

RF sturing van openbare verlichting

- 1) Introductie
- 2) Soorten lichtbronnen en dimmogelijkheden
- 3) Waarom dimmen?
- 4) Gevolg van dimmen op verbruik
- 5) Dimmen op basis van triggers
- 6) Waarom RF of radiosturing?
- 7) Samenvatting en conclusie
- 8) Te stellen vragen

1) Introductie

Dit document is geschreven door Jan Zijdeveld van JZ Consultancy met de bedoeling om een overzicht te geven van de mogelijkheden en voordelen die het toevoegen van intelligentie in openbare verlichting (OV) biedt. Om het document compact te houden, wordt er niet te diep ingegaan op de techniek en zijn de cijfers van o.a. de besparingen globaal en gebaseerd op recente informatie.

2) Soorten lichtbronnen, aansturing en dimmogelijkheden

De gloeilamp wordt al jaren niet meer toegepast in OV, maar had wel een paar eigenschappen die toch vermeldenswaard zijn, nl. een mooi lightspectrum, een voor het lichtnet een ideale belasting (een power factor en cosinus phi van 1, zie uitleg op pag. 2) en er was geen elektronica nodig om de gloeilamp aan te sturen. De levensduur en het slechte rendement waren redenen om deze alleen nog maar binnenshuis te gebruiken. Al decennia lang wordt in OV vrijwel uitsluitend gasontladingslampen gebruikt, vanwege de langere levensduur en het hogere rendement. Door de steeds hogere lichtopbrengst en de betere kwaliteit wordt, zeker in stedelijke gebieden bij vernieuwing en vervanging, vooral LED toegepast, hoewel inductielampen ook voorkomen. Vrijwel alle gasontladingslampen bevatten in meer of mindere mate kwik, een metaal dat zeer schadelijk is voor het milieu.

Dit is de reden waarom bijv. de hogedruk kwikdamplamp vanaf april 2015 verboden wordt. De meeste gasontladingslampen gaan relatief snel in lichtopbrengst achteruit. Dit is per lamp type verschillend, 20-30% over de levensduur (fig. 1), variërend 8000 voor de lagere vermogens, vaak toegepast in de zgn. kegels tot zo'n 30000 uur voor bepaalde typen SON lampen. Dit nog afgezien van de zgn. survival rate, het percentage van de lamp dat na het aangegeven aantal branduren nog functioneert. De inductielamp vormt hierop een uitzondering, maar kan slechts tot 50% worden gedimd, als deze optie al geboden wordt. De mate waarin de lichtopbrengst achteruitgaat over een aantal gebruiksuren wordt ook wel Lumen Maintenance factor of depreciatiefactor genoemd, uitgedrukt in L50, L70, L80 of L90.

30% verlies wordt uitgedrukt in L70, d.w.z. nog 70% licht na een aantal gebruiksuren bij een omgevingstemperatuur (T_a) van bijv. 25 C en een opgegeven temperatuur van de chip van de LED, ook wel de junction temperatuur (T_j) genoemd. (Zie ook fig 5 op pag.3)

Om de gasontladingslampen te kunnen starten is een voorschakelapparaat nodig. Ouderwetse voorschakelapparaten (VSA) hebben ~20-25% verlies, dit moet bij het opgenomen vermogen van de lamp worden opgeteld. Nieuwere typen zijn elektronisch en worden EVSA's genoemd en hebben bij volle belasting een rendement van >85%. De EVSA's zijn te leveren in dimbare varianten, die een 1-10V signaal of een DALI (Digital Addressable Light Interface) stuursignaal als uitgang hebben. LED's moeten worden aangestuurd door een elektronisch voorschakelapparaat, doorgaans LED-driver genoemd. Een goede LED-driver heeft bij vollast een rendement van >90%. Let wel: het systeemrendement, van LED-driver plus lichtbron ligt lager, maar is doorgaans zo'n 50% beter dan bij de traditionele gasontladingslampen. Het rendement van de lichtbron en het systeemrendement wordt uitgedrukt in Lumen per Watt (Lm/W). De meeste gasontladingslampen kunnen worden gedimd, maar het dimpercentage varieert per type en ligt maximaal tussen de 20% en 70% van het opgegeven wattage. Veel oudere typen gasontladingslampen in de hogere vermogens hebben een opstarttijd van enkele minuten en dit is verlies van kostbare energie. Bij lage temperaturen wordt dit nog slechter. LED heeft geen opstarttijd (*LED-drivers soms wel van enkele seconden*) en kan, afhankelijk van de toegepaste elektronica, traploos tot nul worden gedimd, maar in de praktijk komt dit zelden voor. Het waarom komt later in dit document terug.

