

Richtlijn voor energiebesparing in de ICT branche

Mb versus MWh

Auteurs:
Josco Kester
Frans Ligthart
Niels Sijpbeer

Verantwoording

Deze opdracht is uitgevoerd door ECN-DEGO onder projectnummer 8.44066. Opdrachtgevers waren NOVEM en de Milieudienst van Amsterdam. Opdrachtnummer bij NOVEM voor deze opdracht is 645.120-1108.

VOORWOORD DOOR DE MILIEUDIENST AMSTERDAM

Het energieverbruik van ICT-bedrijven is al ruim anderhalf jaar onderwerp van studie bij de Milieudienst Amsterdam. De grote vraag naar elektriciteit verbaasde ons in eerste instantie en leidde na een eerste analyse tot twee fundamentele vragen: kan het niet efficiënter en kan er iets nuttigs met de afvalwarmte gebeuren.

Deze nota gaat over de eerste vraag. De tweede zal in ander verband en later aan de orde komen.

Om goed te kunnen beoordelen of energiebesparing mogelijk is zullen we eerst moeten bepalen wat er staat aan computer- en hulpapparatuur en hoe het energieverbruik zich verhoudt tot de geleverde prestaties. Daartoe zijn dus kengetallen ontwikkeld die de lezer een houvast geven bij de beoordeling en interpretatie van de cijfers.

Deze nota vergroot ons inzicht in dat deel van de ICT-branche dat zich met grootschalige dataverwerking, datatransport en dataopslag bezig houdt. De 100% bedrijfszekerheid die dit onderdeel van de ICT-branche vergt is een bijkomend vraagstuk.

Fundamenteler onderzoek zal zich, bij voorkeur in samenwerking met de branche, richten op het aanpassen van het energieverbruik aan het data-transport dat door de dag heen fluctueert en op meer robuuste apparatuur die onder hogere temperaturen kan functioneren zonder dat dit ten koste gaat van de prestatie of de levensduur. Deze aspecten zullen voorlopig bij de vergunningverlening geen, of slechts een beperkte rol spelen.

Anders is het met de koeltechniek. Daar is ontwikkeling en innovatie nog aan de orde van de dag. Nieuwe technieken, geoptimaliseerde bestaande technieken, en soms zelfs oude technieken die in ere worden hersteld, bieden een breed scala aan creatieve technici om tot een energiezuinig ontwerp te komen. Daar is het probleem dat de ICT-branche haast heeft en zich geen tijd gunt om goed na te denken. De vergunningverlener kan, mits op tijd betrokken, dat creatieve proces stimuleren en laten onderbouwen door investeringen en besparingen via de systematiek van terugverdientijden met elkaar in verband te brengen.

De locatiekeuze kan eveneens een bijdrage leveren aan de besparing op primaire energie. Het lokaliseren van een ICT-bedrijf nabij een stadsverwarmingsnet met hoge temperatuur brengt de toepassing van absorptiekoeling naderbij. En als laatste is de keuze voor duurzame energie of groene stroom aan de orde. Dat is een keuze die niet kan worden afgedwongen, maar die een bedrijf vanuit de eigen missie en filosofie zelf moet maken. Maar ook duurzame energie moet efficiënt worden gebruikt.

Deze nota biedt voldoende houvast voor een eerste beoordeling van een ICT-bedrijf en toont door de vergelijking met kengetallen en ervaringen uit het verleden al snel aan waar de kansen en bedreigingen liggen. Een goede hulp die ons steeds zal blijven prikkelen tot na- en meedenken.

Nic Frederiks, Milieudienst Amsterdam

INHOUD

VOORWOORD DOOR DE MILIEUDIENST AMSTERDAM	2
SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	5
1.1 Kenmerken van een datahotel	6
1.2 Energiegebruik van een datahotel	6
2. AANPAK VOOR VERMINDEREN VAN ENERGIEGEBRUIK	7
2.1 Aanpak	7
2.2 Checklist	7
3. MAATREGELEN VOOR VERMINDEREN VAN ENERGIEGEBRUIK	8
3.1 ICT apparatuur	8
3.2 Klimaatbeheersing	8
3.2.1 Vermijden van koelvraag	9
3.2.2 Vrije koeling	9
3.2.3 Compressiekoeling	11
3.2.4 Deellast regelingen	13
3.2.5 Koudemiddelen	14
3.3 Ononderbroken elektrische voeding	14
3.4 Kantoorruimten	14
3.5 Verlichting	14
4. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	15
BIJLAGE 1: CHECKLIST ENERGIEGEBRUIK ICT-BEDRIJVEN	17
BIJLAGE 2: ABSORPTIEKOELING	26

SAMENVATTING

De groei van dataverkeer om telecommunicatie en internetactiviteiten mogelijk te maken heeft grote gevolgen voor het energiegebruik en de daarmee samenhangende uitstoot van CO₂. Aangezien deze branche een extreem hoog energiegebruik heeft en aan explosieve groei onderhevig is, is het zinvol om deze doelgroep een specifieke richtlijn voor te leggen waarmee een energieadvies 'op maat' kan worden geleverd.

Dit document omvat een richtlijn waarmee het energiegebruik van ICT bedrijven kan worden gekwantificeerd en waarin mogelijkheden om energie te besparen worden aangedragen. De richtlijn kan niet alleen gebruikt worden als hulpmiddel bij het opstellen van energierapportages voor 'sites', maar kan ook worden gebruikt door de inspecteurs van gemeentelijke milieudiensten om de energierapportages en de 'sites' te beoordelen.

Veel energie kan bespaard worden wanneer kennis en ervaringen over de mogelijkheid voor energie-efficiënte installaties voor ICT bedrijven, vroegtijdig in het voorbereidingstraject van een nieuwe site worden overgedragen. Wanneer deze kennis en ervaringen worden benut, kan dit aanzienlijke energie- (en dus ook kosten-) besparing opleveren. Het kan daardoor het traject voor de milieuvergunningsaanvraag verkorten.

Ontwikkelingen op het gebied van apparatuur en installaties zoals die worden toegepast in datahotels en telecomswitches, moeten nauwlettend in de gaten worden gehouden om in te kunnen spelen op nieuwe ontwikkelingen. Het is van groot belang om apparatuur die uit deze ontwikkelingen voortkomen en kunnen leiden tot energiebesparing, binnen de ICT onder de aandacht te brengen.

Dit rapport geeft een overzicht van mogelijkheden om energie te besparen in de ICT branche. Het vormt tevens een aanzet voor verdere kennisuitwisseling over dit onderwerp binnen de ICT-branche en de kring van toeleveranciers. Momenteel zijn besparingen van 20% tot 40% op de koelenergie (ca. 10% op het totale energiegebruik) eenvoudig haalbaar, zonder dat dit extra kosten met zich meebrengt. Dit blijkt uit de ervaringen die ECN heeft opgedaan bij het beoordelen van energierapportages van ICT-bedrijven en in projecten voor energiebesparing in deze branche.

Wanneer met zekerheid het maximale temperatuurbereik van de computerapparatuur ten volle benut mag worden, kan op termijn gekoeld worden met 100% vrije koeling. Ook bij andere functies binnen een ICT bedrijf liggen nog veel mogelijkheden voor energiebesparing. Door op al deze terreinen nieuwe, energiebesparende technieken toe te passen, kan de besparing oplopen tot 20% à 30% van het totale energiegebruik.

1. INLEIDING

De groei van dataverkeer om telecommunicatie en internetactiviteiten mogelijk te maken heeft grote gevolgen voor het energiegebruik en de daardoor veroorzaakte uitstoot van CO₂. De vraag naar nieuw aansluitvermogen van bedrijven in de ICT-branche in de regio Amsterdam overtreft het huidige aansluitvermogen van deze stad. De verwachting is dat deze ontwikkeling uiteindelijk voor een verdubbeling van de energievraag in deze regio gaat zorgen. Landelijk gezien verwacht NOVEM¹ een toename van de werkelijke vermogensopname naar ongeveer 900 MW in 2005, ongeveer gelijk verdeeld over de datahotels en telecom switches. Wanneer 1% van dit vermogen door de ICT branche wordt benut, wordt een hoeveelheid energie gebruikt waarmee ten minste 26.000 eengezinswoningen van elektriciteit kunnen worden voorzien.

De reden dat internetbedrijven zich bij voorkeur in Amsterdam willen vestigen, is dat daar de internet-backbone (transatlantische internetkabel) letterlijk uit de grond komt en dat de aanleg van glasvezelkabels om de verschillende sites met elkaar en met de internet-backbone te verbinden veel geld, maar vooral ook veel tijd kost. Dit neemt niet weg dat in andere steden het aantal internetbedrijven ook sterk toeneemt.

