

Villaägarnas Riksförbund
Box 7118
192 07 SOLLENTUNA
Zweden

Evaluatie van KUBIE™-energiebesparingskast in het scenario: Verlichting van huis

Samenvatting

Van een apparaat met de naam "KUBIE™-energiebesparingskast" wordt beweerd dat het energieverbruik met 8 tot 15 procent kan afnemen als het wordt geïnstalleerd in een huis of vakantiehuis. De variatie in de besparing zou afhangen van de energieverbruikende apparatuur die aangesloten is alsmede van het land waar het huis zich bevindt. RISE heeft van Villaägarnas Riksförbund (Zweedse belangenorganisatie voor huiseigenaars) de opdracht gekregen om te onderzoeken of de bewering van een verlaagd energieverbruik klopt. KUBIE zou er tevens voor zorgen dat uw elektrische apparaten meer dan 30 procent langer zouden meegaan. Een onderzoek naar de levensduur van elektrische apparatuur is zeer omvangrijk en tijdrovend, daarom is in dit geval geen evaluatie uitgevoerd, maar wordt de levensduur uitsluitend genoemd in algemene redeneringen.

Het resultaat van de evaluatie toont aan dat de natuurkundige wetten ook gelden voor de energiebesparingskast KUBIE™ en dat deze niet zorgt voor een lager energieverbruik met behoud van rendement. Indien het vermogen met KUBIE wordt verlaagd, moet een verwarmingselement bijvoorbeeld langer ingeschakeld zijn voordat de gewenste warmte wordt bereikt, dit leidt echter niet tot een lager energieverbruik.

U moet eenvoudigweg betalen voor de energie die u verbruikt en u krijgt waarvoor u betaalt, alleen misschien niet in de energievorm die u dacht. De energie die bijvoorbeeld wordt gebruikt om een gloeilamp te laten branden, wordt deels in licht en deels in warmte omgezet.

Het is bovendien zo dat de KUBIE zelf stroom verbruikt, dus zelfs als alle elektrische apparatuur wordt uitgeschakeld, verbruikt een aangesloten KUBIE in een jaar ca. 200 kWh die wordt omgezet in warmte.

In het geval van energieverbruikende apparatuur met constant vermogen zoals radio, tv en computer, alsmede bepaalde verlichting, zorgt een elektronisch circuit dat het opgenomen vermogen voor de apparatuur constant is. Bij een verlaagde spanning neemt de stroom in het circuit toe, zodat het vermogen behouden kan blijven. De hogere stroom leidt tot een grotere warmteontwikkeling, wat zorgt voor een verhoogd opgenomen vermogen en kan leiden tot toegenomen slijtage/veroudering van de apparatuur. Wanneer de KUBIE wordt aangesloten, wordt het energieverbruik van energieverbruikende apparatuur met constant vermogen dus niet lager.

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadres
Box 857
501 15 BORÅS

Bezoekadres
Brinellgatan 4
504 62 BORÅS

Tel / Fax / E-mail
010-516 50 00
033-13 55 02
info@ri.se

Dit document mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd, tenzij RISE schriftelijk toestemming heeft gegeven.

Energieverbruikende apparatuur met spanningsafhankelijk vermogen, zoals motoren, verwarmingselementen, warmwaterapparatuur en bepaalde verlichting, gedraagt zich zodanig dat bij een verlaagde spanning de stroom minder wordt en daardoor ook het vermogen. Een lamp zal daardoor zwakker branden en een motor krijgt minder kracht. Een verwarmingselement zal langer ingeschakeld moeten zijn om dezelfde kamertemperatuur te kunnen bereiken voordat de thermostaat afslaat en warmwaterapparatuur zal meer tijd nodig hebben om het water op te warmen. Wanneer het vermogen lager wordt, zorgt dat in het algemeen voor minder slijtage van de apparatuur, maar het effect kan ook zijn dat bepaalde apparatuur averij oploopt, bijvoorbeeld dat een motor met startproblemen niet op gang komt vanwege de verlaagde spanning waardoor de wikkelingen doorbranden. Wat hierbij ook nog vermeld moet worden is dat het ook zonder KUBIE mogelijk is om de slijtage te verminderen en het vermogen van de apparatuur te verlagen, bijvoorbeeld door een mixer met lagere snelheid te laten draaien of door een verwarmingselement op een lagere temperatuur in te stellen.