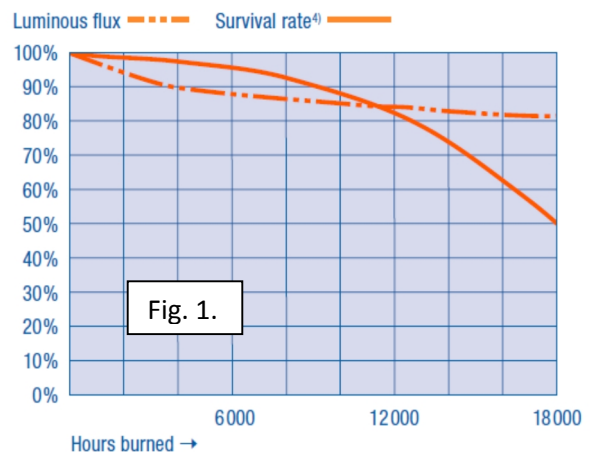


Fig. 1.

3) Waarom dimmen?

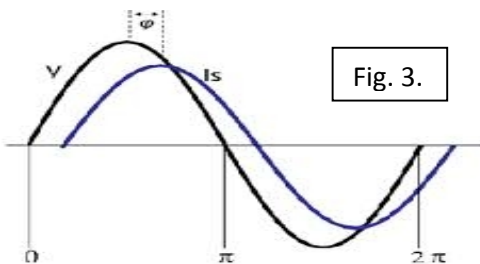
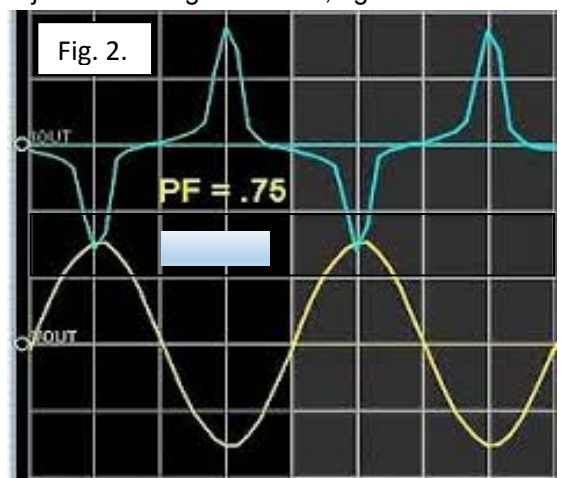
Er zijn een aantal redenen om te willen dimmen, de volgorde van de hieronder genoemde redenen kan per toepassing in belangrijkheid verschillen.

- o Energiebesparing en beperking CO2 uitstoot
- o Langere onderhoudsintervallen, omdat de lamp langer meegaat. Gevolg besparing op onderhoudskosten
- o Minder lichtvervuiling. Hiervoor is gelukkig steeds meer aandacht. Kunstlicht verstoort nu eenmaal het dag/nacht ritme van mens en dier en kan grote gevolgen hebben op de gezondheid

4) Gevolg van dimmen op verbruik

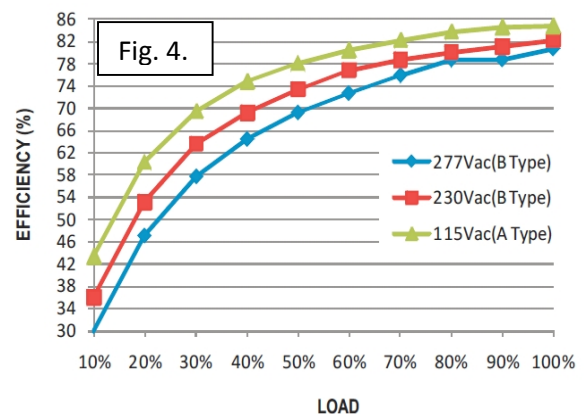
Hier moet wat dieper worden ingegaan op de techniek, omdat bij dimmen op veel zaken moet worden gelet die bij het maken van keuzes voor een armatuur gemakkelijk over het hoofd kunnen worden gezien.

