Joost Ivangh, (4704).
4. Maak een rondgang met contactpersoon (1e of 2e) (of met beheerder van installaties Henk Wellerdieck, 4621 of Kamal Saparow, 4600) en maak hierbij aantekeningen betreffende energiegebruik en controleer daarbij het resultaat van stap 2.
5. Inventariseer mogelijke energie besparende maatregelen (EBM), mede op basis van [1] en [2].
6. Rapporteer de bevindingen in het BEP-INV-001 formulier.
7. Laat het BEP-INV-001 formulier door FAC controleren op de verkregen gegevens.
8. Archiveer het resultaat van de inventarisatie zodat een basis ontstaat voor toekomstige actualisaties.

Referenties:

[1] Informatieblad *Gebouwen*, Informatiecentrum milieuvergunningen (InfoMil), jan. 1996.
[2] Informatieblad *Faciliteiten*, Informatiecentrum milieuvergunningen (InfoMil), okt. 1999.

Het concept inventarisatieformulier van het DE-gebouw is niet toegevoegd. Maar wel de volgende expliciete vraag:

Beste Frans ik heb nog een vraag:

1. Is er een pompschakelaar op de CV installatie geïnstalleerd waardoor geschatte elektriciteitsgebruik van de CV wordt beperkt? De geschatte equivalente bedrijfsduur voor de HR ketel bedraagt 820 uur.

BIJLAGE D: ENERGIE-EENHEDEN EN OMREKENTABEL

In deze bijlage is een overzicht gegeven van de diverse omrekeningsfactoren voor verschillende energiedragers. De gegevens zijn overgenomen uit de Novem Energiegids 1998. Voor de energie-inhoud van de genoemde industriële gassen geldt enig voorbehoud omdat die energie-inhoud afhankelijk is van de procesroute; zo is het genoemde cokesovengas verrijkt met aardgas.

Energie-eenheden

J Joule; eenheid van warmte
W Watt eenheid van vermogen (1 W = 1 J/s)
kWh Kilowattuur (1 kWh = 3,6 MJ)
GCal = Giga calorie
MToe = Miljoen ton olie equivalent
MBtu = Miljoen British thermal Unit

k kilo (10^3)
M mega (10^6)
G giga (10^9)
T tera (10^{12})
P peta (10^{15})

Aardgas 1 m^3 = 31,65 MJ (onderwaarde Groningen)
= 35,17 MJ (bovenwaarde Groningen)
= 1,77 kg CO_2

Elektriciteit 1 kWh = 3,60 MJ
= 8,98 MJ $_{primair}$ (bij grootschalige elektriciteitsproductie, af centrale 1990)
= 8,45 MJ $_{primair}$ (idem, af centrale anno 2000)
= 0,61 kg CO_2 (idem, af centrale anno 1990)
= 0,568 kg CO_2(idem, af centrale anno 2000)

Tabel D-1: Conversie van eenheden.

	TJ	GCal	MToe	Mbtu	GWh
TJ	1	238,8	$2,388*10^{-5}$	947,8	0,2778
Gcal	$4,1868*10^{-3}$	1	10^{-7}	3,968	$1,163*10^{-3}$
Mtoe	$4,1868*10^{-4}$	10^{7}	1	$3,968*10^{7}$	11630
Mbtu	$1,0551*10^{-3}$	0,252	$2,52*10^{-8}$	1	$2,931*10^{-4}$
GWh	3,6	860	$8,6*10^{-5}$	3412	1

Tabel D-2 Omrekentabel van primaire energiedragers en elektriciteit.

	Hoeveel-heid	Giga joule	Giga calorie	Aardolie-equivalent ton	Aardolie-equivalent barrel	Steenkool equivalent ton	Aardgas equivalent 1000m³
Brandhout (droog)	ton	13,51	3,23	0,32	2,36	0,46	0,43
Steenkool	ton	29,30	7,00	0,70	5,11	1,00	0,93
Bruinkool	ton	17,00	4,06	0,41	2,96	0,58	0,54
Cokes	ton	28,50	6,81	0,68	4,97	0,97	0,90
Cokesovengas	1000 m³	17,60	4,20	0,42	3,07	0,60	0,90
Hoogovengas	1000 m³	3,80	0,91	0,09	0,66	0,13	0,56
Ruwe aardolie	ton	42,70	10,20	1,02	7,45	1,46	0,12
Aardolie-equivalent	ton	41,87	10,00	1,00	7,30	1,43	1,35
Raffinaderij gas	1000 m³	46,10	11,01	1,10	8,04	1,57	1,32
LPG	1000 m³	45,20	10,79	1,08	7,88	1,54	1,43
Nafta's	ton	44,00	10,51	1,05	7,67	1,50	1,39
Jet fuels	ton	43,49	10,39	1,04	7,58	1,48	1,37
Motorbenzine	ton	44,00	10,51	1,05	7,67	1,50	1,39
Petroleum	ton	43,11	10,29	1,03	7,52	1,47	1,36
Huisbrandolie	ton	42,70	10,20	1,02	7,45	1,46	1,35
Zware stookolie	ton	41,00	9,79	0,98	7,15	1,40	1,30
Petroleum cokes	ton	35,20	8,41	0,84	6,14	1,20	1,11
Aardgas	1000 m³	31,65	7,56	0,76	5,52	1,08	1,00
Elektriciteit *	MWh	3,60	0,86	0,09	0,63	0,12	0,11

Merk op dat de waarden voor industriële gassen kunnen afwijken afhankelijk van de procesroute en bijmenging. De waarde voor aardgas betreft Groninger kwaliteit, voor diverse regio's of gebruikers kan de calorische waarde afwijken. Duidelijk is dat voor commercieel gebruik specifieke gegevens zijn vereist.

*In deze tabel wordt onder de energiewaarde van een MWh elektriciteit de energie inhoud van een geproduceerde eenheid elektriciteit verstaan. Om deze eenheid elektriciteit te produceren is meer energie nodig. De omvang van de benodigde hoeveelheid energie is afhankelijk van het omzettingsrendement. Het conventionele rendement van een kolencentrale beloopt tot circa 40 %. STEG eenheden hebben een rendement van 50 % met als maximum 55 %. Het elektrisch rendement van WKK- eenheden is wisselend en sterk afhankelijk van het temperatuurniveau van de warmte; het totale rendement schommelt tussen de 80 en 90 %.

Bron: NOVEM Energiegids, 1998

BIJLAGE E: REDUCTIE CO_2 EMISSIE IN CIJFERS

In deze tabel staan de streefwaarden genoemd die corresponderen met de getallen in figuur 2-3. In het kader van de vergunning committeert ECN zich aan het realiseren van een reductie die overeenkomt met 60 % van de streefwaarde. Dit *commitment* staat eveneens in deze tabel vermeld, samen met de tot nu toe gerealiseerde emissie.

Commitment		**Streven 3e Energie nota**		**Realisatie**	
Jaar	CO_2 emissie	CO_2 emissie	CO_2 reductie door duurzame opwekking	CO_2 emissie	CO_2 reductie door duurzame opwekking
	[10^3 kg / FTE]	[10^3 kg / FTE]	[10^3 kg / FTE]	[10^3 kg / FTE]	[10^3 kg / FTE]
1995	9,75	9,75	0,31	9,75	0,31
1996	9,63	9,55	0,32	9,60	0,59
1997	9,52	9,36	0,34	9,26	0,55
1998	9,40	9,17	0,35	8,02	0,98
1999	9,29	8,99	0,36	8,28	0,48
2000	9,18	8,80	0,38		
2001	9,08	8,63	0,39		
2002	8,97	8,45	0,41		
2003	8,87	8,28	0,42		
2004	8,77	8,11	0,43		
2005	8,67	7,95	0,45		
2006	8,57	7,79	0,46		
2007	8,48	7,63	0,47		
2008	8,39	7,48	0,49		
2009	8,30	7,33	0,50		
2010	8,21	7,18	0,51		
2011	8,12	7,03	0,53		
2012	8,04	6,89	0,54		
2013	7,95	6,75	0,55		
2014	7,87	6,62	0,57		
2015	7,79	6,48	0,58		
2016	7,71	6,35	0,60		
2017	7,63	6,22	0,61		
2018	7,56	6,10	0,62		
2019	7,48	5,97	0,64		
2020	7,41 (25 % reductie)	5,85 (40 % reductie)	0,65		

De bij ECN geproduceerde duurzame energie is teruggerekend naar een vermeden verbruik van primaire energiedragers. Per vermeden hoeveelheid primaire energie wordt verondersteld een hoeveelheid CO_2 te zijn vermeden dat overeenkomt met de gemiddelde CO_2 emissie per eenheid verbruikte primaire energie bij ECN, dus voor 1995 geldt: $7{,}93 \cdot 10^6$ / $132{,}3 \cdot 10^{12}$ kg CO_2 per J primaire energie (of 59,9 kg/10^9 J, of 59,9 kg/GJ). Deze waarde ligt iets hoger dan voor aardgas; 1 m^3 aardgas, zie bijlage D, geeft een emissie van 1,77 kg CO_2 per 31,65 MJ ofwel 55,9 kg CO_2/GJ.

BIJLAGE F: AFSTUDEERPRESENTATIE

INVENTARISATIE VAN ENERGIEGEBRUIK BIJ VIER ECN-GEBOUWEN

Opzet, uitvoering en analyse van inventarisatie

Presentatie t.b.v. verdediging op 22 juni 2000

B. Edse

ECN/EE 1

OPBOUW PRESENTATIE

Inleiding

- ECN Petten
- Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie

- Doelstellingen
- Besparingsmaatregelen
- Opzet inventarisatieformulier BEP-INV-001
- Inventarisatie en beeldvorming energiestromen per gebouw
- Analyse energiegebruik
- Analyse WKK

Afsluiting

- Conclusie/ aanbevelingen
- Vragen, opmerkingen

ECN/EE 2

Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) Petten

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

ECN/EE 3

ENERGIEVERBRUIK PER FTE

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

ECN/EE 4

BEDRIJFSENERGIEPLAN

ECN

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

DOELSTELLINGEN

- EFFECT MAATREGELEN
- BEOORDELEN NIEUWE MAATREGELEN
- BEWUSTZIJN STIMULEREN

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

ECN/EE 6

BESPARINGMAATREGELEN

	Projecten	Facilitaire ondersteuning	Kantoorfuncties
Good house keeping			
Energie efficiency verbeteringen			
Strategische vervanging			

ECN

ECN/EE 7

OPZET INVENTARISATIE-FORMULIER BEP-INV-001

- Karakteriseren gebruik van gebouw (kantoor, laboratorium)
- Bouwtechnische gegevens
- Beeld energiestromen
- Vaststellen gebruik apparatuur
- Effect energie besparende maatregelen (EBM's)

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)
Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK
Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

