

Test driekleuren toplichten

"Zeilen", April 2016

IJsselmeer, eind augustus 03:00 's nachts. Zevenhonderd jachten jakkeren kriskras door elkaar. Schuin aan bakboord zitten er een stuk of vijf. Piet jij heb de beste nachtogen, kunnen we er nog voor langs? Is het groen of rood? Nee het lijkt wel wit of geel.. dan varen ze dus van ons af. Nee het lijkt me toch meer op groen. Ik zie niets op de AIS. Het gaat fout .. te dichtbij ..Overstag!... Zeker weer zo'n clown met goedkope LEDlampjes in zijn toplicht. Een herkenbaar scenario.

Waarom LED?

LED voor in het driekleuren toplicht, het lijkt wel of ze ervoor gemaakt zijn. Geen 25 watt stroomslurper meer in de mast, maar slechts 3 watt. En nooit meer kapotte lampjes..50.000 uur zeggen ze. En ook als wit ankerlicht ideaal, geen lege accus meer. De "echte" LED driekleuren toplichten zijn echter nog steeds behoorlijk aan de prijs. En bleken toch nog regelmatig kapot te gaan. Te pas en te onpas komen er daarom LED vervangingslampen op de markt die in de fitting passen. Kan dat zomaar? Zijn ze helder genoeg en kloppen de kleuren? Zijn die gecertificeerd? Zijn gecertificeerde lichten eigenlijk vereist voor de recreatievaart?

We wilden het naadje van de kous weten. Daarom hebben we bij Zeilen 12 verschillende driekleuren toplichten op de testbank gezet en op verschillende aspecten getest. We hebben ons hierbij beperkt tot "small craft", dat zijn zeilschepen kleiner dan 20 meter.

Ten eerste hebben we het lichtbeeld van de driekleurenlichten op witte vlakken geprojecteerd en dat gefotografeerd. We beoordeelden met name de overgangen tussen de kleursectoren om daarmee een beeld te krijgen de kleuren en van de scherpte van de kleurovergangen.

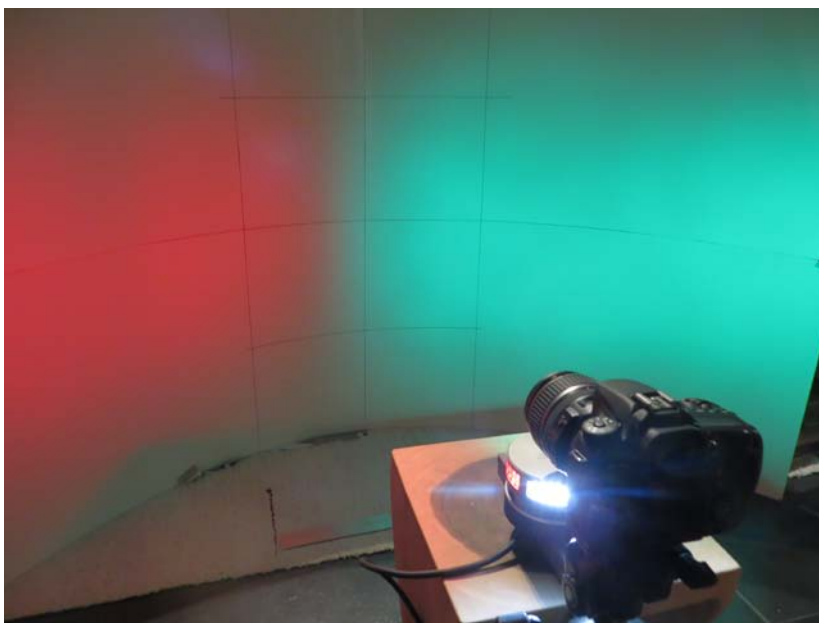


Fig 1. Foto opstelling: Op het witte scherm is een raster getekend van + en - 20 graden naar BB en SB en ook 20 graden naar onder en boven, zodat de breedte van de rood-groen overstraling goed is in te schatten.

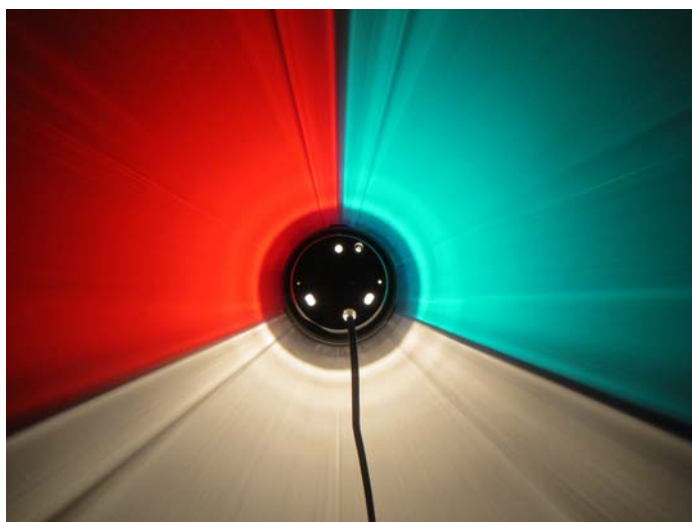


Fig 2: Ook werden de lampen op een horizontaal wit vlak gezet en van boven gefotografeerd, zodat een goed beeld werd verkregen van het stralingsbeeld over 360 graden en ook met name de kleurovergangen in de sectorscheidingen.

Vervolgens hebben we rondom de helderheid en de exacte kleurwaarde gemeten en dat in diagrammen geplott. En ten slotte hebben we mogelijke radiostoringen geanalyseerd. Deze testen aan driekleuren toplichten zijn geïnspireerd door een initiatief uit het Zeilersforum, die eerder ook een praktijktest met driekleuren toplichten uitvoerde.

Opzet van de testen

Op het water 's nachts zijn twee zaken van belang: Welke kleur toont het licht en hoe is de zichtbaarheid van het licht rondom over alle sectoren. Hoe kunnen we dit goed meten? We vonden in Nederland iemand die op professionele wijze dit soort metingen doet: Marcel van de Steen van www.Olino.org.

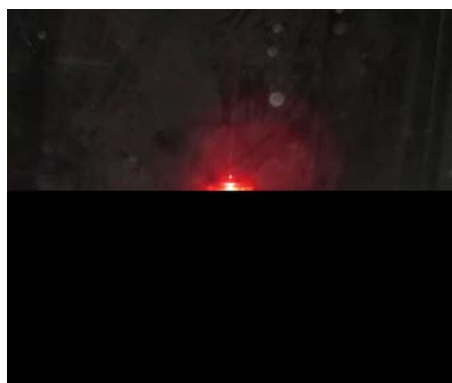


Fig. 3

De testbank van Olino.org

De te testen lampen worden vastgeschroefd op deze meetbank en kunnen een 360° rotatie maken. Maar ook scheefstanden tot aan 90° kunnen worden gemeten. Met een geijkte fotometer wordt het uitgezonden licht gemeten.

Voor de driekleuren navigatielichten hebben we gekozen om 360 meetpunten in de omtrek te meten in stappen van 1 graad. Verder hebben we op de "dwars uit" posities (90 en 270 graden) verschillende scheefstanden gemeten variërend van 0 tot 25 graden in stappen van 5 graden. Op de testbank wordt op ca. 1,3 meter afstand het licht opgevangen door een geijkte licht- en kleursensor type "SpecBos 1211". Deze sensor geeft op ieder meetpunt de helderheid in candela en ook de kleurwaarden in X en Y coördinaten. Het registreren en vervolgens plotten van de gemeten lichtsterkte gebeurt in Excel m.b.v. polaire diagrammen met een logaritmische schaal.

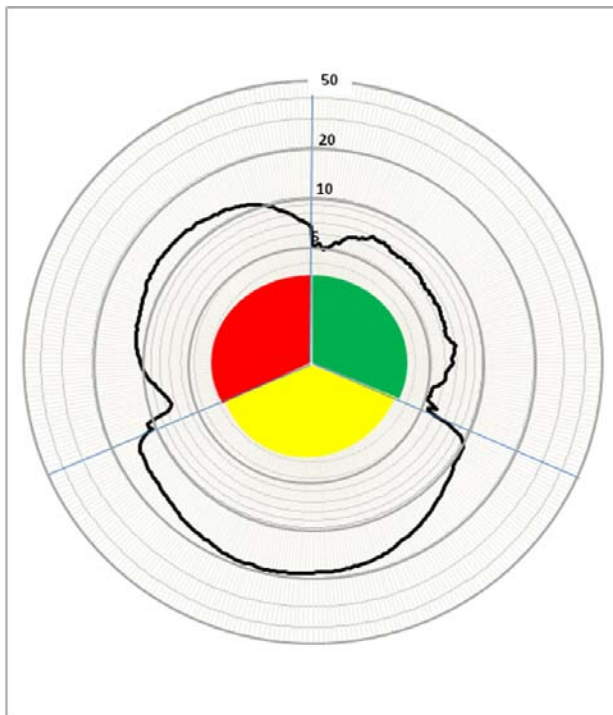


Fig. 4 Voorbeeld van een geplote lichtsterkte in Candela. De grafiek is opgebouwd uit 360 meetpunten (één graad per meetpunt)

De gemeten lichtsterkte in candela is uitgezet op een logaritmische schaal. Een dergelijke schaal is in overeenstemming met wat het menselijk oog waarneemt. Een lichtbron met sterkte van 100 candela wordt slechts twee keer zo sterk ervaren als een lichtbron met sterkte van 10 candela.

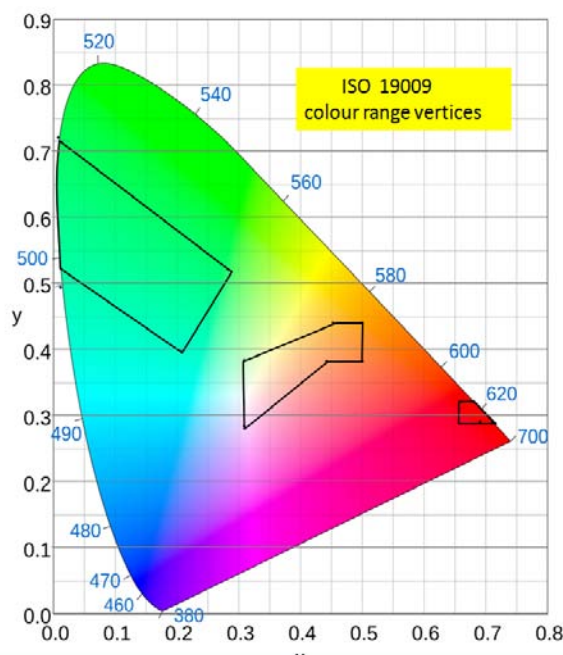


Fig 5 Het CIE diagram vastgesteld door de "Commission International de Eclairage"

In dit diagram zijn de kleurvlakken aangegeven - de zogenaamde vertices- waarbinnen de kleuren van navigatie lichten moeten vallen.

De door de spectrometer gemeten kleurwaarden van ieder meetpunt worden omgerekend in X en Y waarden voor resp. de horizontale en de verticale schaal. Op die manier kunnen alle meetpunten eenvoudig in dit CIE diagram worden geplote. Het is dan onmiddellijk goed zichtbaar of de vereiste kleur wordt gehaald. De

meetpunten moeten zoveel mogelijk binnen de vakken vallen. Vervolgens hebben we geteld hoeveel van de totaal 360 meetpunten binnen de vakken vielen en hoeveel er buiten. Dit hebben we omgerekend in een percentage wat we "colour consistency" genoemd. Dit getal geeft een goede indicatie hoe de kleurweergave van het licht is over de volle omtrek van alle sectoren.

Elke meting duurt ca 20 seconden en wordt opgeslagen op de computer. Aangezien er totaal 372 metingen per lamp geprogrammeerd zijn (360 + 12 scheefstand metingen), duurt het testen van één lamp in een geautomatiseerde cyclus dus een aantal uren. Tijdens de test wordt de spanning en stroomsterkte van de lamp plus de temperatuur van de lamp en zijn omgeving nauwkeurig gemeten en vastgelegd.

We pretenderen op geen enkele manier dat bovengenoemde testmethode een vervanging zou zijn voor de “officiële” certificerings testen. We hebben vooral gekeken naar de praktische toepasbaarheid op zeiljachten waar stroombesparing een top prioriteit is. En waar zichtbaarheid en duidelijke herkenbaarheid van kleuren van groot belang is.

Praktijktesten door het Zeilersforum

Tijdens de voorbereiding van dit artikel is er regelmatig contact geweest met een groep enthousiaste mensen van het Zeilersforum. Zij hebben in het voorjaar van 2015 een aantal driekleurenlichten in de praktijk 's nachts op het Veluwemeer op verschillende afstanden zo objectief mogelijk getest, zowel op kleurwaarneming als op zichtbaarheid. Een van de doelstellingen was ook om een nieuw type vervangingslamp (Dr. LED) te testen, Deze vervangingslamp haalde de echter vereiste zichtbaarheid niet. De verslagen zijn te vinden op het zeilersforum > artikelen > techniek. Deze praktijkwaarnemingen bleken goed in overeenstemming te zijn met de metingen.

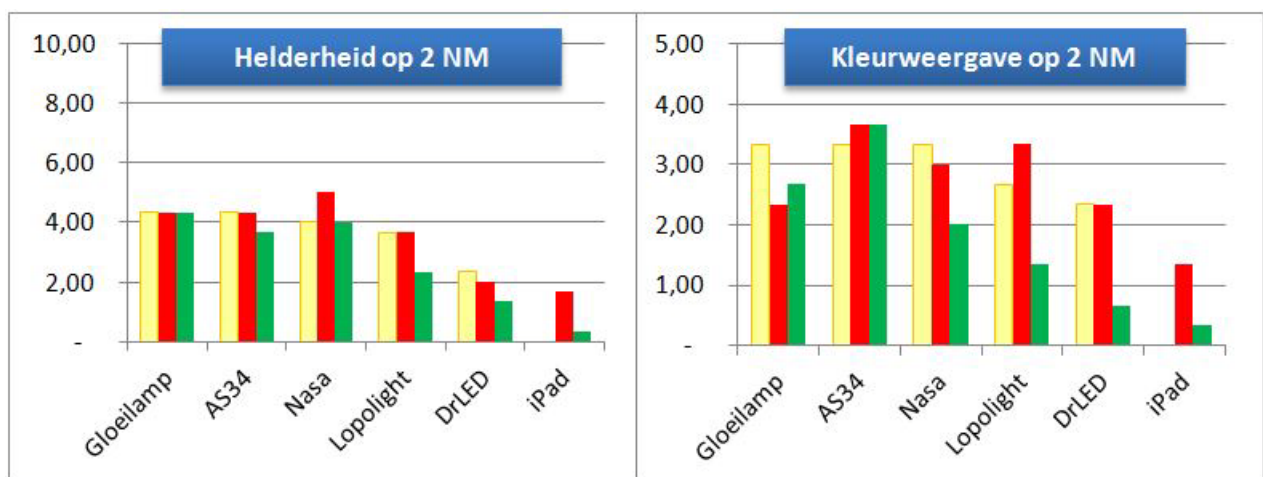


Fig. 6 Samenvatting van de praktijkmetingen door het zeilersform (bron Zeilersforum)

Het CIE diagram

Dit diagram bevat alle door het menselijk oog zichtbare kleuren en is vastgesteld door de Commission International de Eclairage (CIE). Alle kleuren kunnen worden ingeplot als X en Y waarde in dit diagram. Aan de rand van het diagram is de golflengte in nanometer uitgezet. In het midden van het diagram, waar alle kleuren even sterk zijn levert dit zuiver wit licht op.

In de praktijk is "wit" licht van gloeilampen wat naar de geelrode kant verschoven. Bij LED lampen is dit wat meer naar blauw verschoven. Dit is ook in de metingen goed zichtbaar. Het komt ook tot uitdrukking in de kleurtemperatuur (zie Zeilen 2- 2016). Binnen dit diagram ligt ook de Adobe RGB kleurendriehoek die iets kleiner is dan het volledige CIE diagram. In deze RGB driehoek vallen de praktisch reproduceerbare kleuren op een computerscherm of in drukinkt. Dit is dus een beperking voor de kleuren zoals afgedrukt in dit artikel, het oog kan veel meer kleuren zien.

De ISO 19009 standaard

Tot voor kort was er geen standaard voor LED navigatielichten. Pas in sept. 2015 is er overeenstemming bereikt over de eisen waaraan IMO / Wheelmark gecertificeerde LED lampen moeten voldoen.

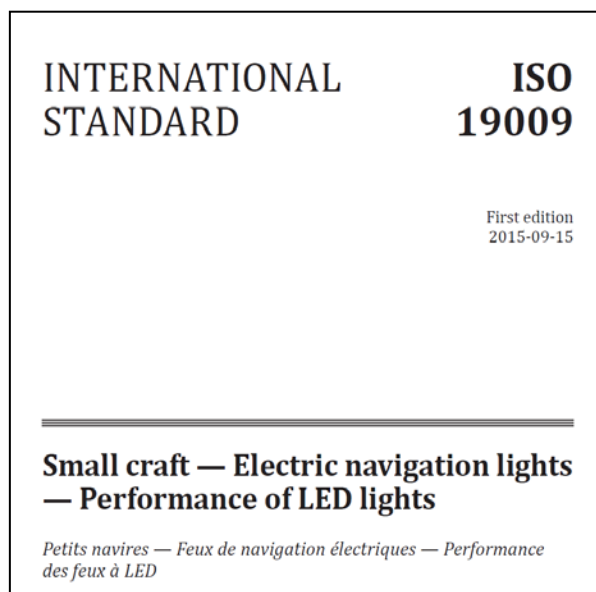


Fig 7 De recent van kracht geworden ISO standaard voor LED.

Deze standaard beschrijft met name de vereiste helderheid en de kleuren en de testmethode van de navigatielichten.

Daarnaast is er een heel scala van overige eisen omschreven waar we hier niet verder op ingaan: Extreme temperaturen, trillingen, schokken, waterdichtheid, corrosiebestendigheid, UV bestendigheid, constructie en robuustheid.

Wel hebben we gekeken naar mogelijke EMC RF (radio) storingen op de kortegolf en op de marifoon, de frequentiebanden die voor marine communicatie van belang zijn.

Voor een zichtbaarheid op 2 mijl is volgens bovenstaande norm voor nieuwe lampen een helderheid van 5,4 candela vereist. Omdat de lichtsterkte van LED lampen na duizenden branduren gaandeweg vermindert, is de minimale vereiste helderheid gesteld op 4,3 candela. Je kunt er dus van uitgaan dat een lichtsterkte van 5 candela goed zichtbaar is op 2 mijl, dit wordt bevestigd door de praktijk.

