

METINGEN DEMONSTRATIEPROJECT PODIUMVERLICHTING

www.vpt.nl

De 'metingen demonstratieproject podiumverlichting' die het Dutch Metrology Institute (VSL) in het najaar van 2010 in opdracht van de Vereniging voor Podiumtechnologie uitvoerde, zijn mogelijk gemaakt door een Energie Onderzoeks Subsidie van Agentschap NL:



Initiatiefnemers en hoofdsponsors zijn:



www.ha-rental.nl



www.flashlight.nl



www.lightco.nl



www.rolight.nl



www.nhlightadvies.nl



www.ubf.nl

sponsors zijn:



www.controllux.nl



www.fairlight.nl



Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Referentie: VSL-CAM-10-67

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 2 van 23

VSL

Thijsseweg 11
2629 JA Delft
Postbus 654
2600 AR Delft
Nederland

T 015 269 15 00

F 015 261 29 71

E info@vsl.nl

I www.vsl.nl

Auteur : Dr. W.D. Koek
Senior consultant

Datum : 30 november 2010
Versie : 1.0

Opdrachtgever : Vereniging voor Podiumtechnologie
Funenpark 1
1018 AK Amsterdam

© Copyright VSL B.V.

Niets uit deze uitgave mag worden gepubliceerd, veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van internet, e-mail, geheugenstick, geheugenkaart, optische schijf (CD of DVD), druk, fotokopie of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van VSL.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 3 van 23

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	4
2	Inleiding	5
2.1	Verklaring van bepaalde eigenschappen	5
2.1.1	Verlichtingssterkte en bundelprofielen	5
2.1.2	Kleurcoördinaten, kleurweergave en kleurtemperatuur	6
2.1.3	Kleurverschuiving	7
2.1.4	Power factor	8
2.1.5	Dimmen en pulse-width-modulation (PWM)	8
3	Meetmethode	9
3.1	Laboratoriummetingen	9
3.1.1	Montage (horizontaal) + uitlijning	9
3.1.2	Spectrale metingen	9
3.1.3	Bepalen stralingsdiagram horizontaal + elektrische eigenschappen	10
3.1.4	Armatuur roteren	10
3.1.5	Bepalen stralingsdiagram verticaal + elektrische eigenschappen	10
3.1.6	Dimmercurve	11
3.1.7	Dimfrequentie	11
3.2	On-site metingen	11
3.2.1	Aansluitpunt	11
3.2.2	Meetapparatuur	12
4	Resultaten laboratoriummetingen	13
4.1	Armaturen en meetresultaten	13
4.2	Verlichtingsrendementen per categorie	13
4.2.1	PAR	13
4.2.2	Fresnel en PC	14
4.2.3	Horizon	14
4.2.4	Striplights en voetlichten	15
4.2.5	Profielarmaturen	15
4.2.6	Geautomatiseerd licht wash en profiel	16
4.2.7	Algemene bevindingen verlichtingsrendement	16
4.3	Bundelprofielen	17
4.4	Kleurweergave	18
4.5	Kleurverschuiving	18
4.6	Power factor	18
4.7	Kleur-instelbaarheid led armaturen	18
4.8	Dimgedrag	19
5	Resultaten on-site metingen	21
6	Conclusies	23

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 4 van 23

1 SAMENVATTING

In opdracht van de Vereniging voor Podiumtechnologie (VPT) heeft VSL lichttechnische en elektrische laboratoriummetingen verricht aan 37 conventionele en duurzame armaturen, en zijn gedurende meerdere theatervoorstellingen (on-site) de elektrische eigenschappen van zowel de conventionele als de duurzame totale verlichtingsinstallaties bepaald. De opdracht aan VSL maakt deel uit van een breed onderzoek dat de VPT naar duurzame podiumverlichting uitvoert, waarbij onder andere ook naar de menselijke beleving is gekeken.

Het doel van de laboratoriummetingen was om op een eenduidige manier diverse belangrijke optische en elektrische eigenschappen van conventionele en duurzame armaturen te vergelijken.

Het doel van de on-site metingen was om vast te stellen hoeveel energie er (met de huidige stand van de techniek) bespaard kan worden met duurzame podiumverlichting. De aanname bij deze energiebesparing is dat de conventionele en duurzame verlichtingsplannen een gelijkwaardige beleving bieden. Of dit zo is, is door de VPT middels een belevingsonderzoek beschouwd.

Uit de laboratoriummetingen blijkt dat de geteste LED armaturen onder gelijke omstandigheden niet dezelfde verlichtingssterkte (voor wit licht) kunnen bereiken als de conventionele alternatieven.

Wanneer het 'verlichtingssterkerendement' wordt beschouwd, ofwel de bereikte (maximale) verlichtingssterkte gedeeld door het daartoe opgenomen vermogen, blijkt dat de LED armaturen onder gelijkwaardige omstandigheden energie-efficiënter zijn dan de conventionele alternatieven. Voor het verlichtingsrendement (van wit licht) volgt voor de meeste toepassingscategorieën dat de beste 'synthetische' armaturen grofweg een factor tweemaal hoger rendement hebben dan het best beschikbare conventionele alternatief (bij de toepassingscategorie *Fresnel & PC* is dit ruim een factor 7). Wanneer de armaturen gebruikt worden voor gekleurde verlichting dan zal het relatieve rendement van de LED armaturen ten opzichte van de conventionele armaturen alleen maar verder toenemen.

Uit de on-site metingen blijkt, na aftrek van het achtergrondverbruik, dat gedurende de voorstellingen (waarin veelal gekleurde verlichting werd gebruikt) het door de duurzame verlichting opgenomen vermogen 13% respectievelijk 15% bedraagt van het door de conventionele verlichting opgenomen vermogen (een besparing van een factor 7 à 8). Of deze aanzienlijke energiebesparing niet ten koste is gegaan van het (waargenomen) lichtniveau zal uit het belevingsonderzoek van de VPT moeten blijken.

Betreffende de hoekverdeling van het licht, ofwel de bundelprofielen, is gebleken dat de LED armaturen beter presteren dan de conventionele alternatieven.

Betreffende eigenschappen als kleurweergave, kleurverschuiving en de power factor blijkt dat de LED armaturen sterk uiteenlopende prestaties vertonen. Op deze gebieden geldt dat LED armaturen gelijkwaardig kunnen presteren aan de conventionele alternatieven, maar dat dit nog zeker niet vanzelfsprekend is en alom bereikt wordt.

In de aansturing van de LED armaturen is een aantal opmerkelijke zaken omtrent de kleur-instelbaarheid en het dimgedrag geconstateerd. Zo vertonen sommige LED armaturen een zeer grote kleurverschuiving wanneer deze gedimd worden. Het lijkt raadzaam dat de gemeenschap, c.q. bedrijfstak, op deze gebieden de wenselijkheid van een aantal zaken inventariseert en hierbij streeft naar standaardisatie.

Het is duidelijk dat er reeds nu al met duurzame podiumverlichting een significante energiebesparing te realiseren is zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van de kwaliteit van het licht (sterker nog, op sommige aspecten is nu al een verbetering van de kwaliteit mogelijk).

Echter, omdat de eigenschappen en prestaties van de LED armaturen sterk uiteenlopen is het voor de gemeenschap raadzaam om te streven naar eenduidigheid in de aansturing van de armaturen, te sturen op en te streven naar de beschikbaarheid van goede en betrouwbare informatie en dienen afnemers een weloverwogen en goed geïnformeerde keuze te maken.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 5 van 23

2 INLEIDING

De Vereniging voor Podiumtechnologie (VPT) heeft van Agentschap NL een energieonderzoeksubsidie (EOS) gekregen voor het uitvoeren van een project op het gebied van duurzame podiumverlichting. Meerdere lichtontwerpers maken ieder een lichtontwerp, dat daarna tweemaal wordt uitgevoerd: eenmaal gebruik makend van conventionele armaturen en eenmaal gebruik makend van duurzame armaturen. De selectie armaturen waarvan gebruik kan worden gemaakt is van tevoren door de VPT bepaald. Het doel van het VPT project is na te gaan in hoeverre hetzelfde lichtontwerp ook met duurzame armaturen kan worden gerealiseerd en wat de impact daarvan is op de energiebesparing, beleving en artistieke waarde.

Om tot heldere conclusies te komen is het essentieel de technische aspecten van de belichting te scheiden van de belevingsaspecten. De discussie kan zich dan toespitsen op hoe de verlichting wordt ervaren, doordat de fysische aspecten van de belichting eenduidig en objectief zijn vastgesteld. Het karakteriseren van de armaturen levert tevens nieuwe en relevante informatie en inzichten op voor de bedrijfstak.

Hiertoe heeft de VPT een opdracht verstrekt aan VSL om laboratoriummetingen te verrichten aan 37 conventionele en duurzame armaturen, en zijn gedurende meerdere theatervoorstellingen (on-site) de elektrische eigenschappen van zowel de conventionele als de duurzame totale verlichtingsinstallaties bepaald. De opdracht aan VSL maakt dus deel uit van het bredere onderzoek dat de VPT naar duurzame podiumverlichting uitvoert, waarbij onder andere ook naar de menselijke beleving is gekeken. Dit rapport bevat de uitkomsten van het deelonderzoek van VSL.

Het doel van de laboratoriummetingen was om op een eenduidige manier diverse belangrijke optische en elektrische eigenschappen van conventionele en duurzame armaturen te vergelijken.

Het doel van de on-site metingen was om vast te stellen hoeveel energie er (met de huidige stand van de techniek) bespaard kan worden met duurzame podiumverlichting. De aanname bij deze energiebesparing is dat de conventionele en duurzame verlichtingsplannen een gelijkwaardige beleving bieden. Of dit zo is, is door de VPT middels een belevingsonderzoek beschouwd.

De gehanteerde meetmethoden (laboratorium en on-site) staan beschreven in Hoofdstuk 3. In Hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de laboratoriummetingen weergegeven, waarbij gedetailleerde meetrappen zijn opgenomen in 37 bij dit rapport behorende bijlagen. Hoofdstuk 5 bevat de resultaten van de on-site metingen. Ten slotte worden in Hoofdstuk 6 de conclusies van dit onderzoek gepresenteerd.

In het vervolg van deze inleiding wordt de lezer bekendgemaakt met enkele optische en elektrische eigenschappen welke in de metingen vastgesteld zullen worden. Het doel hiervan is om de lezer, zo nodig, bekend te maken met een aantal begrippen en de relevantie daarvan voor dit onderzoek. Het is nadrukkelijk niet de bedoeling om een volledige beschrijving van alle begrippen te geven, hiervoor verwijzen wij de lezer graag naar de beschikbare literatuur.

2.1 VERKLARING VAN BEPAALDE EIGENSCHAPPEN

2.1.1 VERLICHTINGSSTERKTE EN BUNDELPROFIELEN

De *verlichtingssterkte*, ofwel *illuminantie*, is de op een oppervlak invallende lichtstroom per oppervlakte-eenheid. De lichtstroom is de totale hoeveelheid licht, en wordt uitgedrukt in de eenheid *lumen (lm)*. Als eenheid van verlichtingssterkte wordt de *lux (lx)* gehanteerd, hetgeen dus equivalent is aan lm/m^2 . De verlichtingssterkte geeft aan hoeveel licht er ter plekke is, en wordt doorgaans lager naarmate men verder van een lichtbron verwijderd is.

Het *stralingsprofiel*, of *bundelprofiel*, van een armatuur bepaalt hoe (op een bepaalde afstand) de verlichtingssterkte ruimtelijk verdeeld is over het belichte oppervlak. Afhankelijk van hoe men een onderwerp wil belichten is bijvoorbeeld een vlak profiel gewenst (waarbij alle belichte plekken evenveel licht ontvangen), danwel een zogenaamd Gaussisch profiel (waarbij het midden van de lichtvlek de hoogste verlichtingssterkte heeft waarna deze naar de randen toe glooiend afloopt).

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 6 van 23

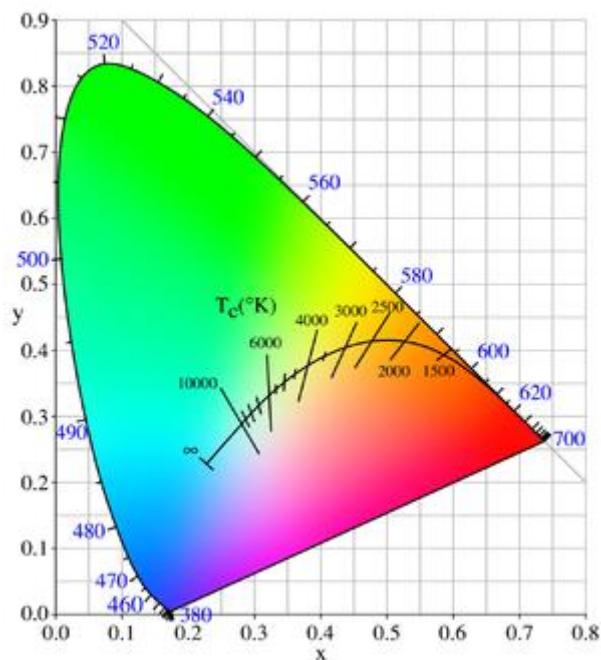
Een bundel kan bovendien symmetrisch zijn (links en rechts, c.q. boven en onder, van het midden dezelfde lichtverdeling) of asymmetrisch (dat wil zeggen niet-symmetrisch).

Doorgaans is het makkelijker om van een compacte puntbron (zoals een LED) een armatuur te construeren welke resulteert in een goed gedefinieerde (veelal symmetrische) bundel. Wanneer een bundelprofiel goed gedefinieerd is, en minder afhankelijk is van latere uitlijning (bijvoorbeeld na lampwisselingen) dan levert dit een betere reproduceerbaarheid van de belichting op. Ofwel, als het ene armatuur van een bepaald type wordt vervangen door een ander armatuur van hetzelfde type, dat de lichtverdeling dan meer overeenkomt. Dit kan uiteraard voordelig zijn in situaties waar vaker van lampen wordt gewisseld en toch gestreefd wordt naar een consistente belichting.

2.1.2 KLEURCOÖRDINATEN, KLEURWEERGAVE EN KLEURTEMPERATUUR

Het licht dat uit een armatuur komt zal een bepaalde kleur hebben, welke bepaald wordt door het spectrum waaruit het licht is opgebouwd. Waar mensen al snel subjectieve eigenschappen toekennen aan kleuren ('groenig'), zijn de kleureigenschappen van licht ook eenduidig vast te leggen en meetbaar te maken.

De CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) heeft de standaardgevoeligheid van het menselijk oog vastgelegd. Gebruikmakend van de *CIE 1931 Standard Observer* is het mogelijk om aan licht met een bepaald spectrum een (x,y) kleurcoördinaat toe te kennen. Figuur 2.1 toont het zogenaamde *CIE (x,y) kleurendiagram* waaruit af te lezen is welke kleur(beleving) overeenkomt met een bepaalde (x,y) kleurcoördinaat. Merk op dat niet elke willekeurige (x,y) kleurcoördinaat fysisch te realiseren is, zo is bijvoorbeeld $(0.6, 0.6)$ een niet te maken kleur. De fysisch realiseerbare kleuren bevinden zich alle in de 'tong' van Figuur 2.1, waarbij de monochromatische kleuren (zij die zijn opgebouwd uit licht van slechts één enkele golflengte) zich aan de rand bevinden. Omdat (gekleurde) LED's vrijwel monochromatisch zijn zullen de bijbehorende kleurcoördinaten zich dan ook veelal tegen de zogenaamde *monochromatische locus* bevinden.



Figuur 2.1. Het CIE (x,y) kleurendiagram met in blauwe cijfers de golflengtes (in nm) behorende bij de monochromatische locus, en in zwart de kleurtemperaturen behorende bij de Planckse locus van een zwarte straler.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 7 van 23

Traditionele lichtbronnen zoals de gloeilamp (of de zon) stralen wit licht uit, omdat zij letterlijk witheet zijn. Dergelijke bronnen kunnen bij benadering als een *zwarte straler* worden beschouwd. Een zwarte straler is een voorwerp dat alle elektromagnetische straling die er op valt, absorbeert (en dus niet reflecteert). Een zwarte straler is tevens een 'ideale uitzender' van elektromagnetische straling (en dus licht). De intensiteit en spectrale verdeling van de door een zwarte straler afgegeven straling is uitsluitend afhankelijk van de temperatuur. Wanneer een zwarte straler warm genoeg is zendt deze straling uit die ook met het menselijk oog waarneembaar is. In Figuur 2.1 is in het CIE (x,y) kleurendiagram de lijn opgenomen waarop de kleur van een zwarte straler zich afhankelijk van zijn temperatuur bevindt (de zogenaamde *Planckse locus*).

Wanneer licht een kleur heeft die dicht tegen de Planckse locus aanligt is het mogelijk om aan deze kleur een 'temperatuur' toe te kennen. Deze *kleurtemperatuur* is de temperatuur van een zwarte straler welke qua kleur het best wordt benaderd (en wordt uitgedrukt in *Kelvin [K]*). Omdat bij elke kleurtemperatuur een lijn in het CIE (x,y) kleurendiagram hoort zijn er dus meerdere kleuren mogelijk die dezelfde kleurtemperatuur hebben. De kleurtemperatuur geeft aan of het licht als 'warm' of als 'koud' wordt ervaren waarbij (vreemd genoeg) een hogere kleurtemperatuur als kouder wordt ervaren. Het licht van een gloeilamp (~2700K) is *warm wit*, kleurtemperaturen van 5000K-6000K zijn echt *koud wit*. Binnen dit onderzoek heeft de VPT gekozen om de armaturen in te stellen op zowel 3200K als 5400K.

Het is belangrijk om te realiseren dat er vele verschillende lichtspectra te bedenken zijn welke leiden tot dezelfde (x,y) kleurcoördinaat. Alhoewel het licht dus dezelfde (x,y) kleurcoördinaat heeft kan de beleving wanneer er een oppervlak mee wordt beschenen totaal anders zijn. In 'traditioneel' wit licht, zoals de zon of een gloeilamp, zit licht van elke zichtbare golflengte. Hetzelfde witte licht, in termen van (x,y) kleurcoördinaten, kan gemaakt worden door een rode, een groene en een blauwe LED in de juiste verhouding te mixen. Wanneer een voorwerp slechts geel licht reflecteert en het overige licht absorbeert zal dit voorwerp in het genoemde 'traditionele' licht geel ogen, en in het genoemde LED licht echter nauwelijks waarneembaar zijn.

De *kleurweergave* (ook wel *Ra-waarde*, of *Color Rendering Index [CRI]*) van licht met een bepaalde spectrale verdeling geeft aan in welke mate een aantal (doorgaans 8 of 16) gedefinieerde gekleurde oppervlakken dezelfde kleurbeleving teweeg brengen als wanneer deze oppervlakken met licht van een zwarte straler met gelijke kleurtemperatuur zouden zijn beschenen. Een echte zwarte straler heeft dus een Ra-waarde van 100%. Er is internationaal de nodige discussie omtrent de toepasbaarheid van de Ra-waarde op LED verlichting. Zo kan wit LED licht met een lage Ra-waarde onder bepaalde omstandigheden toch leiden tot een goede kleurherkenning, en andersom. Feit is wel dat wanneer er een stuk licht uit het spectrum mist, of is ondervertegenwoordigd ten opzichte van 'traditionele' witte lichtbronnen, oppervlakken welke voor hun beleving (sterk) afhankelijk zijn van juist dat gedeelte van het spectrum, een andere indruk op zullen wekken. Het is bij kunstmatig licht (zoals LED's) raadzaam om hierop beducht te zijn.

