



ASTRIN Specificatie
WG-GvD 2013.07.22

Richtlijn gebruik LED verkeerslantaarns in verkeersregelininstallaties

Aanvullende eisen op: NPR-CLC/TS 50509 (en)
Use of LED signal heads in road traffic signal systems

Specificatienummer	Versie
WG-GvD 2012.04.01	1.1
Template (2010.12.06 AK)	1.1

Wijzigingsoverzicht

.....

Versie	Status	Datum	Gereviseerd door	Reden
0.1	Concept versie	2011.04.05	WG 2009.5.b1	Herziening Grensvlakdefinities
0.2	Draft versie	2011.09.15	WG 2009.5.b1	Diverse aanpassingen
0.3	Draft versie	2011.11.04	WG 2009.5.b1	Diverse aanpassingen
0.4	Final Draft versie	2011.11.11	WG 2009.5.b1	Diverse aanpassingen
0.5	Final Draft review	2012.04.10	WG 2009.5.b1	Diverse aanpassingen
1.0	Final	2013.04.23	Secretariaat	
1.1	Final	2013.07.22	Secretariaat	Aanpassing paragraaf 3.1.1

Inhoudsopgave

.....

1.	Toepassingsgebied	4
1.1	Document identificatie	4
1.2	Beveiliging en intellectueel eigendom	4
1.3	Voorwoord bij deze uitgave	4
1.4	Inleiding	5
1.5	Leden van de werkgroep	5
1.6	Scoop	6
1.7	Normatieve Referenties	6
1.8	Definities en afkortingen	6
2.	Achtergrond	7
2.1	Algemeen	7
2.2	Bestaande normering	7
3.	Technische Specificaties	8
3.1	Algemeen	8
3.1.1	Kans op onveilig falen	8
3.1.2	Spanningsstabilisatie	8
3.2	LED verkeerslantaarn, Klasse I	10
3.2.1	Voedingsspanning en opgenomen vermogen	10
3.2.2	Bewakingstijd	11
3.2.3	Dimmen	11
3.2.4	Elektrische karakteristieken	11
3.2.5	Bedrijfscyclus (geel)knipperen	11
3.3	LED verkeerslantaarn, Klasse II	12
3.3.1	Opgenomen vermogen	12
3.3.2	Afschakeltijd	12
3.3.3	Gedimde bedrijfstoestand	13
3.3.4	Bedrijfscyclus geelknipperen	13
3.4	Overige	13
4.	Speciale combinaties	14
4.1	Negenogen, 42 V	14
4.2	Onderlichten, 42 V	14

1. Toepassingsgebied

.....

1.1 Document identificatie

ASTRIN documentnummer: **WG-GvD 2012.04.01**

Specificatienaam: Richtlijn gebruik LED verkeerslantaarns in
 verkeersregelininstallaties
 (Aanvullende eisen)

1.2 Beveiliging en intellectueel eigendom

©2012 ASTRIN. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het ASTRIN-secretariaat.

De ASTRIN-leden behouden zich het recht voor om delen van dit document op elk gewenst moment te wijzigen, zonder voorafgaande of directe kennisgeving aan de gebruiker. De inhoud van dit document kan eveneens worden gewijzigd zonder voorafgaande waarschuwing. Dit document is informatief van aard. Aan de inhoud hiervan kunnen geen rechten worden ontleend.

1.3 Voorwoord bij deze uitgave

In eerdere uitgaven was de toepassing van *light emitting diodes* (LED's) in verkeersregelininstallaties nieuw en was het noodzakelijk om aanvullende eisen te stellen. Inmiddels zijn de LED aspecten niet meer weg te denken in het straatbeeld van de verkeersregelininstallatie.

Na het uitkomen van de 3^e uitgave in januari 2004 is deze via de Nederlandse Normcommissie ingebracht in het Europese circuit, waarna ook op Europees niveau is onderkend dat er bij toepassing van LED-aspecten in verkeersregelininstallaties, aanvullende eisen gesteld dienen te worden.

Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van een Europese Technical Specification CLC/TS 50509 Use of LED signal heads in road traffic signal systems, die in augustus 2007 officieel is vastgesteld. Direct daarop volgend is deze technische specificatie door Nederland overgenomen als Nederlandse praktijkrichtlijn NPR-CLC/TS 50509.