ECN/EE 8

INVENTARISATIE PER GEBOUW

7-STAPPEN PLAN:

- Hanteer BEP-INV-001 formulier
- Basis bouwkundige en elektrotechnische tekeningen
- Grafische weergave energiestromen
- Rondgang contactpersoon
- Monitor mogelijke energiebesparende maatregelen
- Beschrijving in BEP-INV-001 formulier
- Conclusies & aanbevelingen van gebouw

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

ECN/EE 9

BEELDVORMING ENERGIESTROMEN

Weekgebruik elektriciteit (excl. kracht) 1999 HCL

Etmaalgebruik elektriciteit (excl. kracht) 1999 HCL

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

ECN/EE 10

BEELD ENERGIESTROMEN

Etmaalgebruik aardgas 1999 DE

ANALYSE ENERGIEGEBRUIK

Werkwijze van analyse:

1. Gebruik het gehanteerde BEP-INV-001 formulier
2. Kijk naar de energiestromen van de laatste 3 jaar
3. Beoordeel de grafische weergave van de energiestromen
4. Evalueer mogelijke energiebesparende maatregelen (EBM's)

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)
Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK
Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen
ECN

ANALYSE WKK

Bedrijfstijd WKC uitgangspunt

ECN/EE 13

ANALYSE WKK

	VOLLAST (3 300 UUR)	DEELLAST (3 300 UUR)
Fractie HCL warmte vraag van WKK	75%	100%
Gemiddelde belasting WKK	100%	53%
Vermeden CO_2 emissie (ton)	307	164

ECN/EE 14

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

CONCLUSIE/ AANBEVELINGEN

CONCLUSIE

- Het BEP-INV-001 is uitstekende *tool*
- Energiegebruik ventilatie HCL zeer hoog (8% van ECN)
- Elektriciteitsgebruik aanbouw SPG zeer hoog (4 x zo hoog als het SPG)

AANBEVELINGEN

- Kwartaaloverzichten opnemen in kwaliteitssysteem
- Persluchtgebruik opnemen in GBS
- Detail-evaluatie WKK voor HCL
- Ovens GBD opnemen in bedrijfsurenregistratie

ECN/EE 15

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

Inleiding
ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie
Doelstellingen
Besparingsmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energiestromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting
Conclusie/Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

?

ECN/EE 16

ECN

Bedankt Voor U Aandacht

Inleiding

ECN Petten
Bedrijfsenergieplan (BEP)

Inventarisatie

Doelstelling
Besparingmaatregelen
Opzet inventarisatie-formulier BEP-INV-001
Inventarisatie en beeld-vorming energie-stromen per gebouw
Analyse energiegebruik
Analyse WKK

Afsluiting

Conclusie/ Aanbevelingen
Vragen, opmerkingen

ECN

ECN/EE 17

ANNEX: INVENTARISATIEFORMULIEREN VAN VIER ECN GEBOUWEN

In deze annex zijn de volgende vier gebouwen geïnventariseerd, te weten:

- Gebouw 40: Duurzame Energie (DE) 2
- Gebouw 07: Hot Cell Laboratory (HCL) 6
- Gebouw 15: Gezondheidsbeschermingdienst (GBD) 16
- Gebouw 03: Semi Permanent Gebouw (SPG) 25

Tabel 40-1: Algemene energiegerelateerde kenmerken voor gebouw Duurzame Energie

Gebouwnaam: DE gebouw	*Nummer: 40*
Naam 1e contactpersoon: dhr. J.W. Stam	Datum inventarisatie: 24 –02 –2000

1). Beschrijving van.het gebouw: x Kantoor ☐ Laboratoria ☐ Facilitaire voorzieningen

Toelichting over gebruik met name unit(s):

Het DE gebouw is een vrijwel vierkant bakstenen kantoorgebouw met vier lagen. De kantoorruimte wordt gebruikt door de units Zon en Wind.

2) Afmetingen (vloeroppervlak en inhoud) met verdiepingen en oriëntatie:	Bruto: 2 544 m^2
Oriëntatie langste gevel: ☐ zuid, ☐ zuidoost, ☐ zuidwest, of x anders	Bruto: 8 740 m^3

De gevels van het vierkante gebouw, met een lengte van 25 meter, zijn naar alle richtingen gelijk en zijn voor een deel voorzien van pv-cellen voor onderzoek.

3) Bouwjaar met uitbreidingen en renovaties; huisvesting aantal werkplekken	118 Werkplekken

Ontwerp 1993 en in gebruik name 1994.

4) Bijzondere energiegerelateerde bouwkunde voorzieningen:

Energie besparende maatregelen	Eigen opwekking / Duurzame energie
• Ontwerp en bouw volgens norm SBR 213 (1993) • HR-glas met k-waarde van 0,9 tot 1,8. • EPC is 1,4 (huidige waarde kantoor gebouw) • Daglichtbenutting (armaturen aan raamzijde apart inschakelbaar).	• PV-cellen op dak (structureel), 10 kW_{piek}. • Onderzoek PV aan gevel (incidenteel), oppervlak 64 m^2 met totaal 4 tot 5 kW_{piek}, opbrengst beperkt vanwege speciale plaatsing naar 4 windstreken.

Korte beschrijving van uitgevoerde maatregelen:

Het DE-gebouw is ontworpen volgens hoge eisen met betrekking tot energiegebruik. Het ontwerp voldoet aan de richtlijn voor energie-efficiënte kantoorgebouwen (SBR 213). De vorm van het gebouw, het glaspercentage van de gevel, de indeling, de oriëntatie, de installatie, kortom het hele ontwerp is geoptimaliseerd met betrekking tot het energiegebruik. De benodigde energie voor verwarming is dusdanig laag dat het verbruik door kantoorapparaten zoals pc's, kopieerapparaten, printers en dergelijke een aanzienlijk deel van het energiegebruik omvat.[BEP 1999]

5) Referentie(s):

[1] Energiebeheer door gebouwbeheer, E.A. Veld, A.J. Zijlker, ECN-I--99-009, juli 1999.

[2] Projectplan 2000 besparingsmaatregelen en opstellen bedrijfsenergieplan BEP 2000, J. Jehee e.a., FAC-5503, april 2000.

6) Overzicht energiegebruik laatste 3 jaar

	Eenheid	1999	1998	1997	Opmerkingen
Aardgas	m^3	11 057	12 112	12 688	
Graaddagen	Graagdagen	2676.3	2820.9	2929.1	
Gecorrigeerd verbruik	m^3 per graaddag	4,13	4,30	4,33	Gasgebruik neemt af
Elektriciteit	kWh	138 240	141 440	146 680	Daling circa 3% per jaar
Eigen opwekking	kWh	6 400	6 400	6 400	Productie geschat
Olie (bv. Diesel)	m^3			Geen	
Perslucht	m_n^3 en bar			Geen	
Water	m^3	502	498	491	
Stikstof	m_n^3			Geen	
Overig					

7) Voorgenomen of toekomstige maatregelen en opmerkingen:

Detailstudies naar energiegebruik wordt uitgevoerd vanuit DEGO project. Beperking watertemperatuur verwarming in voor- en najaar waarbij te hoge middagtemp. wordt vermeden. Andere bijzondere maatregelen zijn niet voorzien.

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.

Tabel 40-2: Omvang en verdeling van het energiegebruik 1999 volgens GBS

Energiedrager	Hoeveelheid		Omrekenings-factor[1)]		Gebruik		Kosten		
Aardgas	11 057	m^3	31,65 MJ/m^3	=	349 954	MJ	ƒ 3 317,-	€	1 501,-
Elektriciteit	138 240	kWh	9,00 MJ/kWh	=	1 244 160	MJ	ƒ 21 427,-	€	9 614,-
Olieproduct, specificatie bijv. diesel:	Niet gebruikt	m^3		=		MJ	ƒ	€	
Water	502	m^3		=		MJ	ƒ 1 225,-	€	554,-
Overige (perslucht e.d.)	Niet gebruikt	m^3		=		MJ	ƒ	€	
Totaal			*Totale primaire energie:*		*1 594 114*	MJ	ƒ *25 969,-*	€	*11 669,-*

1) Overeenkomstig Circulaire 'Energie in de milieuvergunning', okt. 1999.

Tabel 40-3: Overzicht installaties en bedrijfstijden

Installatie	Aantal	Vermogen per stuk [*kW*]	Totaal vermogen [*kW*]	Draaiuren [*h/j*]	Energieverbruik [*kWh*]
TL-armaturen	291	0,050	14,55	2600	37 830
Gangverlichting	109	0,010	1,09	2600	2 834
Toiletverlichting	38	0,014	0,53	2600	1 378
Trapverlichting	35	0,018	0,63	2600	1 638
Halverlichting	13	0,007	0,09	2600	234
Noodverlichting	34	0,016	0,54	8760	4 730
PC	118	0,041	4,84	2600	12 584
Monitor	118	0,095	11,21	2600	29 146
Kopieerapparaat	3	0,136	0,41	8760	3 574
Printer	10	0,064	0,64	8760	5 589
Koffiemachine	2	0,209	0,42	8760	3 662
Ventilator	1	7,0	7,0	2600	18 200
Server	1	Schatting 2	2	8760	17 520
Gas 3d-HR	1	0,50	0,50	8760	4 380
Gas 3d XR	1	0,12	0,12	8760	1 051
Totaal		***Aansluitwaarde***	***44,15***	***El. Gebruik***	***138 779***

Installatie	Aantal	Vermogen per stuk [m^3/h]	Totaal vermogen [m^3/h]	Draaiuren [*h/j*]	Energieverbruik [m^3]
Gas 3d-HR	1	14,33	14,33	820[1)]	11 751
Gas 3d-XR	1	14,33	14,33		
Totaal		***Aansluitwaarde***	***14,33***	***Gas gebruik***	***11 751***

Elektriciteit (kWh/jaar) = vermogen (kW) x bedrijfstijd(uren/jaar)
Gas (m^3/jaar) = 0.114 (m^3/kWh) x belasting onderwaarde (kW) x bedrijfstijd (uren/jaar)
1) Equivalente vollastdraaiuren geschat op feitelijk gebruik, alleen toegerekend aan 3d-HR ketel.

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.

Figuren m.b.t. het DE-gebouw (40)

Figuur 40-1: Elektriciteitsgebruik op weekbasis

In deze figuur is te zien dat het elektriciteitsgebruik licht stijgt in 1999, namelijk circa 5 %.

Figuur 40-2: Elektriciteitsgebruik op etmaalbasis

In deze figuur is te zien dat het weekgebruik een basislast uiterlijk heeft. Het weekendgebruik is vrij vlak met een gemiddeld gebruik van circa 10 kW.