2.1.3 KLEURVERSCHUIVING

Omdat verschillende kleuren licht door een lens allemaal net iets anders worden afgebeeld is het mogelijk dat de kleur van het uit een armatuur tredend licht verloopt over de lichtvlek (hetgeen veelal met name aan de randen van de lichtvlek zichtbaar is). Bij LED-armaturen die over afzonderlijke kleuren LED's beschikken (e.g. rood, groen, blauw) kan het bovendien voorkomen dat deze kleuren ruimtelijk niet goed gemixt worden waardoor eveneens een verlopende kleur wordt waargenomen.

Het kan uiteraard hinderlijk zijn wanneer een warm-witte lichtvlek een blauwe rand vertoont. Door de *kleurverschuiving* (ten opzichte van de kleur in de voorwaartse richting) als functie van stralingsrichting te bepalen kan de kleurhomogeniteit van een armatuur worden bepaald. Als maat van de kleurverschuiving kan hierbij de in het CIE (x,y) kleurendiagram afgelegde afstand worden gehanteerd.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 8 van 23

2.1.4 POWER FACTOR

De *power factor* is de verhouding tussen het netto opgenomen elektrische vermogen en het daartoe benodigde zogenaamde *schijnbare vermogen*. Voor apparaten waarbij de afgenomen stroom niet sinusvormig is, of niet in fase is met de sinusvormige spanning, geldt dat de power factor minder dan 1 is. Het schijnbare vermogen van het apparaat is dan dus groter dan het opgenomen vermogen. In een dergelijk geval lopen er door de bekabeling grotere stromen dan die strikt noodzakelijk zijn om het gewenste netto vermogen te leveren. Hierdoor nemen de (net)verliezen toe, en moeten mogelijk dikkere (en dus duurdere) kabels worden gebruikt.

Voor verschillende toepassingen worden eisen gesteld aan de power factor van verlichtingsproducten, zo stelt de EU verordening 244/2009 aan niet-gerichte lampen voor huishoudelijk gebruik de eis dat lampen (compact fluorescentielampen en led-lampen uitgezonderd) een power factor groter dan 0,95 moeten hebben. Het Amerikaanse Energystar programma stelt aan alle LED-lampen de eis dat de power factor groter moet zijn dan 0,7.

2.1.5 DIMMEN EN PULSE-WIDTH-MODULATION (PWM)

Een LED armatuur wordt veelal gedimd door de LED's een gedeelte van de tijd uit te schakelen. Dit aan-en-uit zetten gebeurt dusdanig snel dat dit met het oog niet waarneembaar is (tot wel honderdduizenden keren per seconde). Door de LED binnen een knipperperiode langer danwel korter aan te zetten, komt er meer danwel minder licht uit het armatuur. Deze manier van *dimmen* noemt men *pulse-width-modulation (PWM)* omdat de breedte van de optische 'puls' wordt aangepast.

Wanneer een LED armatuur over meerdere kleurkanalen beschikt is het belangrijk dat alle kleurkanalen evenredig worden gedimd omdat anders de lichtkleur verandert tijdens het dimmen, hetgeen veelal ongewenst is. Overigens verandert van een gloeilamp ook de kleur wanneer deze gedimd wordt, omdat de gloeidraad minder warm wordt neemt de kleurtemperatuur van het uitgestraalde licht af (maar het blijft 'wit' licht).

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 9 van 23

3 MEETMETHODE

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de meetmethodiek van de laboratoriummetingen en de on-site metingen beschreven.

3.1 LABORATORIUMMETINGEN

De laboratoriummetingen zijn met gekalibreerde apparatuur uitgevoerd in het optisch laboratorium van VSL bij een temperatuur van $(23,0 \pm 0,5)$ °C en een relatieve luchtvochtigheid van $(45 \pm 10)\%$. Voor het aansturen en bedienen van de armaturen werd ondersteuning verleend vanuit de leveranciers. Voor de armaturen werd achtereenvolgens de volgende procedure doorlopen:

3.1.1 MONTAGE (HORIZONTAAL) + UITLIJNING

Het armatuur wordt bevestigd op een rotatietafel welke draait in het horizontale vlak. Met behulp van een uitlijnlasers wordt het armatuur dusdanig gepositioneerd dat de normaal op het midden van het lichtgevend oppervlak van het armatuur samenvalt met de optische as van het meetsysteem. Vervolgens wordt met behulp van een Leica Disto Memo laserafstandsmeter de afstand tussen de voorkant van het armatuur en een LMT CH-60 tristimulusmeter bepaald, waarna de LMT tristimulusmeter op de juiste afstand wordt geplaatst (voor de meeste metingen 7,5 meter). Het armatuur wordt gevoed door een twee parallel geschakelde Elgar CW1251 power supplies, en wordt eventueel aangestuurd met behulp van een door de leverancier geleverde lichttafel.

Van sommige armaturen met zoom, bijvoorbeeld de armaturen uit de categorie "Fresnel en PC" gaf de VPT aan dat de stralingsprofielen bepaald moesten worden bij een openingshoek van 25°. Als criterium voor de openingshoek hanteren wij de volledige openingshoek waarop de lichtintensiteit aan de rand 50% van de intensiteit in het midden bedraagt. De openingshoek wordt als volgt ingesteld:

- de verlichtingssterkte op de randen (links en rechts) van de gewenste spot (qua grootte overeenkomend met de gewenste openingshoek) wordt bepaald met behulp van een LMT Pocket-lux 2 luxmeter.
- het armatuur wordt geroteerd totdat op de randen een gelijke verlichtingssterkte wordt gemeten.
- de zoom van het armatuur wordt aangepast tot de verlichtingssterkte in het midden tweemaal zo hoog is als de verlichtingssterkte op de randen

3.1.2 SPECTRALE METINGEN

Van armaturen welke over los instelbare kleurkanalen beschikken dient bepaald te worden in welke verhoudingen de kleurkanalen dienen te worden ingesteld om met maximale lichtstroom te komen tot de binnen dit onderzoek (door de VPT gekozen) geüniformeerde kleurtemperaturen van 3200K en 5400K. Hiertoe wordt elk kleurkanaal afzonderlijk ingesteld op 100% lichtsterkte (met alle andere kleurkanalen dus uit). Na een stabilisatietijd van 3 minuten wordt met een OL770 VISNIR spectroradiometer de (relatieve) spectrale irradiantie bepaald.

Uit de gemeten spectra wordt met behulp van een door VSL ontwikkeld algoritme voor beide gewenste kleurtemperaturen (3200K en 5400K) de gewenste diminstelling instelling per kanaal bepaald. Omdat bij de eerste metingen bleek dat er geen eenduidig verband was tussen de op een lichttafel ingestelde diminstelling en het resulterende relatieve lichtniveau van een armatuur, wordt vervolgens per kleurkanaal bepaald op welke dimwaarde de lichttafel moet worden ingesteld om te komen tot het gewenste relatieve lichtniveau.

De armaturen worden vervolgens bedreven met alle kanalen ingesteld op de hiervoor bepaalde instellingen waarna met de OL770 VISNIR spectroradiometer de spectrale irradiantie van de resulterende spectra wordt bepaald.

De op deze wijze verkregen spectrale data wordt als volgt gerapporteerd in sectie Nr.2 van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij Nr verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

- Uit de opgeslagen spectra per kleurkanaal worden de (x,y) kleurcoördinaten van het kleurkanaal bepaald
- Op basis van de (x,y) kleurcoördinaten van de verschillende kleurkanalen wordt het theoretisch kleurbereik van het armatuur weergegeven in het CIE (x,y) kleurdiagram

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 10 van 23

- De relatieve spectrale irradiantie van de geüniformeerde instellingen (3200K en 5400K) wordt weergegeven in een grafiek
- Uit de spectra van de geüniformeerde instellingen worden de (x,y) kleurcoördinaten, de kleurweergave en de kleurtemperatuur bepaald

Van een aantal (door de VPT aangegeven) armaturen welke niet over instelbare kleurkanalen beschikken is met de OL770 spectroradiometer het spectrum bepaald, en is dit (tezamen met de bijbehorende kleureigenschappen) opgenomen in de relevante bijlage armatuurmetingen.

3.1.3 BEPALEN STRALINGSDIAGRAM HORIZONTAAL + ELEKTRISCHE EIGENSCHAPPEN

Met behulp van de rotatietafel wordt het armatuur in het horizontale vlak gedraaid tussen -45° en 45° (stapgrootte 1°) waarbij voor elke hoek met behulp van de LMT CH-60 tristimulusmeter de verlichtingssterkte en (x,y) kleurcoördinaten op een door de VPT opgegeven afstand, meestal 7,5 meter, worden bepaald. Gedurende deze meting worden met behulp van een Yokogawa WT210 power meter tevens het door de armatuur opgenomen vermogen, de voedingsspanning en de power factor bepaald.

Veelal wordt van de armaturen in deze oriëntatie een tweede stralingsdiagram bepaald waarbij de zoom van het armatuur wordt aangepast, danwel een andere kleurtemperatuur wordt ingesteld.

De op deze wijze verkregen data wordt als volgt gerapporteerd in sectie *Nr.1* van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij *Nr* verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

- De maximale verlichtingssterkte (zie ook Hoofdstuk 3.1.5) per instelling wordt numeriek weergegeven
- Het horizontale illuminantieprofiel wordt weergegeven in een grafiek

De op deze wijze verkregen data wordt als volgt gerapporteerd in sectie *Nr.2* van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij *Nr* verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

- De kleurverschuiving (de afstand in het CIE (x,y) kleurendiagram ten opzichte van de kleur in de voorwaartse richting) wordt als functie van hoek weergegeven in een grafiek

De op deze wijze verkregen data wordt als volgt gerapporteerd in sectie *Nr.3* van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij *Nr* verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

- Van de voedingsspanning, het opgenomen elektrisch vermogen, en de power factor wordt tezamen met de 'verticale' metingen (zie Hoofdstuk 3.1.5) een gemiddelde waarde bepaald en deze wordt numeriek weergegeven

3.1.4 ARMATUUR ROTEREN

Het armatuur wordt ten opzichte van de eerdere metingen 90° gekanteld (waarbij de richting waarin het licht straalt behouden blijft). Met behulp van een uitlijnlaser wordt het armatuur dusdanig gepositioneerd dat de normaal op het midden van het lichtgevend oppervlak van de armatuur samenvalt met de optische as van het meetsysteem

3.1.5 BEPALEN STRALINGSDIAGRAM VERTICAAL + ELEKTRISCHE EIGENSCHAPPEN

Met behulp van de rotatietafel wordt het armatuur in het horizontale vlak gedraaid tussen -45° en 45° (stapgrootte 1°) waarbij voor elke hoek met behulp van de LMT CH-60 tristimulusmeter de verlichtingssterkte en (x,y) kleurcoördinaten op een door de VPT opgegeven afstand, meestal 7,5 meter, worden bepaald. Gedurende deze meting worden met behulp van een Yokogawa WT210 power meter tevens het door de armatuur opgenomen vermogen, de voedingsspanning en de power factor bepaald.

Veelal wordt van de armaturen in deze oriëntatie een tweede stralingsdiagram bepaald waarbij de zoom van het armatuur wordt aangepast, danwel een andere kleurtemperatuur wordt ingesteld.

De op deze wijze verkregen data wordt als volgt gerapporteerd in sectie *Nr.1* van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij *Nr* verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 11 van 23

- De maximale verlichtingssterkte (zie ook Hoofdstuk 3.1.3) per instelling wordt numeriek weergegeven
- Het verticale illuminantieprofiel wordt weergegeven in een grafiek

De op deze wijze verkregen data wordt als volgt gerapporteerd in sectie *Nr.2* van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij *Nr* verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

- De kleurverschuiving (de afstand in het CIE (x,y) kleurendiagram ten opzichte van de kleur in de voorwaartse richting) wordt als functie van hoek weergegeven in een grafiek

De op deze wijze verkregen data wordt als volgt gerapporteerd in sectie *Nr.3* van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij *Nr* verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

- Van de voedingsspanning, het opgenomen elektrisch vermogen, en de power factor wordt tezamen met de 'horizontale' metingen (zie Hoofdstuk 3.1.3) een gemiddelde waarde bepaald en deze wordt numeriek weergegeven

3.1.6 DIMMERCURVE

Het armatuur wordt (bij de hoogst doorgemeten kleurtemperatuur en de breedst doorgemeten lichtbundel) van '100% aan' in stappen van 5% gedimd tot '5% aan'. Nadat de dimwaarde is aangepast wordt 30 seconden gewacht alvorens met behulp van de LMT CH-60 tristimulusmeter de verlichtingssterkte wordt bepaald. Na 10 seconden wordt de verlichtingssterkte nogmaals met behulp van de LMT tristimulusmeter bepaald (ter controle van de stabiliteit).

De op deze wijze verkregen data wordt als volgt gerapporteerd in sectie *Nr.4* van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij *Nr* verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

- Uit de bepaalde verlichtingssterktes (als functie van de diminstelling) wordt de dimcurve bepaald, welke is weergegeven in een grafiek. Zowel de datapunten na 30 seconden als die na 40 seconden zijn weergegeven.

3.1.7 DIMFREQUENTIE

Met behulp van een National Instruments digitale oscilloscoop (NI PXI-8331 / NI PXI-5922) welke is aangesloten op een snelle fotodiode met fotopische respons (eigen bouw VSL, serienummer 'VS Y 05A826') wordt de optische puls vorm (tijdsopgelost) weergegeven. Bij een diminstelling van 50% (van een enkel kanaal, danwel een andere in de rapportage weergegeven instelling) wordt de periode bepaald waarmee de LED's in het armatuur 'knipperen'.

De op deze wijze verkregen data wordt als volgt gerapporteerd in sectie *Nr.4* van de bijlagen armatuurmetingen (waarbij *Nr* verwijst naar het armatuurnummer, i.e. 01 tot en met 37):

- Uit de waargenomen periode (seconden) wordt de frequentie (Hertz) bepaald waarmee de LED's tijdens het dimmen aan en uitgeschakeld worden (de zogenaamde pulse-width-modulation frequentie, ofwel PWM-frequentie).

3.2 ON-SITE METINGEN

3.2.1 AANSLUITPUNT

Om in het theater het vermogen van de geïnstalleerde conventionele en duurzame verlichting goed te kunnen meten is het belangrijk dat er een aansluitpunt is waar de stroom en de spanning gemeten kunnen worden, en dat vanuit dit punt alleen de te meten verlichting zit aangesloten.

Hiertoe is de meetapparatuur geplaatst in de 'dimmer-ruimte' van de Rotterdamse Schouwburg. Hierin bevindt zich een 3 fase aansluiting (230 V, 1000 Ampère per fase) welke uitsluitend voor de verlichting in de verschillende zalen wordt gebruikt.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 12 van 23



Figuur 3.1. Het aansluitpunt in de dimmeruimte van de Rotterdamse Schouwburg met daarin de stroomtransformatoren welke gebruikt worden voor de stroommeting (Type : Faget Type R90-E6A4M4701 1000A:5A 10,15,20A klasse 0,5)

Op de hoofd rail zit een drietal stroomtransformatoren (zie Figuur 3.1). Normaal zitten deze transformatoren aangesloten op een transducer die de wisselstroom omzet in gelijkspanning waarmee de drie gelijkspanningspaneelmeters worden aangestuurd. Voor de metingen is het wisselspanningcircuit echter onderbroken waarna, om de stroommetingen mogelijk te maken, onze vermogensmeter (zie Hoofdstuk 3.2.2) hier op is aangesloten.

De aansluiting om de spanning te meten kon niet direct in de verdeelkast worden verkregen, en moest derhalve via een verlengkabel uit een ander punt worden gehaald. Volgens de technische begeleiding vanuit de Rotterdamse Schouwburg was de gebruikte groep (Dimmerruimte H83 Veld 1) verder onbelast waardoor hier in de principe de juiste spanning op zou moeten staan.

3.2.2 MEETAPPARATUUR

De metingen zijn verricht met een WT1600 Digital Power Meter (3P4W modus), welke is uitgerust met drie meetmodules (tweemaal 5 A max, eenmaal 50 A max). De spanning werd direct gemeten, de stroom werd via een CT gemeten.

Voor het instellen en uitlezen van de WT1600 werd gebruik gemaakt van de WTVIEWER Model 760122 Application Software. De uitgelezen (ruwe) data wordt opgeslagen in een databestand, waarna achteraf de verdere verwerking plaatsvindt. De software stond ingesteld om continue (elke 2 seconden) van elke fase de volgende parameters te meten en op te slaan:

<i>U-Total</i>	<i>RMS Spanning [Volt]</i>
<i>I-Total</i>	<i>RMS Stroom [Volt]</i>
<i>P-Total</i>	<i>Vermogen [W]</i>
<i>S-Total</i>	<i>Vermogen [VA]</i>
<i>Q-Total</i>	<i>Vermogen [var]</i>
<i>PF-Total</i>	<i>Power factor</i>
<i>Uthd-Total</i>	<i>Total harmonic distortion [%]</i>
<i>Ithd-Total</i>	<i>Total harmonic distortion [%]</i>

Gedurende de voorstelling werd de gehele opstelling via een op een draadloos netwerk aangesloten laptop gemonitord. Hierdoor konden in het logbestand tevens notities worden opgenomen wanneer een bepaalde voorstelling begon en eindigde.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 13 van 23

4 RESULTATEN LABORATORIUMMETINGEN

4.1 ARMATUREN EN MEETRESULTATEN

In het kader van dit onderzoek is aan 37 armaturen gemeten. De keuze van de te onderzoeken armaturen, en op welke eigenschappen ieder armatuur moest worden onderzocht, is door de opdrachtgever gemaakt. De armaturen zijn door de opdrachtgever op basis van de voorziene toepassing opgedeeld worden in een aantal categorieën (zie Hoofdstuk 4.2).

De armatuurkeuze is dusdanig dat elke categorie (ter vergelijking) tenminste één 'conventioneel' armatuur bevat. Voor de 'niet-conventionele' armaturen hanteert de opdrachtgever ook wel de benaming 'synthetisch'; deze duidt aan dat een armatuur voorzien is van een nieuw type (naar verwachting duurzame) lichtbron zoals bijvoorbeeld LED.

De uitgebreide meetresultaten zijn te vinden in de bij dit rapport behorende appendices (de in de appendices opgenomen foto's van de armaturen zijn aangeleverd door de VPT en zijn niet gedurende de laboratoriummetingen gemaakt). In de tabellen van Hoofdstuk 4.2 is voor elk armatuur weergegeven in welke appendix (#) de bijbehorende resultaten zijn te vinden. In de volgende paragrafen wordt op basis van de meetresultaten een aantal eigenschappen nader onderzocht en onderling vergeleken.

4.2 VERLICHTINGSRENDEMENTEN PER CATEGORIE

Omdat er naar gestreefd is om per toepassingscategorie de meetomstandigheden (zoals afstand tot de tristimulusmeter en openingshoek van de lichtbundel) zoveel mogelijk gelijk te houden is het mogelijk om, met enige voorzichtigheid, de armaturen met elkaar te vergelijken. Hiertoe definiëren wij hier het *verlichtingsrendement* als zijnde de tijdens de metingen maximaal gedetecteerde verlichtingssterkte gedeeld door het daartoe opgenomen vermogen.

Alhoewel per categorie de 'smalle' en 'brede' profielen doorgaans redelijk qua hoekaanbod overeenkomen zullen hier toch mogelijk toch verschillen in optreden waardoor het mogelijk is dat armaturen met een gelijke lichtstroom toch een andere verlichtingssterkte opleveren. Het verlichtingsrendement is derhalve een goede indicator, maar dient in een onderling vergelijk altijd in verband te worden gebracht met de gedetailleerde informatie in de bijlagen (zeker wanneer de geconstateerde verschillen klein zijn).

