

**CE**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

## **Zuinig ICT, Rendabel idee!**

Theoretische basis voor een  
energiebesparingscampagne

### **Rapport**

Delft, juni 2006

Opgesteld door: B.L. (Benno) Schepers  
M.I. (Margret) Groot



# Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Zuinig ICT, Rendabel idee!

Theoretische basis voor een energiebesparingscampagne

B.L. (Benno) Schepers, M.I. (Margret) Groot

Delft, CE, 2006

Energieverbruik / Energiebesparing / Computers / Bedrijven / Huishoudens

Publicatienummer: 06.3106.33

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Opdrachtgever Stichting Stimular, Rotterdam, 010 - 238 28 28, [www.stimular.nl](http://www.stimular.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Margret Groot.

© copyright, CE, Delft

## **CE**

### **Oplossingen voor milieu, economie en technologie**

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: [www.ce.nl](http://www.ce.nl).

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

# Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Doelstelling	4
1.3 Afbakening	4
1.4 Aanpak	4
1.4.1 Overzicht van actoren en beslissingsprocessen	4
1.4.2 Grondslag voor voorlichtingsproducten	5
2 Beslissingsprocessen bij aanschaf en beheer ICT	7
2.1 Banken, verzekeraars, universiteiten en hogescholen	7
2.2 Scholen	7
2.3 Overheden	9
2.4 Grafische bedrijven	10
2.5 Gangbare kantoren en flexplekken	10
2.6 Informatieverzameling	11
2.7 Overzichtstabel	12
3 Waar is energiebesparing mogelijk?	13
3.1 Huidig energiegebruik en ontwikkeling hiervan	13
3.2 Beschouwde ICT-apparatuur	14
3.3 Energiebesparingsmogelijkheden	14
4 Energiecertificering	19
4.1 Energy Star	19
4.2 GEEA	19
4.3 TCO	20
4.4 Eco-label	20
4.5 Overzicht	21
5 Algemene uitgangspunten bij rekenvoorbeelden	23
5.1 Gebruiksprofielen	23
5.2 Financiële uitgangspunten	23
6 Rekenvoorbeelden beeldschermen	25
6.1 Inleiding	25
6.2 Rekenvoorbeelden voor kantoren, banken en overheden	26
6.3 Rekenvoorbeeld beeldschermen voor scholen	27
7 Rekenvoorbeelden computers	29
7.1 PC's	30
7.2 Laptops	31
7.3 Terminals	31

8	Rekenvoorbeelden gedrag / power management	33
8.1	Beeldschermen	33
8.2	Computers	34
8.3	Laptops	35
8.4	Terminals	35
9	Printers, kopieerapparaten en faxen	37
10	Energiebesparing in serverruimtes	39
10.1	Energiegebruik bij aanschaf van servers	39
10.2	Verhogen binnentemperatuur / klimaatzones	39
10.3	Vrije koeling	40
10.4	Architectuur van koelsystemen	40
11	Conclusies	43
11.1	Beslissingsprocessen bij aankoop en gebruik ICT-apparatuur	43
11.2	Energiegebruik van ICT-apparatuur	43
11.3	Relevantie besparingsopties voor kantoren	44
11.4	Nieuw onderzoek	45
	Literatuur	47
A	Vragenlijst	55

# Samenvatting

Stimular, CE en COS Nederland voeren het SMOM project 'Zuinig ICT, Rendabel idee' uit met als doel het stimuleren van actoren die professioneel betrokken zijn bij de aanschaf en het beheer van ICT-apparatuur om maatregelen te treffen die het energiegebruik van deze apparatuur verlagen. CE heeft in het kader van dit rapport een inhoudelijke grondslag geschreven op basis waarvan een effectieve voorlichtingscampagne opgezet kan worden.

## **Beslissingsprocessen bij aankoop en gebruik ICT-apparatuur**

Sleutelfiguren bij de aanschaf en het gebruik van ICT-apparatuur zijn de systeembeheerder of de ICT-dienst. Zij zijn de contactpersoon naar de gebruikers en naar het management en beheren de ICT-apparatuur. Zij nemen ook gedelegeerd beslissingen ten aanzien van de aanschaf van ICT-apparatuur, of verzamelen de informatie op basis waarvan de directie beslissingen neemt. Veelal hebben ze vaste leveranciers voor hun apparatuur. Overheden doen bij grote uitgaven een aanbesteding. Ook laten ze zich voorlichten door een vast adviesbureau. Andere informatiebronnen zijn vakbladen, digitale nieuwsbrieven, digitale discussiegroepen en cursussen. De economische levensduur van ICT-apparatuur varieert van 3 tot 6 jaar, afhankelijk van apparaat en doelgroep. In het algemeen is zowel de kennis van als de interesse in energiebesparingsmogelijkheden bij ICT-apparatuur laag. Het stimuleren van energiebesparing bij ICT-apparatuur moet daarom niet teveel moeite kosten en of interessante kostenbesparingen met zich meebrengen (met name besparingen op aanschafkosten zijn interessant, want die kosten drukken op het budget van de ICT-afdeling). Dit zijn twee belangrijke uitgangspunten bij het stimuleren van energiebesparing op vrijwillige basis en die hebben we dus ook gehanteerd bij het kiezen van geschikte rekenvoorbeelden.

## **Energiegebruik van ICT-apparatuur**

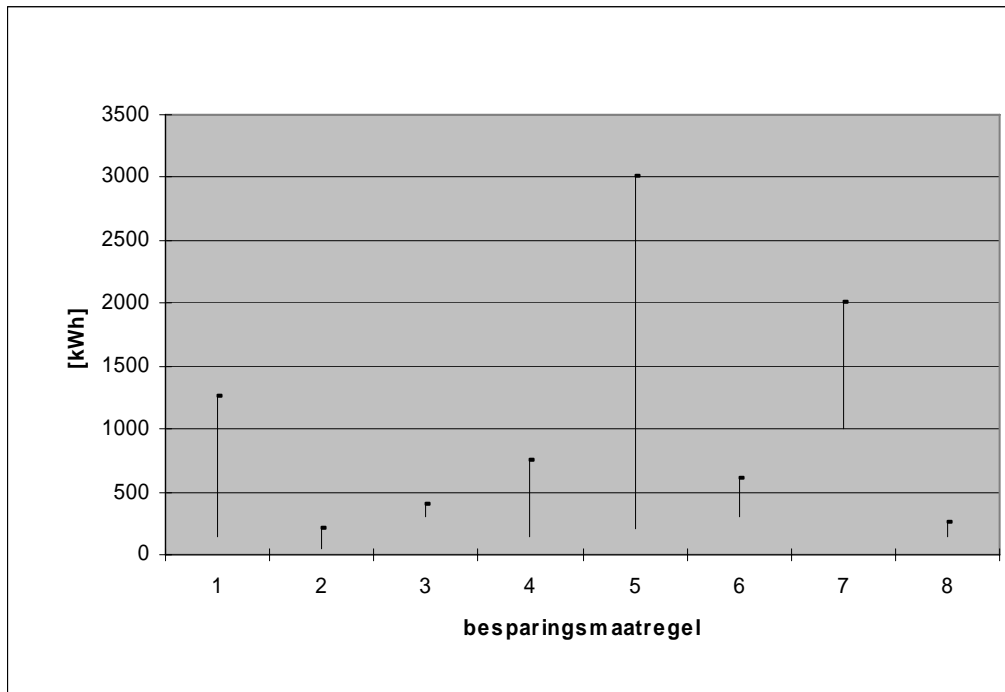
ICT-apparatuur is verantwoordelijk voor circa 10% van het primair energiegebruik in een gemiddeld kantoor. Het totaal primair energiegebruik van kantoorapparatuur in het bedrijfsleven wordt geschat op 8,5 PJ. Dit staat gelijk aan het energiegebruik van circa 95.000 huishoudens. Althans volgens gegevens die dateren van eind jaren negentig. Recent onderzoek naar het energiegebruik van ICT-apparatuur is niet beschikbaar. Naar verwachting is dit verbruik inmiddels toegenomen.

## **Relevantie van de verschillende besparingsopties**

In dit onderzoek zijn enkele rekenvoorbeelden gegeven van verschillende besparingsopties bij ICT-apparatuur. Daarbij wordt ingegaan op zowel de energie als de kostenbesparingen. Op basis van besparingspotentieel alleen zijn de maatregelen 1 (beeldscherm met ES), 4 (power management beeldscherm aan), 5 (power management PC aan) en 7 (kopieerapparaat uit na werktijd) interessant om te stimuleren (zie Figuur 1). Dit is echter alleen geconcludeerd op basis van energiebesparingspotentieel. Of een voorbeeld geschikt is of niet hangt ook af van

andere factoren, zoals de kosten van een maatregel, de hoogte van de kostenbesparingen en de grote van de groep waarbij een gedragsverandering gestimuleerd moet worden. Tabel 22 biedt daarvan een overzicht per maatregel.

Figuur 1 Jaarlijkse elektriciteitsbesparing per 10 werkplekken [kWh]



### Nieuw onderzoek

Onderzoek naar energiegebruik en energiebesparingspotentieel is van belang omdat het onderzoek hiernaar vrij gedateerd is en er signalen zijn dat het verbruik is toegenomen in het afgelopen decennia. Daarnaast is het belangrijk ter ondersteuning van het opzetten of aanscherpen van energielabels voor ICT-apparatuur. Meer concreet is het nodig om meer inzicht te verkrijgen in:

- Huidig energiegebruik van ICT-apparatuur in het bedrijfsleven en in huishoudens en de ontwikkeling daarvan. Met name in huishoudens is het verbruik waarschijnlijk toegenomen, door een toename van het aantal PC's en de langere gebruikstijden. Verder is het interessant om te weten wat de tendens is en welke (technische en sociale) ontwikkelingen daarop van invloed zijn.
- Huidige toepassing van besparingsopties, zodat het besparingspotentieel op nationale schaal is te berekenen.
- Kosten van de maatregelen, waardoor een vergelijking kan worden gemaakt met andere besparingsmaatregelen (bijvoorbeeld) binnen de gebouwde omgeving.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

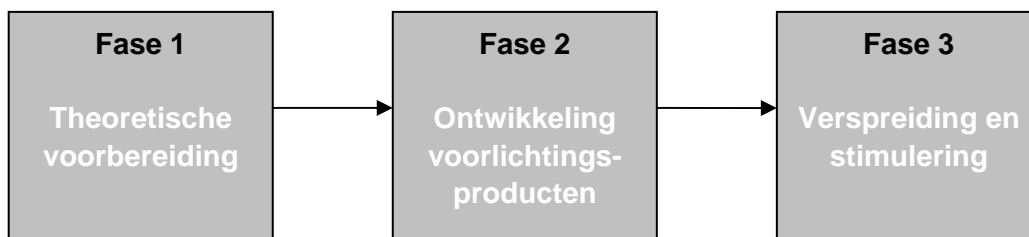
'Geen Gigaherzt, maar performance per Watt' aldus Intel topman Paul Otellini tijdens het Intel Developers Forum op 25 augustus 2005, waarin hij de marktintroductie van snelle én zuinige chips aankondigt. Een duidelijk teken dat Intel inmiddels overtuigd is van de kostenvoordelen en dus de marketingwaarde van energiebesparing naast de prestaties van ICT-producten. Echter al jaar en dag zijn er verschillende mogelijkheden om het energiegebruik van ICT te beperken, maar de aandacht voor energiebesparing bij aankoop en gebruik van ICT-apparatuur is laag. Sleutelfiguren als inkopers, systeembeheerders en ICT-adviesbureaus lijken weinig kennis te hebben van het energiegebruik en de besparingsopties.

Toch bestaat behoefte aan dergelijke informatie, laat verkennend onderzoek zien. Eenmaal bewust van de voordelen geven sleutelfiguren te kennen dat informatie over milieu en kostenbesparingen van doorslaggevend belang kan zijn bij toekomstige aankoopbeslissingen. Stimular, CE en COS Nederland voeren daarom het project 'Zuinig ICT, Rendabel idee' uit met als onderstaand doel:

**Het stimuleren van actoren die professioneel betrokken zijn bij de aanschaf en het beheer van ICT-apparatuur om maatregelen te treffen die het energiegebruik van deze apparatuur verlagen.**

Dit project wordt gefinancierd uit de Subsidierегeling Maatschappelijke Organisaties en Milieu (SMOM). Het bestaat uit drie fases zoals Figuur 2 laat zien, waarbij CE verantwoordelijk is voor de eerste fase van het onderzoek. De resultaten van fase 1 zijn in dit rapport beschreven.

Figuur 2 Fases van het onderzoek 'Zuinig ICT, rendabel idee'



## 1.2 Doelstelling

Doel van het project beschreven in dit rapport is:

*Het opstellen van een achtergronddocument, als grondslag voor voorlichtingsproducten over energiebesparing bij ICT-apparatuur.*

De theoretische verkenning bestaat uit drie onderdelen:

- a Overzicht van betrokken actoren en beslissingsprocessen voor de aankoop en het beheer van ICT.
- b Grondslag voor voorlichtingsproducten, wat concreet inhoudt dat voorbeeldberekeningen worden gepresenteerd van de energie- en kostenbesparing die bepaalde maatregelen opleveren.

## 1.3 Afbakening

Dit onderzoek richt zich op het directe energiegebruik van ICT-apparatuur, omdat dat een belangrijk deel uitmaakt van de totale milieudruk van ICT-apparatuur én omdat de gebruikers op dit vlak handelingsperspectief hebben. Het directe energiegebruik is gelijk aan circa 75% van het totale energiegebruik. Het indirecte verbruik is dus beperkt en bovendien kan de gebruiker daar weinig invloed uitoefenen. Daarvoor mist de juiste informatie en is bijvoorbeeld beleid dat gericht is op de fabrikant veel effectiever. Een ander aandachtspunt wat betreft milieubelasting is verder het materiaalgebruik, niet vanwege de grote omvang maar wel vanwege de aard van het materiaal (b.v. goud en coltran). Ook hier heeft de consument echter beperkt handelingsperspectief, behalve dat ze de apparatuur apart kunnen inzamelen zodat het gerecycled kan worden. Omdat het onderwerp thans in zijn geheel niet leeft bij de doelgroep is er voor gekozen om een duidelijk afgebakend onderwerp te kiezen en voorlichting te geven over waar ze het meeste in kunnen bijdragen, namelijk het directe energiegebruik.

## 1.4 Aanpak

### 1.4.1 Overzicht van actoren en beslissingsprocessen

Voor de theoretische verkenning van het project Zuinig ICT is het nodig de verschillende beslissingsprocessen binnen de doelgroepen van het project in kaart te brengen. Het gaat hierbij om:

- actoren die binnen de doelgroep betrokken zijn bij de aankoop en beheer van ICT-apparatuur;
- de wijze waarop zij beslissen;
- hun kennisniveau van energiebesparing;
- de informatie die zij wenselijk vinden;
- de netwerken en organisaties die hen kunnen stimuleren m.b.t. energiebesparing in ICT;
- de mogelijkheden voor aansluiting bij bestaande initiatieven.





Het in kaart brengen van de bovengenoemde punten is gedaan aan de hand van telefonische interviews. Hiertoe is eerst een onderscheid gemaakt in een vijftal 'sectoren' waarvan te beredeneren is dat de ICT-voorziening enigszins gelijk is, te weten:

- A Banken/verzekeraars/universiteiten/hogescholen.
- B Scholen.
- C Overheden.
- D Grafische bedrijven.
- E Gangbare kantoren/flexplekken.