Bij de sectorscheidingen rood – groen - wit mag de helderheid over een klein gebied (maximaal +/- 3 graden) iets minder zijn. Eventuele overstraling van kleuren moet ook binnen deze +/- 3 graden blijven. Bij een scheve stand van het licht (25 graden) mag de helderheid minimaal tot 50% afnemen t.o.v. van de verticale stand.

Voor de kleurdefinitie wordt gebruik gemaakt van het CIE diagram. De ISO 19009 norm geeft in dit diagram omlijnde vakken aan waarbinnen de kleuren van gecertificeerde navigatielichten moeten vallen. Voor iedere geteste lamp hebben we

alle gemeten punten in het CIE diagram geplot. Goede lichten hebben een kleurconsistentie van meer dan 95% d.w.z. dat er niet meer dan 18 meetpunten buiten de vereiste kleurvakken vallen.

Kader: Zichtbaarheid van kleuren

Het menselijk oog bevat staafjes voor de helderheid waarneming en kegeltjes voor kleurwaarneming. De kegeltjes werken optimaal bij veel licht. Er zijn drie soorten kegeltjes voor rood, groen en blauw en de sterkte van die drie lichtsignalen opgevangen door de kegeltjes wordt door ons brein in een “kleur” omgezet. Zijn ze alle drie even sterk dan zien we wit licht. De staafjes kunnen geen kleur zien, maar alleen lichtsterkte maar functioneren juist goed bij hele lage lichtsterkten. Vandaar dat we in de schemering ook geen kleuren meer zien. Bij heel zwakke lichtbronnen wordt het dus ook steeds lastiger om kleuren goed te onderscheiden. De optimale gevoeligheid van de staafjes is in het groenblauwe gebied. Rood lukt meestal nog wel maar het verschil tussen groen en wit is bij zeer lage lichtsterkten steeds lastiger te zien. Vandaar het belang om juist bij LED lichtbronnen de juiste kleur groen in het navigatielicht te realiseren. Witte LED's geven van nature een nogal blauwig licht. Voor wie het naadje van de kous wil weten: Wiki: “fotopisch zicht”

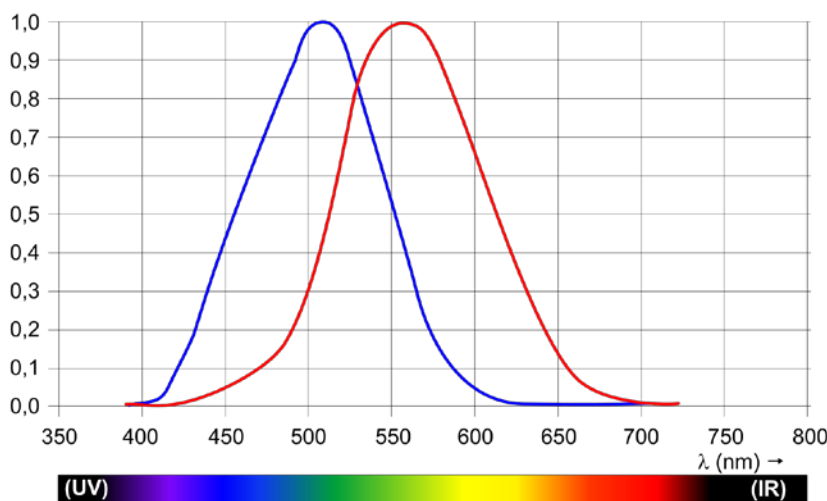


Fig 8.
Verskil in gevoeligheid
van het oog bij
verschillende
lichtsterkten
Blauw = 's nachts
Rood = overdag

Wettelijke eisen aan navigatieverlichting

Dit is voor de leek een taaie materie door veel ondoorgrondelijk taalgebruik. We beperken ons tot de eisen voor zeilschepen < 20 m een zogenaamd “klein schip”. Volgens IMO COLREG72 mag door een dergelijk jacht alleen zeilend een driekleurenlicht (combinatielicht) in de top van de mast worden gevoerd. De zichtbaarheid moet tenminste 2 mijl bedragen en het moet een gecertificeerd licht zijn. Deze eis geldt wereldwijd op zee en in alle BPR vaarwegen in Nederland. Dat omvat de Zeeuwse wateren, het IJsselmeer de Waddenzee en alle binnenwateren en kanalen waar wij als zeiljacht kunnen varen. Een recreatiejacht ook al is het een “klein schip” wordt voor de wet gelijk gesteld met een zeeschip. Veel omringende

landen, met name Duitsland, (BSH) eisen een gecertificeerd licht met bijbehorend certificaat aan boord. In Nederland wordt daarop minder streng gehandhaafd. Onderstaand de letterlijke tekst uit het BPR 2016:

Artikel 3.02. Lichten en navigatielantaarns

- 1** Voor zover niet anders wordt bepaald, moeten de lichten die een schip ingevolge dit reglement moet voeren gelijkmatig zijn.
 - 2** Een schip mag slechts de navigatielantaarns gebruiken:
 - a.** waarvan de lantaarnhuizen, de uitrusting en de lichtbronnen het keurmerk dragen dan wel voorzien zijn van het certificaat voorgeschreven in de voorschriften die krachtens artikel 1.01, onder C.3° en C.4°, zijn vastgesteld, en
 - b.** waarvan de lichten voor wat betreft hun horizontale uitstraling, kleur en sterkte in overeenstemming zijn met dit reglement.
-
- 5** Een klein zeilschip moet des nachts voeren:
 - hetzij boordlichten en een heklicht, zodanig dat de boordlichten naast elkaar of in één lantaarn verenigd in de lengte-as van het schip aan of nabij de boeg en het heklicht op het achterschip zijn aangebracht. De boordlichten mogen gewone lichten zijn;
 - hetzij boordlichten en een heklicht, verenigd in één lantaarn, aan of nabij de top van de mast waar deze het best kan worden gezien. Dit mag een gewoon licht zijn;
 - hetzij, indien de lengte van het schip minder dan 7 m bedraagt, een wit gewoon rondom schijnend licht op een zodanige hoogte, dat het van alle zijden zichtbaar is. Het schip moet dan bovendien bij het naderen van een ander schip, bij gevaar voor aanvaring, een tweede wit gewoon licht tonen om de aandacht te trekken.

Gecertificeerde lichten zijn te herkennen aan een IMO-COLREG en/of een Wheelmark inscriptie, beide moeten aan de buitenzijde zichtbaar zijn. Wheelmark (ook wel MED – Marine Equipment Directive) is een Europese richtlijn die certificering in alle EU landen harmoniseert.

Ondanks deze stringente regels is er in de diverse watersportwinkels een heel scala van niet gecertificeerde lichten te koop, omdat er in Nederland niet erg streng op wordt gelet. Die mogen dus alleen worden gebruikt buiten de genoemde vaarwegen. Uiteraard is het voor uw eigen veiligheid van belang wel gewoon gecertificeerde navigatielichten aan boord te hebben. Dat geeft de zekerheid van de juiste kleur, goede zichtbaarheid - ook onder helling, een minimale rood-groen overstraling, betrouwbaarheid, robuustheid, waterdichtheid, etc. Het is onverstandig te beknibbelen op veiligheid door met ondeugdelijke navigatieverlichting te varen.

LED vervangingslampen

Te pas en te onpas worden in de markt (of op internet) LED vervangingslampen aangeboden die in de bekende BAY15D fitting passen (met die ongelijke pennetjes) zoals in de Aquasignal, Hella en DHR toplichten. Gezien de enorme prijsverschillen

met de gecertificeerde LEDlichten, komt menigeen in de verleiding dit soort LEDlampen toe te passen in hun bestaande armatuur.

Het gebruik van deze vervangingslampen is echt een heel slecht idee en wel om de volgende redenen:

1. De spectrale kleurverdeling van een LEDlamp is heel verschillend dan die van een gloeilamp. Dus wanneer een LEDlamp achter een gekleurd glas wordt geplaatst is de lichtdoorlaat zeer onvoorspelbaar. Het groen wordt groen-blauw of juist groen-geel. Het rood wordt oranje of paars en ook de helderheidsverschillen tussen groen en rood worden veel groter. Ook de warmwitte LED's geven onvoorspelbare kleur- en helderheids verschillen wanneer ze achter gekleurd glas worden geplaatst, omdat het gekleurde glas alleen bepaalde kleuren doorlaat, die soms niet door de LED worden uitgezonden. Of andersom: sommige door de LED uitgezonden kleuren worden door het gekleurde glas tegengehouden.
2. Conventionele driekleurenlichten werken optimaal met een dunne verticale gloeidraad. Daardoor blijft de rood-groen overstraling zeer scherp binnen de +/- 3 graden. Een LED vervangingslamp heeft altijd een veel grotere diameter of meerdere LED chips, zodat de overstraling in alle sectoren véél groter wordt en ook niet meer klopt met de IMO COLREG eisen. (zie fig 9.) De lampen geven een zeer verwarrend kleurbeeld. Hierdoor verliezen deze lampen hun certificering !
3. Met name bij de onderzochte LED vervangingslampen werden aanzienlijke storingen op de radio en de marifoon gemeten.
4. Door de grotere omvang en gewicht van dit soort lampen gaan ze op zee bij sterke bewegingen in de masttop wiebelen in de fitting met slechte contacten als gevolg.
- 5.

Desondanks hebben we twee van dit soort vervangingslampen in de test meegenomen. Daaruit blijkt duidelijk dat ze niet voldoen. Zolang er nog geen storingsvrije LED "puntbronnen" met voldoende lichtsterkte op de markt zijn: Niet toepassen deze vervangingslampen.

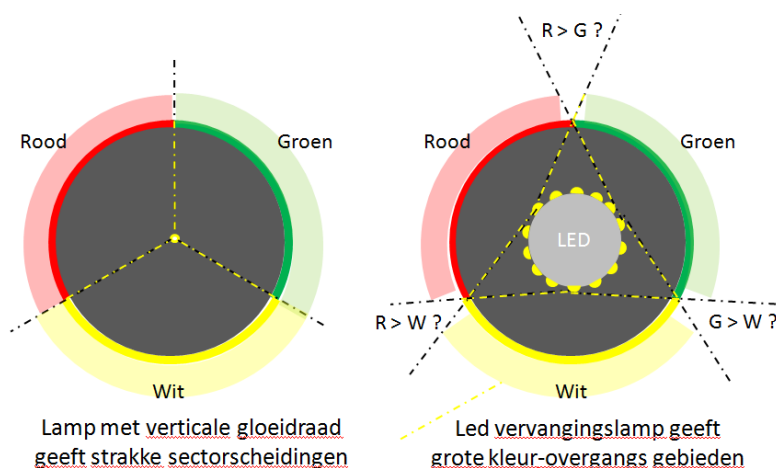


Fig. 9 Wanneer een gloeilamp in een bestaande fitting wordt vervangen door een LED lamp, (hetzij een witte hetzij een gekleurde) verliest het navigatielicht zijn certificering door de veel grotere overstraling tussen de sectoren.



1. Ersatz-BSH-Glühlampen
Zugelassen für Positionslaternen durch das BSH. Passend für alle gängigen Positionslaternen. Für BAY15d-Fassung.

Nr.	Typ	Volt / Watt	€
10203	G 50	12 V / 10 W	8,95
10204	G 60	24 V / 10 W	8,95
10206	G 70	12 V / 25 W	8,95
10207	G 80	24 V / 25 W	8,95

2. Mega LED 66
High-Power LED Leuchtmittel mit 66 Leuchtdioden. Geeignet für den Einsatz in Positionsleuchten. Länge: 49 mm ohne Sockel, Ø 22mm. 10 - 30V Multispannung. Leistungsaufnahme ca. 2,5 W. Verpolungsschutz. Hinweis: Der LED-Einsatz ist noch nicht international zugelassen.

Mega LED 66 BAY15d
Nr. 12614 € 19,95

LED Leuchtmittel MR Bajonettsockel BA15 BA15d (2,5W) Für Innenleuchte Ø: 22,5mm H: 46mm Ø Sockel: 16,8mm	LL4401162 In den Warenkorb	7,70 EUR (inkl. MwSt. zzgl. Versand)
LED-Licht Lampensockel BAY 15D zweipolig Für die meisten Navigationslaternen wie DHR, Aqua Signal Serie 40/41, Hella 2984... etc. verwendbar Verbrauch: 1,8 Watt 18LED 12 Volt	E1422112 In den Warenkorb	18,60 EUR (inkl. MwSt. zzgl. Versand)
LED-Licht Lampensockel BAY 15D zweipolig Für die meisten Navigationslaternen wie DHR, Aqua Signal Serie 40/41, Hella 2984... etc. verwendbar Verbrauch: 1,8 Watt 18LED 24 Volt	E1422124 In den Warenkorb	18,60 EUR (inkl. MwSt. zzgl. Versand)
Glühbirne mit LED Gewinde BAY 15D zweipolig Kann normale 10/25 Watt-Glühbirnen in Lichtern des Typs 11.417... 11.427... 11.132... 11.133... 11.134... 11.135... 11.136... DHR 11.420... Aqua Signal Serie 40/41, Hella 2984... Lailas N20/S20 und ähnliche ersetzen Leuchtkörper aus 30 LED HD, die 120 Lumen bei 10/30 Volt und einem Verbrauch von nur 2 Watt und einer Mindestbetriebsdauer von 10.000 Stunden gewährleisten	E1422200 In den Warenkorb	32,90 EUR (inkl. MwSt. zzgl. Versand)

Fig 10 Allemaal hele foute lampen

Storingen op de radio en marifoon.

In tegenstelling tot gloeilampen hebben LED lampen een z.g. elektronische driver nodig om te kunnen functioneren. Deze "drivers" werken volgens een hoogfrequent principe en zijn daardoor potentiële radio stoorbronnen. Dit soort storingen kunnen alleen worden onderdrukt door het rigoureuus toepassen van metalen behuizingen, ontstoringsfilters en goed afgeschermdde voedingskabels. Niet alle fabrikanten hebben deze maatregelen goed toegepast, maar in de laatste ISO norm worden er wel degelijk eisen gesteld op dit gebied. Alle lichten zijn getest op mogelijke radiostoring bij Fa. Shiptron in Enkhuizen met behulp van een professionele Rigol Spectrum analyser en bijbehorende antenne, meetfilters en versterkers.



Fig 10.

Meetopstelling bij Shiptron. De nabijheid van GPS en marifoon antennes in de masttop werd gesimuleerd.

Drie frequentiegebieden zijn voor ons zeilers van belang: De midden en kortegolf van 1 - 30 MHz - voor het ontvangen van weerberichten, weerkaartjes en SSB

communicatie. De marifoonband van 155 - 165 MHz (voor marifoonverkeer en AIS) en de GPS frequentieband van 1,55 - 1,65 GHz.

Eerst is gemeten in de 12V voedingsdraden zelf, daarna ook met behulp van antennes. Waarom in de voedingsdraden? Omdat in de mast de voedingsdraden en de coaxkabel van de marifoonantenne over 15 meter parallel lopen is er een aanzienlijk risico op storingsoverdracht. Bovendien kunnen storingen in de voeding van het navigatielicht zich terug door het gehele boordnet verplaatsen, met risico op storingen aan andere apparatuur en slechte radioontvangst.

Daarnaast is er gemeten m.b.v. een marifoon- en een GPS antenne in de buurt van het licht; een opstelling zoals die op veel schepen voorkomt.

De effecten van dit soort storingen zijn ruis of gezoem op de radio, onleesbare weerkaarten en slechte SSB verbindingen. In de marifoonband worden andere schepen of AIS data niet goed meer ontvangen doordat het stoorsignaal de squelch "dichtdrukt" en andere schepen -ook AIS- niet meer gehoord of ontvangen worden. Er is weliswaar geen geruis maar een veel slechtere goede ontvangst, en je hebt niet in de gaten dat dit wordt veroorzaakt door het LED licht.

Allereerst is het storings nul-niveau gemeten bij de uitvoeringen met gloeilampen. Dit wordt weergegeven door de paarse lijn in onderstaande grafiek

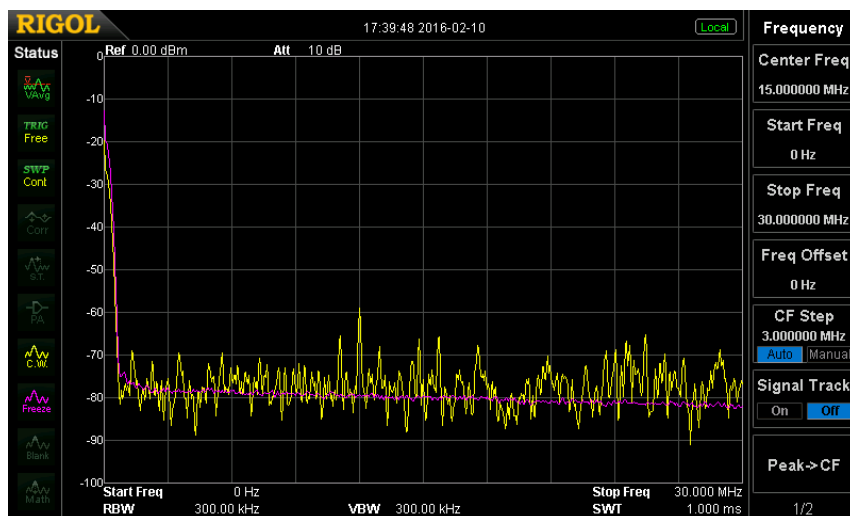


Fig. 11
Schermbeeld van de spectrum analyser in dit geval van 0 - 30 MHz.

De gele lijn geeft de gemeten storing, de paarse lijn is het gemiddelde nul-niveau.