De ICT-branche is snel. Het aansluitvermogen voor de faciliteiten moet, bij wijze van spreken, gisteren beschikbaar zijn om vandaag geld op te leveren. Dit is de hoofdoorzaak dat er veelal geen of te weinig inspanning wordt geleverd om een efficiënt energetisch concept voor een 'site' te realiseren. Een andere belangrijke oorzaak is dat grote computerruimten (nog?) niet aan een energieprestatienorm hoeven te voldoen.

De milieudienst verlangt bij het indienen van een aanvraag in het kader van de wet milieubeheer dat voor een dergelijke 'site' een energieonderzoek moet worden gedaan. Hiermee moet inzicht worden gegeven in het te verwachten energiegebruik en of er voldoende maatregelen zijn genomen om dit te reduceren. Dit onderzoek moet worden verricht door een onafhankelijk bureau.

De ICT-branche heeft een extreem hoog energiegebruik en is aan een explosieve groei onderhevig. Daarom is het zinvol om deze doelgroep een specifieke richtlijn voor te leggen waarmee een energieadvies 'op maat' kan worden geleverd. Dit document omvat een richtlijn waarmee het energiegebruik van ICT bedrijven kan worden gekwantificeerd en waarin mogelijkheden om energie te besparen worden aangedragen. De richtlijn kan niet alleen gebruikt worden als hulpmiddel bij het opstellen van energierapportages voor 'sites', maar kan ook worden gebruikt door de inspecteurs van gemeentelijke milieudiensten om de energierapportages en de 'sites' te beoordelen.

In volgende twee paragrafen wordt ingegaan op de kenmerken van een datahotel en hoe de verdeling van het energiegebruik van een datahotel eruit ziet. Er wordt vooral gesproken over datahotels, maar dezelfde kenmerken vindt men in telecomswitches. De energiebesparingopties en de checklist zoals die later aan de orde komen, kunnen ook gebruikt worden bij telecomswitches. Bij telecomswitches zijn de geïnstalleerde vermogens van de apparatuur doorgaans lager dan bij datahotels.

¹ Situatie zoals geïnventariseerd eind 2000 door Tebodin in opdracht van NOVEM. Zie ook rapport: Mobiliteit van Data tegen (w)elke prijs? Verkennende studie naar het energiegebruik van ICT-infrastructuur voor 2000-2009.

1.1 Kenmerken van een datahotel

In hoofdlijnen kan men zeggen dat datahotels en telecomswitches bestaan uit de volgende componenten:

- kabels, zowel glasvezel als koper
- apparaten die het optische signaal overzetten naar een elektrisch signaal (multiplexers)
- eenheden die de signalen naar de juiste adressen sturen (routers)
- processoren die commando's verwerken (CPU's)
- opslagmedia zoals schijfeenheden
- elektronica die het onderling communiceren van de apparaten mogelijk maken (i/o kaarten)

De facilitaire voorzieningen van ICT bedrijven bestaan uit:

- het gebouw
- brandblusvoorzieningen,
- beveiliging, bewaking onderhoud en service
- noodstroom en no-break sets die ervoor zorgen dat altijd spanning van de juiste kwaliteit aan de apparatuur kan worden aangeboden (ook bij uitval van het net)
- klimaatbeheersing

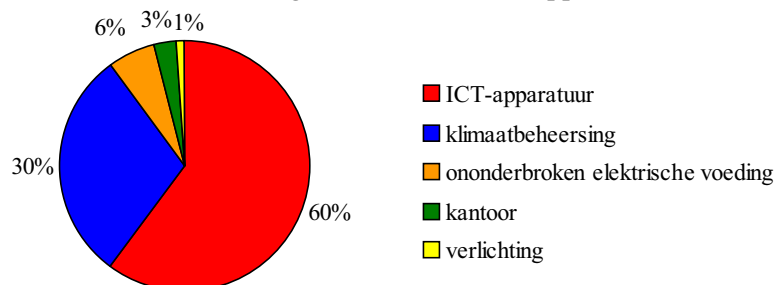
Konden enkele jaren geleden internet bedrijven nog gevestigd zijn in afgedankte bedrijfsruimten, nu lijken ze meer op een zwaar bewaakt commandocentrum. De eisen die gesteld worden aan de continuïteit van het bedrijf zijn zeer hoog vanwege de grote inkomstenschade bij uitval van de installatie.

1.2 Energiegebruik van een datahotel

Het energiegebruik van een datahotel wordt hoofdzakelijk bepaald door de volgende onderdelen:

- computerapparatuur
- klimaatbeheersing
- ononderbroken elektrische voeding
- kantoren en overige ruimten
- verlichting

Deze onderverdeling sluit aan bij de verschillende functies binnen een datahotel. De indeling is gemaakt in volgorde van het aandeel van die functie ten opzichte van het totale energiegebruik. Figuur 1 geeft als voorbeeld per onderdeel globaal aan wat in de huidige situatie het aandeel is van het totale energiegebruik van een 'site'. Deze waarden zijn gebaseerd op de overlegde energierapporten van een aantal bedrijven die in 2000 een milieuvergunning hebben aangevraagd. Er zijn overigens grote verschillen tussen bedrijven onderling, met name in het energiegebruik voor klimaatbeheersing. Dit varieert in de rapporten tussen 19% en 38%.



Figuur 1: Een gemiddelde verdeling van het energiegebruik van verschillende onderdelen van een huidige internetsite (situatie in 2000)

Uit de grafiek blijkt dat de ICT-apparatuur ca. 60% van het energiegebruik voor zijn rekening neemt. De overige 40% van het energiegebruik gaat naar hulpfuncties. Circa 30% van het

energiegebruik gaat naar klimaatbeheersing en circa 6% naar de ononderbroken elektrische voeding. Het energiegebruik van deze functies is direct afhankelijk van het energiegebruik van de ICT-apparatuur. Het energiegebruik van de ICT-apparatuur bepaalt namelijk de hoeveelheid warmte die afgevoerd, en de hoeveelheid noodstroom die achter de hand gehouden moet worden. Als het energiegebruik van de ICT-apparatuur verminderd wordt, heeft dit daarom invloed op 96% van het totale energiegebruik. De grootste energiebesparingen kunnen daarom bereikt worden door het energiegebruik van de ICT-apparatuur terug te brengen. Daarna komen de klimaatbeheersing en de elektrische voeding.

2. AANPAK VOOR VERMINDEREN VAN ENERGIEGEBRUIK

De volgende paragrafen zijn een uiteenzetting van een algemene aanpak zoals deze gebruikt kan worden om energiebesparing in de ICT branche te realiseren.

2.1 Aanpak

Om efficiënt om te gaan met energie is het niet voldoende om alleen een aantal besparingsmaatregelen toe te passen. Bewust omgaan met energie moet een integraal onderdeel van het bedrijfsontwerp en van de bedrijfsvoering zijn. Dit kan door de volgende aanpak voor het terugdringen van het energiegebruik toe te passen:

1. Bepaal per functie de eisen en wensen en het energiegebruik in het ontwerp
2. Onderzoek per functie de besparingsmogelijkheden voor energie
3. Maak een samenhangend ontwerp en voer dit uit
4. Richt de dagelijkse bedrijfsvoering energiebewust in
5. Evalueer periodiek het energiegebruik per onderdeel

De stappen 1 tot en met 3 hebben betrekking op het ontwerp. De stappen 4 en 5 hebben betrekking op de bedrijfsvoering.

Bij het onderzoeken van besparingsmogelijkheden (stap 2) kan het beste de volgende volgorde worden aangehouden:

1. Vermijden van energievraag
2. Benutten van duurzame energiebronnen
3. Efficiënt inzetten van energie uit fossiele bronnen

Deze volgorde levert in de praktijk in de meeste gevallen het beste eindresultaat.

2.2 Checklist

Om de voorgestelde aanpak te ondersteunen is een checklist opgesteld. Deze is toegevoegd als bijlage 1. Deze checklist bevat een overzicht van besparingsmaatregelen waarvan bijna alle maatregelen thans aangemerkt kunnen worden als "stand der techniek" en die op grond van ALARA (energiegebruik As Low As Reasonably Achievable) toegepast zouden moeten worden. Door maatregelen uit het overzicht van besparingsmaatregelen toe te passen, kan het energiegebruik teruggedrongen worden. Voor een goed resultaat is het aan te bevelen de checklist reeds in een vroeg stadium van het ontwerp te gebruiken. Wanneer het ontwerp zo is geoptimaliseerd, kan de checklist dienen als hulpmiddel bij het opstellen van een energierapport. Ten slotte kan de checklist ook gebruikt worden tijdens de bedrijfsvoering, bij een periodieke evaluatie van het energiegebruik.