Als criterium voor de openingshoek hanteren wij de volledige openingshoek waarop de lichtintensiteit aan de rand 50% van de intensiteit in het midden van de bundel bedraagt (zie ook Hoofdstuk 3.1.1). Hierdoor is het mogelijk dat door verschillende bundelprofielen (e.g. stijl aflopend versus brede flank) voor armaturen met een gelijke openingshoek toch voor een gelijke lichtstroom niet een gelijke verlichtingssterkte wordt behaald.

4.2.1 PAR

Tabel 4.1. De verlichtingssterkte, het opgenomen vermogen en het daaruit resulterende 'verlichtingsrendement' voor de diverse armaturen. De conventionele armaturen zijn weergegeven boven de dubbele streep, de synthetische armaturen zijn weergegeven onder de dubbele streep.

Armatuur	#	Verlichtingssterkte (lux)	Opgenomen vermogen (Watt)	'verlichtingsrendement' (lux/Watt)
Par64	35	3365	898	3,7*
PixelPAR (3200K)	21	389	64	6,1
PixelPAR (5400K)	21	416	64	6,5
TourLED42 (3200K)	31	139	29	4,8
TourLED42 (5400K)	31	162	34	4,8

*De bundel van het conventionele PAR armatuur (Par64) was iets smaller dan die van de LED armaturen. Hierdoor wordt bij de meting van LED armaturen (bij gelijke lichtstroom) een enigszins lagere verlichtingssterkte geconstateerd.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 14 van 23

4.2.2 FRESNEL EN PC

Tabel 4.2. De verlichtingssterkte, het opgenomen vermogen en het daaruit resulterende 'verlichtingsrendement' voor de diverse armaturen. De conventionele armaturen zijn weergegeven boven de dubbele streep, de synthetische armaturen zijn weergegeven onder de dubbele streep.

Armatuur	#	Verlichtingssterkte (lux)	Opgenomen vermogen (Watt)	'verlichtingsrendement' (lux/Watt)
PC1000W	03	295	988	0,3*
Fresnel 2kW	04	1185	1864	0,6
Selador Ice (3200K)	17	25	34	0,7
Selador Ice (5400K)	17	30	39	0,8
Vivid-R (3200K)	18	122	87	1,4
Vivid-R (5400K)	18	124	80	1,6
Vivid Fire (3200K)	19	58	49	1,2
Vivid Fire (5400K)	19	50	45	1,1
Selecon PL3 (3200K)	23	385	247	1,6
Selecon PL3 (5400K)	23	555	389	1,4
SpectraWow (3200K)	28	45	39	1,2
SpectraWow (5400K)	28	46	40	1,2
FusionColor (3200K)	32	426	96	4,4
FusionColor (5400K)	32	531	118	4,5
MSL-LED (5400K)	36	141	63	2,2

*De PC1000W had een asymmetrische lichtverdeling. Omdat energie van de ene helft van de bundel in de andere helft van de bundel komt is het mogelijk dat de geconstateerde maximale verlichtingssterkte hoger is dan dat deze geweest zou zijn bij een symmetrische lichtverdeling.

4.2.3 HORIZON

Tabel 4.3. De verlichtingssterkte, het opgenomen vermogen en het daaruit resulterende 'verlichtingsrendement' voor de diverse armaturen. De conventionele armaturen zijn weergegeven boven de dubbele streep, de synthetische armaturen zijn weergegeven onder de dubbele streep.

Armatuur	#	Verlichtingssterkte (lux)	Opgenomen vermogen (Watt)	'verlichtingsrendement' (lux/Watt)
Iris 4 Horizon	06	5757	1333	4,3*
ColorReach (3200K)	22	970	164	5,9
ColorReach (5400K)	22	899	153	5,9
LedCyc9 (3200K)	30	62	100	0,6
LedCyc9 (5400K)	30	70	117	0,6
ALC4 (3200K)	37	846	117	7,2
ALC4 (5400K)	37	838	122	6,9

*De Iris4 Horizon had een asymmetrische lichtverdeling. Omdat energie van de ene helft van de bundel in de andere helft van de bundel komt is het mogelijk dat de geconstateerde maximale verlichtingssterkte hoger is dan dat deze geweest zou zijn bij een symmetrische lichtverdeling.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 15 van 23

4.2.4 STRIPLIGHTS EN VOETLICHTEN

Tabel 4.4. De verlichtingssterkte, het opgenomen vermogen en het daaruit resulterende 'verlichtingsrendement' voor de diverse armaturen. De conventionele armaturen zijn weergegeven boven de dubbele streep, de synthetische armaturen zijn weergegeven onder de dubbele streep.

Armatuur	#	Verlichtingssterkte (lux)	Opgenomen vermogen (Watt)	'verlichtingsrendement' (lux/Watt)
Sunstrip	08	250	471	0,5
ELP 78 cm (3200K)	26	34	78	0,4
ELP 78 cm (5400K)	26	31	77	0,4
SpectraLed (3200K)	29	109	64	1,7
SpectraLed (5400K)	29	129	75	1,7

4.2.5 PROFIELARMATUREN

Binnen deze categorie is voor de meeste armaturen zowel een (gelijkwaardige) smalle bundel als een (gelijkwaardige) brede bundel doorgemeten.

Smal profiel

Tabel 4.5. De verlichtingssterkte, het opgenomen vermogen en het daaruit resulterende 'verlichtingsrendement' voor de diverse armaturen. De conventionele armaturen zijn weergegeven boven de dubbele streep, de synthetische armaturen zijn weergegeven onder de dubbele streep.

Armatuur	#	Verlichtingssterkte (lux)	Opgenomen vermogen (Watt)	'verlichtingsrendement' (lux/Watt)
Niethammer	34	2647	996	2,7
Source Four	05	3977	776	5,1*
RJ714SX	20	4370	1920	2,3
Pacific	24	3049	1175	2,6
Selecon SPX	25	3131	599	5,2*
RJ634SX	12	1276	277	4,6
RJ Aledin 5800K	13	471	97	4,9
RJ Aledin 3500K	14	922	97	9,5
Reveal CW27	15	-	-	-

*De Selecon SPX en Source Four hadden een asymmetrische lichtverdeling (Selecon SPX zelfs sterk asymmetrisch). Omdat energie van de ene helft van de bundel in de andere helft van de bundel komt is het mogelijk dat de geconstateerde maximale verlichtingssterkte hoger is dan dat deze geweest zou zijn bij een symmetrische lichtverdeling.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 16 van 23

Breed profiel

Tabel 4.6. De verlichtingssterkte, het opgenomen vermogen en het daaruit resulterende 'verlichtingsrendement' voor de diverse armaturen. De conventionele armaturen zijn weergegeven boven de dubbele streep, de synthetische armaturen zijn weergegeven onder de dubbele streep.

Armatuur	#	Verlichtingssterkte (lux)	Opgenomen vermogen (Watt)	'verlichtingsrendement' (lux/Watt)
Niethammer	34	740	996	0,7
Source Four	05	1104	776	1,4*
RJ714SX	20	953	1920	0,5
Pacific	24	687	1069	0,6
Selecon SPX	25	884	599	1,5*
RJ634SX	12	328	277	1,2
RJ Aledin 5800K	13	243	97	2,5
RJ Aledin 3500K	14	240	97	2,5
Reveal CW27+	15	215	175	1,2

*De Selecon SPX en Source Four hadden een asymmetrische lichtverdeling (Selecon SPX zelfs sterk asymmetrisch). Omdat energie van de ene helft van de bundel in de andere helft van de bundel komt is het mogelijk dat de geconstateerde maximale verlichtingssterkte hoger is dan dat deze geweest zou zijn bij een symmetrische lichtverdeling.

+In het vergelijk van het brede profiel is het smalle profiel van de Reveal CW27 data gebruikt omdat deze daar qua hoekaanbod mee overeen komt.

4.2.6 GEAUTOMATISEERD LICHT WASH EN PROFIEL

Tabel 4.7. De verlichtingssterkte, het opgenomen vermogen en het daaruit resulterende 'verlichtingsrendement' voor de diverse armaturen. De conventionele armaturen zijn weergegeven boven de dubbele streep, de synthetische armaturen zijn weergegeven onder de dubbele streep.

Armatuur	#	Verlichtingssterkte (lux)	Opgenomen vermogen (Watt)	'verlichtingsrendement' (lux/Watt)
VL2500 Spot	07	978	908	1,1
VL2500 Wash	09	816	889	0,9
VL1000TS	10	1056	1090	1,0
SGM Genio (5400K)	01	42	36	1,2*
SGM Genio (3200K)	01	32	26	1,2*
SGM Palco5 (5400K)	02	201	191	1,1*
SGM Palco5 (3200K)	02	154	145	1,1*
MartinMac 350	11	1874	412	4,5*
Varilite VL-X	16	611	851	0,7
Tourwash (5400K)	27	400	370	1,1
Tourwash (3200K)	27	234	244	1,0
Robin 300 plasma	33	285	380	0,8

* Met de 'synthetische' armaturen kunnen uiterst smalle bundelprofielen worden gemaakt. Ten behoeve van het onderling vergelijk is (conform het meetplan) van de conventionele armaturen de verlichtingssterkte (op 7,5 meter) in de voorwaartse richting bepaald bij een bundelhoek van 25°. Bij het doormeten van de LED armaturen bleek dat van meerdere armaturen de breedste bundel nog altijd smaller was dan de beoogde 25° (de MartinMac350 was fors smaller dan de beoogde 25°), dit werkt in het voordeel van het 'verlichtingsrendement' van deze armaturen omdat het beschikbare licht eigenlijk over een grotere hoek verdeeld zou moeten zitten. Van de SGM Genio en de SGM Palco5 was de bundel juist iets breder, hetgeen nadelig werkt voor het verlichtingsrendement.

4.2.7 ALGEMENE BEVINDINGEN VERLICHTINGSRENDEMENT

Uit de meetresultaten blijkt dat binnen alle toepassingen de verlichtingssterkte welk bereikt wordt met een LED armatuur lager is dan die van het best beschikbare conventionele alternatief.

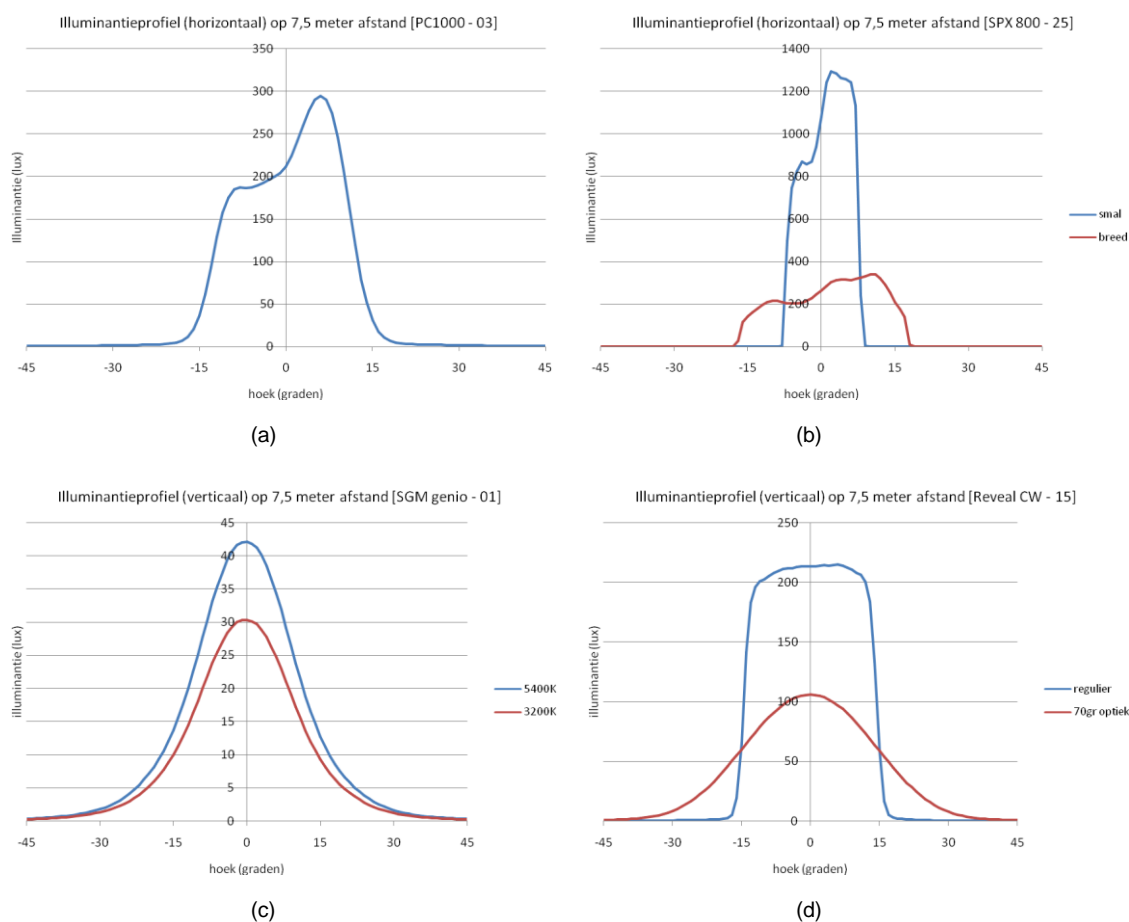
Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 17 van 23

Voor het verlichtingsrendement (van wit licht) volgt voor de meeste categorieën dat de beste 'synthetische' armaturen grofweg een factor tweemaal hoger rendement hebben dan het best beschikbare conventionele alternatief (bij de *Fresnel* & *PC* armaturen is dit ruim een factor 7). Opgemerkt moet worden dat voor gekleurd licht het relatieve rendement van LED ten opzichte van conventionele bronnen verder toeneemt.

4.3 BUNDELPROFIELEN

Wanneer de bundelprofielen van de conventionele armaturen en de LED armaturen worden vergeleken valt op dat de LED armaturen doorgaans een meer symmetrisch bundelprofiel hebben. Bij de LED armaturen lijkt de lichtverdeling derhalve beter onder controle te zijn. Ter illustratie hiervan is een aantal typische bundelverdelingen weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1. Enkele illustratieve stralingspatronen van conventionele armaturen (a,b), en LED armaturen (c,d).

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 18 van 23

4.4 KLEURWEERGAVE

Conventionele armaturen hebben (volgens verwachting) een goede kleurweergave. De LED armaturen tonen een sterke spreiding in de kleurweergave. Bij warm witte bronnen ligt de vastgestelde Ra waarde tussen de 8% en de 92%, bij koud witte bronnen tussen de 13% en 85%. Het is dus zeker mogelijk om met behulp van LED armaturen een hoge Ra waarde te bereiken.

'warm-wit' (3200K)
Conventioneel: 96-99%
LED: 8-92%

'koud-wit' (5400K)
Conventioneel: 78-85%
LED: 13-85%

Bij de LED armaturen werd (zoals verwacht) de hoogste kleurweergave bereikt met armaturen met meer dan 3 verschillende kleuren LED's. Doordat door het gebruik van meerdere kleuren een groter gebied van het zichtbare spectrum wordt afgedekt, wordt de Ra-waarde hoger en de kleurweergave dus beter.

4.5 KLEURVERSCHUIVING

Betreffende kleurverschuiving als functie van stralingsrichting leveren de conventionele armaturen en de synthetische armaturen over het algemeen een gelijkwaardig beeld. Wanneer de kleurverschuiving op die openingshoek waar de verlichtingssterkte de helft van de maximale verlichtingssterkte is wordt beschouwd, dan geldt voor zowel LED- als conventionele armaturen dat er armaturen beschikbaar zijn welke binnen de menselijke waarneembaarheid een homogene kleur hebben. De grootst geconstateerde kleurverschuiving (volgens hierboven genoemd criterium) bij een LED armatuur (circa 0,03) is groter dan de grootst geconstateerde kleurverschuiving bij een conventioneel armatuur (circa 0,01).

4.6 POWER FACTOR

Bij de conventionele armaturen liggen de power factors in het bereik 0,99-1. Bij de LED armaturen is een aanzienlijke grotere spreiding geconstateerd (0,44 – 0,97).

4.7 KLEUR-INSTELBAARHEID LED ARMATUREN

Bij het instellen van de LED armaturen op de binnen dit onderzoek geüniformeerde kleurtemperaturen (3200K en 5400K) viel een aantal zaken op. Zo bleek eerst, nadat was bepaald wat het relatieve lichtniveau van elk kanaal moest zijn om te komen tot de gewenste kleurtemperatuur, dat deze dim-instellingen per kanaal niet leiden tot het gewenste lichtniveau per kanaal (zie ook Hoofdstukken 3.1.2 en 4.8). Hiervoor werd gecorrigeerd door (rond de gewenste niveaus) de dimcurve van elk kleurkanaal te bepalen.

Vervolgens bleek bij meerdere armaturen echter dat er 'overspraak' was tussen de diverse kleurkanalen. Zo resulteerde bijvoorbeeld het aanzetten van de groene LED's in voorkomende gevallen dat de lichtsterkte van de rode LED's fors afnam. Een dergelijke afname van de lichtsterkte per kleurkanaal bij het opschalen van de overige kleurkanalen leek soms thermisch van aard (een langzame afname), maar was soms ook instantaan.

De armaturen welke onderhevig zijn aan een dergelijke overspraak tussen de kleurkanalen zijn in de resultaten te herkennen aan een kleurtemperatuur welke ver(der) afligt van de gewenste kleurtemperatuur.

Gedurende de metingen gaf één leverancier aan dat het bijregel-gedrag van de kleurkanalen een feature was (ADB ALC 4 – 37). Dit armatuur toonde in de vrije instelling van de kleurkanalen zeer veel overspraak; dit armatuur is op één van de kleurtemperaturen dan ook doorgemeten op de fabriekinstelling voor deze kleurtemperatuur.

