

Verkenning power management van werkplekken

Naar een plan van aanpak
voor instellingen
in het hoger onderwijs

Colofon

*Verkenning power management van werkplekken
Naar een plan van aanpak voor instellingen in het hoger onderwijs*

SURFfoundation
PO Box 2290
NL-3500 GG Utrecht
T + 31 30 234 66 00
F + 31 30 233 29 60

info@surf.nl
www.surf.nl

Auteur

Henri ter Hofte – *Novay*

SURF is de ICT-samenwerkingsorganisatie van het hoger onderwijs en onderzoek (www.surf.nl).
Deze publicatie is digitaal beschikbaar via de website van SURFfoundation:
www.surffoundation.nl/publicaties

© Stichting SURF
januari 2012

Deze publicatie verschijnt onder de Creative Commons licentie Naamsvermelding 3.0 Nederland.



Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Managementsamenvatting	7
Executive summary	9
1 Waaron energie-efficiëntie op werkplekken?	11
1.1 Waaron minder energie gebruiken?	11
1.2 Waaron energie efficiëntie van ICT?.....	12
1.3 Energieverbruik op werkplekken	14
2 Hoe(veel) is er te besparen op elektriciteit voor werkplekken?	17
2.1 Opgenomen vermogen.....	17
2.2 Gebruiksduur: uitschakelgedrag.....	18
2.3 Besparen met power management.....	21
2.4 Besparen met zuiniger hardware.....	24
Desktop, laptop of thin client?	26
3 Plussen en minnen van power management	27
3.1 Organisatorisch.....	27
3.2 Financieel	27
3.3 Techniek.....	28
3.4 Voorlichting en communicatie.....	29
4 Power management software	31
5 Plan van aanpak	33
5.1 Quick scan	33
5.2 Kleinschalige Pilot	35
5.3 Grootschalige Uitrol	37
6 Quick scan power management voor de hoger-onderwijssector	39
7 Conclusie	41
Bronnen	43
Appendix A – Meer informatie	45
Appendix B – Power management software	47

Voorwoord

In SURFfoundation werken de Nederlandse hogescholen, universiteiten en onderzoeksinstituten samen aan innovatieve projecten die de kwaliteit van het hoger onderwijs en onderzoek verbeteren. SURFfoundation maakt deel uit van de SURF-organisatie, waarin Nederlandse universiteiten, hogescholen en onderzoeksinstituten nationaal en internationaal samenwerken aan innovatieve ICT-voorzieningen. In het SURF meerjarenplan 2011-2014 is duurzaamheid een prioritair thema.

In 1999 en 2002 hebben alle universiteiten en veel hogescholen een MJA-convenant afgesloten met het voormalige ministerie van VROM. In deze afspraken is vastgelegd dat in de periode van 2005 tot 2020 de energie-efficiëntie van het hoger onderwijs 30 procent zal stijgen. ICT apparatuur is verantwoordelijk voor ca. 20% van het elektriciteitsgebruik door hoger onderwijsinstellingen, en het elektriciteitsgebruik door ICT vertoont nog steeds een stijgende lijn.

SURFfoundation heeft recent onderzoek laten uitvoeren naar het energieverbruik van datacentra en werkplekapparatuur onder negen universiteiten en hogescholen. Gemiddeld 22% van het elektriciteitsverbruik blijkt voor ICT apparatuur; het meeste voor werkplekapparatuur en iets minder voor datacentra. Opvallend is dat in de onderzochte instellingen vrijwel geen uitschakelbeleid voor werkplekapparatuur hanteren, terwijl hier relatief eenvoudig een substantiële energiebesparing te realiseren lijkt.

In dit rapport, geschreven in opdracht van SURFfoundation en gereviewd door een stuurgroep bestaande uit Toon de Jong, Henk Weisbeek, Hans Gankema en Gerard van Westrienen, verkennen we de mogelijkheden van power management als middel om in het hoger onderwijs energie te besparen op ICT.

Managementsamenvatting

Minder energie gebruiken waar het kan lijkt — zeker nu — een verstandige keuze uit economische, ecologische en energiepolitieke overwegingen.

Computers en randapparatuur gebruiken thuis en op kantoor in Nederland gemiddeld 0,50 kilowattuur finale elektrische energie per persoon per dag (kWh/p/d), goed voor bijna 1/3e van alle elektriciteitsverbruik van ICT in Nederland. Computers en randapparatuur verbruiken ook meer elektriciteit bij elkaar dan datacentra. Dit patroon zien we niet alleen op nationale schaal en op kantoren, maar ook op universiteiten en hogescholen waar computers en randapparatuur gemiddeld 0,34 kWh per student per dag (kWh/st/d) verbruiken en datacentra 0,23 kWh/st/d.

Een aanzienlijk deel van het elektriciteitsverbruik op de werkplek is onnodig: veel computers staan 's nachts en in het weekend aan terwijl niemand ze gebruikt. Volgens vragenlijst-onderzoeken zeggen de meeste mensen elke nacht de computer uit te zetten. Metingen wijzen echter uit dat het overgrote deel van het jaar (94%) desktop PCs aan staan en niet vanzelf of door de gebruiker in de veel energiezuiniger slaap of uit-stand worden gezet. Ook laptop PCs staan volgens deze metingen nog meer dan de helft van het jaar aan (51%). Het vermoeden rijst dat er ook in het hoger onderwijs flink te besparen op elektriciteit op werkplekken. Gebruikers kunnen natuurlijk zeer goede redenen hebben om computers aan te laten staan. Tot enkele jaren geleden werkte de slaapstand bijvoorbeeld niet altijd naar behoren en dat kan gebruikers en/of systeembeheerders kopschuw hebben gemaakt. Deze problemen zijn inmiddels vrijwel volledig verdwenen. Toch zijn gebruikers vaak onwetend, onbewust, onnadenkend en/of onbekwaam wat betreft het uitzetten of om (laten) schakelen naar de slaapstand van werkplekapparatuur. We hebben geen redenen om aan te nemen dat dit in het hoger onderwijs in Nederland anders zou zijn.

Met hulp van de computer zelf, in de vorm van power management software, blijkt een wereld te winnen. Power management software zorgt ervoor dat de juiste instellingen voor de slaapstand van PC en monitor geëffectueerd wordt op computers die zijn aangesloten op het netwerk van de hoger-onderwijsinstelling en kan er zelfs voor zorgen dat desgewenst computers op bepaalde tijdstippen uitgeschakeld en wakker gemaakt kunnen worden. Praktijkmetingen wijzen uit dat een doorsnee desktop PC met power management zo'n 230 kWh per jaar minder elektriciteit verbruikt dan zonder. Dit bespaart ca. € 23 en vermijdt 77 kg CO₂-equivalente broeikasgasemissies per jaar. Voor een laptop is dit minder, zo'n 70 kWh (€ 7 en 24 kg CO₂e) per jaar. Voor een instelling met 5000 desktop PCs bedragen de besparingen per jaar op deze manier zo'n € 116.000 per jaar en 385 ton CO₂e. De loonkosten en eventuele kosten van aanschaf en jaarlijkse onderhoudskosten van power management software zijn vaak binnen een jaar terugverdiend, soms zelfs binnen enkele maanden. De netto besparingen voor een dergelijke instelling schatten we op €29.000 voor het eerste jaar en €91.500 voor jaar 2 en verder.

In deze verkenning beschrijven we een plan van aanpak voor invoering van power management in een hoger-onderwijsinstelling, dat bestaat uit drie stappen:

1. Quick scan: een eerste snelle inschatting (tijd: enkele uren)

Met behulp van een eenvoudig rekenschema kan in enkele uren een eerste inschatting van het besparingspotentieel gemaakt worden en ruwe inschatting van de kosten en besparingen voor het eerste jaar en vervolgjaren waarmee u vervolgens draagvlak kunt zoeken voor een kleinschalige pilot met power management in gesprek(ken) met:

- contactpersoon van uw instelling voor het MJA3-convenant (energiecoördinator).
- (hoofd) afdeling huisvesting, c.q. de persoon die verantwoordelijk is voor de energierekening
- (hoofd) ICT afdeling
- en eventueel in dit stadium ook vertegenwoordigers van (duurzame) studenten en werknemers

2. Kleinschalige pilot (doorlooptijd: enkele weken)

Door middel van een kleinschalige uitrol kunt u beter zicht krijgen op het besparingspotentieel van power management voor uw instelling en meer ervaring ermee opdoen. Stappen die worden beschreven zijn:

- Selecteer (power management) software voor een baseline meting
- Selecteer de werkplekken voor de kleinschalige pilot.
- Informeer eindgebruikers
- Meet het baseline-verbruik gedurende 11 tot 32 dagen
- Analyseer resultaten; reken één of meer power management regimes door
- Beslis over inzet power management in kleinschalige pilot
- Informeer en betrek eindgebruikers
- Meet het gewijzigde verbruik na start kleinschalige uitrol power management
- Analyseer de resultaten, reken één of meer power management regimes door
- Beslis over voorgestelde inzet power management in grootschalige uitrol
- Rapporteer resultaten, inclusief voorstel voor grootschalige uitrol

3. Grootschalige uitrol: opschalen naar de hele instelling

Een quick scan uitgevoerd voor het gehele het hoger beroepsonderwijs en wetenschappelijk onderwijs samen wijst op een gezamenlijk besparingspotentieel van ca. € 3 miljoen per jaar, ca. 10 kiloton vermeden CO₂e-emissies per jaar en ca. 270 TJ primaire energie per jaar. De netto besparingen (besparingen na aftrek van loonkosten en eventuele kosten van aanschaf en jaarlijkse onderhoudskosten) van power management software voor de hele sector schatten we op ca. €700.000 voor jaar 1 en €2,75 miljoen voor jaar 2 en verder.

Met power management zou 3,5% extra energie-efficiëntie uit het MJA3 convenant gerealiseerd kunnen worden, een convenant waarbij alle hogescholen en universiteiten zich hebben aangesloten en zich gecommitteerd hebben aan een structurele toename van energie-efficiëntie van 30% tussen 2005 en 2020, wat zich vertaalt in een energie-efficiëntieambitie van 2%-punt per jaar. Invoering van power management is dus een maatregel die een significant deel (1/8^e à 1/9^e deel) van deze ambitie zou kunnen invullen.

Een kleinschalige pilot voor de hele sector als vervolgstap zou meer zekerheid kunnen geven over het effect van deze maatregel. Moge deze verkenning als fundament en 'magic packet' daarvoor dienen.

Executive summary

Using less energy where and when possible seems wise — particularly now — from an economic, an ecologic, as well as an energy policy perspective.

Computers and peripheral devices at home and in the office in the Netherlands use 0,50 kilowatt-hours of final electric energy per person per day (kWh/p/d), which amounts to almost 1/3rd of all electricity use by Information and Communication Technologies (ICT) in the Netherlands.

Computers and peripheral devices typically use more electricity than datacentres. This pattern is not only exhibited at national level, but also in offices and in higher education in the Netherlands. In the latter environment, computers and peripheral devices on average use 0,34 kWh per student per day (kWh/st/d) and datacentres use 0,23 kWh/st/d.

A considerable part of electricity at the workplace is wasted: many computers remain on during nights and in weekends, while nobody is using them. In survey research, most people indicate they turn off their computer each night. Measurements, however, reveal that for most of the year (94%) desktop PCs remain on and are not turned off or put in the energy efficient sleep mode, neither automatically nor by their users. Even laptop PCs are on for most of the year (51%) according to these measurements. We suspect that – also in higher education – much electricity can be saved at workplaces. Users may have had good reasons to leave their computers on. Until a few years ago, the sleep mode did not always behave reliably and this may have caused distrust amongst users and/or system about using the sleep mode. These problems, however, have disappeared almost completely in the past few years. Nevertheless, many users are ignorant, unaware, careless, and/or incapable with respect to powering down their computers and peripheral devices, be it manually or automatically. We have no reasons to assume this is any different in the higher education sector in the Netherlands.

With a little help from the computer itself, in particular with power management software, a lot of energy can be saved. Power management software makes sure that proper sleep settings for the computer and monitor are deployed to computers attached to the network of an organisation and that the settings are actually adhered to. It can even automatically turn off and wake computers at certain times, if desired. Real-life measurements indicate that a typical desktop PC with power management uses about 230 kWh less electricity per year than without. In the Netherlands, this saves about € 23 and avoids 77 kg CO₂-equivalent greenhouse gas emissions per year. For laptops, the savings are less: about 70 kWh (€ 7 and 24 kg CO₂e) per year. For an higher education institute with 5000 desktop PCs, these savings amount to about € 116.000 and 385 tons of CO₂e per year. The payback time for one-time cost of power management software and installation and the yearly cost of software updates usually amounts to less than a year, sometimes even just a few months. We estimate the net savings for such an institute at €29.000 for the first year and €91.500 for year 2 and onwards.

In this report, we describe a plan for the implementation of power management in an institute for higher education, comprising three steps:

1. Quick scan: a first rapid estimate (time: a few hours)

Using a simple calculation scheme, a first estimate of the cost and savings potential of power management can be made in a few hours. This estimate can subsequently be used in conversations to gain support for a small scale pilot with power management. These can be conversations with the:

- contact person in your institute for the MJA3-convenant (usually the energy coordinator).
- (head of the) estates and buildings department / the person responsible for the energy bill
- (head of the) ICT department
- (possibly in this stage also) representatives of (sustainable) students and employees

2. Small scale pilot (time: a few weeks)

A small scale pilot can provide you with a more accurate estimate of power management for your institute. You can also gain experience with power management software. We describe the following steps:

- Select (power management) software for a baseline measurement
- Select the workplaces for the small scale pilot
- Inform end users
- Measure baseline electricity usage during 11-32 days
- Analyse the results: calculate the savings for one or more power management regimes
- Decide about deployment of power management in a small scale pilot
- Inform and involve end users
- Measure changed electricity usage after power management deployment
- Analyse the results and calculate the savings for one or more power management regimes
- Decide whether to propose large scale deployment of power management
- Report results, including a proposal for a large scale deployment of power management

3. Large scale deployment: scale up to the entire institute

A quick scan performed for all universities and all universities for applied sciences together reveals a total savings potential of € 3 million per year, about 10 kilotons of avoided CO₂e-emissions per year and about 270 TJ primary energy per year. We estimate the net savings for the entire sector at about €700.000 for the first year and €2,75 million for year 2 and onwards. This translates to 3,5% additional energy efficiency that can be realized for the MJA3 agreement, an agreement in which all universities and universities for applied sciences have committed to realising 30% energy efficiency improvement between 2005 and 2020, which translates to an energy efficiency ambition of 2% point per year. Thus, power management is a measure that can contribute significantly (1/8th to 1/9th part) to this ambition.

Performing a small scale pilot for the entire sector would provide more information about the effect of this measure. May this report serve as a foundation and 'magic packet' for such a step.

1 Waaron energie-efficiëntie op werkplekken?

We gebruiken steeds meer energie. Enerzijds omdat we met steeds meer mensen zijn — onlangs verwelkomde de VN de 7 miljardste aardbewoner — anderzijds omdat we per persoon gemiddeld steeds meer energie verbruiken. Groei van energieverbruik is op zich niet nieuw. Toch zijn er juist nu heel goede redenen om de groei in het energieverbruik te beteugelen, te stoppen en zelfs om minder energie te gaan verbruiken. In dit inleidende hoofdstuk beschrijven we in sectie 1.1 in het kort de redenen om minder energie te gebruiken, vervolgens beschrijven we in sectie 1.2 uit welke rol ICT en energie-efficiënte ICT hierin kan spelen. In sectie 0 geven we een overzicht van het energieverbruik van ICT in het algemeen en die van ICT werkplekken in het hoger onderwijs in het bijzonder.

1.1 Waaron minder energie gebruiken?

Er zijn veel redenen om minder energie te gebruiken. Hieronder noemen we vier belangrijke.