Figuur 40-3: Aardgasgebruik op weekbasis

In bovenstaande figuur 40-3, is het aardgasgebruik van het DE-gebouw weergegeven. Duidelijk is te zien dat dit gebruik afhangt van het seizoen. Bij de gebroken week aan het begin van het jaar ontstaat een relatief laag week-gebruik. Aanbevolen wordt om na te gaan of het wenselijk is om dit te vermijden, bijvoorbeeld door normering met het aantal dagen.

Figuur 40-4: Aardgasgebruik op etmaalbasis

De figuur geeft duidelijk weer dat om 18:00 uur de thermostaat automatisch naar een lagere temperatuur wordt geschakeld. In het weekend wordt er nagenoeg geen aardgas gebruikt.

Tabel 40-4: Bevindingen gebouw 40

Energieprijzen:			**Aandeel energiegebruik op gebruik ECN:**	
Aardgasprijs:	*f* 0,30 / m^3	€ 0,135 / m^3	- Elektriciteit:	1,5 %
Elektriciteitsprijs:	*f* 0,186 / *kWh*	€ 0,084 / *kWh*	- Aardgas:	0,79 %
Waterprijs:	*f* 2,44 / m^3	€ 1,104 / m^3	- Water:	0,64 %
Energiegerelateerde kentallen:				
Elektriciteitsgebruik per m^2 vloeroppervlak:			54	kWh/m^2 *per jaar*
Gasgebruik per m^3 gebouwinhoud:			1,3	$m^3_{aardgas}/m^3_{inhoud}$ *per jaar*

Bij de bouw is bijzondere aandacht besteed aan energiebesparende maatregelen (EBM's). Het gebruik is relatief laag en aanvullende maatregelen zijn niet vastgesteld. Uit statistische verwerking van de gebruikgegevens van het aardgas in figuur 40-4 is duidelijk te zien dat het gebruik beperkt is tot werkdagen van 7:00 uur tot 19:00 uur. Een studie [1] naar het beperken van de verwarming tijdens zonnige dagen in voor- en naseizoen ter vermijding van oververhitting (krooneneffect). Het resultaat van deze studie uit [2] betreft:

Een besparing van 3 à 4 % van het gebouwgebonden aardgasgebruik (dus voor DE 400 tot 500 m^3) kan worden gerealiseerd. Bij gebouwen die minder energie-efficiënt zijn, kan meer m^3 aardgas worden bespaard, echter de percentuele besparing is sterk afhankelijk van de gebouwmassa en het ventilatieregiem.

Aanbeveling: Voor nieuwbouw en renovaties wordt aanbevolen om de verwarmingssystemen voor lucht en water per verdieping en per gevel instelbaar te maken. Hogere verdiepingen en gevels aan de zuidzijde worden eerder oververhit dan andere locaties.

Conclusies en verdere acties

1. Opnemen van aanbeveling in de checklijst voor nieuwbouw en renovatie van ECN gebouwen.
2. Uitvoeren van een vervolgstudie in 2000 waarin een geschikt gebouw wordt geselecteerd om een aangepaste regeling van de stooklijn op een kosteneffectieve wijze te demonstreren. Implementatie daarvan in 2000 is voorzien en afhankelijk van de resultaten van die demonstratie volgen verdere acties in 2001.

Opgesteld door:	Gecontroleerd door:
B. Edse	F.A.T.M. Ligthart
Datum: 3/7/00	Datum:

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.

Tabel 07-1: Algemene energiegerelateerde kenmerken voor HCL gebouw

Gebouwnaam: Hot Cell Laboratory HCL (voorheen Laboratorium voor Stralende Objecten, LSO)	*Nummer: 07*
Naam 1e contactpersoon: K.W. de Haan	Datum inventarisatie: 07 –03 –2000

1) Beschrijving van het gebouw: x Kantoor x Laboratoria □ Facilitaire voorzieningen

Toelichting over gebruik met name unit(s):

Het HCL omvat een laboratorium gebouwd in 1964 met hot cells voor onderzoek. In 1995 is het HCL uitgebreid met hot cells voor productie van Molybdeen, in 1997 is de kantoorvleugel gereedgekomen en zijn tevens speciale hot cells ingericht voor actiniden onderzoek. Het onderzoekslaboratorium wordt gekenmerkt door een zware constructie met veel bouwmassa. De nieuwe Molybdeenvleugel (MoV) oogt minder massief. Het HCL omvat 2 verdiepingen en een kelder en is van de buitenzijde voorzien van een bakstenen muur. De laboratoria zijn voorzien van speciale ventilatiesystemen die in de diverse ruimten een onderdruk waarborgen (de hot cells het laagst) overeenkomstig de richtlijnen. Het HCL wordt gebruikt door NRG, met uitzondering van de Molybdeenvleugel (MoV) waar Mallinckrodt twee productielijnen gebruikt voor scheiding van molybdeen isotopen uit bestraalde splijtstofpillen.

2) Afmetingen (vloeroppervlak en inhoud) met verdiepingen en oriëntatie:	bruto: 3 146 m^2
Oriëntatie langste gevel: □ zuid, □ zuidoost, □ zuidwest, of **x** anders: oost	bruto: 28 510 m^3

Het HCL gebouw is een onderdeel van een gebouwencomplex waarvan ook de gebouwen 04, 05, 06 en 07 deel uit maken. De installatietechnische voorzieningen van deze gebouwen zijn gescheiden. Met uitzondering van de verwarming. Perslucht wordt door de centrale persluchtvoorziening geleverd.

3) Bouwjaar met uitbreidingen en renovaties; huisvesting aantal werkplekken	50 Werkplekken

In 1963 gebouwd, en oplevering in 1964, in 1995 is de Molybdeenvleugel en in 1997 is de kantoorvleugel opgeleverd.

4) Bijzondere energiegerelateerde bouwkunde voorzieningen:

Energie besparende maatregelen	Eigen opwekking / Duurzame energie
• Warmteterugwinning uit de ventilatielucht (twin coil systeem) • Hoogfrequent verlichting in nieuwe kantoorvleugel HCL	• Niet van toepassing

Korte beschrijving van uitgevoerde maatregelen:

Warmteterugwinning uit de ventilatielucht van het HCL-gebouw is gerealiseerd bij de uitbreiding met de Molybdeen Vleugel (MoV) in 1995. De verwarmingsinstallatie van het HCL heeft door de warmteterugwinning voldoende capaciteit om ook de Molybdeen Vleugel (MoV) te verwarmen. Bij de warmteterugwinning is de uitgeblazen lucht volledig gescheiden van de binnenkomende lucht, een zogenoemd twin-coil systeem. Hierdoor is verontreiniging van de binnenkomende lucht niet mogelijk.

Formulier BEP-INV-001 , mei 2000

Tabel 07-1: Vervolg

5) Referentie(s):

Tekeningen van het HCL: E008-356 en E008-357 (kantoorvleugel HCL), E008-282 en E008-283 (MoV) en TDE_0_01008_109, TDE_0_01008_110 en TDE_0_01008_111 (HCL).

6) Overzicht energiegebruik laatste 3 jaar

	Eenheid	1999	1998	1997	Opmerkingen
Aardgas	m^3	242 688	293 666	298 469	
Graaddagen	Graagdagen	2676,3	2820,9	2929,1	
Gecorrigeerd verbruik	m^3 per graaddag	90,7	104,1	101,9	Verbruik neemt iets af in 1999.
Elektriciteit	kWh	1 291 960	1 305 400	1 350 440	Elektr. neemt circa 2% per jaar af.
Eigen opwekking	kWh	-	-	-	Zie evaluatie in par. 3.6 van bijgaand rapport.
Olie (bv. Diesel)	m^3	-	-	-	
Perslucht	m_n^3 en bar	?	?	?	
Water	m^3	538	707	868	
Stikstof	m_n^3	82 925	80 568	104 959	
Overig					

7) Voorgenomen of toekomstige maatregelen en opmerkingen:

Een verlaging van het ventilatievoud in de nachtelijke uren kan het energiegebruik (zowel aardgas als elektriciteit) aanzienlijk verlagen. Een evaluatie van de relevante wettelijke eisen, randvoorwaarden en overwegingen wordt aanbevolen.

Formulier BEP-INV-001, mei 2000

Tabel 07-2: Omvang en verdeling van het energiegebruik 1999 volgens GBS

Energiedrager	Hoeveelheid		Omrekenings-factor[1)]		Gebruik			Kosten		
Aardgas	242 688	m^3	31,65 MJ/m^3	=	7 681	GJ	ƒ	72 806,-	€	32 944,-
Elektriciteit	1 291 690	kWh	9,00 MJ/kWh	=	11 625	GJ	ƒ	200 254,-	€	90 613,-
- HCL licht 12,4 %										
- HCL kracht 56,1 %										
- MoV licht 2,3 %										
- MoV kracht 29,1 %										
Olieproduct, specificatie, bijv. diesel:	?	m^3	?	=		GJ	ƒ	?	€	?
Water	538	m^3	Onbekend	=		GJ	ƒ	1 313,-	€	594,-
Stikstof	82 925	m^3	Onbekend	=		GJ	ƒ		€	
Perslucht	Gebruik onbekend		Onbekend	=		GJ	ƒ		€	
Totaal			**Totale primaire energie:**		**19 306**	**GJ**	ƒ	**274 337,-**	€	**124 151,-**

1) Overeenkomstig Circulaire 'Energie in de milieuvergunning', okt. 1999.

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.

Tabel 07-3a: Overzicht installaties en bedrijfstijden van HCL kantoorvleugel

Gegevens zijn afkomstig uit tekeningen E008-356 en E088-357

Installatie verlichting +app.	Aantal	Vermogen per stuk [*kW*]	Totaal vermogen [*kW*]	Draaiuren [*h/j*]	Energieverbruik [*kWh*]	Ruimte(n)
Kantoor begane grond:						
PLS	21	0,01	0,16	2 600	420	A, B, C
TC	6	0,04	0,24	2 600	618	D
TLD	27	0,06	1,49	2 600	3 861	F
PLL	4	0,08	0,32	2 600	824	E
TL (noodverlichting)	4	0,02	0,07	2 600	183	A, C
TL (oriëntatie)	1	0,02	0,02	2 600	46	C
PC	19	0,04	0,78	2 600	2 025	E, F
Monitor	19	0,10	1,81	2 600	4 693	E, F
Kopieerapparaat	1	0,14	0,14	8 760	1 191	B
Koffiemachine	1	0,21	0,21	8 760	1 831	G
Printer	2	0,06	0,13	8 760	1 121	B
Kantoor 1e verdieping						
PLS	18	0,01	0,14	2 600	360	C
TLD HF	28	0,06	1,79	2 600	4 645	F
TLD	5	0,13	0,64	2 600	1 659	I
TL (noodverlichting)	4	0,02	0,07	2 600	183	C, H
TL (oriëntatie)	3	0,02	0,05	2 600	137	C, H
PC	19	0,04	0,78	2 600	2 025	F
Monitor	19	0,10	1,81	2 600	4 693	F
Kopieerapparaat	1	0,14	0,14	8 760	1 191	C
Koffiemachine	1	0,21	0,21	8 760	1 831	C
Printer	2	0,06	0,13	8 760	1 121	C
Server	1	2	2	8 760	17 520	H
Totaal		***Aansluitwaarde:***	***13,09***	***El. Gebruik:***	***52 180***	

Niet geïnventariseerd omdat de verwarming is aangesloten op de HR (VR) ketels van het HCL
In HCL kantoorvleugel wordt geen aardgas gebruik.