Met de komst van deze NPR naast de al bestaande Europese en Nederlandse normeringen is het noodzakelijk om de ASTRIN publicatie te herzien. De belangrijkste aanpassingen richten zich dan ook op eventuele verduidelijkingen, toevoegingen en verwijzingen naar bestaande normen, richtlijnen en specificaties. Als belangrijkste toevoeging kunnen de specificatie van de LED negenogen en onderlichten genoemd worden.

Verder zijn alle informatieve zaken en de achtergrondinformatie rondom LED aspecten verwijderd. Deze informatie is opgenomen in de ASTRIN Grensvlakdefinities uitgave 3-2, van januari 2004, het geen als naslagwerk gebruikt kan worden. Deze nieuwe ASTRIN publicatie zal alleen de aanvullende eisen op de NPR-CLC/TS 50509 nog beschrijven.

Tot slot zijn we ons bewust van het feit, dat de ontwikkeling van verkeersregeltoestellen en optische techniek voortgaat en zullen we zelf een bijdrage aan die ontwikkeling blijven leveren. De nu opgestelde publicatie biedt dan ook ruimte voor innovatie, zonder afbreuk te doen aan een eenduidige specificatie.

In lijn met Europese en Nederlandse normen en/of richtlijnen zal iedere vijf jaar bekeken worden of herziening van deze publicatie noodzakelijk is.

De ASTRIN-leden zullen zich bij de levering van verkeersregelinstallaties in Nederland houden aan de aanvullende eisen van deze publicatie.

Zoetermeer, april 2012
Het ASTRIN-bestuur

1.4 Inleiding

Dit document beschrijft de aanvullende eisen voor het onderlinge gedrag tussen verkeersregeltoestellen en op LED aspecten gebaseerde verkeerslantaarns in wegverkeerssystemen.

De specificatie heeft als doel een veilige en betrouwbare werking die compatibiliteit tussen types en merken LED aspecten en verkeersregeltoestellen toestaat en mogelijk maakt. Daarnaast bevat dit document een minimum set aan eisen, waarmee het toegestaan is de verkeersregeltoestellen en LED aspecten apart te testen. Er wordt geacht dat verkeersregeltoestellen en LED aspecten die gekeurd zijn volgens dezelfde klasse, veilig en betrouwbaar in een systeem kunnen werken.

1.5 Leden van de werkgroep

De Werkgroep, onder wiens verantwoordelijkheid dit document van ASTRIN is opgesteld, bestond uit:

Martin de Vries	–	Peek
Joost Veldhuizen	–	Peek
Edwin Henning	–	Ko Hartog Verkeerstechniek
Paul Hoekstra	–	Vialis
Bert Amptmeijer	–	Vialis
Gert-Jan Bron	–	Siemens
Ron de Snoo, voorzitter	–	Vialis

1.6 Scoop

Deze publicatie heeft alleen betrekking op nieuw te leveren verkeersregeltoestellen en/of LED verkeerslantaarns voor wegverkeertoepassingen.

Deze publicatie beschrijft enerzijds de LED aspecten met een 200 mm en 300 mm afmeting, zoals beschreven in de NEN-EN 12368 en anderzijds de 42V LED negenogen en 42V LED onderlichten zoals die in Nederland toegepast worden.

Deze publicatie beschrijft niet de 230V LED negenogen, 230V LED onderlichten en LED aspecten voor gebruik in spoor- of scheepvaart toepassingen.

1.7 Normatieve Referenties

Wvw 1994	Wegenverkeerswet 1994
Rvl 2001	Regeling verkeerslichten 2001
NEN-EN 12368	Verkeersregelinstallaties - Verkeerslantaarns
NEN-EN 12675	Verkeersregelapparaten - Functionele veiligheidseisen
NPR-CLC/TS 50509	Use of LED signal heads in road traffic signal systems
NEN 3322	Verkeersregelinstallaties – Verkeerslantaarns (Aanvullende eisen)
NEN 3384	Verkeersregelinstallaties - Aanvullende eisen
NEN-EN 50556	Road traffic signal systems
NEN-EN 50293	Elektromagnetische compatibiliteit – Verkeersregelinstallaties - Productnorm

1.8 Definities en afkortingen

GvD	Grensvlakdefinities (uitgave 3-2, januari 2004)
LED	Light Emitting Diode
Lichtbron	Alle optische modules die toegepast kunnen worden in een verkeerslantaarn
LED aspect	Optische module met als lichtbron LED's
VRT	Verkeersregeltoestel
VKL	Verkeerslantaarn
NPR	Nederlandse Praktijk Richtlijn
NEN-EN	Nederlandse Norm - Europese Norm

2. Achtergrond

.....