- *Peak oil*
Het overgrote deel van de energie die we tegenwoordig gebruiken wordt gewonnen uit eindige, fossiele bronnen. Tot voor kort konden we de kraan van de fossiele energiebronnen steeds verder open draaien en kwam er ook met steeds grotere vaart olie en gas uit stromen om aan onze stijgende energiebehoefte te voldoen. 'Peak oil' is het moment waarop er niet méér uit de kraan komt, hoe driftig we ook aan de kraan draaien. Er komt nog steeds olie uit, maar het is niet meer genoeg voor de wereldwijde dorst naar energie. Sterker nog: experts voorspellen dat de straal daarna snel dunner wordt en dus onze 'dorst' steeds groter: prijzen zullen sterk gaan schommelen met een duidelijk stijgende trend, met zeer negatieve gevolgen, waaronder economische. Sommige experts zeggen dat wereldwijd gezien de olie pas in 2020 piekt. Het International Energy Agency zegt dat conventionele ruwe olie al in 2006 piekte. Er zijn diverse niet-fossiele, duurzame energiebronnen, maar het opschalen daarvan is op zijn zachtst gezegd een 'fikse klus' (Mackay, 2008). Als we minder energie verbruiken kunnen we het piekmoment voor (andere) fossiele energiebronnen uitstellen, samen met de negatieve effecten aan de andere kant van de piek.
- *Energiekosten*
De prijzen van ruwe olie zijn de laatste jaren sterk gestegen en vertonen sterke schommelingen. Ook elektriciteitsprijzen vertonen een stijgende lijn, zelfs in Nederland, waar na een paar jaar van dalende elektriciteitsprijzen door liberalisatie van de markt, de prijzen nu weer stijgen. Voor datacentra is elektriciteit inmiddels de op één na grootste kostenpost, op afschrijvingskosten van servers na (Hamilton, 2010). Minder energie verbruiken is een manier om de kosten te beteugelen.
- *Energie-afhankelijkheid*
Olie en gas zijn niet gelijk verdeeld over de aarde. In Nederland hebben we jarenlang het plezier gehad van het Groningse gasveld ('Slochteren'). Het Nederlandse aandeel in de wereldwijde gasreserves is nu 0,6% (BP, 2011). Als we doorgaan op de oude voet zullen we spoedig steeds meer afhankelijk worden van enkele regio's waar de laatste goed winbare voorraden fossiele energie (de "proven reserves") zich bevinden. Rusland zwaait momenteel de scepter over 24% van de wereldwijde gasreserves (BP, 2011). Op dit moment komt al 41% van alle gas die Europese Unie (EU) importeert, uit Rusland, De EU verwacht dat deze afhankelijkheid op zal lopen tot 60% (European Commission, 2001). Door minder energie te verbruiken kunnen we de afhankelijkheid van andere landen en regio's reduceren.
- *Klimaat*
In 2000 was energiegebruik verantwoordelijk voor 74% van de wereldwijde broeikasgasemissies (Mackay, 2008); de resterende 26% werd veroorzaakt door landbouw, landgebruik, verbanding van biomassa en afval. Door energieverbruik te verminderen reduceren, we de door de mens veroorzaakte emissies van broeikasgassen, die zeer

waarschijnlijk verantwoordelijk zijn voor het overgrote deel van de globale gemiddelde temperatuurstijgingen sinds het midden van de twintigste eeuw (M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds), 2007).

Sinds het aantreden van het kabinet Rutte in 2010 is energiebesparing geen separaat *doel* meer van de Nederlandse regering. Wel wordt energiebesparing gezien als een *middel* om twee andere doelen te bereiken die Nederland heeft in het kader van EU beleid: 20% reductie van broeikasgasemissies in 2020 ten opzichte van 1990 en 14% duurzame energie in 2020.

1.2 Waaron energie efficiëntie van ICT?

Fabricage en gebruik van Informatie- en Communicatietechnologie (ICT) veroorzaakt wereldwijd 2% van alle broeikasgasemissies, zo bleek in 2007 uit een studie van Gartner (Gartner, 2007). Dit aandeel is vergelijkbaar met het aandeel van alle vliegverkeer wereldwijd. Bovendien blijkt het energieverbruik van ICT sterk te stijgen: 9% gemiddeld per jaar tussen 2000 en 2006 in het Verenigd Koninkrijk — een groeitempo met een verdubbeling elke 8 jaar. Een verdere stijging van 6% — een verdubbeling elke 12 jaar — wordt voorspeld tot 2020 (Global Action Plan, 2007). In Nederland groeide het energieverbruik van ICT gemiddeld 6% per jaar tussen 2006 en 2008 (Clevers, S.H., Verweij, R., 2007) (Clevers, S., Popma, P. & Elderman, M., 2009). Energieverbruik van ICT groeit daarmee sneller dan de rest van alle energieverbruik (BP, 2011).

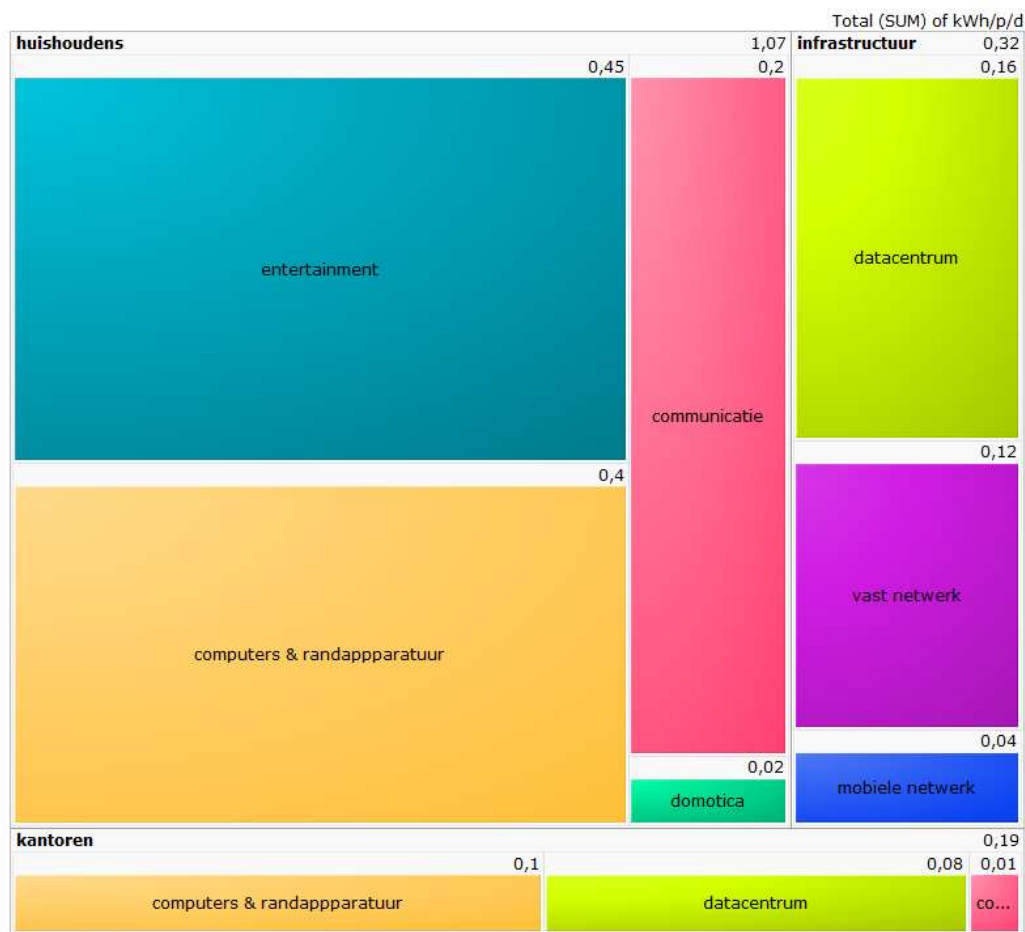
Eén van de middelen die de Nederlandse overheid inzet in het kader van haar klimaat- en duurzame energiebeleid zijn MeerJarenAfspraken energie-efficiency (MJA), convenanten die de Nederlandse overheid afsluit met diverse bedrijven en brancheorganisaties. In de derde ronde van deze afspraken (MJA3) hebben diverse sectoren beloofd om hun energie-efficiëntie 30% te verhogen in 2020 vergeleken met 2005 (2 procentpunten per jaar). Drie van deze MeerJarenAfspraken zijn relevant in het kader van dit rapport:

- 35 ICT organisaties hebben, vertegenwoordigd door ICT~Office, een MJA afgesloten in 2008.
- Alle 14 universiteiten en 39 hogescholen zijn toegetreden tot het MJA3 convenant, gecoördineerd door de VSNU en de HBO-Raad.
- Sinds 1 december 2011 zijn ook de Universitair Medisch Centra toegetreden tot het MJA3 convenant, gecoördineerd door de Nederlandse Federatie van UMC's.

ICT apparatuur was in 2008 verantwoordelijk voor 7,7% van alle elektriciteitsverbruik in Nederland, zo blijkt uit recent onderzoek (Clevers, S.H., Verweij, R., 2007) (Clevers, S., Popma, P. & Elderman, M., 2009). In totaal verbruikte ICT in Nederland 9,5 TWh¹ in 2008. Verdeeld over 16,4 miljoen inwoners en 366 dagen komt dat neer op gemiddeld 1,58 kilowattuur finale² elektrische energie per persoon per dag (kWh/p/d). Ter vergelijking: in totaal werd in Nederland 124,1 TWh verbruikt in 2008, gemiddeld 20,66 kWh/p/d, waarvan 4,28 kWh/p/d thuis wordt verbruikt. Een verdere uitsplitsing van energieverbruik door ICT in Nederland is in Figuur 1 weergegeven als treemap, waarbij de oppervlakten de onderlinge verhoudingen goed weergeven.

¹ Eén terawatt-uur (TWh) is 10¹² wattuur, oftewel een miljard kilowattuur (kWh).

² Finaal elektriciteitsverbruik is de hoeveelheid energie die wordt afgeleverd en afgerekend bij de elektriciteitsmeter van de klanten. Er is meer primaire energie nodig om deze energie af te leveren: elektriciteitscentrales hebben in Nederland een gemiddeld rendement van 44%, daarna gaat in het net nog zo'n 5% verloren. Uiteindelijk arriveert zo ca. 42% van de primaire energie bij de energiemeter van de klant als finale energie. In de MJA3 protocollen wordt zelfs gerekend met 40%.



Figuur 1: Elektriciteitsverbruik door ICT in Nederland in 2008 (1,58 kWh/p/d)

In
ziet u de verdeling van het elektriciteitsverbruik van ICT in Nederland in kWh/p/d en in procenten.

Categorie	subcategorie	kWh/p/d	%
Niet-ICT totaal		19,08	92,3%
ICT totaal		1,58	7,7%
Totaal NL		20,66	100,0%
ICT/huishoudens		1,07	67%
ICT/kantoren		0,20	13%
ICT/infrastructuur		0,32	20%
ICT totaal		1,58	100%
ICT/huishoudens	entertainment (TV, DVD)	0,45	42%
ICT/huishoudens	communicatie	0,20	19%
ICT/huishoudens	computers & randapparatuur ³	0,40	38%
ICT/huishoudens	overige ICT apparatuur (domotica)	0,02	1%
ICT/huishoudens	ICT/huishoudens, totaal	1,07	100%

³ PCs (desktop, laptop), beeldschermen, speakers, extern geheugen, scanner, printers en multifunctionals.

Categorie	subcategorie	kWh/p/d	%
ICT/kantoren	communicatie	0,01	7%
ICT/kantoren	computers & randapparatuur ⁴	0,10	51%
ICT/kantoren	datacentra (-ruimtes)	0,08	42%
ICT/kantoren	ICT/kantoren, totaal	0,20	100%
ICT/infrastructuur	datacentra	0,16	50%
ICT/infrastructuur	vaste netwerk	0,12	39%
ICT/infrastructuur	mobiele netwerk	0,04	12%
ICT/infrastructuur	ICT/infrastructuur, totaal	0,32	100%

Tabel 1: Finaal elektriciteitsverbruik door ICT in Nederland in 2008, per inwoner per dag

1.3 Energieverbruik op werkplekken

Zoals te zien is in Tabel 1 en Figuur 1 zijn computers en randapparatuur met 0,10 kWh/p/d de grootste elektriciteitsverbruikers van alle ICT op kantoor (51%), terwijl het met 0,40 kWh/p/d de op één na grootste elektriciteitsverbruikers zijn van alle ICT thuis (38%), alleen overtroffen door de categorie entertainment (TV, DVD, etc), met 0,45 kWh/p/d (42% van ICT verbruik thuis). Bij elkaar opgeteld verbruiken computers en randapparatuur thuis en op kantoor gemiddeld 0,50 kWh/p/d, samen goed voor bijna 1/3e van alle elektriciteitsverbruik van ICT in Nederland en daarmee een interessante kandidaat voor energiebesparing.

Elektriciteitsverbruik in het hoger onderwijs drukken we in dit rapport in kilowattuur per student⁵ per dag (kWh/st/d). Uit een recente onder 9 instellingen in het hoger onderwijs (Mansystems, 2010) kunnen we concluderen dat binnen deze instellingen ca. 0,34 kWh/st/d wordt verbruikt op werkplekken en 0,23 kWh/st/d in datacentra. Net als bij kantoren zien we dat het verbruik door apparatuur op werkplekken vergelijkbaar is met dat van datacentra, en er zelfs net iets bovenuit steekt. Ook hier lijken werkplekken dus een interessante kandidaat voor energiebesparing.

Elektriciteitsverbruik 2009	Studenten (x1000)	totaal (kWh/st/d)	ICT ⁶ (kWh/st/d)	%ICT totaal	werkplekken (kWh/st/d)	datacentra (kWh/st/d)
Universiteiten	233	4,90	0,96	19%		
Hogescholen	410	0,87	0,35	40%		
hoger onderwijs totaal	643	2,33	0,57	22%	0,34	0,23

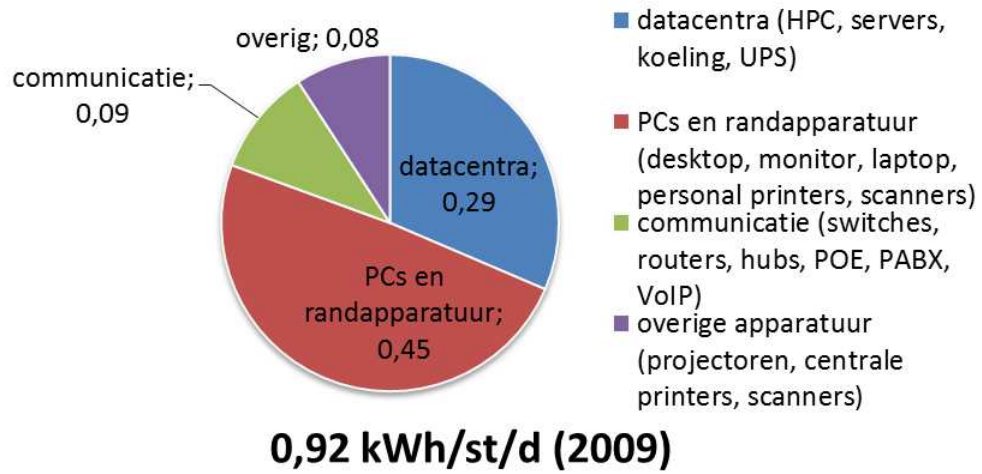
Tabel 2: Elektriciteitsverbruik door ICT in het hoger onderwijs in Nederland in 2009, gebaseerd op on (Mansystems, 2010) en MJA3 monitoring resultaten (Agentschap NL, 2010)

⁴ Naast de apparatuur uit voetnoot 3 ook kopieerapparaten.