3. MAATREGELEN VOOR VERMINDEREN VAN ENERGIEGEBRUIK

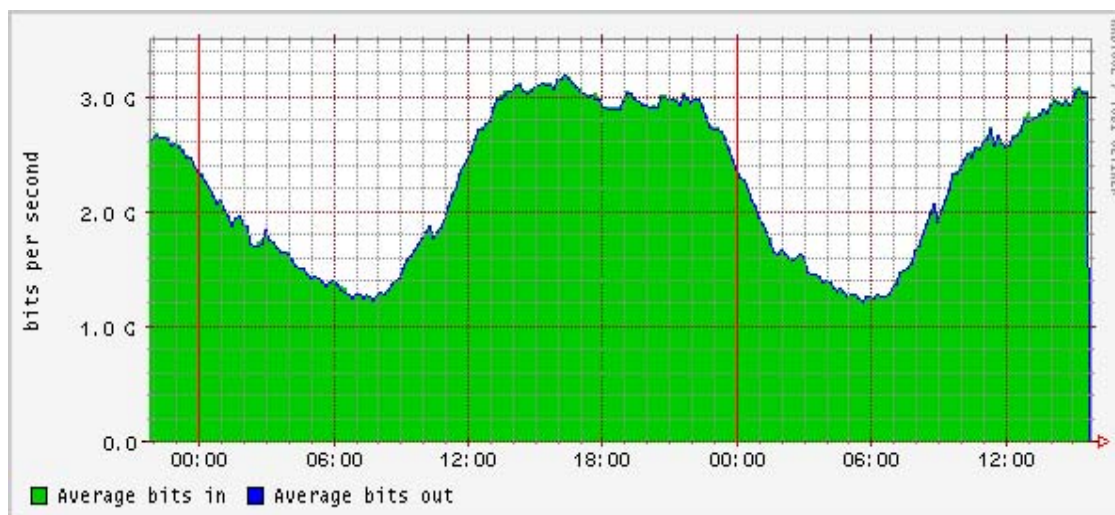
In de volgende paragrafen worden de mogelijke besparingsopties genoemd en waar mogelijk toegelicht. Deze opties komen terug in de checklist, zoals deze in de bijlage is opgenomen. De volgorde zoals die wordt gehanteerd sluit aan bij het aandeel in het totale energiegebruik zoals die is weergegeven in figuur 1.

3.1 ICT apparatuur

Er zijn grote verschillen tussen ICT-apparatuur in capaciteit en in energiegebruik. Bij gelijke prestatie leidt iedere 1% besparing op het energiegebruik van de ICT-apparatuur tot een besparing op het totale energiegebruik van ca. 0,96%. De grootste besparing is daarom te behalen door energie-efficiënte apparatuur toe te passen. De trend naar energiezuinige processoren lijkt ook voor de fabrikanten van belang te worden, aangezien de vraag naar mobiele ICT toepassingen toeneemt.

Door apparatuur toe te passen die in een ruim klimaatgebied en bij hogere temperatuur kan werken, vermindert het energiegebruik voor klimaatbeheersing. Er is apparatuur op de markt die goed functioneert bij een luchttemperatuur van 40 °C en kortstondig zelfs tot 50 °C.

Indien het dataverkeer niet 24 u per dag gelijk is aan de capaciteit van de opgestelde apparatuur kan een deel van de apparatuur tijdelijk op lage capaciteit of stand-by geschakeld worden, zonder dat dit ten koste gaat van de gewenste reactiesnelheid. Hiermee kan veel energie bespaard worden, terwijl er slechts een geringe investering nodig is. Uitgaande van het belastingpatroon op uurbasis van het internet-knooppunt AMS-IX, zoals is aangegeven in Figuur 2, kan met deze maatregel tot 10% van het totale energiegebruik bespaard worden. Bij desktop PC's en laptop PC's zijn dergelijke energiemanagement-opties reeds gangbare praktijk.



Figuur 2: Een voorbeeld van de in- en uitgaande datastroom op internetknooppunt AMS-IX gedurende 42 uur (bron: AMS-IX)

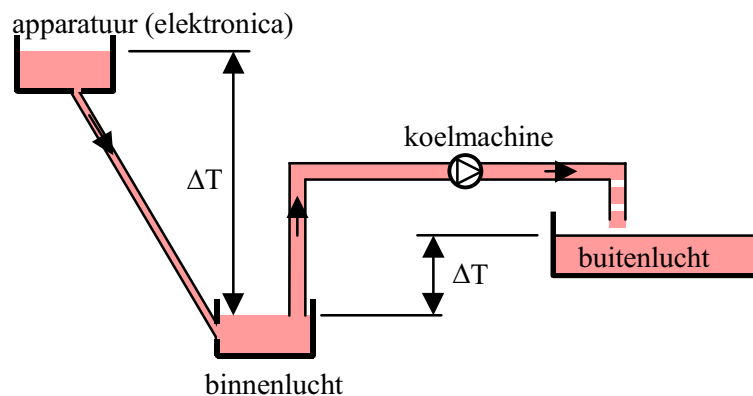
3.2 Klimaatbeheersing

Bij de koeling van de computerapparatuur liggen een aantal concrete mogelijkheden voor energiebesparing. Voor een internetbedrijf is energie-efficiëntie van een koelinstallatie van ondergeschikt belang ten opzichte van de snelheid waarmee de installatie gerealiseerd kan worden. Dit resulteert vaak in inefficiënte installaties die onnodig veel energie gebruiken en

uiteindelijk ook nog onnodig duur zijn in exploitatie. Het is daarom van belang voor internetbedrijven en vanuit milieuoogpunt een energie-efficiënte koelinstallatie te realiseren.

3.2.1 Vermijden van koelvraag

Voor het vermijden van koelvraag is het zinvol zich eerst af te vragen waarom er gekoeld dient te worden; de computerapparatuur produceert warmte. Wanneer deze warmte niet wordt afgevoerd, kan deze apparatuur te warm worden en hierdoor zichzelf uitschakelen. Door computerapparatuur toe te passen die efficiënt energie gebruikt, wordt niet alleen elektriciteit bespaard door het stroomgebruik van de computerapparatuur maar hoeft ook minder warmte van de apparatuur te worden afgevoerd. Ook het toepassen van computerapparatuur met ruimere klimaateisen ten aanzien van temperatuur en vochtigheid kan veel energie besparen. Door de apparatuur te rangschikken op klimaateisen kunnen verschillende ruimten worden ingericht met verschillende klimaateisen. Een hogere luchttemperatuur toelaten in de computerruimten kan een aanzienlijke energiebesparing opleveren. Onderstaande schets toont dit principe.



Figuur 3: Schematische voorstelling van afvoer van warmte uit computerapparatuur: Hoe lager de binnenluchttemperatuur des te hoger de “pompenergie” die door de koelmachine wordt gebruikt om de warmte naar buiten te pompen.

De warmte kan in bovenstaand figuur beschouwd worden als een vloeistof. De koelmachine is te zien als een pomp die de vloeistof verpompt. Het niveau van de vloeistof is te beschouwen als de temperatuur van de warmte.

Veelal wordt de warmte van de computerapparatuur (elektronica) afgevoerd door er (koude) lucht langs te blazen. De warmte die de lucht opneemt wordt vervolgens via een vloeistofsysteem en de koelmachine naar buiten afgevoerd. Door het niveauverschil tussen binnenlucht en buitenlucht in de zomer zo klein mogelijk te houden (dus ook het temperatuurverschil), behoeft de pomp (koelmachine) minder energie om de vloeistof (warmte) naar de buitenlucht af te voeren. Wanneer de binnenlucht een hogere temperatuur heeft dan de buitenlucht (winter), hoeft de koelmachine in zijn geheel niet te draaien omdat de warmte dan 'vanzelf' naar buiten stroomt. Dit begrip wordt ook wel vrije koeling genoemd. Hierop wordt later nog verder ingegaan. Momenteel is er apparatuur beschikbaar die zonder problemen in een ruimte met een temperatuur van 40°C werkzaam kan zijn waardoor de koelmachine voor deze apparatuur geen koude hoeft te leveren.