Vervolgens zijn de LED lampen gemeten. Deze werden aangesloten met een zogenaamd "LISN" filter wat er voor zorgt dat alleen de storing veroorzaakt door de LED lamp zelf wordt gemeten, Alle storingen uit de voedingsbron worden op die manier geelimineerd. Zowel de spanning als de stroom in de voedingsdraden werden gemeten. Er werd een 25 dB meetversterker toegepast

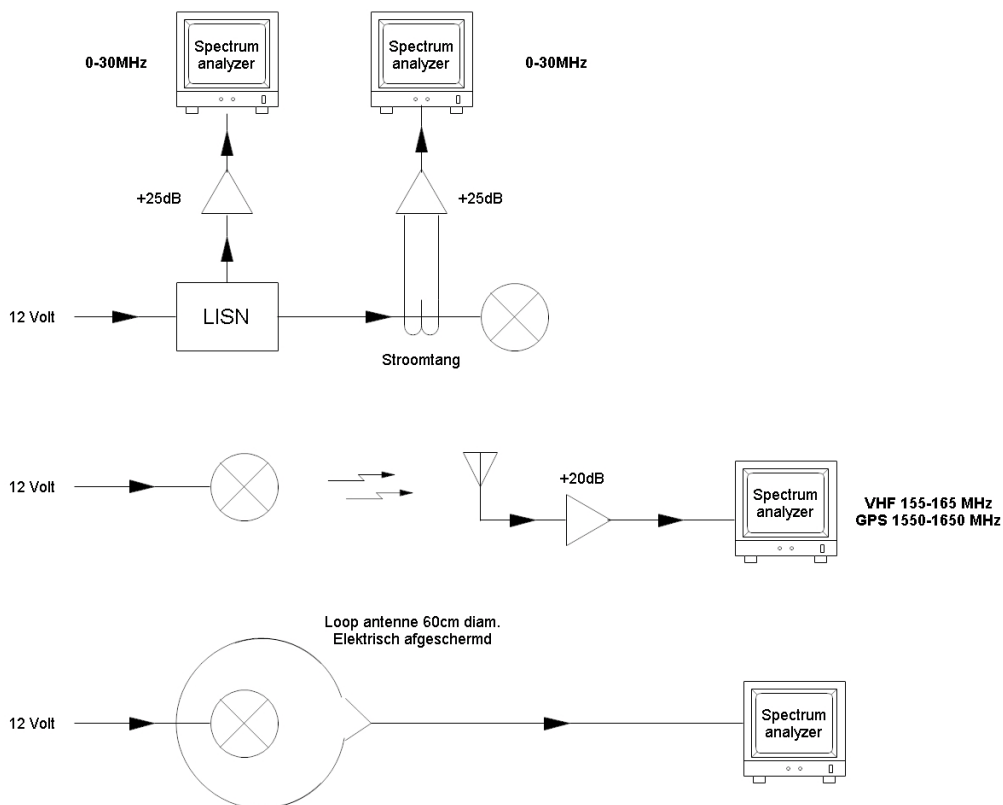


Fig .12
Opzet van de
verschillende
RF metingen
zowel voor HF
0 - 30 MHz,
voor VHF
155 - 165 MHz
als voor GPS
1,5 GHz

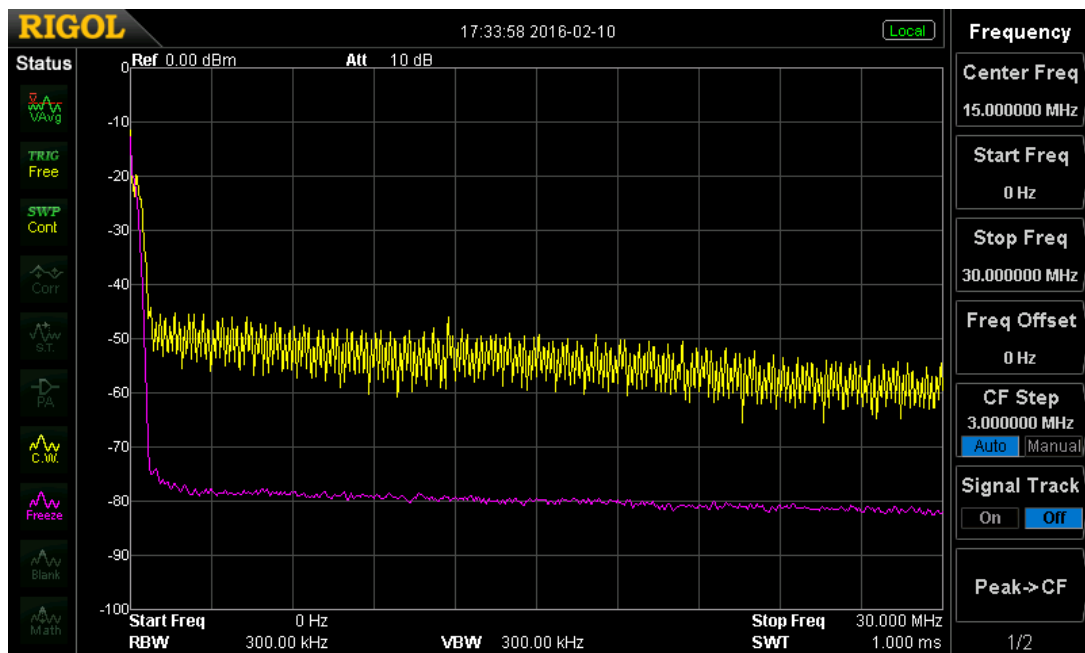
De resultaten van de metingen geven aan dat alle LED lampen in mindere of meerder mate RF storing veroorzaken, voornamelijk in de voedingsdraden. Aanzienlijke storing werd veroorzaakt door de LED vervangingslampen. Dit is verklaarbaar doordat er in de fitting van deze lampen geen ruimte is om een elektronisch filter op te nemen. Onderstaande tabel geeft de maximaal gemeten waarden in dB t.o.v. het nul niveau.

	Voedingslijn 0,3 - 30 MHz						VHF cellwave ant.				GPS			
	EMC Voltage	boven nul niv	gemeten	corr	EMC Current	boven nul niv	gemeten	corr	werkelijk	boven nul niv	gem	corr?	werk.	boven nul niv
Nul niveau	-105		-80	-25	-105		-82	-20	-102		-76	-20	-76	0
AquaSignal 40 met gloeilamp	-105	0	-80	-25	-105	0	-68	-20	-88	0	niet gemeten			
AquaSignal 34 LED	-90	15	-67	-25	-92	13	-68	-20	-88	0	-76	-20	-76	0
P&B K2W Bluewaterlights S64 LED	-68	37	-50	-25	-75	30	-67	-20	-87	1	-76	-20	-76	0
DHR met gloeilamp	-105													
Hella Tricolor met gloeilamp	-105													
Hella NaviLED Trio	-93	12	-70	-25	-95	10	-68	-20	-88	0	-76	-20	-76	0
Lopolight 3 kl, met anker- en flitslicht	-76	29	-55	-25	-80	25	-68	-20	-88	0	-76	-20	-76	0
Mantagua 3 kl zonder ankerlicht	-70	35	-52	-25	-77	28	-68	-20	-88	0	-76	-20	-76	0
NASA Supernova, 3 kl	-70	35	-51	-22	-73	32	-68	-20	-88	0	-76	-20	-76	0
Navisafe 3 kl op 3 AAA batterijen	-83	22	niet gemeten				-68	-20	-88	0	-76	-20	-76	0
P&B K2W S64 LED 3 kl met ankerlicht	-76	29	-58	-25	-83	22	-68	-20	-88	0	-76	-20	-76	0
Vervangings lampen									0					
Mastproducts vervangingslamp	-75	30	-53	-25	-78	27	-48	-20	-68	20	-76	-20	-76	0
NauticLED 3 kl vervangingslamp	-30	75	-52	0	-52	53	-65	-20	-85	3	-76	-20	-76	0

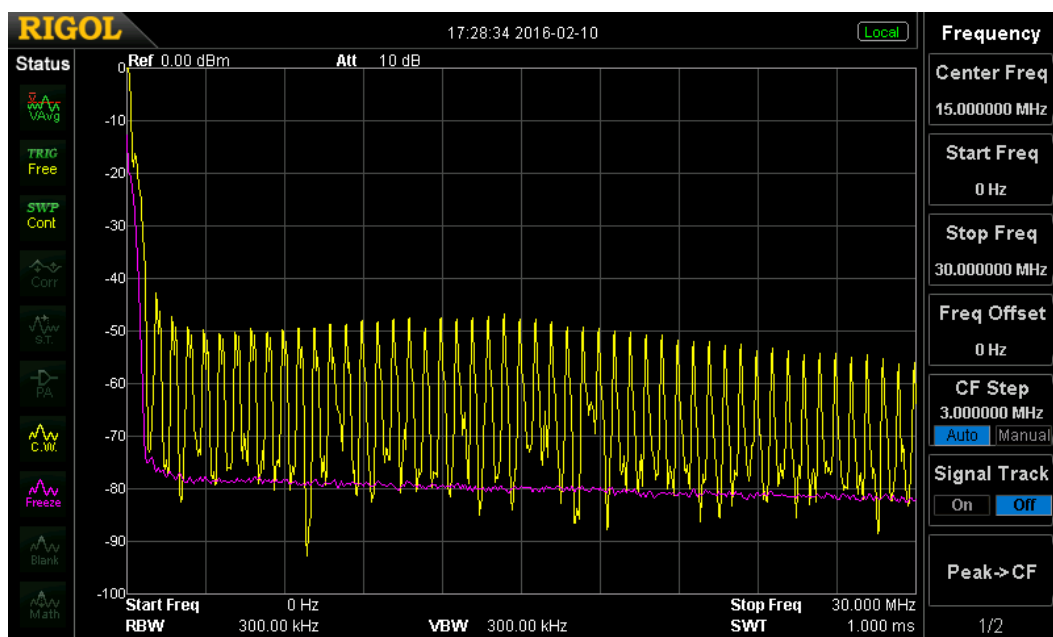
Fig. 13 Samenvatting EMC metingen.

Groen is acceptabel, okerkleur geeft mogelijk enige storing, rood geeft aanzienlijke storing op de radio. Storingen in het GPS frequentiegebied werden niet waargenomen.

As voorbeeld onderstaand het storingsbeeld van twee verschillende LED lampen, beide gemeten in de 0 - 30 MHz (HF) frequentieband.



Mastproducts vervangingslamp



Nasa Supernova

Betrouwbaarheid en storingsgevoeligheid van LED lichten

Wanneer er een gloeilamp in de mast kapot gaat is dit eenvoudig een kwestie van een reservelamp erin draaien. Wanneer LED lichten kapot gaan is er een probleem. Die zijn niet zonder meer te vervangen. En heeft iedereen dan een set nood-navigatielichten bij de hand?

In principe wordt voor LED lampen een zeer lange levensduur geclaimd van 30.000 - 50.000 uur, waarbij de lichtsterkte langzaam terugloopt. Helaas blijkt het in de praktijk toch vaak mis te gaan en geeft de nieuwe dure LED lamp voortijdig de geest. Soms kan worden teruggevallen op de garantie van de fabrikant, maar daar heb je midden op zee niets aan.

De oorzaak ligt veelal aan slecht gedimensioneerde drivers die niet zijn opgewassen tegen spanningspieken zoals die op ieder schip voorkomen. Spanningspieken kunnen optreden bij het starten van de motor, het slecht functioneren van de dynamo of het in of uitschakelen van zware verbruikers zoals ankerlier en elektrische lieren. Maar ook onweer kan - ook als er geen sprake is van een directe inslag - door inductie toch aanzienlijke spanningspieken in het boordnet geven.

Dit soort schade kan beperkt worden door rigoureuze overdimensionering van de drivers en andere elektronika in het LED licht. De duurdere LED lichten hebben dit wel, maar de vervangingslampen niet.

Conclusie

Conventionele driekleuren navigatielichten geven altijd nog een zeer goed en helder beeld maar hebben het nadeel van 25 watt verbruik. Wordt in deze lichten de gloeilamp vervangen door een LED vervangingslamp van 3 watt dan verliezen deze driekleurenlichten hun certificering en geven ze veelal een zeer verwarrend kleurbeeld.

Witte LED vervangings lampen zijn hooguit geschikt in navigatielichten zonder kleursectoren zoals bij een rondom schijnend wit ankerlicht.

De LED driekleuren lichten hebben slechts 2 – 3 watt stroomverbruik en zijn te verdelen in twee categorieën, A: die met een krans van LED's en B: die met enkele kluren "power LED's".

De "krans" LED lichten hebben weliswaar goede helderheid en kleur maar hebben geen van allen een goede scherpe rood-groen scheiding. De beste optische eigenschappen, en dus ook de beste rood/groen scheiding wordt bereikt met z.g. power Led's in combinatie met speciaal aangepaste lensjes. De optische eigenschappen van deze laatste groep (Aquasignal 34, Hella Navilight Trio, Bluewaterlights, Peters-Bey) zijn minstens zo goed en zelfs beter dan conventionele lichten, en ze zijn inmiddels ook allemaal gecertificeerd.

Het Aquasignal 34 licht is het meest aantrekkelijk geprijsd.

Als reserve of noodnavigatielicht - hoewel niet gecertificeerd- voldoet ook het kwalitatief goede Navisafe driekleurenlicht op AAA batterijen.

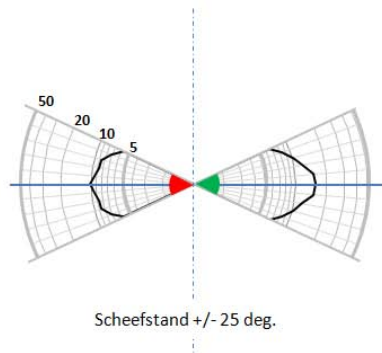
Hierna: Beoordeling van de lichten (in alfabetische volgorde)

Aquasignal series 40 (met 25 gloeilamp)

Dit is een kwalitatief goed conventioneel licht wat op grote schaal in gebruik is op bestaande jachten als masttoplicht. Door de fabricagemethode van de fresnel lens ontstaan er wat ribbels in het helderheids diagram, dit is echter in de praktijk niet waarneembaar.

De overstraling tussen de sectoren is minimaal en ook de helderheid is ruim voldoende.

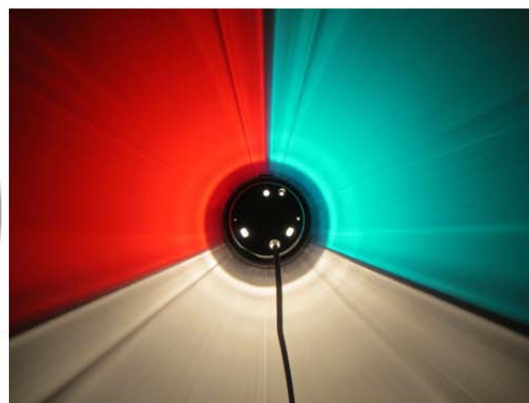
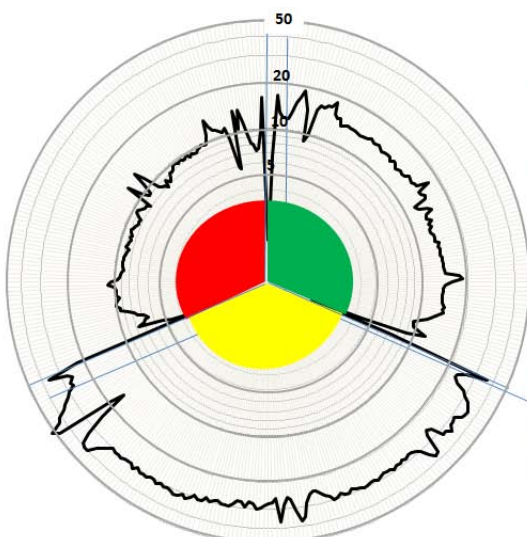
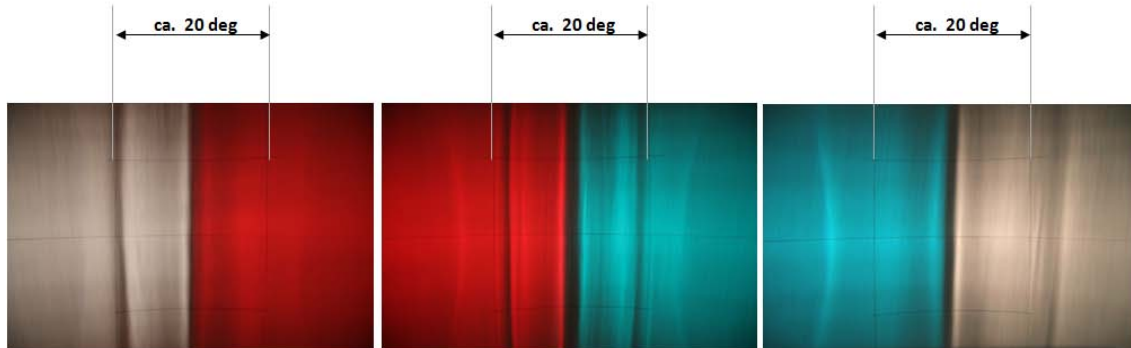
De lamp is alleen gecertificeerd als deze wordt gebruikt met een gecertificeerde 25 watt gloeilamp met verticale gloeidraad.