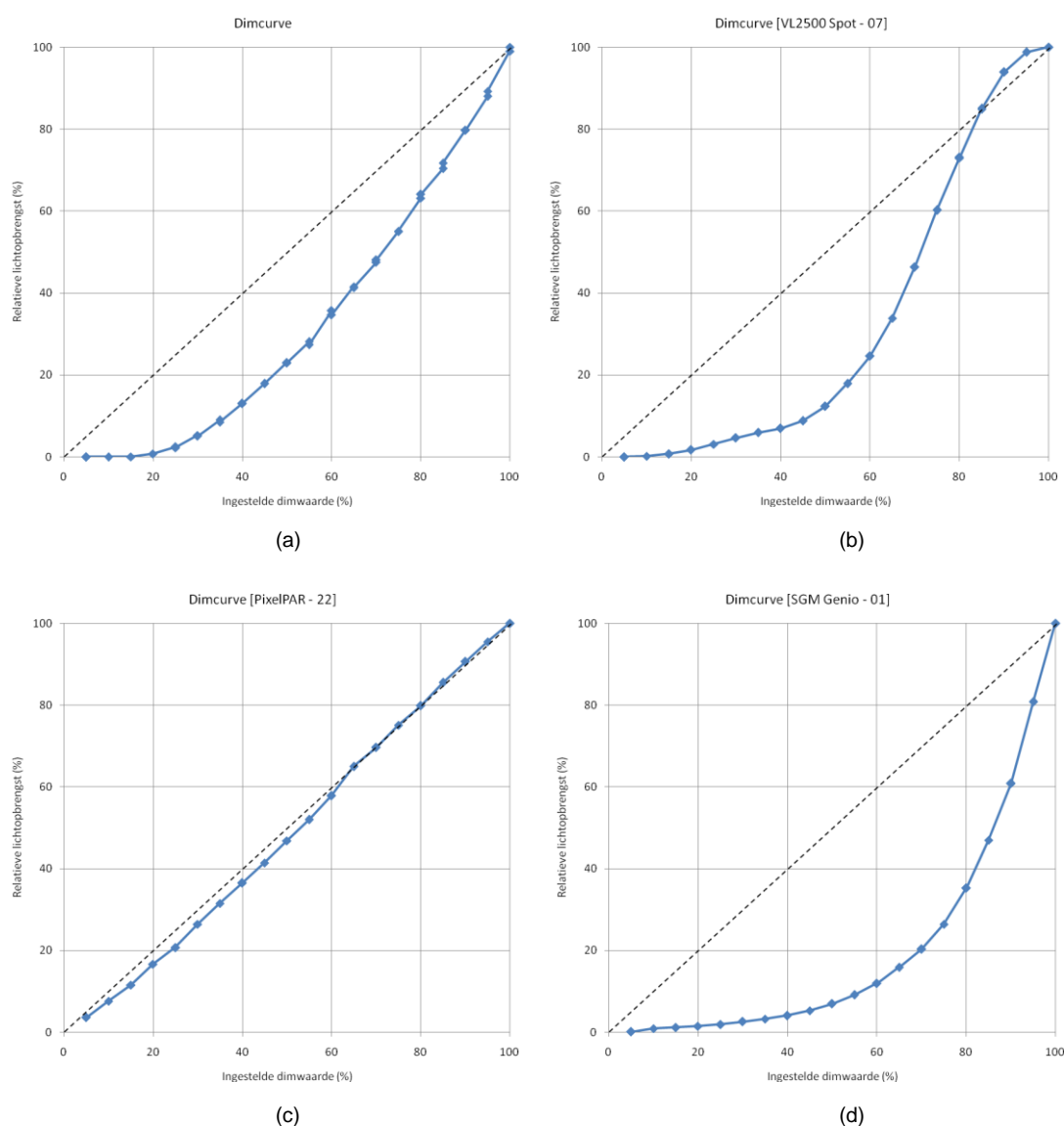
Het lijkt het in het belang van de gebruiker indien omtrent de (on)afhankelijkheid van de kleurkanalen een industriële afspraak (standaard) wordt gemaakt, en dat er onder gebruikers overeenstemming is omtrent de wenselijkheid van bijregeling, c.q. overspraak, van de kleurkanalen.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

4.8 DIMGEDRAG

Aan de dimcurves van de LED armaturen valt op dat deze onderling zeer sterk uiteenlopen. In Figuur 4.2 staan enkele typische conventionele en duurzame dimcurves weergegeven. Het lijkt erop dat de ene fabrikant ervoor kiest om het relatieve lichtniveau zo goed mogelijk te laten overeenkomen met de ingestelde dimwaarde (Figuur 4.2.c), terwijl een andere fabrikant juist ervoor kiest om de dimkarakteristiek van een LED-armatuur (min of meer) overeen te laten komen met die van een conventioneel armatuur (Figuur 4.2.d). Omdat bij het ene type armatuur een ingestelde dimwaarde van bijvoorbeeld 40% leidt tot een relatief lichtniveau van circa 4% en bij een ander tot een lichtniveau van circa 40% (een factor 10 verschil), lijkt het in het belang van de gebruiker indien hier een industriële afspraak (standaard) over wordt gemaakt.

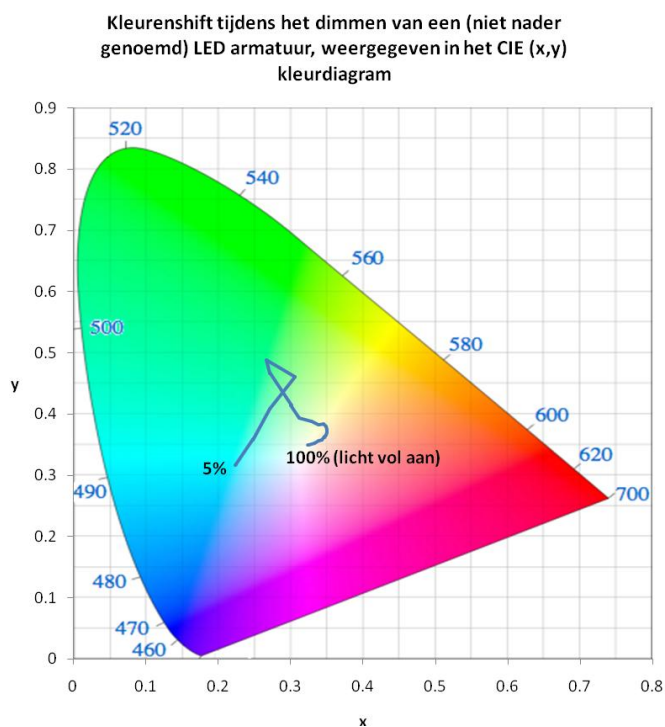
Betreffende het dimgedrag is bij diverse LED armaturen geconstateerd dat de diverse kleurkanalen niet evenredig geregeld worden bij het dimmen. Hierdoor verandert de kleur (soms in sterke mate) van het licht tijdens het dimmen (zie Figuur 4.3). Dit lijkt een punt van aandacht voor de fabrikanten.



Figuur 4.2. Enkele typische dimcurves van conventionele armaturen (a; elektronisch gedimd, b; mechanisch gedimd), en LED armaturen (c,d).

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 20 van 23



Figuur 4.3. Geconstateerde kleurverschuiving van een LED armatuur tijdens het dimmen. Omdat deze test niet voor alle LED armaturen is uitgevoerd, en dit als generiek aandachtspunt wil worden meegegeven, is het betreffende armatuur niet bij naam genoemd.

De geconstateerde (knipper)frequenties waarmee de LED armaturen worden gedimd lopen sterk uiteen. Zo is de minimale PWM-frequentie 122 Hz en de maximale 357.000 Hz. Het merendeel van de armaturen hanteert bij dimmen een PWM-frequentie tussen de 400 Hz en 1250 Hz.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 21 van 23

5 Resultaten on-site metingen

De on-site metingen zijn op woensdag 3 november 2010 verricht in de Rotterdamse Schouwburg. Kort voor aanvang van het programma bleek dat er een andere zaal zat aangesloten op dezelfde groep als waar de te onderzoeken verlichting (en dus de meetapparatuur) op was aangesloten. Alhoewel er onmiddellijk aan de mensen in deze andere zaal verzocht is om de verlichting constant te houden, is de daar gebruikte verlichting ook in de metingen opgenomen. Alhoewel voor het in deze andere zaal opgenomen vermogen grotendeels gecompenseerd kan worden, zijn de metingen met betrekking tot de power factor en vervorming hier ernstig door verstoord. Deze resultaten zijn dan ook niet in de rapportage opgenomen.

Voor de analyse van de data is gebruik gemaakt van de tijden zoals deze in Tabel 5.1 zijn weergegeven. Bij de analyse werd geconstateerd dat een variatie van ± 1 minuut leidt tot een variatie in het bepaalde opgenomen vermogen van circa 5%.

Het opgenomen vermogen staat grafisch weergegeven in Figuren 5.1 en 5.2, en is samengevat in Tabel 5.2. In de genoemde waarden zit zoals vermeld ook het door de andere zaal opgenomen vermogen. Nadat in de door de VPT benutte zaal alle apparatuur en verlichting was uitgeschakeld resteerde een achtergrondbelasting van 11 kW; dit is het vermogen dat toegeschreven wordt aan de andere zaal. Tevens bleek dat na het aflopen van de voorstelling kortstondig een achtergrondbelasting van 16 kW werd waargenomen. Waarschijnlijk is deze achtergrond (naast de andere zaal) toe te schrijven aan de aanstuurelektronica (lichttafels e.d.).

Afhankelijk van voor welke achtergrond wordt gecorrigeerd (alleen het opgenomen vermogen uit de andere zaal, of ook het vermoedelijke achtergrondvermogen in de VPT zaal) kan de vermogensverhouding tussen de conventionele en de duurzame verlichting worden bepaald.

Indien alleen voor het vermogen uit de andere zaal wordt gecompenseerd dan volgt voor de vermogensverhoudingen (ofwel het relatieve verbruik van de duurzame verlichting ten opzichte van de conventionele verlichting):

Scapino duurzaam: Scapino conventioneel = 10,5 kW : 48,4 kW = 22%
AYA duurzaam : AYA conventioneel = 12,0 kW : 51,9 kW = 23%

Wanneer tevens gecompenseerd wordt voor de vermoedelijke achtergrondbelasting in de door de VPT gebruikte zaal dan volgt voor de vermogensverhoudingen:

Scapino duurzaam: Scapino conventioneel = 5,5 kW : 43,4 kW = 13%
AYA duurzaam : AYA conventioneel = 7,0 kW : 46,9 kW = 15%

Tabel 5.1. De start- en eindtijd van de voorstellingen zoals deze gebruikt is in de dataverwerking.

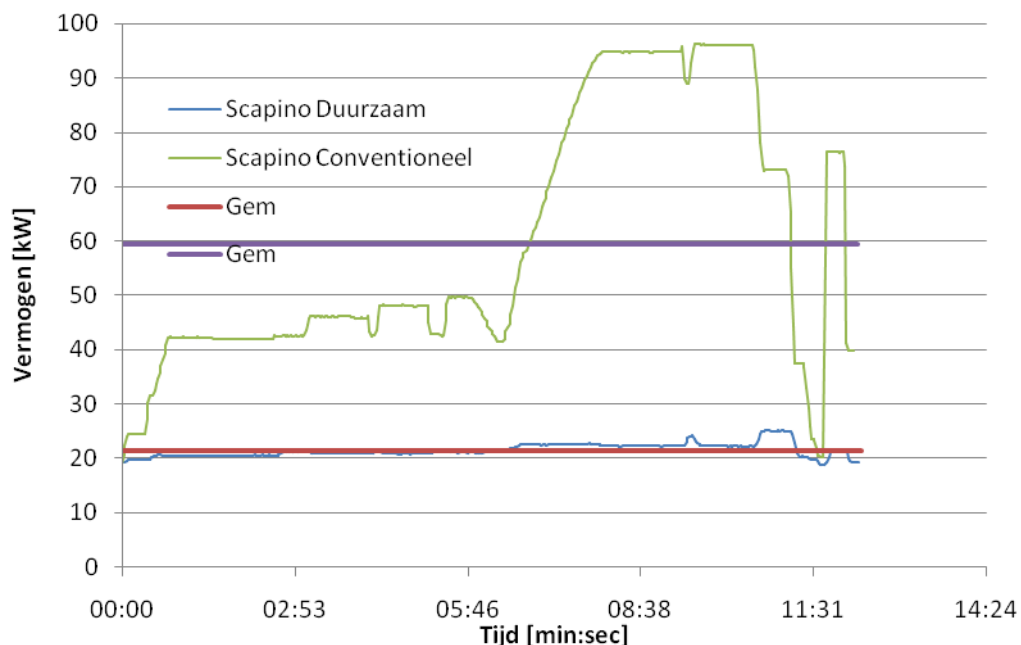
Voorstelling	Starttijd	Stoptijd	Duur
Scapino Duurzaam	20:07:41	20:20:00	0:12:19
AYA Conventioneel	20:29:22	20:39:40	0:10:18
Scapino Conventioneel	21:10:15	21:22:30	0:12:15
AYA Duurzaam	21:30:40	21:41:20	0:10:40

Tabel 5.2. Het gemiddeld vermogen dat gedurende de diverse voorstellingen door de gehele verlichtingsinstallatie (+ aansturing) werd opgenomen. Ook de achtergrond van bijvoorbeeld de andere zaal is in deze resultaten opgenomen.

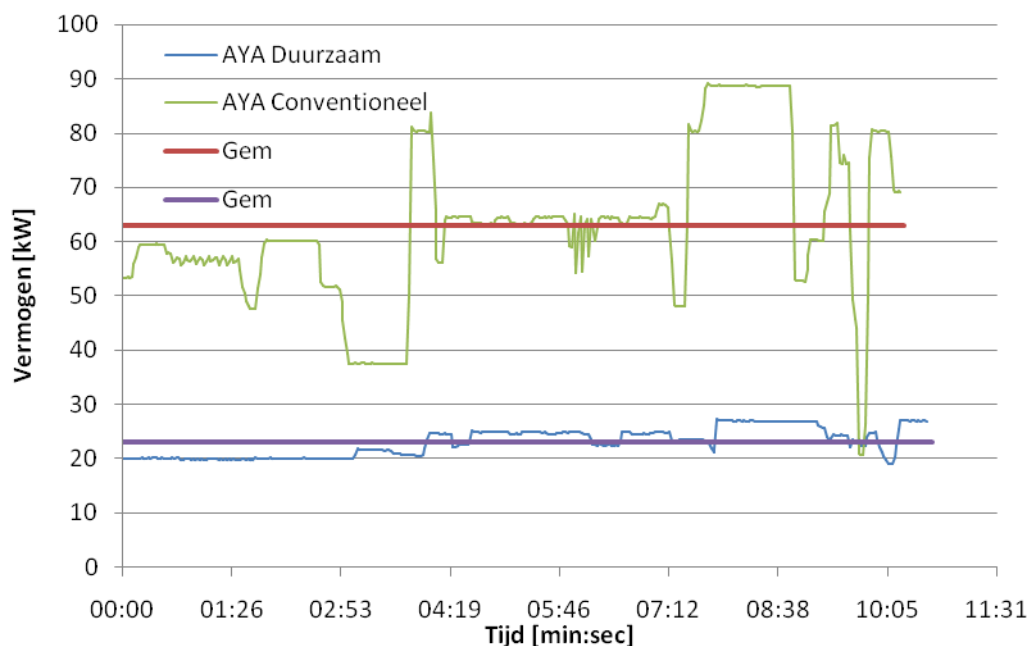
Voorstelling	Gemiddeld opgenomen vermogen (kW)
Scapino Duurzaam	21.5
AYA Conventioneel	62.9
Scapino Conventioneel	59.4
AYA Duurzaam	23.0

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 22 van 23



Figuur 5.1. Het door de gehele verlichtingsinstallatie (+ aansturing) opgenomen vermogen gedurende de duurzame en conventionele Scapino voorstelling. Ook de achtergrond van bijvoorbeeld de andere zaal is in deze resultaten opgenomen.



Figuur 5.2. Het door de gehele verlichtingsinstallatie (+ aansturing) opgenomen vermogen gedurende de duurzame en conventionele AYA voorstelling. Ook de achtergrond van bijvoorbeeld de andere zaal is in deze resultaten opgenomen.

Metingen demonstratieproject podiumverlichting

Blad 23 van 23

6 Conclusies

Binnen dit onderzoek is van 37 conventionele en 'synthetische', c.q. duurzame, armaturen middels laboratoriummetingen een aantal lichttechnische en elektrische eigenschappen vastgesteld. Tevens zijn gedurende een tweetal theatervoorstellingen (beiden zowel conventioneel als duurzaam uitgevoerd) de elektrische eigenschappen van het totale verlichtingssysteem gemeten.

De in het laboratorium doorgemeten armaturen zijn door de opdrachtgever opgedeeld in een aantal toepassingscategorieën: *PAR, Fresnel en PC, Horizon, Striplights en voetlichten, Profielarmaturen en Geautomatiseerd licht wash en profiel*. Binnen elke categorie zijn zowel conventionele als 'synthetische' armaturen doorgemeten.

Uit de laboratoriummetingen blijkt dat de geteste LED armaturen onder gelijke omstandigheden niet dezelfde verlichtingssterkte (voor wit licht) kunnen bereiken als de conventionele alternatieven.

Wanneer het 'verlichtingssterkerendement' wordt beschouwd, dus de bereikte (maximale) verlichtingssterkte gedeeld door het daartoe opgenomen vermogen, blijkt dat de LED armaturen onder gelijkwaardige omstandigheden energie-efficiënter zijn dan de conventionele alternatieven. Voor het verlichtingsrendement (van wit licht) volgt voor de meeste toepassingscategorieën dat de beste 'synthetische' armaturen grofweg een factor tweemaal hoger rendement hebben dan het best beschikbare conventionele alternatief (bij de toepassingscategorie *Fresnel & PC* is dit ruim een factor 7). Wanneer de armaturen gebruikt worden voor gekleurde verlichting dan zal het relatieve rendement van de LED armaturen ten opzichte van de conventionele armaturen alleen maar verder toenemen.

Uit de on-site metingen blijkt, na aftrek van het achtergrondverbruik, dat gedurende de voorstellingen (waarin veelal gekleurde verlichting werd gebruikt) het door de duurzame verlichting opgenomen vermogen 13% respectievelijk 15% bedraagt van het door de conventionele verlichting opgenomen vermogen (een besparing van een factor 7 à 8). Of deze aanzienlijke energiebesparing niet ten koste is gegaan van het (waargenomen) lichtniveau zal uit het belevingsonderzoek van de VPT moeten blijken.

Betreffende de hoekverdeling van het licht, ofwel de bundelprofielen, is gebleken dat de LED armaturen beter presteren dan de conventionele alternatieven.

Betreffende eigenschappen als kleurweergave, kleurverschuiving en de power factor blijkt dat de LED armaturen sterk uiteenlopende prestaties vertonen. Op deze gebieden geldt dat LED armaturen gelijkwaardig kunnen presteren aan de conventionele alternatieven, maar dat dit nog zeker niet vanzelfsprekend is en alom bereikt wordt.

In de aansturing van de LED armaturen is een aantal opmerkelijke zaken omtrent de kleur-instelbaarheid en het dimgedrag geconstateerd. Zo vertonen sommige LED armaturen een zeer grote kleurverschuiving wanneer deze gedimd worden. Het lijkt raadzaam dat de gemeenschap, c.q. de bedrijfstak, op deze gebieden de wenselijkheid van een aantal zaken inventariseert en hierbij streeft naar standaardisatie.

Het is duidelijk dat er reeds nu al met duurzame podiumverlichting een significante energiebesparing te realiseren is zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van de kwaliteit van het licht (sterker nog, op sommige aspecten is nu al een verbetering van de kwaliteit mogelijk).