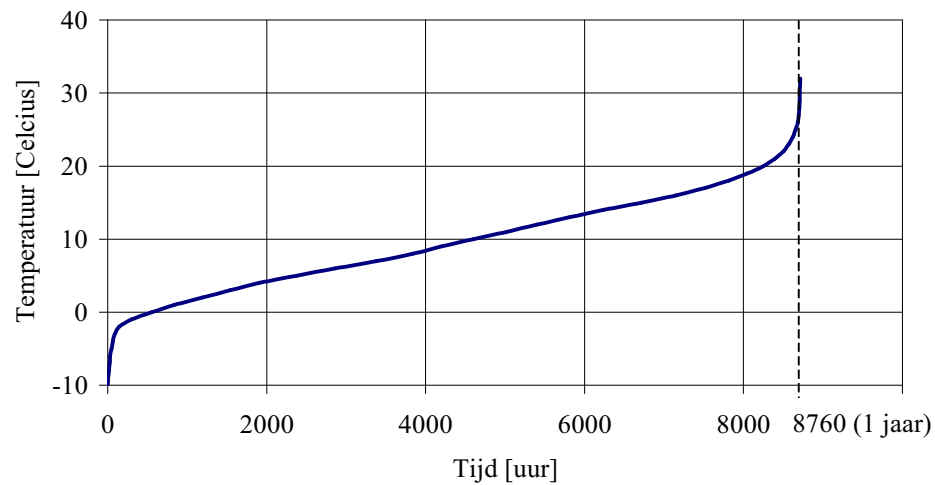
Een andere belangrijke mogelijkheid om koelenergie te vermijden, is om warmte af te voeren van de bron die de warmte genereert. Hierdoor wordt vermeden dat opgewarmde lucht zich vermengt met 'koude' lucht waardoor de koelmachine de lucht dieper moet koelen om de computerapparatuur op de juiste temperatuur te houden.

3.2.2 Vrije koeling

Het klimaat in Nederland is zodanig dat veel ‘gratis’ (en ook duurzame) koude in de buitenlucht aanwezig is. Onderstaande figuur toont het aantal uur in een jaar dat de temperatuur zich onder

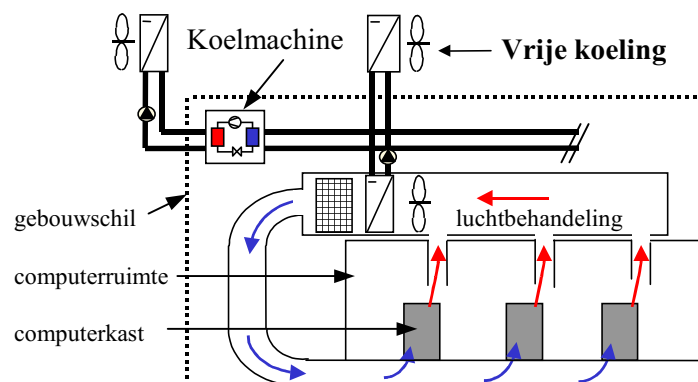
een bepaalde waarde bevindt (1 jaar duurt 8760 uur). De gegevens zijn afkomstig uit weergegevens die representatief zijn voor het klimaat in Nederland.

Jaartemperatuur-kromme



Figuur 4: Aantal uur dat de buitentemperatuur zich onder een bepaalde waarde bevindt

Uit bovenstaande grafiek kan worden afgelezen dat het buiten jaarlijks ca. 8200 uur (dat is 94% van de tijd!) kouder is dan 20°C. Door het toepassen van installaties die gebruik kunnen maken van deze beschikbare duurzame koude (zgn. vrije koeling), kan een aanzienlijke hoeveelheid energie voor koeling worden bespaard. In de huidige situaties kan ca. 30% koelenergie bespaard worden door toepassen van vrije koeling ten opzichte van installaties waarin dit niet wordt toegepast. Figuur 5 geeft een schematische weergave van de toepassing van vrije koeling. De dikke zwarte lijnen stellen het vloeistofstelsel voor. De rode en blauwe pijlen stellen de warme en koude lucht voor. Op het dak zijn twee warmtewisselaars aangebracht. Eén daarvan doet dienst voor de condensor van de koelmachine, de ander wordt gebruikt voor vrije koeling. De (opgewarmde) vloeistof kan direct vanuit de warmtewisselaar in de luchtbehandelingkast naar de warmtewisselaar op het dak worden gepompt, waar de warmte wordt afgestaan aan de buitenlucht. De koelmachine gaat aan wanneer het buiten te warm is om de vloeistof alleen met buitenlucht af te koelen.



Figuur 5: Schematische weergave van de toepassing van vrije koeling

Wanneer de klimaatseisen in de computerruimten worden verruimd en hogere temperaturen worden toegestaan, kan meer koude uit de omgeving worden benut en kan de besparing op koelenergie aanzienlijk meer worden. Koelinstallaties waarin vrije koeling is opgenomen worden door verschillende leveranciers als standaard product geleverd. Het toepassen van vrije koeling levert tevens voordelen op ten aanzien van het benodigde vermogen voor de

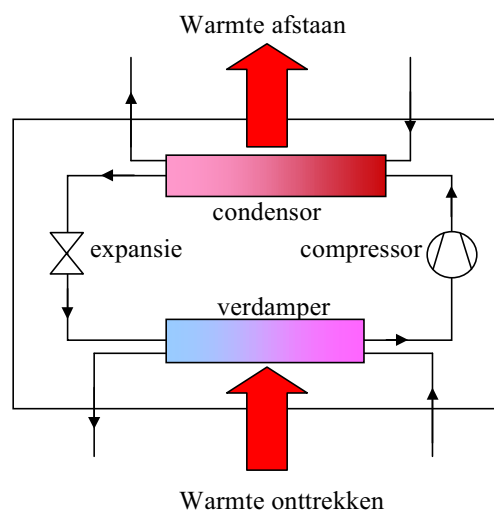
noodstroomvoorziening en betrouwbaarheid. Wanneer de compressiekoelmachine uitvalt, kan altijd nog koude uit de omgeving worden ingezet. Het toepassen van vrije koeling resulteert ook in een lager aansluitvermogen voor de gehele koelinstallatie wat onder andere voordelen biedt indien de installatie wordt aangesloten op de noodstroomvoorziening.

Wanneer met zekerheid de maximale temperatuureisen van de computerapparatuur ten volle benut mag worden, kan op termijn gekoeld worden met 100% vrije koeling.

3.2.3 Compressiekoeling

Het opwekken van koude met een koelmachine kan op verschillende manieren gebeuren. Het meest toegepast is op dit moment compressiekoeling. Door middel van verdamping onder lage druk wordt warmte aan een koelmedium onttrokken en afgegeven aan een koelmiddel. Het koelmiddel wordt gecomprimeerd in een compressor en stijgt daardoor in temperatuur. Het warme gecomprimeerde koelmiddel staat deze warmte af aan de buitenlucht en condenseert daardoor in een condensor. Door het koelmiddel te expanderen zal het afkoelen en kan de cyclus zich weer herhalen. Figuur 6 geeft een schematische weergave van deze cyclus.

De warmte uit de apparatuur moet dus op een of andere manier naar de verdamper van de koelmachine worden getransporteerd. Dit kan worden gedaan door de lucht in de computerruimten direct langs de verdamper te laten recirculeren (directe expansie koelers maken hier gebruik van) maar vaak is het efficiënter om de warmte naar de verdamper te transporteren met een vloeistof (dit zijn zogenaamde vloeistof of koud watersystemen). Koelsystemen met een koud water systeem kunnen energetisch efficiënter werken dan directe expansie koelers omdat deze beter regelbaar zijn. Ook kunnen koud watersystemen efficiënter gebruik maken van koude uit de omgeving.



Figuur 6: Schematische weergave van compressiekoeling

De efficiëntie van koudeopwekking kan in vele kengetallen worden uitgedrukt. Een veelgebruikt kengetal is de zogenaamde 'Coefficient Of Performance' of COP. Dit getal geeft de verhouding tussen het koelend vermogen (in kilowatt) en het opgenomen vermogen van de compressor (in kilowatt) in een bepaalde bedrijfssituatie. Onderstaande vergelijking geeft aan hoe de COP kan worden berekend.

$$COP = \frac{P_{koel} [kW_{thermisch}]}{P_{compressor} [kW_{elektrisch}]}$$

Een hoge COP betekent dus in het algemeen het vermogen om een hoog energetisch rendement te halen.

De manier van afvoeren van warmte uit de condensor heeft invloed op de COP. Zo kan de warmte efficiënter worden afgevoerd wanneer de condensor nat wordt gehouden (natte condensor of verdampingscondensor en koeltorens) waardoor de condensor temperatuur lager kan zijn ten opzichte van de situatie bij een droge condensor. Natte condensoren of verdampingscondensoren en koeltorens kunnen ervoor zorgen dat in bepaalde perioden condenswolken ontstaan. Hiermee dient rekening gehouden te worden ten aanzien van de locatie (Schiphol, snelweg, woonwijk etc.). Legionella is een reëel gevaar bij natte condensoren of verdampingscondensoren en koeltorens. De temperatuur waarbij de condensor werkt, vormt samen met water een goede ‘broedplek’ voor legionella. Deze kan door condens dat de condensor verlaat meer dan een kilometer worden meegevoerd. Voor het ondervangen van dit probleem zijn richtlijnen opgesteld waarmee tijdens ontwerp en beheer reken gehouden dient te worden. Ook levert het lozen van het gebruikte water vaak problemen op. Dit is veelal verontreinigd met chemicaliën, omdat deze moeten worden toegevoegd ten behoeve van het behoud van de installatie. De hulpenergie benodigd voor natte condensoren of verdampingscondensoren is mede hierdoor vaak hoog.