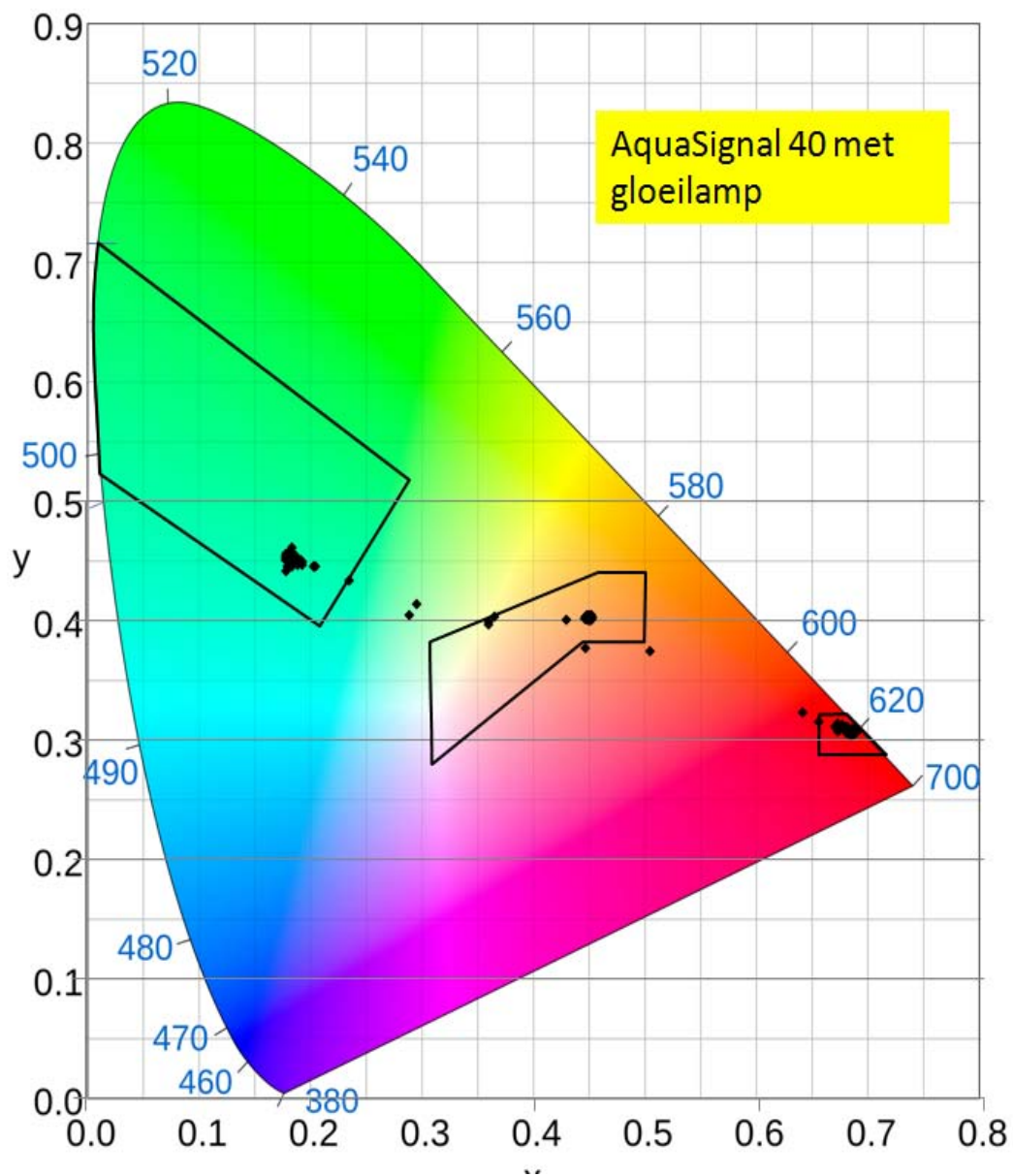


AquaSignal 40 met gloeilamp



Power 12 V 25 W
Colour consist 98,3%
Overstraling < 5 deg
Wheelmark Y
Certification IMO COLREG
Prijs € 67,95



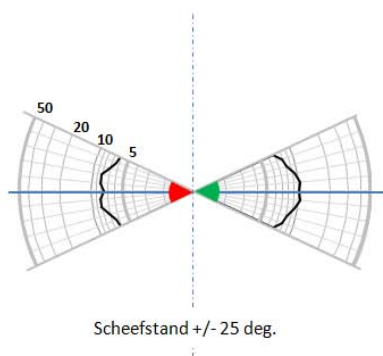


Aquasignal series 34 LED

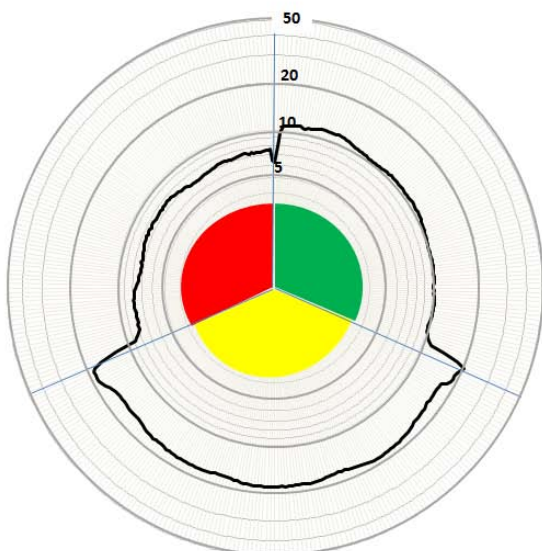
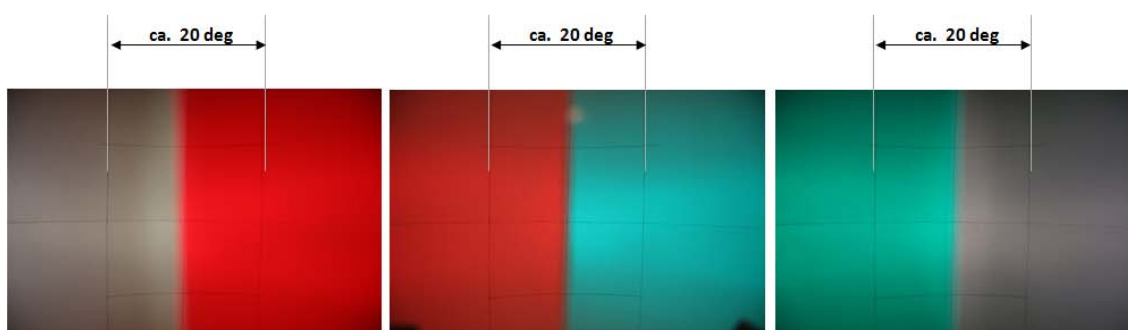
Dit LED-licht voldoet in alle opzichten aan de gestelde criteria, het stroomverbruik is met 1,83 watt laag. De sectorscheiding is zeer strak. De zwarte banden geven alleen het lichtbeeld op zeer korte afstand, op een afstand van 1 m is dit effect verdwenen. Het licht gaf zeer weinig meetbare radiostoring. Het licht is 's winters met een simpele bajonetsluiting afneembaar. Ook de prijs (119 euro) is aantrekkelijk en gecombineerd met rondom wit ankerlicht 180 euro en maakt dit tot een van de goedkoopste volledig gecertificeerde lichten

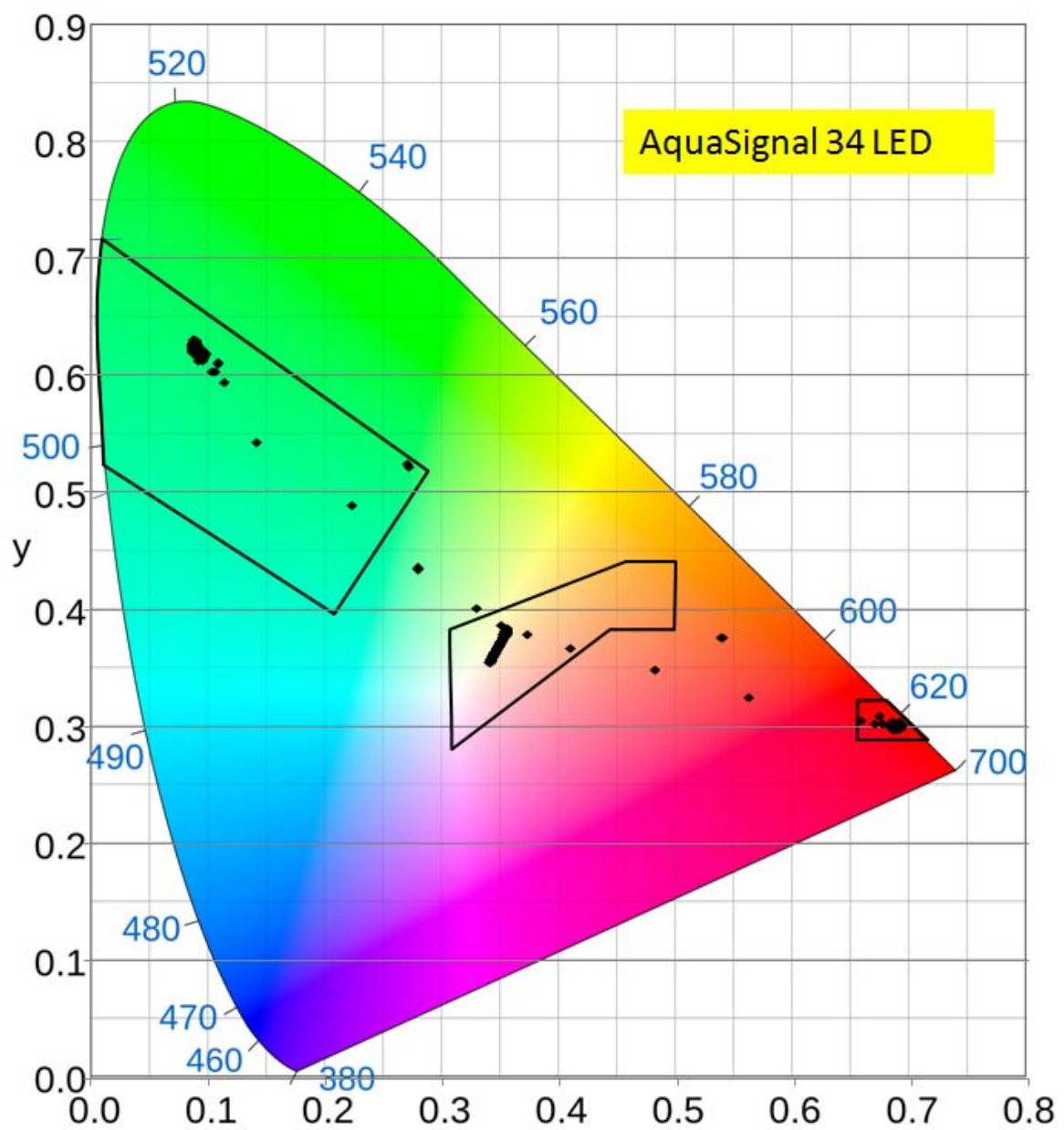
Een punt van kritiek: voor het aansluitblok worden *ijzeren* kroonsteen schroefjes gebruikt, dat is vragen om problemen.

AquaSignal 34 LED



Power 12 – 24 V 1,83 W
Colour consist 98,1%
Overstraling < 3 deg
Wheelmark Y
Certification IMO COLREG
Prijs € 119,00

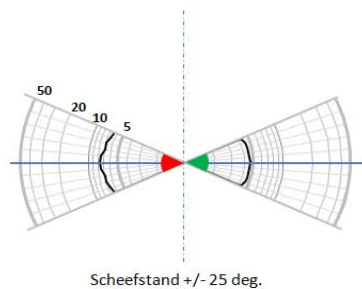




Bluewaterlights (gefabriceerd door K2W en worden ook verkocht onder de naam Peters-Bey)

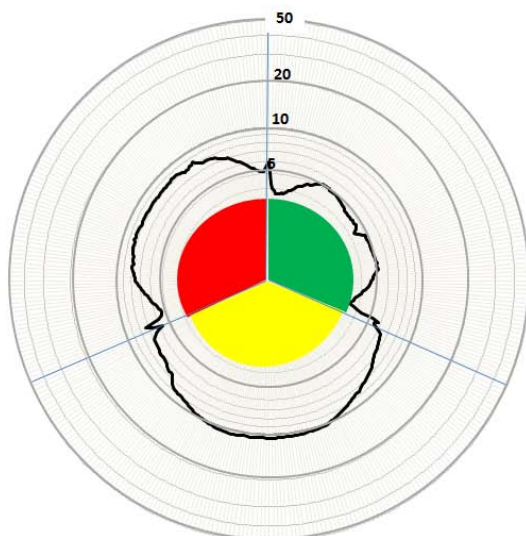
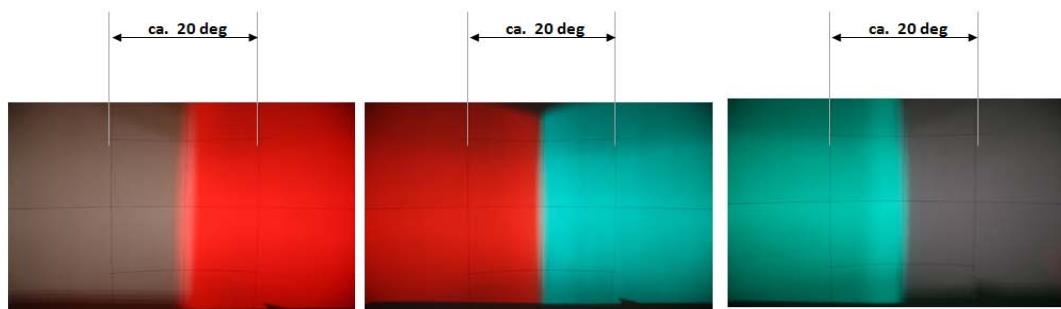
Deze Duitse fabrikant is in Nederland relatief onbekend maar maakt kwalitatief hoogwaardige LED lichten. Drie powerled's zijn gemonteerd op een aluminium koelprofiel binnen in een hardglazen cylinder en gevat in een geanodiseerd aluminium behuizing. Daardoor heeft dit licht een kwalitatief hoogwaardige uitstraling. De optische eigenschappen zijn uitstekend alhoewel de groene sector ternauwernood de 5 candela haalt. Er zijn nogal wat verschillende uitvoeringen die in ontwikkeling zijn, zoals de Peters-Bey uitvoering met additioneel wit rondschilderend ankerlicht. Soms zit het ankerlicht boven, soms onder.

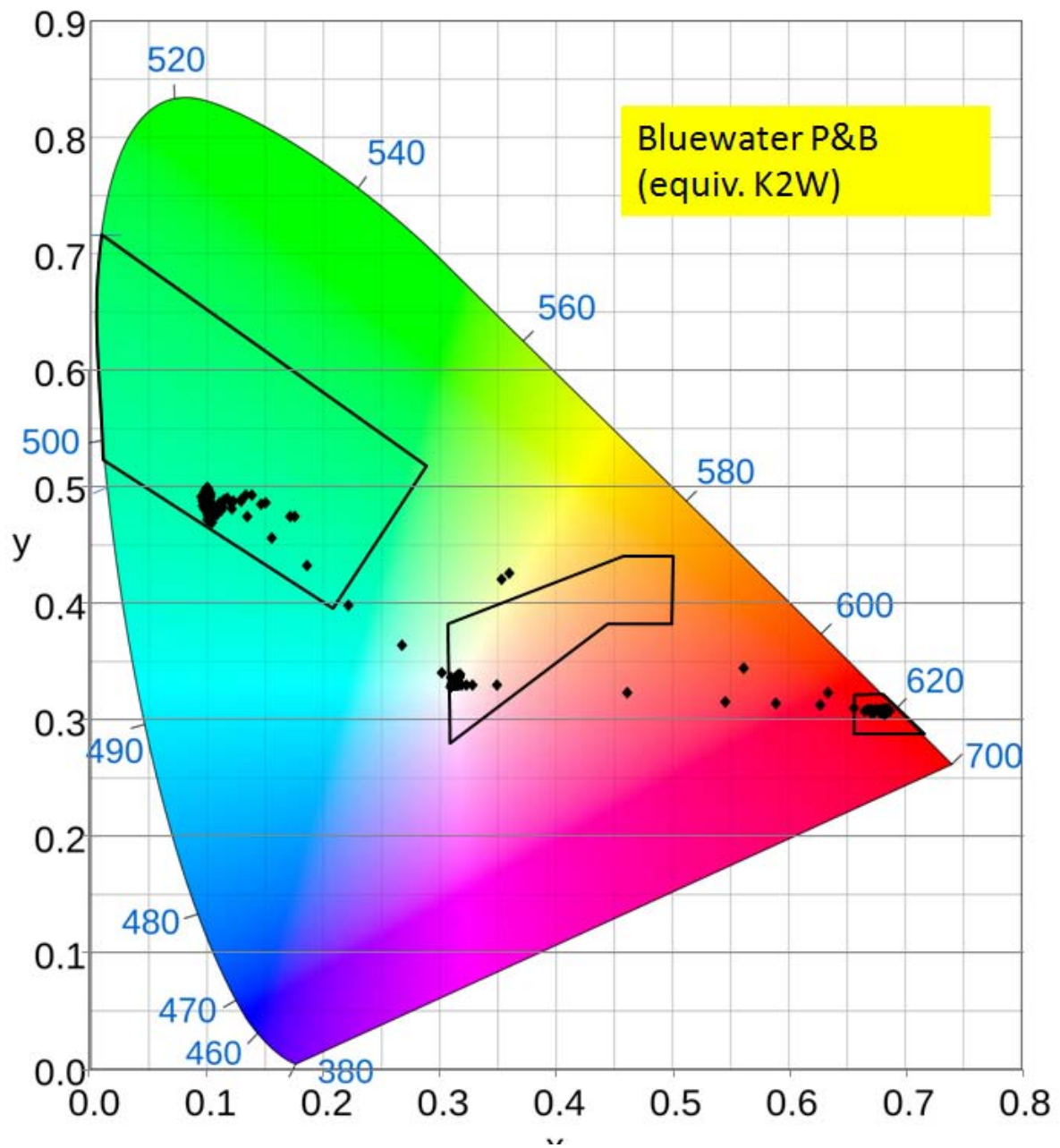
De prijs is ook aanzienlijk maar verschilt nogal tussen P&B, Bluewater en K2W.