Het dimpercentage is niet persé recht evenredig met de besparing op het energieverbruik. Dit hangt af van de soort lamp en het voorschakelapparaat en de combinatie van beiden. Bovendien is het zo dat verreweg de meeste EVSA's of LED-drivers het meest efficiënt werken bij maximale belasting. De power factor (**PF**) is een belangrijke parameter voor het ESVA. Hoe dichterbij 100% of het getal 1 hoe beter. In de praktijk wordt doorgaans dat 0,9 gehanteerd als gangbare waarde. Het lichtnet geeft een zuivere sinus (fig. 2) met een waarde van ~230V, zoals hiernaast afgebeeld met onderste **witte lijn**. In het voorschakelapparaat moet de wisselspanning worden omgezet in gelijkspanning. Dit levert omzettingsverlies op dat wordt "vertaald" in warmte. Om efficiënt te kunnen werken wordt gebruik gemaakt elektronisch schakelen. Hierdoor ontstaan schakelpieken die de sinus "verstoren" (**blauwe lijn**). Om hier weer een min of meer nette sinus van te maken is extra elektronica nodig. Door een slechte **PF** kan een deel van de energie niet nuttig gebruikt worden. Wat het energiebedrijf moet leveren is vermogen **S**. Het vermogen **P** dat een armatuur *lijkt* te gebruiken kan dus fors afwijken van de realiteit. Die verliezen komen bovenop de omzettingsverliezen en de zgn. $\cos \phi$ (ϕ), dat is het "uit de pas lopen van de sinus voor stroom en spanning (fig. 3). De gloeilamp met een **PF** en $\cos \phi$ van **1** is wat dat betreft een ideale belasting voor het lichtnet.



De reden om dit allemaal te vermelden is dat, zoals eerder aangegeven, dimmen effect heeft op het rendement van het voorschakelapparaat. Het rendement of efficiency van de LED-driver in fig. 4 is bij maximale belasting 87% als de verliezen van warmteontwikkeling, $\cos \phi$ en powerfactor worden meegenomen. Als we gaan dimmen loopt het rendement afhankelijk van de gebruikte componenten al snel terug, zoals is te zien in fig.4. Het rendement wordt dus bepaald door de $\cos \phi$, de PF en de omzettingsverliezen.

In veel bestekken wordt een powerfactor van 0,9 gehanteerd. 0,85 is nu de norm voor belastingen >25W. Als er 25 lampen van 20W op vol vermogen met een slechte power factor in een straat worden gebruikt, is het totaalvermogen 500W. Bij dimmen wordt dit alleen maar slechter. Ook al voldoet de lamp aan de huidige normen, dan kan de totale netvervuiling desondanks vervelende gevolgen hebben, zeker als er hele wijken worden volgezet met lampen met een slechte powerfactor. Energieleveranciers stellen eisen aan de aangesloten belasting en de aangegeven getallen zijn doorgaans de norm. Verdere uitleg hierover is oa. vinden op: <http://www.olino.org/articles/2006/09/16/powerfactor>



Er zijn LED-drivers die traploos naar nul kunnen dimmen, maar deze vallen in de duurdere klasse en worden in OV praktisch nooit gebruikt. Bovendien is het lastig om voor een concurrerende prijs een LED-driver te maken die bij “diep” dimmen nog een goede powerfactor en rendement heeft. Het maximale dimpercentage is doorgaans 10% van de maximale waarde, maar verschilt per driver en fabrikaat.

De grafiek in het voorbeeld van fig. 4 laat duidelijk zien dat het effect van dimmen niet rechtevenredig is met de besparing in energie.