Uit iedere sector is een aantal organisaties benaderd en een aantal interviews afgenomen. Deze interviews zijn gehouden aan de hand van het vragenblad dat te vinden is in bijlage A. Deze interviews gaven zowel inzicht in de vorm van de aanwezige ICT-voorziening, het gebruik als de beslissingsprocessen rondom de aanschaf van nieuwe apparatuur. De volgende organisaties zijn geïnterviewd.

Tabel 1 Organisaties

Sector	Organisatie	Plaats
A	Rabobank Den Haag e.o.	Den Haag
	Haagse Hogeschool	Den Haag
B	Max Havelaarschool	Delft
	De Mondriaan Onderwijsgroep	Den Haag
	Hofstad College	Den Haag
C	Provincie Zuid-Holland	Den Haag
	Gemeente Apeldoorn	Apeldoorn
D	Total Identity	Amsterdam
E	CE	Delft

#### 1.4.2 Grondslag voor voorlichtingsproducten

Het verzamelen van informatie als grondslag voor voorlichtingsproducten heeft in twee stappen plaatsgevonden. Als eerste is op basis van desk research en telefonische interviews nagegaan waar goede energiebesparingsmogelijkheden liggen. Hierbij is gelet op verschillende zaken zoals:

- de mate waarin de maatregel energie kan besparen;
- de mate waarin de maatregel al wordt toegepast (stel dat veel werknemers hun PC uitzetten, dan heeft het geen zin om dat te promoten);
- De mate waarin het gepaard gaat met kostenbesparingen (energiebesparing alleen is vaak niet voldoende om bij de doelgroep een gedragsverandering te bewerkstelligen, kostenbesparingen vaak wel).

Vervolgens zijn een aantal geschikte voorbeelden gedefinieerd is gezocht naar bijbehorende informatie en zijn voorzover mogelijk voorbeeldberekeningen gemaakt.



## 2 Beslissingsprocessen bij aanschaf en beheer ICT

### 2.1 Banken, verzekeraars, universiteiten en hogescholen

Uit de interviews is gebleken dat bedrijven in deze sector veelal een interne dienst (of interne outsourcing) hebben die het beheer van de ICT-apparatuur voor zijn rekening neemt. Deze diensten beheren netwerken van enkele honderden tot enkele duizenden computers. De kennis van het energieverbruik van de apparatuur die zij beheren is zeer gering en de buiten eenvoudige handeling als het op stand-by laten gaan van computers en printers wanneer zij niet gebruikt worden, gaan de energiebesparende maatregelen niet.

De ICT-voorziening in deze sector bestaat hoofdzakelijk uit standaardwerkplekken, servers en printers. De organisaties in deze sector hebben over het algemeen goede ICT-voorzieningen, welke om de drie à vier jaar worden vervangen. In de afgelopen jaren zijn bij deze organisaties dan ook inmiddels alle oude systemen vervangen door nieuwe desktop-computers met flatpanel beeldschermen. De netwerken zijn allemaal voorzien van servers. Deze servers staan in speciale ruimtes met klimaatbeheersing en zijn altijd operationeel. De werkplekken en printers staan aan gedurende de werkdag en worden 's avonds handmatig uitgezet of centraal in de slaapstand.

De eindverantwoordelijkheid voor de aankoop wisselt tussen de ICT-dienst en de het bedrijfsmanagement (waarbij de ICT-dienst vaak als adviseur dient). Voor de aankoop wordt echter geen duidelijk beslissingstraject doorlopen: Er wordt gekeken wat er nodig is en wat financieel mogelijk is en dat wordt gehaald. Voor de aanschaf is er over het algemeen een lange termijn contract met een leverancier/producent afgesproken. Bij deze leverancier/producent wordt veelal de volledige ICT-voorziening eens per drie jaar vernieuwd ingekocht.

Hoewel de geïnterviewde ICT-diensten op dit moment niet actief bezig zijn met energiebesparing op het ICT-gebruik, zijn zij wel geïnteresseerd in het krijgen van informatie over de mogelijkheden van energiebesparing. Het gaat dan met name om informatie omtrent het daadwerkelijke energiegebruik van een systeem en de besparing die kan worden behaald met het uitschakelen van verschillen componenten daaruit of hoe een energiezuinig systeem er uit moet zien, dat geschikt is voor de dagelijkse administratieve taken. Bij voorkeur komt deze informatie niet van de producenten, maar van onafhankelijke partijen en rapporten.

### 2.2 Scholen

De ICT-voorziening op scholen is erg afhankelijk van de omvang en de aard van de school. Er is niet alleen een groot verschil tussen basisscholen en middelbare scholen, maar ook tussen hetzelfde soort scholen. Een belangrijke reden voor deze verschillen is de budgettaire mogelijkheden die de school heeft. Het beheer van de ICT-voorziening op geïnterviewde basisschool wordt door de school zelf gedaan, in samenwerking met de gemeente (dit geldt voor alle basisscholen in

Delft, openbaar en bijzonder). De betrokkenheid van de gemeente bij de scholen komt voort uit de historische verantwoordelijkheid die de gemeentes hebben voor met name het openbare basisonderwijs.

De middelbare scholen hebben meestal een eigen systeembeheerder of ICT-dienst, afhankelijk van de omvang van de ICT-voorzieningen. Geen van de geïnterviewde scholen heeft enig inzicht in het energieverbruik van de voorzieningen en er werd bij geen enkele van de geïnterviewde scholen iets aan energiebesparing op het ICT-gebruik gedaan.

Basisscholen hebben veelal een à twee computers per klaslokaal en enkele computers en printers bij ondersteunende afdelingen. Dit komt neer op enkele tientallen computers en een klein aantal printers per locatie. De computers zijn via een netwerk verbonden met een server en bestaan hoofdzakelijk uit wat oudere systemen met CRT-beeldschermen. De computers en printers staan gedurende de werkdag aan en worden aan het einde van de dag handmatig uitgezet. De server, die in een afgesloten ruimte staat, staat altijd aan.

Op middelbare scholen zijn aanzienlijk meer computers aanwezig. Deze bevinden zich echter niet in ieder klaslokaal, maar in speciale computerlokalen en kantoren van ondersteunende diensten. Per school wisselt het sterk welk soort systeem er staat. Van serverbased met terminals en flatpanel beeldschermen, tot eenvoudige netwerken met desktop-computers met CRT-beeldschermen. De servers staan over het algemeen wel in afzonderlijke ruimtes, maar ook hier wisselt het per school of er klimaatbeheersing aanwezig is of niet. De servers worden soms op stand-by gezet, maar over het algemeen staan ze altijd aan. De computers worden handmatig of centraal uitgezet na afloop van de werkdag.

Bij de geïnterviewde basisschool wordt de ICT-apparatuur gezamenlijk met de andere basisscholen uit de gemeente ingekocht. Een commissie van afgevaardigden van de scholen kijkt samen met de gemeente naar de wensen van de scholen en de financiële mogelijkheden en kiest op basis hiervan een systeem, dat door alle scholen wordt aangeschaft.

Bij de geïnterviewde middelbare scholen wordt geïnventariseerd door systeembeheerders en ICT-diensten wat nodig is en aan de hand van wat budgettair mogelijk is, wordt door hen de ICT-apparatuur aangeschaft. De middelbare scholen hebben over het algemeen contracten afgesloten met leveranciers/producenten. De eindverantwoordelijkheid ligt hoofdzakelijk bij directie van de scholen.

Uit een onderzoek van TNS-NIPO (Horst en Giling, 2005) blijkt dat op Nederlandse scholen (zowel basis als voortgezet) jaarlijks ongeveer 20% van de ICT-apparatuur wordt vervangen. Uit dit onderzoek blijkt tevens dat met name samenwerkingsverbanden, Kennisnet, de onderwijsbegeleidingsdienst, overheden (gemeente, provincie en OC&W) en de stichting ICT op School een belangrijk aandeel hebben bij de ondersteuning van het computergebruik. Deze instellingen hebben de afgelopen jaren bijgedragen dat er fors geïnvesteerd is in nieuwe ICT-apparatuur op scholen. Dit heeft er toe geleid dat 80-90% van de scholen van mening is dat de ICT-voorziening inmiddels (meer dan) voldoende is.

De interesse voor energiebesparing is erg afhankelijk van de persoon die verantwoordelijk is voor de ICT-voorziening. Bij de aanschaf van ICT-apparatuur houdt geen enkele school rekening met de potentiële energiebesparing. Op dit moment wordt bij geen enkele van de geïnterviewde scholen iets gedaan aan energiebesparing en zijn ze ook niet bekend met andere initiatieven op dit ge-



bied. Hoewel enig inzicht in het energieverbruik door enkelen nog wel wenselijk wordt geacht, is de verwachting van de geïnterviewden dat hier uiteindelijk erg weinig mee gedaan zal worden.

## 2.3 Overheden

De geïnterviewde (lokale) overheden hebben een zeer uitgebreide ICT-voorziening. Ze hebben allen een gespecialiseerde ICT-dienst die enkele duizenden werkplekken, honderden printers en tientallen servers beheren. De aandacht vanuit de ICT-diensten van de overheid voor het energieverbruik en energiebesparing is aanzienlijk groter dan bij de andere sectoren. Niet alle diensten zijn er actief mee bezig, maar bewust zijn ze zich er wel van. Alle provincies en een groot deel van de gemeenten hebben zich via de MeerJarenAfspraken gecommitteerd aan energiebesparing<sup>1</sup>.

De netwerken van de overheden zijn gedeeltelijk serverbased of hebben een traditionele netwerkstructuur. De werkplekken zijn deels terminals en deels desktop-computers. Daarnaast is er aantal laptopwerkplekken aanwezig. Het overgrote deel van de beeldschermen is flatpanel, op het deel dat nog aan vervanging toe moet komen na. De werkplekken bevinden zich bijna allemaal in kantoren die voorzien zijn van klimaatbeheersing (airconditioning en verwarming) en isolatie. De servers staan in aparte ruimtes die ook zijn voorzien van klimaatbeheersing en isolatie. Alle werkplekken staan ongeveer acht uur per dag aan en worden na afloop met de hand uitgezet. De servers en de centrale printvoorzieningen staan altijd aan, de decentrale printers worden over het algemeen aan het einde van de werkdag uitgezet.

De aanschaf van ICT-apparatuur is verschillend voor lokale overheden en provinciale en landelijke overheden. Bij de geïnterviewde lokale overheid heeft de verantwoordelijke dienst samen met een leverancier/producent standaardpakketten opgesteld waaruit de verschillende diensten van de gemeente, al naar gelang hun budgettaire mogelijkheden, kunnen kiezen. Bij de geïnterviewde provinciale overheid is een Europese aanbesteding<sup>2</sup> gedaan. In deze aanbesteding is direct meegenomen wat het maximale energieverbruik mag zijn, gemeten volgens Europese meetmethoden<sup>3</sup>. Dit hoeft echter niet per definitie een zuinig verbruik te zijn (Er wordt niet in eerste instantie gekozen voor de meest energiezuinige optie, maar voor de optie met de beste technische/financiële mogelijkheden; alle opties liggen immers onder het in de tender gestelde maximum). De uitgangspunten bij de aanschaf van nieuwe ICT-apparatuur zijn in eerste instantie de technische mogelijkheden en in tweede instantie de kosten. Als onderdeel van de technische mogelijkheden wordt door enkele overheden ook rekening gehouden met de mogelijke energiebesparing. De informatie die hiervoor nodig is, mag afkomstig zijn van leverancier/producent en uit vakbladen.

Het verschilt per overheid of er op dit moment veel initiatieven zijn op het gebied van energiebesparing. Van relatief eenvoudige initiatieven als de aanschaf van flatpanel beeldschermen tot tal van projecten de eigen technische dienst voor

---

<sup>1</sup> [http://www.senternovem.nl/mja/MJA\\_algemeen/deelnemers/index.asp](http://www.senternovem.nl/mja/MJA_algemeen/deelnemers/index.asp).

<sup>2</sup> Bij uitgaven vanaf een bepaalde hoogte dienen de overheden aanbesteding te houden.

<sup>3</sup> In de NEN-EN-IEC 62018 norm staat beschreven hoe het energieverbruik van IT-apparatuur gemeten moet worden.

energiebesparing. Bij de geïnterviewde overheden hadden deze extra initiatieven echter geen betrekking op de ICT-voorziening. Daarnaast wordt er echter wel gekozen voor producenten die veel inspanningen leveren op het gebied van milieuvriendelijk produceren.

## **2.4 Grafische bedrijven**

Bedrijven in de grafische sector verschillen enorm qua omvang en werkzaamheden. De gemeenschappelijke kenmerken die zij hebben is echter dat zij hoogwaardige ICT-apparatuur nodig hebben voor de grafische bewerkingen en dat in deze sector veelal geen gebruik wordt gemaakt van pc's, maar van Macintosh computers (geïntegreerd beeldscherm en desktop). Het energieverbruik of de mogelijke besparing die met deze computers wordt behaald is niet bekend.

Het geïnterviewde bedrijf beschikte over ongeveer honderd werkplekken, tien servers en vijftien printers en kopieerapparaten. Van de werkplekken bestaat ongeveer veertig procent uit laptopwerkplekken, de overige werkplekken zijn desktop-computers. Van deze desktop-computers heeft ongeveer driekwart een CRT-beeldscherm en de rest is flatpanel. De servers staan in een afgesloten ruimte met klimaatbeheersing, de werkplekken in kantoortuinen zonder airconditioning. De werkplekken staan gedurende de werkdag aan en worden handmatig uit gezet. De servers blijven altijd aan en de kleine printers gaan op stand-by. De grote printers/kopieerapparaten gaan zelfstandig fysiek uit.

De systeembeheerder is verantwoordelijk voor zowel het beheer als de aanschaf van de ICT-apparatuur. Voor de aanschaf is geen vastgelegd proces, er wordt ad hoc besloten iets aan te schaffen. In principe wordt altijd gebruik gemaakt van een vaste leverancier, maar indien deze keuze te hoge kosten met zich meebrengt wordt er uitgeweken naar een ander. Bij het uitzoeken van nieuwe ICT-apparatuur wordt er rekening gehouden met niet alleen de technische eisen, maar ook met het energieverbruik. Het energieverbruik is echter wel ondergeschikt aan de technische eisen, maar door te kiezen voor notebooks weet de systeembeheerder wel energie te besparen.

Naast de aanschaf van flatpanel iMac's en notebooks worden geen andere energiebesparende maatregelen genomen. Het werd wel als wenselijk beschouwd om bij aanschaf van apparatuur het energieverbruik te weten, zodat hier verstandiger mee om kan worden gegaan. Deze informatie zou afkomstig moeten zijn van de leverancier.

## **2.5 Gangbare kantoren en flexplekken**

Gangbare kantoren zijn er in alle soorten en maten. Overeenkomstig is dat er relatief eenvoudige handelingen op de ICT-voorziening worden verricht. Het geïnterviewde bedrijf heeft een veertigtal werkplekken welke worden beheerd door een systeembeheerder. Er is nauwelijks kennis van het energieverbruik van de ICT-voorziening en er wordt geen aandacht besteed aan mogelijke energiebesparing.