2.1 Algemeen

Een verkeerslantaarn moet aan alle, in de betrokken normen opgenomen, optische, elektrische en mechanische eisen voldoen.

De verkeerslantaarn, bestaat uit een of meerdere aspecten en maakt deel uit van de verkeersregelinstallatie.

Het verkeersregeltoestel stuurt de lantaarns aan en bewaakt deze op het functioneren. Bij het technisch ontwerp van het verkeersregeltoestel wordt impliciet uitgegaan van een *verwacht gedrag* van de aangesloten lantaarns.

2.2 Bestaande normering

Deze Richtlijn heeft tot doel om aanvullende eisen te beschrijven, die elders nog niet gedocumenteerd zijn, om de interoperabiliteit tussen verkeerslantaarn en verkeersregeltoestel te garanderen.

Verkeerslantaarns die in Nederland gebruikt worden, moeten voldoen aan de Wegenverkeerswet 1994 - *Regeling verkeerslichten 2001*. In deze wet wordt aangegeven dat verkeerslichten moeten voldoen aan de in de normen NEN-EN 12368 en NEN 3322 gestelde eisen.

De norm NEN-EN 12368 kent voor diverse functionele eisen een klasse-indeling. De keuze uit deze klassen wordt per land gemaakt. De voor Nederland geldende keuzes, staan aangegeven in de Regeling verkeerslichten 2001. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen verkeerslantaarns met een lensdiameter van 200 mm en 300 mm. De tekst van de Europese norm NEN-EN 12368 is zó geschreven, dat de aard van de toe te passen lichtbron technologie voor de verkeerslantaarn vrijgelaten wordt.

De eisen met betrekking tot de elektrische veiligheid en de elektromagnetische compatibiliteit van verkeerslantaarns zijn gebaseerd op de Europese standaarden NEN-EN 50556 en NEN-EN 50293.

Bij verkeerslantaarns zijn ook de eisen van belang die op het punt van de verkeersveiligheid aan de regeltoestellen gesteld worden. Lantaarns, en dan in het bijzonder de rode aspecten daarvan, moeten bewaakt kunnen worden op goed functioneren. De algemene eisen hiervoor zijn geformuleerd in de norm NEN-EN 12675 aangevuld door de Nederlandse norm NEN 3384.

Voor het onderlinge gedrag tussen verkeersregeltoestellen en op LED-gebaseerde verkeerslantaarns zijn de technische specificaties in de NPR-CLC/TS50509 beschreven. Voor Nederland zijn Type B en Annex B uit deze technische specificatie van toepassing.

3. Technische Specificaties

.....

3.1 Algemeen

Het faalgedrag van een gloeilamp is anders dan van een LED aspect. Voor gloeilampen geldt over het algemeen dat vermogens goed meetbaar zijn en dat zij een lineaire stroom- en lichtafname vertonen. Van oorsprong zijn verkeersregeltoestellen daarop ontworpen.

Deze eigenschappen van gloeilampen zijn niet zonder meer terug te vinden bij lampen op basis van LED-technologie.

Hierdoor is de behoefte ontstaan om aanvullende eisen te stellen aan de interoperabiliteit tussen verkeersregeltoestel en verkeerslantaarn.

Aanvullende ontwerpcriteria dienen te worden gedefinieerd, met aandacht voor de interoperabiliteit tussen verkeersregeltoestel en verkeerslantaarns, ten einde een goede werking van de verkeersregelinstallatie te garanderen, onafhankelijk van de lichtbron.

Het voldoen van een verkeerslantaarn aan de hieronder geformuleerde aanvullende eisen dient te worden aangetoond.

3.1.1 Kans op onveilig falen

Een component of systeem faalt op onveilige wijze, wanneer een ernstige fout met betrekking tot de veiligheid niet snel genoeg ontdekt wordt en/of er geen tijdige, passende reactie volgt.

Met het oog op de veiligheid worden er aan verkeersregeltoestellen strenge eisen gesteld.