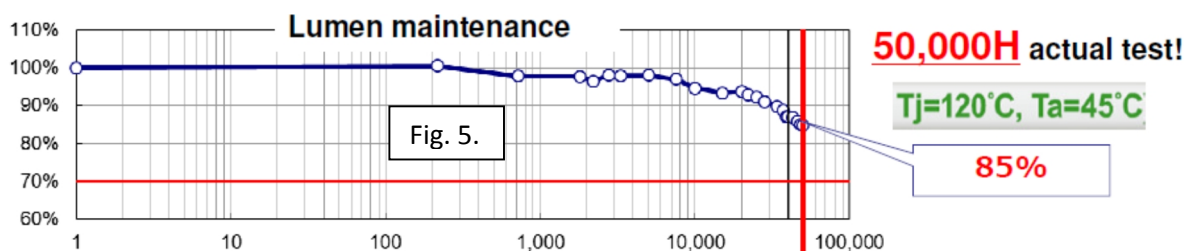
5) Dimmen op basis van triggers

Zoals reeds aangegeven is het mogelijk om diverse typen gasontladingslampen te dimmen, maar omdat de trend is dat bijna alles wat nieuw wordt geplaatst LED is, ga ik hier verder op in.

Doorgaans geeft het overschakelen van gasontladingslampen naar LED al een besparing van 50%, maar door te dimmen en regelen op basis van bijv. verkeersintensiteit of detectie van personen en voertuigen kan nog eens minstens 30% worden bespaard, zeker op wegen waar 's avonds weinig verkeer is. Deze triggers kunnen zijn:

- Tijd, bijv. d.m.v. een astroklok
- Radar of infrarood detectoren
- Drukknoppen bij een oversteekplaats
- Lichtintensiteitssensoren
- Detectielussen
- Koppeling aan bijv. buienradar via internet
- Commando's vanuit een controlekamer via internet. Denk hierbij aan de noodzaak om veel licht te hebben als bijv. een stadion “leegloopt” of voor het maken van “lichtcorridors” bij calamiteiten voor hulpdiensten.

Het dimmen van LED-verlichting heeft naast het besparen van energie een ander groot voordeel, nl. dat deze t.o.v. de meeste gasontladingslampen veel langer meegaat en de lichtterugval of Lumen maintenance (fig. 5.), die al relatief gunstig is, nog kleiner wordt.



Bron Citizen. **N.B.** de temperatuur van de LED chip is hier continu 120 C, iets dat bij OV toepassingen nooit voor komt.

LED's werken in tegenstelling tot gasontladingslampen ook nog eens veel efficiënter, als deze minder zwaar worden belast en dus minder warm worden (*). Dit wordt, afhankelijk van de LED-driver in het gebied van 100-50%, min of meer “gecompenseerd” door het minder efficiënt werken van de meeste LED-drivers. Van belang is het om te weten dat een LED lamp (het gaat hier dus over het lichtgevende deel) die goed wordt gekoeld, vaak langer meegaat dan menige LED-driver. De warmte die hierin ontwikkeld wordt, zorgt er nl. voor dat de veelal gebruikte energiebuffers, de zgn. elco's, vaak als eerste stuk gaan. Door te dimmen wordt de warmteontwikkeling minder en gaan deze elco's langer mee. De LED-drivers worden in vrijwel alle gevallen in het armatuur geplaatst, omdat de fabrikant garantie geeft op het armatuur met alle daarin gebruikte onderdelen. Dit heeft wel tot gevolg dat de driver op een plaats zit waar het bij gebruik van de lamp op vol vermogen erg warm kan worden. Ook als de lamp uit is, kan 's zomers bij fel zonlicht de temperatuur flink oplopen en ook hierdoor gaat de elektronica minder lang mee.

Beter zou het zijn om de driver achter het luikje van de lichtmast te plaatsen, omdat de temperatuur hier lager is. Een temperatuurverschil van 10 °C betekent een verdubbeling of halvering van de levensduur van de elektronica al naar gelang deze hoger of lager is dan aangegeven in de specificaties van de LED-driver.