Bij het geïnterviewde bedrijf is van de veertigtal werkplekken ongeveer een kwart een laptopwerkplek en de rest zijn desktop-computers. Het gehele netwerk is serverbased en heeft hiervoor vier servers, welke in een afgesloten, geïsoleerde



ruimte met klimaatbeheersing staan. De desktop-computers zijn voorzien van CRT-beeldschermen, net als een deel van de laptopwerkplekken. Alle werkplekken staan gedurende de werkdag aan en worden aan het einde daarvan handmatig uitgezet. Het vijftal aanwezige printers gaat op stand-by of wordt uitgezet en de servers staan altijd aan.

De systeembeheerder is verantwoordelijke voor zowel het onderhoud als de aanschaf van nieuwe apparatuur. Jaarlijks is er een budget waaruit de nieuwe ICT-apparatuur wordt bekostigd, hiertoe dient de systeembeheerder een begroting in welke moet worden goedgekeurd door het MT. Bij de aanschaf wordt gekeken naar de technische eisen en vervolgens of dit binnen het budget mogelijk is. Voor de aanschaf is een contract afgesloten met een leverancier welke producten levert van één merk. Daarnaast helpt de leverancier bij het ontwerp en implementatie van grootschalige veranderingen aan de ICT-voorziening. Bij de aanschaf wordt echter geen rekening gehouden met de mogelijke energiebesparing.

Energiebesparende initiatieven worden op dit moment niet ondernomen en er is geen kennis van andere energiebesparende projecten. Kennis van het energieverbruik en de mogelijke energiebesparing van de ICT-voorziening wordt op zich wel interessant geacht voor aanschaf van nieuwe apparatuur, maar het is wel de verwachting dat dit in het geïnterviewde bedrijf ondergeschikt zal blijven aan de technische en financiële eisen.

## 2.6 Informatieverzameling

Bij de geïnterviewde instanties kwam geen onderscheidend beeld naar voren van hoe en waar zij de informatie over de ICT-voorziening vergaren. De personen welke rechtstreeks met de ICT-voorziening te maken hebben halen hun kennis uit hun opleiding, cursussen (soft- en hardware), workshops, seminars, symposia, (digitale) nieuwsbrieven en vakbladen. Deze worden aangeboden door producenten (bijvoorbeeld HP, Dell, Microsoft), leveranciers, ontwikkelaars, MKB Nederland en andere organisaties. Het is veelal afhankelijk van de persoonlijke interesse en de beschikbare financiën in welke mate aan deze activiteiten wordt deelgenomen.

Alleen bij scholen bleek er sprake te zijn van een andere wijze van informatieverzameling. Hierbij spelen met name samenwerkingsverbanden een belangrijke rol, samen met instanties als Kennisnet en ICT op School en de verschillende overheden.

## 2.7 Overzichtstabel

Tabel 2 Overzichtstabel

Sector	Beheer	Aankoop	Aankoopproces	Financiering	Leverancier	ICT-voorziening	Kennis E-besparing	Levensduur apparatuur
Banken Verzekeraars Universiteiten Hogescholen	ICT-dienst	ICT-dienst, management	Om de drie à vier jaar ver- vanging van de volledige voorziening. Beslissing op basis van wat nodig is.	Budget *	Vast	Honderden tot duizenden werk- plekken (met flatpanel beeld- schermen), tientallen servers en printers.	Minimale kennis, wel interesse	3-4 jaar
Scholen	ICT-dienst, systeem- beheerder, gemeente	Directie	Aanschaf op basis wat nodig en financieel mogelijk is.	Budget *	Vast of wis- selend	Tientallen werkplekken voor scho- lieren en ondersteunend perso- neel (wisselend van oud tot nieuw), servers en printers.	Geen	4-6 jaar
Overheden	ICT-dienst	ICT-dienst, diensthoofden	Via openbare aanbesteding of in overleg met een leveran- cier.	Budget *	Vast of via aanbeste- ding	Honderden tot duizenden werk- plekken (met flatpanel beeld- schermen), laptopwerkplekken, tientallen servers en printers. Ge- deeltelijk serverbased.	Wisselend, maar over het alge- meen redelijk	3-4 jaar
Grafische bedrijven	Systeem- beheerder	Systeem- beheerder	Ad hoc beslissing voor de aanschaf van nieuwe appara- tuur. Beslissing op basis van technische eisen.	Budget *	Vast	Tientallen gewone en laptop- werkplekken (flatpanel/CRT), en- kele servers en printers.	Wel bekend, niet toegepast	3-5 jaar
Gangbare werkplekken	Systeem- beheerder	Systeem- beheerder	Ad hoc beslissing voor de aanschaf van nieuwe appara- tuur. Beslissing op basis van technische eisen.	Budget *	Vast	Tientallen gewone en laptop- werkplekken (flatpanel/CRT), en- kele servers en printers.	Geen, wel inte- resse	3-6 jaar

\*) Opmerking bij financiering: De tendens is dat de budgettering eerder een richtlijn is, dan een keiharde bovengrens van de bestedingen. Er kunnen altijd redenen zijn om meer uit te geven dan het budget toestaat. Over het algemeen is het de ICT-dienst/systeembeheerder die een voorstel doet en een advies geeft aan de personen die het budget vaststellen.



### 3 Waar is energiebesparing mogelijk?

#### 3.1 Huidig energiegebruik en ontwikkeling hiervan

Het energiegebruik van ICT-apparatuur is waarschijnlijk groeiende. Niet alleen omdat het aantal apparaten is gestegen in de afgelopen jaren, maar ook omdat de functionaliteit van de apparaten steeds uitgebreider wordt. Veel moderne PC's zijn bijvoorbeeld uitgerust met een DVD-speler, of een videokaart. Daar staat tegenover dat apparaten wel steeds efficiënter worden, maar deze toename in efficiëntie is te laag om de groei in het aantal apparaten en de functionaliteit te compenseren. Recent Amerikaans onderzoek voorspelt dat het energiegebruik van computers jaarlijks zal stijgen met 3% (Roberson, 2004). Anderzijds zijn er ook ontwikkelingen gaande die het energiegebruik verlagen. Een belangrijk voorbeeld daarvan is de geleidelijke vervanging van CRT-beeldschermen door platte beeldschermen.

Nederlandse gegevens over het energiegebruik van deze apparaten in kantoren zijn weinig recent en dateren van eind jaren '90. Toen al werd het energiegebruik van ICT-apparatuur in een kantoor geschat op circa 10% van het totaal *primair* energiegebruik in een kantoor (Arkel, 1998). Een Belgische studie waarin het energiegebruik van 2 kantoren is gemeten en ontleed in energiegebruik per functies komt op een zelfde waarde uit (Ingenium, 2003). In deze twee gebouwen wordt relatief veel energie besteed aan koeling en verlichting.

Het jaarlijks totaalverbruik van ICT-apparatuur in het bedrijfsleven wordt eind jaren negentig geschat op 8,5 PJ. Dit komt overeen met 0,3% van het totaal primair energiegebruik in Nederland en staat gelijk aan het energiegebruik van circa 95000 huishoudens. In de tweede en derde kolom van tabel 3 staat hoe dit verbruik is verdeeld over de apparaten. Overigens laten cijfers van Energy Star een hele andere verdeling zien. Deze bron geeft het energiegebruik van ICT apparatuur in een kantoor met 10 werkplekken weer. Daarin is het energiegebruik van de PC (in dit geval beeldscherm en computer) veel groter en dat van met name de printer, maar ook de kopieermachine veel kleiner.

Tabel 3 Energiegebruik ICT apparatuur in bedrijfsleven

Apparaat	Energiegebruik ICT-apparatuur bedrijfsleven in 1997*		Energiegebruik van 10 werkplekken in een gemiddeld kantoor**	
	PJ / jaar	[% / jaar]	[kWh / jaar]	[% / jaar]
Computer	1,33	16	1.920	60
Beeldscherm	1,20	14		
Printer	2,19	26	185	6
Fax	0,58	7	205	7
Kopieermachine	3,21	37	800	25
Scanner			50	2
Totaal	8,50	100	3.160	100

\* Bron: (Vree en Siderius, 1999).

\*\* Bron: <http://www.eu-energystar.org/nl/index.html>.

Beide bronnen zeggen niets over het energiegebruik van servers. Deze apparaten gebruiken veel stroom, ondermeer omdat ze praktisch continu aanstaan (en power management zelden aan staat). Belgisch onderzoek schat dit verbruik in op 37% van het totaalverbruik van kantoorapparatuur (Ingenium, 2003). Hierbij is verondersteld dat het jaarverbruik van een serverruimte circa 3.200 kWh/m<sup>2</sup> is. ECN spreekt van een verbruik van 3.000 kWh/m<sup>2</sup> (www.ecn.nl).

Uit een levenscyclusanalyse van de computer blijkt dat het gebruik van de computer ongeveer drie kwart van het primaire energiegebruik is. Het overige kwart komt voor rekening van de productie van de grondstoffen, de productie van de computer en de distributie (Atlantic Consulting en IPU, 1998). De grootste besparing valt dus te behalen op de gebruiksfase van de computer. In hoeverre dit ook geldt voor de overige ICT-apparatuur is niet bekend.

### 3.2 Beschouwde ICT-apparatuur

De ICT-voorziening van een kantoor bestaat veelal uit een netwerk, waarin servers opslagruimte en rekenkracht bieden en per werkplek een beeldscherm en een computer aanwezig zijn. Met computer bedoelen we hier een PC (exclusief beeldscherm) of bijvoorbeeld een 'thin client' als sprake is van serverbased computing. Een thin client is een eenvoudige kleine computer met een beperkte functionaliteit, waardoor het weinig energie verbruikt. Deze beperkte functionaliteit is toereikend voor een standaard werkplek, omdat volgens het principe van serverbased computing de applicaties op de server worden gedraaid en niet op de computers. Andere ICT-apparatuur in een kantoor, waar we in dit rapport beperkte aandacht aan besteden zijn printers, faxen en kopieerapparatuur.

### 3.3 Energiebesparingsmogelijkheden

#### *Beeldschermen*

Bij ICT vindt ook autonome energiebesparing plaats. Dit geldt met name voor beeldschermen. Moderne platte schermen gebruiken bijvoorbeeld veel minder energie dan de traditionele CRT-schermen. Dat de oude schermen vervangen worden door nieuwe energiezuinige platte schermen is echter een kwestie van tijd. Nu al worden CRT-schermen nauwelijks meer te koop aangeboden. Het vervangen van CRT-schermen door platte schermen is daarom ook geen maatregel die gestimuleerd hoeft te worden. Het stimuleren van energiebesparing bij beeldschermen moet daarom veel meer worden gezocht in de verschillen die bestaan tussen het energiegebruik van moderne, platte schermen. Volgens meetgegevens van Energy Star ligt het *gemiddelde* verbruik van een 17" of 19" beeldscherm op respectievelijk 35 W en 38 W. De verschillen in het energiegebruik tussen de verschillende type beeldschermen zijn echter aanzienlijk, zoals in Tabel 7 is te zien.

Ondanks de inspanningen van certificeringsorganisaties als Energy Star of het Zweedse TCO Development zijn nog niet alle beeldschermen (en overige apparatuur) voorzien van energiebesparende functionaliteiten. Zelfs bij beeldschermen van hetzelfde merk kan er sprake zijn dat de ene model wel een energie efficiëntie certificaat heeft en de andere niet.



### *Computers*

Op het gebied van computers doen er zich verschillende ontwikkelingen voor. In de eerste plaats kan er sprake zijn van overdimensionering. Dat wil zeggen dat men bij de aanschaf van een PC voor meer functionaliteit kiest, dan nodig is voor een bepaalde werkplek. Een multimedia PC is duurder en gebruikt bijvoorbeeld veel meer energie dan een eenvoudige kantoor-PC. Toch wordt regelmatig voor multimedia PC's te kiezen. Bijvoorbeeld omdat de beheerder maar met één type PC wil werken, of omdat de beheerder uit zekerheid kiest voor maximale functionaliteit zolang het beschikbare budget dat toelaat (better safe than sorry). In welke mate dit plaatsvindt, is moeilijk te zeggen, maar voor het bedrijfsleven is dit een maatregel die gepaard gaat met interessante kostenbesparingen. Om die reden hebben we er in dit rapport aandacht aan besteed.

Het verschil in energiegebruik tussen PC's met een zelfde functionaliteit is beperkt. Daarnaast zijn wereldwijd miljoenen verschillende configuraties van componenten (en daarmee dus even zovele energieprofielen) te maken waardoor praktisch onmogelijk wordt computers met elkaar te vergelijken. Het ligt daarom minder voor de hand om hierover voorlichting te geven. Voor de toekomst kan dit wellicht wel een interessant onderwerp zijn. De laatste tijd komen er namelijk steeds meer energiezuiniger componenten op de markt. Hiermee is het in principe mogelijk om het energieverbruik van de computer significant terug te dringen. Dit kan tot energiebesparing leiden mits de toename in efficiëntie niet wordt teniet gedaan door de toename in rekenkracht en of functionaliteit.

De laptop is geoptimaliseerd op energie-efficiëntie, zodat de warmteproductie beperkt blijft en dus een kleine behuizing mogelijk is. Het gebruik van een laptop als alternatief van een gangbare PC is dus vanuit het oogpunt van energiebesparing aan te bevelen.

Tenslotte is er een duidelijke trend waarneembaar naar serverbased computing. Bij dit concept wordt niet alleen de data opgeslagen op een centrale server, maar ook de gebruikte applicaties. Dit heeft grote voordelen voor het systeembeheer en/of het telewerken. Afhankelijk van de gekozen configuratie kan ook energiebesparing optreden: worden bestaande PC's gebruikt dan zal door extra server capaciteit het energiegebruik eerder stijgen dan dalen. Worden de PC's echter vervangen door netwerkcomputers (thin clients) dan kan er energiebesparing optreden.

### *Gedragsmaatregelen*

Het instellen van power management is een kansrijke en effectieve gedragsmaatregel. Kansrijk, omdat de beheerders dat bij het installeren van de PC eenmalig kan instellen. Het is geen handeling die dagelijks uitgevoerd moet worden door veel verschillende medewerkers, zoals bij het aan en uitzetten van de PC's. Effectief omdat het energiegebruik in de verschillende aanstanden behoorlijk kan verschillen, en power management vooralsnog weinig wordt ingesteld (60% van de computers staat buiten kantoor tijden aan en heeft dus geen power management ingesteld). Althans dat wijst Amerikaans onderzoek uit, zoals Tabel 4 laat zien. Deze tabel geeft het percentage computers weer in een kantoor dat aan, in

de wachtstand of uit staat buiten werktijd. Als de computer nog aan staat betekent dat (1) power management niet is ingeschakeld en (2) de werknemers zijn computer niet heeft uitgeschakeld. Ondanks dat Amerikaanse kantoren niet zomaar vergeleken kunnen worden met de Nederlandse kantoren, kunnen de gegevens in de tabel wel als een indicator worden gezien.

Tabel 4 Kantoorapparatuur: energiestand buiten kantoortijden

	Aan [%]	Wachtstand [%]	Uit [%]	Aantal gemeten apparaten
Server	98	0	2	n/a
Computer	60	4	36	1.453
Beeldscherm CRT	19	49	32	1.329
Beeldscherm LCD	21	61	18	269
Printer laser	34	51	15	158
kopieermachines	36	15	48	33
Faxen	94	6	0	47

Bron: (Roberson, 2004).