Het effect van een aangesloten KUBIE bij het gebruik van verlichting hangt af van het type verlichting. Het resultaat kan een verlaagde lichtstroom zijn, dat een groter deel van de lichtstroom in het voor het oog onzichtbare infrarode spectrum komt, en/of dat er meer stroom nodig is voor de verlichting.

Metingen

De metingen zijn uitgevoerd op lichtbronnen van verschillende types, rechtstreeks aangesloten op het lichtnet, 230 volt wisselstroom (VAC), alsmede aangesloten via KUBIE voor een spanningsverlaging naar 210-215 volt wisselstroom. Het licht van de lamp verlichtte een detector die was aangepast aan de lichtgevoeligheid van het oog, dat wil zeggen dat de detector het "nuttige effect" van de lichtstroom registreert: het licht dat door de mens kan worden waargenomen. De aansluiting wordt in detail beschreven in het gedeelte Testomstandigheden, zie pagina 5.

Het "nuttige effect" wordt gemeten in de eenheid lumen (lm) en komt overeen met elektrisch vermogen (W), maar uitsluitend in het gevoeligheidsgebied van het oog, dat wil zeggen dat warmtestraling en onzichtbaar licht niet worden gemeten. De verkregen lichtstroom (lm) met aangesloten KUBIE wordt in procenten aangegeven ten opzichte van de verkregen lichtstroom bij directe aansluiting op het lichtnet, oftewel met 230 VAC. De metingen zijn uitgevoerd in een afgesloten ruimte met de meet- en regelapparatuur in een aangrenzende controleruimte – aan de meetopstelling is niets veranderd bij de wisseling tussen directe aansluiting en KUBIE-aansluiting.

Het toegevoerde driefasenvermogen werd gemeten met een digitale vermogensmeter met zes kanalen. Drie van de kanalen maten op binnenkomende leidingen, wat overeenkomt met het vermogen dat door de elektriciteitsmeter van het huis wordt geregistreerd en wat ten grondslag ligt aan de elektriciteitsrekening. De overige drie kanalen maten het vermogen op de leidingen na KUBIE. Deze leidingen voorzien de lichtbronnen van het elektrische vermogen dat in de lichtbron wordt omgezet in licht.

Bij het testen was de binnenkomende spanning in grote lijnen stabiel rond 230 VAC en met KUBIE aangesloten op uitgang C respectievelijk uitgang B werd de spanning verlaagd tot ca. 215 VAC resp. 210 VAC, zoals aanbevolen in de aansluitinstructies van KUBIE. De overige uitgangen zouden een spanning hebben gegeven buiten het gebied dat door de fabrikant wordt aangegeven en is daarom niet beoordeeld. De spanningsvariatie van de binnenkomende spanning werd nauwgezet gevolgd door de uitspanning van KUBIE. Iedere test duurde 60 minuten en is een gemiddelde van 360 metingen die iedere 10 seconden werden uitgevoerd. De verbruikte energie bij de test kan daaruit volgend worden aangegeven als het vermogen tijdens de testtijd.

Kenmerken van elektriciteitsverbruikende apparatuur

De elektrische apparaten kunnen worden onderverdeeld in drie groepen:

1. Apparatuur waarvan het elektriciteitsverbruik constant is ongeacht de variatie van de voedingsspanning.
2. Apparatuur waarvan het elektriciteitsverbruik de variaties van de voedingsspanning volgt.
3. Apparatuur die in verschillende mate een combinatie vormt van deze categorieën.

In de regel kan worden gesteld dat apparatuur wordt gemaakt om op zijn best te werken bij een nominale spanning van 230 VAC, maar ook in meer of mindere mate bij een interval rond de nominale spanning, dat wil zeggen ook bij een iets lagere of hogere spanning.