Elektriciteit (*kWh/jaar*) = vermogen (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Gas (m^3/*jaar*) = 0.114 (m^3/*kWh*) x belasting onderwaarde (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/j*
Aanname: Voorschakelapparaat is 10% van het vermogen van de lamp.

Tabel 07-3b: Overzicht installaties en bedrijfstijden van MoV

Gegevens afkomstig uit tekeningen E008-282 en E008-283						
Installatie verlichting +app	Aantal	Vermogen per stuk [*kW*]	Totaal vermogen [*kW*]	Draaiuren [*h/j*]	Energieverbruik [*kWh*]	Ruimte(n)
MoV begane grond:						
E12/136	1	0,04	0,04	2 600	103	M
UJ403/236B HF	9	0,08	0,71	2 600	1853	B, C
UJ403/236B (open armatuur)	9	0,08	0,71	2 600	1853	B, C
UJ403/236B (gesloten armatuur)	24	0,08	1,90	2 600	4942	G, H, I
U502/158	5	0,06	0,32	2 600	829	D
E42/258	12	0,13	1,53	2 600	3981	E, F
E12/158	1	0,06	0,06	2 600	166	L
4582/258	1	0,13	0,13	2 600	332	K
FB91250720N	1	0,02	0,02	2 600	40	F, O
E121258	4	0,13	0,51	2 600	1327	J, P
K472/8P	8	0,009	0,07	2 600	183	A, C, D, E, F, K
K472/8N	4	0,009	0,04	2 600	92	E, F, G, H
K592/8N	4	0,009	0,04	2 600	92	B, D
TCW0899 1181	2	0,02	0,04	2 600	103	F
SOX	2	0,02	0,04	2 600	103	C, E
MoV 1e verdieping						
E12/258	15	0,13	1,91	2 600	4976	N
E32/258	5	0,13	0,64	2 600	1659	S, T, U
E42/258	27	0,13	3,45	2 600	8958	
R4100/236	2	0,08	0,16	2 600	412	N
K472/8P	4	0,009	0,04	2 600	92	R, S, T, U
K472/8N	5	0,009	0,04	2 600	114	R, S
K473/8N	12	0,009	0,11	2 600	275	
Totaal		***Aansluitwaarde:***	***12,49***	***El. Gebruik:***	***32 484***	
Alleen kleine gebruikers, branders voor laboratorium toepassingen en voor meting radioactiviteit						

Elektriciteit (*kWh/jaar*) = vermogen (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Gas (m^3/*jaar*) = 0,114 (m^3/*kWh*) x belasting onderwaarde (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Aanname: Voorschakelapparaat is 10% van het vermogen van de lamp.

Tabel 07-3c: Overzicht installaties en bedrijfstijden van het HCL

Gegevens afkomstig uit tekeningen TDE-0-01008-109 t/m 111 uit nov. '67						
Installatie	Aantal	Vermogen per stuk	Totaal vermogen	Draaiuren	Energieverbruik	Ruimte(n)
HCL begane grond:		[*kW*]	[*kW*]	[*h/j*]	[*kWh*]	
TCW 196S	3	0,08	0,24	2 600	617,8	A
TMX 200 1/C	8	0,08	0,63	2 600	1 647,4	A
TM 10	2	0,18	0,35	2 600	915,2	B
TMV 2x40W	63	0,09	5,54	2 600	14 414,4	A, B, C, D, F, G
TMV 1x40W	1	0,04	0,04	2 600	114,4	
GCA	15	0,09	1,32	2 600	3 432	H, I, J
EMF 1x40W	12	0,04	0,53	2 600	1372,8	K
NB11/18^{E}/12	3	0,11	0,33	2 600	858	V, L
NB11/11^{E}/12	1	0,04	0,04	2 600	114,4	L
NB11/10^{E}/12	1	0,04	0,04	2 600	114,4	M
2901	6	0,1	0,6	2 600	1 560	E
861B WD	5	0,1	0,5	2 600	1 300	B, O, V
27103B WD	5	0,1	0,5	2 600	1 300	N
PB12.B22	9	0,03	0,23	2 600	585	K, O
PS11.B22	2	0,03	0,05	2 600	130	P
SOX (135W)	10	0,7	7	2 600	18 200	Q
SOX (90W)	81	0,1	7	2 600	18 954	Q
TM10 3x40W	8	0,13	1,06	2 600	2 745,6	R
TMX 2x36W	13	0,08	1,03	2 600	2 677	S
TMX 1x36W	12	0,04	0,48	2 600	1 235,5	A
PC	10	0,04	0,41	2 600	1 066	S
monitor (17 inch)	10	0,095	0,95	2 600	2 470	S
HCL 1^{e} verdieping						
TM10	18	0,18	3,17	2 600	8 236,8	A
TMV 2x40W	43	0,09	3,78	2 600	9 838,4	T, U, V
TMV 1x40W	30	0,04	1,32	2 600	3 432,0	U, V
NB11/18E/12	3	0,1	0,30	2 600	780	W, M
861B WD	1	0,1	0,10	2 600	260	X
27103B	19	0,1	1,90	2 600	4 940	S
PB12.B22	9	0,03	0,23	2 600	585	M
L,NR.2315 UB11	1	10	10,00	2 600	26 000	T, X
HCL 2^{e} verdieping						
TMV 2x40W	101	0,04	4,44	2 600	11 554	Y, P
11005A 100W	14	0,1	1,40	2 600	3 640	
11024 100W	15	0,1	1,50	2 600	3 900	Z
PB12.B22	3	0,025	0,08	2 600	195	Y, P
Totaal		***Aansluitwaarde:***	***49,96 El. Gebruik:***		***148 990***	

Installatie	Aantal	Gebruik per stuk	Totaal gebruik	Draaiuren	Gebruik
		[m^3/h]	[m^3/h]	[*h/j*]	[m^3]
HR-ketel	1	106	106	2 281	241 786
VR-ketel	1	106	106	0	-
Totaal		***Aansluitwaarde:***	***212 Gas gebruik:***		***241 786***

Elektriciteit (*kWh/jaar*) = vermogen (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Gas ($m^3/jaar$) = 0,114 (m^3/kWh) x belasting onderwaarde (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Aanname: Voorschakelapparaat is 10% van het vermogen van de lamp.

Tabel 07-3d: Overzicht grote elektrische krachtstroomgebruikers

Molybdeen vleugel		Typeaanduiding	Vermogen [*kW*]	Draaiuren[1)] [*h/j*]	Elektriciteits-gebruik [*kWh*]	Bijzonderheden bv. $I_{gemeten}$
Gebouwventilatie						
K 321	Toevoerventilator	112-M-B3B	4,2	8739	36 704	
K 361	Toevoerventilator	112-M-B3B	4,3	8740	37 582	
K 511	Afzuigventilator	225TR4/40	12,5	4011	50 138	19 A
K 531	Afzuigventilator	225TR4/40	15,2	4753	72 246	23 A
K 566	Ventilator transportsluis	90-L-B3B	1,4	57	80	2,2 A
Cellenventilatie						
K 486	Afzuigventilator	SKG-334-2	3,9	4330	16 887	5,9 A
k 481	Afzuigventilator	SKG-334-2	3,6	4415	15 894	5,5 A
HCL-gebouw						
Gebouwventilatie						
	Toevoerventilator	Pollrich A 26080 RW I	15,5	8740	135 470	
	Afzuigventilator	Pollrich 36 RE 800 R315	11,6	8745	101 442	
	Afzuigventilator	Pollrich 36 RE 800 R315	23	8745	201 135	
Verwarming						
	Verwarming (HR-ketel)	Remeha 5A HR	1,6	7460	11 936	HS
	Verwarming (HR-ketel)	Remeha 5A HR	0,8 [2)]	4952	3 962	LS
	Verwarming (ST-ketel)	Remeha 5A	0,4	9	4	HS
	Verwarming (ST-ketel)	Remeha 5A	0,2 [2)]	123	25	LS
	Transportpomp CV oost	Grundfos UPE 25-25A-180	0,1	3991	399	
	Transportpomp CV west	Grundfos UPE 25-25A-180	0,1	4061	406	
	Transportpomp CV ketel	Grundfos UP 32-80-180	0,28	4444	1 244	
Cellenventilatie						
	Afzuigventilator	Pollrich 34050 RW II	12	8741	104 892	
	Afzuigventilator	Pollrich 34050 RW II	12	8744	104 928	
Jodiumfilterinstallatie						
	Boosterventilator		15	8735	131 025	
Koelcompressor						
	Unit 1	Stork-Refac PHL 7	6,2	3956	24 527	
	Unit 2	Stork-Refac PHL 7	6,2	3500	21 700	
	Unit 3	Stork-Refac PHL 7	6,2	3785	23 467	
	Unit 4	Stork-Refac PHL 7	6,2	3455	21 421	
Transportpompen						
	Pomp 1	Grundfos UPT 50-120	0,75	4326	3 245	
	Pomp 2	Grundfos UPT 50-120	0,75	4419	3 314	
Transportpompen verwarming						
P 101	Transportpomp HCL-gebouw	Grundfos UPC-50-120	0,94	4961	4 663	
P 106	Transportpomp HCL-gebouw	Grundfos UPC-50-120	0,94	4926	4 630	
P 114	Transportpomp radiatoren	Grundfos UPS-32-60	0,13	7490	974	0,2 A
P 311	Transportpomp LBK	Grundfos UPC-40-30	0,33	3838	1 267	0,5 A
P 351	Transportpomp LBK	Grundfos UPC-40-30	0,33	6093	2 011	0,5 A
P 306	Transportpomp LBK WTW	Grundfos UPC-65-120	1,35	7647	10 323	
Koeling						
P 201	Transportpomp koeling	Grundfos UPT-50-120	0,86	8760	7 534	1,3 A
P 206	Transportpomp koeling	Grundfos UPT-50-120	0,86	Reserve		1,3 A
P241	Transportpomp proceskoeling	CR2-20	0,26	3162	822	0,4 A
P 242	Transportpomp proceskoeling	CR2-20	0,32	Reserve		0,5 A
P 261	Transportpomp proceskoeling	CR2-20	0,33	2517	831	0,5 A
P 262	Transportpomp proceskoeling	CR2-20	0,33	Reserve		0,5 A
		Aansluitwaarde:	***159***	***El. Gebruik:***	***1 157 125***	