Een andere kostenloze gedragsmaatregel is het uitzetten van de PC na werktijd. Hoewel het dus lastiger te bewerkstelligen is, zoals we hierboven al aangaven, kan het een interessante energiebesparing opleveren. Werknemers zetten hun PC's op kantoren vaak niet uit, zoals Tabel 4 uitwijst. Brits onderzoek in het kader van energiebesparingscampagne 'Energy Savings Week' laat zien dat dit percentage ligt op 37% van de werknemers (Tweakers, 2005). Om die reden lijkt het dus zeker de moeite waard om er aandacht aan te besteden in een voorlichtingscampagne.

#### *Serverruimtes*

Het energiegebruik in serverruimtes is hoog: met name door het energiegebruik van de servers zelf, maar ook door de koeling. Voor deze apparaten is het echter lastig om concrete rekenvoorbeelden te maken. Ten eerste omdat een standaard serverruimte lastig te definiëren is (veel verschillende varianten) en daarnaast omdat weinig data beschikbaar is over het energiegebruik van en het effect van besparingsmaatregelen. Wel zijn er enkele grove indicaties die uitwijzen dat de (kosten)besparingen interessant zijn. Voorlichting over deze apparaten is dus zinnig, maar kan weinig concreet zijn. In dit rapport gaan we in op de algemene informatie die beschikbaar is.



Gelet op bovenstaande wordt in dit onderzoek de onderstaande thema's toegelicht, waar mogelijk met concrete rekenvoorbeelden:

- H 6 Beeldschermen:
  - wel of geen Energy Star;
- H 7 Werkstations:
  - PC's: geen overdimensionering;
  - Laptops: maximale toepassing;
  - Thin Clients: serverbased computing;
- H 8 Gedrag:
  - instellen power management;
  - aan en uit schakelen van PC's;
- H 9 Printers, kopieerapparaten en faxen;
- H 10 Serverruimtes.

Alvorens deze voorbeelden te behandelen, wordt in hoofdstuk 4 eerst ingegaan op energiecertificering voor ICT-apparatuur.



## 4 Energiecertificering

De afgelopen jaren zijn in Nederland en in Europa veel initiatieven ontstaan voor de invoering van verschillende energiecertificaten. Sommige initiatieven zijn nationaal, zoals het Duitse Blauer Engel en andere zijn internationaal zoals het Energy Star of het GEEA label. Ieder label is echter opgezet met een ander doel. Hieronder zal een kort overzicht worden gegeven van enkele labels die in Nederland van toepassing zijn en het toepassingsgebied van deze labels.

### 4.1 Energy Star

Het Energy Star-label is de meest voorkomende label in de wereld. Het oorspronkelijk door het Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA) opgerichte label heeft doel de consument informatie te verschaffen over de energie-efficiency van apparaten. Per productgroep zijn hiervoor verschillende criteria opgesteld. In Nederland is het Energy Star-label te vinden op PC's, beeldschermen, printers, faxen en kopieerapparaten.



De aanwezigheid van het Energy Star-label garandeert dat het apparaat voldoet aan bepaalde eisen van energie-efficiency. In het geval van computers en beeldschermen gaat het dan met name om de aanwezigheid van een wacht-stand en het maximale verbruik tijdens deze wacht-stand en de uit-stand.

Hoewel apparaten zonder Energy Star-label best een wacht-stand kunnen hebben, is dit geen garantie. Het label is dat wel.

Binnen de productgroepen van producenten komt het veelvuldig voor dat het ene product wel voorzien is van het label en het andere niet. Zo kan beeldscherm A van producent X wel het label hebben en beeldscherm B van dezelfde producent niet. Meer informatie is te vinden op de site van Energy Star in Europa.

### 4.2 GEEA<sup>4</sup>

Apparaten die zijn voorzien van een GEEA-label behoren tot de 30% zuinigste apparaten op de markt. Hierbij worden onder meer eisen gesteld aan het stand-by verbruik. De criteria worden opgesteld in overleg met vertegenwoordigers van de industrie en andere belanghebbenden. Er zijn criteria ontwik-



<sup>4</sup> <http://www.efficient-appliances.org/Home.htm>.

keld voor het energieverbruik van grijs- en bruingoed apparaten, zoals energiezuinige printers, kopieerapparaten en computerapparatuur.

### 4.3 TCO<sup>5</sup>

Het TCO is een Zweeds instituut dat ICT-apparatuur test op ergonomische en milieueisen. De eisen voor TCO 95 en TCO 99 hebben betrekking op de ergonomische aspecten van onder andere kopieerma-



achines, printers, beeldschermen, toetsenborden en drives en van laptops. Ook worden milieueisen gesteld, zoals de recyclebaarheid van de apparatuur, het energiegebruik en of op kringlooppapier kan worden gekopieerd of geprint.

De eisen voor het TCO 99 label zijn strenger dan die voor TCO 95. De eisen voor het vermogen zijn strenger dan Energy Star; voor beeldschermen komen ze overeen met GEEA. Inmiddels zijn er ook TCO 03 voor beeldschermen en TCO 05 voor laptops en desktops.

In Nederland zijn voornamelijk beeldschermen voorzien van het TCO keurmerk.

### 4.4 Eco-label<sup>6</sup>

Het Eco-label van de Europese Unie richt zich op een integrale aanpak van de milieueisen van onder andere ICT-apparatuur. Het gaat daarbij om energiebesparing (waarbij gebruik wordt gemaakt van de procedure van Energy Star), verlenging van de levensduur, het kwikgehalte, het geluid, de elektromagnetische emissies, de terugname en recycling van gevaarlijke stoffen, de gebruiksaanwijzing, de verpakking en de informatie omtrent het milieukeur.

Het Eco-label richt zich onder andere op computers, beeldschermen en laptops.



<sup>5</sup> <http://www.tcodevelopment.com/>.

<sup>6</sup> [http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index_en.htm).



## 4.5 Overzicht

Tabel 5 Overzicht van energielabels voor zover van toepassing op ICT-apparatuur in Nederland

	<b>Energy Star</b>	<b>GEEA</b>	<b>TCO</b>	<b>Eco-label</b>
Productgroepen ICT in Nederland	Kantoorapparatuur	Kantoorapparatuur	Beeldschermen	Kantoorapparatuur
Productgroepen in algemeen	Elektrische apparatuur	Kantoorapparatuur	Kantoorapparatuur en – meubilair	Non-food producten en diensten
Van toepassing op energiegebruik tijdens:				
- aan	Ja	Gedeeltelijk (per 2006)	Ja (per 2006)	Ja
- wachtstand	Ja	Ja	Ja	Ja
- uit	Ja	Ja	Ja	Ja
Criteria voor energiegebruik ICT- apparatuur	Maximaal energiegebruik (afhankelijk van het product en de specificaties) <sup>7</sup>	Maximaal energiegebruik (afhankelijk van het product en de specificaties) <sup>8</sup>	Technische eisen en maxi- maal energiegebruik (per 2006 geharmoniseerd met Energy Star) <sup>9</sup>	Technische eisen en maxi- maal energiegebruik (geba- seerd op Energy Star) <sup>10</sup>
Ergonomische en veiligheidseisen	Nee	Nee	Ja	Nee
Geluidsproductie	Nee	Nee	Ja	Ja
Vrijwillig of verplicht	Vrijwillig	Vrijwillig	Vrijwillig	Vrijwillig
Kosten voor registratie	Nee	Nee	Per label, updaten	Administratie- en jaarlijkse kosten
Verspreiding	Wereldwijd	Europa	Zweden en in Europa hoofd- zakelijk beeldschermen	Europa

<sup>7</sup> [http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find\\_a\\_product.showProductCategory&pcw\\_code=OEF](http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product.showProductCategory&pcw_code=OEF).

<sup>8</sup> <http://www.gealabel.org/Criteria.htm>.

<sup>9</sup> <http://www.tcodevelopment.com/pls/nvp/Document.Show?CID=1200&MID=9>.

<sup>10</sup> <http://www.europeeseocolabel.nl/nl-NL/Content.aspx?type=content&id=148>.



## 5 Algemene uitgangspunten bij rekenvoorbeelden

Voor het berekenen van energiebesparing op ICT-apparatuur is een aantal aannames nodig. Het gaat hierbij om de gebruikersprofielen (de duur van het dagelijkse gebruik), het aantal (niet-)werkdagen, de levensduur en financiële uitgangspunten.

### 5.1 Gebruiksprofielen

Voor het maken van de rekenvoorbeelden is gebruik gemaakt van een drietal gebruikersprofielen, welke aangeven hoeveel uur de kantoorapparatuur in een bepaald stand staat.

Tabel 6 Gebruiksprofielen

	Aan	Wacht	Uit
Beperkt	2	9	13
Normaal	5	4	15
Intensief	8	2	14

Deze gebruikersprofielen zijn gebaseerd op gegevens van Energy Star en zijn opgebouwd uit de gemiddelde uren in alle EU landen in 2003. Daarnaast komt dit beeld sterk overeen met een onderzoek dat in 2003 is uitgevoerd door TNO in het bankwezen (Douwes, 2003).

Per eerder genoemde sector verschilt het gebruik van de ICT-apparatuur veel. Zo zal op middelbare scholen de computer optimaal worden gebruikt, wat overeenkomt met het intensieve profiel.

Afhankelijk van de organisatie zal dus moeten worden gekeken welk gebruikersprofiel het beste aansluit. Daarnaast gelden deze profielen voor alle apparatuur, dus ook voor de printers, faxen, kopieerapparaten, et cetera.

Gemiddeld wordt in Nederland 250 dagen per jaar gewerkt. Per instantie wisselt het aantal jaren dat de apparatuur wordt gebruikt. Voor deze rekenvoorbeelden is van vier jaar uit gegaan.

### 5.2 Financiële uitgangspunten

Voor de berekeningen is uitgegaan van een elektriciteitsprijs van € 0,20 per kWh<sup>11</sup>. Dit bedrag wordt zowel door SenterNovem als Milieu Centraal gehanteerd. Het bedrag is gebaseerd op de gemiddelde prijs voor consumenten en MKB, inclusief alle belastingen en vaste kosten.

$$Annuiteit = \text{bedrag} \times \frac{0,04}{1 - \frac{1}{(1 + 0,04)^4}}$$

Bij vergelijkingen tussen apparatuur met verschillende aanschafprijs/investering wordt er rekening gehouden met het verschil in rentelasten voor het beschikbaar

<sup>11</sup> Prijspeil 2006, [www.milieucentraal.nl](http://www.milieucentraal.nl).

gestelde vermogen. Dit wordt gedaan door middel van annuïteiten die een duur hebben van 4 jaar en een rentepercentage van 4%. De totale rentekosten bedragen zo vier maal de annuïteit minus de aanschafkosten.

De aanschafprijzen van de verschillende apparatuur is gebaseerd op een inschatting van de gemiddelde catalogiwaarden van de verschillende producten. Het gaat hierbij dus om consumentenprijzen inclusief BTW.



## 6 Rekenvoorbeelden beeldschermen

### 6.1 Inleiding

Enkele jaren geleden kwamen de eerste TFT- en LCD-beeldschermen op de markt. Hoewel deze flatpanelschermen in eerste instantie erg duur waren, hadden ze toch enkele grote voordelen ten opzicht van de traditionele CRT-beeldschermen: rustiger beeld, minder ruimte en een aanzienlijk lager energieverbruik. Inmiddels hebben de flatpanel beeldschermen bijna de hele markt overgenomen en zijn er nauwelijks nog CRT-beeldschermen te verkrijgen. Omdat de overgang naar flatpanels als een autonoom verschijnsel wordt beschouwd, zal dit niet als een bewuste energiebesparingsmogelijkheid worden gerekend en daarmee is het dus ook niet zinvol om flatpanels met CRT-beeldschermen te vergelijken. Desalniettemin is er tussen de flatpanel beeldschermen onderling wel een groot verschil aanwezig als het gaat om investeringskosten en energieverbruik. Bij ieder type en bij ieder merk zijn grote verschillen tussen beeldschermen waar te nemen. Een groot verschil is met name terug te vinden in het wel of niet hebben van een energielabel zoals Energy Star.

Voor de berekeningen zijn de volgende gegevens gebruikt.

Tabel 7 Gegevens beeldschermen

	Flatpanel (15")	Flatpanel (15") (Energy Star)	Flatpanel (17")	Flatpanel (17") (Energy Star)	Flatpanel (19")	Flatpanel (19") (Energy Star)
Gemiddelde aanschafprijs	€ 220,-	€ 220,-	€ 290,-	€ 290,-	€ 350,-	€ 350,-
Beeldschermen met een hoog verbruik AAN	38 W	38 W	50 W	50 W	55 W	55 W
Gemiddeld verbruik AAN	24 W	24 W	35 W	35 W	38 W	38 W
Beeldschermen met een laag verbruik AAN	15 W	15 W	20 W	20 W	25 W	25 W
Gemiddeld verbruik WACHT	Nvt	1,7 W	Nvt	1,5 W	Nvt	1,4 W
Gemiddeld verbruik UIT	1,7 W	1,7 W	1,5 W	1,5 W	1,4 W	1,4 W

Bron: [http://www.eu-energystar.org/nl/nl\\_database.htm](http://www.eu-energystar.org/nl/nl_database.htm).

In Tabel 8 staan de gemiddelde verbruiken van de CRT-beeldschermen.

Tabel 8 Gemiddeld energieverbruik CRT-beeldschermen

	Aan	Wacht	Uit
15" CRT-beeldscherm	68 W	7,8 W	3,6 W
17" CRT-beeldscherm	77 W	3,5 W	3,3 W
19" CRT-beeldscherm	102 W	4,5 W	2,7 W

Bron: [http://www.eu-energystar.org/nl/nl\\_database.htm](http://www.eu-energystar.org/nl/nl_database.htm).

## 6.2 Rekenvoorbeelden voor kantoren, banken en overheden

In de onderstaande tabel staan de totale kosten voor de aanschaf en het gebruik van verschillende beeldschermen met een laag, gemiddeld en hoog energieverbruik en met en zonder energiebesparingsmethoden volgens Energy Star (ES).

Tabel 9 Totale kosten van aanschaf en verbruik in vier jaar

		Aanschaf	Rentekosten in 4 jaar	Energiekosten in 4 jaar		
				Beperkt	Normaal	Intensief
Beeldscherm 17" (laag)	met ES*	€ 290,-	€ 29,57	€ 17,91	€ 29,01	€ 40,11
	zonder ES	€ 290,-	€ 29,57	€ 51,91	€ 43,81	€ 47,51
Beeldscherm 17" (gem)	met ES*	€ 290,-	€ 29,57	€ 23,91	€ 44,01	€ 64,11
	zonder ES	€ 290,-	€ 29,57	€ 84,21	€ 70,81	€ 77,51
Beeldscherm 17" (hoog)	met ES*	€ 290,-	€ 29,57	€ 29,91	€ 59,01	€ 88,11
	zonder ES	€ 290,-	€ 29,57	€ 117,21	€ 97,81	€ 107,51
Beeldscherm 19" (laag)	met ES*	€ 350,-	€ 35,67	€ 19,24	€ 33,40	€ 47,56
	zonder ES	€ 350,-	€ 35,67	€ 61,72	€ 52,28	€ 57,00
Beeldscherm 19" (gem)	met ES*	€ 350,-	€ 35,67	€ 24,44	€ 46,40	€ 68,36
	zonder ES	€ 350,-	€ 35,67	€ 90,32	€ 75,68	€ 83,00
Beeldscherm 19" (hoog)	met ES*	€ 350,-	€ 35,67	€ 31,24	€ 63,40	€ 95,56
	zonder ES	€ 350,-	€ 35,67	€ 127,72	€ 106,28	€ 117,00

\* instelling energiebeheer is normaal.