Energieverbruikende apparatuur met constant vermogen

Een elektronisch circuit zorgt dat het opgenomen vermogen voor de apparatuur constant is. Bij een dalende spanning, zoals met KUBIE, neemt de stroom in het circuit toe, zodat het vermogen behouden kan blijven. De hogere stroom leidt tot een grotere warmteontwikkeling, wat zorgt voor een verhoogd opgenomen vermogen en kan leiden tot toegenomen slijtage/veroudering van de apparatuur. Constant vermogen komt gewoonlijk voor bij elektronische apparatuur zoals radio, tv en computer, maar komt ook voor bij bepaalde verlichting.

Energieverbruikende apparatuur met spanningsafhankelijk vermogen

Voorbeelden van energieverbruikende apparatuur met spanningsafhankelijk vermogen zijn verwarmingselementen, elektrische motoren en gloeilampen. Wanneer de spanning wordt verlaagd, zoals met KUBIE, wordt de stroom minder en daardoor ook het vermogen. Dat betekent dat een gloeilamp zwakker brandt en dat een motor minder kracht krijgt. Een verwarmingselement zal langer ingeschakeld zijn voordat de thermostaat afslaat en warmwaterapparatuur zal het water langzamer opwarmen. Een lager vermogen zorgt in het algemeen voor minder slijtage van de apparatuur, maar er zijn ook gevallen denkbaar waarbij een motor met startproblemen niet op gang komt vanwege de verlaagde spanning waardoor de wikkelingen doorbranden.

Gloeilamp/halogenelamp

Gloeilampen en halogenelampen hebben een spanningsafhankelijk vermogen zoals veel andere apparatuur in het huis. Andere voorbeelden zijn verwarmingselementen, warmwaterapparatuur en strijkijzers. Dat betekent dat het nuttige effect dat kan worden gebruikt afneemt bij een lagere spanning. Net zoals bij een verwarmingselement dat minder warmte afgeeft bij verlaagde spanning, wordt ook de temperatuur van de gloeilamp lager, waardoor ook het licht van de gloeilamp zwakker wordt met een aangesloten KUBIE. De energie-effectiviteit van een gloeilamp is vrij laag, zodat de meeste van de toegevoerde energie warmte wordt. Slechts een beperkt deel wordt omgezet in een nuttig effect, oftewel licht. Een groot deel van het effect straalt weg als infrarode warmtestraling die voor mensen niet zichtbaar is. Wanneer de spanning en het vermogen van de lamp lager worden, verandert de zogenaamde kleurtemperatuur van de lamp, deze wordt geler en gedempter. Dat betekent dat een relatief groter deel van het geleverde vermogen van de lamp in het infrarode spectrum komt. De verandering van de kleurtemperatuur die bij de metingen naar voren kwam, hield in dat de lichtstroom 13% tot 15% lager was dan veroorzaakt wordt door een verminderd beschikbaar vermogen. Het gevolg is dat de vermindering van de lichtstroom, -22%, relatief groter is dan de verlaging van het vermogen, -9%, met KUBIE.

CFL (spaarlamp)/tl

Oudere tl-lampen met starter en vele andere fluorescentielampen (CFL) gedragen zich op dezelfde manier als gloeilampen met KUBIE aangesloten; ze branden zwakker wanneer de

voedingsspanning lager wordt en zijn zodoende apparatuur met spanningsafhankelijk vermogen. De elektronica in modernere CFL-lampen kan ook een constant vermogen geven, of zich gedragen met een combinatie van spanningsafhankelijk en constant vermogen. CFL-lampen hebben niet veel stralingseffect in het infrarode spectrum en er treedt ook geen verandering van kleurtemperatuur op, er gaat dus geen lichtstraling in het zichtbare spectrum verloren. De verminderde lichtopbrengst van 1% in vergelijking met de verlaging van het vermogen is voor een groot deel afhankelijk van verliezen in de transformator – KUBIE.

Ledlamp

Veel ledlampen hebben een constant vermogen terwijl andere afhankelijk zijn van de voedingsspanning. Je zou verwachten dat het procentuele vermogen van de lichtstroming behouden zou blijven, maar met KUBIE aangesloten gebruikt led meer stroom, wat gepaard gaat met een grotere warmteontwikkeling. Led krijgt een verminderde effectiviteit door de hogere temperatuur, zodat de ledlamp wat zwakker brandt. Het nuttige effect van de lichtstroom nam af met 1% terwijl het elektrische effect toenam met 3% met KUBIE aangesloten.