Bluewater P&B
(equiv. K2W)

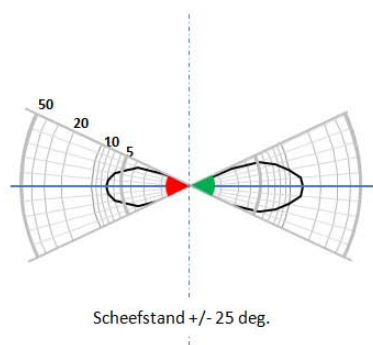
Power 11 – 36 V 2,21 W
Colour consist 97,0 %
Overstraling < 3 deg
Wheelmark Y
Certification IMO COLREG
Prijs € 433,45





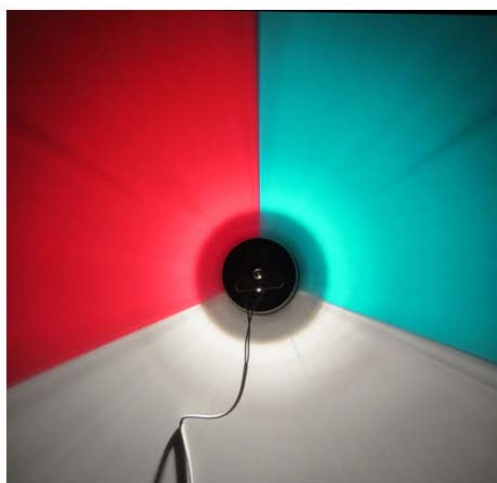
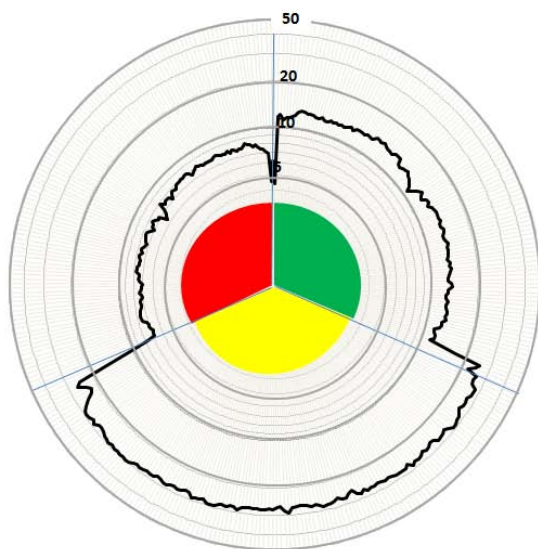
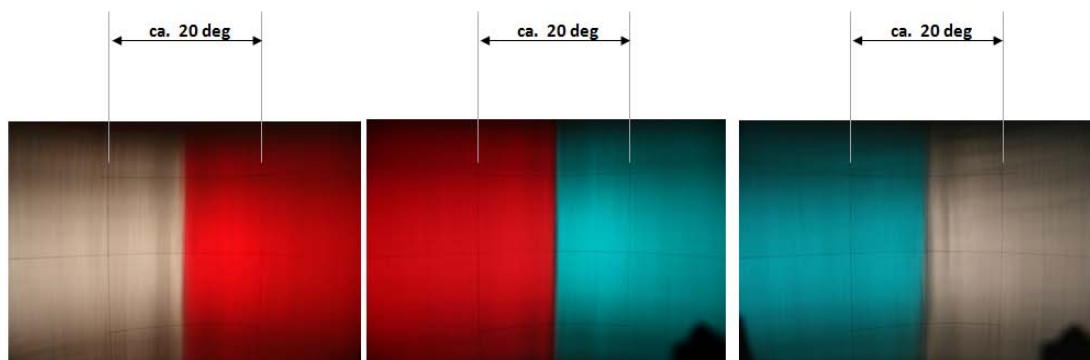
DHR – Den Haan Rotterdam (met 25 watt gloeilamp)

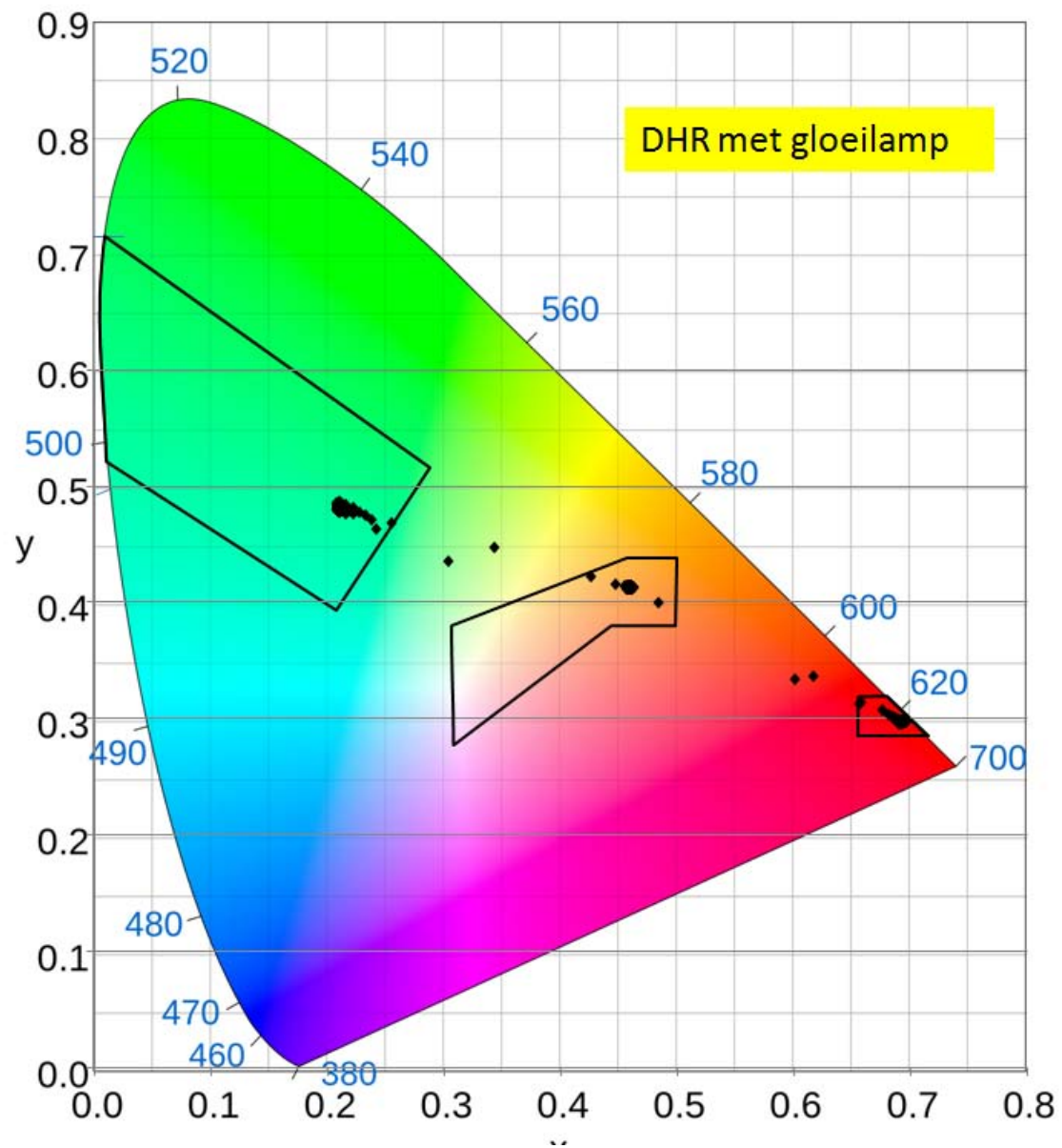
Dit is een prima conventioneel licht wat aan alle eisen voldoet en met bijbehorende gloeilamp een uitstekende rood-groen scheiding heeft. We hebben dit daarom als referentie genomen om de LED lichten goed te kunnen beoordelen.



DHR met gloeilamp

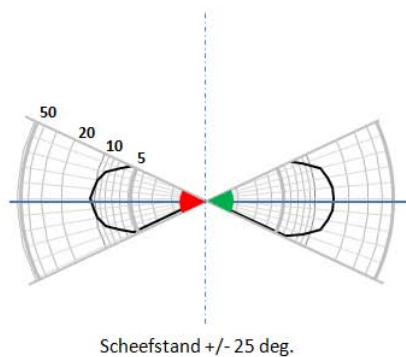
Power 12 V 25 W
Colour consist 98,8 %
Overstraling < 3 deg
Wheelmark Y
Certification IMO COLREG
Prijs € 67,75





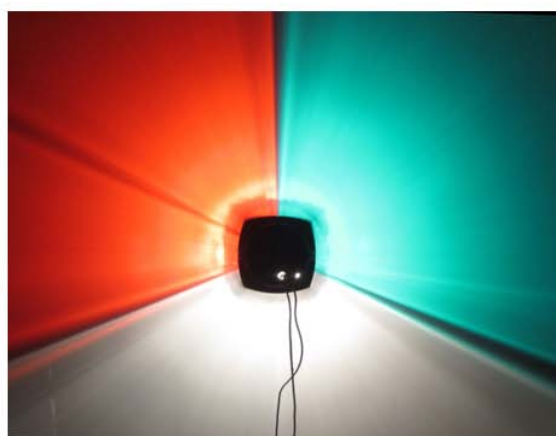
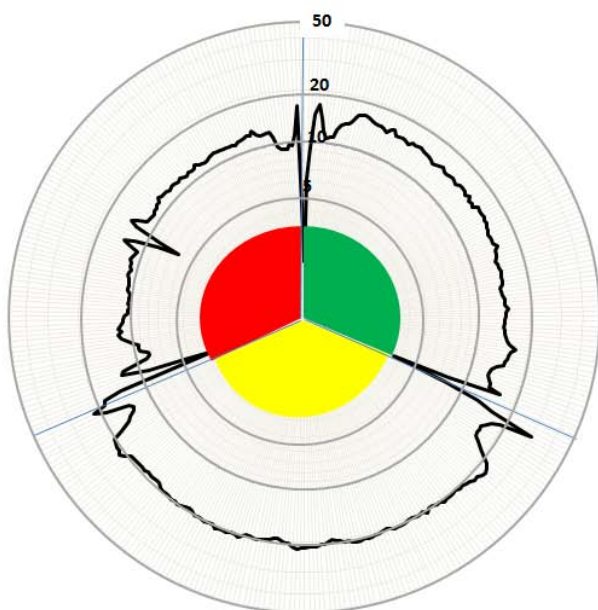
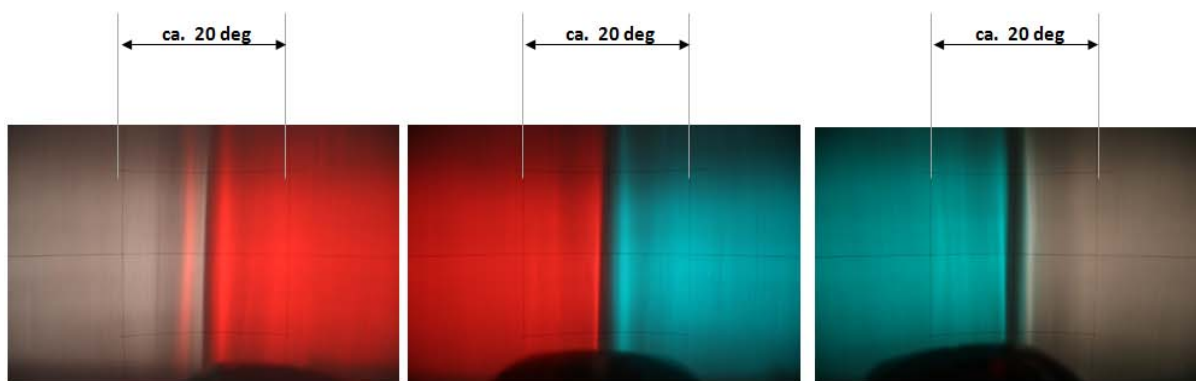
Hella Marine (met 25 watt gloeilamp)

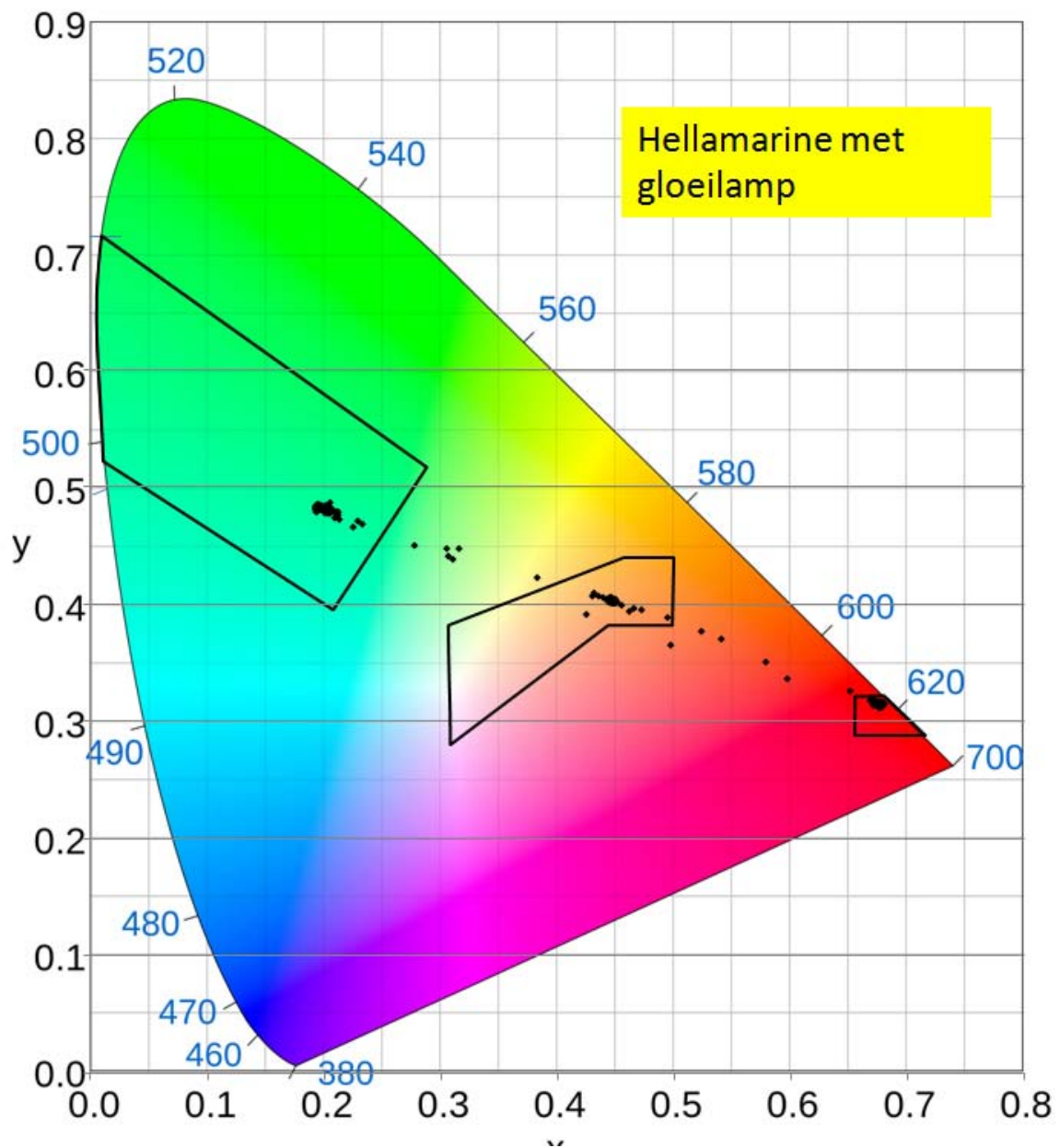
Kwalitatief goed conventioneel licht wat evenals Aquasignal en DHR aan alle eisen voldoet.



Hellamarine met gloeilamp

Power 12 V 25 W
Colour consist 96,5 %
Overstraling < 6 deg
Wheelmark Y
Certification IMO COLREG
Prijs € 69,22

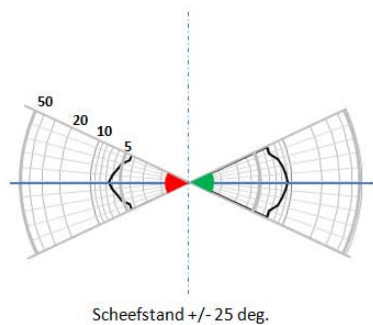




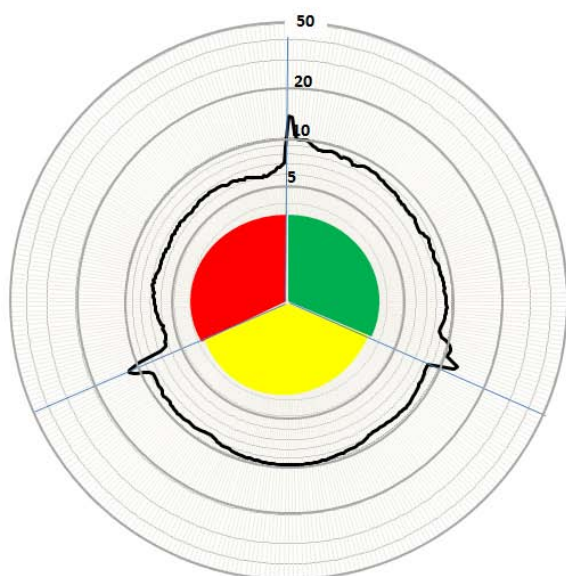
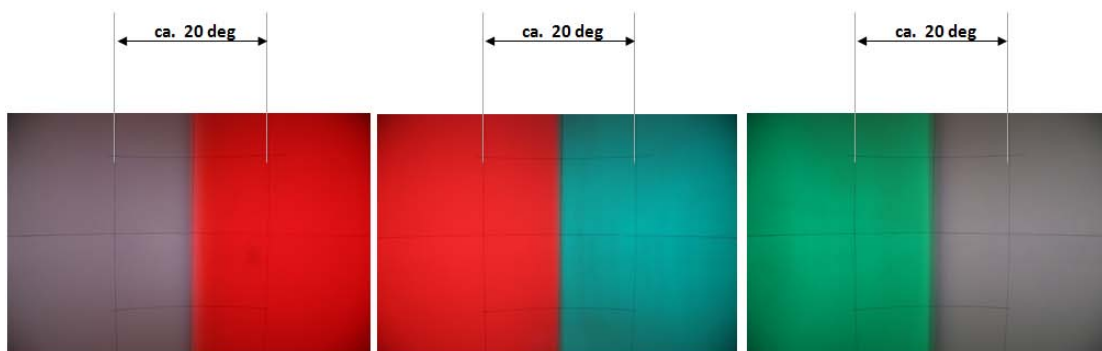
Hella Marine NaviLED Trio

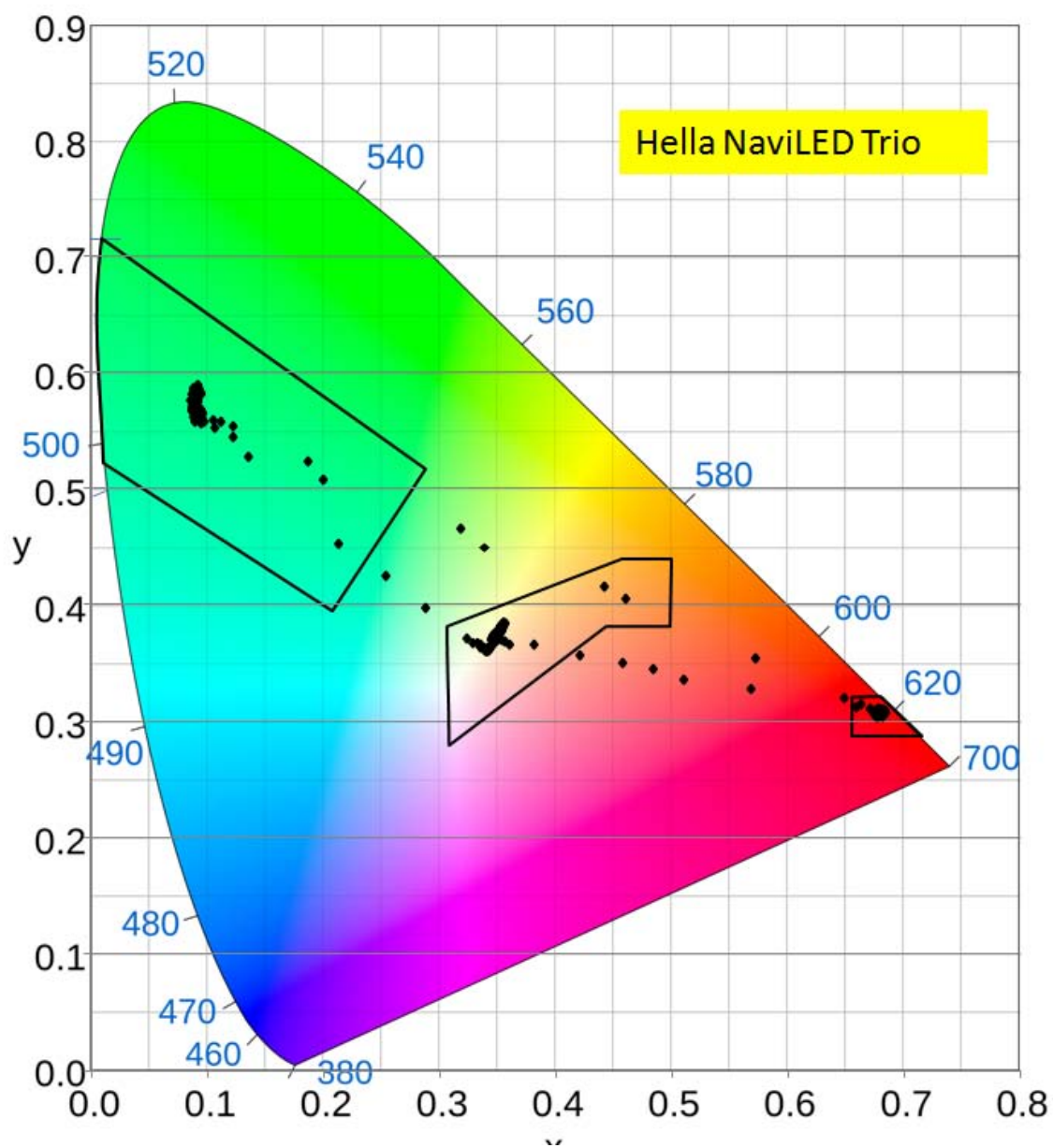
Dit is een goed LED licht met uitstekende strakke kleurscheiding. Het licht voldoet aan alle IMO eisen. De helderheid verdeling over alle sectoren is zeer goed en wordt bereikt door speciale voorzetlenzen voor de LED's. Ook de kleuren zijn goed. Wordt gefabriceerd in NieuwZeeland, (waarschijnlijk is dat de reden waarom er nog geen Wheelmark certificering is). Het licht is door het losdraaien van één bout 's winters van de mast afneembaar. De prijs is aanzienlijk.