Een makkelijke besparing is te behalen door het aanschaffen van beeldschermen met het Energy Star-label (of iets vergelijkbaars zoals genoemd in hoofdstuk 4). Deze besparing varieert tussen de 2 en 20%, afhankelijk van het type gebruik. Tevens kan er veel geld worden bespaard door gericht te kijken naar het gebruik van een beeldscherm. Zo kan een organisatie met 500 werkplekken bij intensief gebruik van de beeldschermen per vier jaar al snel ongeveer € 25.000 besparen op de energiekosten als er beeldschermen met een gemiddeld laag verbruik worden aangeschaft, in plaats van een gemiddeld hoog verbruik. Mogelijke oorzaken voor het verschil in energieverbruik zijn de verschillende specificaties die iedere beeldscherm heeft. Een hoger contrast, refresh-rate, licht-intensiteit of breedbeeld hebben allemaal invloed op het uiteindelijke energieverbruik. Bij de aanschaf is het dan ook verstandig na te gaan wat er daadwerkelijk nodig is en of de vereisten leiden tot een beeldscherm met een hoog verbruik.



### 6.3 Rekenvoorbeeld beeldschermen voor scholen

Hoewel 15"-beeldschermen steeds minder verkrijgbaar zijn, zijn de aanschafkosten al snel 30% lager dan 17"-beeldschermen en daarnaast ligt het gemiddelde energieverbruik van 15"-beeldschermen ongeveer 25-30% lager dan het gebruik van een gemiddelde 17"-beeldscherm. Vanwege de aard van het gebruik zijn 15"-beeldschermen voor het onderwijs nog steeds geschikt.

Het gebruiksprofiel voor scholen is het beste te vergelijken met 'intensief'. Door te kiezen voor 15"-beeldschermen in plaats van 17"-beeldschermen, kan op energiegebruik in vier jaar ongeveer € 16 per beeldscherm worden bespaard. Voor een scholen met enkele tientallen tot een paar honderd beeldschermen, kan de besparing dus hoog oplopen.

Tabel 10 Kostenbesparing door de aanschaf van 15" beeldschermen in plaats van 17"

	E-verbruik (4jr)	E-kosten (4jr)	Rente (4jr)	Aanschaf- kosten	Totale kosten
Beeldscherm 15" (gem)	238,0 kWh	€ 47,60	€ 22,44	€ 220,-	€ 290,04
Beeldscherm 17" (gem)	320,4 kWh	€ 64,08	€ 25,57	€ 290,-	€ 379,65
Besparing	82,4 kWh	€ 16,48	€ 3,13	€ 70,-	€ 89,61

Opmerking: De rente is de totale rentekosten welke gebaseerd zijn op een rentepercentage van 4% per jaar. Daarnaast zijn beide beeldschermen voorzien van een Energy Star-label.





## 7 Rekenvoorbeelden computers

Voor de werkstations geldt hetzelfde als voor de beeldschermen: bij aankoop van nieuwe apparatuur is het altijd verstandig apparatuur te kopen dat gecertificeerd is met energielabels als EnergyStar. Afhankelijk van de instellingen en het gebruik kan hiermee eenvoudig 20-70% worden bespaard op het energiegebruik.

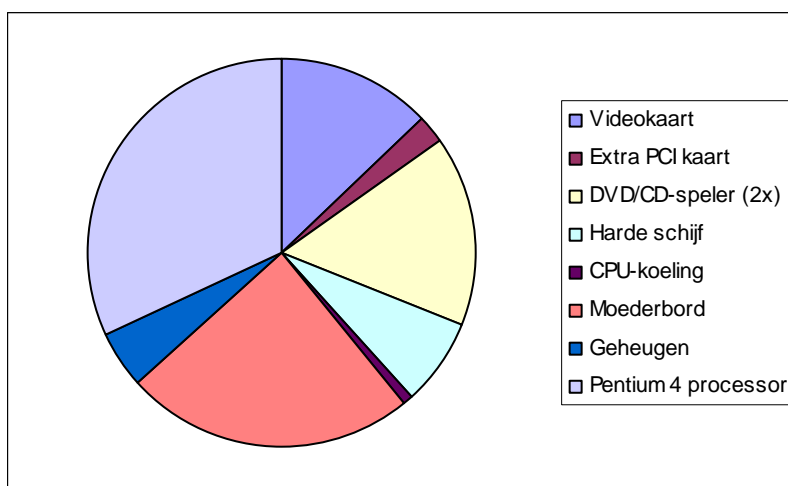
Het energieverbruik van een PC is sterk afhankelijk van de componenten die deze PC bevat. In de onderstaande tabel en grafiek staat een indicatie van het verbruik van verschillende componenten van een PC bij *maximale belasting*.

Tabel 11 Energievraag verschillende componenten bij maximale belasting

Component	Energievraag
AGP videokaart	30-50 W
PCI express videokaart	100-150 W
Gemiddelde PCI kaart	5-10 W
DVD/CD	20-30 W
Harde schijf	15-30 W
Kast/CPU koeling	3 W
Moederbord	50-100 W
Geheugen	15 W per 1 GB
Pentium III processor	40 W
Pentium 4 processor	80-120 W
AMD Athlon processor	80-120 W

Bron: [http://www.pcpowercooling.com/technology/power\\_usage/](http://www.pcpowercooling.com/technology/power_usage/).

Figuur 3 Indicatieve verhouding energieverbruik verschillende componenten



Bij bijna alle componenten zijn meer en minder zuinige varianten. Dit heeft met name te maken met de capaciteiten van de componenten, dit verschilt per type en per merk. Ter illustratie staat in Tabel 12 een overzicht van enigszins vergelijkbare processoren en hun verbruik bij maximale belasting.

Tabel 12 Energieverbruik processoren bij maximale belasting

Processor	Energieverbruik
AMD Sempron 2500+	62,0 W
Intel Pentium4 Celeron-D 325	61,0 W
AMD Sempron 3000+	62,0 W
Intel Pentium4 Celeron-D 340	73,0 W
AMD Athlon XP 2500+	68,3 W
Intel Pentium4 2,5	61,0 W
AMD Athlon XP 3000+	68,3 W
Intel Pentium4 3,0	81,9 W

Bron: <http://balusc.xs4all.nl/srv/har-cpu.html>.

## 7.1 PC's

Niet iedere werkplek hoeft aan de hoogste technische eisen te voldoen. Voor eenvoudige administratieve handelingen zijn geen DVD-speler, geluidskaart of de allersnelste processor nodig. Hier bewust mee omgaan bespaart niet alleen erg veel geld tijdens de aanschaf, maar ook in het gebruik.

In Tabel 13 staat een overzicht van het verbruik van verschillende typen werkplekken (exclusief monitor)<sup>12</sup>.

Tabel 13 Elektriciteitsverbruik en aanschafkosten verschillende typen computers

	Aanschafkosten	Rentekosten in 4 jaar	Verbruik		
			Aan-stand	Wacht-stand	Uit-stand
			<i>Watt</i>	<i>Watt</i>	<i>Watt</i>
Kantoor PC	€ 500,-	€ 50,98	100	10	5
Multimedia PC	€ 1.000,-	€ 101,96	146	10	5
Workstation	€ 2.000,-	€ 203,92	150	20	10

Bron: <http://www.eu-energystar.org/nl/index.html>.

Tabel 14 Hoeveelheid en kosten van het elektriciteitsverbruik

	Jaarverbruik					
	Beperkt		Normaal		Intensief	
	<i>kWh</i>	<i>Euro</i>	<i>kWh</i>	<i>Euro</i>	<i>kWh</i>	<i>Euro</i>
Kantoor PC	102,6	€ 20,52	167,6	€ 33,52	236,3	€ 47,26
Multimedia PC	125,6	€ 25,12	225,1	€ 45,02	328,3	€ 65,66
Workstation	180,1	€ 36,02	272,6	€ 54,52	372,6	€ 74,72

<sup>12</sup> Kantoor computer: Kantoor desktop (b.v. Celeron (2 GHz) of Sempron (3000+) / 256 MB RAM / 80 GB).  
 Multimedia computer: Multimedia desktop, b.v. Pentium D, Athlon64 of vergelijkbaar / 2.4 GHz / 512 MB RAM / 160 GB met meer grafische rekenkracht.  
 Workstation: Professionele klantspecifieke desktop PC voor CAD-toepassingen / Computer Graphics / Wetenschappelijk onderzoek. B.v. met dual-processor ((P4, Athlon 64, Xeon of vergelijkbaar) / 3 GHz / 4 Gb RAM / 250 GB).

Bron: <http://www.eu-energystar.org/nl/index.html>.



Een middelbare school of een bedrijf met honderd werkplekken, waarop hoofdzakelijk administratieve handelingen worden verricht kan door de aanschaf van 'eenvoudige' kantoor PC's in plaats van multimedia PC's of Workstations bij intensief gebruik ongeveer € 2.000 tot 3.000 (is het verschil in jaarlijkse elektriciteitskosten maal het aantal werkplekken) per jaar besparen op de elektriciteitsrekening. (Indien ook de aanschaf- en rentekosten worden meegenomen, dan kan er in vier jaar een besparing van € 57.000 tot 168.000 (is het verschil in aanschaf- en rentekosten maal het aantal werkplekken) worden behaald.)

## 7.2 Laptops

Naast de bewuste aanschaf van energiezuiniger PC's op basis van de technische eisen, kan er door te kiezen voor laptops nog meer energie worden bespaard. Zelfs de meest energiezuinige PC en beeldscherm gebruiken meer energie dan de meest uitgebreide laptop. In Tabel 15 en Tabel 16 staan overzichten van het verbruik van laptops en van laptops in vergelijking met verschillende PC-configuraties.

Tabel 15 Energieverbruik laptops

	Aan-stand	Wacht-stand	Uit-stand
Laptop (Budget, 15"-beeldscherm)	22 W	5 W	3 W
Laptop (High-end, 16"-17"-beeldscherm)	36 W	11 W	3 W

Bron: <http://www.eu-energystar.org/nl/index.html>.

Tabel 16 Kosten laptops ten opzichte van PC's

		Jaarverbruik - Normaal		Aanschafkosten	Rentekosten	Kosten per 4 jaar
		kWh	Euro			
Laptop (Budget)		58,0	€ 11,60	€ 800,-	€ 81,56	€ 927,96
Laptop (High-end)		69,5	€ 13,90	€ 1.700,-	€ 173,32	€ 1.928,92
Kantoor PC	15"-beeldscherm (gem)	210,4	€ 42,08	€ 720,-	€ 73,40	€ 961,72
Multimedia PC	17"-beeldscherm (gem)	280,1	€ 56,02	€ 1.290,-	€ 131,52	€ 1.645,60
Workstation	19"-beeldscherm (gem)	330,6	€ 66,12	€ 2.350,-	€ 239,60	€ 2.854,08

Daarnaast hebben laptops ook nog andere voordelen als mobiliteit en flexibiliteit. Nadelen zijn echter de technische uitbreidingsmogelijkheden en de hogere aanschafprijs.

## 7.3 Terminals

Een nieuwe trend die de laatste jaren steeds meer opkomt is het serverbased computing. Dit systeem heeft grote voordelen voor het beheer en voor de veiligheid van het systeem ten opzichte van een netwerk met Personal Computers. Hierbij wordt gebruik gemaakt van centrale servers waarop de 'eigenlijke computer' zit, dit zijn de blade-pc's. Op de werkplekken staan kleine terminals, de zogenaamde thin clients. Deze dienen slechts voor het inloggen op de server en de

randapparatuur (beeldscherm, toetsenbord, muis) op aan te sluiten. Op de server wordt alle software gedraaid en zodoende heeft de thin client geen hoge systeemeisen nodig.

De meest basis uitvoering van de thin clients is een kastje met alleen een processor en geheugen om op te starten, dus zonder harde schijf, CD / DVD / diskettedrive of koeling (aangezien de warmte productie aanzienlijk lager is vanwege het afwezig zijn van bewegende delen).

Het verbruik van de zogenaamde thin clients wisselt sterk qua model en uitvoering. Gemiddeld ligt het gemiddelde verbruik tussen de 10-80 W per uur.<sup>13</sup> Dit verbruik is echter aanzienlijk lager dan het gemiddelde verbruik van desktop PC's. Hoewel deze thin clients dus veel stroom besparen (en de koelvraag iets verlagen), is het voor de structuur van een serverbased netwerk met terminals wel noodzakelijk dat er meer servers staan dan bij een normaal netwerk. Deze extra server capaciteit verbruikt dan ook meer energie en zal meer koelvraag hebben dan de oude structuur.

Vooraf de exacte berekening van de mogelijke energiebesparing door een serverbased netwerk met terminals te plaatsen is afhankelijk van een grote hoeveelheid variabelen (aantal werkplekken, technische eisen, aantal servers, architectuur van het netwerk, ruimtekoeling). Door middel van metingen vooraf en achteraf is te bepalen of er sprake is geweest van energiebesparing. Het is lastig om daar een breed geldende gemiddelde voor aan te geven.

Het implementeren van een serverbased netwerk met terminals geeft wel een duidelijke kostenbesparing volgens onafhankelijk Amerikaans onderzoek (Kay en Perry, 2005). Het aandeel energiebesparing is hierin niet bekend/meegenomen. Uit dit onderzoek blijkt tevens dat deze besparingen slechts voor een kleine categorie gebruikers interessant is: grote organisaties (overheden, universiteiten et cetera) en beveiligingsgevoelige organisaties (banken, defensie et cetera). De fabrikant HP claimt een besparing van 25%, ten opzichte van een systeem met personal computers, voor een netwerk met 3.500 gebruikers (HP, 2005).

---

<sup>13</sup> Websites van Dell, Fujitsu-Siemens en HP.



## 8 Rekenvoorbeelden gedrag / power management

Naast de aanschaf van energiezuinige apparatuur kan er ook energie bespaard worden op de manier waarop men met de apparatuur omgaat. Door de energiebesparende modus op PC's, beeldschermen, printers en kopieerapparatuur aan te zetten kan veel energie worden bespaard. (De mogelijkheid hiertoe wordt meestal aangeduid door het Energy Star-label.) Daarnaast draagt ook het daadwerkelijk uitschakelen van de stroomtoevoer (middels bijvoorbeeld een stekkerdoos met schakelaar) bij aan het verminderen van het zogenaamde sluipverbruik. Met name bij grote apparatuur zoals reproductieapparatuur kan dit veel besparen.

### 8.1 Beeldschermen

De ontwikkeling van moderne flatpanel beeldschermen heeft de laatste jaren zo'n vlucht genomen, dat bij de meeste toestellen geen sprake van een verschil in energiegebruik is in de wacht- of uit-stand. Het uitzetten van de beeldscherm aan het einde van de werkdag heeft dan ook geen wezenlijke bijdrage in de energiebesparing.

Het instellen van het 'energiebeheer' levert daarentegen wel veel besparing op. Dit energiebeheer kan ingesteld worden op verschillende niveaus, van normaal tot energiesparend (vergelijkbaar met de instellingen van een laptop)<sup>14</sup>. In Tabel 17 staat een overzicht van het verbruik van een gemiddelde 17"-beeldscherm.