[1)] Uren afkomstig uit bedrijfsuren registratie
[2)] 50% van het vollast-vermogen

Tabel 07-3e: Verklaring ruimten

Kantoorvleugel HCL	
A	Entree
B	Archief
C	Kantoren gang
D	Kleedruimte
E	Receptie
F	Kantoren
G	Koffieruimte
H	LAN ruimte

MoV	
	Onderhouds / transport hal (O.T. hal)
A	Werkruimte – Oost
B	Werkruimte – West
C	Centrale gang
D	Transportsluis
E	Werkruimte Waste Transfer
F	Xenon productie laboratorium
G	Laboratorium
H	Kantoor
I	Opslagruimte
J	Personensluis naar O.T. hal
K	Werkkast
L	Nooddouche
M	Hoofdingang personeel – sluis
N	Vluchtgang
O	Ruimte voor stralingsmeetapparatuur
P	Ruimte voor toekomstige I-131 productie
Q	Afzuiginstallatie
R	Toevoerventilatie
S	Luchtsluis nooduitgang Oost
T	Luchtsluis nooduitgang West
U	Hoofdingang personeel – sluis
V	Afzuigventilatie
W	Toevoerventilatie
X	Luchtsluis nooduitgang Oost
Y	Luchtsluis nooduitgang West

HCL	
A	Werkplaats
B	Overslag
C	Tekenkamer
D	Laadsluis
E	Was – en kleedruimten
F	Powerpack vermoeiingsmachine
G	Laagspanningsruimte
H	Laboratorium
I	Kantoor
J	Werkplaats elec
K	Gang
L	Rechte trap
M	Ronde trap
N	CV ruimte
O	Werkhal
P	Onderhoudshal
Q	Cellen
R	Ontsmettingskamer
S	Werkhal
T	Loodcellenruimte
U	Magazijn
V	Sluis
W	Donkere kamer
X	Leiding gang
Y	Ventilatieruimte
Z	Filterkamer

Figuren m.b.t. energiegebruik van het HCL.

Figuur 07-1: Krachtgroep HCL op weekbasis

Bovenstaande figuur toont voor het eerste halfjaar een daling van circa 5%, gevolgd door een stijging van circa 20%. Het hoge gebruik wordt voornamelijk veroorzaakt door de ventilatie zie tabel 07-3d.

Figuur 07-2: Krachtgroep HCL op etmaalbasis

Het etmaal gebruik van de krachtstroom levert geen belangrijk verschil tussen dag en nacht, noch tussen weekend en werkdagen. Op werkdagen is het typisch basislast gebruik tussen 10 en 18 uur enigszins hoger.

Figuur 07-3: Lichtgroep HCL op weekbasis

Het enigszins fluctuerende verloop van het elektriciteitsgebruik vertoont een seizoenseffect en hangt verder samen met vakantie / feestdagen en bedrijfsactiviteiten.

Figuur 07-4: Lichtgroep HCL op etmaalbasis

Het elektriciteitsgebruik via de lichtgroep valt voor circa 60% samen met de werktijden.

Figuur 07-5: Krachtgroep MoV op weekbasis

De MoV krachtgroep is vrijwel constant op circa 7 000 kWh per week.

Figuur 07-6: Krachtgroep MoV op etmaalbasis

De hoge vraag van vermogen, circa 40 kW, is het gevolg van de ventilatie van de MoV.

Figuur 07-7: Lichtgroep MoV op weekbasis

Het elektriciteitsverbruik daalt enigszins, circa 20% in 1999.

Figuur 07-8: Lichtgroep MoV op etmaalbasis

De fluctuaties worden waarschijnlijk veroorzaakt door de bedrijfsvoering in ploegendienst waardoor gemiddeld tussen 11:00 en 15:00 uur een verhoogde activiteit optreedt.

Figuur 07-9: Aardgasgebruik op weekbasis

In de figuur is duidelijk het seizoenseffect waar te nemen, 's winters meer gebruik als in de zomer.

Figuur 07-10: Aardgasgebruik op etmaalbasis

In het bovenstaande figuur, 07-10, is het typische basislast gebruik van het aardgas afgebeeld. Dit gasgebruik betreft het gehele HCL, dus inclusief kantoorvleugel en molybdeenvleugel.

Tabel 07-4: Bevindingen gebouw 07

Energieprijzen:			**Aandeel energiegebruik op gebruik ECN:**	
Aardgasprijs:	*f* 0,30 / m^3	€ 0,14 / m^3	- Elektriciteit	14 %
Elektriciteitsprijs:	*f* 0,155 / *kWh*	€ 0,07 /*kWh*	- Aardgas:	17 %
Waterprijs:	*f* 2,44 / m^3	€ 1,10 / m^3	- Water:	0,65 %
			- Stikstof:	56 %
Energiegerelateerde kentallen:				
Elektriciteitsgebruik per m^2 vloeroppervlak:			411	*kWh/m^2 per jaar*
Gasgebruik per m^3 gebouwinhoud:			8,5	$m^3_{aardgas}/m^3_{inhoud}$ *per jaar*

Het in stand houden van het hoge ventilatievoud is de belangrijkste reden van het hoge elektriciteits- en gasgebruik. Tevens wordt veel perslucht gebruikt, echter door het ontbreken van meters bij eindgebruikers of per gebouw is de exacte hoeveelheid onbekend. In het HCL is een groot aantal apparaten aanwezig welke een zeer aanzienlijk energiegebruik hebben maar waarvan niet bekend is, hoelang deze in gebruik zijn

Aanbevolen wordt om:
- Na te gaan in hoeverre het verlagen van de nachttemperatuur een besparing oplevert voor het gasgebruik. Gezien de zware bouwmassa wordt er een beperkt effect verwacht. HCL 'bewoners' zijn terughoudend vanwege mogelijk oncomfortabele condities.
- Een systeem of systematiek opzetten om het persluchtgebruik in kaart te kunnen brengen
- Meting aan elektrische apparaten die 10 000 kWh of meer gebruiken.

De inventarisatie van het HCL omvat meer dan 90 % van het gemeten gasgebruik en meer dan 90% van het gemeten elektriciteitgebruik.

Opgesteld door:	Gecontroleerd door:
B. Edse	K.W. de Haan
Datum: 3 / 7 / '00	Datum:

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.

Tabel 15-1: Algemene energiegerelateerde kenmerken voor GBD gebouw

Gebouwnaam: Gezondheidsbeschermingdienst (GBD)			*Nummer: 15*
Naam 1e contactpersonen:	G.C.H. Groen (NRG) D.Bos (SF)	Datum inventarisatie:	22 – 03 – 2000 20 – 03 – 2000

1) Beschrijving van het gebouw: x Kantoor x Laboratoria □ Facilitaire voorzieningen

Toelichting over gebruik met name unit(s):

Het GBD is een 4 laags bakstenen gebouw uit 1972? Het gebouw bestaat uit twee delen een hoogbouw (HB) gedeelte en een laakbouw (LB) gedeelte. In zowel de HB als de LB bevinden zich laboratoria en kantoren, de gebruikers van het GBD is ECN schoon fossiel en NRG.

2) Afmetingen (vloeroppervlak en inhoud) met verdiepingen en oriëntatie:	bruto: 4 444 m^2
Oriëntatie langste gevel: □ zuid, □ zuidoost, □ zuidwest, of **x** anders: oost	bruto: 15 272 m^3

3) Bouwjaar met uitbreidingen en renovaties; huisvesting aantal werkplekken	..... Werkplekken

In 1972? Gebouwd en in 1998? Gerenoveerd

4) Bijzondere energiegerelateerde bouwkunde voorzieningen:

Energie besparende maatregelen	Eigen opwekking / Duurzame energie
• Door het grote glasoppervlak is in de zomer weinig verlichting in de kantoren nodig.	• Niet van toepassing

Korte beschrijving van uitgevoerde maatregelen:

5) Referentie(s):

- Tekeningen van het GBD: TDE-0-01029-002 uit november '98 (kelder, begane grond en 2e verdieping) en E029-142 uit maart '98 (1e verdieping).
- Ontwikkeling van DSM ter ondersteuning van geavanceerd energiebeheer, E.R. van Selow e.a., ECN-I--99-001, februari 1999.

6) Overzicht energiegebruik laatste 3 jaar

	Eenheid	1999	1998	1997	Opmerkingen
Aardgas	m^3	170 424	157 726	161 776	
Graaddagen	Graagdagen	2676,3	2820,9	2929,1	
Gecorrigeerd verbruik	m^3 per graaddag	63,7	55,9	55,2	Verbruik neemt toe met circa 6 % per jaar.
Elektriciteit	kWh	754 450	758 600	673 000	Verbruik neemt toe met 5 % per jaar.
Eigen opwekking	kWh	geen			
Deminwater	m^3	151	160	173	
Perslucht	m_n^3 en bar				
Water	m^3	1 172	1 896	2 370	
Stikstof	m_n^3	10	25	10	
Overig					

7) Voorgenomen of toekomstige maatregelen en opmerkingen:

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.

Tabel 15-2: Omvang en verdeling van het energiegebruik 1999 volgens GBS.

Energiedrager	Hoeveelheid		Omrekenings-factor[1)]		Gebruik			Kosten		
Aardgas	170 424	m^3	31,65 MJ/m^3	=	5 393 920	*MJ*	*f*	51 127, -	€	23 240, -
Elektriciteit	754 450	*kWh*	9,00 *MJ/kWh*	=	6 790 050	*MJ*	*f*	140 328, -	€	63 785, -
Olieproduct, specificatie, bijv. diesel:		m^3		=		*MJ*	*f*		€	
Water	10	m^3		=		*MJ*	*f*	244, -	€	111, -
Stikstof	1 172	m^3		=		*MJ*	*f*		€	
Deminwater	151	m^3		=		*MJ*	*f*		€	
Overig (bijv perslucht)				=						
Totaal			**Totale primaire energie:**		**12 184 000**	***MJ***	***f***	**155 699, -**	**€**	**70 772, -**

1) Overeenkomstig Circulaire 'Energie in de milieuvergunning', okt. 1999.

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.