Een andere methode om de COP te berekenen, is aan de hand van het zogenaamde Carnot rendement en verdamper- en condensortemperatuur. Het Carnot rendement geeft de verhouding aan tussen de maximale haalbare en werkelijke opbrengst van de gehele koelcyclus, exclusief hulpenergie. De volgende vergelijking geeft dit weer.

$$COP = \eta_{carnot} \cdot \frac{T_{verdamper} [K]}{T_{condensor} [K] - T_{verdamper} [K]}$$

Een hogere verdampertemperatuur (binnenlucht) leidt tot een hogere COP. Een lager temperatuurverschil tussen condensor en verdamper, leidt ook tot een hogere COP. Het Carnot rendement van grote koelmachines ligt tussen de 0,5 en 0,6 (bron: Recknagel, Sprenger, Hönnmann: Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik). Tabel 1 toont de COP van een koelmachine met ‘droge’ en ‘verdampings’ condensoren in een situatie met een verdampertemperatuur van 10°C.

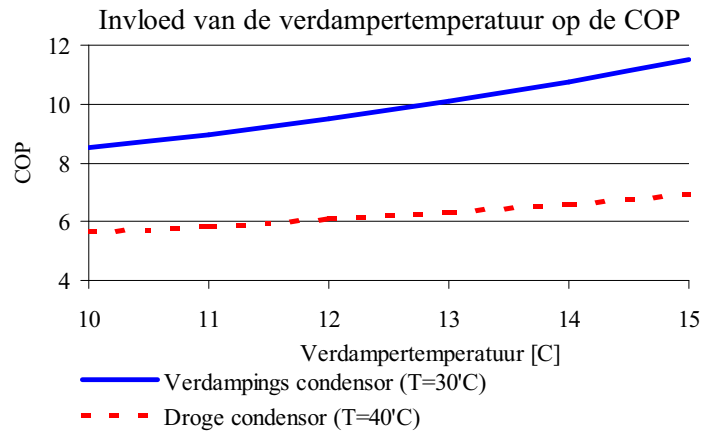
Tabel 1: Indicatie voor COP van koelinstallaties zoals toegepast in de ICT voor verschillende mogelijkheden ($\eta_{carnot}=0,6$)

Installatie	T _{verd}	T _{cond}	COP
Compressiekoeling met 'verdampings' condensoren	10°C	30°C	8,5
Compressiekoeling met 'droge' condensoren	10°C	40°C	5,7

Wanneer nu ook de verdampertemperatuur hoger wordt, neemt de COP nog meer toe. Figuur 7 geeft de theoretische toename van de COP weer voor bovenstaande 2 situaties, wanneer de verdampertemperatuur toeneemt.

De COP kan sterk verschillen in verschillende deellast situaties en houdt ook geen rekening met het energiegebruik van hulpapparatuur zoals ventilatoren van de condensoren en pompen. De COP geeft een verhouding tussen vermogens weer en is dus geen directe maat voor de energie (kilowattuur) die een koelinstallatie gebruikt. Immers, ondanks dat een compressie koelmachine in een installatie een hoge COP heeft, kan het systeem toch energetisch slecht functioneren wanneer er veel hulpenergie wordt gebruikt of geen vrije koeling wordt toegepast. Een hoge COP is daarom niet voldoende voor een efficiënt energiegebruik.

Het kengetal dat wel een goede maat is voor het energiegebruik van een koelinstallatie is de zogenaamde ‘Seasonal Performance Factor’, of SPF. Dit getal geeft de verhouding weer tussen jaarlijkse koudeopwekking (kWh) en totaal benodigde energie om deze koude te maken (kWh). Hierbij is ook de hulpenergie inbegrepen. Bij systemen waar vrije koeling toegepast wordt, kan de SPF, over een periode van een jaar, meer dan 7 bedragen.

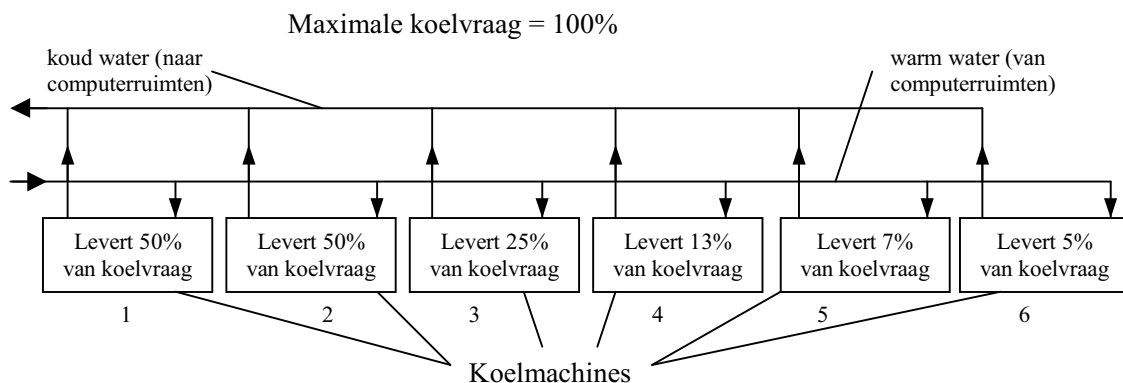


Figuur 7: Invloed van verdampertemperatuur op de COP

3.2.4 Deellast regelingen

De regeling van de koelinstallatie heeft een grote invloed op de SPF en de COP. Zo kan een elektronisch geregeld expansieventiel ervoor zorgen dat de condensortemperatuur geregeld kan worden (het compressorvermogen wordt hierdoor verminderd). Wanneer het buiten kouder wordt, maar er wel compressiekoeling nodig is, kan de condensortemperatuur worden verlaagd. Doordat de meeste energiebesparing valt te behalen met een vloeistofsysteem met vrije koeling, zal vooral hier op ingezet moeten worden. De terugverdientijd van de elektronische expansieventielen in combinatie met vrije koeling is te hoog om deze maatregel verplicht door te voeren omdat de bedrijfstijd van de koelmachine afneemt door het toepassen van vrije koeling. Hierdoor kunnen de geregelde expansieventielen zich moeilijker terugverdienen. Wanneer geen vloeistofsysteem met vrije koeling wordt toegepast, maar directe expansie, bedraagt de terugverdientijd van elektronische expansieventielen minder dan 7 jaar.

Wanneer een koelmachine vaak in deellast draait, zal zijn SPF verslechteren. Deellast bedrijf is immers veelal niet de situatie waarop de installatie is ontworpen. Een cascade regeling zoals schematisch is weergegeven in Figuur 8, ondervangt dit probleem deels.



Figuur 8: Cascaderegeling van koelmachines

Met de cascaderегeling kan iedere koelmachine apart worden geschakeld. Wanneer nu bijvoorbeeld 68% van het maximale koelvermogen gevraagd wordt, draaien koelmachines 2 en 4 in vollast en koelmachine 6 in deellast. Hierdoor draait dus alleen een heel klein deel van het ingeschakelde vermogen in deellast. Doordat twee koelmachines (nummer 1 en 2) elk 50% van de maximale koelvraag kunnen leveren, levert dit ook 100% redundantie op. Wanneer een willekeurige koelmachine uitvalt, kan nog steeds 100% van de maximale koelvraag worden gedekt.

Naast een goede deellastregeling van de koelmachines is ook een goede deellastregeling van de ventilatoren van belang. De benodigde energie voor de ventilatoren kan meer dan de helft bedragen van de totale benodigde energie voor koeling. Indien de koelinstallatie in deellast draait, kan daarom ook het uitschakelen van ventilatoren van condensoren en luchtbehandelingskasten veel energie besparen. Dit geldt in feite voor alle hulpenergie voor de installatie.

3.2.5 Koudemiddelen

Een ander aspect betreft de koudemiddelen die worden gebruikt in compressiekoelmachines. Deze zijn veelal milieuvriendelijk waardoor toepassen en opslaan van deze stoffen aan eisen zijn gebonden. De milieu-invloed van koelmiddelen staat weergegeven in een kengetal. Dit kengetal is de zogenaamde TEWI (Total Equivalent Warming Index) waarde.