Tabel 17 Elektriciteitsverbruik van een gemiddelde 17" beeldscherm

Energiebeheer	Jaarverbruik					
	Beperkt		Normaal		Intensief	
UIT	105,3 kWh	€ 21,06	88,5 kWh	€ 17,70	96,9 kWh	€ 19,38
NORMAAL	29,9 kWh	€ 5,98	55,0 kWh	€ 11,00	80,1 kWh	€ 16,02
ENERGIESPAREND	25,2 kWh	€ 5,04	37,2 kWh	€ 7,44	61,3 kWh	€ 12,26

Bron: Eigen berekeningen en <http://www.eu-energystar.org/nl/index.html>.

Door het beeldscherm bijvoorbeeld aan te sluiten op een stekkerdoos met schakelaar kan ook het sluipverbruik worden verminderd. Gemiddeld ligt het verbruik van een beeldscherm die uit staat tussen de 1,4 en 1,7 W. Indien de beeldscherm na iedere werkdag wordt ontkoppeld van het stroomnet (gemiddeld 13 uur per 250 werkdagen en 115 weekend- en vakantiedagen is totaal 6.010 uur per jaar), dan levert dat een besparing van ongeveer twee Euro per beeldscherm. Vooral bij grote organisaties kan hiermee een besparing van enkele duizenden Euro's op worden behaald.

<sup>14</sup> Energie spaarstand: komt overeen met de instellingen voor 'Laptop' of 'Notebook', maar kan ook gebruikt worden voor een desktop PC. De wachtstand wordt geactiveerd na 10-15 minuten. Hiermee wordt rekening gehouden door 25% van de gebruiksuren af te trekken en deze toe te voegen aan uren in wachtstand om vervolgens het jaarverbruik en de kosten te berekenen.

## 8.2 Computers

In vergelijking tot beeldschermen is er bij PC's wel sprake van een groot verschil tussen de wacht- en uit-stand. In de wachtstand verbruikt de PC vaak het dubbele dan wanneer hij uit staat. In Tabel 18 staan de extra kosten van het sluipverbruik van de verschillende werkplekken indien deze na werktijd op de wacht- of uit-stand wordt gezet, of dat deze doormiddel van een stekkerdoos met schakelaar wordt uitgezet.

Tabel 18 Extra kosten door sluipverbruik

	Altijd aan	Wacht-stand	Uit-stand	Mbv schakelaar
Kantoor PC	€ 120,20	€ 12,02	€ 6,01	€ 0,-
Multimedia PC	€ 175,49	€ 12,02	€ 6,01	€ 0,-
Workstation	€ 180,30	€ 24,04	€ 12,02	€ 0,-

Het verbruik van elektriciteit gedurende de tijdstippen dat de computer niet wordt gebruikt. Dit komt overeen met ongeveer 6.010 uur (115 dagen weekend en vrij en 250 nachten).

Het uitschakelen van de PC na werktijd kan dus op jaarbasis tussen de € 114 en 168 besparen aan elektriciteitskosten. Het plaatsen van schakelaar tussen de PC en het stopcontact levert op jaarbasis al snel meer dan zes euro op. Hiermee is de aanschaf van een eenvoudige stekkerdoos met netschakelaar binnen een half jaar terugverdient.

Het inschakelen van het energiebeheer heeft ook bij de verschillende computers een groot besparingspotentieel. Het energiebeheer kan bijvoorbeeld de harde schijf uitschakelen of het systeem in de wacht-stand plaatsen.

Tabel 19 Elektriciteitsverbruik bij verschillende instellingen van energiebeheer

	Jaarverbruik					
	Beperkt		Normaal		Intensief	
Energiebeheer	<i>kWh</i>	<i>Euro</i>	<i>kWh</i>	<i>Euro</i>	<i>kWh</i>	<i>Euro</i>
Kantoor PC						
UIT	305,1	€ 61,02	257,6	€ 51,52	281,3	€ 56,26
NORMAAL	102,6	€ 20,52	167,6	€ 33,52	263,3	€ 47,26
ENERGIESPAREND	89,4	€ 17,88	119,4	€ 23,88	185,4	€ 37,08
Multimedia PC						
UIT	431,6	€ 86,32	361,1	€ 72,22	396,3	€ 79,26
NORMAAL	125,6	€ 25,12	225,1	€ 45,02	328,3	€ 65,66
ENERGIESPAREND	105,9	€ 21,18	152,5	€ 30,50	251,6	€ 50,32
Workstation						
UIT	472,6	€ 94,52	402,6	€ 80,52	437,6	€ 87,52
NORMAAL	180,1	€ 36,02	272,6	€ 54,52	372,6	€ 74,52
ENERGIESPAREND	160,8	€ 32,16	202,8	€ 40,56	298,8	€ 59,76

Bron: <http://www.eu-energystar.org/nl/index.html>.

Zoals uit de tabel blijkt is het uit hebben staan van het energiebeheer een kostbare zaak. Door middel van een relatief eenvoudige handeling voor een systeembeheerder, kan er veel elektriciteit en geld worden bespaard.



### **8.3 Laptops**

Aangezien laptops zijn ontworpen om energiezuinig te zijn en dat laptops ander gebruikersgedrag stimuleren, valt weinig energie te besparen op het gedrag van uitzetten. Bij laptops staat het energiebeheer standaard op energiesparend, waarbij het beeldscherm en de harde schijf zeer spoedig worden uitgeschakeld indien deze niet worden gebruikt.

### **8.4 Terminals**

Ondanks dat terminals of thin clients aanzienlijk minder energie verbruiken dan desktop-computers, loont het ook bij deze toepassing het energiebeheer verstandig te gebruiken. Het verbruik van een systeem in wachtstand is vele malen minder dan wanneer het aan staat. Exacte data hiervan zijn niet beschikbaar, maar de orde van grote zal ongeveer enkele tientallen procenten zijn. Daarnaast is het verstandig er voor te zorgen dat ook de sessie die de terminal draait op de server af te sluiten, want ook daar wordt door iedere openstaande sessie energie verbruikt (door het in gebruik houden van een blade-pc).





## 9 Printers, kopieerapparaten en faxen

Voor printers, kopieerapparaten en faxen geldt zo goed als altijd dat zij zijn aangeschaft naar aanleiding van de beoogde vraag aan productie (indien dit overgedimensioneerd is, dan zal er naar alle waarschijnlijkheid een grote besparing te behalen zijn door passende apparatuur aan te schaffen). Voor deze productie is deze apparatuur dan ook geoptimaliseerd, zowel technisch als elektrisch.

In Tabel 20 staat een overzicht van verschillende types printers met daarbij de productie van printen waarvoor zij ontworpen zijn en het jaarlijkse elektriciteitsverbruik dat hierbij hoort.

Tabel 20 Elektriciteitsverbruik printers volgens EU Energy Star

	Aan-stand	Wacht-stand	Z/W afdrucken (x 1.000)	Kleur afdrucken (x 1.000)	Jaarlijks verbruik
Laser, 20 ppm, Z/W	300 W	9 W	10	-	81,3 kWh
Laser, duplex, 22 ppm, Z/W	500 W	16 W	30	-	151,5 kWh
Laser, 32 ppm, Z/W	650 W	40 W	100	-	384,2 kWh
Laser, duplex, 32 ppm, Z/W	650 W	40 W	100	-	384,2 kWh
Kleurenlaser, 16/4 ppm	600 W	15 W	25	5	159,5 kWh
Kleurenlaser, 22/22 ppm	650 W	13 W	75	15	158,1 kWh

Bron: <http://www.eu-energystar.org/nl/index.html>.

Aangezien deze apparatuur echter veel in de wachtstand staat is het van belang te kijken naar het verbruik van de apparaten in deze stand. Per apparaat, merk en type zijn hier grote verschillen in. Op de internetpagina van Energy Star in Europa staat een database met gecertificeerde apparaten waarbij tevens het verbruik vermeld staat<sup>15</sup>. Deze database wordt regelmatig bijgewerkt met de nieuwste gegevens. Uit deze database blijkt niet dat er een significant verschil is tussen merken. Wel is het zo dat naarmate de capaciteit van de printer toeneemt, ook het elektriciteitsverbruik in zowel de aan- als wachtstand toeneemt.

Kopieerapparaten hebben veelal een zogenaamde 'low-power' stand. Deze is voornamelijk afhankelijk van de capaciteit van het apparaat. Apparaten die veel en snel kopiëren hebben een hoge 'low-power' stand. Zij moeten immers snel opstarten en grote volumes printen en kopiëren.

Het uitschakelen van grote kopieerapparaten en printers aan het einde van de dag kan per stuk een redelijke energie besparen. Met name bij de grotere kopieerapparaten die ongeveer 90-100 pagina's Z/W per minuut verwerken is het verschil in de low-power stand en de uit-stand aanzienlijk. In Tabel 21 wordt een overzicht gegeven van vijf grote kopieerapparaten van vijf verschillende merken en hun verbruik.

<sup>15</sup> [http://www.eu-energystar.org/nl/nl\\_database.htm](http://www.eu-energystar.org/nl/nl_database.htm).

Tabel 21 Voorbeeld kopieerapparaten

Product	Low-power	Uit	Snelheid
Canon imageRUNNER 600V	141 W	6 W	60 ppm
Océ 3165E DC	236 W	2 W	62 ppm
Ricoh Aficio 2090	340 W	6 W	90 ppm
Xerox 5900	350 W	15 W	120 ppm
Lanier LD0105	350 W	6 W	90 ppm

Bron: Producenten en [http://www.eu-energystar.org/nl/nl\\_database.htm](http://www.eu-energystar.org/nl/nl_database.htm).

Uit de bovenstaande tabel valt op te maken dat het na werktijd uitzetten van de apparatuur in plaats van op de low-power stand te laten staan een grote besparing per apparaat oplevert.

Wanneer bijvoorbeeld de Xerox 5900 gedurende de avonden (250 werkdagen waarvan 13 uren niet wordt gewerkt) en de vrije dagen (115 vrije dagen van 24 uur) wordt uitgezet, dan zal dit 2.013 kWh besparen (335 W maal 6.010 uur). Dit komt overeen met ongeveer € 400. Het plaatsen van een tijdschakelaar bij de wandcontactdoos zou hiermee in ongeveer een week zijn terug verdiend<sup>16</sup>. Of dit echter haalbaar is, is heel erg afhankelijk van de instellingen en de mogelijkheden van de betreffende apparatuur.

Uiteindelijk blijft de totale besparing die op deze apparatuur te behalen valt binnen organisaties relatief laag. Dit komt voornamelijk doordat er aanzienlijk minder printers en kopieerapparatuur aanwezig is dan werkplekken.

Wat echter wel zoden aan de dijk zet, is een vermindering in het aantal prints of kopieën dat wordt gemaakt. De indirecte energie die wordt gebruikt bij de productie van toners en papier is vele malen hoger dan de energie die wordt verbruikt tijdens het gebruik. Bij een toner vergt de productie ongeveer drie maal zoveel energie dan dat bij het gebruik ervan wordt verbruikt. Bij papier kan dit oplopen tot vijftig maal (!) de hoeveelheid. Op deze zogenaamde "papier-energie" valt veel te besparen. Niet alleen door te kiezen voor gerecycled papier in plaats van nieuw papier (een vel gerecycled papier kost 12 Wh om te maken, een nieuw vel papier 17 Wh), maar juist ook door dubbelzijdig te kopiëren en te printen<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Een tijdschakelaar kost ongeveer € 8,-. Prijspeil mei 2006, <http://www.conrad.nl>.

<sup>17</sup> [http://www.eu-energystar.org/nl/nl\\_032.htm](http://www.eu-energystar.org/nl/nl_032.htm).



## 10 Energiebesparing in serverruimtes

Het is inmiddels algemeen bekend dat in ruimtes waarin veel ICT-apparatuur staat, het energiegebruik behoorlijk kan oplopen. Niet alleen door het verbruik van de apparaten zelf, maar ook door de koeling die nodig is om de geproduceerde warmte te compenseren. Het elektriciteitsverbruik van 1 vierkante meter rekencentra is vergelijkbaar met het gebruik van een gemiddeld huishouden: circa 3.000 kWh per jaar (ECN, 2006). De bekende voorbeelden van ruimtes waar veel ICT-apparaten opeengepakt staan, zijn datahotels (internetproviders / web hosts, etc.) en telecom switches (schakelcentra voor dataverkeer). Deze organisaties vallen buiten het kader van dit onderzoek. Echter organisaties met veel computers zoals universiteiten, banken en verzekeraars beschikken ook over grote serverruimtes waarin koeling nodig is. Wat precies de mogelijkheden zijn en hoeveel energie daarmee bespaard kan worden is zeer afhankelijk van de situatie. Het is daarom lastig om de besparing aan de hand van concrete voorbeelden inzichtelijk te maken. Precieze gegevens ontbreken daarvoor ook. Wel zijn algemene tips aan te geven waarvan de praktijk uitwijst dat die aanzienlijke energiebesparingen kunnen opleveren. Gespecialiseerde organisaties op het gebied van klimaatbeheersing en ICT kunnen een advies op maat geven.

### 10.1 Energiegebruik bij aanschaf van servers

Ten eerste kan vanzelfsprekend net als bij PC's en beeldschermen bij de aanschaf worden gelet op energie-efficiënte en bij het gebruik op het instellen van energiebeheer. Dit verbruik kan behoorlijk verschillen tussen servers. Omdat energiegebruik van servers (ook in verband met koeling) steeds meer aandacht krijgt, werken bedrijven als Sun Microsystems en AMD thans samen met de Environmental Protection Agency aan een (Amerikaanse) standaard om het energieverbruik van servers te meten. Medio 2006 worden deze verwacht. Vanaf dan komen wellicht ook onafhankelijke vergelijkingsoverzichten op dit gebied beschikbaar. ([www.computable.nl](http://www.computable.nl), 18 april 2006)

### 10.2 Verhogen binnentemperatuur / klimaatzones

Een andere mogelijkheid is om een hogere binnentemperatuur toe te staan in de serverruimte, dan de standaard 21°C. Veel apparaten functioneren volgens de fabrikant ook zonder problemen bij een temperatuur van 30°C, en soms zelfs bij een temperatuur van 40°C. Omdat mensen doorgaans niet lang aanwezig zijn in de serverruimtes zijn, is een hogere temperatuur ook goed werkbaar. Als niet alle apparatuur bij een hogere temperatuur goed functioneert, is het een optie om klimaatzones in te stellen: apparaten die veel warmte kunnen verdragen worden dan in een andere ruimte geplaatst dan de apparaten die weinig warmte kunnen verdragen. In de eerste ruimte hoeft dan minder koeling plaats te vinden. ([www.ecn.nl](http://www.ecn.nl); Sijpheer, 2002; Kester, 2001).

### 10.3 Vrije koeling

Een derde belangrijke mogelijkheid om te besparen op energiegebruik van koelapparatuur is het gebruik van vrije koeling. Het principe van vrije koeling is dat zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van de koude buitenlucht. Circa 90% van de dagen is het kouder dan de 21°C die standaard wordt ingesteld in serverruimtes. Technieken voor vrije koeling worden al jaren toegepast in koelhuizen. De meerkosten van koelsystemen met vrije koeling zijn doorgaans binnen 5 jaar terugverdiend. Deze terugverdiëntijd kan nog veel verder worden teruggebracht als ook een hogere temperatuur wordt toegestaan in de serverruimte. De combinatie van vrije koeling met het toestaan van een hogere temperatuur kan namelijk een besparing met zich meebrengen van circa 85% op het totaalverbruik van koeling. Dit komt neer op ruim 20% van het energiegebruik in de serverruimte zelf. (www.ecn.nl; Sijpheer, 2002; Kester, 2001).