Tabel 15-3a: Overzicht installaties en bedrijfstijden van het GBD
Gegevens afkomstig uit tekeningen TDE-0-01029-002 nov. '98
en E029-142 mrt '98

Installatie Merk	Type	Aantal	Vermogen per stuk [*kW*]	Vermogen [*kW*]	Branduren [*h/j*]	Energiegebruik [*kWh*]	Ruimtecode
Kelder							
Philips	TMN	89	1x40 W	0,04	2 600	10 182	P1
Philips	TMN	65	2x40 W	0,09	2 600	14 872	P2
Philips	TFX	4	2x40 W	0,09	2 600	915	P3
Philips	NCS23	1	60 W	0,06	2 600	156	P4
Begaande grond							
Philips	GCA	94	2x40 W	0,09	2 600	21 507	P5
Philips	TF14	19	1x40 W	0,04	2 600	2 174	P6
Philips	TF14	16	1x20 W	0,02	2 600	915	P7
Philips	TMN	149	2x40 W	0,09	2 600	34 091	P8
Philips	TFX	2	2x40 W	0,09	2 600	458	P9
Philips	TBS10	16	2x40 W	0,09	2 600	3 661	P10
Philips	TCS058	4	1x36 W	0,04	2 600	412	P11
Philips	TMN	10	1x40 W	0,04	2 600	1 144	P12
Philips	NB120/E00	20	2x40 W	0,09	2 600	4 576	P13
Philips	LBS 217/30	5	SL18 W	0,02	2 600	234	P14
1e Verdieping Hoogbouw							
Philips	TBS 300	106	2x36 W	0,08	2 600	21 828	P15
Philips	TBS 300	16	2x18 W	0,04	2 600	1 647	P16
Philips	TBS 300	6	1x18 W	0,04	2 600	618	P17
Philips	PL C-E	10	1x8 W	0,01	2 600	208	P18
Philips	PL C-E	1	1x8 W	0,01	2 600	21	P19
2e Verdieping Hoogbouw							
Philips	GCA	43	2x40 W	0,09	2 600	9 838	P20
Philips	TF14	2	1x20 W	0,02	2 600	114	P21
Philips	TMN	63	2x40 W	0,01	2 600	1 441	P22
Philips	TFX	2	2x40 W	0,09	2 600	458	P23
Philips	TBS10	16	2x40 W	0,09	2 600	3 661	P24
Philips	NCS23	1	60 W	0,06	2 600	156	P25
Totaal			***Aansluitwaarde:***	***1,42 El. Gebruik:***		***135 286***	

Installatie		Aantal	Gebruik per stuk [m^3/h]	Totaal gebruik [m^3/h]	Draaiuren [h/j]	Gebruik [m^3]
Hermeha	HR	1	106	106	1 374	145 644
Hermeha	VR	1	50	50	0 002	100
Hermeha	H40	1	3,6	3,6	1 702	6 127
Totaal			***Aansluitwaarde:***	***159,6 Gas gebruik:***		***151 871***

Elektriciteit (kWh/jaar) = vermogen (kW) x bedrijfstijd (uren/jaar)

Gas (m3/jaar) = 0,114 (m3/kWh) x belasting onderwaarde (kW) x bedrijfstijd (uren/jaar)

Aanname: Voorschakelapparaat is 10% van het vermogen van de lamp,

P18 & P19 zijn beide oriëntatieverlichting

Tabel 15-3b: Verklaring ruimtenummers

Deze ruimtenummers komen overeen met de benaming in de gehanteerde tekeningen:TDE-0-01029-002 & E029-142

Ruimtecode	Ruimtenummer
P1	K16, k16[a], k17, k17[a,b,c], k19, k22, k24, k25, k29, k31, k50, k51, k53, k58, k62, k64, k67
P2	K01, k06, k07, k09, k10, k15, k18, k18[a]
P3	K12, k30, k30[a]
P4	Lift (geen ruimtenummer bekend)
P5	01 t/m 10, 030[a], 050 t/m 057, 064
P6	082, 092
P7	028, 027[a], 030[b], 058[a,b,c,d,e], 059[a,b], 073[a], 081[a], 086[a,b], 097
P8	014 t/m 022, 024, 068, 069, 071, 073 t/m 081, 083 t/m 086, 088 t/m 096
P9	012, 030
P10	013, 027, 029
P11	072
P12	058, 060, 067
P13	062, 063, 065, 067
P14	Buiten voor 062
P15	101, 103 t/m 105, 107 t/m 110, 114, 116, 118, 120, 121[a], 122, 124
P16	127, 129, 130, 131
P17	112, 126, 130, 130[a]
P18	113, 116, 118, 120, 124, 130
P19	130
P20	210 t/m 210, 230[a]
P21	227[a], 230[a]
P22	215, 216, 218, 220, 222, 224
P23	212, 230
P24	230, 231
P25	Lift (geen ruimtenummer bekend)

Tabel 15-3c: Overzicht installaties en bedrijfstijden grote gebruikers
Gegevens verkregen door middel van rondgang door het gebouw

Merk	Type	Aantal	Vermogen per stuk [*kW*]	Vermogen [*kW*]	Draaiuren [*h/j*]	Energiegebruik [*kWh*]
Tulip	Pentium II	83	0,1	11,3	2 600	29 349
Memmert	Onbekend[2)]	4	1,6	6,4	2 600	16 640
niet gespecificeerd[1)]		2	1,5	3	2 600	7 800
QMS	1060	8	0,1	1	8 760	8 410
Xerox	214	2	0,1	0,2	8 760	1 752
Nabermann	HT04/17	4	4,5	18	2 600	46 800
Nabermann	N60/H	1	10	10	2 600	26 000
Snijstaal	HT64/17	1	14,5	14,5	2 600	37 700
HK001971	HT-1800G	1	9	9	2 600	23 400
Ventilator	Onbekend[2)]	1	0,1	0,1	8 760	876
Spectro	76000501	1	7,3	7,3	2 600	18 850
MLS	ETHOS 1600	1	2,5	2,5	208	520
Hereaus	HT 6200	1	2,7	2,7	312	827
Carbolik	CSF 12/3	1	1,7	1,7	156	267
Lauda	WK 600 RC6 CS	1	1,7	1,7	874	0
Tamson	T1000	1	1,7	1,7		0
Hereaus	Onbekend[2)]	1	0,8	0,8	2 600	2 106
niet gespecificeerd[1)]		2	5	0,5	52	26
Elbatron	Onbekend[2)]	1	1,2	1,2	8 760	10 687
niet gespecificeerd[1)]		1	1	1	52	52
WTB Binder	1511530000202	1	1,6	1,6	2 600	4 160
Neslab	GP400 + FTC 350	1	0,5	0,5	240	108
MSI Centrifuge	GBA H27 14	1	2,2	2,2	19	42
Miele	G 7783 CD		2	2	22	44
Electrolux	ER 2513C	3	0,3	0,3	8 760	2 891
Gallenkamp	Onbekend[2)]	1	0,2	4,4	2 600	11 440
niet gespecificeerd[1)]		2	0,5	0,5	48	24
niet gespecificeerd[1)]		5	0,3	1,6	8 760	14 235
niet gespecificeerd[1)]		3	0,2	0,5	8 760	4 599
Chroma	Onbekend[2)]	3	0,2	0,6	8 760	5 256
Virtis	UNITOP 600 SL	2	2,2	2,2	2 600	5 720
Liebherr	UKS 5000	1	0,2	0,2	8 760	1 577
Liebherr	GTS 2662	1	0,1	0,1	8 760	964
Turbula	Onbekend[2)]	1	0,4	0,4	2 600	962
Hereaus	Onbekend[2)]	1	2,8	2,8	2 600	7 280
niet gespecificeerd[1)]		6	0,3	2	2 863	5 583
Boom/Willen Wollin	6300-220 M28055	4	1,0	4	8 760	35 040
Elbatron	Onbekend	1	1,2	1,2	208	254
CEM	MDS 2000	2	3	3	260	780
Liebherr	KT 1580	1	0,1	0,1	8 760	788
Packard	TR1-CARB 2700TR	1	0,4	0,4	2 600	1 030
Packard	4000 SERIES	1	0,4	0,4	2 600	1 030
Hermeha	5a HR	1	0,8	0,8	1 374	1 099
Hermeha	5a HR*	1	0,4	0,4	4 620	1 848
Hermeha	5a	1	0,2	0,2	2	0,3
Hermeha	5a*	1	0,1	0,1	8 670	650
Grundfos	UMC 100-60	2	0,8	0,8	3 904	3 045
Grundfos	UMC 100-60	1	0,8	0,8	3 914	3 053
Remeha	HR40 boiler	1	0,2	0,2	1 702	298
niet gespecificeerd[1)]		1	5,5	5,5	8 760	48 180
Rotor	Onbekend	E5A	4	4	8 745	34 980

Tabel 15-3c: Vervolg installaties en bedrijfstijden van grote gebruikers
Gegevens verkregen door middel van rondgang door het gebouw

Merk	Type	Aantal	Vermogen per stuk [*kW*]	Vermogen [*kW*]	Draaiuren [*h/j*]	Energiegebruik [*kWh*]
Rotor		E5B	4	4	8 745	34 980
Damp-O-Mat	EDB 2702	1	5	5	7 244	36 220
Damp-O-Mat	EDB 2702	1	20	20	8 760	175 200
Holland Heating	HHW-BC-2450D IVM	1	2,2	2,2	8 720	19 184
Holland Heating	144	1	5,5	5,5	8 720	47 960
Grundfos	65-60	1	0,6	0,6	3 705	2 112
Grundfos	65-60	1	0,6	0,6	5 039	2 872
Calasit	CVV 315 TO	6	3,3	3,3	8 760	28 908
Holland Heating	CDA 165	3	0,4	0,4	8 760	3 154
Grenco	R71BBY1	1	2,2	2,2	8 760	19 272
Darkin	R45DB7V11	1	2,2	2,2	8 760	19 272
Holland Heating	CDA 2000	1	0,4	0,4	8 760	3 167
Totaal			***Aansluitwaarde:***	***183 El. Gebruik:***		***821 320***

* De ketels draaien hier op halflast, dit betreft het elektriciteitsverbruik.

1) Van sommige apparaten is vanwege de ouderdom niet meet te achterhalen wat het merk en type van het desbetreffende apparaat zijn. Bij die apparaten is bij het merk de opmerking *niet gespecificeerd* geplaatst.
2) Indien het type van de machine c.q. apparaat niet te achterhalen valt is de opmerking onbekend genoteerd

Figuren m.b.t. energiegebruik van het GBD.

Figuur 15-1: Krachtgroep GBD op weekbasis

Hierin is te zien dat er in de zomermaanden minder energie wordt gebruikt. Er is een daling van30 % gaande vanaf januari tot en met begin augustus en hierna een stijging tot en met december van eveneens 30 %

Figuur 15-2: Krachtgroep GBD op etmaalbasis

Hier is te zien dat zowel op werkdagen als in het weekend het gebruik een vlakke curve is. De hoge weekendvraag is het gevolg van de ventilatie van dit gebouw.

Figuur 15-3: Lichtgroep GBD op weekbasis

Hierin is te zien dat het gebruik enigszins stijgt over 1999. Beperkte renovatie, herinrichting en verhuizing in 1999 hangen hiermee samen.