Echter, omdat de eigenschappen en prestaties van de LED armaturen sterk uiteenlopen is het voor de gemeenschap raadzaam om te streven naar eenduidigheid in de aansturing van de armaturen, te sturen op en te streven naar de beschikbaarheid van goede en betrouwbare informatie en dienen afnemers een weloverwogen en goed geïnformeerde keuze te maken.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 01

Armatuur aanduiding: SGM Genio
Aangeleverd door: HA-Rental

Datum meting: 15-09-2010



Dutch
Metrology
Institute



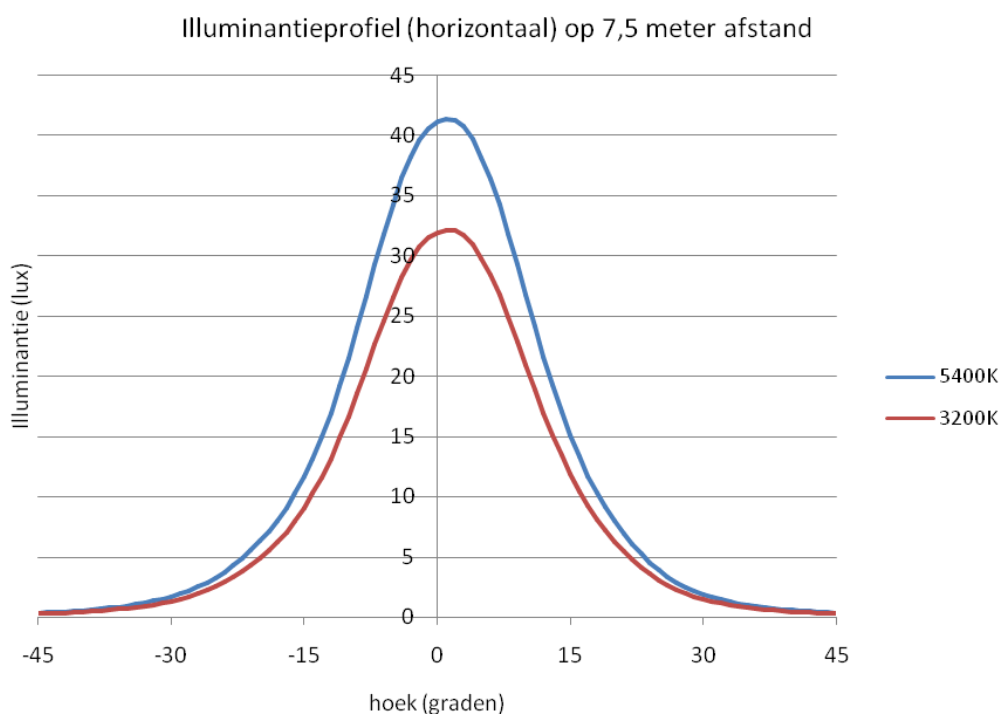
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

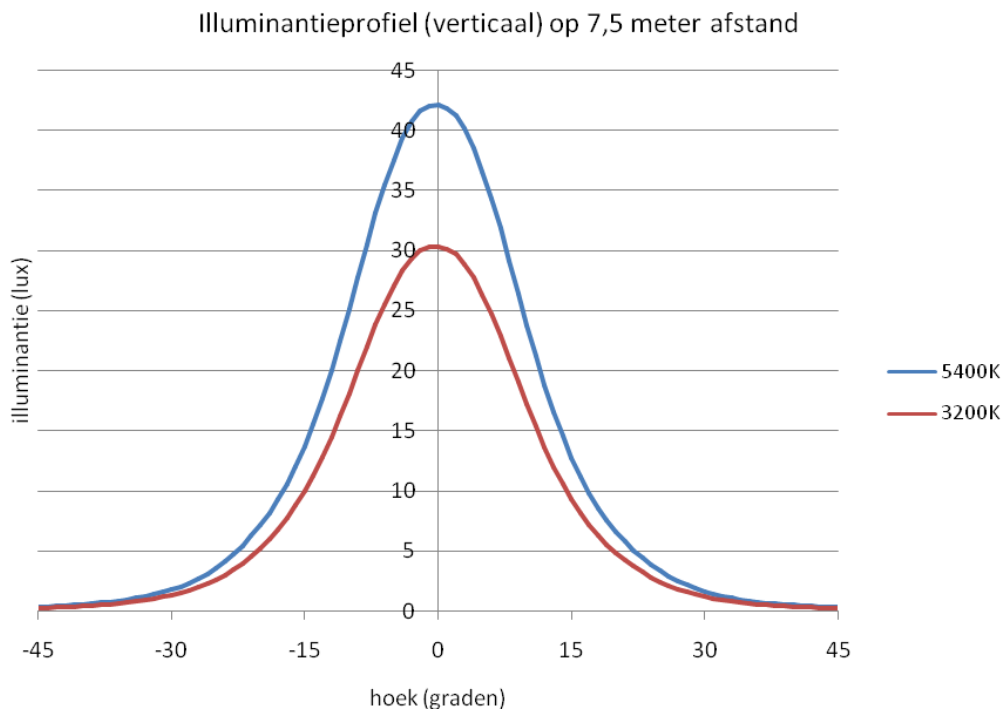
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

01.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 32 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 42 lux



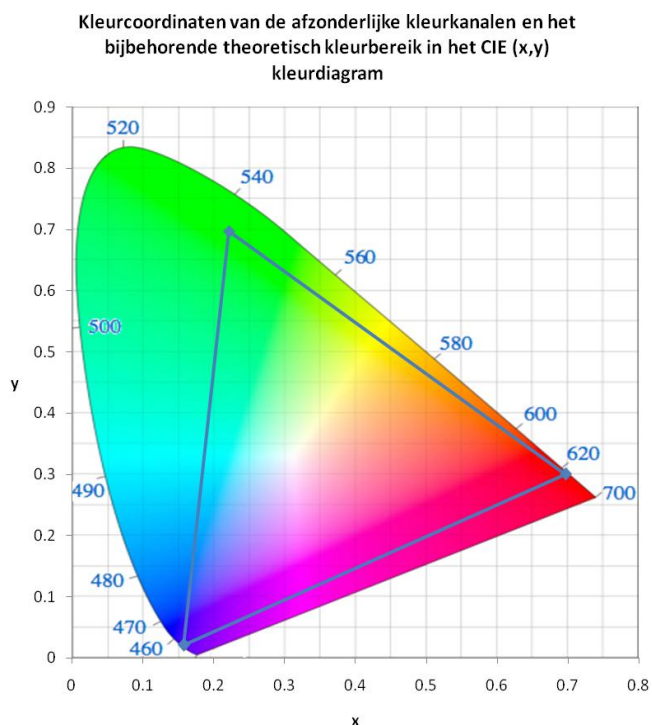


01.2. Kleur-eigenschappen

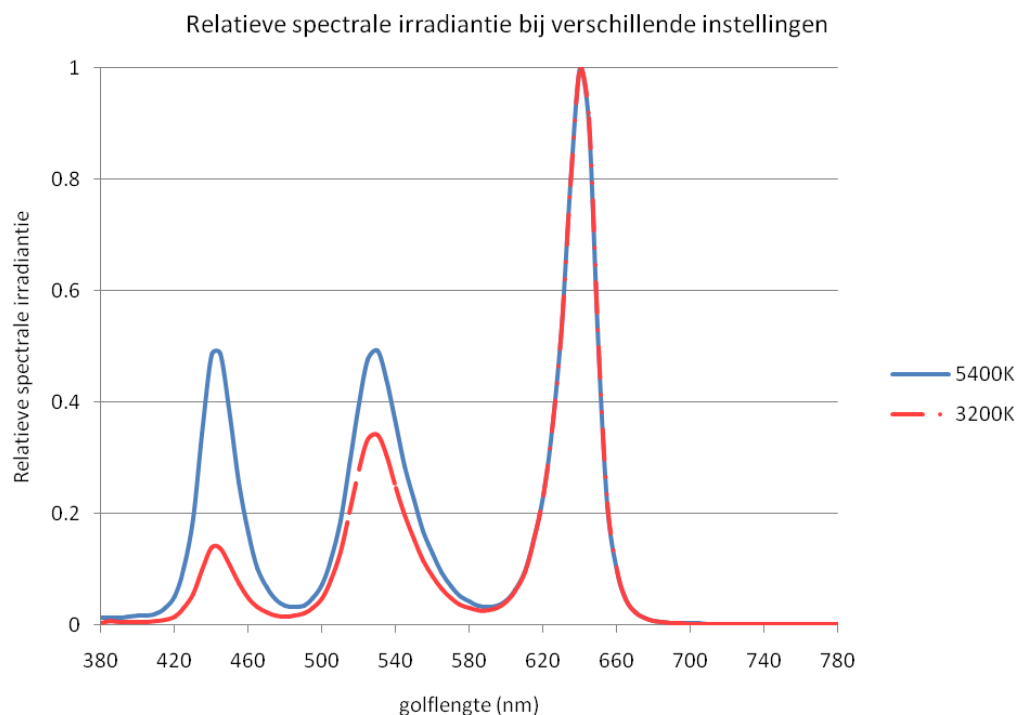
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.158, 0.021)
'groen'	(0.222, 0.697)
'rood'	(0.697, 0.300)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

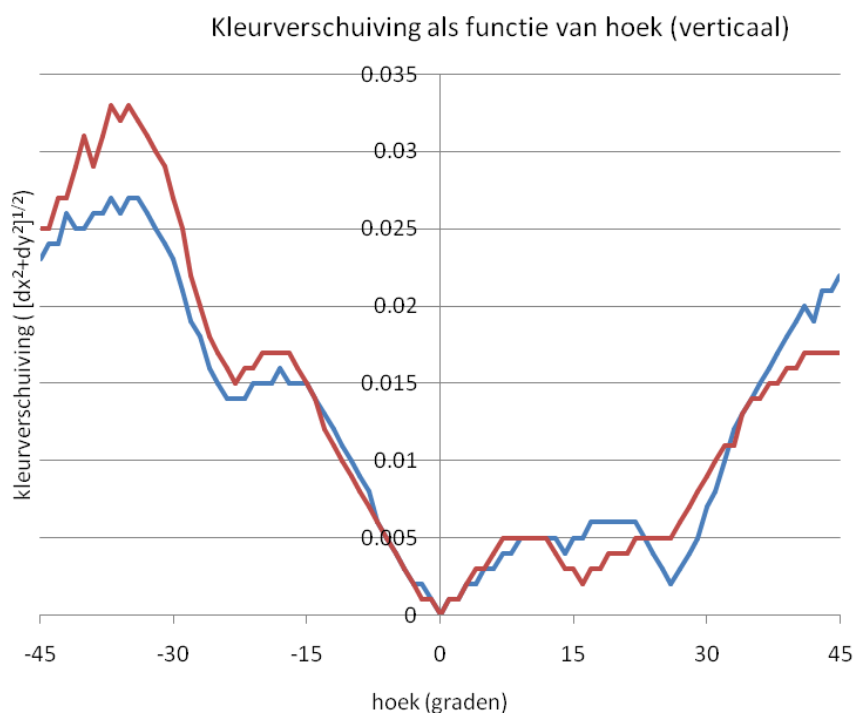
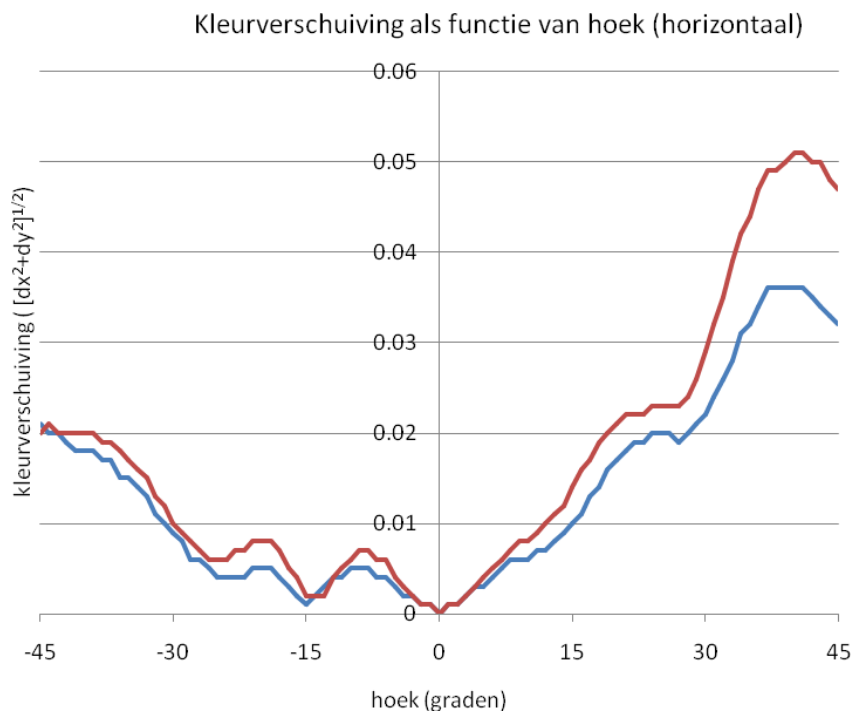
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.422, 0.405)
Kleurweergave (Ra): 29%
Kleurtemperatuur (CCT): 3273 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.328, 0.330)
Kleurweergave (Ra): 41%
Kleurtemperatuur (CCT): 5710 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



01.3. Elektrische eigenschappen

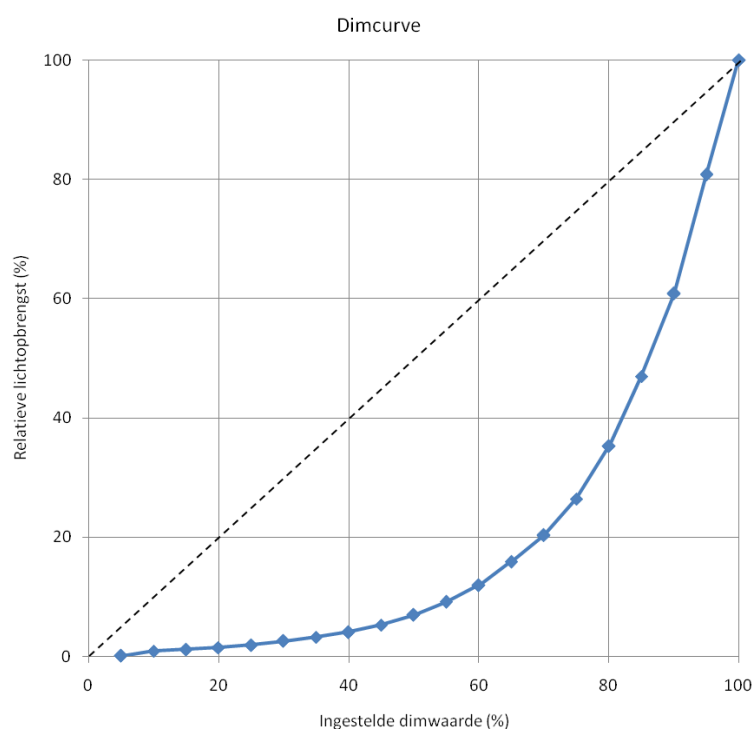
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 26 W
Power factor: 0.45

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 36 W
Power factor: 0.47

01.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 510 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 02

Armatuur aanduiding: SGM Palco5
Aangeleverd door: HA rental

Datum meting: 15-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



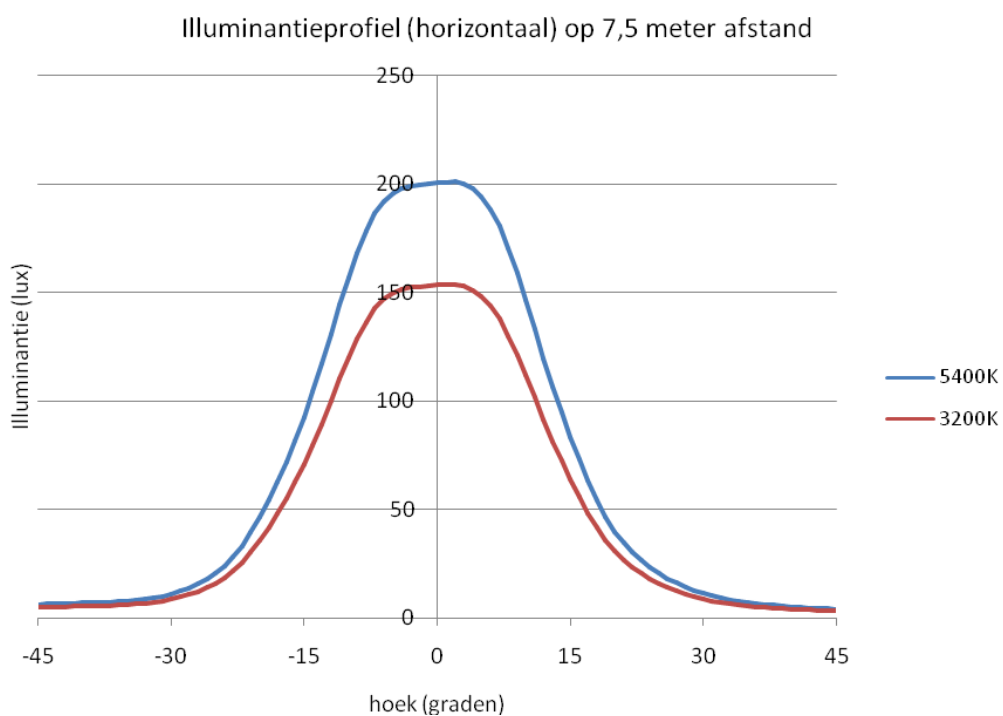
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

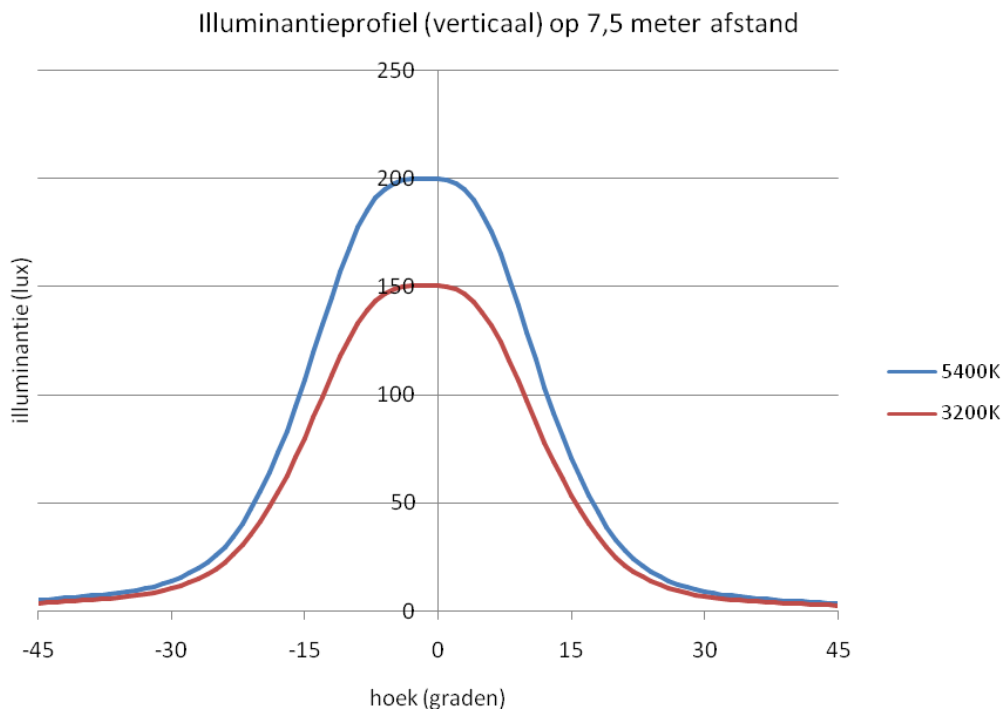
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

02.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 154 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 201 lux