Voor de aangesloten lichtbronnen in de verkeerslantaarns wordt de kans op onveilig falen daarbij nadrukkelijk verwaarloosbaar geacht, zodat de veiligheid van de verkeersregelinstallatie gelijk is aan die van het verkeersregeltoestel zelf.

Het geheel van componenten in, en behorende bij, de lamp heeft een kans op onveilig falen van minder dan éénmaal per 100.000 apparaat-jaar.

3.1.2 Spanningsstabilisatie

In een deel van de verkeersregeltoestellen wordt een zogenaamde spanningstabilisatie toegepast, waarbij de voedingspanning van de LED-aspecten wordt gestabiliseerd rondom de nominale waarden voor normaal- en gedimd bedrijf. Hiermee wordt bereikt dat de lichtsterkte onafhankelijk is van de aangeleverde netspanning en/of dat de levensduur van de toegepaste LED-aspecten niet nadelig wordt beïnvloed door langdurig bedrijf onder overspanning, het geen plaatselijk kan voorkomen.

Spanningsstabilisatie kan centraal worden verzorgd in het verkeersregeltoestel, of lokaal in elk LED-aspect.

In de gevallen dat er geen centrale spanningsstabilisatie wordt toegepast, maar wel waarde wordt gehecht aan (lokale) spanningsstabilisatie, moet een gestabiliseerd LED-aspect bij replace vervangen worden door een andere, eveneens gestabiliseerd LED-aspect. Lokale spanning en spanningstabilisatie in het LED-aspect zijn essentiële technische productkenmerken, welke duidelijk herkenbaar aangeven dienen te worden op de buitenzijde van het LED-aspect.

Bij combinaties van diverse typen lichtbronnen zal er te allen tijde overleg met de leveranciers plaats moeten vinden om problemen met de stabilisatie te voorkomen.

De aanwezigheid van een schakeling voor spanningstabilisatie in een LED-aspect dient aan de buitenzijde van de behuizing duidelijk aangegeven te zijn.
--

3.2 LED verkeerslantaarn, Klasse I

Voor toepassing van een Klasse I LED-aspect in een verkeerslantaarn, is geen definitie in de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR-CLC/TS 50509 opgenomen. Om die reden wordt het Klasse I LED-aspect in deze aanvullende richtlijn beschreven.

Klasse I LED-aspecten hebben een voedingsspanning van 42 of 230 V en worden gevoed vanuit het verkeersregeltoestel met een nominale spanning van 42 V respectievelijk 230 V wisselspanning.

Bij 42 V LED aspecten, komt het voor dat in het verkeersregeltoestel of in de verkeerslantaarn een transformator wordt toegepast van 230/42V (het LED aspect is geschikt voor 42 V en het verkeersregeltoestel stuurt 230 V uit).

Klasse I is de eerste generatie LED-aspecten welke in verkeerslantaarns kunnen worden toegepast als vervanging voor bestaande lichtbronnen. Dit gebeurt meestal ter verlaging van het opgenomen vermogen per aspect en ter verbetering van de lichtopbrengst per aspect.

De specificatie van Klasse I LED-aspecten, is alleen van toepassing op 200 mm en 300 mm verkeerslantaarns. Onderlichten en negen-ogen vallen niet onder de Klasse I LED-aspecten.

3.2.1 Voedingsspanning en opgenomen vermogen

De aanstuurspanning van het Klasse I LED aspect is 42 of 230 V wisselspanning (al dan niet via een transformator).

Het aangesloten vermogen bedraagt maximaal 35 Watt en minimaal 20 Watt (ongedimd). In onderstaande tabel worden de waarden voor de verschillende situaties weergegeven.

	42 V		230V	
	min	max	min	max
Vermogen (ongedimd)	20 W	35 W	20 W	35 W
Vermogen (gedimd)	12 W		12 W	
Stroom (ongedimd)	475 mA	835 mA	85 mA	150 mA
Stroom (gedimd)	380 mA		70 mA	

Bij het falen van een aangesloten aspect, is dit meetbaar op de klemmenstrook van het verkeersregeltoestel door het dalen van de continue stroom van het aspect met een bepaalde minimale waarde.

In onderstaande tabel worden de waarden voor de verschillende situaties weergegeven.