⁵ Op deze manier drukken we in feite energie-efficiëntie uit: we linken een doel (het opleiden van studenten) aan een middel (finaal elektriciteitsverbruik voor ICT). Een alternatief zou zijn om elektriciteitsverbruik per werknemer te berekenen, of een optelsom van studenten en werknemers. Voor de eenvoud hebben we in dit rapport aangenomen dat het opleiden van studenten het primaire doel is van het hoger onderwijs. Soms wordt ook energie-efficiëntie berekend per m² bruto-vloeroppervlak, maar aangezien het bezet houden van vierkante meters geen hoofddoel van het hoger onderwijs is, lijkt dit ons een minder geschikte maat.

⁶ Het is ons niet duidelijk in hoeverre in de verbruikscijfers van ICT op universiteiten en hogescholen andere werkplekapparatuur zoals printers en kopieerapparaten zijn meegenomen. In een gemiddeld kantoor zijn deze apparaten verantwoordelijk voor 15% van het elektriciteitsverbruik van ICT apparatuur.

Het elektriciteitsverbruik van ICT van de University of Sheffield laat een vergelijkbaar beeld zien in Figuur 2 (SusteIT, 2009).



Figuur 2: Onderverdeling van elektriciteitsverbruik van ICT bij de University of Sheffield (UK).

2 Hoe(veel) is er te besparen op elektriciteit voor werkplekken?

Uit het vorige hoofdstuk blijkt dat computers en randapparatuur verantwoordelijk zijn voor een aanzienlijk deel van het elektriciteitsverbruik voor ICT op kantoren en in het hoger onderwijs. In dit hoofdstuk inventariseren we hoeveel er doorgaans op bespaard kan worden, in termen van energie, geld en CO₂-emissies.

Wat onder werkplekapparatuur verstaan wordt, verschilt per studie. In alle gevallen worden PCs en monitoren meegerekend, soms ook persoonlijke printers, scanners, soms zelfs en kopieerapparaten. PCs en monitoren nemen in alle studies echter stevast veruit het grootste aandeel in het verbruik voor hun rekening:

- Bij huishoudens: 80% PCs en monitoren, 20% randapparatuur (Clevers, S., Popma, P. & Elderman, M., 2009)
- Bij kantoren: 85% PCs en monitoren, 15% randapparatuur (Clevers, S., Popma, P. & Elderman, M., 2009)
- Bij de University of Sheffield: 98% PCs en monitoren, 2% randapparatuur (SusteIT, 2009).

In de rest van dit rapport concentreren we ons daarom vooral op het elektriciteitsverbruik van PCs en monitoren. Het elektriciteitsverbruik wordt bepaald door twee factoren:

- Het opgenomen vermogen, uitgedrukt in Watt (W).
- De gebruiksduur waarover het vermogen wordt opgenomen, uitgedrukt in aantal uren (h).

Vermenigvuldiging van deze twee factoren levert een aantal wattuur op. Doorgaans wordt dit afgerekend per oftewel per kilowattuur (kWh, 1000 wattuur).

2.1 Opgenomen vermogen

In navolging van ENERGY STAR onderscheiden we in eerste instantie de volgende standen die bepalend zijn voor het opgenomen vermogen:

- Hard uit {HU}: het apparaat wordt geheel stroomloos gemaakt (door een schakelaar achterop de computer om te zetten, de stekker uit het stopcontact te trekken, of een schakelaar op een verdeeldoos te bedienen).
- Uit (stand-by) {U}: laagste elektriciteitsverbruik dat men kan realiseren zonder de stroomtoevoer volledig af te sluiten. Softwarematig afsluiten (shut down), de computer in sluimerstand zetten (hibernate) en de aan/uit knop aan de voorzijde zijn verschillende manieren om een computer in de uit (stand-by) {U} stand te zetten.
- Slaapstand {S}: toestand met een laag elektriciteitsverbruik; het apparaat kan zeer snel naar de aan-stand schakelen, bijvoorbeeld door een toetsaanslag
- Aan {A}: Het apparaat is klaar voor gebruik.

In Tabel 3 staat een overzicht van de opgenomen vermogens van typische apparaten, zoals gebruikt in de analyses van Tebodin voor het elektriciteitsverbruik van ICT in 2007 en 2008.

Soort apparaat	Jaar	Aan (idle) {A} (W)	Slaap {S} (W)	Uit {U} (W)	Hard uit {HU} (W)
Desktop	2007	60,0	3,0	2,5	0,0
Desktop	2008	84,0	3,0	- ⁷	0,0
Laptop	2007	35,0	3,0	1,3	0,0
Laptop	2008	30,0	5,0	- ⁷	0,0
CRT-monitor	2008	60,0	6,0	- ⁷	0,0
TFT-monitor	2008	30,0	3,0	- ⁷	0,0

Tabel 3: Typische opgenomen vermogens gebruikt in analyses van Tebodin (Clevers, S.H., Verweij, R., 2007) (Clevers, S., Popma, P. & Elderman, M., 2009)

Een aantal observaties zorgt ervoor dat het model voor een inschatting van het verbruik en besparingspotentieel vereenvoudigd kan worden:

- Een desktop PC of laptop PC die actief gebruikt wordt, verbruikt weliswaar iets meer vermogen dan een computer die 'niets' staat te doen (idle), maar de vermogenstoename is doorgaans van korte duur. In de praktijk blijkt dat het 'idle' vermogen bepalend is voor het elektriciteitsverbruik.
- Ruim 90% van de gebruikers zet de PC nooit Hard uit {HU} (Clevers, S.H., Verweij, R., 2007); hiervoor moet namelijk een schakelaar achterop de computer omgezet worden, de stekker uit het stopcontact getrokken worden, of een schakelaar op een verdeeldoos bediend worden. De meest gebruikte uitschakel-opties (shut-down en hibernate) zorgen ervoor dat de PC in de uit {U} stand komt, waarbij nog steeds een (gering) vermogen wordt opgenomen.
- Het verschil tussen vermogensopname in de slaapstand {S} en uit {U} is gering, zeker ten opzichte van het verschil met het opgenomen vermogen in de status Aan (idle) {A}.
- In tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt, bespaart het uitschakelen van de harde schijf nauwelijks energie.

De twee belangrijkste vermogensparameters blijken daardoor ingeperkt te kunnen worden tot:

- Het opgenomen vermogen als de computer aan staat en niets doet: Aan (idle) {A}
- Het opgenomen vermogen als de computer in de slaapstand staat: Slaap {S}

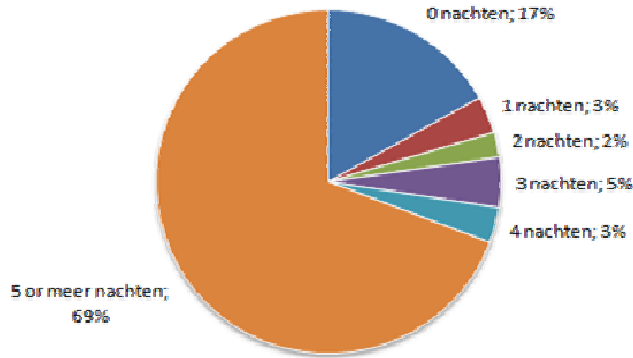
2.2 Gebruiksduur: uitschakelgedrag

Een PC die altijd aan staat, verbruikt gedurende 8760 uur het Aan (idle) {A} vermogen. Een PC van iemand die 220 werkdagen van 8 uur maakt en zijn PC buiten werktijd altijd uitschakelt naar de Uit {U} stand, gebruikt gedurende 1760 uur het Aan (idle) {A} vermogen; slechts 20% van het jaar.

Uit onderzoek blijkt echter dat veel mensen hun PC niet altijd uitzetten buiten werktijd. In interviews met ICT managers in grote ondernemingen met een duidelijk gecommuniceerd beleid om de PC uit te schakelen, schatten ICT managers dat zo'n 70-90% van de gebruikers dit ook daadwerkelijk doet (Walker J. , 2009). Onderzoek uit het Verenigd Koninkrijk 2006, waarin onder 1233 volwassenen die een PC op het werk gebruikten werd gevraagd hoe vaak ze hun PC uitschakelden (National Energy Foundation, 2006) lijkt daarbij aan te sluiten (zie ook Figuur 1):

- 69% zegt de werk PC elke nacht van de week uit te zetten;
- 23% zegt de PC 3 nachten of meer per week aan te laten.
- 17% zegt de werk PC geen enkele nacht per week uit te zetten;

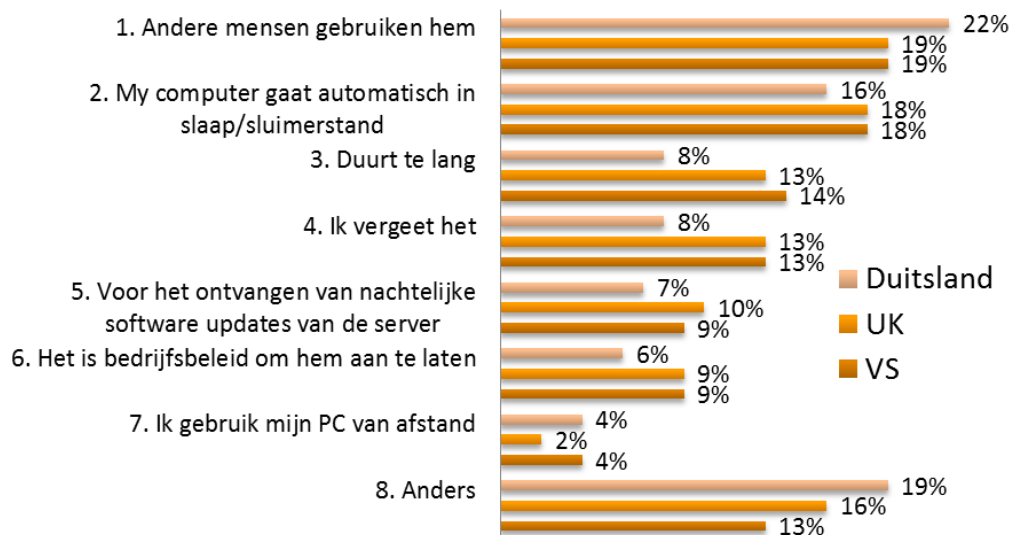
⁷ Voor 2008 vermeldt (Clevers, S., Popma, P. & Elderman, M., 2009) geen aparte cijfers voor de uit-stand; in de berekeningen van het landelijk elektriciteitsgebruik van ICT op kantoren lijkt dit verbruik te worden genegeerd.



Figuur 3: Aantal nachten dat gebruikers hun werk PC per week zegt uit te schakelen

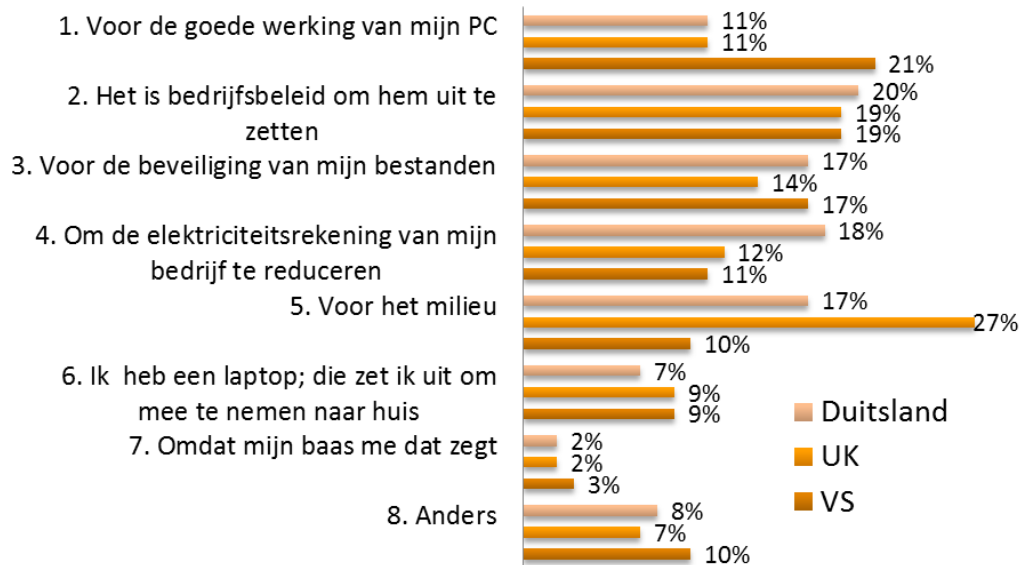
In oktober 2007 is door de Hogeschool Arnhem-Nijmegen breed aandacht besteed aan het tijdig uitschakelen van PC en beeldscherm. Er zijn afspraken gemaakt met de ICT afdeling dat beeldschermen na ca. 30 minuten in de slaapstand overgaan en dat PCs op studentwerkplekken en studiecentra om 22:30 uur softwarematig worden uitgeschakeld. Ook is er aandacht besteed aan communicatie dat nog veel energie bespaard kan worden de PC aan het eind van de dag zelf uit te schakelen (o.a. via informatieve hangers aan PCs die rond sluitingstijd nog aanstonden). Recente metingen tonen echter aan dat gemiddeld nog ca. 400 PCs tijdens de nacht en weekenden onnodig blijven aanstaan.

Uit vragenlijst-onderzoek uitgevoerd in oktober 2008 naar uitschakelgedrag (Alliance to Save Energy, 2010) onder 2613 volwassenen, waarvan 1717 werk hadden en 1418 een PC voor hun werk gebruiken, bleek dat meer dan 50% van de werknemers in de Verenigde Staten die een PC op het werk gebruikten, doorgaans hun PC aan het eind van de werkdag niet uitschakelden. Hetzelfde vragenlijst-onderzoek is ook in September 2008 afgenomen onder vergelijkbare aantallen mensen in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk (UK). In dit onderzoek is ook gevraagd naar de primaire reden waarom mensen hun PC niet altijd uitschakelen aan het eind van de werkdag; de resultaten hiervan zijn samengevat in Figuur 4.



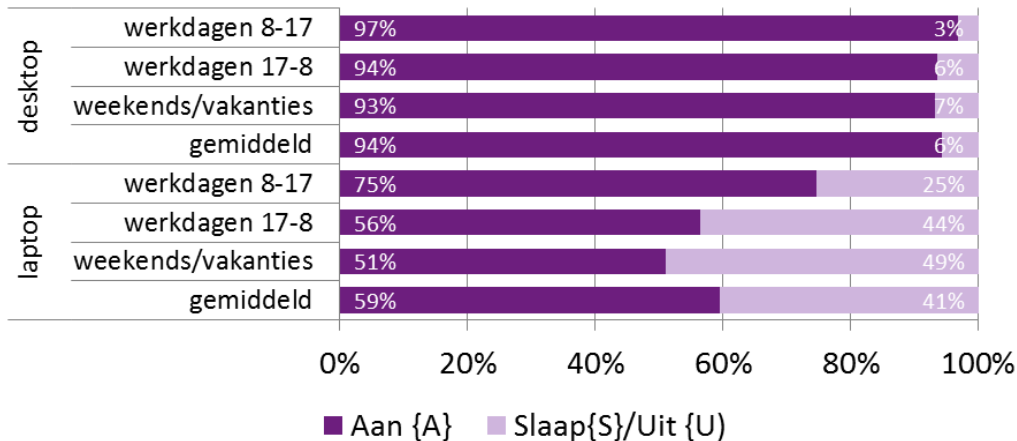
Figuur 4: Primaire reden waarom mensen hun PC aan het eind van de werkdag NIET ALTIJD uitzetten

Ook is gevraagd waarom mensen hun PCs wel uitschakelen aan het eind van de werkdag; de resultaten hiervan zijn samengevat in Figuur 5.



Figuur 5: Primaire reden waarom mensen hun PC aan het eind van de werkdag WEL uitzetten

Bovenstaande data is gebaseerd op vragenlijst-onderzoek. Een geheel ander beeld rijst op uit onderzoek in 2010 waarin gebruiksduren in diverse power modes automatisch zijn gemeten op desktop en laptop PCs met software agents geïnstalleerd op 110.000 PCs in de VS (Barr, Harty, & Nero, 2010): gemiddeld⁸ staat een desktop PC zo'n 94% van de totale tijd aan en een laptop zo'n 51% van de tijd (zie Figuur 6).