Hella NaviLED Trio



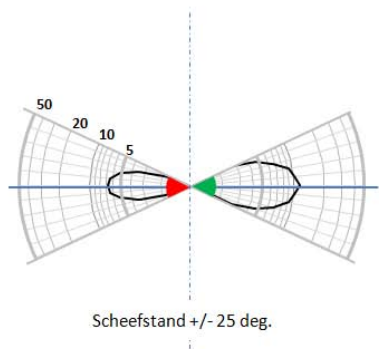
Power 9 - 28 V 3,46 W
Colour consist 97,2 %
Overstraling < 2 deg
Wheelmark ?
Certification IMO COLREG
Prijs € 392,44





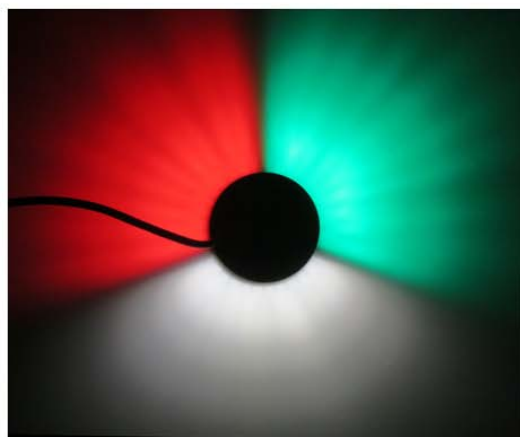
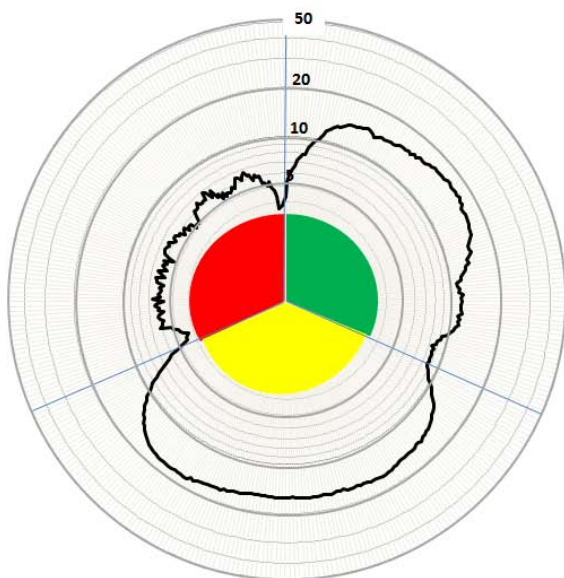
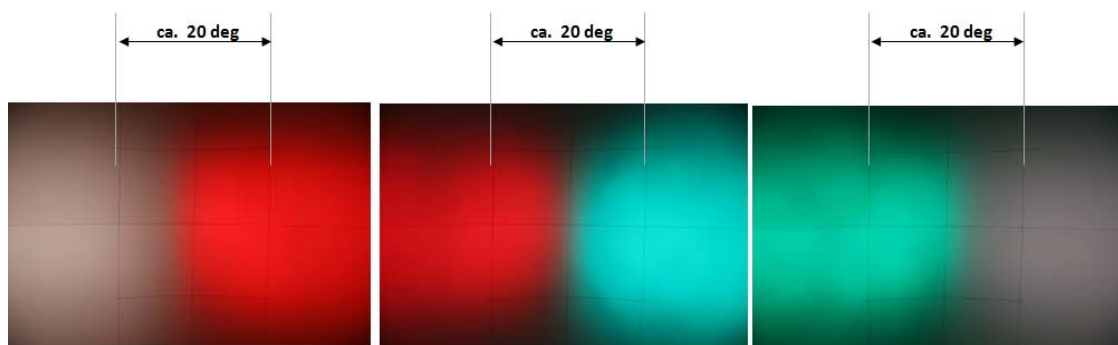
Lopolight

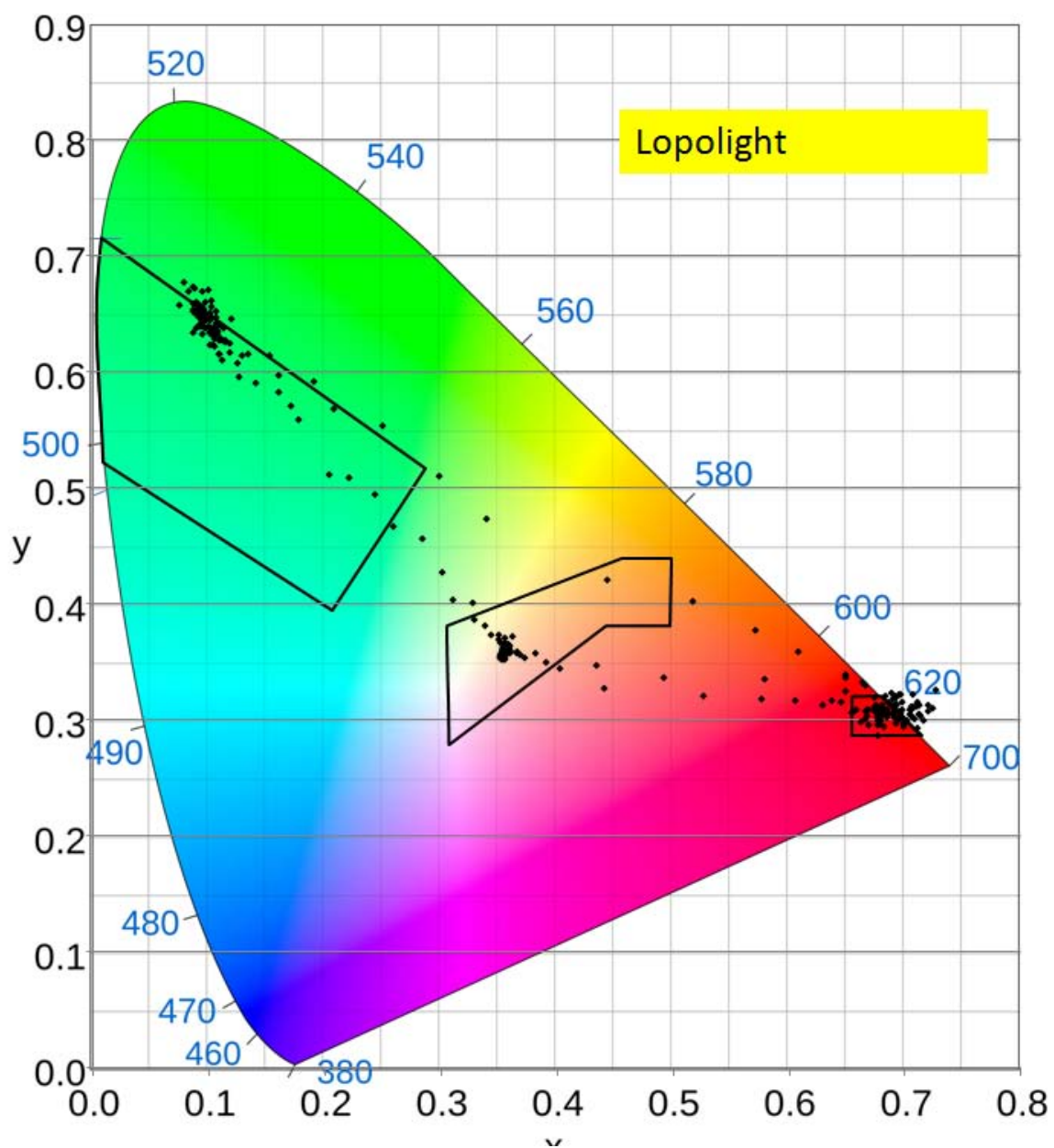
Lopolight maakt een fraai volledig ingegoten en kwalitatief hoogwaardig product van geanodiseerd aluminium (fit and forget). Echter de optische eigenschappen zoals rood-groen overstraling en kleurconsistentie zijn matig te noemen voor deze prijsklasse. Ook onder helling wordt de helderheid snel minder. Dit wordt veroorzaakt door te toegepaste techniek van een krans van LED's. De rode sector is minder helder vergeleken bij groen en wit. De lamp geeft geen radiostoring. (dat was bij sommige oudere modellen wel het geval maar is inmiddels verholpen).



Lopolight

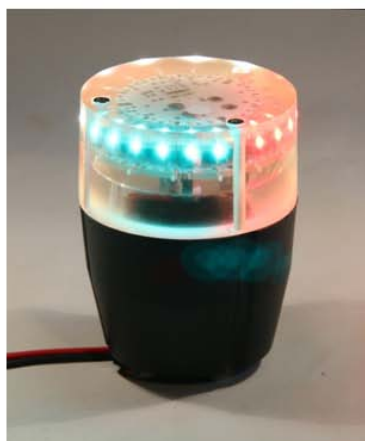
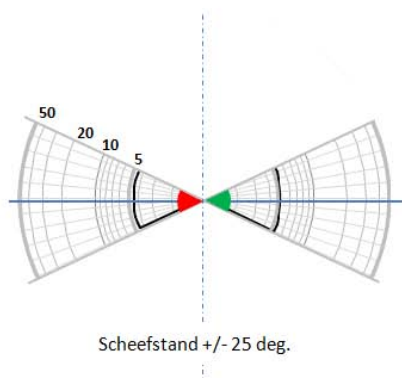
Power 10 - 32 V 2,16 W
Colour consist 93,6 %
Overstraling ca. 8 deg
Wheelmark Y
Certification IMO COLREG
Prijs € 398,00 (alleen driekleur)





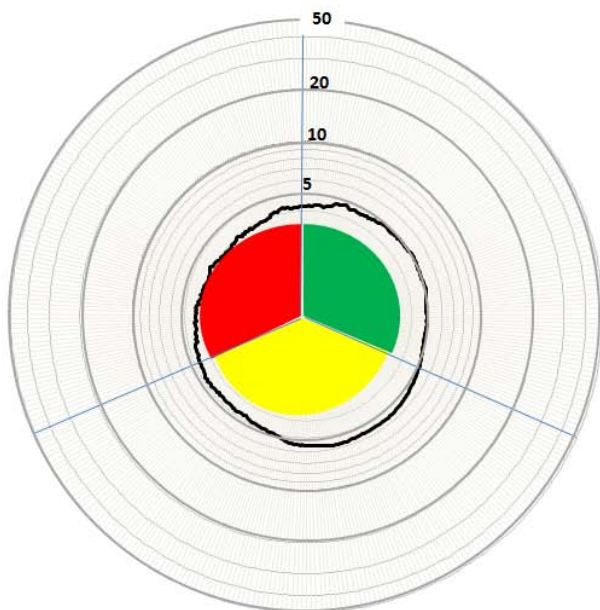
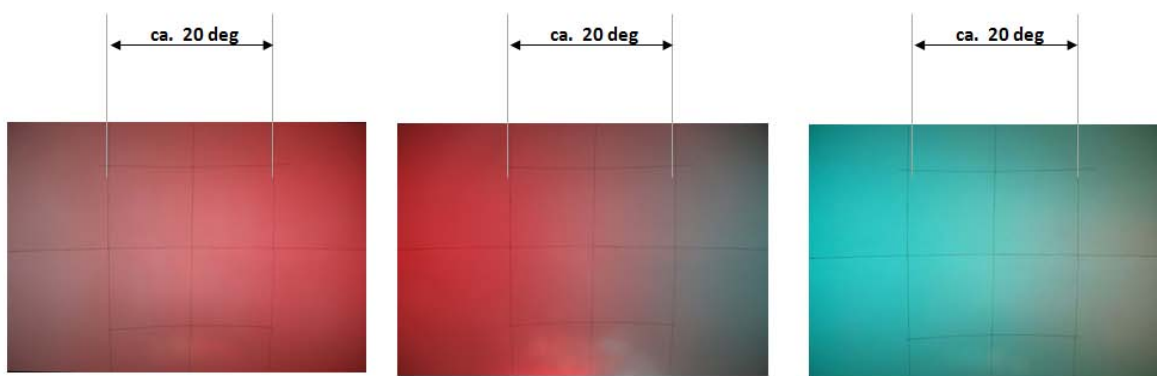
Mantagua (Fr.) **NB dit licht wordt uit de test gehaald**

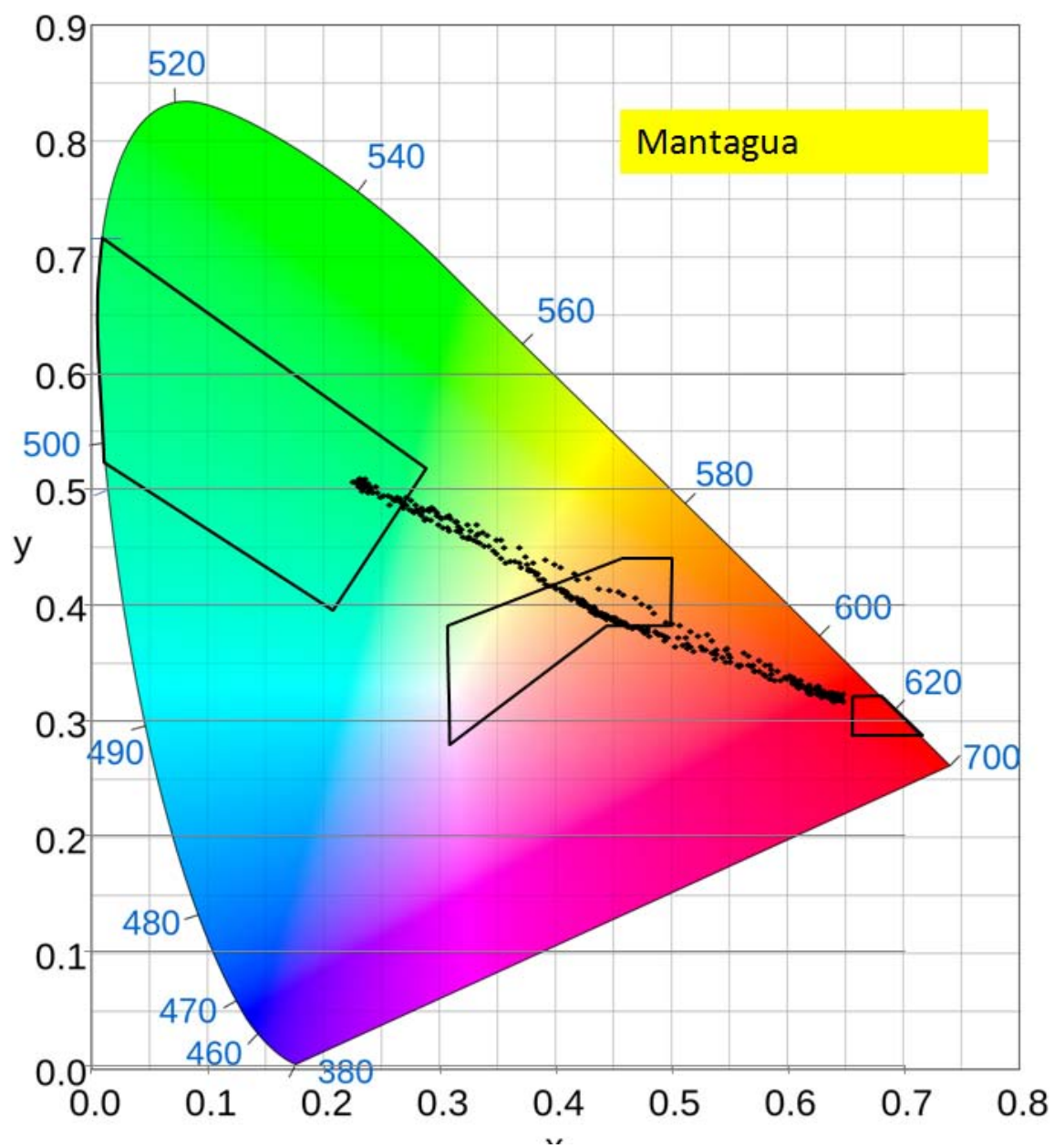
Als driekleurenlicht voldoet dit licht niet aan certificering omdat de kleurscheiding veel te groot is en ook de kleurconsistentie veel te laag is. Ook de helderheid is onvoldoende en haalt niet overal de 5 candela. Alleen indien uitgevoerd als rondom schijnend wit ankerlicht zal een dergelijk type licht wel kunnen voldoen.