3.3 Ononderbroken elektrische voeding

De ononderbroken elektrische voeding is verantwoordelijk voor circa 6% van het totale energiegebruik. Door de elektrische voeding en noodstroominstallatie niet te groot te dimensioneren, kan men onnodig energiegebruik voorkomen. Hiervoor dient men alleen de bedrijfskritische apparatuur via de UPS te voeden en de UPS te dimensioneren op het maximale gelijktijdige energiegebruik van deze apparatuur. Dit spaart ook investeringskosten uit.

Veel ICT-apparatuur wordt aangesloten op wisselspanning uit een UPS. De spanning wordt dan drie maal omgevormd:

1. van wisselspanning naar gelijkspanning (in de UPS)
2. van gelijkspanning naar wisselspanning (in de UPS)
3. van wisselspanning naar gelijkspanning (in de computervoeding)

Bij iedere omvorming gaat elektrische energie verloren. Door de UPS en de computervoeding te integreren in een centrale gelijkspanningsvoeding kunnen twee van de drie omvormingen vermeden worden. De ICT-apparatuur wordt dan direct op gelijkspanning aangesloten.

3.4 Kantoorruimten

Er is een grote verscheidenheid in soorten utiliteitsgebouwen, in het gebruik ervan en in de installaties die in die gebouwen worden toegepast. De energieprestatienorm voor utiliteitsgebouwen geeft een waarde aan elk van de energiefuncties van een gebouw en maakt het mogelijk deelresultaten bij elkaar op te tellen en het totaalresultaat (de EP-coëfficiënt) voor gebouwen onderling te vergelijken. De maximaal toelaatbare EP verschilt naar gelang de functie van het gebouw. De kantoorruimten dienen te voldoen aan de eisen zoals die gesteld zijn in de energieprestatienorm voor utiliteitsbouw (NEN 2916). De huidige maximaal toelaatbare energieprestatiecoëfficiënt voor een kantoorfunctie bedraagt 1,6 (mei 2001).

3.5 Verlichting

Ondanks dat verlichtingsenergie maar een klein aandeel heeft in het totale energiegebruik van een ICT bedrijf, wordt dit nog wel genoemd in dit rapport. Doordat de elektrische energie voor verlichting vrijkomt in de vorm van warmte, draagt de verlichting, voor een klein deel, bij aan de koellast van de computerruimten. Hierdoor kan een besparing in verlichtingsenergie ook een besparing in de koelenergie opleveren. Veel energiebesparende maatregelen met betrekking tot verlichting verdienen zich in korte tijd terug (binnen 5 jaar). Zeker in de huidige situatie is het vaak zo dat de verlichting in de computerruimten continu aan staat, ook wanneer er niemand aanwezig is. Efficiënte armaturen en aanwezigheidsdetectie zijn hierdoor maatregelen die voor de ICT een flinke besparing in de verlichtingsenergie kunnen behalen.

4. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Veel energie kan bespaard worden wanneer kennis en ervaringen over energie-efficiënte installaties voor ICT bedrijven, vroegtijdig in het voorbereidingstraject van een nieuwe site worden overgedragen aan de ontwerpers. Wanneer deze kennis en ervaringen worden benut, levert dit niet alleen aanzienlijke energiebesparing op, maar ook zal dit het traject voor de milieuvergunningsaanvraag kunnen verkorten. Dit rapport beoogt hieraan een impuls te geven. Het beschrijft een groot aantal besparingsmaatregelen. De maatregelen staan in de checklist in bijlage 1 één voor één opgesomd. Voor een goed resultaat is het aan te bevelen de checklist reeds in een vroeg stadium van het ontwerp te gebruiken. Wanneer het ontwerp zo is geoptimaliseerd, kan de checklist dienen als hulpmiddel bij het opstellen van een energierapport. Ten slotte kan de checklist ook gebruikt worden tijdens de bedrijfsvoering, bij een periodieke evaluatie van het energiegebruik.

Ontwikkelingen op het gebied van apparatuur en installaties zoals die wordt toegepast in datahotels en telecomswitches, moeten nauwlettend in de gaten worden gehouden om in te kunnen spelen op deze nieuwe ontwikkelingen. Mede hierdoor is het van belang om apparatuur die uit deze ontwikkelingen voortkomen en kunnen leiden tot energiebesparing, binnen de ICT onder de aandacht te brengen.

Energieonderzoek Centrum Nederland onderzoekt en ontwikkelt, samen met verschillende marktpartijen, technieken en apparatuur die leiden tot energiebesparing. Het belang van dergelijk onderzoek voor de ICT branche is groot. Het kan op relatief korte termijn veel energiebesparing opleveren omdat er in deze branche veel energie wordt gebruikt.

Dit rapport geeft een overzicht van mogelijkheden om energie te besparen in de ICT branche. Het vormt tevens een aanzet voor verdere kennisuitwisseling over dit onderwerp binnen de ICT-branche en de kring van toeleveranciers. Momenteel zijn besparingen van 20% tot 40% op de koelenergie (ca. 10% op het totale energiegebruik) eenvoudig haalbaar, zonder dat dit extra kosten met zich meebrengt. Dit blijkt uit de ervaringen die ECN heeft opgedaan bij het beoordelen van energierapportages van ICT-bedrijven en in projecten voor energiebesparing in deze branche.

Wanneer met zekerheid de maximale temperatuureisen van de computerapparatuur ten volle benut mag worden, kan op termijn gekoeld worden met 100% vrije koeling. Ook bij andere functies binnen een ICT bedrijf, waaronder de computerapparatuur, zijn nog veel mogelijkheden voor energiebesparing. Door op al deze terreinen nieuwe, energiebesparende technieken toe te passen, kan de besparing toenemen tot 20% à 30% van het totale energiegebruik.

BIJLAGEN

Bijlage 1. CHECKLIST

Bijlage 2. ABSORPTIEKOELING

BIJLAGE 1: CHECKLIST ENERGIEGEBRUIK ICT-BEDRIJVEN

Invulinstructie

- Vult u hieronder uw algemene gegevens in en uw verwachte energiegebruik.
- Vult u op de volgende pagina's de gegevens in over de energiebesparingsmaatregelen die u treft in uw bedrijf.
- Als u de checklist volledig heeft ingevuld, kunt u het formulier ondertekenen.

naam- en adresgegevens	
bedrijfsnaam:	
adres locatie:	
postcode / plaats:	
contactpersoon:	
postadres:	
postcode / plaats:	
telefoon:	
telefax:	
e-mail:	
algemene bedrijfsgegevens	
netto vloer-oppervlakte ict-ruimten (m ²):	
aantal medewerkers (fte):	
totaal energiegebruik (kWh)	
Elektr. aansluitvermogen (kW)	
datum ingebruikname:	
Omschrijving bedrijfsactiviteiten:	

gegevens energiegebruik	kWh	%
ICT-apparatuur		
klimaatbeheersing		
elektrische voeding		
kantoor		
verlichting		
totaal		100

ondertekening

plaats, datum:	naam, functie, bedrijf:	handtekening:

AANDACHTSPUNTEN BEHORENDE BIJ BESPARINGSRAPPORTAGE ENERGIE

ICT APPARATUUR

nr	opmerkingen	tip	vraag	antwoord en/of verwijzing naar rapport
1.1	<p><u>energie-efficiënte apparatuur</u> Er zijn grote verschillen tussen ICT-apparatuur in capaciteit en in energiegebruik. Bij gelijke prestatie leidt iedere 1% besparing op het energiegebruik van de ICT-apparatuur tot een besparing op het totale energiegebruik van ca. 0,96%. De grootste besparing is daarom te behalen door energie-efficiënte apparatuur toe te passen.</p>	<p>Door energie-efficiënte apparatuur te kiezen kan er ook meer apparatuur per m² geplaatst worden.</p>	<p>Is er gekozen voor energie-efficiënte apparatuur? Voeg een specificatie toe van het energiegebruik (in kWh per etmaal), het aansluitvermogen (kW), I/O-capaciteit (Mbit/s), opslagcapaciteit (GByte) en rekensnelheid (Mips) van de gekozen apparatuur.</p>	
1.2	<p><u>apparatuur met ruime klimaateisen</u> Door apparatuur toe te passen met ruime klimaateisen vermindert het energiegebruik voor klimaatbeheersing. Er is apparatuur op de markt die goed functioneert bij een luchttemperatuur van 40 °C en kortstondig 50 °C.</p>		<p>Wat is de maximale luchttemperatuur in het rack van de gekozen apparatuur? Wat is de minimale luchtvochtigheid van de gekozen apparatuur? Wat is de maximale luchtvochtigheid van de gekozen apparatuur?</p>	
1.3	<p><u>energiemanagement</u> Indien het dataverkeer niet 24 u per dag gelijk is aan de capaciteit van de opgestelde apparatuur kan een deel van de apparatuur tijdelijk op lage capaciteit of stand-by geschakeld worden, zonder dat dit ten koste gaat van de gewenste reactiesnelheid. Hiermee kan veel energie bespaard worden, terwijl er slechts een geringe investering nodig is. Uitgaande van het belastingpatroon op uurbasis van het internet-knooppunt AMS-IX kan met deze maatregel tot 10% van het totale energiegebruik bespaard worden. Bij desktop PC's en laptop PC's zijn dergelijke energiemangement-opties reeds gangbare praktijk.</p>	<p>Om optimaal gebruik te kunnen maken van deze mogelijkheid, is het belangrijk de systeemconfiguratie zo te ontwerpen dat het dataverkeer verdeeld wordt over meerdere parallel geschakelde servers, die elkaars functie kunnen overnemen. Dit is ook gunstig voor de bedrijfszekerheid en vereenvoudigt het capaciteitsbeheer. Nieuwe technieken als clustertechnologie en SAN maken gebruik van dit principe. Ook zijn er diverse nieuwe processoren op de markt die minder energie gebruiken door bij een lage belasting over te schakelen op lage capaciteit</p>	<p>Wordt in de opgestelde ICT-apparatuur energiemangement toegepast en op welke wijze gebeurt dit?</p>	