Figuur 6: Percentage van de tijd dat een PC aan staat (Barr, Harty, & Nero, 2010)

Het verschil tussen het vragenlijst-onderzoek (National Energy Foundation, 2006), waar 69% van de gebruikers zegt de PC 5 of meer nachten uit te schakelen en het meet-onderzoek (Barr, Harty, & Nero, 2010) waaruit blijkt dat desktop PCs gemiddeld minder dan 6% van het jaar in de slaap {S} of uit {U} stand staan en laptop PCs minder dan 41%, is op zijn minst opvallend te noemen. Uit een meta-analyse van gebruiksduren in de ecodesign studie voor personal computers en monitors (Jönbrink & Zackrisson, 2005) komt ook een zeer divers beeld naar voren.

⁸ Berekend aan de hand van 50 werkweken van 5 werkdagen en 115 weekend-, feest- en vakantiedagen per jaar.

In de rest van dit rapport baseren we ons in eerste instantie op de gemeten waarden gepresenteerd in Figuur 6 (Barr, Harty, & Nero, 2010), met de aantekening dat het zeer goed mogelijk is dat de uitgangssituatie voor elke organisatie verschillend kan zijn; we raden dan ook aan om voor grootschalige uitrol eerst een kleinschalige inventarisatie van de uitgangssituatie in de eigen instelling te doen (zie hoofdstuk 5).

2.3 Besparen met power management

Power management is een functie die de apparatuur automatisch uitschakelt of in een lage energieverbruiksmodus zet als een apparaat niet actief is. PC power management is een functie die ervoor zorgt dat PCs en randapparatuur zoals monitoren automatisch in een lage energieverbruiksmodus worden gezet als de PC enige tijd niet actief is. Behalve voor het reduceren van energieverbruik, wordt power management ook gebruikt voor het reduceren van geluid en kosten, het verlengen van de tijd waarmee op één batterijlading gewerkt kan worden en het verlengen van de technische levensduur⁹ van de apparatuur.

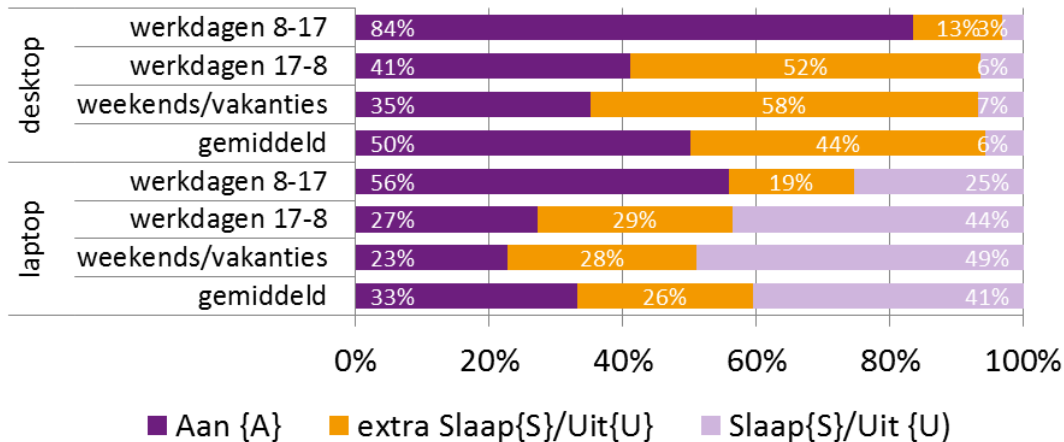
De United States Environmental Protection Agency (EPA) adviseert om de powermanagement instellingen van computers zo in te stellen dat ze in slaap vallen na 15 tot 60 minuten inactiviteit. Nog meer kan bespaard worden door monitoren in slaap te laten na 5 tot 20 minuten inactiviteit. Des te lager de instelling, des te meer energie wordt bespaard (US Environmental Protection Agency, 2011). Als een PC wil voldoen aan de recente ENERGY STAR 5.0 criteria, moet power management zo ingesteld zijn dat de monitor binnen 15 minuten van inactiviteit in de slaapstand gaat en de PC zelf binnen 30 minuten.

Op veel PCs worden deze aanbevelingen in de praktijk niet gevolgd. Op het Windows platform deed de slaapstand in de tweede helft van de jaren negentig met Windows 95 zijn intrede. De betrouwbaarheid van de slaapstand, zowel het in slaap vallen als ontwaken, liet in de praktijk echter te wensen over. De slaapstand op modernere versies van besturingssystemen is doorgaans veel betrouwbaarder en de standaard instellingen zijn door de fabrikant vaak ook ingesteld conform de aanbevelingen van ENERGY STAR. In de praktijk staan op veel computers echter de instellingen voor de slaapstand niet op de door de EPA aanbevolen waarden. Slechte ervaringen met de slaapstand op PCs in eerdere versies hebben systeembeheerders en gebruikers mogelijk kopschuw gemaakt.

Bij monitoren speelt het probleem van de slechte ervaringen niet; we verwachten dat de slaapinstellingen voor monitoren in de praktijk doorgaans wel geëffectueerd worden. In onze berekeningen van besparingen door power management zijn we conservatief en nemen we de eventuele besparingen van monitoren daarom in de rest van dit rapport niet mee.

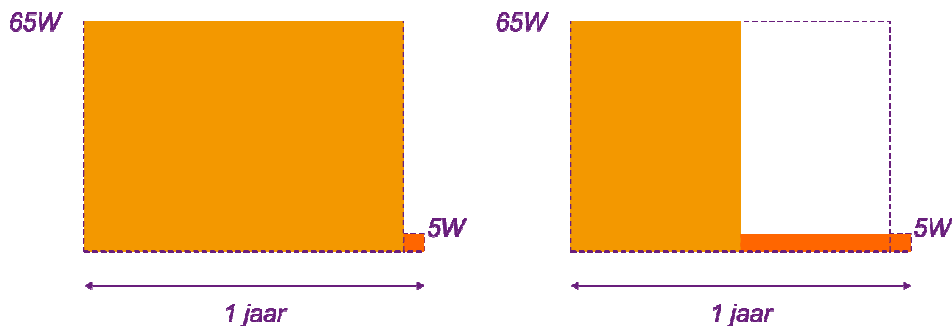
De besparingen van power management zijn in het eerdergenoemde onderzoek van (Barr, Harty, & Nero, 2010) ook onderzocht. Op 110.000 PCs is de gebruiksduur in diverse power modes automatisch gemeten op desktop en laptop PCs *nadat* power management geïntroduceerd was. De resultaten van dit onderzoek zijn schematisch weergegeven in Figuur 7. Gemiddeld blijken desktop PCs na invoering van power management 44 procentpunt van de tijd minder aan te staan (50% in plaats van 94%), terwijl laptop PCs na invoering van power management gemiddeld 26 procentpunt minder aan staan (33% in plaats van 59%).

⁹ Het is een hardnekkige mythe dat uit- en aanschakelen van apparatuur het energieverbruik verhoogt; ook het idee dat uit- en aanschakelen de levensduur zou verkorten blijkt een mythe voor moderne apparatuur (Diamond, 2000).



Figuur 7: Extra tijd dat PCs door power management in slaap/uit staan (Barr, Harty, & Nero, 2010)

Figuur 8 illustreert wat bovenstaande resultaten aan besparingen zou opleveren voor een desktop PC die in Aan (idle) {A} modus 65 W verbruikt en in slaap {S}/ uit {U} modus 5W¹⁰.



Figuur 8: Energieverbruik van een desktop PC zonder power management (links) en met (rechts)

Zoals in Figuur 8 is te zien, blijft er na invoering van power management gedurende een groot deel van het jaar (3865 uur, om precies te zijn) nog een slaapverbruik over van 5W, in totaal 19,3 kWh per jaar. Je kunt je afvragen of het niet verstandiger zou zijn om de PC uit te schakelen. Hierbij moeten echter wel drie kanttekeningen gemaakt worden:

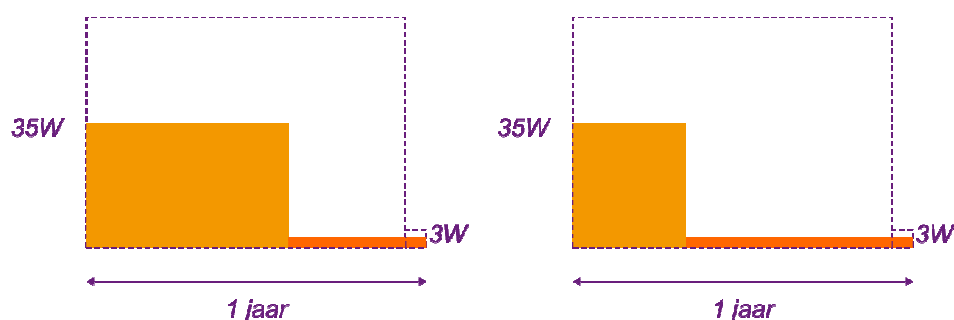
1. Het slaapverbruik van een PC 's nachts en in de weekends/vakanties betreft in dit onderzoek totaal 3566 uur per jaar. Als de PC in de slaapmodus 5W verbruikt, betekent dat 17,8 kWh per jaar nachtelijk slaapverbruik ($5W/1000 \times 3556h$).
2. De besparingen overdag tijdens werktijd zijn in het onderzoek 299 uur per jaar; gedurende die 299 uur wordt $65W - 5W = 60W$ bespaard; in totaal 18,0 kWh per jaar ($60W/1000 \times 299h$).
3. Ruim 90% van de gebruikers zet de PC *nooit* Hard uit {HU} (Clevers, S.H., Verweij, R., 2007); bij het uitzetten met de schakelaar aan de voorzijde {U} blijft doorgaans een slaapverbruik van enkele Watts over (maximaal 2W voor PCs die voldoen aan ENERGY STAR 4.0). De besparing is in dit voorbeeld $5W - 2W = 3W$.

¹⁰ Het verbruik van 65W correspondeert met de eis die energiezuinige PCs uit de middelste categorie (Category B: multi-core processor en 1 GB geheugen) moesten halen vanaf medio 2007 om het energiezuinigheidslabel ENERGY STAR 4.0 te verdienen. Het stand-by verbruik van 5W is iets hoger dan de 4W die diezelfde energiezuinige PCs moesten halen, zodat de besparing door power management conservatief uitvalt. Sinds medio 2009 moet de meest energiezuinige apparatuur aan nog strengere eisen om het ENERGY STAR 5.0 label te halen; bij PCs die hieraan voldoen is het gemiddelde verschil tussen aan {idle} gebruik en slaap {S} verbruik is 41 W. Volgens de Europese verordening (EG) nr. 1275/2008 mag apparatuur die in Europa op de markt komt vanaf 7 januari 2010 in de "uit-stand" en in de stand-by stand maximaal 1 W verbruiken; voor apparatuur die vanaf 7 januari 2013 op de markt komt wordt dit gehalveerd. Mocht u vrijwel alleen dit soort zeer zuinige PCs hebben die geproduceerd zijn na medio 2009 en aan de meest recente ENERGY STAR 5.0 en/of Europese richtlijnen voldoen, dan zijn de voorbeeldberekeningen uit deze sectie wellicht te optimistisch. In alle andere gevallen zijn de schattingen van de besparingen naar onze mening conservatief.

Kortom: de besparingen door power management overdag (18,0 kWh) overtreffen op zich al het slaapverbruik van power management 's nachts en tijdens weekends/vakanties (17,8 kWh). Het voordeel van effectief power management overdag overtreft het nadeel dat PCs 's nachts niet hard uit staan, en dat terwijl de meeste gebruikers de PC niet eens hard uit {HU}, maar gewoon uit {U}.

Handmatig schakelen naar de uit-stand {U} bespaart ten opzichte van automatisch power management naar de slaapstand $5W-2W=3W$. Echter: vergeet je het, dan kost dat $65W-5W=60W$, 20 keer zoveel als je bespaart! Anders gezegd: elke nacht dat handmatig uitschakelen vergeten wordt, zal gecompenseerd moeten worden met minstens 20 nachten wel handmatig uitschakelen, wil handmatig uitschakelen (naar {U}) zonder power management zuiniger zijn dan power management (naar {S}) zonder handmatig uitschakelen.

Voor een laptop zien de resultaten van het eerder genoemde onderzoek (Barr, Harty, & Nero, 2010) er iets anders uit. Figuur 9 illustreert wat bovenstaande resultaten aan besparingen zou opleveren voor een laptop PC die in Aan (idle) {A} modus 35 W verbruikt en in slaap {S}/ uit {U} modus 3W.



Figuur 9: Energieverbruik van een laptop PC zonder power management (links) en met (rechts)

In Tabel 4 hebben we uitgewerkt wat de besparingen van power management zouden betekenen voor een hoger-onderwijsinstelling met de volgende kenmerken:

- 35.000 studenten (met gemiddeld 1 werkplek per 7 studenten, dus)
- 5000 werkplekken met desktop PCs voor studenten en werknemers
- € 0,10 /kWh (marginaal tarief per kWh), incl. energiebelasting¹¹ en BTW

power management	per PC			per student (7 st/PC)			per instituut (5000 PCs)		
	zonder	besparing	met	zonder	besparing	met	zonder	besparing	met
kWh/d	1,48	-0,63	0,84	0,21	-0,09	0,12	7379	-3175	4204
kWh/j ¹²	539	-232	307	77	-33	44	2.695.000	-1.159.000	1.536.000
€/j ¹²	€ 54	€ -23	€ 31	€ 8	€ -3	€ 4	€ 269.500	€ -115.900	€ 153.600
kgCO ₂ e/j ¹³	179	-77	102	26	-11	15	895.000	-385.000	510.000

Tabel 4: Effect van power management op verbruik, kosten en emissies (35000 st., 5000 desktop PCs)

¹¹ Onderwijsinstellingen besparen doorgaans per bespaarde kWh veel minder geld dan huishoudens. De energiebelasting in Nederland is gestaffeld, waarbij voor de tweede schijf (10.000 kWh/j-50.000kWh/j per aansluiting) en derde schijf (50.000 kWh/j-10.000.000 kWh/j per aansluiting) veel minder energiebelasting hoeft te worden betaald dan voor de eerste schijf. De besparingen bij een hoger onderwijsinstelling liggen doorgaans vooral in de kWh die in de derde schijf vallen.

¹² De cijfers per instituut zijn afgerond op duizendtallen.

¹³ We rekenen hier met 332 gram CO₂ equivalente emissies per kWh, het gemiddelde van de leveringsmix in Nederland in 2010 (Bles, 2011); de emissiecijfers per instituut zijn wederom afgerond op duizendtallen.

2.4 Besparen met zuiniger hardware

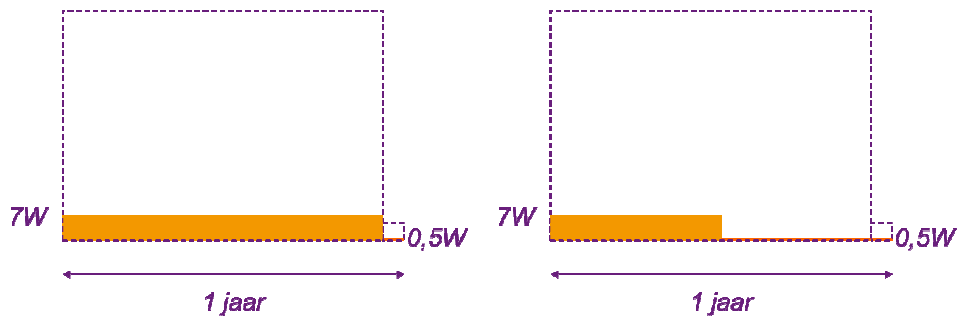
Een andere mogelijkheid om energieverbruik van werkplekapparatuur te verminderen is overstappen op energiezuinige apparatuur. In de laatste tien jaar zijn bijvoorbeeld veel beeldbuismonitoren vervangen door LCD monitoren die doorgaans de helft van beeldbuismonitoren verbruiken. Volgens (Clevers, S., Popma, P. & Elderman, M., 2009) werden in 2008 beeldbuismonitoren nog bij 15% van de desktop PCs gebruikt, en verbruikten ze doorgaans 60W in aan {A} modus en 6W in de slaap {S} modus. Op 85% van de desktop PCs daarentegen werden LCD monitoren gebruikt, die gemiddeld 30W verbruikten in de aan {A} modus en 3W in de slaap {S} modus. De meest energiezuinige 22" LCD monitor op het moment van schrijven van dit rapport is volgens www.topten.info de Philips 221S3LSS, die 16,8W verbruikt in de aan {A} modus en 0,1W in de slaap {S} en uit {U} modus.