### 10.4 Architectuur van koelsystemen

De nieuwe generatie servers, de zogenaamde blade servers, zijn zo compact en produceren zoveel warmte dat traditionele ruimtekoeling zeer inefficiënt wordt. Bij het (opnieuw) inrichten van een server ruimte verdient het daarom de aanbeveling om deskundig advies in te winnen. De energie-efficiëntie en kosteneffectiviteit, hangt af van vele verschillende factoren en vele ontwerpen zijn mogelijk. Denk bijvoorbeeld aan zaken zoals:

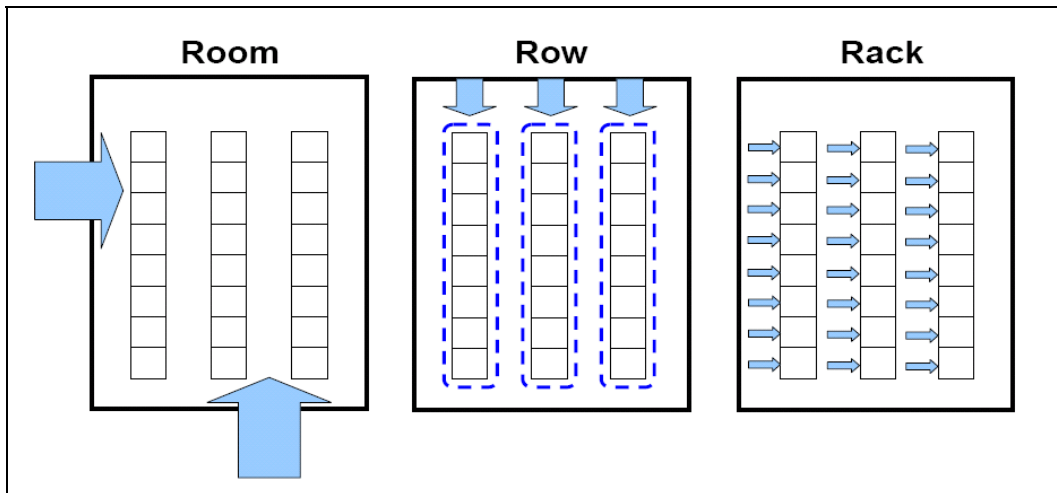
- 1 Reikwijdte van de koeling (ruimte, rij of rek koeling).
- 2 Richting van de koeling (horizontaal of verticaal).
- 3 Energiedrager (lucht, water).

Ad 1:

Ruimtekoeling is bij een grote koelbehoefte niet efficiënt, omdat de gekoelde lucht lange afstanden moet afleggen. Daardoor is de temperatuur dicht bij de koelunit vaak lager dan nodig is om ook achterin de serverruimte de gewenste temperatuur te kunnen realiseren. Alternatieven zijn mogelijk bijvoorbeeld in de vorm van koeling per rek servers of per rij zoals Figuur 4 schematisch weergeeft. Plaatselijk koelen, hetzij per rij of hetzij per rek kan de energie-efficiëntie in grote mate verhogen. Figuur 4 geeft daar een indruk van. In dit figuur zijn de kosten voor elektriciteit afgezet tegen de hoeveelheid geproduceerde warmte per rack. Het energiegebruik bij het systeem waarin per rek wordt gekoeld blijkt erg constant te zijn. Het koelvermogen kan namelijk precies worden afgestemd op de vraag (hoe meer rekken hoe meer koelunits). Rij koeling is met name efficiënt als de koelbehoefte erg groot is. Dit heeft te maken met dat systemen voor koeling per rij niet efficiënt werken bij een laag vermogen. Ruimtekoeling is bij een grote koelbehoefte minder efficiënt zoals eerder aangegeven (Dunlap, 2006).

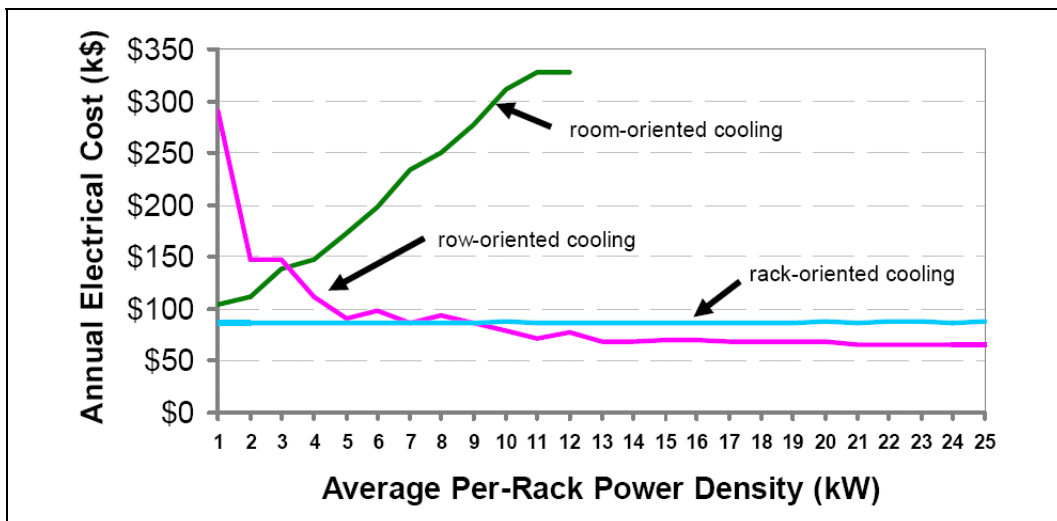


Figuur 4 Schematisch overzicht van ruimtekoeling en plaatselijke koeling per rij en rek



Bron: (Dunlap, 2006).

Figuur 5 Energie-efficiëntie van verschillende vormen van koeling

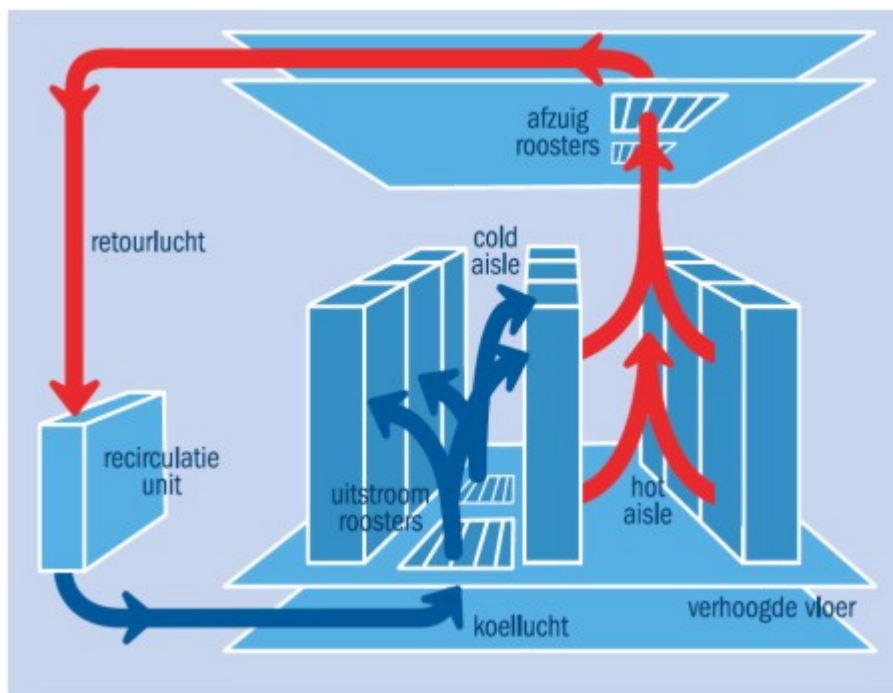


Bron: (Dunlap, 2006).

#### Ad 2: richting van de koeling

Bij de gangbare koeling wordt koude lucht vanaf de vloer de ruimte in geblazen en wordt de warme lucht boven afgezogen. In dit systeem is er logischerwijze een verschil in temperatuur beneden en boven in de serverkasten en is er dus ook sprake van inefficiëntie (onderin is het kouder dan nodig). Een alternatief is om de lucht verticaal door de rekken heen te laten stromen, waardoor de temperatuur binnen een rek veel constanter is. De koude lucht wordt dan voor de serverkasten in geblazen en de warme lucht wordt achter de kasten afgezogen zoals in Figuur 6 is te zien. In dit systeem ontstaan koude- en warmtegangen (cold aisle en hot aisle). Een manier om de efficiëntie verder te optimaliseren is om de warmte en koudestromen verder van elkaar te isoleren, door schotten te plaatsen tussen en boven de gangen waarin de koude lucht wordt geproduceerd (cold corridor). (www.computable.nl, 14 oktober 2005).

Figuur 6 Ontwerp koelsysteem: cold aisle hot aisle



Bron: [www.computable.nl](http://www.computable.nl).

### Ad 3: Energiedrager

In rekencentra vindt met name luchtkoeling plaats. Een alternatief is om te koelen met water, waardoor het koelvermogen nog verder kan toenemen. Het gaat hier om nieuwe technieken die nog niet zo lang op de markt beschikbaar zijn.

# 11 Conclusies

## 11.1 Beslissingsprocessen bij aankoop en gebruik ICT-apparatuur

In dit rapport zijn de betrokken actoren en de wijze van beslissen bij het gebruik en de aanschaf van ICT-apparatuur in kaart gebracht voor een vijftal groepen waarvan te beredeneren is dat de ICT-voorziening enigszins gelijk is. De belangrijkste conclusies per groep staan in Tabel 2. Bij alle vijf de doelgroepen zijn de sleutelfiguren de systeembeheerder / ICT-dienst. Zij zijn de contactpersoon naar de gebruikers en naar het management en beheren de ICT-apparatuur. Zij nemen ook gedelegeerd beslissingen ten aanzien van de aanschaf van ICT-apparatuur, of verzamelen de informatie op basis waarvan de directie beslissingen neemt. Als richtlijn beschikken ze over een maximaal budget, maar de werkelijke besteding kan mits onderbouwd ook hoger uitvallen. Veelal hebben ze vaste leveranciers voor hun apparatuur. Overheden doen bij grote uitgaven een aanbesteding. Ook laten ze zich voorlichten door een vast adviesbureau. Andere informatiebronnen zijn vakbladen, digitale nieuwsbrieven, digitale discussiegroepen en cursussen. De ICT-voorziening en de eisen daaraan verschillen sterk per doelgroep. De economische levensduur van de apparatuur varieert van 3 tot 6 jaar, afhankelijk van type apparaat en doelgroep.

In het algemeen is zowel de kennis van als de interesse in energiebesparingsmogelijkheden bij ICT-apparatuur laag. Het stimuleren van energiebesparing bij ICT-apparatuur moet daarom niet teveel moeite kosten en of interessante kostenbesparingen met zich meebrengen (met name besparingen op aanschafkosten zijn interessant, want die kosten drukken op het budget van de ICT-afdeling). Dit zijn twee belangrijke uitgangspunten bij het stimuleren van energiebesparing op vrijwillige basis en die hebben we dus ook gehanteerd bij het kiezen van geschikte rekenvoorbeelden.

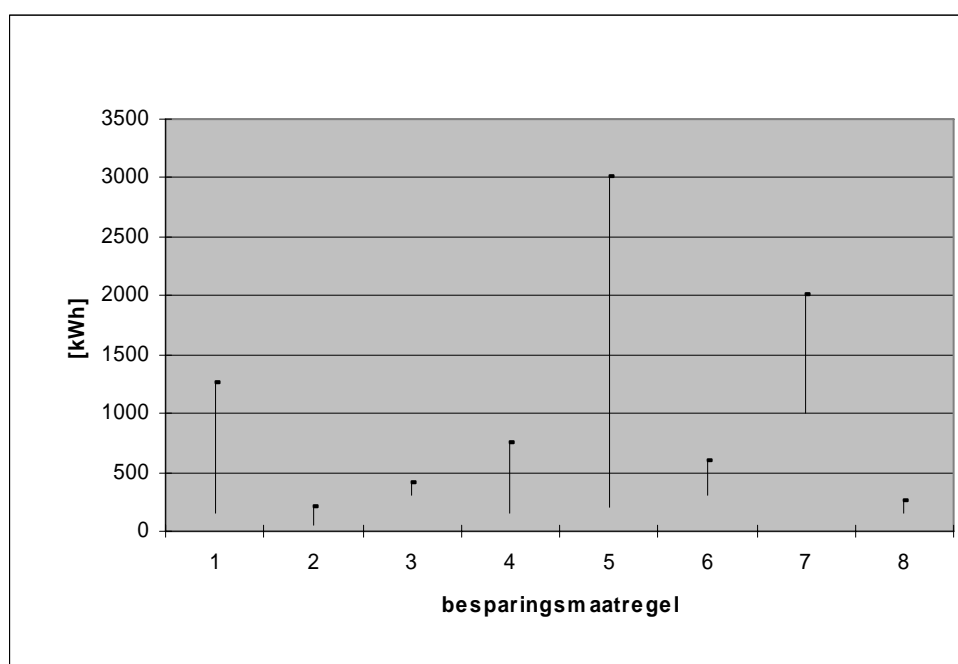
## 11.2 Energiegebruik van ICT-apparatuur

ICT-apparatuur is verantwoordelijk voor circa 10% van het primair energiegebruik in een gemiddeld kantoor. Het totaal primair energiegebruik van kantoorapparatuur in het bedrijfsleven wordt geschat op 8,5 PJ. Dit staat gelijk aan het energiegebruik van circa 95.000 huishoudens. Deze schatting is gebaseerd op gegevens die dateren uit eind jaren negentig. Recent onderzoek naar het energiegebruik van ICT-apparatuur is zo goed als niet beschikbaar. Naar verwachting is het verbruik van ICT-apparatuur inmiddels toegenomen, door een stijging in het aantal apparaten en door de uitbreiding in functionaliteit (zoals DVD-spelers, videokaarten, grotere processoren, etc.). Anderzijds zijn er ook ontwikkelingen waardoor het energiegebruik daalt zoals de geleidelijke vervanging van alle CRT-beeldschermen door flatpanels.

### 11.3 Relevantie besparingsopties voor kantoren

In dit onderzoek zijn enkele rekenvoorbeelden gegeven van verschillende besparingsopties bij ICT-apparatuur. In Figuur 7 zijn voor acht opties de ranges weergegeven waarbinnen de besparing per 10 werkplekken zich kan bevinden. De mogelijke besparing van een bepaalde organisatie is afhankelijk van verschillende factoren. Denk bijvoorbeeld aan de intensiteit waarmee de apparatuur wordt gebruikt en kenmerken van de apparatuur zoals grootte beeldscherm, en type PC. Gezien figuur 5 lijken met name de maatregelen 1 (beeldscherm met ES), 4 (power management beeldscherm aan), 5 (power management PC aan) en 7 (kopieerapparaat uit na werktijd) interessante maatregelen om te stimuleren.