KLIMAAT

nr	opmerkingen	tip	vraag	antwoord en/ofverwijzing naar rapport
2.1	<p><u>efficiënt warmte afvoeren</u> Een paar algemene principes die helpen om het energiegebruik voor koeling terug te brengen: beperk de koelvraag koel bij een zo hoog mogelijke temperatuur koel de bron voorkom menging van warme en koude stromen maak zoveel mogelijk gebruik van vrije koeling</p>		<p>Welke uitgangspunten zijn bij het ontwerp van de koeling toegepast? Wat is:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T_{lucht} in computerruimte - $T_{\text{koelmiddel verdamper in}}$ - $T_{\text{koelmiddel verdamper uit}}$ - $T_{\text{koelmiddel condensor in}}$ - $T_{\text{koelmiddel condensor uit}}$ - Geïnstalleerd koelvermogen 	
2.2	<p><u>toepassen van vrije koeling</u> Door gebruik te maken van vrije koeling is een besparing op het energiegebruik voor koeling van 20 tot 50% te behalen. De terugverdientijd van de meerinvestering is in het algemeen minder dan 5 jaar. De energiebesparing is afhankelijk van het deel van de koelvraag die met vrije koeling gedekt wordt. Hiervoor geldt dat een hogere temperatuur in de computerruimte leidt tot een groter aandeel vrije koeling. In de praktijk komen voor het aandeel vrije koeling waarden tussen 40 % en 60 % voor (mei 2001).</p>	<p>Naarmate het setpoint van de luchttemperatuur in de ICT ruimten hoger is ingesteld, en het temperatuurtraject van gekoeld water bijvoorbeeld op 13/18 graden wordt gesteld, kan het aandeel vrije koeling groter worden.</p>	<p>Welk deel van de koelvraag wordt met vrije koeling gedekt?</p>	
2.3	<p><u>toepassen van toerenregeling en/of cascaderегeling</u> De koelinstallatie draait een groot deel van de tijd in deellast. Een goede deellastregeling voorkomt verliezen. In de deellast regeling kan gebruik gemaakt worden van een toerenregeling voor schroefcompressoren in combinatie met een cascade regeling voor koelinstallaties waarin geen toerenregeling toegepast kan worden. Een cascaderегeling zit soms al geïntegreerd in de machines zelf. Wanneer de koellast niet maximaal is, kan ook een deel van de ventilatoren in de luchtbehandeling worden uitgeschakeld.</p>		<p>Wordt een deellast regeling met toerenregeling en/of cascaderегeling toegepast? Worden ventilatoren afgeschakeld wanneer de koellast geen 100% is?</p>	

nr	opmerkingen	tip	vraag	antwoord en/of verwijzing naar rapport
2.4	<u>toepassen van het juiste koelmedium</u> Om efficiënt en flexibel koude te brengen naar de plaatsen waar de warmte ontstaat, dient het juiste koelmedium gekozen te worden. Vaak is water of water/glycol beter dan lucht. Gebruik van dergelijk koelmedium levert tevens voordelen op bij het benutten van vrije koeling en bij het toepassen van een cascade-regeling.		Is water, water/glycol of lucht als koelmedium toegepast?	
2.5	<u>correct setpoint luchttemperatuur</u> Hoe hoger het setpoint voor de luchttemperatuur, hoe groter het aandeel vrije koeling kan zijn. Op dit moment is een setpoint van 22 °C gebruikelijk, maar komen instellingen van 25 °C ook voor. Om energie te besparen dient het setpoint voor de luchttemperatuur afgestemd te worden op de specificaties van de apparatuur. Dit kan zonder meerinvestering. Wanneer het aandeel vrije koeling op deze wijze vergroot wordt, is een besparing op het energiegebruik voor klimaatbeheersing mogelijk van 10% of meer.	Als de koeling grotendeels is gebaseerd op vrije koeling, is de klimaatbeheersing ook minder gevoelig voor storingen in compressiekoelmachines.	Wat is het setpoint voor de luchttemperatuur in de ICT ruimten?	
2.6	<u>ruime marges voor luchtvochtigheid</u> Hoe ruimer de ingestelde marges voor luchtvochtigheid, hoe minder energie er nodig is voor bevochtiging of ontvochtiging. Om energie te besparen dienen de marges voor de luchtvochtigheid daarom afgestemd te worden op de specificaties van de geplaatste apparatuur. Dit kan zonder meerinvestering. Een besparing op het energiegebruik voor klimaatbeheersing van enkele procenten is hiermee mogelijk.		Wat zijn de ingestelde marges voor luchtvochtigheid?	

nr	opmerkingen	tip	vraag	antwoord en/of verwijzing naar rapport
2.7	<p><u>koelapparatuur buiten de gekoelde ruimten</u> Als de koelapparatuur binnen de gekoelde ruimten is opgesteld, moet ook de warmte die de koelapparatuur zelf produceert weggekoeld worden. Hierdoor stijgt de koellast enkele procenten. Plaats daarom waar mogelijk de koelapparatuur buiten de gekoelde zone. Dit kan zonder meerinvestering.</p>		<p>Waar is de koelapparatuur opgesteld? Geef dit schematisch aan op een plattegrond.</p>	
2.8	<p><u>compartimenteren van de ruimte in gescheiden klimaatzones</u> Door de ruimte te verdelen in compartimenten met een eigen klimaatregeling en koelmachine, wordt voorkomen dat de meest gevoelige apparaten de klimaateisen voor de gehele ruimte bepalen. Het klimaat en de koudeopwekking kunnen zo beter afgestemd worden op de specificaties van de apparatuur: dit bespaart energie.</p>		<p>Is de beschikbare ruimte in het gebouw ingedeeld in compartimenten en de apparatuur opgesteld conform de klimaateisen? Wordt er alleen gekoeld op die plaatsen waar de racks staan? Welke voorzieningen zijn daarvoor aanwezig?</p>	
2.9	<p><u>geïntegreerde koelracks</u> Beter dan het inblazen van de koellucht onder in de racks, is het om de koellucht in de racks per module in te blazen en af te zuigen. Dit kan door geïntegreerde koelracks toe te passen. Met deze manier van koeling kan men dezelfde luchttemperatuur handhaven bij een hogere inblaastemperatuur. Dit maakt het mogelijk het aandeel vrije koeling te vergroten en zo koelenergie te besparen.</p>		<p>Worden geïntegreerde koelracks toegepast?</p>	

Nr	opmerkingen	tip	vraag	antwoord en/of verwijzing naar rapport
2.10	<u>seasonal performance factor SPF</u> Het totaal rendement van de koelinstallatie kan uitgedrukt worden in de seasonal performance factor. Hierin is het effect van bovenstaande maatregelen en van de COP van de koelmachine verwerkt. Deel hiervoor de totale hoeveelheid weggekoelde warmte in een jaar (in kWh koude) door het elektrische energiegebruik van de gehele koelinstallatie, inclusief pompen en ventilatoren (in kWh).		Wat is de seasonal performance factor van de gehele koelinstallatie?	