Figuur 15-4: Lichtgroep op etmaalbasis

Het gebruikspatroon omvat een basislast van circa 20 kW en een piek tijdens werktijden van circa 30 kW.

Figuur 15-5: Aardgasgebruik op weekbasis

In bovenstaande grafiek is het aardgasgebruik van het GBD over een jaar weergegeven. Hierin is duidelijk de seizoensinvloed te zien.

Figuur 15-6: Aardgasgebruik op etmaalbasis

In figuur 15-6 is de week- en weekend curve voor het gasgebruik weergegeven. Duidelijk is dat het gebruik vrij vlak is en waarschijnlijk nauw samenhangt met de buitentemperatuur. Vergelijk dit gebruikspatroon met die van het DE-gebouw (figuur 40-4) maakt duidelijk dat een ruimte voor besparing aanwezig is, bijvoorbeeld door verlaging van de temperatuur 's nachts en in het weekend.

Tabel 15-4: Bevindingen gebouw 15

Energieprijzen:			Aandeel energiegebruik op gebruik ECN:	
Aardgasprijs:	*f* 0,30 / *m*^{3}	€ 0,135 / *m*^{3}	- Elektriciteit:	8,4 %
Elektriciteitsprijs:	*f* 0,186 / *kWh*	€ 0,084 / *kWh*	- Aardgas:	12,2 %
Waterprijs:	*f* 2,44 / *m*^{3}	€ 1,10 / *m*^{3}	- Water:	1,5 %
			- Stikstof:	Nihil
			- Deminwater	8,1 %
Energiegerelateerde kentallen:				
Elektriciteitsgebruik per m^2 vloeroppervlak:			170	*kWh/m*^{2} *per jaar*
Gasgebruik per m^3 gebouwinhoud:			11,2	$m^3_{aardgas}/m^3_{inhoud}$ *per jaar*

De aanwezige apparatuur in de werkplaats is niet beschouwd omdat op het tijdstip van de walk down niet toegankelijk was, Het energiegebruik van deze apparaten word als laag ingeschat omdat er geen productie werk wordt uitgevoerd en daardoor de apparaten slechts een beperkte tijd in bedrijf zijn.

In het GBD worden een groot aantal ovens gebruikt, verdeeld over zowel de hoog- als de laagbouw waarvan het aandeel in de vermogensvraag van het GBD naar schatting circa 20 % bedraagt, zie BEP 1999. De bedrijfstijden van deze ovens zijn overigens niet exact bekend, en aangezien het vermogen wat wordt gebruikt aanzienlijk is, is een aanbeveling om deze gebruikers op te nemen in de bedrijfsurenregistratie.

Het ventilatiesysteem van het GBD is gezien de stand der techniek verouderd en een actualisatie qua techniek verdient aanbeveling.

De inventarisatie van het GBD omvat meer dan 80 % van het gemeten gasgebruik en meer dan 90% van het gemeten elektriciteitgebruik. De inventarisatie is voldoende gedetailleerd.

Opgesteld door:	Gecontroleerd door:	Gecontroleerd door:
B. Edse	D. Bos (SF)	G.C.H. Groen (NRG)
Datum: 03/07/00	Datum:	Datum:

Formulier BEP-INV-001, mei 2000,

Tabel 03-1: Algemene energiegerelateerde kenmerken voor SPG gebouw

Gebouwnaam: Semi Permanent Gebouw (SPG)	*Nummer: 03*
Naam 1e contactpersoon: A. de Ruiter (EE) L.M. Brinkman (FAC)	Datum inventarisatie: 19 –05 –2000

1) Beschrijving van het gebouw: x Kantoor ☐ Laboratoria ☐ Facilitaire voorzieningen

Toelichting over gebruik met name unit(s):

Dit semi permanente gebouw wordt door de units EE en FAC gebruikt. Het gebouw bestaat uit twee delen een semi permanent gedeelte, eigendom van ECN, waar de unit FAC in gehuisvest is en een aanbouw, welke voor een jaar gehuurd is, waar de unit EE een huisvesting heeft.

2) Afmetingen (vloeroppervlak en inhoud) met verdiepingen en oriëntatie:	Bruto: 1 944 m^2
Oriëntatie langste gevel: x zuid, ☐ zuidoost, ☐ zuidwest, ☐ of anders:	Bruto: 5 832 m^3

De 1e fase omvat een oppervlakte van 1 224 m^2 en een inhoud van 3 672 m^3. De 2e fase omvat een oppervlakte van 720 m^2 en een inhoud van 2 160 m^3. Al de genoemde waarden van oppervlakte en inhoud zijn brutowaarden.

3) Bouwjaar met uitbreidingen en renovaties; huisvesting aantal werkplekken	90 Werkplekken

In augustus 1999 geplaatst, het deel waar unit EE huisvest is in januari 2000 geplaatst.

4) Bijzondere energiegerelateerde bouwkunde voorzieningen:

Energie besparende maatregelen	Eigen opwekking / Duurzame energie
• Automatische dag nacht regeling voor de verwarming • Hoogfrequent verlichting in unit FAC • Goed geïsoleerde kozijnen	• Niet van toepassing

Korte beschrijving van uitgevoerde maatregelen:

5) Referentie(s):

Tekening van het SPG: B 099-03\0-1, 1-1, 0-2 en 1-2 29/10/99

6) Overzicht energiegebruik laatste 3 jaar

	Eenheid	1999	1998	1997	Opmerkingen
Aardgas	m^3	6 700[1)]	-	-	
Elektriciteit	kWh	210 270[2)]	-	-	
Eigen opwekking	kWh	-	-	-	
Olie (bv. Diesel)	m^3	-	-	-	
Perslucht	m_n^3 en bar	-	-	-	
Water	m^3	106	-	-	
Stikstof	m_n^3	-	-	-	
Overig					

1) Dit is het aardgasgebruik t/m december 1999.
2) Dit gebruik is een totaal van een drietal gebouwen te weten receptie (01), brandweer (02) en het SPG (03).

7) Voorgenomen of toekomstige maatregelen en opmerkingen:

Aanbouw van het SPG wordt voor slechts een jaar gehuurd. Volgens de planning wordt de aanbouw aan het einde van 2000 verwijderd.

Formulier BEP-INV-001, mei 2000

Tabel 03-2: Omvang en verdeling van het energiegebruik 1999 volgens GBS

Energiedrager	Hoeveelheid		Omrekenings-factor[1)]		Gebruik			Kosten		
Aardgas	6 700	m^3	31,65 MJ/m^3	=	212	GJ	ƒ	2 010,-	€	910,-
Elektriciteit	210 270	kWh	9,00 MJ/kWh	=	1 892	GJ	ƒ	32 592,-	€	14 747,-
Olieproduct, specificatie bijv. diesel:	Niet van toepassing	m^3		=		GJ	ƒ		€	
Water	106	m^3	Onbekend	=		GJ	ƒ	259,-	€	117,-
Stikstof	Niet van toepassing	m^3	Onbekend	=		GJ	ƒ		€	
Perslucht	Niet van toepassing	m^3	Onbekend	=		GJ	ƒ		€	
Totaal			**Totale primaire energie:**		**2 104**	**GJ**	ƒ	**34 861,-**	€	**15 774,-**

1) Overeenkomstig Circulaire 'Energie in de milieuvergunning', okt. 1999.

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.

Tabel 03-3a: Installaties en bedrijfstijden van het SPG

Installatie Alle apparatuur, incl. verlichting	Aantal	Vermogen per stuk [*kW*]	Totaal vermogen [*kW*]	Draaiuren [*h/j*]	Energiegebruik [*kWh*]	Ruimte(n)
Begane grond						
Philips TLD 2x36 W HF	71	0,08	5,6	2 600	14 620	P1
Philips TLD 1x36 W	1	0,04	0,04	2 600	103	P2
Philips TLD 2x18 W	17	0,04	0,67	2 600	1 750	P3
Philips PL C-E 11 W	5	0,01	0,06	2 600	157	P4
PC + monitor (17")	25	0,2	5,06	2 600	13 163	P5
Printers (QMS1060 & QMS2060)	1	0,08	0,08	8 760	694	P6
Fax machine	2	0,13	0,25	8 760	2 190	P7
Daaldrop boiler	1	2,8	2,8	8 760	24 090	P8
Kopieerapparaat Xerox	1	0,07	0,07	8 760	613	P9
Koffieautomaat	1	0,2	0,2	8 760	1 752	P10
DT-160/100N (afzuiging toiletten)	1	0,04	0,04	8 760	307	P11
1e verdieping						
Philips TLD 2x36 W HF	79	0,08	6,3	2 600	16 268	P12
Philips TLD 1x36 W	1	0,04	0,04	2 600	103	P13
Philips TLD 2x18 W	17	0,04	0,67	2 600	1 750	P14
Philips PL C-E 11 W	3	0,01	0,04	2 600	94	P15
PC + monitor (17")	37	0,2	7,49	2 600	19 481	P16
Fax machine	2	0,13	0,25	8 760	2 190	P17
Kopieerapparaat Xerox	1	0,07	0,07	8 760	613	P18
Koffieautomaat	1	0,2	0,2	8 760	1 752	P19
Gebr, Bayer SOLID boormachine	1	0,5	0,5	1 500	750	P20
Dietz motoren FDR 80b/4-2q Schuurbandmachine	1	0,9	0,9	1 500	1 350	P21
DT-160/100N (afzuiging toiletten)	1	0,04	0,04	8 760	307	P22
Printers (QMS 1660, Magiccolor 330)	3	1,14	3,42	8 760	29959	P23
Plotters (HP Designjet 450c, OCE G9000)	2	0,72	1,44	8 760	12614	P24
HP 6100c scanner	1	0,1	0,1	2 600	268	P25
Totaal		***Aansluitwaarde:***	***36***	***El. Gebruik:***	***146 939***	

Installatie	Aantal	Gebruik per stuk [m^3/h]	Totaal gebruik [m^3/h]	Draaiuren [*h/j*]	Gebruik [m^3]
Remeha W40-m ECO & W40-m ECO	2	2,5	5	1 228[1)]	6 140
Totaal		***Aansluitwaarde:***	***5***	***Gas gebruik:***	***6 140***

Elektriciteit (*kWh/jaar*) = vermogen (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Gas (m^3/*jaar*) = 0,114 (m^3/*kWh*) x belasting onderwaarde (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Aanname: Voorschakelapparaat is 10% van het vermogen van de lamp.

1) Deze waarde is het resultaat van de deling tussen de gebruikte hoeveelheid gas en de bedrijfstijd welke uit de kwartaalgegevens gehaald zijn.
Dit is gedaan omdat de twee ketels van het SPG geen bedrijfsurenteller hebben.