(*). Voor meer informatie zie: http://jaz.zsoftmedia.nl/wordpress/wp-content/uploads/2014/08/E-totaal_EEartikel3.pdf

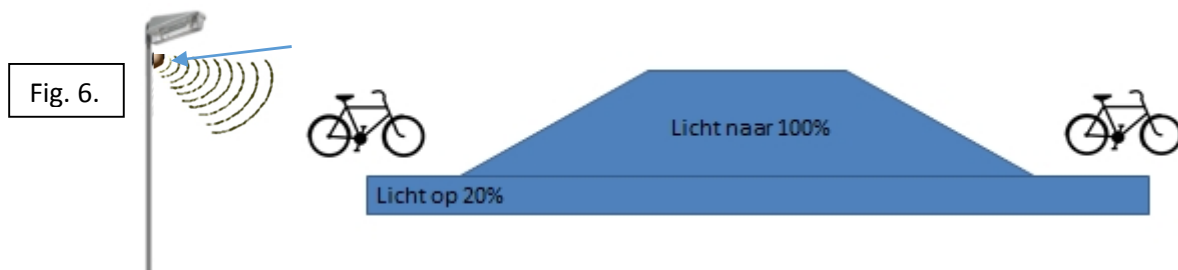
6) Waarom RF of radiosturing?

Er zijn diverse vormen van sturing, die momenteel worden toegepast, nl:

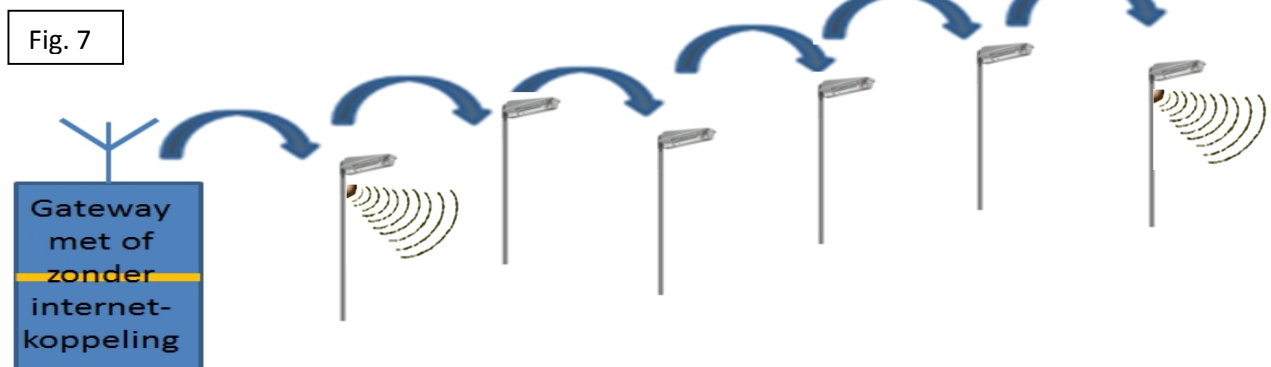
- Centraal op basis van tijd en gemeten lighthoeveelheid, in de meeste gevallen nog aan/uit. Veel systemen werken op basis van een tijd klok en/of meerdere lichtsensoren die in een stad of wijk aanwezig zijn. Vaak wordt door middel van een toonfrequent (TF) signaal de netspanning op een groep lampen gezet. Het TF systeem komt binnenkort te vervallen, dus vervanging is sowieso nodig!
- Centraal/decentraal, middels een dimmer die op basis van tijd en na het op spanning zetten van de groep lampen, de verlichting in vast programmeerbare stappen dimt. Een veel gebruikt type is de zgn. Dynadimmer. Hiermee zijn belangrijke energiebesparingen gerealiseerd. Het probleem is dat een Dynadimmer een vast tijdschema heeft en niet te "overrulen is" bij calamiteiten. Het kan dus nog efficiënter en beter.
- Power line communicatie (PLC). Dit is in het verleden met wisselend succes toegepast. Een van de nadelen is dat in veel gevallen de netbeheerder en/of eigenaar van de infrastructuur een stuurunit in zijn schakelkast moet laten plaatsen en er een monteur van de netbeheerder/eigenaar aanwezig moet zijn om de kast te openen. Bij storingen moet dan vaak ook de monteur opdraven samen met degene die de sturing heeft geleverd. Een ander nadeel is dat door de toegenomen netvervuiling PLC niet zo betrouwbaar meer werkt als vroeger.