VOEDING

3.1	<u>correcte dimensionering elektrische voeding</u> Door de elektrische voeding en noodstroominstallatie niet te groot te dimensioneren, kan men onnodig energiegebruik voorkomen. Hiervoor dient men alleen de bedrijfskritische apparatuur via de UPS te voeden en de UPS te dimensioneren op het maximale gelijktijdige energiegebruik van deze apparatuur. Dit spaart ook investeringskosten uit.	Goed dimensioneren van de UPS bespaart ook kostbare investeringen.	Wat is de UPS capaciteit? Hoe is deze dimensionering gekozen?	
3.2	<u>efficiënte UPS</u> Het energieverlies van verschillende systemen voor Uninterrupted Power Supply (UPS) ligt in de praktijk tussen 6% en 10%. Door een efficiënt type te kiezen is zo'n 2% op het totale energiegebruik te besparen.		Wat is het energieverlies van het geplaatste UPS-systeem en wat is er gedaan om dit verlies te beperken?	

nr	opmerkingen	tip	vraag	antwoord en/of verwijzing naar rapport
3.3	<p><u>centrale gelijkspanningsvoeding</u> Veel ICT-apparatuur wordt aangesloten op wisselspanning uit een UPS. De spanning wordt dan drie maal omgevormd:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. van wisselspanning naar gelijkspanning (in de UPS) 2. van gelijkspanning naar wisselspanning (in de UPS) 3. van wisselspanning naar gelijkspanning (in de computervoeding). <p>Bij iedere omvorming gaat elektrische energie verloren. Door de UPS en de computervoeding te integreren in een centrale gelijkspanningsvoeding kunnen twee van de drie omvormingen vermeden worden. De ICT-apparatuur wordt dan direct op gelijkspanning aangesloten.</p>	<p>De voorzieningen hiervoor kunnen al bij de inrichting van het datahotel of telecomswitch getroffen worden.</p>	<p>Is een centrale gelijkspanningsvoeding aanwezig? In hoeverre is de apparatuur hierop aangesloten?</p>	

OVERIG

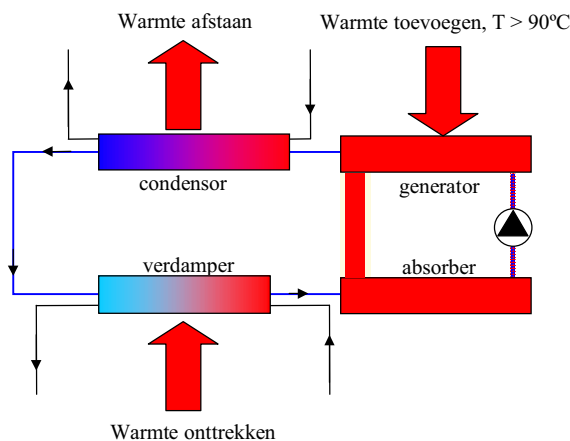
4.1	<p><u>juiste locatiekeuze</u> Kenmerken van ICT-bedrijven zijn een grote behoefte aan elektrisch vermogen en een grote warmteproductie. Hiermee dient in de locatiekeuze rekening gehouden te worden.</p>	<p>Zorg voor voldoende vierkante meters die benut kunnen worden en vermijd mogelijk geluidsoverlast van de installaties. Een voorbeeld van een verkeerde locatiekeuze voor het plaatsen van natte koeltorens, is onder de aanvliegroete van Schiphol of bij een snelweg.</p>	<p>Is op de gekozen locatie voldoende levering van elektriciteit en een efficiënte koeling mogelijk en is apparatuur op een goede wijze in en op het gebouw aan te brengen?</p>	
-----	--	---	---	--

nr	opmerkingen	tip	vraag	antwoord en/of verwijzing naar rapport
4.2	<p><u>energiebeheersysteem met tussenmetingen</u> Het gericht verbeteren van de energie-efficiëntie is alleen mogelijk door het energiegebruik en productie periodiek te vergelijken. Dit kan door een energiebeheersysteem te installeren met tussenmetingen per klant en per deelsysteem of per ruimte. In de rapportages met dit systeem dienen ook de relevante productiecijfers verwerkt te kunnen worden. Plaatsing van een energiebeheersysteem is noodzakelijk voor het beheersen van het energiegebruik.</p>	<p>De rapportages uit het energiebeheersysteem kunnen op een zelfde manier in de managementsrapportages opgenomen worden, als rapportages over beschikbaarheid van systemen en over de gebruikte en beschikbare capaciteit.</p>	<p>Welk energiebeheersysteem wordt geplaatst, met welke tussenmetingen? Op welke wijze wordt gerapporteerd naar klanten en naar management?</p>	
4.3	<p><u>contracten met klanten</u> Datahotels en telecomswitches kunnen zelf de energie-efficiëntie van de hulpfuncties (klimaatbeheersing, elektrische voeding, kantoor en verlichting) beïnvloeden. In een datahotel wordt de energie-efficiëntie van de ICT-apparatuur – de grootste factor in het totale energiegebruik - echter door de klanten van het datahotel bepaald. Om de energie-efficiëntie van de ICT-apparatuur te kunnen beïnvloeden is het noodzakelijk dat hierover afspraken worden gemaakt tussen datahotels en hun klanten.</p>		<p>Welke afspraken zijn in het contract tussen datahotel en klant opgenomen over de energie-efficiëntie van de te plaatsen apparatuur en over de toepassing van energiebeheer?</p>	
4.4	<p><u>energiegebruik kantoor- en serviceruimten</u> In het Bouwbesluit zijn eisen gesteld aan het gebouwgebonden energiegebruik van verblijfsruimten zoals kantoor- en serviceruimten. Het gebouwgebonden energiegebruik wordt hiervoor uitgedrukt in de energieprestatiecoëfficiënt (EPC). Met ingang van 1-1-2000 moeten kantoren voldoen aan een EPC van maximaal 1,6.</p>		<p>Wat is de EPC voor de verblijfsruimten? Voeg de berekening toe als bijlage.</p>	

nr	opmerkingen	tip	vraag	antwoord en/of verwijzing naar rapport
4.5	<p><u>haalbaarheidsonderzoek restwarmtebenutting</u> De geproduceerde warmte kan gebruikt worden voor ruimteverwarming met behulp van een lage-temperatuur-verwarmingssysteem. De haalbaarheid van restwarmtelevering is afhankelijk van het temperatuurniveau waarop warmte nodig is, van de jaarbelastingduurkromme van warmtevraag en warmteproductie en van de benodigde meerinvestering.</p>		<p>Is de haalbaarheid van gebruik van restwarmte in het eigen gebouw en/of levering aan derden onderzocht? Wat is het resultaat?</p>	

BIJLAGE 2: ABSORPTIEKOELING

Een andere methode om koude op te wekken is om gebruik te maken van absorptiekoeling. Momenteel is dit nog niet veel toegepast in de ICT branche, maar wordt de techniek toch genoemd in de energierapportages. Absorptiekoeling maakt gebruik van warmte met een hoge temperatuur (minimaal 90°C) om hiermee koude op te wekken. Figuur 9 geeft een schematische weergave van de werking.



Figuur 9: Schematische weergave van absorptiekoeling

De compressor uit de compressiekoelmachine is hier vervangen door een generator en een absorber. Het verdampte koelmiddel uit de verdamper (bijv. water) wordt geabsorbeerd door bijvoorbeeld zout (absorptiemiddel) in de absorber. Het natte zout wordt naar de generator verpompt waar er warmte met een hoge temperatuur (minimaal 90°C) aan wordt toegevoegd. Hierdoor verdampt het koelmiddel (water) uit het zout en condenseert in de condensor. Het absorptiemiddel (gedroogde zout) stroomt weer terug naar de absorber waar de cyclus zich kan herhalen. Absorptiekoelmachines zijn veelal omvangrijker van formaat en behoeven een grotere investering dan compressiekoelinstallaties.

Voor grote installaties, zoals toegepast in de ICT branche, haalt een absorptiekoelmachine maximaal een COP van 0,9. Bij absorptiekoeling is de COP betrokken op de verhouding koelend vermogen en vermogen aangeboden aan de generator.

Wanneer absorptiekoeling een mogelijkheid vormt om toegepast te worden, is het belangrijk waar de benodigde warmte van afkomstig is. Zo zorgt afname van warmte bij een moderne energiecentrale (zoals die in Diemen) voor stadsverwarming, voor een daling van ca. 10 procent van het opwekkingsrendement voor elektriciteitsproductie van de centrale. Dit geldt veelal ook voor het rendement van andere industriële processen waarvan warmte benut kan worden. In de besparingsberekening moet het rendement van de warmteproductie meegenomen worden. Ook is het belangrijk dat vraag en aanbod van warmte voor absorptiekoeling gelijktijdig plaatsvinden. Ten slotte is het temperatuurniveau waarop warmte beschikbaar is van belang. Absorptiekoeling kan alleen worden toegepast als het temperatuurniveau in het warmtenet gedurende het gehele jaar voldoende hoog is (90 a 95 °C). Wanneer het warmtenet een deel van het jaar voor absorptiekoeling op een hoger temperatuurniveau moet worden gehouden, leidt dit tot extra rendementsverliezen in de centrale en extra warmteverliezen in het net.