Mantagua

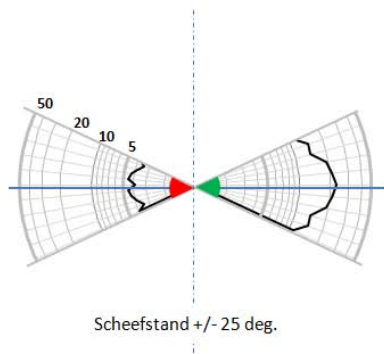
Power 9 - 30 V 1,66 W
Colour consist < 30% %
Overstraling ca. 20 deg
Wheelmark: nee
Certification: Veritas approved
Prijs € 188,30





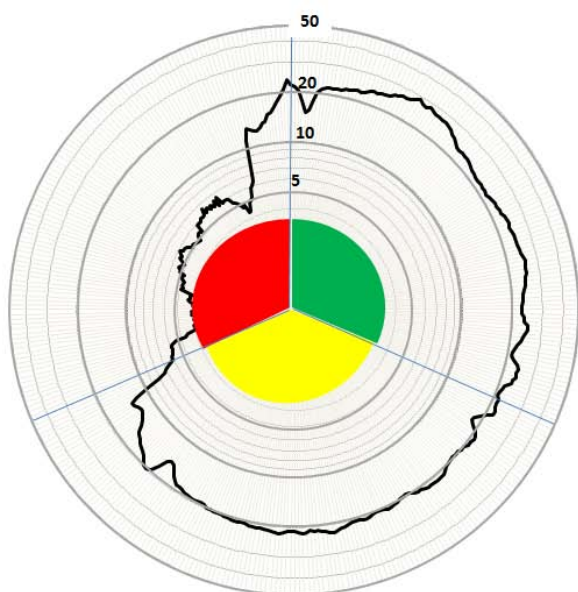
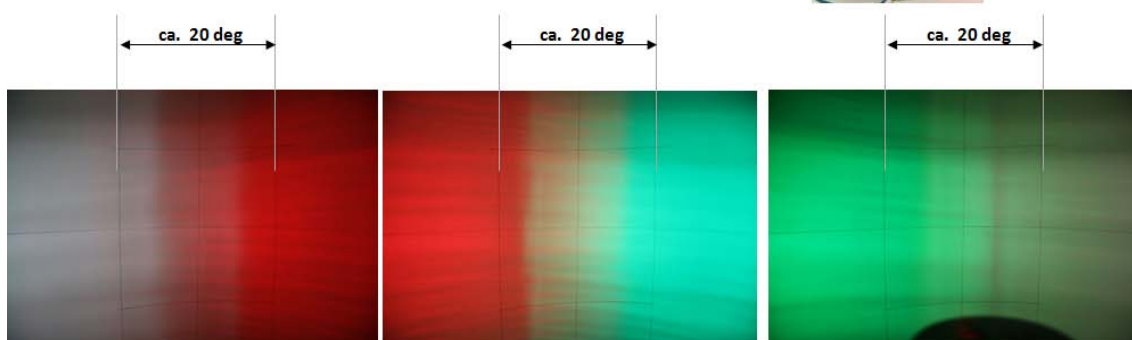
Mastproducts vervangingslamp (in Aquasignal behuizing)

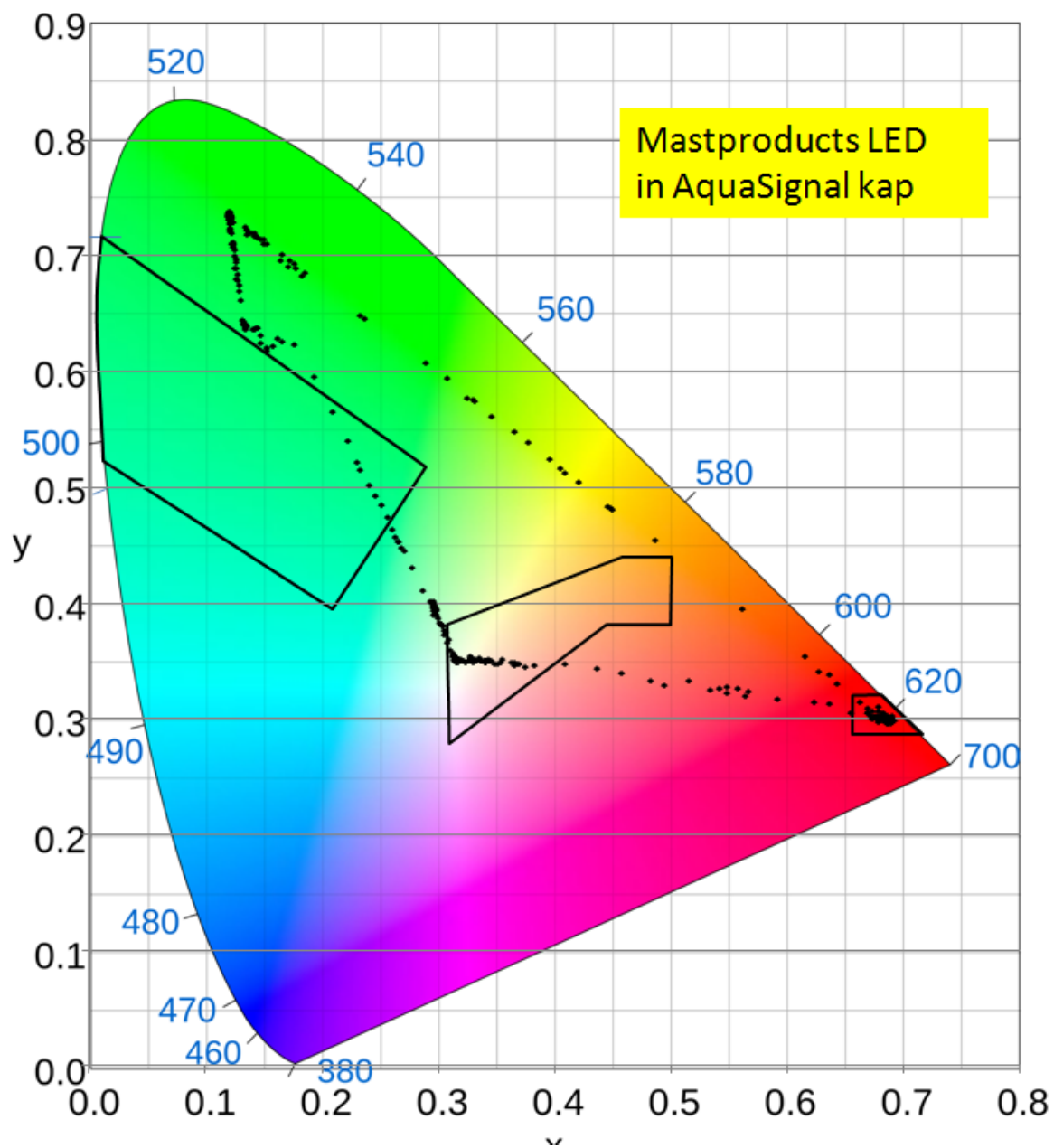
Ondanks het feit dat deze vervangingslamp ooit een product innovatieprijs heeft gewonnen (Dame award) maakt deze lamp de certificering van een bestaande behuizing ongeldig. De rood-groen overstraling is veel te groot en de lamp geeft aanzienlijke radiostoring. De rode sector is aanzienlijk zwakker dan de andere kleuren. Alleen als wit rondschijnend ankerlicht - niet varend - kan het eventueel wel.



Mastproducts LED in AquaSignal kap

Power 1 - 30 V 3,48 W
Colour consist < 50 %
Overstraling ca. 12 deg
Wheelmark: nee
Certification: nee
Prijs € 44,95 (alleen lamp)

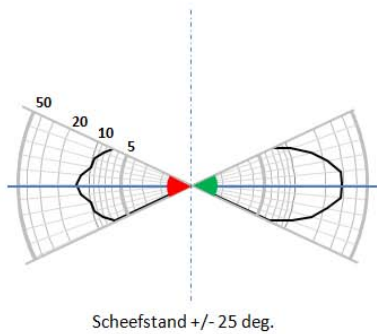




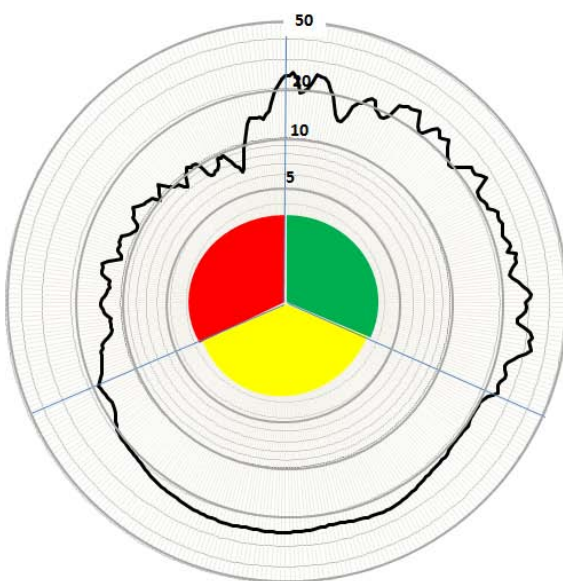
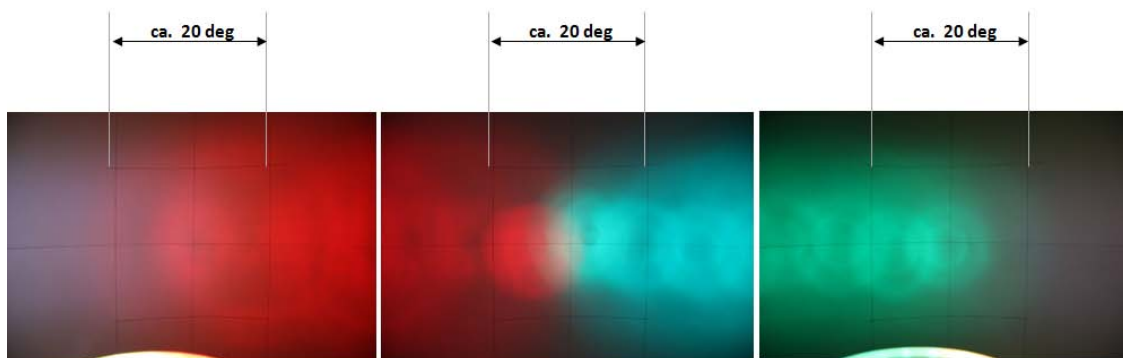
NASA Supernova

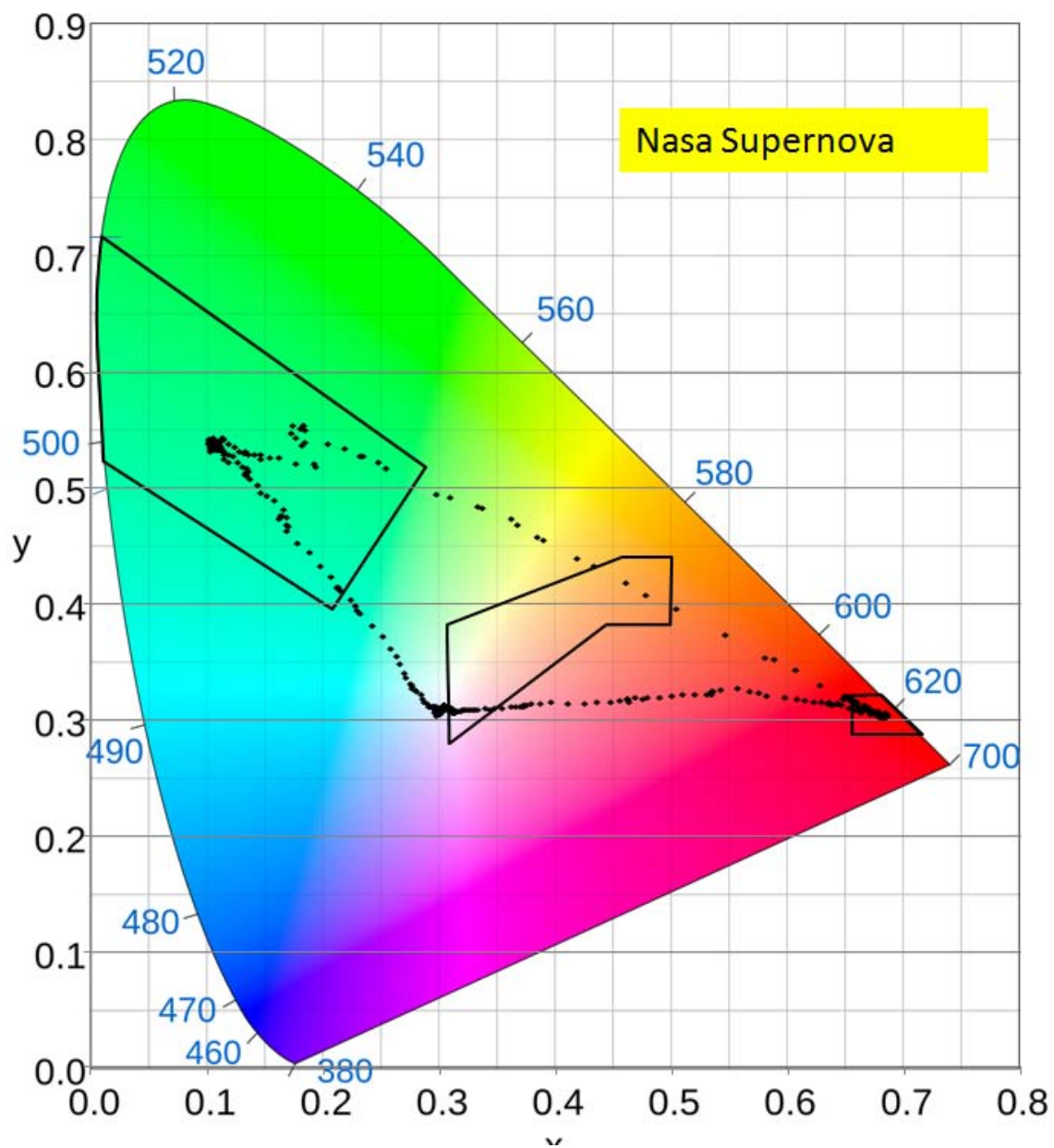
Dit licht bestaat uit een krans van LED's. Daardoor is de rood-groen overstraling aanzienlijk. Ook onder helling wordt de lichtsterkte snel minder. Het licht geeft nogal wat radiostoring. Het licht is niet gecertificeerd, maar voor kleine jachten op plassen en meren buiten BPR gebied kan het eventueel wel. De helderheid is wel ruim voldoende. Er is ook een rondom witte uitvoering als ankerlicht of voor toepassing op schepen kleiner dan 7 meter.

Nasa Supernova



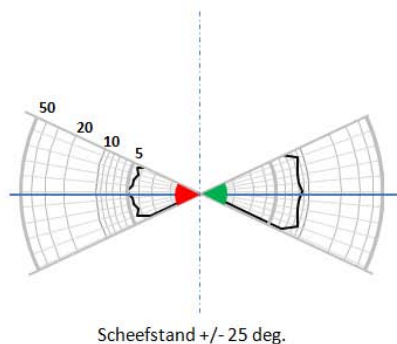
Power 10 - 20 V 2,34 W
 Colour consist < 50 %
 Overstraling ca. 15 deg
 Wheelmark: nee
 Certification: nee
 Prijs € 98,10





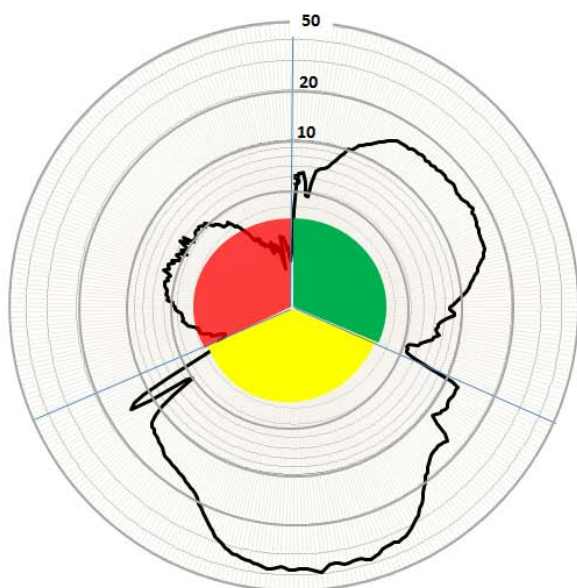
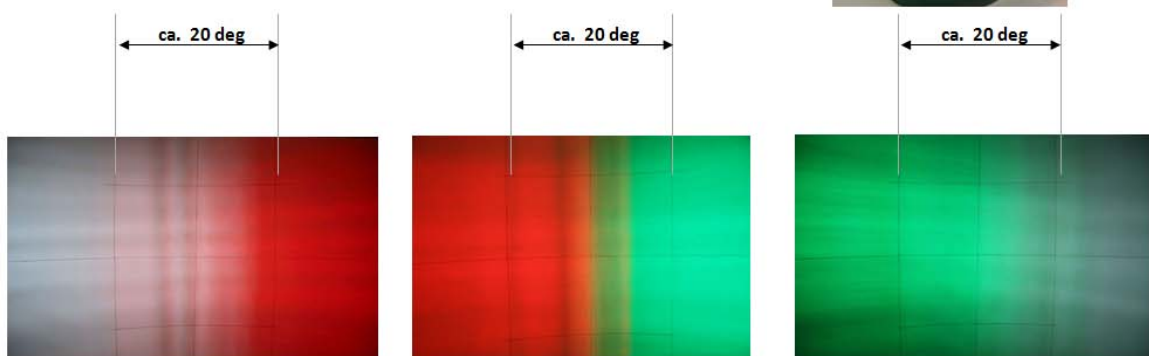
NauticLED vervangingslamp in Aquasignal behuizing