Ledbuis

Ledbuizen werken meestal met een constant vermogen. Dat betekent dat het afgenomen vermogen hetzelfde blijft, ongeacht of de spanning verandert. Dat geldt voor veel elektronische apparatuur in huis, zoals tv, radio en computer. Het verlagen van de spanning met KUBIE zal daarom niet van invloed zijn op het afgenomen vermogen, aangezien de stroom automatisch zal worden gereguleerd om hetzelfde constante vermogen te bereiken. De op die manier toegenomen stroom maakt de elektronica warm, maar leds niet in enige grote mate wanneer ze verspreid zitten over de volledige lengte van de buis. Led-licht brandt slechter als het warmer wordt, maar aangezien de opwarming van ledbuizen marginaal is, brandt de ledbuis slechts marginaal zwakker. KUBIE veroorzaakt tevens groter verlies in het voorschakelapparaat, wat ertoe leidt dat er een groter toegevoerd vermogen nodig is om de ledbuis aan te drijven en om deze te laten branden met dezelfde lichtstroom als zonder een aangesloten KUBIE. Dat heeft als consequentie dat de verhouding tussen toegevoerd vermogen en nuttig effect in de vorm van lichtstroom afnam met 5% met de KUBIE aangesloten. Slechts een kleiner deel van deze vermindering wordt veroorzaakt door een temperatuurverhoging van de led.

Ledpaneel

Ledpanelen hebben een constant vermogen. Met KUBIE aangesloten wordt de externe driver die het ledpaneel van gecontroleerde gelijkstroom voorziet warmer, maar worden de lichtdiodes in het paneel niet opgewarmd. Daarom branden de diodes even fel ongeacht een spanningsverlaging naar de driver. De driver wordt warmer vanwege toegenomen verliezen in de driver die te maken hebben met de toegenomen stroom die nodig is om het paneel van hetzelfde vermogen te voorzien. De wamtetoe name in de driver die door KUBIE wordt veroorzaakt leidt tot verliezen en een toegenomen opgenomen vermogen dat oploopt tot 7%.

Onbelaste werking

KUBIE verbruikt stroom, ook als er geen andere elektriciteit verbruikende apparatuur is aangesloten. Dit wordt het onbelaste vermogen genoemd. Wanneer alle elektrische apparatuur wordt uitgeschakeld zal een aangesloten KUBIE een onbelast vermogen verbruiken van ca. 23 W dat wordt omgezet in warmte. Gedurende een jaar houdt dit in dat er ca. 200 kWh in warmte wordt omgezet. Op een koude winterdag kan dit nog worden beschouwd als "nuttige energie", maar willen we deze warmte wel hebben tijdens de zomerperiode?

Overig

Energie die via het elektriciteitsnet wordt gekocht geeft ons een meerwaarde, een rendement of verhoogd comfort. We hebben tijdens de beoordeling van KUBIE geen geval kunnen identificeren waarbij een lager energieverbruik optreedt zonder een daaropvolgende vermogens- of comfortafname. Daarentegen zijn er verschillende gevallen geïdentificeerd waarbij een comfortafname optreedt zonder dat het energieverbruik minder wordt, bijvoorbeeld dat de waterkoker meer tijd nodig heeft, maar dat dezelfde hoeveelheid energie wordt verbruikt.

Energie kan niet worden vernietigd, alleen worden omgezet. Je krijgt altijd waarvoor betaald wordt en daarom is de verminderde lichtopbrengst die optreedt bij de gloeilamp omgezet in infrarood licht, warmte.

Het feit is dat ook licht, datgene wat wij hier nuttige energie noemen, wordt omgezet in warmte als het door een wandoppervlak wordt opgenomen.

Technische beschrijving van de evaluatie

RISE Research Institutes of Sweden heeft een evaluatie uitgevoerd met betrekking tot het opgenomen vermogen bij gebruik van de KUBIE™-energiebesparingskast vergeleken met overeenkomstig verbruik zonder. Als elektrische belasting zijn verschillende soorten lichtbronnen gebruikt.

Testobject

Een exemplaar van de driefasentransformator KUBIE™-energiebesparingskast 35A 3-fasig, sn: C46184.3.17320A.0528. Het testobject is ter beschikking gesteld door de opdrachtgever.