Zoals laptops al laten zien is ook bij PCs ruimte voor verbetering van de energie-efficiëntie van de apparatuur. Een van de meest energiezuinige PCs op de markt is op het moment van schrijven de Fit-PC (zie Figuur 10), een volwaardige PC waarop besturingssystemen zoals Linux en Windows 7 kunnen draaien, inclusief office applicaties en HD-video (het afspelen van *online* HD video, games en zware CAD applicaties games wordt op deze PC echter afgeraden).



Figuur 10: Fit-PC, een van de meest energiezuinige PCs (<http://www.fit-pc.com>)

Het energieverbruik is 7W in aan (idle) {A} modus. In slaap {S} / uit {U} modus verbruikt het apparaat 0,5W. Ook op de Fit-PC is het mogelijk power management toe te passen. Figuur 11 illustreert dit zou betekenen voor de Fit-PC.



Figuur 11: Energieverbruik van een fit-PC zonder power management (links) en met (rechts)

In Tabel 5 hebben we uitgewerkt wat de besparingen van power management zouden betekenen voor een hoger-onderwijsinstelling met 5000 PCs die €0,10/kWh bespaart en we vergelijken dat met besparingen op elektriciteitskosten door aanschaf van zuiniger hardware.

€/j (5000 PCs)	Aan {A}	Slaap {S} / Uit {U}	zonder power mgmt	met	besparing
DESKTOP	65	5,0	€ 269.500	€ 153.600	€ 115.900
FIT-PC	7	0,5	€ 29.000	€ 16.500	€ 12.500
Besparing			€ 240.500	€ 137.100	€ 253.000

Tabel 5: Besparingen op elektriciteitskosten door een extreem zuinige PC (verticaal), ten opzichte van toepassen van power management (horizontaal), bij 5000 PCs

De combinatie van Fit-PC en power management bespaart in dit scenario in totaal €253.000 per jaar op elektriciteitskosten, hetzij door eerst power management toe te passen (€115.900 besparing op elektriciteitskosten per jaar), waarna door aanschaf van Fit-PCs nog €137.100 per jaar op elektriciteitskosten per jaar bespaard kan worden, hetzij door eerst Fit-PCs aan te schaffen (€240.500 besparing op elektriciteitskosten per jaar), waarna door toepassen van power management nog €12.500 per jaar bespaard kan worden.

Ook de aanschaf van een laptop in plaats van een desktop bespaart energiekosten; in Tabel 6 hebben we dat uitgewerkt voor een hoger-onderwijsinstelling met 5000 PCs die €0,10/kWh bespaart en vergelijken we het weer met toepassing van power management.

€/j (5.000 PCs)	Aan {A}	Slaap {S} / Uit {U}	zonder power mgmt	met	besparing
DESKTOP	65	5,0	€ 269.500	€ 153.600	€ 115.900
LAPTOP	35	3,0	€ 96.400	€ 59.700	€ 36.700
besparing			€ 173.100	€ 93.900	€ 209.800

Tabel 6: Besparingen op elektriciteitskosten een laptop (verticaal), ten opzichte van toepassen van power management (horizontaal), bij 5000 PCs

Hoe energiezuiniger hardware en/of het toepassen van power management zicht vertaalt in vermeden tonnen CO₂-equivalente emissies per jaar is te vinden in Tabel 7.

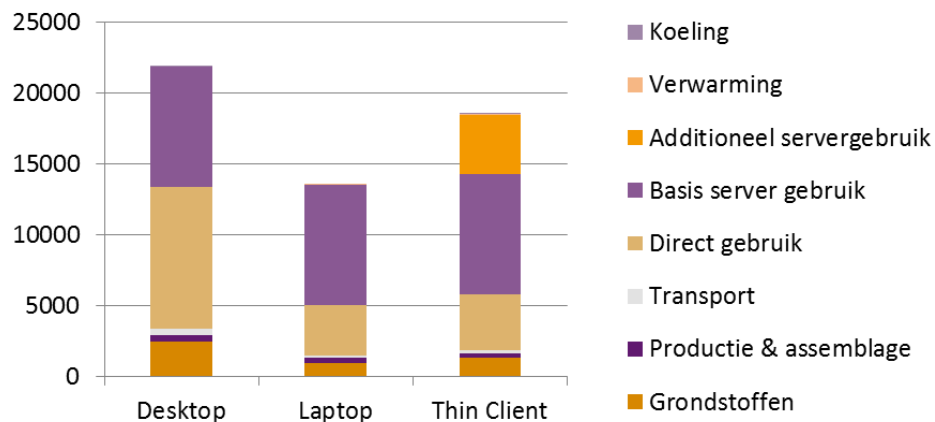
tCO ₂ e/j (5.000PCs)	zonder	met	vermeden	tCO ₂ e/j (5.000PCs)	zonder	met	vermeden
DESKTOP	895	510	385	DESKTOP	895	510	385
LAPTOP	320	198	122	FIT-PC	96	55	41
vermeden	575	312	697	vermeden	799	455	840

Tabel 7: Vermeden emissies in ton CO₂-equivalenten per jaar per 5000 PCs bij toepassing van zuiniger apparatuur (verticaal) en/of power management (horizontaal)

Bij overwegingen om andere apparatuur te gebruiken komt echter meer kijken dan alleen de directe energie die mogelijk bespaard kan worden, zoals uit onderstaand kader blijkt.

Desktop, laptop of thin client?

Het energiegebruik van een apparaat zoals een PC beperkt zich niet tot het directe energieverbruik. Met name als u overweegt om een ander soort (energiezuiniger) apparatuur te gebruiken, is het verstandig om ook naar de (energie)kosten van andere fasen in de levensduur van het apparaat te kijken. In een recente studie voor ICT~Office (Clevers, 2010) is een 'ketenkaart' opgesteld waarin het energiegebruik vergeleken wordt van een typische desktop (incl. LCD-scherm), laptop en thin client (incl. LCD-scherm). Het betreft het primaire energiegebruik van de gehele levenscyclus van een apparaat met een levensduur van 5 jaar, waarbij niet alleen direct energiegebruik is meegeteld, maar ook de primaire energie is meegerekend voor het winnen van grondstoffen, productie en assemblage, transport, basis servergebruik, additioneel servergebruik (van toepassing bij thin clients), extra verwarming (t.o.v. desktop) en koeling (t.o.v. laptop). Uit deze studie blijkt dat thin clients weliswaar energiezuiniger zijn dan desktops, maar niet zo zuinig als laptops, doordat thin clients zwaarder leunen op de servers, waardoor via het additioneel servergebruik een belangrijk deel van het energievoordeel ten opzichte van desktops teniet wordt gedaan.



Figuur 12: Primair energiegebruik (MJ) van een desktop, laptop en thin client vergeleken over 5 jaar (Clevers, 2010)

3 Plussen en minnen van power management

In dit hoofdstuk bekijken we pluspunten (voordelen, kansen) en minpunten (nadelen, bedreigingen, uitdagingen) van het toepassen van power management. Achtereenvolgens beschrijven we organisatorische aspecten, financiële aspecten, technische aspecten, en tenslotte voorlichting en communicatie.

3.1 Organisatorisch

Pluspunten	Minpunten
Past in duurzaamheidsbeleid Maatregel energie-efficiency plan instelling (MJA3)?	Vergt mogelijk overleg afdelingen i.v.m. split-incentive Implementatie kost tijd

Power management past veelal goed in het duurzaamheidsbeleid van de hoger-onderwijsinstelling. Een belangrijk organisatorisch aanknopingspunt voor power management van werkplekapparatuur is de derde ronde van MeerJarenAfspraken energie-efficiency (MJA3). In dit convenant hebben alle 14 universiteiten en 39 hogescholen, gecoördineerd door de VSNU en de HBO-Raad, beloofd om hun energie-efficiëntie met 30% te verhogen in 2020 vergeleken met 2005 (2 procentpunten per jaar). Elke vier jaar moeten alle hoger-onderwijsinstellingen in Nederland een Energie-Efficiency Plan (EEP) opstellen, met doelstellingen en maatregelen. Op het moment van schrijven van dit rapport lopen de meerjarenplannen van 2009-2012 en elk jaar moeten instellingen hun vorderingen monitoren en rapporteren (Agentschap NL, 2011). Alle instellingen moeten uiterlijk 1 oktober 2012 hun EEP voor de periode 2013-2016 actualiseren. Power management van werkplekapparatuur zou als maatregel in die plannen opgenomen kunnen worden. Zo schrijft de Hogeschool Arnhem-Nijmegen op haar duurzaamheidspagina (Hogeschool Arnhem-Nijmegen, 2011): "*Terwijl de HAN in de afgelopen 10 jaar haar gasverbruik met 50% per m2 reduceerde, steeg door ICT het elektriciteitsgebruik met zo'n 20%. Onderzoek moet uitwijzen hoe en waar energiebesparing te realiseren is.*" Power management kan een zeer aantrekkelijke maatregel zijn. Elke hoger-onderwijsinstelling heeft een contactpersoon voor het MJA3 convenant. Veelal is deze persoon werkzaam bij de afdeling huisvesting van het facilitair bedrijf van de hoger-onderwijsinstelling.

Bij power management verdient daarnaast ook het 'split-incentive' probleem aandacht, een financieel-organisatorisch fenomeen waarbij de kosten van een maatregel — in dit geval tijd en geld nodig voor het identificeren, selecteren, aanschaffen en invoeren van oplossingen — voornamelijk liggen bij de ene partij (veelal de ICT afdeling) en de opbrengsten van diezelfde maatregel — voornamelijk minder uitgaven aan elektriciteit — bij een andere partij (veelal de afdeling huisvesting). Bij power management in het hoger onderwijs nog een relatief eenvoudige versie van het split incentive fenomeen, want het gaat niet om twee verschillende organisaties, maar om twee afdelingen van dezelfde instelling. Desalniettemin kan het verstandig zijn om in een vroeg stadium af te stemmen met mensen van de diverse de betrokken afdelingen.

Bij de IT afdeling kan daarnaast ook de vrees bestaan dat het invoeren van power management veel tijd kost. Tijd, die er naast het in de lucht houden van de bestaande infrastructuur, het uitvoeren van upgrades en het reageren op veiligheidsdreigingen niet altijd lijkt te zijn. Zoals in hoofdstuk 4 wordt beschreven, zijn er diverse software-oplossingen die de benodigde tijd voor de uitrol reduceren via centrale uitrol. Bovendien kan de business case voor power management voor een hoger onderwijsinstelling zo aantrekkelijk zijn dat uit de besparingen de benodigde extra tijd gefinancierd zou kunnen worden.

3.2 Financieel

Pluspunten (opbrengsten)	Minpunten (kosten)
besparing op energiekosten	(loon)kosten voor selectie, aanschaf & uitrol aanschafkosten power management software

In deze sectie rekenen we een voorbeeld door van de besparing en kosten (inclusief BTW), voor een hoger-onderwijsinstelling die, net als in het vorige hoofdstuk, 35.000 studenten heeft en 5000 desktop PCs die na invoering van power management 44 procentpunt minder aan te staan, 50% in plaats van 94% conform het onderzoek (Barr, Harty, & Nero, 2010), tegen een tarief van €0,10 per bespaarde kWh.

- Besparingen op elektriciteit, jaarlijks terugkerend (zie ook Tabel 4)
 - € 23 per desktop PC per jaar
 - € 115.900 per jaar voor een hoger onderwijsinstelling met 5.000 desktop PCs
- Loonkosten, eenmalig (voor het identificeren, selecteren, aanschaffen en uitrollen van oplossingen, inclusief het testen en oplossingen van uitzonderingen en ervoor zorgdragen dat de slaapstand niet conflicteert met updates:
 - € 2,50 per desktop PC (2x40 uur per 1000 PCs (Walker M. , 2010), €31,25/u loonkosten¹⁴)
 - € 12.500 voor een hoger-onderwijsinstelling met 5000 PCs
- Software-kosten
 - diverse gratis oplossingen; commerciële oplossingen variëren van € 3,50 tot € 20 per PC
 - € 17.500 - € 100.000 voor een hoger-onderwijsinstelling met 5.000 desktop PCs
 - Ca. 10-20% jaarlijkse kosten voor abonnement en/of updates van de software.

De terugverdientijd van power management is voor bovenstaande instelling minder dan een jaar; van 6 weken voor het geval een gratis oplossing voldoet in combinatie met 2 weken loonkosten voor een systeembeheerder, tot ca. 1 jaar en 11 weken, voor het geval een relatief dure commerciële software-oplossing gewenst is die ook jaarlijkse abonnements- en/of onderhoudskosten vergt. Voor elke instelling zal de business case verschillend zijn, afhankelijk van onder meer het aantal en soort desktop PCs en laptop PCs, de bestaande instellingen voor power management, het bestaande uitschakelgedrag en de slaapstand-instellingen, de hoeveelheid tijd die vrijgemaakt kan worden voor de selectie, aanschaf en uitrol. In hoofdstuk 5 laten we zien hoe u voor uw instelling een business case opstelt.

3.3 Techniek

De technische plus- en minpunten van power management kunnen worden samengevat als mythes, die voor het overgrote in de werkelijkheid niet blijken te kloppen.

Mythe	Werkelijkheid
Power management zorgt voor extra slijtage doordat computers meerdere keren per dag schakelen naar de slaap- of uit-stand en terug.	Moderne computers zijn ontworpen om 40.000 aan/uit-cycli aan te kunnen, wat zelfs na 5-7 jaar gebruik waarschijnlijk niet gehaald wordt. Ook de tijd dat harde schijven niet goed tegen vaak aan- en uitschakelen konden is inmiddels lang voorbij (Nordman, Piette, Kinney, & Webber, 1997)
Power management zorgt voor extra energieverbruik bij het schakelen naar de slaap- of uit-stand.	Dit is een hardnekkig misverstand (Diamond, 2000); er is weliswaar een kleine piek bij het aanschakelen, maar de energiebesparingen zijn een veelvoud daarvan.

¹⁴ Uitgaande modaal brutoloon van een systeembeheerder / netwerkbeheerder van € 2933 per maand (excl. vakantiegeld; <http://www.gemiddeld-inkomen.nl/per-beroep.php>), inclusief vakantiegeld, werknemersverzekeringen en vergoeding Zvw betekent dat ca. €45.000 loonkosten per jaar. Bij 1440 werkbare uren per jaar is dit € 31,25 per uur.