Figuur 7 Jaarlijkse elektriciteitsbesparing per 10 werkplekken [kWh]



- 1 Beeldscherm met ES-label t.o.v. zonder ES-label.
- 2 20% kantoor PC's 80% multimedia PC's i.p.v. 100% multimedia PC's.
- 3 20% laptops 80% PC's i.p.v. 100% PC's.
- 4 Beeldscherm: power management aan (normaal) ten opzichte van uit.
- 5 PC: power management aan (normaal) ten opzichte van uit.
- 6 PC uit in plaats van in standby.
- 7 Kopieerapparaat uit na werktijd t.o.v. in standby stand.
- 8 Toepassen van vrije koeling in serverruimte.

Dit is echter alleen geconcludeerd op basis van energiebesparingspotentieel bij 10 werkplekken. Of een voorbeeld geschikt is of niet hangt ook af van andere factoren, zoals aangegeven in Tabel 22.



Tabel 22 Relevantie besparingsopties / kennislacunes

1	Beeldscherm met ES-label t.o.v. zonder ES-label	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoog besparingspotentieel.</li> <li>• Wat zijn extra kosten van beeldschermen met ES? (Deskundigen geven aan dat er weinig tot geen prijsverschil is).</li> <li>• Hoeveel beeldschermen zijn te verkrijgen met ES? (Daarover verschillen de meningen van deskundigen. Sommigen geven aan dat praktisch alle beeldschermen dat hebben, andere geven aan dat een significant deel dat nog niet heeft).</li> </ul>
2	20% kantoor PC's 80% multimedia PC's i.p.v. 100% multimedia PC's	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebesparing gaat samen met interessante kosten besparingen.</li> <li>• Hoe vaak wordt deze maatregel juist vanwege kostenbesparing al toegepast?</li> </ul>
3	20% laptops 80% PC's i.p.v. 100% PC's	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuze voor laptops biedt ook andere voordelen: mobiliteit.</li> </ul>
4	Beeldscherm: power management aan (normaal) ten opzichte van uit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interessant besparingspotentieel.</li> <li>• Maatregel wordt nog niet vaak toegepast.</li> <li>• Gedragsverandering nodig van 1 of enkele personen (systeembeheerders) en niet van een grote groep (werknemers).</li> </ul>
5	PC: power management aan (normaal) ten opzichte van uit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoog besparingspotentieel.</li> <li>• Maatregel wordt lang niet altijd toegepast.</li> <li>• Gedragsverandering nodig van 1 of enkele personen (systeembeheerders) en niet van een grote groep (werknemers).</li> </ul>
6	PC uit in plaats van in standby	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatregel wordt nog niet vaak toegepast.</li> <li>• Gedragsverandering nodig van grote groep personen (werknemers), is overigens ook op afstand te realiseren.</li> </ul>
7	Kopieerapparaat uit na werktijd t.o.v. in standby stand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatregel wordt nog niet vaak toegepast.</li> <li>• Lastig te veranderen gedrag.</li> </ul>
8	Toepassen van vrije koeling in serverruimte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatregel wordt nog niet vaak toegepast.</li> <li>• Wat zijn de kosten van deze maatregel?</li> </ul>

## 11.4 Nieuw onderzoek

Recente data over het energiegebruik en energiebesparing bij ICT-apparatuur is schaars. De meeste gegevens dateren van eind jaren negentig. Daarnaast zijn er signalen dat het energiegebruik in het afgelopen decennia significant is toegenomen en dat dit in de toekomst blijft toenemen. Onderzoek naar energiegebruik, energiebesparing en energiebesparingspotentieel is dus belangrijk. Niet alleen ter ondersteuning van goede voorlichting, maar ook in het kader van ander energiebesparingsbeleid, zoals het opzetten of aanscherpen van energielabels voor ICT-apparatuur. In dit kader is het van belang om meer inzicht te verkrijgen in:

- Huidig energiegebruik van ICT-apparatuur in het bedrijfsleven en in huishoudens en de ontwikkeling daarvan. Met name in huishoudens is het verbruik waarschijnlijk toegenomen, door een toename van het aantal PC's en de langere gebruikstijden. Verder is het interessant om te weten wat de tendens is en welke (technische en sociale) ontwikkelingen daarop van invloed zijn.
- Huidige toepassing van besparingsopties, zodat het besparingspotentieel op nationale schaal is te berekenen.
- Kosten van de maatregelen, waardoor een vergelijking kan worden gemaakt met andere besparingsmaatregelen (bijvoorbeeld) binnen de gebouwde omgeving.



## Literatuur

### **Arkel, 1998**

W.G. van Arkel

Verklarende energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen

Petten : ECN-beleidsstudies, 1998

### **Arkel, 1999**

W.G. van Arkel, H. Jeeninga, M. Menkveld, G.J. Ruijg

Energiegebruik van gebouwgebonden energiefuncties in woningen en utiliteitsgebouwen.

Petten : ECN-beleidsstudies, 1999

### **Atlantic Consulting en IPU, 1998**

Atlantic Consulting en IPU

EU Ecolabels for Computers

Brussel : Atlantic Consulting en IPU, 1998

### **Douwes, 2003**

M. Douwes, B.M. Blatter, H. de Kraker

Duur van computergebruik in het bankwezen: Tikken, Klikken en Kijken

TNO, 2003

### **Dunlap, 2006**

K. Dunlap, N. Rasmussen

The Advantages of Row and Rack- Oriented Cooling Architecture for Data Centers

APC United States, 2006

### **Greenberg en Anderson, 2001**

S. Greenberg, C. Anderson

Desktop Energy Consumption. A Comparison of Thin Clients and PC's.

California : Wyse Technology Inc., 2001

### **Groot en Siderius, 1999**

M.I. Groot, P.J.S. Siderius

Energiebesparingspotentieel kantoorapparatuur bij verschillende grenzen aan het standby vermogen

Delft : Van Holsteijn en Kemna B.V., 1999

### **Horst en Giling, 2005**

T. van der Horst, A. Giling

Scholen tevreden over rendement ICT-investeringen, Onderzoek onder ICT-management in het primair- en voortgezet onderwijs

Amsterdam : TNS-NIPO, 2005

**Huiberts, 2001**

E.J.T. Huiberts

Mobiliteit van Data tegen welke prijs? Verkennende studie naar het energiegebruik van ICT infrastructuur voor 2000-2009.

's-Gravenhage : Tebodin, 2001

**HP, 2005**

HP Consolidated Client Infrastructure: Enhance data security while lowering costs

Brochure HP, 2005

**Ingenium, 2003**

Energie-audit Rapport 'martelaarsplein 19 (P21007) en Koolstraat 35 (P21001)

Ingenium B.V. Brugge België 2003

**Kay en Perry, 2005**

R.L. Kay, R. Perry

IDC White Paper: The Tangible Benefits of Blade Clients

Framingham, Massachusetts : IDC, 2005

**Kester, et al., 2001**

J. Kester, F. Ligthart, N. Sijpbeer

Richtlijn voor energiebesparing in de ICT branche: Mb versus MWh

Petten : ECN, 2001

**Roberson, et al, 2004**

J.A. Roberson, C.A. Webber, M.C. McWhinney, R.E. Brown, M.J. Pinckard, J.F. Busch

After-hours Power Status of Office Equipment and Energy Use of Miscellaneous Plug Load Equipment

Berkeley, California : Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 2004

**Sijpbeer en Ligthart, 2002**

N. Sijpbeer, F. Ligthart

Mogelijkheden tot vermindering van de benodigde koelenergie in datahotels: ICT, houd het hoofd koel

Petten : ECN, 2002

**Vree en Siderius, 1999**

R. de Vree, P.J.S Siderius

Energiegebruik van kantoorapparatuur 1994-2003

Zoetermeer : EIM, 1999



## Websites

### Computable

Koelprobleem bladeservers opgelost door M. van Dijk M. Lodder 14 oktober 2005. Download 30 mei 2006

<http://www.computable.nl/artikels/archief5/d41hb5vd.htm>

### Computable

Standaard voor energieverbruik van servers, 18 april 2006, door Rian van Heur, download 30 mei 2006

<http://www.computable.nl/nieuws.htm?id=1261331#reacties>

### Conrad Electronic

Conrad Electronic. 23 mei 2006

<http://www.conrad.nl>

### Dell

Dell Products Environmental Data Sheets. 20 maart 2006

[http://www1.us.dell.com/content/topics/global.aspx/corp/environment/en/prod\\_datasheets?c=us&l=en&s=corp](http://www1.us.dell.com/content/topics/global.aspx/corp/environment/en/prod_datasheets?c=us&l=en&s=corp)

### ECN

Energiebesparing in de ICT sector, 4 april 2006

<http://www.ecn.nl/dego/products/projects/ictsector.nl.html>

### Energy Star

Office equipment. 22 mei 2006

[http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find\\_a\\_product.showProductCategory&pcw\\_code=OEF](http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product.showProductCategory&pcw_code=OEF)

### EU Energy Star

EU Energy Star Nederlandse homepage. 6 maart 2006

<http://www.eu-energystar.org/nl/index.html>

### EU Energy Star

Papierenergie besparen. 21 maart 2006

[http://www.eu-energystar.org/nl/nl\\_032.htm](http://www.eu-energystar.org/nl/nl_032.htm)

### EU Energy Star

EU Energy Star producten database. 6 maart 2006

[http://www.eu-energystar.org/nl/nl\\_database.htm](http://www.eu-energystar.org/nl/nl_database.htm)

### Europees Ecolabel

Download criteria. 22 mei 2006

<http://www.europeesecolabel.nl/nl-NL/Content.aspx?type=content&id=148>

**Europese Unie**

Homepage Eco-label. 1 mei 2006

[http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index_en.htm)

**Fujitsu Siemens Computers**

Thin client Desktop Computers. 20 maart 2006

[http://www.fujitsu-siemens.nl/le/products/deskbound/thin\\_clients/index.html](http://www.fujitsu-siemens.nl/le/products/deskbound/thin_clients/index.html)

**GEEA**

Homepage GEEA. 1 mei 2006

<http://www.efficient-appliances.org/Home.htm>

**GEEA**

Criteria. 23 mei 2006

<http://www.gealabel.org/Criteria.htm>

**HP**

Thin clients. 20 maart 2006

[http://h20202.www2.hp.com/hpsub/cache/41207-0-0-152-472.aspx?jumpid=reg\\_R1002\\_NLNL](http://h20202.www2.hp.com/hpsub/cache/41207-0-0-152-472.aspx?jumpid=reg_R1002_NLNL)

**Milieu Centraal**

Energie en energie besparen. 6 maart 2006

<http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Energie%20en%20energie%20besparen>

**PC Power & Cooling, Inc.**

Power Supplies: How Much Power Do You Need? 23 mei 2006

[http://www.pcpowercooling.com/technology/power\\_usage/](http://www.pcpowercooling.com/technology/power_usage/)

**SenterNovem**

SenterNovem Meerjarenafspraken. 1 maart 2006

[http://www.senternovem.nl/mja/MJA\\_algemeen/deelnemers/index.asp](http://www.senternovem.nl/mja/MJA_algemeen/deelnemers/index.asp)

**TCO**

Homepage TCO Development. 1 mei 2006

<http://www.tcodevelopment.com/>

**TCO**

Computers. 23 mei 2006

<http://www.tcodevelopment.com/pls/nvp/Document.Show?CID=1200&MID=9>

**The BalusC Server**

CPU Types. 23 mei 2006

<http://balusc.xs4all.nl/srv/har-cpu.html>

**Tweakers**

Niet uitschakelen pc's verspilt energie en miljoenen. 26 oktober 2005

<http://tweakers.net/nieuws/39562>



**VNU**

Standaard voor energiegebruik servers 18 april 2006. 12 mei 2006

[http://www.vnunet.nl/categorie\\_index.jsp?cat=A01](http://www.vnunet.nl/categorie_index.jsp?cat=A01)







Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

## **Zuinig ICT, Rendabel idee!**

Theoretische basis voor een  
energiebesparingscampagne

Bijlagen

### **Rapport**

Delft, juni 2006

Opgesteld door: B.L. (Benno) Schepers  
M.I. (Margret) Groot





# A Vragenlijst

<b>Algemene gegevens</b>		Datum interview:
Instantie		
Omvang		
Geïnterviewde		
Functie		

## ICT-voorziening

<b>1. Welke ICT-voorzieningen zijn aanwezig?</b>		
Standaard werkplekken		(aantal)
Laptop werkplekken		(aantal)
Grafische werkplekken		(aantal)
Servers		(aantal)
Printers (centraal/decentraal)		(aantal)
<b>2. Welke structuur hebben de ICT-voorzieningen?</b>		
<input type="checkbox"/> Netwerk		
<input type="checkbox"/> Stand alone		
<input type="checkbox"/> Serverbased		
<input type="checkbox"/> Webbased		
<b>3. Welke hardware-configuratie heeft de meest voorkomende/standaard werkplek?</b>		
<input type="checkbox"/> Desktop-computer		(aantal)
<input type="checkbox"/> Terminal		(aantal)
<input type="checkbox"/> CRT-schermen		(aantal)
<input type="checkbox"/> TFT-schermen		(aantal)
<b>4. Wat is de gemiddelde leeftijd van de meest voorkomende/standaard werkplek?</b>		
<b>5. In wat voor ruimte staan de werkplekken?</b>		
Kantoorkamer / kantoortuin / hal		
Wel/geen isolatie	Wel/geen airconditioning	Wel/geen centrale verwarming
<b>6. In wat voor ruimte staan de servers?</b>		
Kantoorkamer / kantoortuin / hal / afgesloten ruimte		
Wel/geen isolatie	Wel/geen airconditioning	Wel/geen centrale verwarming

## ICT-gebruik

<b>7. Voor welke functies worden de werkplekken gebruikt?</b>		
Kantoorwerk / grafisch werk / simulaties / analyses		
<b>8. Wat is de duur van het gebruik van de verschillende voorzieningen?</b>		
Standaard werkplekken		(uur/dag)
Laptop werkplekken		(uur/dag)
Grafische werkplekken		(uur/dag)
Servers		(uur/dag)
Printers (centraal/decentraal)		(uur/dag)

<b>9. Wie is er verantwoordelijk voor het beheer/onderhoud van de voorzieningen?</b>

**Besluitvormingsproces**

<b>10. Wie is er verantwoordelijk voor de aanschaf van nieuwe apparatuur?</b>

<b>11. Hoe ziet het besluitvormingsproces er uit? En wie is verantwoordelijk?</b>	
<input type="checkbox"/> Signalering	(verantwoordelijke)
<input type="checkbox"/> Aanvraag financiering	(verantwoordelijke)
<input type="checkbox"/> Oriëntatie/planvorming	(verantwoordelijke)
<input type="checkbox"/> Ontwerp	(verantwoordelijke)
<input type="checkbox"/> Bekijken alternatieven	(verantwoordelijke)
<input type="checkbox"/> Besluiten	(verantwoordelijke)
<input type="checkbox"/> Implementatie	(verantwoordelijke)

<b>12. Op basis waarvan wordt de beslissing genomen?</b>
Economisch / technisch / ecologisch / anders...

<b>13. Welke vorm van budgettering is aanwezig?</b>

<b>14. Welke kennis is er van het energieverbruik?</b>

<b>15. Wordt bij de aanschaf rekening gehouden met potentiële energiebesparing?</b>

<b>16. Wat voor informatie wordt als wenselijk geacht vóór de aanschaf?</b>

<b>17. Van wie moet die informatie komen?</b>

<b>18. Zijn er al energiebesparende initiatieven ondernomen?</b>

<b>19. Is men bekend met andere energiebesparende initiatieven?</b>