Lichtbronnen aangeschaft door RISE:

- 90 halogeenlampen van twee verschillende typen, totaal vermogen ca. 3,5 kW.
- 90 CFL-lampen (Compact fluorescent lamp) van 9 verschillende typen, totaal vermogen ca. 1,0 kW.
- 90 ledlampen van 6 verschillende typen, totaal vermogen ca. 800 W.
- 18 ledbuizen (LED-Tube) van 2 verschillende typen, totaal vermogen ca. 500 W.
- 12 ledpanelen (600 • 600 mm) van 2 verschillende typen, totaal vermogen ca. 400 W.

Identificatie

Aankomstdatum: 25-1-2019

Toestand van het object: Fabrieksnieuw

Uw referentie: Ulf Stenberg

Testlocatie: RISE, Borås, Zweden

Testdatum: 19-2-2019 – 7-3-2019

Achtergrond

Van de KUBIE™-energiebesparingskast wordt beweerd dat minstens 8% tot maximaal 15% bespaard kan worden op het energieverbruik. Dit zou gebeuren zonder dat u uw gewoonten hoeft te veranderen, wat kan worden opgevat als een verlaagd energieverbruik zonder verlaging van rendement of comfort van het verbruik. Villaägarnas Riksförbund heeft RISE de opdracht gegeven om de verandering in het energieverbruik en de voordelen te onderzoeken van het gebruik van KUBIE. Het onderzoek is uitgevoerd op verlichting, maar is ook toepasbaar op alle vormen van elektriciteit verbruikende apparatuur.

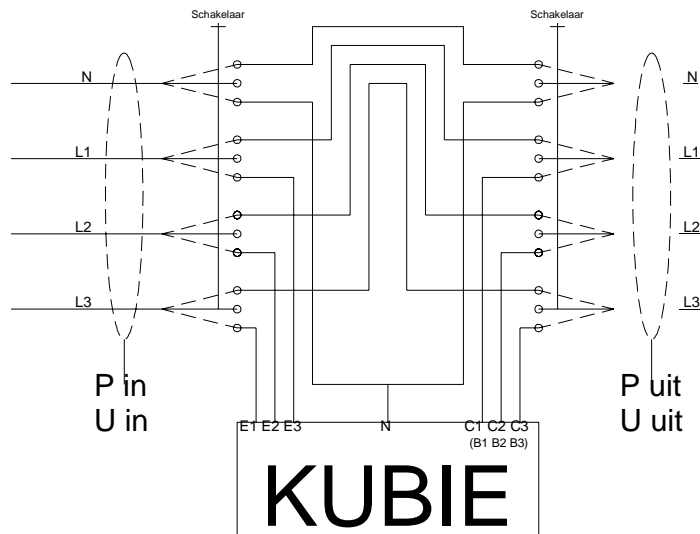
Van de KUBIE™-energiebesparingskast wordt tevens beweerd dat de levensduur van elektrische apparaten en verlichting wordt verlengd met minstens 30%. RISE heeft geen tests of analyses uitgevoerd voor veranderingen in de levensduur van de gebruikte lichtbronnen en rapporteert alleen in algemene redeneringen over de levensduur van elektrische apparatuur in zijn algemeenheid.

Bron: <https://kubie.se/>

Testomstandigheden

Tijdens de tests zijn vijf verschillende typen elektriciteit verbruikende verlichting gebruikt als belasting, gelijkmatig verdeeld over de drie fasen. De metingen zijn uitgevoerd met de belasting aangesloten via KUBIE op het binnenkomende elektriciteitsnet, deze werden vervolgens vergeleken met de belasting direct aangesloten op het elektriciteitsnet. Het vermogen van de drie fasen werd gemeten voor en na de twee 4-polige schakelaars (on-off-on) waarmee geschakeld werd tussen stroom via KUBIE respectievelijk stroom direct van het elektriciteitsnet. De relatieve lichtstroom van de verlichting, de belasting, werd tegelijkertijd gemeten met een fotometrische detector die via een versterker de meetwaarde aangaf met een voltmeter. De uitlezing gebeurde gedurende een meetperiode van 60 minuten elke 10 seconden simultaan met groep-trig op een IEEE-488-instrumentbus.