Mythe	Werkelijkheid
"De screen saver staat aan; die bespaart al energie"	Een screen saver bespaart geen energie. Eerder het tegendeel is waar als er achtergrondberekeningen (bijvoorbeeld SET@home) worden uitgevoerd. Eigenlijk is 'screen saver' voor moderne LCD schermen zelfs een misleidende aanduiding. Beter is het om het scherm te laten uitschakelen door power management .
Power management zorgt ervoor dat computers instabiel worden en niet meer uit de slaapstand kunnen komen.	Hoewel dit soms het geval was in oude versies van Windows, werkt power management doorgaans zonder problemen in Windows 2000, XP, Vista en Windows 7.
Power management werkt niet betrouwbaar; computers gaan niet in slaap ('PC insomnia')	Dit kan een probleem zijn. Diverse power management pakketten bieden functies om 'PC insomnia' tegen te gaan.
Gebruikers zullen klagen over de tijd die het duurt voor een computer om te ontwaken.	Ontwaken uit de slaapstand en sluimerstand zijn beide doorgaans juist sneller dan opstarten na het afsluiten.
Computers in de slaap- of uit-stand kunnen geen updates meer ontvangen.	Computers kunnen zo worden geconfigureerd dat ze updates toepassen zodra ze (weer) een netwerkverbinding hebben. Mocht dit niet geschikt zijn, dan kunnen computers met behulp van scripts of power management software computers 's nachts , bijvoorbeeld een keer per week, wakker gemaakt worden voor updates.
Als de computer door power management uitgezet is, kan niet meer op afstand op de computer worden ingelogd.	Dit klopt. Met sommige power management software pakketten kunt u op afstand computers aanzetten.

3.4 Voorlichting en communicatie

Pluspunten	Minpunten
Minder energieverbruik Bespaart geld Sneller opstarten	Geen screen savers zoals SETI@home (eventueel) vaker overdag wachtwoord intypen

Voordat u power management grootschalig invoert doet u er verstandig gebruikers van de werkplekken te informeren. Elementen die u daarbij aan de kunt laten komen:

- Waarom power management?
 - Energiebesparing; uitgedrukt in kWh per student per dag, kWh per jaar voor het hele instituut, en vertaald naar aantal huishoudens met gemiddeld jaarverbruik (3480 kWh per jaar, 2011)
 - Geld besparing: €/j voor het hele instituut
 - Vermeden CO₂ -uitstoot
- Wat verandert er?
 - Na hoeveel tijd inactiviteit gaat de computer vanzelf in slaapstand, sluimerstand, uit?
 - Verandert dit schema in de loop van de dag / week?
 - Wat betekent dat voor het inloggen? (doorgaans: sneller!)
 - Kunnen gebruikers dit zelf wijzigen? (bijv. tijdelijke 'keep alive' om een rekenklus af te ronden)
 - Hoe gaat het nu met back-up, updates, inloggen van afstand?
- Wat zijn de ervaringen van gebruikers (bij andere instellingen, en/of bij een kleinschalige proef in de eigen instellingen)?
- Welke uitzonderingen zijn er (bijv. op welke machines wordt geen power management toegepast)?
- Waar kunnen gebruikers zien dat de instellingen goed zijn?
- Wat kunnen gebruikers zelf doen om nog meer te besparen?

- Hoe kunnen gebruikers zien hoeveel er bespaard is? (sommige software kan dit laten zien)
- Waar kunnen gebruikers terecht met vragen?

4 Power management software

Power management software is software die ervoor zorgt dat computers en monitoren in een zo laag mogelijke power modus staan als kan, en alleen in een hogere power modus als het moet. Besturingssystemen hebben tegenwoordig standaard power management functies ingebouwd, bijvoorbeeld om te detecteren dat de computer al enige tijd niet actief gebruikt wordt en de monitor en/of de computer in de een zuiniger modus te zetten. De fabrieksinstellingen van moderne besturingssystemen zoals Windows 7 voldoen¹⁵ aan power management richtlijnen uit de ENERGY STAR 5.0 criteria. Dit betekent echter nog niet dat alle computers op alle werkplekken ook daadwerkelijk in slaap vallen als het kan, bijvoorbeeld omdat:

- de standaardinstellingen bij de uitrol gewijzigd zijn;
- de gebruiker de slaap-instellingen gewijzigd heeft;
- computers problemen hebben met in slaap vallen door:
 - een kapotte muis die uit zichzelf de pointer verplaatst en 'gebruikersactiviteit' veroorzaakt;
 - oude applicaties die verhinderen dat de computer in slaap valt;
 - openstaande bestanden op het netwerk.

Voorzieningen voor het verspreiden van power management instellingen over genetwerkte PCs zitten vaak al in het besturingssysteem (zie Tabel 8 voor een overzicht van Windows) en/of zijn gratis beschikbaar.

Methode	Besturingssysteem op PC			
	2000	XP	Vista	7
Microsoft Group <i>Policies</i>			✓ ¹⁶	✓ ¹
Microsoft Group Policy <i>Preferences</i>		✓ ¹⁶	✓ ¹⁶	✓ ¹
EZ GPO (gratis tool van ENERGY STAR)	✓	✓		
Instellingen repliceren met een systeem- image	✓	✓	✓	✓
Powercfg.exe gebruiken in een login script		✓ ¹⁷	✓	✓
Windows Task Scheduler ¹⁸	✓	✓	✓	✓

Tabel 8: Public domain software of voorzieningen van Windows besturingssystemen om power management settings te verspreiden over een groot aantal genetwerkte PCs (ENERGY STAR, 2011)

¹⁵ ENERGY STAR 5.0 eist dat de monitor na 15 minuten uitgezet wordt en de PC zelf in slaapstand gaat na 30 minuten van inactiviteit. Het standaard power schema van Windows 7 (balanced power) voldoet daar ruim aan en schakelt de monitor uit na 10 minuten van inactiviteit en zet de PC in de slaapstand na 30 minuten van inactiviteit.

¹⁶ Vereist een Windows Server 2008 of een Windows 2003 omgeving gemanaged via Windows Server 2008 of Vista.

¹⁷ Vereist Windows XP Service Pack 2.

¹⁸ Windows Task Scheduler activeert zelf geen power management instellingen, maar kan gebruikt worden om PCs in slaapstand of sluimerstand te zetten op bepaalde tijden.

Sommige instellingen hebben wellicht voldoende aan bovenstaande voorzieningen. Meer uitgebreide functies uit Tabel 9 zijn doorgaans¹⁹ alleen te vinden in commerciële power management software.

Functie voor systeembeheer (public domain / OS support)	Omschrijving
Verspreiden van een specifiek power plan over een groot aantal werkplekken	Zorgt ervoor dat een bepaald power plan, een verzameling van management instellingen, (alsnog) op bepaalde PCs geactiveerd worden.
Geplande wake-up	Mogelijkheid om PCs t.b.v. onderhoud of beheer van de uit {U} status naar aan {A} status te schakelen, bijvoorbeeld via de Windows Task Scheduler.
Functie voor eindgebruikers (doorgaans commercieel)	Omschrijving
Automatisch omschakelen power plans	Schakelt automatisch tussen verschillende power plans, bijvoorbeeld van naar een pro-actiever plan buiten werktijd en een minder proactief plan tijdens werktijd.
Remote wake-up	Mogelijkheid voor systeembeheer om systemen t.b.v. onderhoud of beheer via van de uit {U} status naar aan {A} status te schakelen via WakeOnLAN, Intel vPRO (AMT) en/of Wake-on-WAN technologie. Sommige tools bieden hierbij de mogelijkheid het wakker maken van meerdere PCs te spreiden in de tijd om eventuele piekbelastingen te verminderen.
Voorkomen van PC slapeloosheid	Detecteren en voorkomen van problemen met PC slapeloosheid, met name voor oudere besturingssystemen, zoals Windows XP en Vista.
Analyse /rapportage voor systeembeheer	Analyse van basisverbruik (zonder power management), analyse & visualisatie van besparingen t.o.v. basisverbruik, detectie van werkplekken met afwijkend verbruik
Ontdekken van werkplekken / apparatuur	Automatische detectie van werkplekken en apparatuur
Verschillende besturingssystemen	Beheer van PCs met Windows, Mac, Unix, Linux, etc.
Andere apparaten dan PC en monitor	Beheer van VoIP telefoons, printers, Wi-Fi access points, etc.
Integratie met andere beheersystemen	Integratie van power management features met bijvoorbeeld op Active Directory gebaseerde beheersystemen.
Functie voor eindgebruikers	Omschrijving
Feedback	Maakt besparingen zichtbaar voor eindgebruikers, bijvoorbeeld in termen van kWh, geld, CO ₂ en/of punten; eventueel vergeleken met anderen.
Remote wake-up t.b.v. remote desktop	Mogelijkheid voor gebruiker van afstand op eigen computer die uit {U} staat op afstand aan {A} te zetten en in te loggen.

Tabel 9: Power management functies

¹⁹ Een interessante uitzondering is het Powerdown And Wake System (PAWS) in ontwikkeling is bij University of Aberystwyth, UK, gefinancierd door JISC, de tegenhanger van SURF in de UK. De release van deze power management software wordt maart 2012 verwacht onder Apache GPL licentie (<http://paws.aber.ac.uk>).

5 Plan van aanpak

In dit hoofdstuk beschrijven we een stappenplan voor invoering van power management in een hoger-onderwijsinstelling. In grote lijnen adviseren we drie stappen:

1. Quick scan: een eerste snelle inschatting.
2. Kleinschalige pilot: kleinschalige uitrol t.b.v. ervaring en betere inschatting voor eigen instelling
3. Grootschalige uitrol: opschalen naar de hele instelling

5.1 Quick scan

Maak eerst een snelle inschatting van de besparingen die bij uw instelling behaald kunnen worden. Waar dit initiatief vandaan komt, of u nu werkt bij het facilitair bedrijf en/of de ICT afdeling, dat maakt niet uit; in deze fase gaat het om de bewustwording van de kansen die power management biedt bij de juiste personen binnen uw instelling. Het eindresultaat van de quick scan is draagvlak binnen uw instelling voor de uitvoering van een kleinschalige pilot (dan wel een goed onderbouwde beslissing om dit niet te doen). Hiervoor heeft u een inschatting nodig van het aantal werkplekken in uw organisatie, uitgesplitst naar desktop PCs en laptop PCs. Als ruwe indicatie voor de besparing per desktop kunt u in de quick scan een besparing aanhouden van 230 kWh per jaar voor een desktop PC en 70 kWh per jaar voor een laptop PC (beide afgerond op 10 kWh/j; voor een berekening zie Tabel 11). Voor elektriciteitskosten kunt u in eerste instantie conservatief € 0,10 per kWh incl BTW aanhouden, aangenomen dat de bespaarde kilowatturen voor het overgrote deel in de derde schijf van de energiebelasting vallen (verbruik per aansluiting boven de 50.000 kWh/j, waardoor de energiebelasting erg laag is). We veronderstellen eenmalige aanschafkosten van €10 per PC en 15% jaarlijkse abonnements-/onderhoudskosten per jaar (€1,50 per PC). Met behulp van het rekenschema uit Tabel 10 kunt u een ruwe inschatting maken van de te verwachten jaarlijkse besparingen. In Tabel 10 is daarbij in lichtgrijs een voorbeeldberekening gemaakt voor een hoger-onderwijsinstelling waar voor 4000 desktop PCs en 1000 laptop PCs power management toegepast gaat worden.

BESPARING	aantal	besparing (kWh/PC)	besparing (kWh/j)	€/kWh	besparing (€/j)	vermeden (gCO ₂ e/kWh)	vermeden (tCO ₂ e/j)
desktop PCs	4000	x 230	= 920.000	x €0,10	= €92.000	332	305
laptop PCs	1000	x 70	= 70.000	x €0,10	= €7.000	332	23
TOTAAL/j	5000		990.000		€99.000		328
KOSTEN		uren (h/PC)	uren (h)	€/unit			
loonkosten	5000	x 0,08	= 400	x €31,25	= €-12.500		
software	5000	x		€10,00	= €-50.000		
TOTAAL					€-62.500		
KOSTEN/J	5000	x		€1,50	= €-7.500		
BESPARING	JAAR 1		990.000	kWh,	€29.000	tCO ₂ e:	328
BESPARING	JAAR 2 en verder		990.000	kWh,	€91.500	tCO ₂ e:	328

Tabel 10: Rekenschema quick scan ruwe inschatting besparing power management

Met deze, voor uw eigen instelling uitgerekende eerste, ruwe inschatting van de kosten en besparingen voor het eerste jaar en vervolgjaren kunt u vervolgens draagvlak zoeken voor een kleinschalige pilot met power management. In dit proces kunt u met de volgende personen de volgende onderwerpen bespreken:

- Contactpersoon van uw instelling voor het MJA3-convenant (vaak de energiecoördinator, werkzaam bij de afdeling huisvesting / facilitair bedrijf).
 - *Zijn de te verwachten energiebesparingen en vermeden CO₂-uitstoot van power management relevant voor een Energie-efficiency plan (EEP) van onze instelling?*
 - *Hoe kunnen we power management als maatregel opnemen? Welke rol zou een haalbaarheidsonderzoek, bijvoorbeeld kleinschalige pilot daarbij kunnen spelen?*
 - *Hoeveel geld en tijd investeren we als instelling doorgaans aan onze MJA maatregelen (per bespaarde kWh, per ton CO₂ of per procent extra energie-efficiëntie)?*
 - *Welke ondersteuning kan de MJA projectgroep hierbij bieden?*
 - *Welke personen van welke afdelingen moeten we in dit proces betrekken?*
 - *Speelt bij ons ook het split-incentive probleem (ene afdeling investeert, de andere plukt de vruchten), speelt dit ook bij andere maatregelen en zo ja, hoe is dat opgelost?*
 - *Hanteert onze instelling in het EEP kengetallen per bespaarde kWh en voor de vermeden CO₂ emissie per bespaarde kWh en zo ja wat zijn die getallen?*
- (hoofd) afdeling huisvesting, c.q. de persoon die verantwoordelijk is voor de energierekening
 - *Zijn de te verwachten energie- en kostenbesparingen en vermeden CO₂-uitstoot door power management relevant voor onze instelling?*
 - *Hoeveel geld bespaart onze instelling per bespaarde kWh? Is daarbij rekening gehouden met de lagere energiebelasting uit de hogere schijven en BTW? Is er een groot verschil tussen piek- en dalstarief waar rekening mee moet worden gehouden?*
 - *Gebruikt onze instelling 100% groene stroom en zo nee, wat is de CO₂-belasting per kWh?*
 - *Hoe kunnen we er voor zorgen dat de investeringen die andere afdelingen moeten doen (tijd, geld) gefinancierd kunnen worden uit de besparingen?*
- (hoofd) ICT afdeling
 - *Klopt de schatting van het aantal werkplekken (desktop en laptop PCs) voldoende?*
 - *Wat is nu de ervaring met uitschakelbeleid en power management op werkplekken?*
 - *Welke vraagstukken zou in een haalbaarheidsonderzoek, bijvoorbeeld een kleinschalige pilot aan de orde moeten komen?*
 - *Welke werkplekken zouden we in een kleinschalige pilot moeten meenemen?*
 - *Welke persoon / personen van de ICT afdeling moeten we in dit proces betrekken?*
- *Eventueel in dit stadium ook vertegenwoordigers van studenten en werknemers, bijvoorbeeld*
 - *Lokale leden van de Duurzaam Onderwijs Coalitie (<http://duurzaam-onderwijs.nl/>)*
 - *Lokale afdeling van Studenten voor morgen (<http://www.studentenvoormorgen.nl>)*

Naar aanleiding van deze gesprekken en/of in de voorbereiding daarvan kan het zijn dat u bepaalde veronderstellingen uit het rekenschema in Tabel 10 nog nader wilt toetsen.

De financiële besparingen in Tabel 10 zijn in belangrijke mate afhankelijk van de vermeden kosten per bespaarde kWh. De energiecoördinator van uw instelling of de persoon die verantwoordelijk is voor de energierekening kan u helpen aan getallen zoals die voor uw instelling gelden. Een andere mogelijke bron is de Module Energieprijzen Utiliteit van Agentschap NL: <http://bit.ly/energicijfersnl> (N.B. de cijfers van Agentschap NL zijn exclusief BTW).

Het in Tabel 10 gehanteerde kengetal van de vermeden CO₂-equivalente emissies (332 g/kWh) betreft een landelijk gemiddelde van de leveringsmix in Nederland in 2011. Als uw instelling 100% groene stroom gebruikt, dan zou u kunnen overwegen, afhankelijk van het soort emissieboekhouding of ecologische-voetafdrukberekening waar u bij wilt aansluiten, om de vermeden CO₂-equivalente emissies op nul²⁰ te stellen. De energiecoördinator en/of de verantwoordelijke persoon voor de energierekening bij uw instelling kunnen u vertellen welke kentallen u het beste voor uw instelling kunt hanteren.