Tabel 03-3b: Verklaring ruimten SPG gebouw

Ruimte-code	Ruimtenummer
P1	0.01, 0.02, 0.05, 0.07, 0.12, 0.14, 0.16, 0.21 t/m 0.24, 0.29, 0.30, 0.31, 0.33, 0.35
P2	0.21
P3	0.00, 0.00a, 0.00b
P4	0.18, 0.19, 0.20, 0.21
P5	0.01, 0.02, 0.05, 0.07, 0.08, 0.10, 0.12,
P6	0.00a
P7	0.00a, 0.14
P8	0.19
P9	0.00a
P10	0.00
P11	Toilet begane grond
P12	1.01, 1.03, 1.05, 1.06, 1.07, 1.10, 1.12, 1.14, 1.15, 1.16, 1.20, 1.23, 1.25, 1.26, 1.27, 1.28, 1.30, 1.32 1.33
P13	1.18
P14	Gang 1e verdieping
P15	Toilet 1e verdieping
P16	1.01, 1.03, 1.05, 1.06, 1.07, 1.10, 1.12, 1.14, 1.16, 1.20, 1.23, 1.25, 1.26, 1.27, 1.28, 1.30, 1.33
P17	1.03
P18	Gang 1e verdieping
P19	Gang 1e verdieping
P20	1.32
P21	1.32
P22	1.18, 1.19
P23	1.03, 1.15
P24	1.15
P25	1.20
Deze ruimtenummers komen overeen met de benaming in de gehanteerde tekeningen: B 099-03\0-1 & 1-1 29/10/99	

Tabel 03-3c: Installaties en bedrijfstijden van de aanbouw (2e fase) SPG

Installatie Alle apparatuur, incl. verlichting	Aantal	Vermogen per stuk [*kW*]	Totaal vermogen [*kW*]	Draaiuren [*h/j*]	Energie-verbruik [*kWh*]	Ruimte(n)
Begane grond						
Mazda RBP2 1x36 W	16	0,04	0,6	2 600	1 647	P1
Mazda RBP2 2x36 W	20	0,08	1,6	2 600	4 118	P2
Philips PL C-E 11 W	4	0,01	0,05	2 600	126	P3
PC + monitor (17")	11	0,1	1,3	2 600	3 475	P4
Dimplex PLX300E (kachel)	12	3	36	1 300	46 800	P5
QMS 2060 printer	1	0,9	0,9	8 760	7 884	P6
DT-160/100N (afzuiging toiletten)	1	0,04	0,04	2 600	91	P7
Koffieautomaat	1	0,20	0,2	8 760	1 752	P8
1e verdieping						
Mazda RBP2 1x36 W	20	0,04	0,8	2 600	2 059	P9
Mazda RBP2 2x36 W	32	0,08	2,5	2 600	6 589	P10
Philips PL C-E 11 W	4	0,01	0,05	2 600	126	P11
PC + monitor (17")	12	0,1	1,5	2 600	3 791	P12
Dimplex PLX300E (kachel)	18	3	54	1 300	70 200	P13
QMS 2060 printer	1	0,9	0,90	8 760	7 884	P14
DT-160/100N (afzuiging toiletten)	1	0,04	0,04	2 600	91	P15
Netondersteuning (PC)	4	0,04	0,2	8760	1 454	P16
Domotica project (PC)	5	0,2	1	8 760	8 870	P17
HP 1600 CM printer	1	0,5	0,5	8 760	4 380	P18
Totaal		***Aansluitwaarde:***	***102***	***El. Gebruik:***	***171 337***	

Aardgasaansluiting niet aanwezig i.v.m. verwarming door elektrische kachels
Elektriciteit (*kWh/jaar*) = vermogen (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Gas (m^3/*jaar*) = 0,114 (m^3/*kWh*) x belasting onderwaarde (*kW*) x bedrijfstijd (*uren/jaar*)
Aanname: Voorschakelapparaat is 10% van het vermogen van de lamp.

Tabel 03-3d: Verklaring ruimten aanbouw (2e fase) SPG

Ruimtecode	Ruimtenummer
P1	0.38, 0.39, 0.41, 0.42, 0.43, gang
P2	0.36, 0.38, 0.39, 0.41, 0.45, 0.47, 0.50, 0.51
P3	0.43, 1.49
P4	0.36, 0.38, 0.39, 0.45, 0.47, 0.50
P5	0.36, 0.38, 0.39, 0.41, 0.43, 0.45, 0.47, 0.48, 0.50
P6	0.36
P7	0.43, 1.49
P8	gang begane grond
P9	1.37, 1.42, 1.48, 1.53, 1.55
P10	1.36, 1.37, 1.40 t/m 1.46 1.50, 1.51, 1.53, 1.55, 1.56
P11	1.48, 1.49
P12	1.36, 1.37, 1.41, 1.42, 1.43, 1.44, 1.45, 1.50, 1.51, 1.53, 1.55
P13	1.36, 1.37, 1.40, 1.41, 1.42, 1.43, 1.44, 1.45, 1.48, 1.50, 1.51, 1.53, 1.55, 1.56
P14	Gang 1e verdieping
P15	1.48, 1.49
P16	1.55
P17	1.56
P18	Gang 1e verdieping

Deze ruimtenummers komen overeen met de benaming in de gehanteerde tekeningen: B 099-03\0-2 & 1-2 29/10/99

Figuren m.b.t. energiegebruik van het SPG.

Figuur 03-1: Lichtgroep op weekbasis

In bovenstaande figuur, 03-1 is het elektriciteitsgebruik van de SPG (1e fase) weergegeven. De elektriciteitsmeter is gerepareerd in week 13 en defect geraakt in week 15, in week 22 is de meter opnieuw gerepareerd.

Figuur 03-2: Lichtgroep SPG op etmaalbasis

In figuur 03-2 is het elektriciteitsgebruik op werkdagen en weekend weergegeven. Door defecte meter is het gebruik van slechts enkele weken beschouwd. De schaal is derhalve niet representatief. Duidelijk is de combinatie van basislast en het gebruik tijdens werktijd. Het basis verbruik is vrij hoog, nadere aandacht is hier gewenst.

Controle met een complete dataset is gewenst.

Figuur 03-3: Aardgasgebruik op weekbasis

In bovenstaande figuur is het aardgasgebruik van het semi permanent gebouw (SPG)is vanaf week 45 geregistreerd. Het weergegeven gebruik is tot 30 mei 2000, en hangt sterk af van het seizoen. Interessant is bij een vervolgstudie om na te gaan of de graaddagen een goede verklaring geeft voor het wisselend gebruik.

Figuur 03-4: Aardgasgebruik op etmaalbasis

In deze figuur is te zien dat ook in het weekend en 's nachts het aardgasgebruik aanzienlijk. Vergelijk bijvoorbeeld met figuur 40-4, het aardgasgebruik van het DE-gebouw. Verder verlaging van de nacht- en weekendtemperatuur en het later inschakelen 's morgens kan een behoorlijke besparing opleveren. Dor de beperkte registratie is het gebruik niet representatief.

Figuur 03-5: Lichtgroep aanbouw SPG op weekbasis

In de figuur is te zien dat de vraag vermindert naarmate we naar de zomer gaan. Deze daling bedraagt circa 60 % en wordt ingezet in week 11.

Figuur 03-6: Lichtgroep aanbouw SPG op etmaalbasis

In deze figuur is te zien dat het gebruik op werkdagen en in de weekenden niet veel van elkaar afwijken. Het hoge gebruik wordt veroorzaakt door de elektrische kachels van elk 3 kW waarmee de aanbouw van het SPG (2^e fase) wordt verwarmd.

Tabel 03-4: Bevindingen gebouw 03

Energieprijzen:			Aandeel energiegebruik op gebruik ECN:	
Aardgasprijs:	*f* 0,30 / *m*^{3}	€ 0,14 / *m*^{3}	- Elektriciteit	0,23 %
Elektriciteitsprijs:	*f* 0,155 / *kWh*	€ 0,07 /*kWh*	- Aardgas:	0,5 %
Waterprijs:	*f* 2,44 / *m*^{3}	€ 1,10 / *m*^{3}	- Water:	0,5 %
Energiegerelateerde kentallen:				
Elektriciteitsgebruik per m^2 vloeroppervlak:			163	*kWh/m*^{2} *per jaar*
Gasgebruik per m^3 gebouwinhoud:			1,8	$m^3_{aardgas}/m^3_{inhoud}$ *per jaar*
Watergebruik per m^3 gebouwinhoud:			0,02	m^3_{water}/m^3_{inhoud} *per jaar*

Een vergelijking van het elektriciteitsgebruik tussen de 1^e en 2^e fase van het SPG levert voor de periode van 10 t/m 22 maart 2000 (meting van beide gebouwen beschikbaar) het volgende resultaat op.

- Gebruik 1^e fase: 2974 kWh, ofwel 2,4 kWh/m^2
- Gebruik 2^e fase: 4250 kWh, ofwel 5,9 kWh/ m^2

Vastgesteld kan worden dat het elektriciteitsgebruik voor deze periode in de lente een factor 2,5 hoger is dan bij de verwarming met aardgas. Aanbevolen wordt om deze bevinding met een volledige dataset, opdat een representatief beeld wordt verkregen. Zie overigens ook het ingediende idee om een kloktemostaat toe te passen.

Tijdens een rondgang om 18:30 uur is geconstateerd dat 84% (71 van de 85) computermonitoren 's avonds niet uitgeschakeld wordt, en dat 20 % (16 van de 80) computers aan staat. Workstations zijn in dit percentage niet meegerekend. Door middel van 'good housekeeping' kan het gebruik wellicht worden beperkt.

De elektriciteitsgebruikmeter vertoont veel defecten, zie figuur 03-1. Hier is het weekgemiddelde weergegeven en deze figuur ziet er wel erg vreemd uit. Dis is echter het gevolg van het buiten werking zijn van de meter deze is op 10 mei pas weer goed gaan functioneren. Aanbevolen wordt om een betrouwbaardere meter te gebruiken, en om de defecten in een logboek op te nemen. Daarin kan worden bijgehouden, de geconstateerde storing, de metercode, de meterstand, de datum van constatering en de datum van reparatie, en de oorzaak van het defect. Met behulp van. deze gegevens kunnen slechte meters eerder worden vervangen en kan wellicht een beter type meter worden gebruikt.

De inventarisatie van het SPG omvat meer dan 90 % van het gemeten gasgebruik en meer dan 90% van het gemeten elektriciteitgebruik.

Opgesteld door:	Gecontroleerd door:	Gecontroleerd door:
B. Edse	A. de Ruiter (EE)	L.M. Brinkman (FAC)
Datum: 3/7/00	Datum:	Datum:

Formulier BEP-INV-001, mei 2000.