RISE Research Institutes of Sweden



Afbeelding 1: Schakelschema

Bij het schakelen tussen werking direct van het elektriciteitsnet en via KUBIE werd de stroom eerst bij de ingang onderbroken waarbij de uitgang omgeschakeld werd en de ingang werd aangesloten op de andere kringloop. De metingen via KUBIE gebeurden met aansluiting op uitgang C respectievelijk uitgang B. De metingen werden uitgevoerd in een afzonderlijke ruimte voor verlichting en detector, met meet- en regelapparatuur in een aangrenzende controleruimte. Voorafgaand aan iedere meetronde werd de verlichting ca. 15 minuten gestabiliseerd.

Na iedere meetperiode werd de kleurtemperatuur (CCT) van de lichtbron gemeten met een spectrometer.

Resultaten

De resultaten worden weergegeven in tabellen als een gemiddelde waarde van de 360 metingen die gedurende de meetperiode werden uitgevoerd voor de respectievelijke belastingsgevallen. De lichtstroom wordt vermeld gerelateerd aan de lichtstroom die gemeten werd bij directe aansluiting voor ieder afzonderlijk type lichtbron.

De procentuele verhouding van elektrische parameters tussen KUBIE en directe aansluiting, en de procentuele verandering van vermogen en lichtstroom worden vermeld in de volgende tabellen. Bij de berekening wordt gecompenseerd dat de gemiddelde voedingsspanning, nominaal 230 VAC, niet exact hetzelfde was bij meting gedurende de drie meetperiodes (Direct, KUBIE C en KUBIE B). De procentuele verhouding is zodoende onafhankelijk van tijdelijke fluctuaties op het elektriciteitsnet.

Gloeilamp/halogenlamp

Tabel 1.1: Gemiddelde van 360 metingen.

Aan-sluiting	Spanning in (VAC)	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel. lumen)	CCT
Direct	228,3	228,1	3557	3555	-2	1,00	2800K
KUBIE C	227,6	212,1	3205	3177	-28	0,78	2726K
KUBIE B	228,6	207,0	3089	3060	-29	0,72	2701K

Tabel 1.2: Procentuele verhoudingen.

Aan-sluiting	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel.)	Veranderd vermogen	Veranderde lichtstroom
Direct	100%	100%	100%	0%	100%	0%	0%
KUBIE C	93%	91%	90%	-1%	78%	-9%	-22%
KUBIE B	91%	87%	86%	-1%	72%	-13%	-28%

Opmerking: De lichtstroom neemt procentueel meer af dan het elektrische vermogen. De reden hiervoor is dat een groter deel van het stralingseffect in het infrarode spectrum komt bij lagere kleurtemperatuur.

CFL (spaarlamp)/tl

Tabel 2.1: Gemiddelde van 360 metingen.

Aan-sluiting	Spanning in (VAC)	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel. lumen)	CCT
Direct	228,7	228,6	995	994	-1	1,00	2665K
KUBIE C	230,0	214,6	960	935	-25	0,95	2641K
KUBIE B	228,7	207,5	928	903	-25	0,92	2642K

Tabel 2.2: Procentuele verhoudingen.

Aan-sluiting	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel.)	Veranderd vermogen	Veranderde lichtstroom
Direct	100%	100%	100%	0%	100%	0%	0%
KUBIE C	93%	95%	93%	-3%	95%	-5%	-5%
KUBIE B	91%	93%	91%	-3%	92%	-7%	-8%

Opmerking: De enige verliesbron is in grote lijnen de vermogensdissipatie in KUBIE.

Ledlamp

Tabel 3.1: Gemiddelde van 360 metingen.

Aan-sluiting	Spanning in (VAC)	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel. lumen)	CCT
Direct	231,7	231,6	819	818	0	1,00	2825K
KUBIE C	230,3	214,9	835	811	-24	0,99	2832K
KUBIE B	229,0	207,8	830	806	-24	0,98	2807K

Tabel 3.2: Procentuele verhoudingen.