	42 V	27,5-31,5 V	230 V	150 – 170 V
	Min	Min	Min	Min
Vermogen afname (ongedimd)	10 W		10 W	
Vermogen afname (gedimd)		6 W		6 W
Stroom afname (ongedimd)	240 mA		45 mA	
Stroom afname (gedimd)		220 mA		40 mA

Dit is een ingestelde drempel in het verkeersregeltoestel. Bij het vervangen van aspecten door een type uit een andere klasse, is aanpassing van deze instelling noodzakelijk.

Indien een mix van LED aspecten Klasse I en II wordt toegepast, is dit onder de eigen verantwoordelijkheid van de wegbeheerder. De technische beoordeling, van genoemde situatie, dient per geval bij de leverancier te worden nagevraagd. In algemene zin wordt het gemixt toepassen afgeraden.

3.2.2 Bewakingstijd

De reactietijd van het aspect, bij het optreden van plotseling falen van het aspect, is kleiner dan 30 msec. Falen van het aspect treedt op, als het aspect optisch volgens de eis uit is. Stapsgewijze degradatie tot de gedefinieerde minimum stroom, zoals genoemd in 3.2.1, leidt niet tot gedefinieerd faalgedrag of een vereiste reactietijd.

De reactietijd van een verkeersregelininstallatie bedraagt maximaal 200 msec, welke een optelling is van 30 msec voor het LED aspect en 170 msec voor het verkeersregeltoestel.

3.2.3 Gedimde bedrijfstoestand

De lichtsterkte van alle aspecten van de verkeersregelininstallatie wordt verminderd door het verlagen van de uitstuurspanning in het verkeersregeltoestel.

De uitstuurspanning in gedimde toestand is 65-75 % van de uitstuurspanning bij ongedimde toestand.

Er worden geen nadere kwantitatieve eisen gesteld, ook niet in de Normen NEN-EN 12368 en NEN 3322.

3.2.4 Elektrische karakteristieken

Bij toepassing van LED aspecten als lichtbron dienen aanvullende eisen gesteld te worden aan de arbeidsfactor en harmonische vervorming. Dit zorgt voor een globaal sinus-vormige stroomafname, zonder dat aanpassingen in het verkeersregeltoestel noodzakelijk zijn.

Het aspect heeft een arbeidsfactor ($\cos \varphi$) groter dan 0,9 (inductief) en een totale harmonische vervorming van de stroom (THD) kleiner dan 33 %, bij nominale voedingsspanning.

3.2.5 Bedrijfscyclus geel knipperen

De effectieve spanningsperiode van de knipperspanningsvoorziening in het verkeersregeltoestel is 40 tot 50 % van de duur van de knipperperiode. De effectieve lichtperiode van het LED aspect tijdens knipperen is 40 tot 60 % van de duur van de knipperperiode.

Deze eisen zijn gesteld met het oog op de aanwezige knipperspanningsvoorziening in bestaande en nieuwe verkeersregeltoestellen en de handhaving van een aanvaardbaar knipperend beeld op straat, ook bij gemengd gebruik van LED aspecten en gloeilampen.

3.3 LED verkeerslantaarn, Klasse II

Voor toepassing van een Klasse II LED aspect in een verkeerslantaarn wordt verwezen naar de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR-CLC/TS 50509.

De specificaties staan beschreven in paragraaf 4.2.3.3 tabel 1 tot en met 4, Type B.

In de volgende paragrafen worden de aanvullende specificaties beschreven.

Bij het maken van een keuze van een klasse LED aspect en een type verkeersregeltoestel, dient ervoor gezorgd te worden dat deze op elkaar afgestemd zijn.

Voor een installatie waarbij verkeersregeltoestel en LED aspecten niet op elkaar afgestemd zijn, ligt de verantwoording bij de wegbeheerder. De technische beoordeling van de mogelijkheden zal per situatie bij de leverancier(s) nagevraagd dienen te worden. Hiermee dient vooral rekening gehouden te worden, bij het niet-gelijktijdig vervangen van het verkeersregeltoestel en de verkeerslantaarns en/of lichtbronnen.

Deze paragraaf betreft alleen LED aspecten van 200 mm en 300 mm.