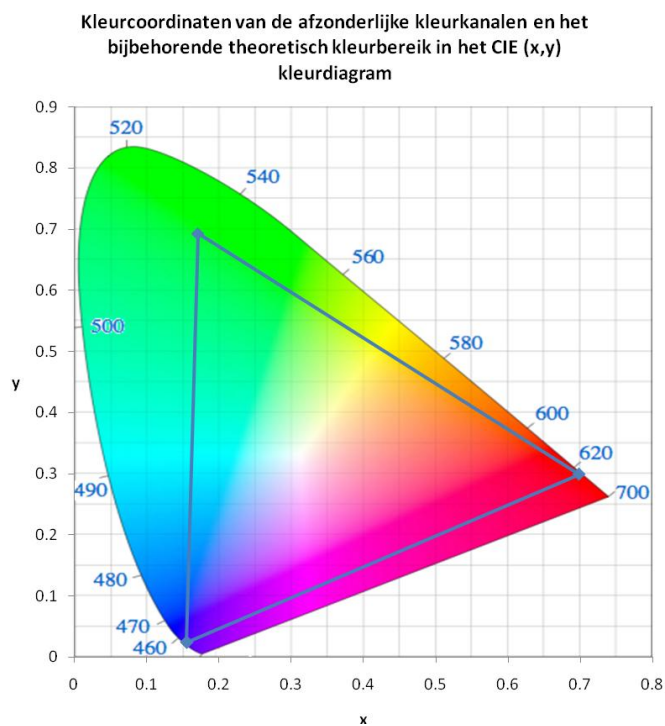


02.2. Kleur-eigenschappen

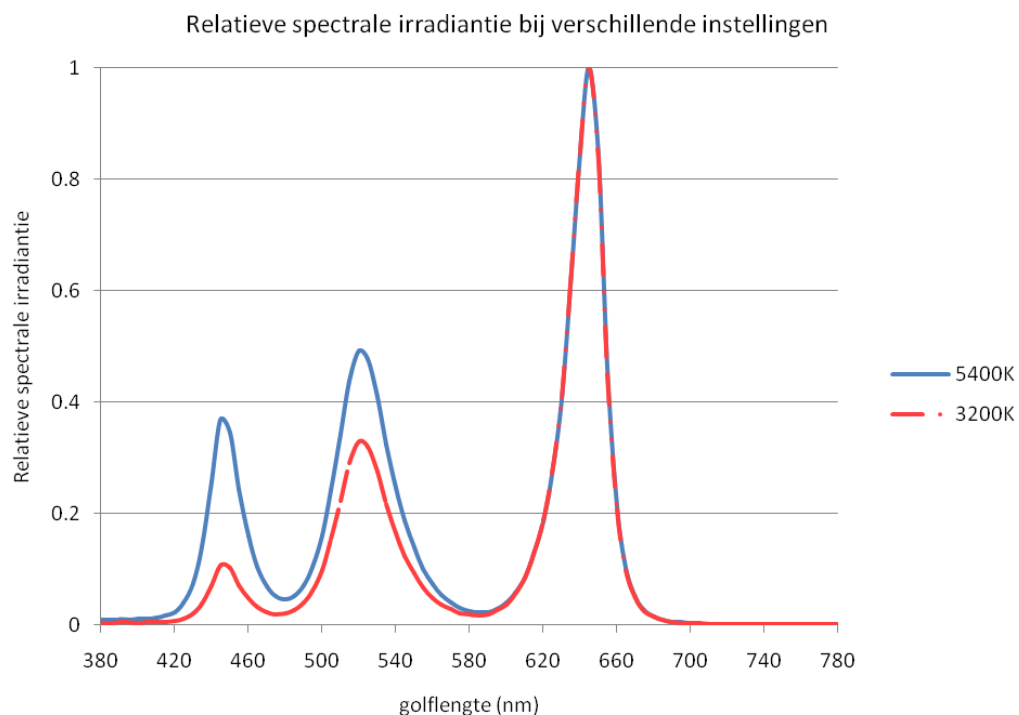
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.156, 0.024)
'groen'	(0.171, 0.693)
'rood'	(0.699, 0.299)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

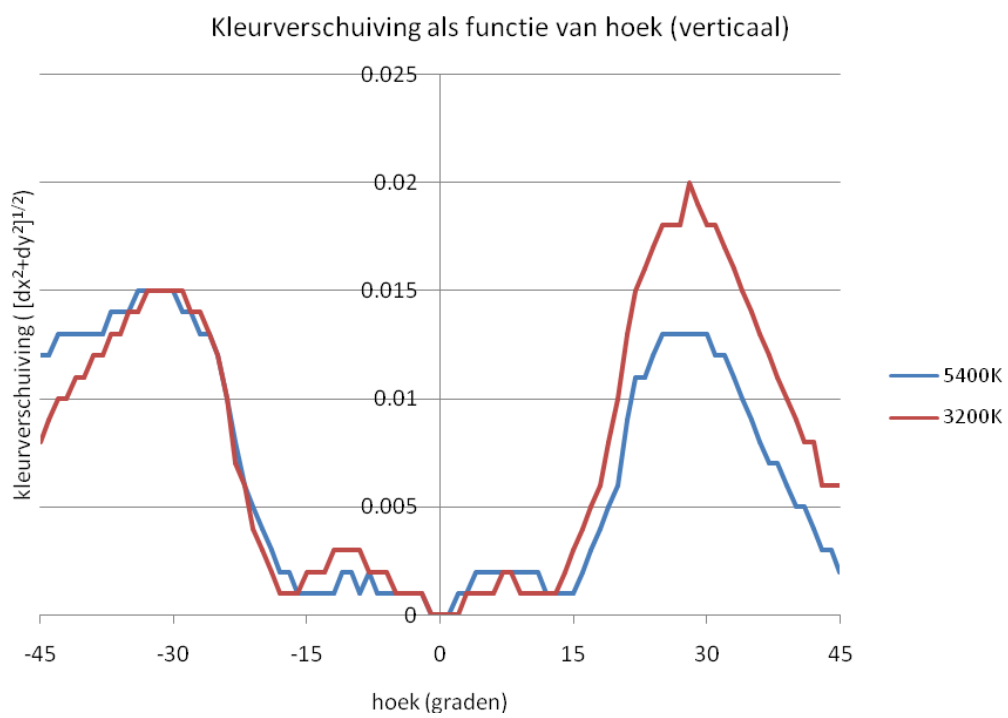
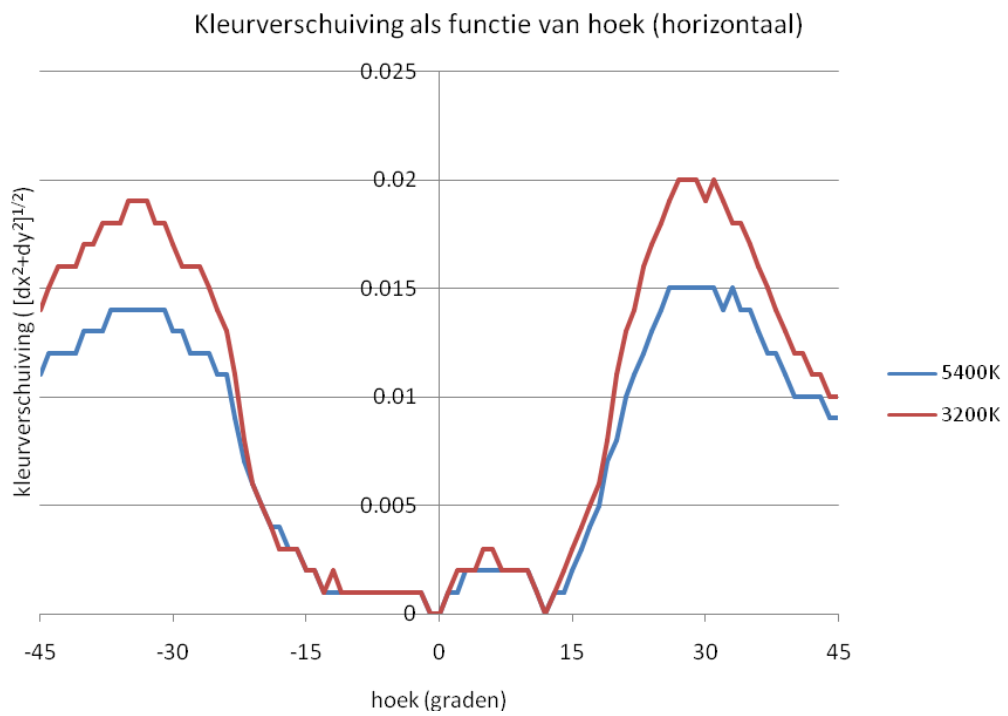
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.425, 0.412)
Kleurweergave (Ra): 13%
Kleurtemperatuur (CCT): 3283 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.330, 0.356)
Kleurweergave (Ra): 34%
Kleurtemperatuur (CCT): 5623 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



02.3. Elektrische eigenschappen

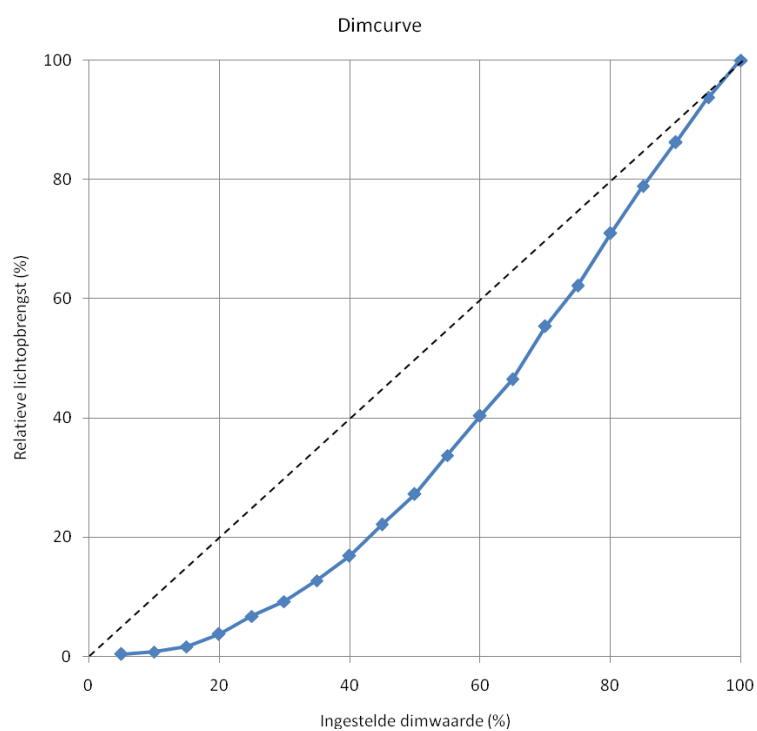
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 145 W
Power factor: 0.90

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 191 W
Power factor: 0.92

02.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 500 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 03

Armatuur aanduiding: PC1000W (voorzien van Philips 230V, 1000W, 6996-8)
Aangeleverd door: Flashlight

Datum meting: 16-9-2010

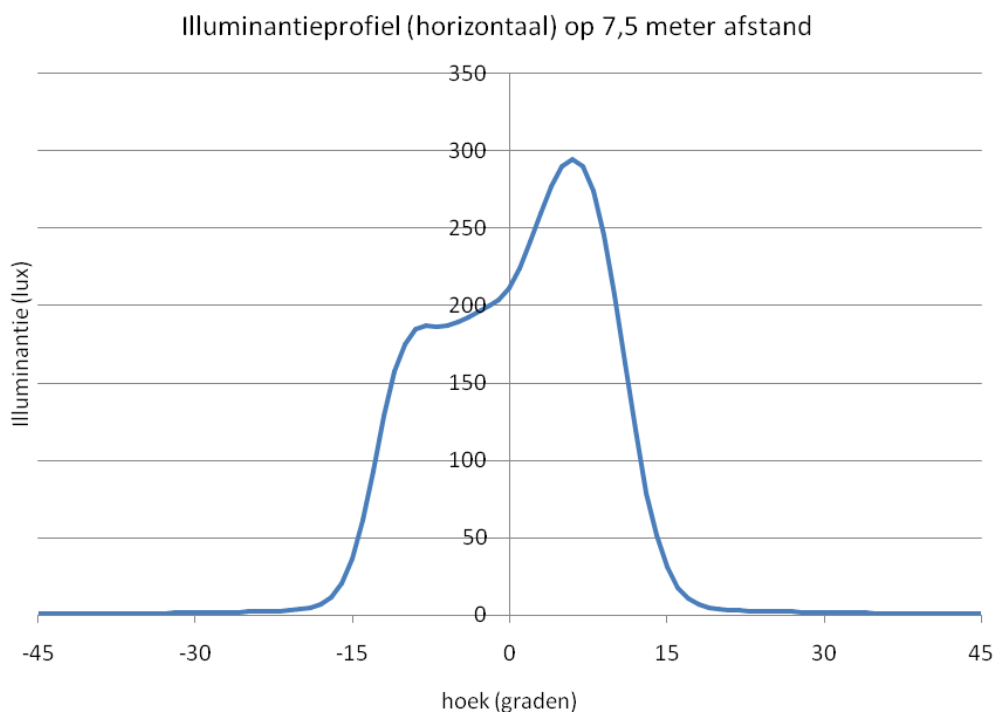


Dutch
Metrology
Institute

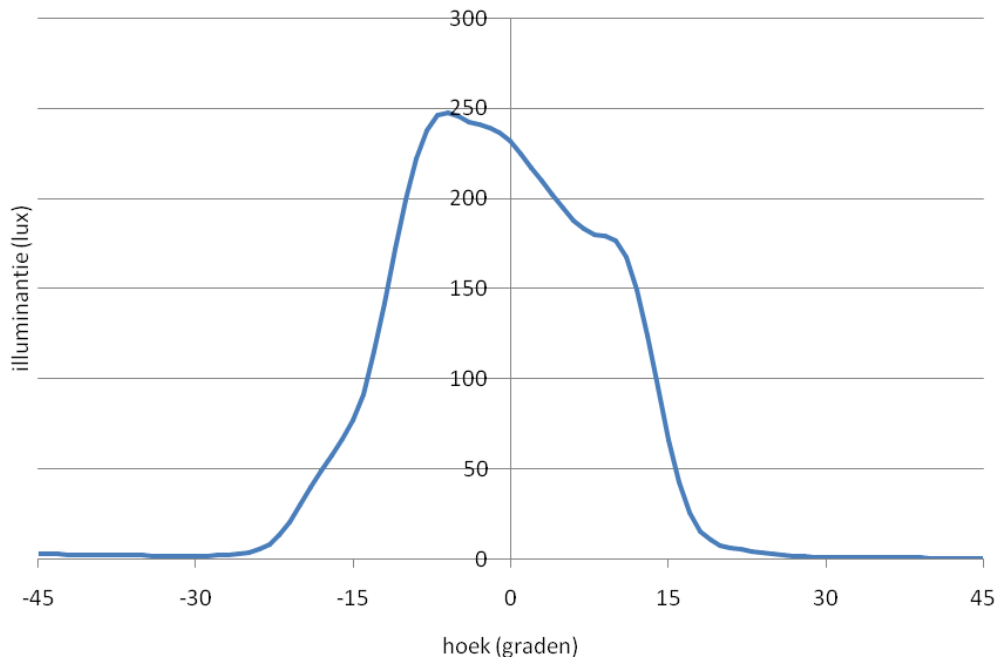
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

03.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter: 295 lux

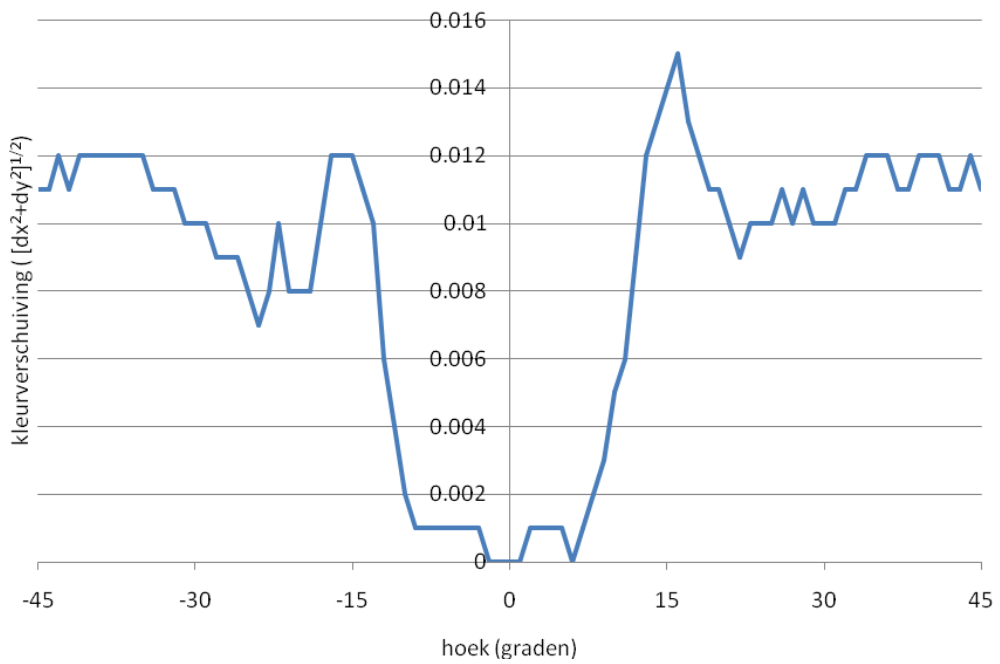


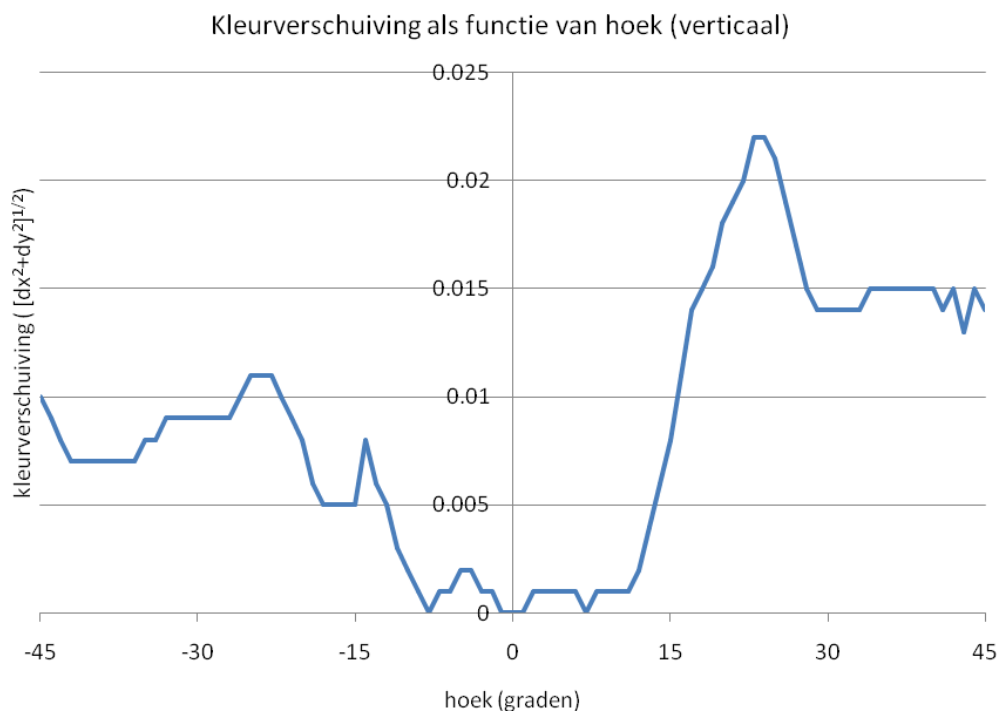
Illuminantieprofiel (verticaal) op 7,5 meter afstand



03.2. Kleur-eigenschappen

Kleurverschuiving als functie van hoek (horizontaal)





03.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 229 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 988 W
Power factor: 1

03.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 04

Armatuur aanduiding: Fresnel 2 kW (voorzien van Philips 230V, 2 kW, 6994Z)
Aangeleverd door: Flashlight