Aan-sluiting	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel.)	Veranderd vermogen	Veranderde lichtstroom
Direct	100%	100%	100%	0%	100%	0%	0%
KUBIE C	93%	103%	100%	-3%	99%	+3%	-1%
KUBIE B	91%	104%	101%	-3%	98%	+4%	-2%

Opmerking: Een combinatie van lichtbronnen met spanningsafhankelijk en constant vermogen houdt in dat het toegevoerd vermogen ten dele toeneemt en de lichtstroom ten dele afneemt.

Ledbuis

Tabel 4.1: Gemiddelde van 360 metingen.

Aan-sluiting	Spanning in (VAC)	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel. lumen)	CCT
Direct	229,2	229,1	498	498	0	1,00	6200K
KUBIE C	229,2	213,9	524	501	-23	1,00	7657K
KUBIE B	228,7	207,6	523	500	-23	1,00	8892K

Tabel 4.2: Procentuele verhoudingen.

Aan-sluiting	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel.)	Veranderd vermogen	Veranderde lichtstroom
Direct	100%	100%	100%	0%	100%	0%	0%
KUBIE C	93%	105%	100%	-4%	100%	+5%	0%
KUBIE B	91%	105%	101%	-4%	100%	+5%	0%

Opmerking: De regulering van het constante vermogen leidt ertoe dat de lichtstroom constant is terwijl de vermogensdissipatie in KUBIE en toegenomen verliezen in de voorschakelektronica zorgen voor een toename van het vermogen dat moeten worden toegevoerd.

Ledpaneel

Tabel 5.1: Gemiddelde van 360 metingen.

Aan-sluiting	Spanning in (VAC)	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel. lumen)	CCT
Direct	230,1	230,0	427	427	0	1,00	4002K
KUBIE C	228,8	213,5	451	427	-23	1,00	4002K
KUBIE B	229,0	207,8	451	428	-23	1,00	4004K

Tabel 5.2: Procentuele verhoudingen.

Aan-sluiting	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)	Licht-stroom (rel.)	Veranderd vermogen	Veranderde lichtstroom
Direct	100%	100%	100%	0%	100%	0%	0%
KUBIE C	93%	107%	101%	-5%	100%	+7%	0%
KUBIE B	91%	107%	101%	-5%	100%	+7%	0%

Opmerking: De regulering van het constante vermogen leidt ertoe dat de lichtstroom constant is terwijl de vermogensdissipatie via KUBIE en toegenomen verliezen in de voorschakelektronica zorgen voor een toename van het toegevoerd vermogen.

Zonder belasting

Tabel 5.1: Gemiddelde van 360 metingen.

Aan-sluiting	Spanning in (VAC)	Spanning uit (VAC)	Ver-mogen in (W)	Ver-mogen uit (W)	Δ Ver-mogen ($W_{uit}-W_{in}$)
Direct	229,0	228,9	0	0	0
KUBIE C	229,4	214,2	23	0	-23
KUBIE B	228,9	207,8	23	0	-23

Opmerking: Zonder belasting zijn de fotometrische waarden en procentuele verhoudingen niet relevant. KUBIE verbruikt 23 W zonder inschakeling van andere apparatuur, wat overeenkomt met een energieverbruik van ca. 200 kWh/jaar.

Apparatuur

Vermogenmeter, RISE inv.nr. 503981
Fotodetector, RISE inv.nr. 500746
Versterker, RISE inv.nr. BX83008
Voltmeter, RISE inv.nr. BX50207
Spectrometer, RISE inv.nr. 901736

Meetonzekerheid

Relatieve lichtstroom: $\pm 0,2\%$
Spanning: $\pm 0,05\%$
Vermogen: $\pm 0,2\%$
CCT: ± 30 K

Conclusie

Bij de twee meetfasen waarbij het toegevoerde vermogen afnam, nam de lichtstroom procentueel meer af, dat wil zeggen dat er een nettoverlies wordt bereikt met KUBIE aangesloten. Bij de overige meetfasen nam het toegevoerde vermogen toe en was de lichtstroom procentueel onveranderd of verminderd, dat wil zeggen dat ook in dit geval sprake is van een nettoverlies met KUBIE aangesloten.

**RISE Research Institutes of Sweden AB
Meettechniek - Tijd en optica**

Uitgevoerd door

Gecontroleerd door

Håkan Skoogh

Per Olof Hedekvist