Voor de specificatie van 42V LED negenogen en LED onderlichten wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

3.3.1 Opgenomen vermogen

Als aanvulling op NPR-CLC/TS 50509 paragraaf 4.2.3.2 tabel 1 Type B, geldt het volgende:

Voor de aangegeven "Power consumption at nominal value of the operating voltage" geldt:

Voor de minimale waarde, niet de genoemde 7 Watt, maar een minimale bedrijfsstroom van 80 mA; zie tabel 1 "Operating current";

Om het correct functioneren van de lampbewaking bij een aangesloten LED aspect te waarborgen, gelden onderstaande aanvullende eisen:

Het falen van een aangesloten LED aspect is op de klemmenstrook van het verkeersregeltoestel meetbaar door het dalen van de stroom door dat aspect tot een waarde van maximaal 33 mA.

3.3.2 Afschakeltijd

De afschakeltijd van het geheel van componenten in het LED aspect, dat dient ter bewaking van een plotselinge gebeurtenis, waarbij het LED aspect volgens de eisen optisch uit is, is aangegeven als "Switch-off interval – light" in NPR-CLC/TS 50509 paragraaf 4.2.3.2 tabel 3 Type B.

Bij stapsgewijze degradatie van de optische uitstraling, waarbij het LED aspect niet langer aan de eisen voldoet, wordt geen reactie tijd van het geheel van componenten in het aspect geëist.

3.3.3 Gedimde bedrijfstoestand

De specificatie voor de gedimde bedrijfstoestand van een LED aspect is aangegeven in de “informative” Annex B van NPR-CLC/TS 50509.

In de gedimde bedrijfstoestand geldt dezelfde minimale bedrijfsstroom van 80 mA (“Operating current” in NPR-CLC/TS 50509 paragraaf 4.2.3.2 tabel 1 Type B)

3.3.4 Bedrijfscyclus geel knipperen

De effectieve spanningsperiode van de knipperspanningsvoorziening in het verkeersregeltoestel is 40 tot 50 % van de duur van de knipperperiode. De effectieve lichtperiode van het LED aspect tijdens knipperen is 40 tot 60 % van de duur van de knipperperiode.

Deze eisen zijn gesteld met het oog op de aanwezige knipperspanningsvoorziening in bestaande en nieuwe verkeersregeltoestellen en de handhaving van een aanvaardbaar knipperend beeld op straat, ook bij gemengd gebruik van LED aspecten en gloeilampen.

3.4 Overige

De (“informative”) Annex A en C van NPR-CLC/TS 50509 zijn niet van toepassing voor Nederland.

4. Speciale combinaties

.....

4.1 Negenogen, 42 V

Voor negenogen, 42 V uitvoering, gelden lagere vermogens dan voor de 200 mm en 300 mm aspecten. De stroom voor een negenoog is voor rood, geel en wit verschillend en beduidend lager dan bij de 200 mm en 300 mm aspecten

De ondergrens voor het betrouwbaar kunnen bewaken of monitoren van een kleur van een negenoog is 60 mA.

De bovengrens is gelijk aan de NPR CLC/TS 50509 (Type B).

Het falen van een aangesloten negenoog kleur is op de klemmenstrook van het verkeersregeltoestel meetbaar door het dalen van de opgenomen stroom van die kleur tot een waarde van maximaal 25 mA.

4.2 Onderlichten, 42 V

Onderlichten nemen beduidend minder vermogen op dan 200 mm en 300 mm aspecten. Tevens hebben ze ten opzichte van LED klasse II aspecten vaak een afwijkend gedrag bij fluctuatie van de voedingsspanning. In geval van selectieve lampmonitoring is een minimaal vermogen en separate aansturing noodzakelijk. De stromen voor een onderlicht, verschillen voor de drie verschillende kleuraspecten.

Het "*betrouwbaar bewaken*" van de aspecten van een onderlicht is voor de huidige in de markt verkrijgbare onderlichten niet mogelijk.

Ook "*monitoring op falen*" van deze LED aspecten is voor de huidige in de markt verkrijgbare onderlichten vaak niet mogelijk.

Om het "*monitoring op falen*" in de toekomst wel mogelijk te maken, zullen de aspecten van een onderlicht aan onderstaande voorwaarden moeten voldoen:

De opgenomen stroom van het LED aspect van een onderlicht dient minimaal 30 mA te bedragen.

Het falen van een aspect dient waarneembaar te zijn, door het dalen van de opgenomen stroom tot een maximale waarde van 10 mA.

ASTRIN

Boerhaavelaan 40

Postbus 190

2700 AD Zoetermeer

T: +31 (0) 79 353 1264

E: astrin@fme.nl

I: www.astrin.nl