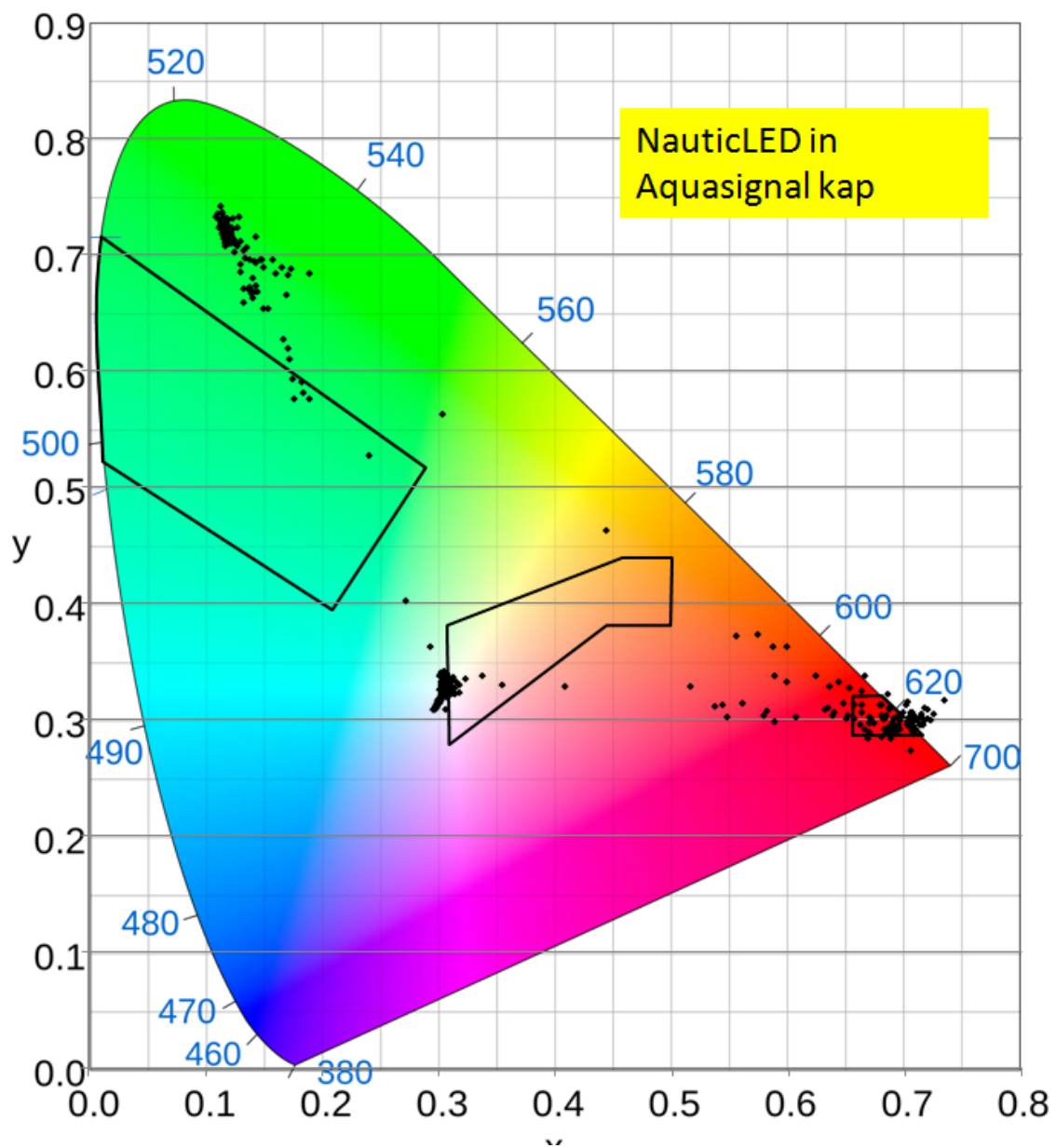
Deze vervangingslamp geeft aanzienlijke rood-groen overstraling en maakt daardoor de certificering van de bestaande behuizing ongeldig. Bovendien is de lichtverdeling ongelijk, en is de rode sector aanzienlijk zwakker dan groen en wit. Het groen is teveel geelgroen en valt buiten het gewenste kleurvak. De lamp geeft aanzienlijke radiostoring. Er wordt gewerkt aan een verbeterde uitvoering met minder overstraling.



NauticLED in Aquasignal kap

Power 10 - 30 V 2,74 W
Colour consist < 50 %
Overstraling ca. 20 deg
Wheelmark: nee
Certification: nee
Prijs € 34,95 (alleen lamp)

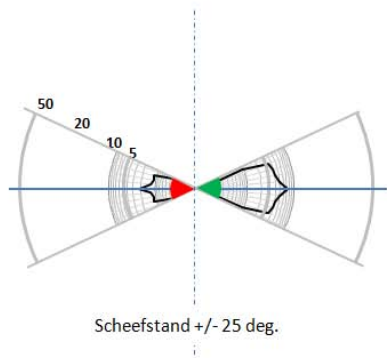




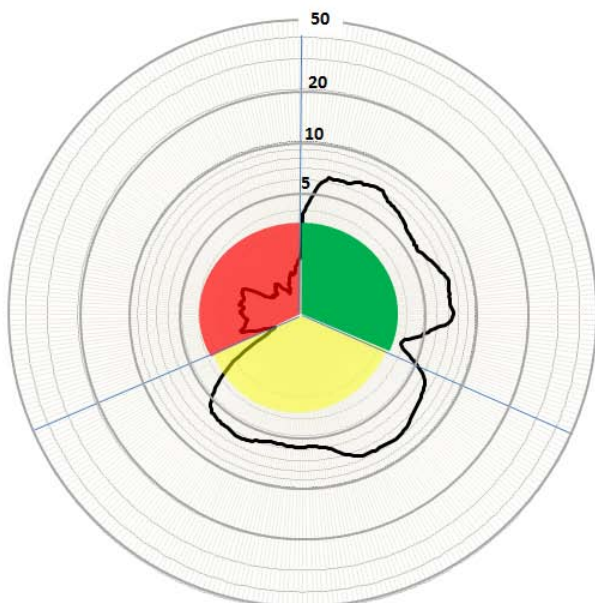
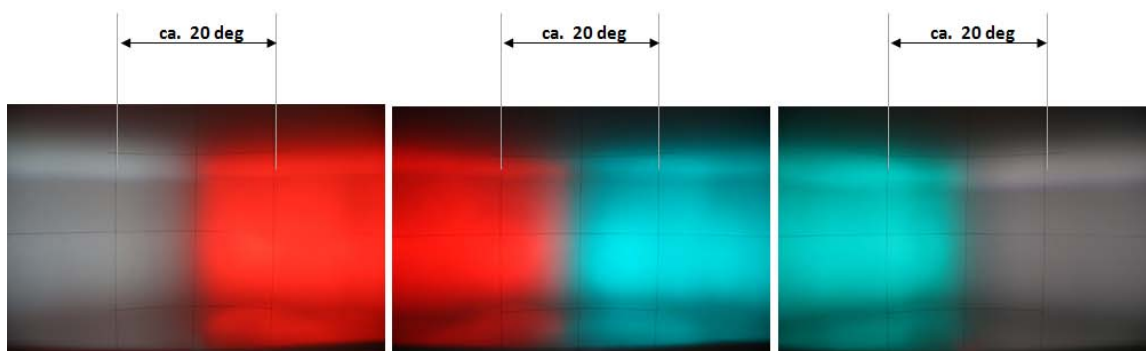
Navisafe (gevoed door 3 AAA batterijen)

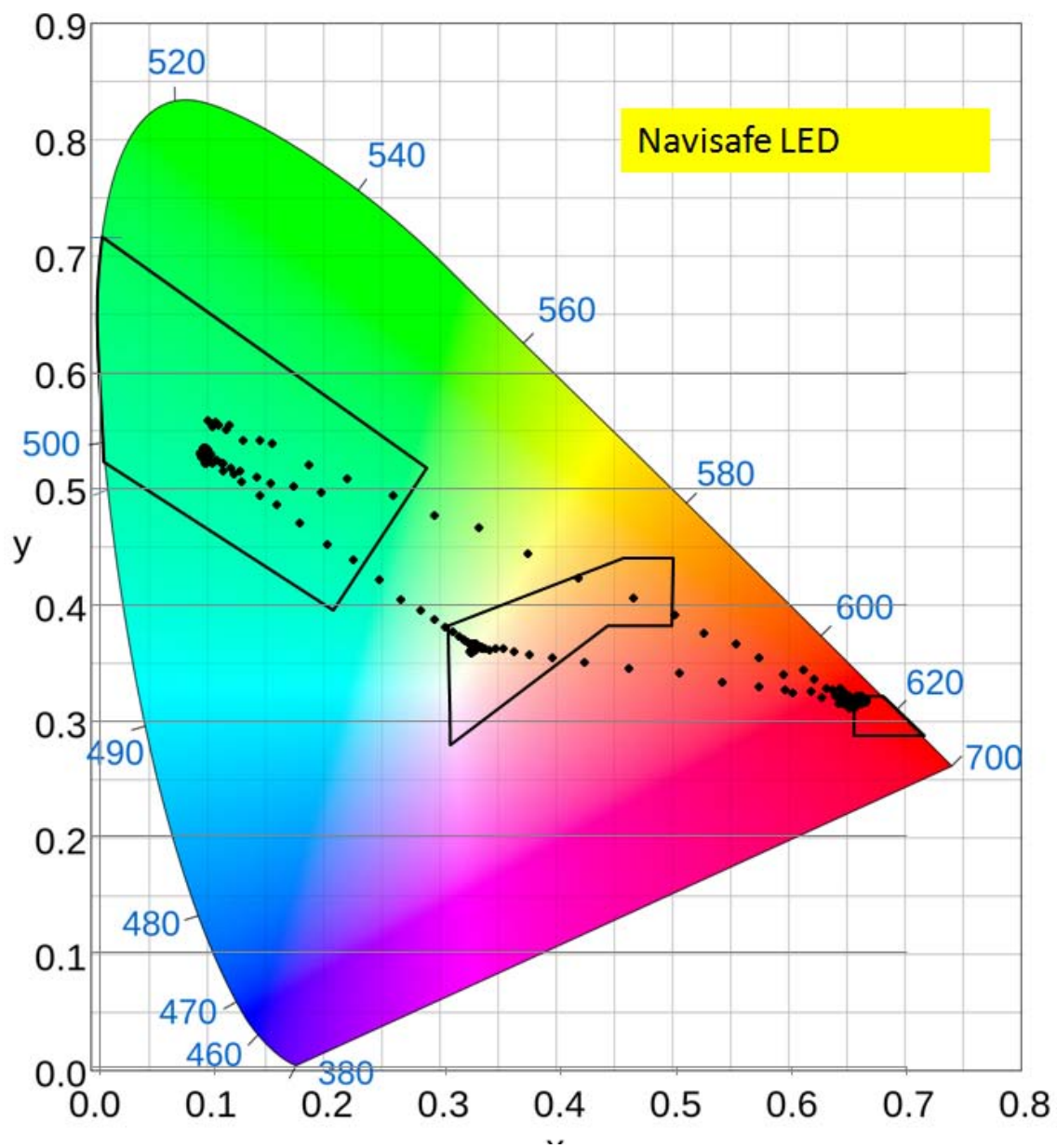
Dit moet beschouwd worden als een reserve (nood) navigatielicht en is daardoor ook niet IMO gecertificeerd. Door het zeer lage stroomverbruik is ook de lichtsterkte met name in de rode sector ook beneden de gewenste 5 candela. Voor het overige zijn de optische eigenschappen, de rood-groen overstraling, de kleurconsistentie en de helderheid bij helling redelijk voor een licht met een krans van LED's. De kwaliteit (waterdichtheid, magnetische voet) is ook heel redelijk voor een prijs van 60 euro.

Navisafe LED



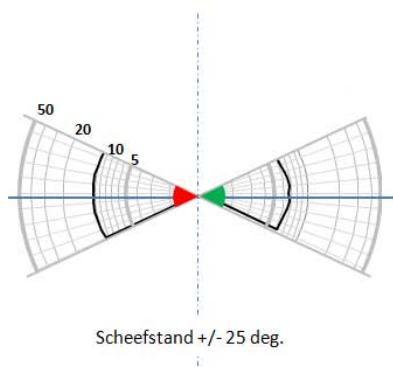
Power: batterij, 3 x AAA
Colour consist 80 %
Overstraling < 8 deg
Wheelmark: nee
Certification: USCG 2 NM
Prijs € 59,95





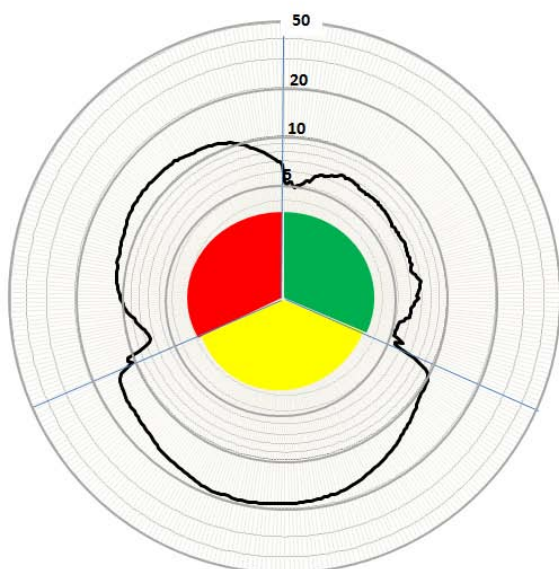
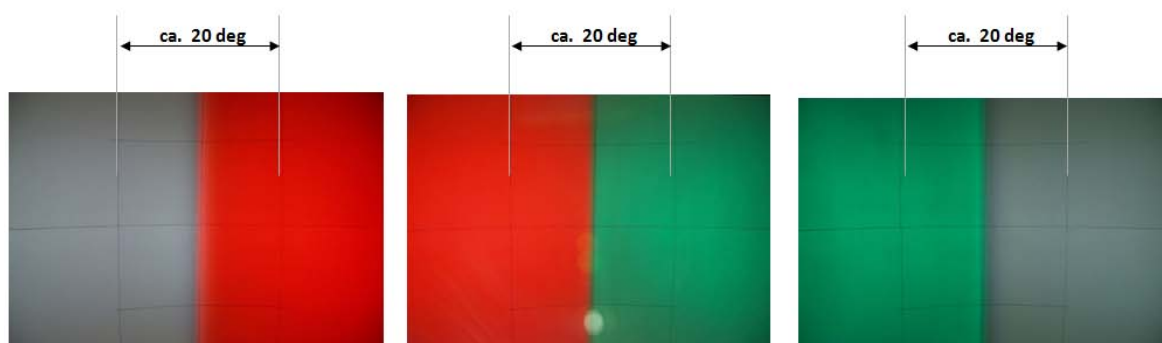
Peters-Bey driekleuren met ankerlicht

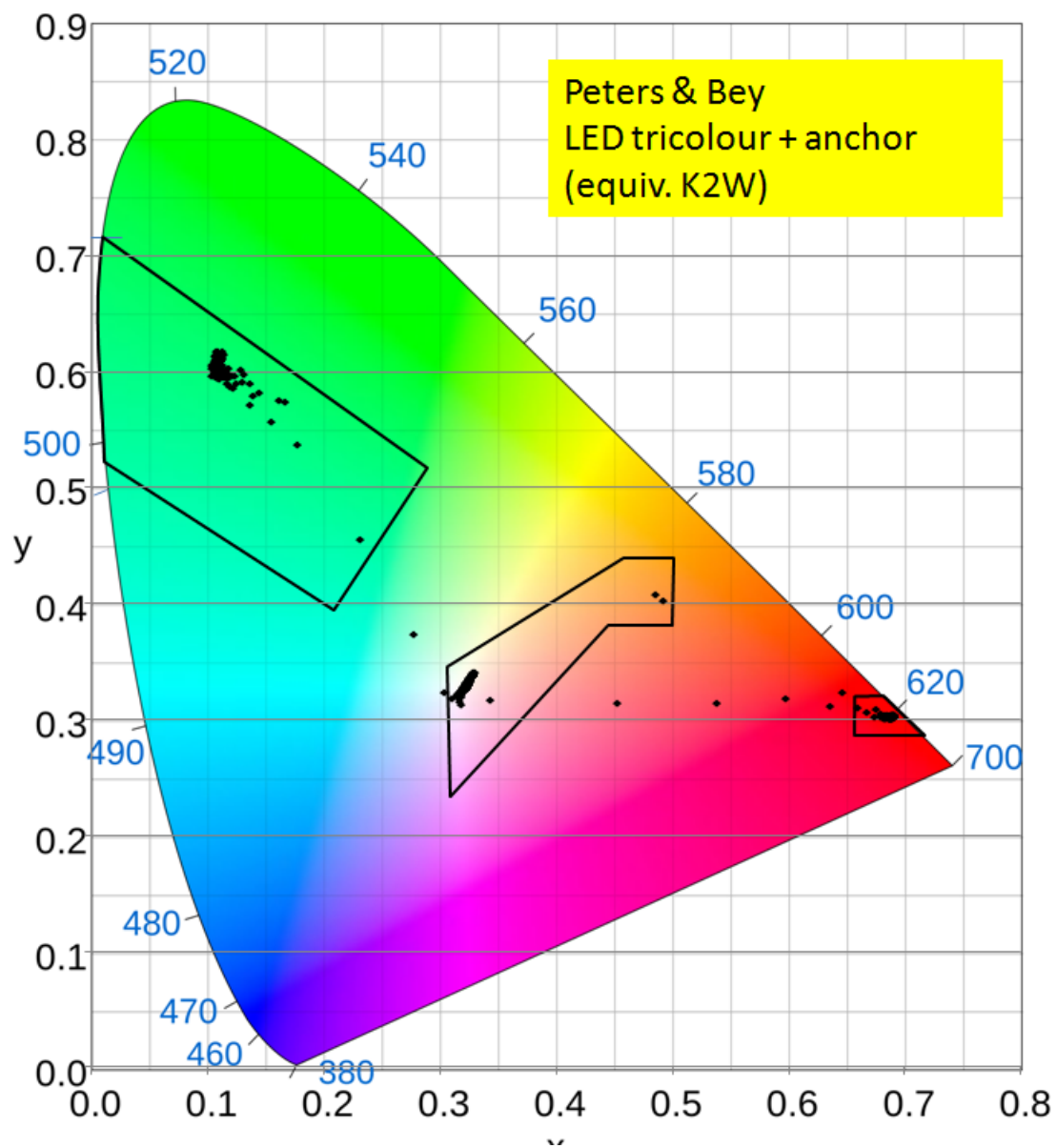
Dit licht is uiterlijk vrijwel gelijk aan het Bluewaterlight maar heeft iets krachtiger LED's wat zich uit in een grotere helderheid. De optische eigenschappen zijn uitstekend. Ook onder helling blijft de lichtsterkte gelijk. Het licht heeft dezelfde kwaliteits uitstraling als het Bluewater light door het geanodiseerde huis en de hardglazen cilindrische behuizing. De prijs is voor de uitvoering met wit ankerlicht. Bij de uitvoering als K2W licht zijn op internet aanzienlijk lagere prijzen te vinden.



Peters & Bey
LED tricolour + anchor
(equiv. K2W)

Power 9 - 28 V 3,26 W
Colour consist 98,0 %
Overstraling : < 2 deg
Wheelmark : ?
Certification: IMO COLREG, BSH
Prijs € 548,40 (K2W € 361,-)





----- x -----