Datum meting: 16-9-2010



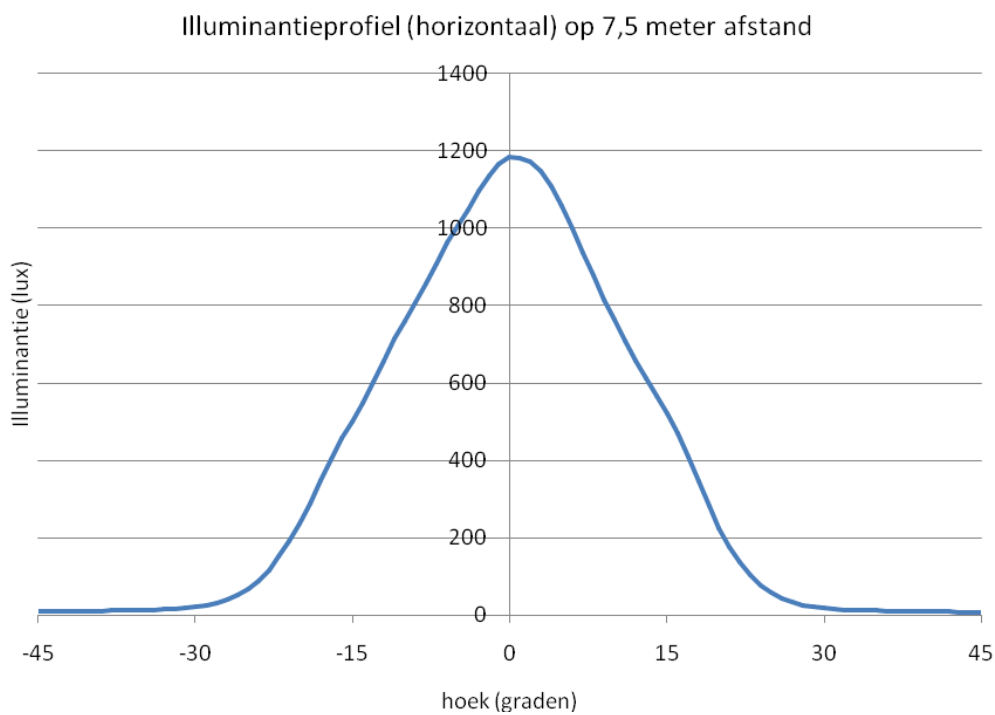
Dutch
Metrology
Institute



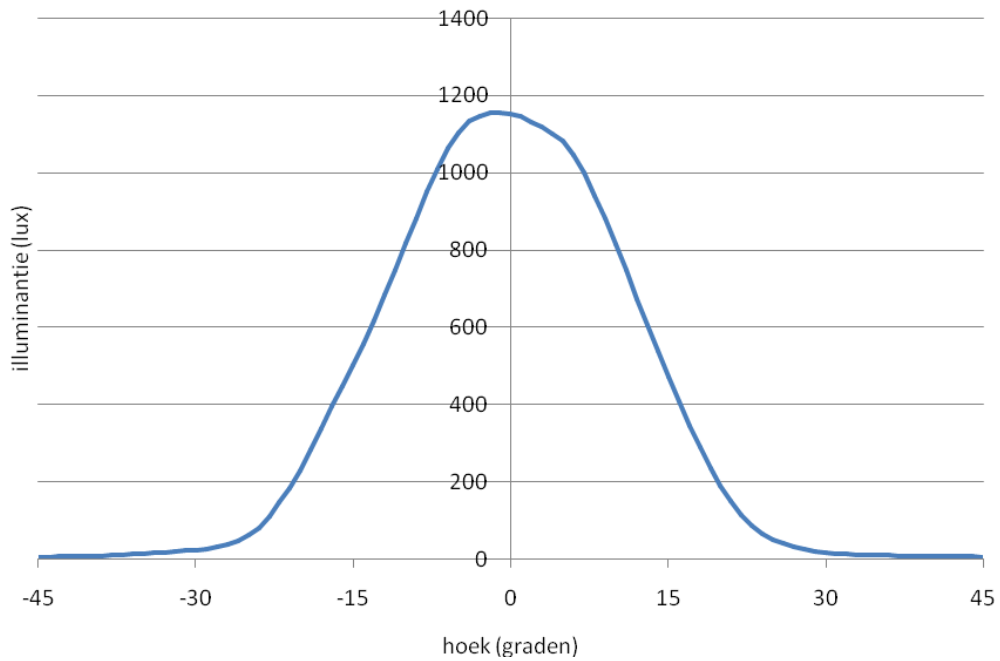
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

04.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter: 1185 lux

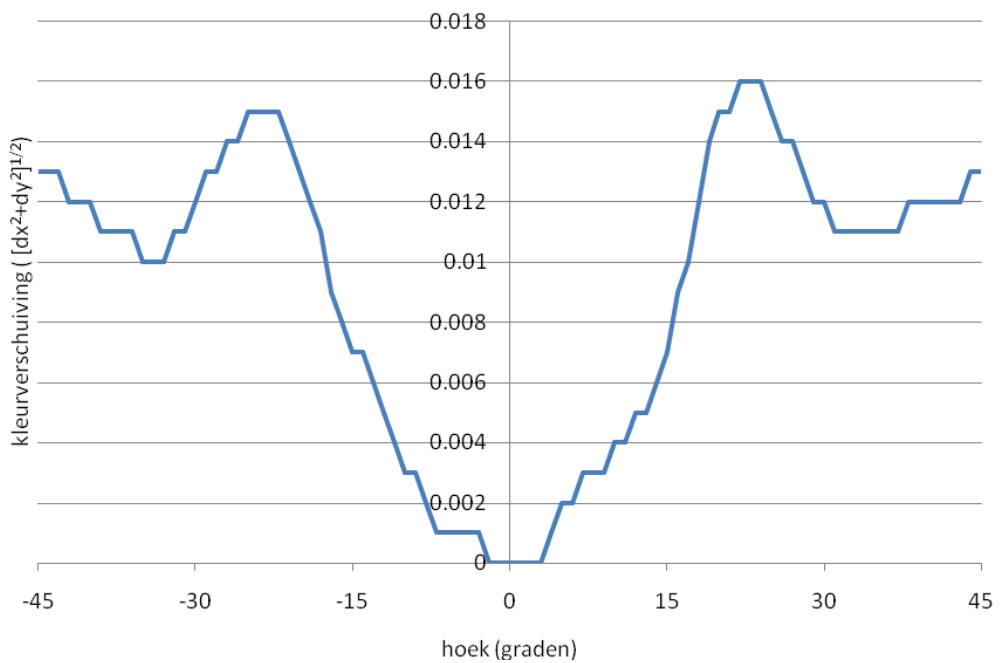


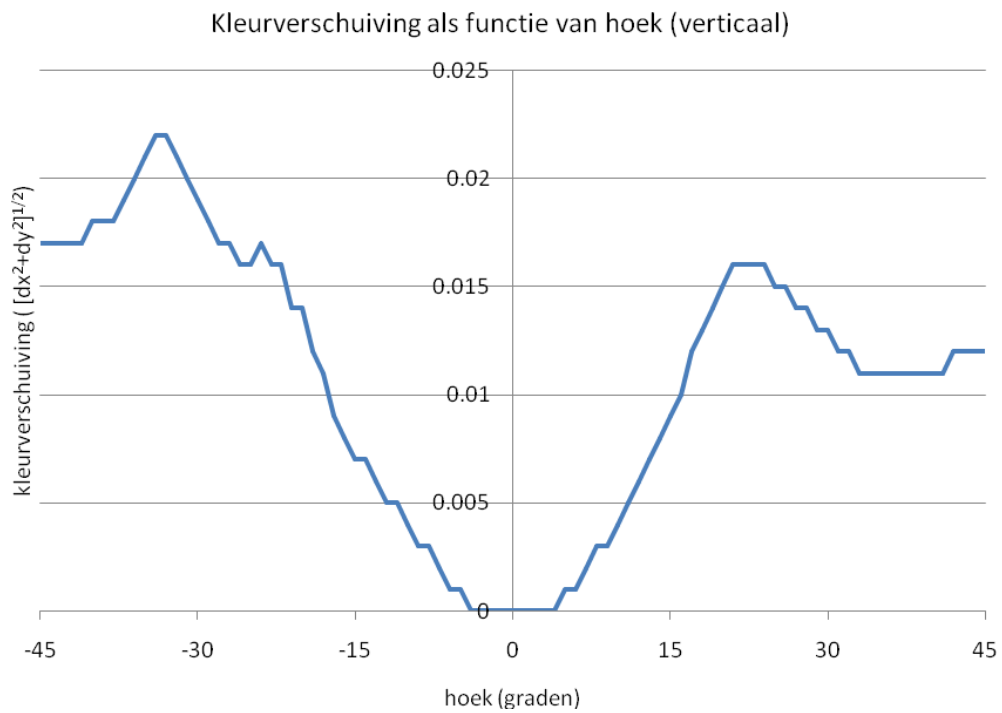
Illuminantieprofiel (verticaal) op 7,5 meter afstand



04.2. Kleur-eigenschappen

Kleurverschuiving als functie van hoek (horizontaal)





04.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 222 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 1864 W
Power factor: 1

04.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 05

Armatuur aanduiding: Source Four Zoom 15°-30°
(voorzien van GE showbiz 230V, 750W, HPL750)
Aangeleverd door: Flashlight
Datum meting: 17-9-2010



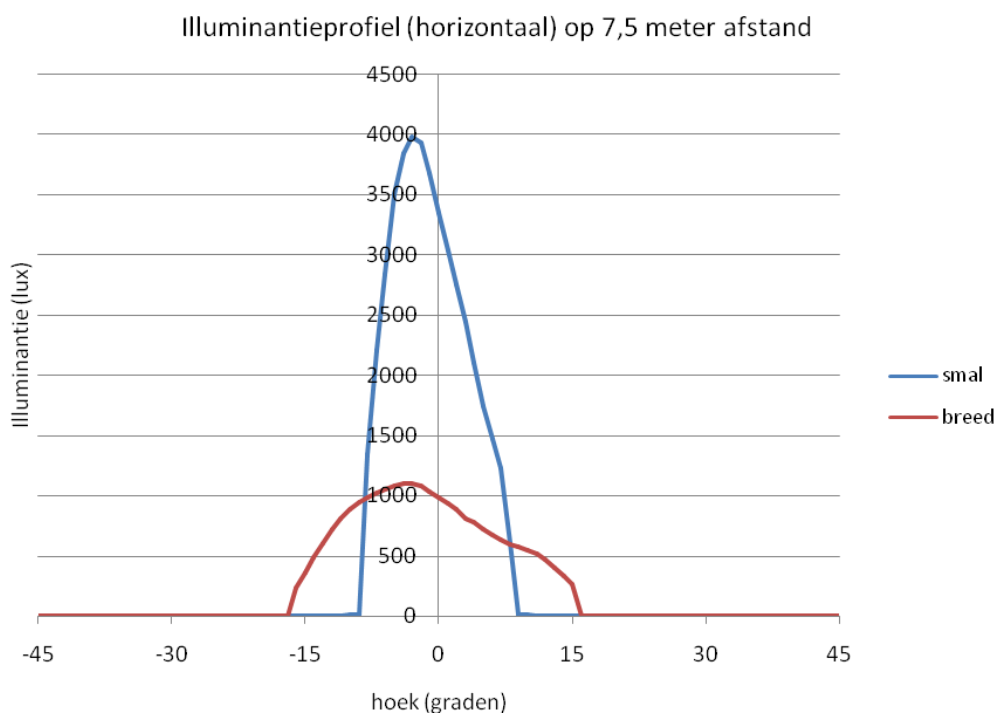
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

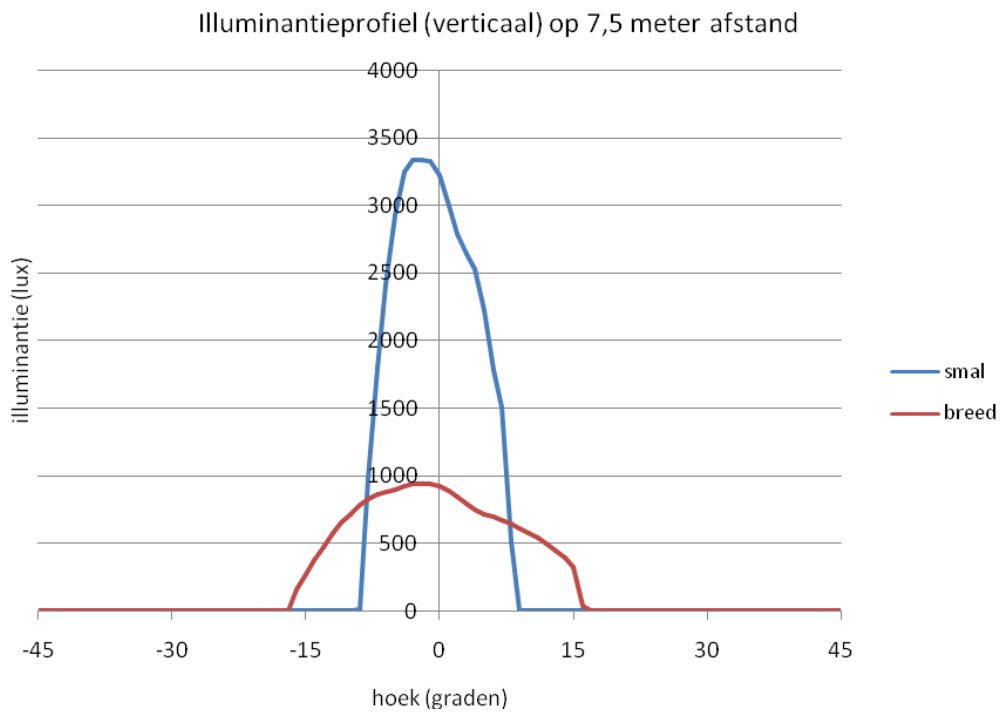
05.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 3977 lux

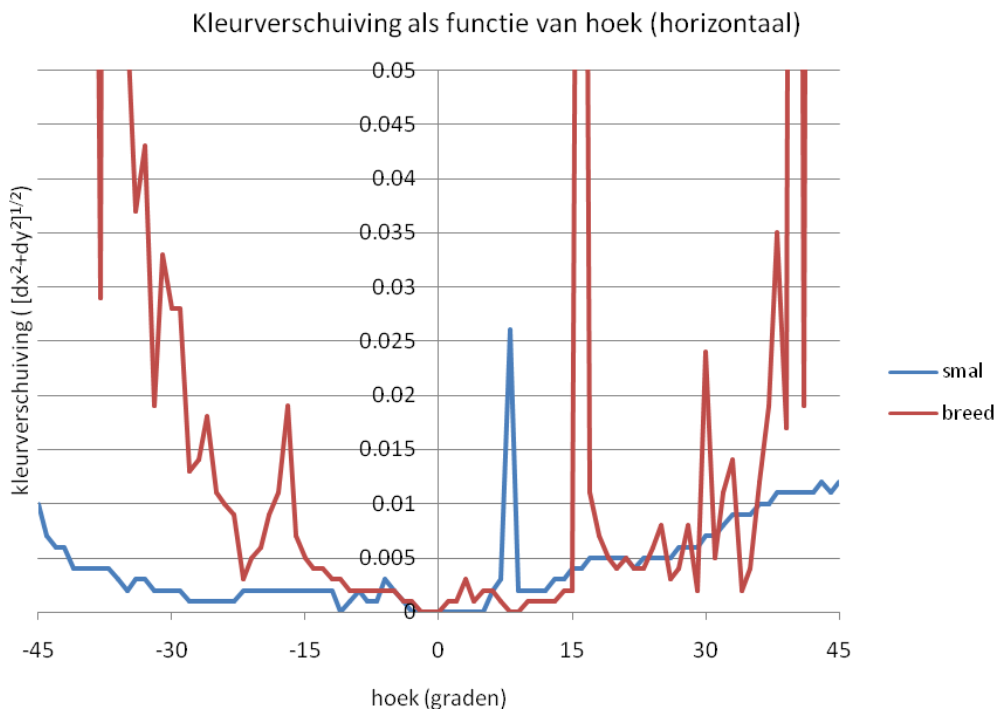
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 1104 lux

Verlichtingssterkte (7,5 meter) voorwaartse richting bij openingshoek 25°: 1082 lux (h)
1058 lux (v)

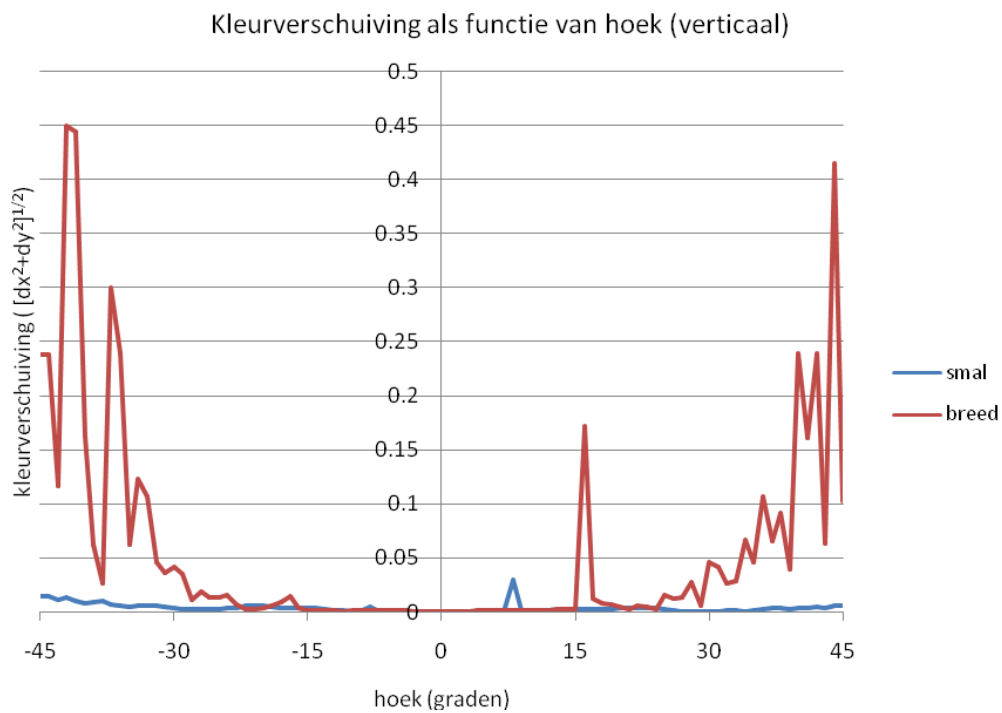




05.2. Kleur-eigenschappen



VPT EOS – 05 – Source Four Zoom



05.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 229 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 776 W
Power factor: 1

05.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 06

Armatuur aanduiding: Iris4 Horizon 1000 W
(voorzien van Philips 230V, 1000W, Plusline halogeen)
Aangeleverd door: Flashlight
Datum meting: 23-9-2010



Dutch
Metrology
Institute

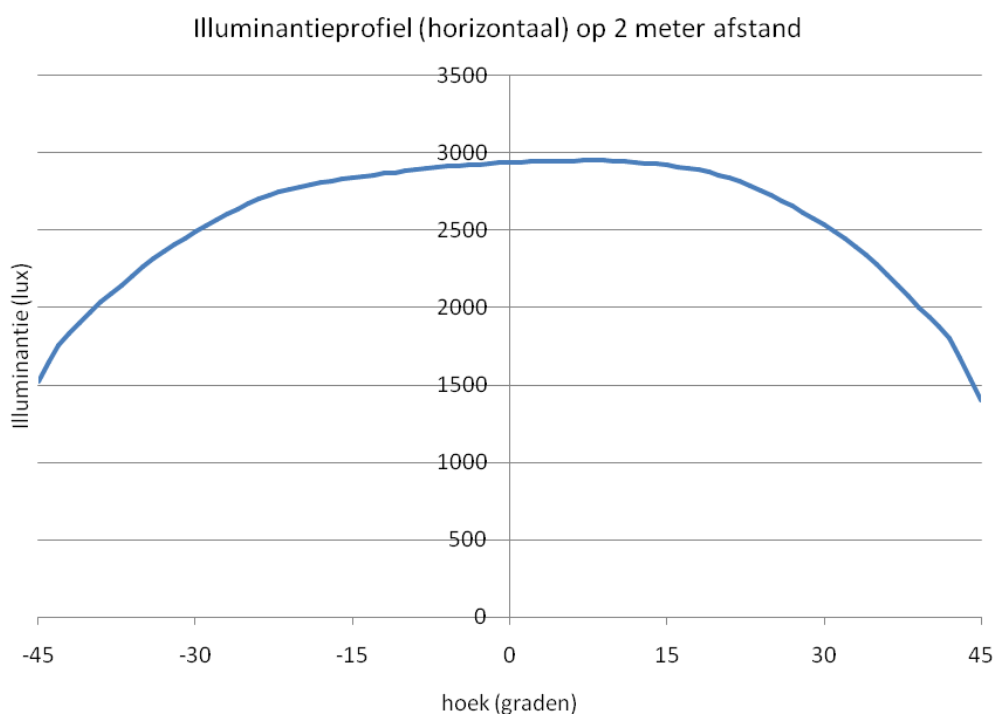


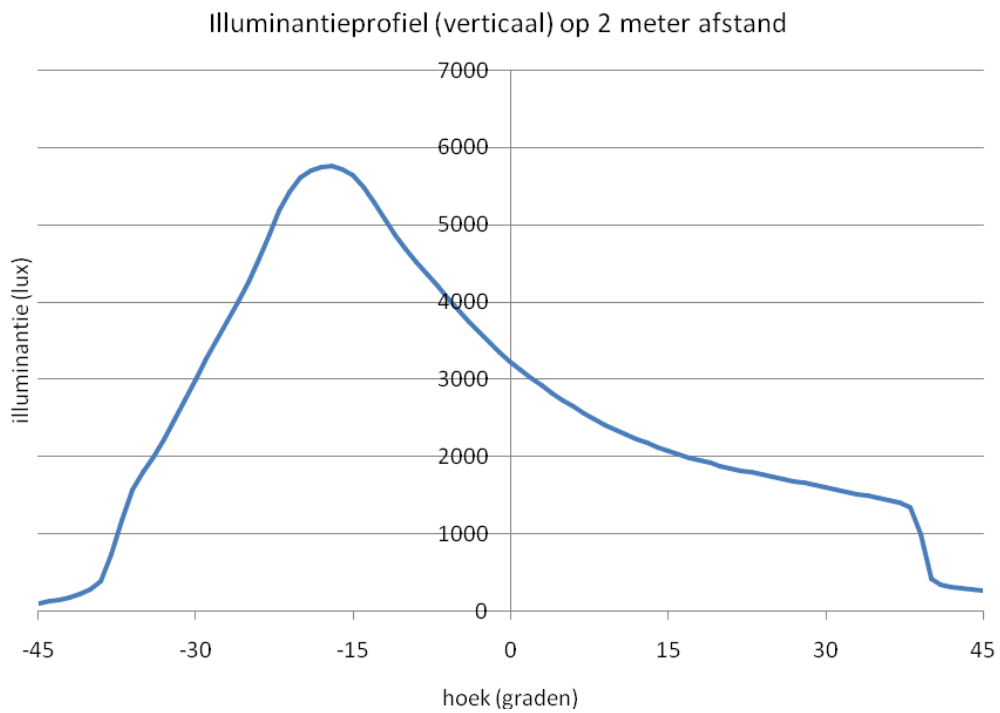
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

Het armatuur heeft een asymmetrische lichtverdeling. Om toch zoveel mogelijk licht in te vangen is gedurende de metingen het armatuur 27° gekanteld (horizontale profielen), c.q. 27° gedraaid (verticale profielen).