²⁰ In het boek "How bad are bananas: The carbon footprint of everything" betoogt de auteur (Berners-Lee, 2010) dat — ongeacht hoe groen uw eigen leveringsmix is — de marginale emissies voor elke kWh ongeveer 1 kgCO₂e bedraagt (dus niet wat de gemiddelde emissies zijn per kWh, maar hoeveel het scheelt als je één kWh meer of minder verbruikt), aangezien extra en bespaarde kWh wereldwijd gezien door handel en export zal zullen leiden tot meer c.q. minder kolengestookte elektriciteit, een van de meest CO₂-intensieve vormen van elektriciteitsopwekking.

De in Tabel 10 genoemde besparingen van 230 kWh per jaar (desktop PC) en 70 kWh per jaar (laptop PC) zijn gebaseerd op een doorsnee desktop die 60W meer en een laptop die 32W meer verbruikt in aan stand dan de slaap/uit stand. Mocht u vermoeden dat uw situatie daarvan flink afwijkt, dan kunt u, bijvoorbeeld aan de hand eigen metingen van het aan (idle) {A} verbruik en slaap {S} / uit {U} verbruik, uw eigen kentallen voor de besparing per desktop en laptop PC uitrekenen behulp van het rekenschema uit Tabel 11, waarbij geldt kWh/j = verschil (W) /1000 * uren (h).

soort PC	aan (idle) {A}	sleep/uit {S/U}	verschil	aan zonder PM	aan met PM	effect PM	effect (h/j)	besparing (kWh/j)
Desktop	65W	5W	= 60W	94%	50%	= 44%	≈ 3854h	231
Laptop	35W	3W	= 32W	59%	33%	= 26%	≈ 2278h	73

Tabel 11: Rekenschema quick scan besparingseffect power management (PM) voor desktop en laptop

De cijfers uit Tabel 11 over de effecten van power management — meer tijd in de in de slaap/uit modus in plaats van in de aan-modus: voor een desktop PC 44 procent van het jaar (3854 uur) en voor een laptop PC 26 procent van het jaar (2278 uur) — zijn gebaseerd op het onderzoek met geautomatiseerde metingen op 110.000 PCs zonder en met power management (Barr, Harty, & Nero, 2010). We hebben daarbij conservatief de gemiddelde cijfers aangehouden van alle sectoren in het onderzoek (de effecten in de sector onderwijs waren groter dan gemiddeld in dit onderzoek). Ter vergelijking en voor meer gedetailleerde berekeningen kunt ook gebruik maken van de ENERGY STAR calculator (Excel; online: <http://1.usa.gov/estarcalc>), of van andere door power management software leveranciers aangeboden online calculators uit 0. Een andere, nauwkeuriger manier om het effect van power management in te schatten is het uitvoeren van een baseline-meting. Dit kan als onderdeel van een kleinschalige pilot, zoals beschreven in de volgende sectie.

5.2 Kleinschalige Pilot

In een kleinschalige pilot kunt u in enkele weken doorlooptijd antwoord krijgen op vragen als:

- Wat is het verbruik(spatroon) op werkplekken vóór invoering van power management?
- Welke power management software werkt goed op ons netwerk en op onze werkplekken?
- Hoeveel kan power management in onze instelling besparen?
(nu gebaseerd op meetgegevens van hardware en gebruikersgedrag in de eigen instelling)
- Hoe stellen we de besparing door power management vast?
(immers, niet alle de energierekening bevat meer posten dan alleen elektriciteit voor werkplekken en er zijn ook autonome ontwikkelingen in het elektriciteitsverbruik)

Formeer een projectteam voor de kleinschalige pilot en overweeg om hierbij behalve een medewerker van ICT afdeling en de facilitaire dienst/ energie om ook (vertegenwoordigers van) eindgebruikers te betrekken, bijvoorbeeld via

- lokale afdeling Studenten voor Morgen (<http://www.studentenvoormorgen.nl>)
- lokale leden van de Duurzaam Onderwijs Coalitie (<http://duurzaam-onderwijs.nl/>)

Als het opdrachtgeverschap voor de kleinschalige pilot nog niet is geregeld aan het eind van de quick scan, dan is nu de tijd om dit vast te leggen, evenals de vragen (zie hierboven) die het project met behulp van de kleinschalige pilot moet beantwoorden. De eerste activiteit is het uitwerken van een beknopt projectplan voor de pilot; dit kan bestaan uit de volgende stappen:

1. Selecteer (power management) software voor een baseline meting

De meeste power management software (zie 0) biedt de mogelijkheid om een baseline meting te doen: een meting van energieverbruik zonder power management. Op die manier kunt u beter inschatten hoeveel energie power management bespaart. Daarnaast de baseline meting noodzakelijk zijn als basis voor een eventuele financiële verrekening van besparingen tussen de ICT afdeling en facilitaire dienst. Hoewel het mogelijk is om na de baseline meting te kiezen

voor andere power management software, is het verstandig om nu alvast zoveel mogelijk rekening te houden met de eisen en wensen bij een grootschalige uitrol.

2. Selecteer de werkplekken voor de kleinschalige pilot

Zorg ervoor dat de werkplekken die u selecteert representatief zijn voor alle werkplekken, zowel in technische zin (dus niet alleen desktop PCs selecteren als u ook laptop PCs heeft) als qua werkpatroon (dus niet alleen computers van de ICT afdeling selecteren; het werkpatroon kan anders zijn dan andere afdelingen). Daarbij probeert u de selectie klein genoeg te houden om de uitrol eenvoudig te houden en groot genoeg om de voorspelling voor de energiebesparing betrouwbaar genoeg te houden.

3. Informeer eindgebruikers

De meest betrouwbare meting van de baseline verkrijgt u als u de eindgebruikers niet informeert over de meting. Echter, wij adviseren om de eindgebruikers *wel* te informeren over de meting, bijvoorbeeld ruim een week van tevoren. Zelfs al zou het technisch mogelijk zijn om de gegevens voldoende anoniem en veilig te loggen, dan nog blijft de vraag of dit door de eindgebruikers als een gebrek aan transparantie wordt opgevat en wantrouwen zou kunnen wekken dat ondermijnend werkt voor eventuele medewerking en begrip die u bij grootschalige uitrol nodig zou kunnen hebben.

4. Meet het baseline-verbruik

Meet gedurende 11 tot 32 dagen. Houdt u er rekening mee dat u de metingen van twee dagen aan het begin en twee dagen aan het eind van de meting moet weggooien, omdat in de eerste twee dagen nog niet alle PCs geactiveerd zullen zijn en in de laatste twee dagen nog niet alle PCs hun gegevens zullen hebben opgestuurd. Uiteindelijk houdt u één tot vier volledige weken over. Hou er ook rekening met de trial periode waarin de software eventueel gratis te gebruiken is; u wilt deze wellicht ook nog gebruiken een tweede meetperiode waarin power management is aangeschakeld (zie punt 8).

5. Analyseer resultaten; reken één of meer power management regimes door

Met behulp van de analysefaciliteit aanwezig in veel power management software kunt u de effecten van het toepassen van (verschillende regimes van) power management laten doorrekenen: voor uw instelling als geheel, of apart voor verschillende soorten apparaten en/of afdelingen. Mocht de door u gekozen power management software niet een dergelijke what-If analysefaciliteit hebben, dan kunt u ook zelf een vereenvoudigde benadering daarvan uitrekenen. Gebruik dan uit uw baseline meting het percentage aan zonder power management en bereken vervolgens met behulp van het rekenschema in Tabel 11 en Tabel 10 uw besparing uit. Maak daarbij zo nodig meer soorten apparaten aan voor elk cluster apparaten met een vergelijkbaar vermogensprofiel en percentage-aan-zonder-power-management.

6. Beslis over inzet power management in kleinschalige pilot

Bespreek de analyseresultaten met de belanghebbenden in de projectgroep en kies of en zo ja welk regime / welke regimes ingezet gaan worden.

7. Informeer en betrek eindgebruikers

Informeert de eindgebruikers dat power management functies aangezet worden eindgebruikers (zie sectie 3.4), en bespreek, in geval van keuze tussen regimes welk regime(s) voor welke doelgroep als eerste gekozen gaat worden en vertel wat er wel en niet van ze verwacht wordt tijdens deze fase van de kleinschalige proef en waar ze terecht kunnen met vragen en suggesties.

8. Meet het gewijzigde verbruik na start kleinschalige uitrol power management

Zet nu power management functies aan en meet minstens 11 tot 32 dagen lang het energieverbruik.

9. Analyseer de resultaten, reken één of meer power management regimes door

Analyseer nu opnieuw de resultaten, zoals bij punt 5.

10. Beslis over voorgestelde inzet power management in grootschalige pilot

Evalueer de analyseresultaten met de belanghebbenden in de projectgroep. Evalueer bovendien of de power management software voldoet aan de eisen en wensen. Kies of, en zo ja welke regime / welke regimes ingezet gaan worden in de grootschalige uitrol.

11. Rapporteer resultaten, inclusief voorstel voor grootschalige pilot

Rapporteer aan de opdrachtgever en zorg dat er een beslissing wordt genomen of power management grootschalig uitgerold wordt en zo ja welke regimes initieel worden ingezet. Koppel ook terug aan de deelnemers van de kleinschalige proef.

5.3 Grootschalige Uitrol

De grootschalige uitrol kunt u volgens hetzelfde stramien aanpakken als de kleinschalige uitrol, waarbij u voor de beheersbaarheid de uitrol eventueel opdeelt in verschillende golven, bijvoorbeeld per faculteit en/of soort apparaat.

Besteed voldoende tijd aan voorlichting en communicatie met eindgebruikers (zie sectie 3.4); hanteer daarbij het perspectief dat power management een hulpmiddel is dat u aan eindgebruikers aanreikt om gemakkelijk veel besparingen (in geld, energie en vermeden CO₂-uitstoot) te realiseren.

6 Quick scan power management voor de hoger-onderwijssector

Stel, dat alle hoger-onderwijsinstellingen inzetten op power management, wat zou het besparingspotentieel dan zijn? Hieronder rekenen we in Tabel 12 een quick scan door voor de hele sector. Volgens een recent onderzoek (Mansystems, 2010) staan bij de in het onderzoek onderzochte hoger-onderwijsinstellingen 31.371 desktop PCs, 13.044 laptop PCs en 602 thin clients. Geëxtrapoleerd naar de gehele sector op basis van aantallen werknemers betekent dat ca. 116.000 desktop PCs en ca. 48.000 laptop PCs.

BESPARING	aantal	(kWh/PC)	(kWh/j)	€/kWh	(€/j)	(tCO ₂ /j)	(TJp)
desktop PCs	116.000 x	230 =	26.680.000 x	€ 0,10 =	€ 2.668.000	8.858	240
laptop PCs	48.000 x	70 =	3.360.000 x	€ 0,10 =	€ 336.000	1.116	30
besparing/j	164.000		30.040.000 ²¹		€ 3.004.000	9.974	270
kosten		uren (h/PC)	uren (h)		kosten (€)		
arbeidsloon	164.000 x	0,08	13120 x	€ 31,25	€ -410.000		
software	164.000 x			€ 10,00	€ -1.640.000		
KOSTEN²²					€ -2.050.000		
KOSTEN/J	164.000 x			€1,50	€ -246.000		
BESPARING					€ 708.000	jaar 1	
					€ 2.758.000	jaar 2	e.v.

Tabel 12: Quick scan besparing power management hoger-onderwijs (universiteiten en hogescholen)

Bij elkaar is het besparingspotentieel ca. € 3 miljoen per jaar en ca. 10 kiloton vermeden CO₂-emissies. Omgerekend conform de MJA3 norm²³ is het besparingspotentieel 270 TJ primaire energie; dit is 3,5% van het totale energieverbruik (7671 TJ primaire energie in 2010 aldus (Agentschap NL, 2011)) en deze besparing is structureel. De netto besparingen (besparingen na aftrek van loonkosten en eventuele kosten van aanschaf en jaarlijkse onderhoudskosten) van power management software voor de hele sector schatten we op ca. €700.000 voor jaar 1 en €2,75 miljoen voor jaar 2 en verder. De ambitie van convenantpartners in MJA3 is om door middel van maatregelen elk jaar structureel 2% extra te besparen ten opzichte van het totale primaire energievraag (in het referentiejaar 2005) en 8% voor elke periode van een EEP. In het hoger beroepsonderwijs en wetenschappelijk onderwijs zou power management als maatregel dus een significante bijdrage kunnen leveren om een jaarambitie van 2% of wellicht zelfs een significant deel van de ambitie van 8% voor de nieuwe EEP periode 2013-2016 te realiseren. Een kleinschalige pilot voor de sector zou meer zekerheid kunnen geven over deze maatregel.

²¹ Oftewel ca. 30 GWh voor de hele sector. Een eerdere studie (Mansystems, 2010) schatte voor 9 instellingen (27% van de sector) besparingen door power management en zuiniger apparatuur samen op 13,5 GWh.

²² Een gezamenlijke aanpak vanuit de sector zou deze kosten nog kunnen drukken.

²³ De MJA norm stelt 1 kWh gelijk aan 9 MJ primaire energie, op basis van een vaste efficiëncynorm van 40% voor de generatie en transport (1 Ws = 1 J; 1 kWh = 1000x60x60 J = 3,6 MJ; 1 J = 1/40% Jp; 1 kWh = 3,6/40% = 9 MJp)

7 Conclusie

Werkplekapparatuur verbruikt veel elektriciteit, zelfs meer dan datacentra. Dit is niet alleen zo op nationale schaal (0,50 kWh/p/d voor computers en randapparatuur tegenover 0,24 kWh/p/d voor datacentra) en in kantoren (0,10 kWh/p/d tegenover 0,08 kWh/p/d), maar het gaat ook op voor de hoger-onderwijssector (0,34 kWh/st/d tegenover 0,23 kWh/st/d). Een deel van dit elektriciteitsverbruik is onnodig: diverse computers staan 's nachts en in het weekend aan — en niet in de veel energiezuiniger slaap of uit-stand — terwijl niemand ze gebruikt. Volgens vragenlijst-onderzoeken zegt een ruime meerderheid de computer elke nacht uit te zetten. Een onderzoek uit 2010 gebaseerd op metingen onder 110.000 PCs in de VS in verschillende sectoren toont echter een ander beeld: het overgrote deel van het jaar (94%) staan desktop PCs gemiddeld in de aan-stand. Ook laptop PCs staan volgens deze metingen nog voor meer dan de helft aan (51%).

Als dat in het hoger onderwijs in Nederland ook zo is — en we hebben geen aanwijzingen gevonden om te veronderstellen dat dit niet zo zou zijn — dan valt er ook in het hoger onderwijs flink te besparen op elektriciteit op werkplekken in het hoger onderwijs. Gebruikers kunnen natuurlijk zeer goede redenen hebben om computers aan te laten staan. Tot enkele jaren geleden werkte de slaapstand bijvoorbeeld niet altijd naar behoren en dat kan gebruikers en/of systeembeheerders kopschuw hebben gemaakt. Deze problemen zijn inmiddels vrijwel volledig verdwenen. Toch zijn gebruikers vaak onwetend, onbewust, onnadenkend en/of onbekwaam wat betreft het uitzetten of om (laten) schakelen naar de slaapstand van werkplekapparatuur.