- **RF of radiosturing**

Er kan op verschillende manieren worden gewerkt. Er kan gekozen worden voor een vooraf ingesteld dimpatroon dat werkt op basis van triggers, zoals radar, passief infrarood (zie pijl bij fig. 6) . Zo kan het licht bij een passerende fietser feller gaan branden en dan wel zo dat dit, voor hem of haar uit, geleidelijk aan in intensiteit wordt opgeschaald. Als de fietser uit de detectiezone is, wordt het licht langzaam gedimd (fig. 6). Het is mogelijk om elke lichtmast te voorzien van een trigger, of deze te plaatsen bijv. afslagen en het licht gedurende de tijd die de fietser naar verwachting in de detectiezone verblijft feller te laten branden. De snelheid en tijden van het veranderen van het licht zijn programmeerbaar.



De stuurunit of gateway kan buiten de schakelkast van de netbeheerder bijv. aan een lichtmast worden bevestigd. Als de installatie autonoom werkt, is er geen backoffice en controle resp. besturing op afstand via internet van toepassing.



Hieronder een vergelijkbare opzet (fig.8.), maar dan met koppeling aan het internet, waarbij de beheerder bij bijzondere gebeurtenissen het dimregime kan aanpassen, zodat het licht bij calamiteiten op de maximale stand gezet kan worden.

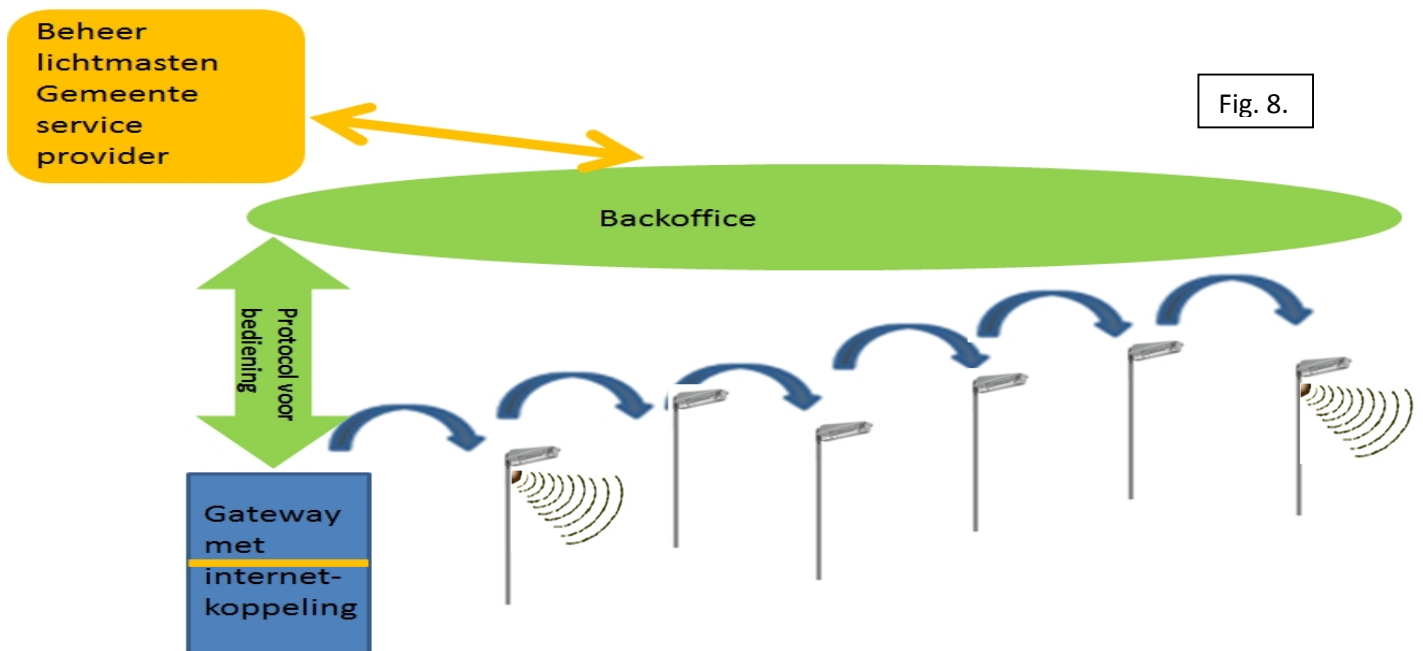


Fig. 8.