Met een hulp van de computer zelf, in de vorm van power management software, blijkt een wereld te winnen. Power management software zorgt ervoor dat de juiste instellingen voor de slaapstand van PC en monitor geeffectueerd wordt op computers aangesloten op het instellingsnetwerk en zorgt ervoor dat computers op bepaalde tijdstippen desgewenst uitgeschakeld worden en op bepaalde tijdstippen zelfs wakker gemaakt kunnen worden (bijvoorbeeld als back-ups of updates per se 's nachts uitgevoerd moeten worden). Praktijkmetingen wijzen uit dat een doorsnee desktop PC met power management zo'n 230 kWh per jaar minder elektriciteit verbruikt. Dit bespaart ca. € 23 en vermijdt 77 kg CO₂-equivalente broeikasgasemissies per jaar. Voor een laptop is dit minder, zo'n 70 kWh (€ 7 en 24 kg CO₂e) per jaar. Voor een instelling met 5000 desktop PCs zijn de besparingen per jaar op deze manier ca. € 116.000 per jaar en 385 ton CO₂e.

Met behulp van het plan van aanpak in dit deze verkenning is een quick scan in enkele uren gemaakt. Het uitvoeren van een kleinschalige pilot vergt enkele weken doorlooptijd. De loonkosten en eventuele aanschaf van power management software is binnen enkele maanden terugverdiend, vaak zelfs binnen een jaar. Voor de hoger-onderwijssector als geheel zou power management als maatregel een significante bijdrage kunnen leveren in de ambities op het gebied van energiebesparing in het MJA3 convenant. Met deze verkenning hopen we daarvoor een goed fundament te hebben gelegd.

Bronnen

- Agentschap NL. (2010). *Meerjarenspraak Energie-Efficiëntie MJA3: Resultaten 2009*. Opgeroepen op december 15, 2011, van <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/2MJAA1001%20Resultaten%20Meerjarenspraken%2009.pdf>
- Agentschap NL. (2011, January 10). *Handreiking Monitoring MJA3*. Opgeroepen op October 09, 2011, van http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Handreiking_monitoring_MJA3_19-01-2011.pdf
- Agentschap NL. (2011). *Resultaten 2010: Resultatenbrochure convenanten meerjarenspraken energie-efficiëntie*. Opgeroepen op december 15, 2011, van http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/2MJAP1165_Resultaten_Meerjarenspraken_2010.pdf
- Alliance to Save Energy. (2010). *PC Energy report 2009: United States, United Kingdom, Germany*. Opgeroepen op October 09, 2011, van http://www.1e.com/EnergyCampaign/downloads/PC_EnergyReport2009-UK.pdf
- Barr, M., Harty, C., & Nero, J. (2010). *Enterprise PC Power Management Tools: Greening IT from the Top Down*. Opgeroepen op december 13, 2011, van <http://www.qdstrategies.com/whitepapers/GreeningITFromTheTopDown.pdf>
- Berners-Lee, M. (2010). A unit of electricity. In M. Berners-Lee, *How bad are bananas? The carbon footprint of everything* (pp. 55-59). London, UK: Profile books.
- Bles, M. &. (2011, February). *Achtergrondgegevens Stroometikettering 2010*. Opgeroepen op October 26, 2011, van http://www.ce.nl/?go=home.downloadPub&id=1136&file=3416_defrapportMaBSD.pdf&PHPSESSID=cd92d9365e16581bcac1f181ed5d9444
- BP. (2011). *Statistical Review of World Energy: June 2011*. Opgeroepen op October 09, 2011, van BP: <http://www.bp.com/statisticalreview>
- Clevers, S. (2010, September 28). *Ketenkaart ICT-gebruik kantoortoepassingen*. Opgeroepen op december 6, 2011, van http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Ketenkaart_ICT_gebruik_kantoortoepassingen_3_11_2010.pdf
- Clevers, S., Popma, P. & Elderman, M. (2009, August 27). *Energiemonitor ICT 2008*. Opgeroepen op October 09, 2011, van <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2009/10/14/energiemonitor-ict-2008/atlaskopie-9165545-v1-eindrapport-energiemonitor-ict-2008-1-pdf.pdf>
- Clevers, S.H., Verweij, R. (2007, October 26). *ICT stroomt door: Inventariserend onderzoek naar het elektriciteitsverbruik van de ICT-sector & ICT-apparatuur*. Opgeroepen op October 9, 2011, van <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2008/01/29/ict-stroomt-door/ict-stroomt-door-1.pdf>
- Diamond, R. &. (2000). Revealing myths about people, energy and buildings. *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*. Asilomar, CA, USA.
- ENERGY STAR. (2011). *Public Domain/Operating System Solutions for Activating Sleep Settings*. Opgeroepen op december 11, 2011, van http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_sleep_activate
- European Commission. (2001). *Green Paper: Towards a European strategy or the security of energy supply*. Opgeroepen op October 09, 2011, van http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy-supply/doc/green_paper_energy_supply_en.pdf

- Gartner. (2007, April 26). *Gartner Estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO2 Emissions*. Opgeroepen op August 30, 2011, van Gartner Newsroom: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867>
- Global Action Plan. (2007, December). *An Inefficient Truth*. Opgeroepen op August 30, 2011, van <http://greenict.org.uk/sites/default/files/An%20Inefficient%20Truth%20-%20Full%20Report.pdf>
- Hamilton, J. (2010, September 18). *Overall Data Center Costs*. Opgeroepen op August 30, 2011, van Perspectives: <http://perspectives.mvdirona.com/2010/09/18/OverallDataCenterCosts.aspx>
- Hogeschool Arnhem-Nijmegen. (2011). *Duurzaamheid en de HAN*. Opgeroepen op december 15, 2011, van <http://www.han.nl/start/corporate/over-de-han/werken-aan-kwaliteit/duurzaamheid/>
- Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN). (2010). *Jaarverslag HAN Duurzaam: Energiebeleid en Duurzaamheidsaspecten binnen Bedrijfsvoering 2010*. Opgeroepen op October 09, 2011, van <http://specials.han.nl/focus/duurzaamheid/content/over/projectgroep/Jaarverslag-HAN-Duurzaam-Energiebeleid-en-Duurzaamheidsaspecten-binnen-Bedrijfsvoering-2010.pdf>
- Jönbrink, A. K., & Zackrisson, M. (2005). *EuP preparatory study, TREN/D1/40-2005, Lot 3: Personal computers and monitors: Intermediate draft report: Task 4 Technical analysis existing products and Task 5 Definition of base-case*. Opgeroepen op december 15, 2011, van <http://extra.ivf.se/ecocomputer/downloads/EuP%20Lot%203%20Task%204-5%20draft%20report.pdf>
- M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds). (2007). *Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Opgeroepen op October 09, 2011, van <http://www.ipcc-wg2.gov/publications/AR4/index.html>
- Mackay, D. (2008). *Sustainable energy - Without the hot air*. Opgeroepen op October 09, 2011, van <http://www.withouthotair.com/Electronic.html>
- Mansystems. (2010, December). *Scan duurzaamheid ICT in hoger onderwijs 2010: Met duurzame ICT veel winst te behalen*. Opgeroepen op October 09, 2011, van <http://www.surfoundation.nl/nl/publicaties/Documents/Scan%20duurzaamheid%20ICT%20hoger%20onderwijs%202010%20def.pdf>
- National Energy Foundation. (2006, September). *Assessment of Potential for Energy Savings from PC Software Management*. Opgeroepen op October 09, 2011, van <http://www.1e.com/energycampaign/downloads/1ENEFReport.pdf>
- Nordman, B., Piette, M. A., Kinney, K., & Webber, C. (1997). *User Guide to Power Management for PCs and Monitors*. Opgeroepen op december 9, 2011, van <http://eetd.lbl.gov/EA/Reports/39466/39466.PDF>
- SustelIT. (2009). *ICT Energy and Carbon Footprinting Tool Updated August 2009*. Opgeroepen op november 27, 2011, van http://www.susteit.org.uk/files/files/22-SustelIT_Energy_&Carbon_Footprinting_Tool_Aug_2009.xls
- US Environmental Protection Agency. (2011). *Activate power management on your computer*. Opgeroepen op december 2, 2011, van ENERGY STAR: http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_users
- Walker, J. (2009). *Power management for networked computers: Review of utility incentive programs*. Opgeroepen op december 12, 2011, van <http://www.beaconconsultants.com/Utility-Incentives-for-Computer-Power-Mgmt.pdf>
- Walker, M. (2010). *Becoming a Power Management Champion*. Opgeroepen op december 9, 2011, van Climate Savers Computing: http://www.climatesaverscomputing.org/wordpress/wp-content/uploads/2011/06/Becoming_A_Power_Management_Champion.pdf

Appendix A – Meer informatie

Op diverse plekken op het internet kunt u meer informatie vinden over power management.

Informatieve websites

- Climate Savers computing initiative
<http://www.climatesaverscomputing.org/>
- ENERGY STAR Power Manage website
http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_low_carbon_join

LinkedIn groepen

- LinkedIn groep Groene ICT (Nederlands),
<http://www.linkedin.com/groups?gid=3694062>
- LinkedIn Groep Powermanagement van werkplekapparatuur (subgroep van Groene ICT)
<http://www.linkedin.com/groups?gid=4199887>

Power management calculators

Onderstaande calculators geven een indruk van de besparingen van power management op basis van veronderstellingen over het huidige deel van de tijd dat uw werkplekken aan staan. Dit kan behulpzaam zijn in de quick scan fase van een power management traject.

Organisatie	Soort	Korte URL	Vorm
ENERGY STAR	PC power management	http://1.usa.gov/estarcalc	Excel
Lumension	PC power management	http://bit.ly/pmcalc_lumension	web
Absolute Software	PC power management	http://bit.ly/pmcalc_absolute	web
Verismic	PC power management	http://bit.ly/pmcalc_verismic	web
Faronics	PC power management	http://bit.ly/pmcalc_faronics	web
1E	PC power management	http://bit.ly/pmcalc_1e	web
Datasynergy	PC power management	http://bit.ly/pmcalc_datasynergy	web
SusteIT	carbon footprinting tool	http://bit.ly/susteitcalc	Excel

Gegevens over daadwerkelijke percentages van de tijd dat uw werkplekken aan staan kunt u verkrijgen met de meetfunctie die veel power management software biedt; wij raden aan om deze informatie te verzamelen in een kleinschalige pilot na de quick scan.

Appendix B – Power management software

De afgelopen jaren is het aanbod van power management software flink gegroeid. Op de volgende pagina staat een overzicht met hyperlinks. Hieronder volgt eerst een overzicht van de belangrijkste overeenkomsten en verschillen, die kunnen helpen bij het selecteren van een geschikte oplossing voor uw instelling.

Belangrijkste overeenkomsten

- *Testimonials:*
Van vrijwel alle pakketten zijn testimonials van klanten te vinden via de hyperlinks in de tabel, of via http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_comm_packages
- *Gratis proefversie*
Vrijwel alle genoemde pakketten (met uitzondering van Apple Remote Desktop) bieden een volledig functionele gratis proefversie aan die u enkele weken kunt uitproberen (vaak 30 dagen of meer).
- *Windows ondersteuning*
Vrijwel alle power management softwarepakketten ondersteunen Windows (met uitzondering van Apple Remote Desktop en Dssw Power Manager Professional)

Belangrijkste verschillen

- *Betaald versus gratis (c.q. onderdeel van besturingssysteem)*
Diverse pakketten zijn gratis of zijn onderdeel van veel gebruikte besturingssystemen. Deze pakketten bieden doorgaans minder functionaliteit dan betaalde, bijvoorbeeld ontbreekt vaak een rapportagefunctionaliteit. Een uitzondering hierop vormen Green IT software en PAWS, die gratis zijn en wel rapportagefunctionaliteit bieden. PAWS komt overigens pas in maart 2012 beschikbaar.
- *Rapportagefunctionaliteit*
Alle betaalde power management pakketten bieden de mogelijkheid om te monitoren en rapporteren hoe lang en wanneer computers in een bepaalde energieverbruiksmodus staan, zodat u meer inzicht krijgt in uw baselineverbruik en het effect van powermanagement.
- *Onderdeel van endpoint managementpakket*
Sommige pakketten zijn onderdeel of kunnen onderdeel zijn van een groter endpoint-management pakket, met functies voor bijvoorbeeld software updates, security, asset en licence management. Deze integratie kan een argument zijn om voor een bepaald pakket te kiezen. Het zijn echter doorgaans wel de duurdere software pakketten die een dergelijke integratie ondersteunen.
- *Ondersteuning van meer dan werkplekken alleen*
Enkele pakketten, zoals JouleX, ondersteunen niet alleen het monitoren en managen van energiegebruik van PCs en monitoren, maar ook van zeer veel andere ICT apparatuur.
- *Focus op feedback naar eindgebruikers*
Greentrack: is een van de weinige pakketten met focus op feedback naar eindgebruikers.

Leverancier	Product	free/ OS	report	endpoint management	Win	Mac	Linux	URL
SpiceWorks	Green IT software	x	x	x	x	x	x	http://www.spiceworks.com/free-pc-power-management-tool/
Aberystwyth University	PAWS	x	x		x	x	x	http://paws.aber.ac.uk
ENERGY STAR	EZ GPO	x			x	-	-	http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_pm_ez_gpo
Microsoft	system image	x			x (OS)	-	-	http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_hd_image
Microsoft	Windows Group Policies	x			x (OS)	-	-	http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_enterprises_winVista
Microsoft	Windows Group Policy Preferences	x			x (OS)	-	-	http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_enterprises_winVista_pref
Microsoft	Windows Powercfg.exe	x			x (OS)	-	-	http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_powerconfig
Microsoft	Windows Task Scheduler	x			x (OS)	-	-	http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_power_mgt_wts
Absolute Software	Absolute Manage Power Management		x	x	x	x	-	http://www.absolute.com/en/products/absolute-manage/power-management.aspx
EIP	eiPower Saver Solution		x	x	x	x	-	http://www.entisp.com
Lumension	Endpoint Power Management		x	x	x	-	-	http://www.lumension.com/Products/Endpoint-Management-Security-Suite/Endpoint-Power-Management.aspx
JouleX	Energy Manager for PCs		x	x	x	x	x	http://www.ioulex.net/products-0/ioulex-energy-manager-for-pcs/
Dell	Kace		x	x	x	x	-	http://www.kace.com/products/systems-management-appliance/features/power-management.php
LANDesk	Power Management		x	x	x	x	-	http://www.landesk.com/products/power-manager.aspx
BigFix (an IBM company)	Tivoli Endpoint Manager for Power Management		x	x	x	x	-	http://www-01.ibm.com/software/tivoli/products/endpoint-power-mgmt/?s_pkg=bfwm
Event Zero	Greentrac		x		x	x	x	http://www.greentrac.com
1E	NightWatchman Enterprise		x		x	x	-	http://www.1e.com/it-efficiency/software/nightwatchman-enterprise-pc-power-management/
Verismic	Power Manager		x		x	x	-	http://www.verismic.com/power_manager.html
Faronics	Powersave		x		x	x	-	http://www.faronics.com/enterprise/power-save/
New Boundary Technologies	PwrSmart Service		x		x	x	-	http://www.newboundary.com/products/pwrsmart-service
Verdiem	Surveyor		x		x	x	-	http://www.verdiem.com/
Adaptiva	Companion		x		x	-	-	http://www.adaptiva.com/products_companion.html
Enviprot	Enviprot		x		x	-	-	http://www.enviprot.de/en.html
DataSynergy	PowerMAN		x		x	-	-	http://www.datasynergy.co.uk/products/powerman/

Leverancier	Product	free/ OS	report	endpoint management	Win	Mac	Linux	URL
Integrated Research	PowerMinder		x		x	-	-	http://powerminder.com/
Modus Interactive	Powerwise		x		x	-	-	http://www.modus-interactive.co.uk/products/powerwise
Emco Software	Remote Shutdown, WakeOnLAN		-		x	-	-	http://emcosoftware.com
SetPower	SetPower		-		x	-	-	http://setpowersoftware.com/default.aspx
Apple	Remote Desktop		-	x	-	x	-	http://www.apple.com/remotedesktop/
Dssw	Power Manager Professional		-		-	x	-	http://www.dssw.co.uk/index.html

Tabel 13: Enkele power management software pakketten