7) Samenvatting en conclusie

Het rendement en de kwaliteit van LED-verlichting is zodanig dat dit nu op grote schaal in de openbare ruimte wordt toegepast. LED moet, anders dan de traditionele lichtbron, worden aangestuurd met complexe elektronica. Deze moet van zeer goede kwaliteit zijn op het vlak van levensduur, maar ook als het gaat om de elektrische specificaties bij vollast en deellast (dimmen). In moderne LED-drivers en RF stuurunits worden microcontrollers toegepast. Hierdoor zijn veel nieuwe toepassingen mogelijk, waaronder koppeling via RF sturing aan het internet.

De microcontroller kan:

- het licht dimmen
- het aantal branduren van de lamp bijhouden
- compenseren voor veroudering van de lichtbron en optiek
- compenseren voor een lage omgevingstemperatuur (LED geeft meer licht naarmate de lichtbron kouder is)
- het energieverbruik meten
- de temperatuur en/of andere parameters controleren en melden dat er een storing is of dreigt

Bij RF sturing en koppeling aan het internet kan dus van alles worden gemonitord en gestuurd. Storingen (of zelfs dreigende storingen) kunnen als een "bericht" van de lamp naar een webinterface en/of aan een storingsmonteur worden gestuurd, waarbij eventueel preventief al tot vervanging kan worden overgegaan, voordat er gevaarlijke situaties ontstaan op een drukke kruising waar goede verlichting essentieel is voor de verkeersveiligheid.

Voor de beheerder en het milieu is de grootste bonus:

- dat een besparing tot 80% mogelijk is op energie. Vervanging van het armatuur met een levensduur van 50000 uur hoeft bij een brandrooster van 4200 uur per jaar pas na ruim 10 jaar plaats te vinden.
- de visuele schouw kan vervallen

Conclusie => RF sturing van LED-verlichting in OV is Onmiskenaar Verstandig

8) Te stellen vragen

V1: Is RF sturing veilig en is het niet gemakkelijk te storen of te hacken?

A1: 100% veiligheid is nooit te geven, ook een bekabeld net kan worden verstoord, als de bedieningskast wordt gesaboteerd of als er een kabel wordt kapotgemaakt door een graafmachine. De veiligheid van RF sturing is vergelijkbaar met die van andere digitale radioverbindingen die we dagelijks gebruiken, zelfs voor banktransacties. Er is een zware digitale versleuteling toegepast vergelijkbaar met de beveiliging voor banktransacties. Bovendien werken de RF dimsystemen doorgaans zo, dat als de verbinding met de gateway of het internet wegvalt, het licht op de tijd dat het aan moet naar 100% gaat.

V2: Hoe zit het met het verdelen in zones en wijken?

A2: Door digitale adressering is het mogelijk zelfs individuele lampen te adresseren.

V3: Wat zijn er nog meer voor mogelijkheden bij gebruik van RF sturing?

A3: Veel, te denken valt aan verandering van lichtkleur, van warm wit naar koud wit, om "aan te geven" dat feestgangers nu maar naar huis moeten gaan bijvoorbeeld. Het armatuur moet hier dan wel voor geschikt zijn.

V4: Wat zijn de eisen voor de power factor bij de diverse vermogens, dus ook gedimd?

A4: <2 W geen eisen, 2-5 W pF > 0,4, 5-25W >0,5, boven 25 W >0,9

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met:



Jan Zijderveld
consultant

Schumannpad 11
2912VH Nieuwerkerk a/d IJssel
The Netherlands
www.jzconsultancy.nl



Phone : +31 (0) 180 325 329
Mobile: +31 (0) 619 492 142
E-mail : jan@jzconsultancy.nl
Skype : jazijderveld