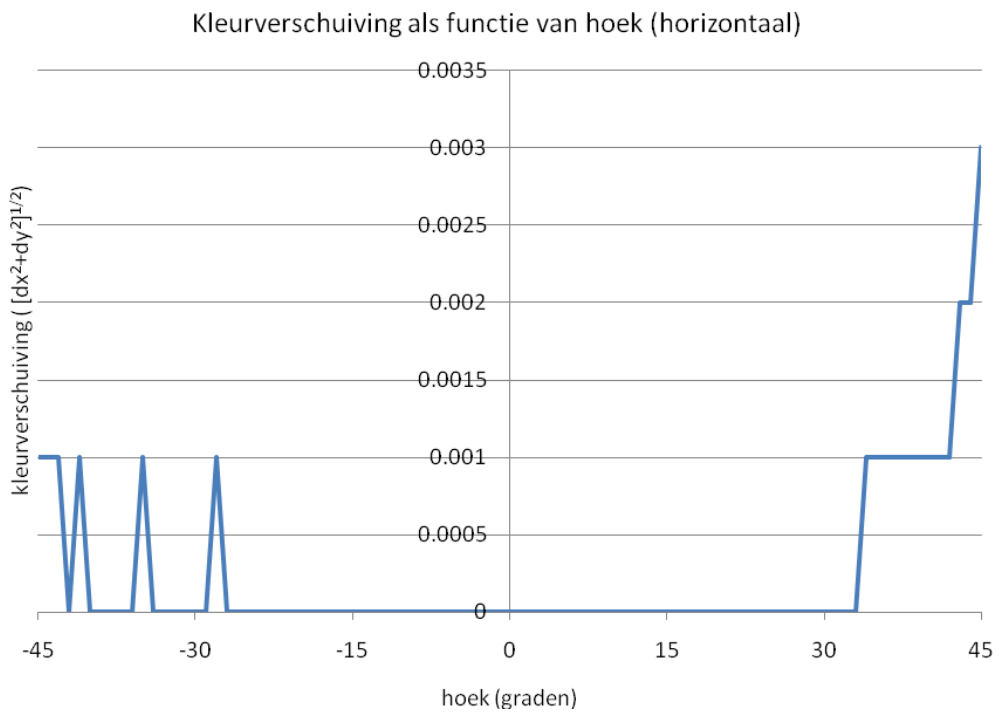
06.1. Illuminantie-eigenschappen

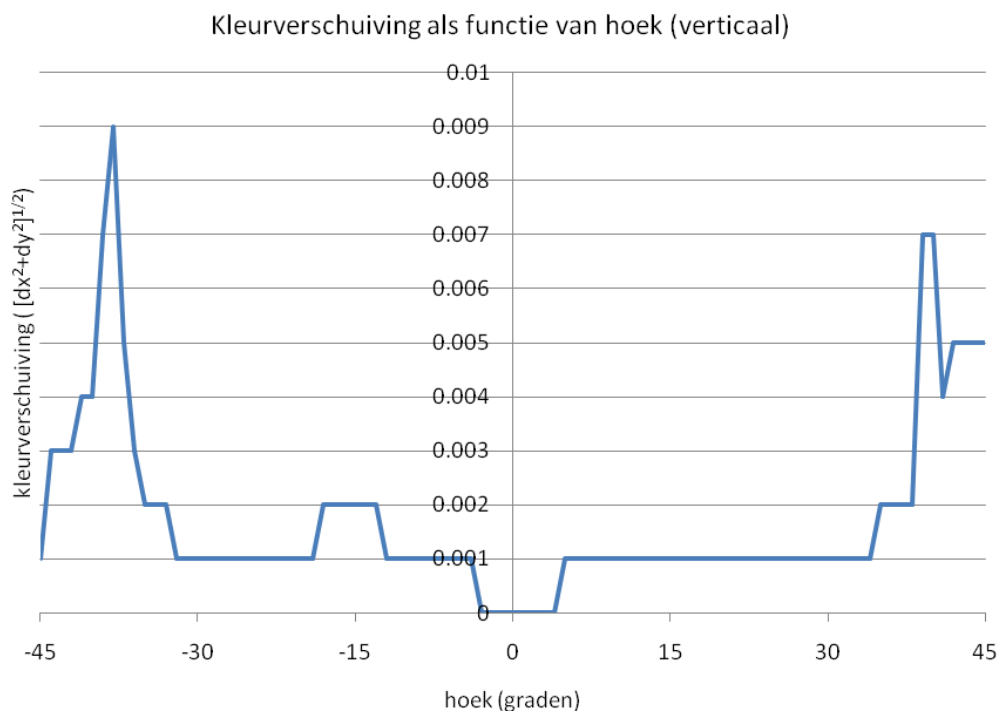
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 2 meter: 5757 lux





06.2. Kleur-eigenschappen





06.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 229 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 1333 W
Power factor: 1

06.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 07

Armatuur aanduiding: VL2500 Spot (voorzien van Philips MSR 700 SA)
Aangeleverd door: Flashlight

Datum meting: 20-9-2010



Dutch
Metrology
Institute

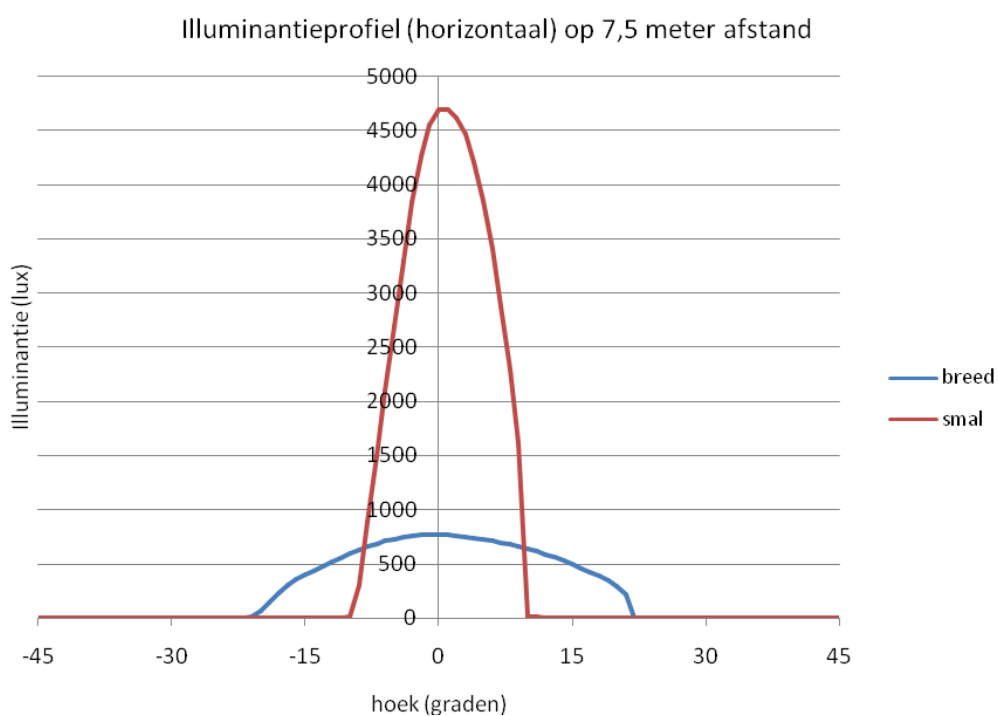
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

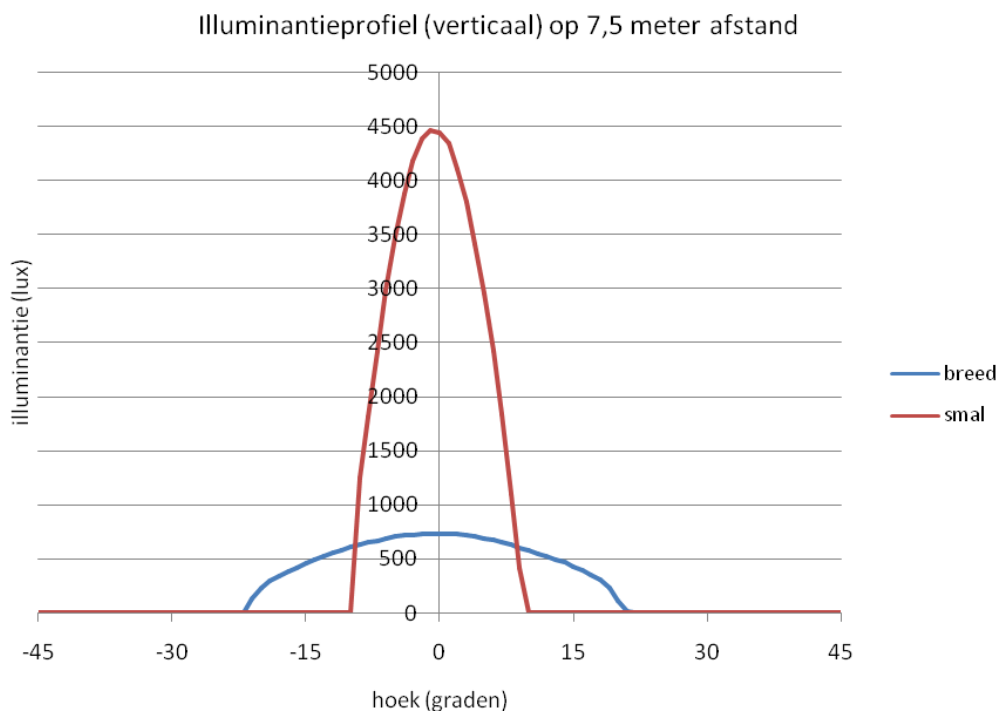
07.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 4690 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 772 lux

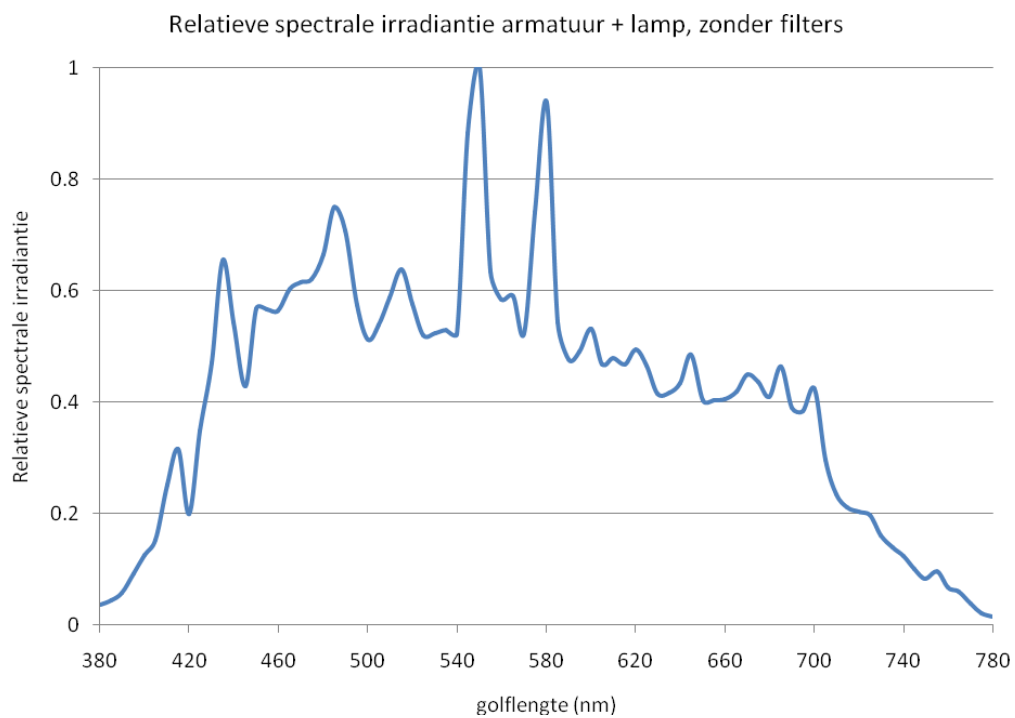
Verlichtingssterkte (7,5 meter) voorwaartse richting bij openingshoek 25°: 978 lux (h)





07.2. Kleur-eigenschappen

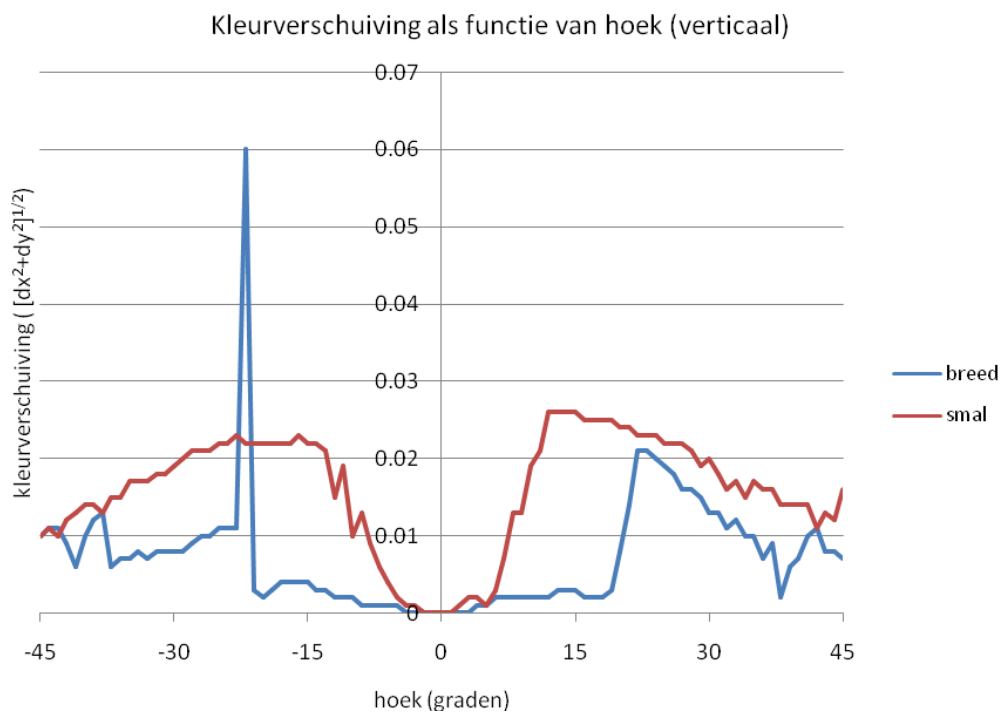
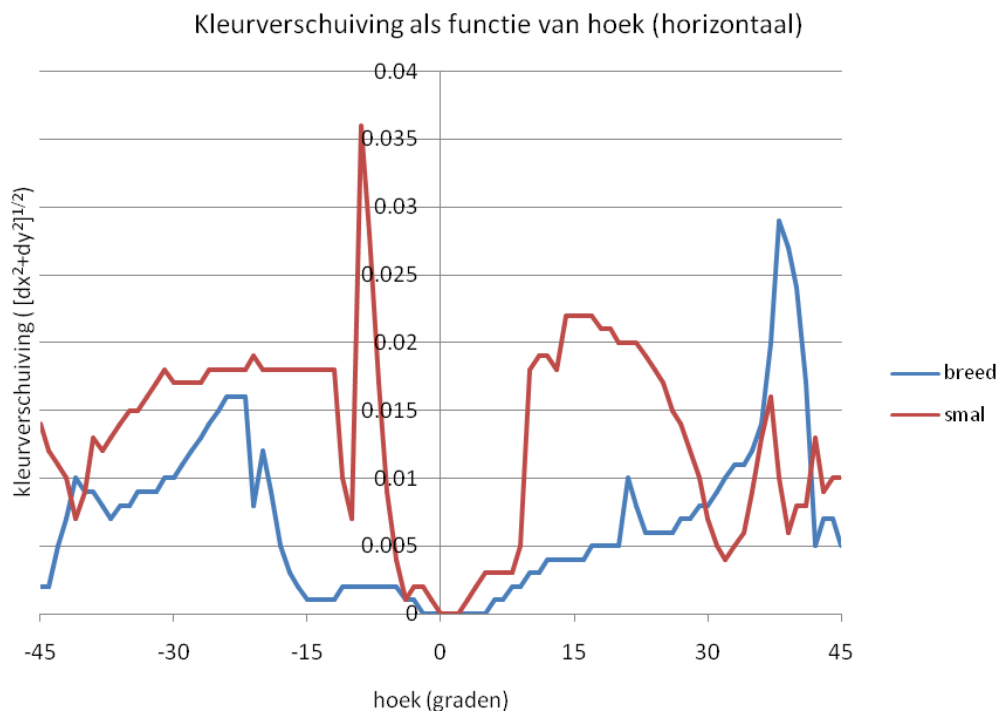
Spectrale verdeling armatuur + lamp, zonder filters



Kleureigenschappen armatuur + lamp, zonder filters

(x,y) kleurcoördinaten: (0.323, 0.358)
Kleurweergave (Ra): 85 %
Kleurtemperatuur (CCT): 5888 K

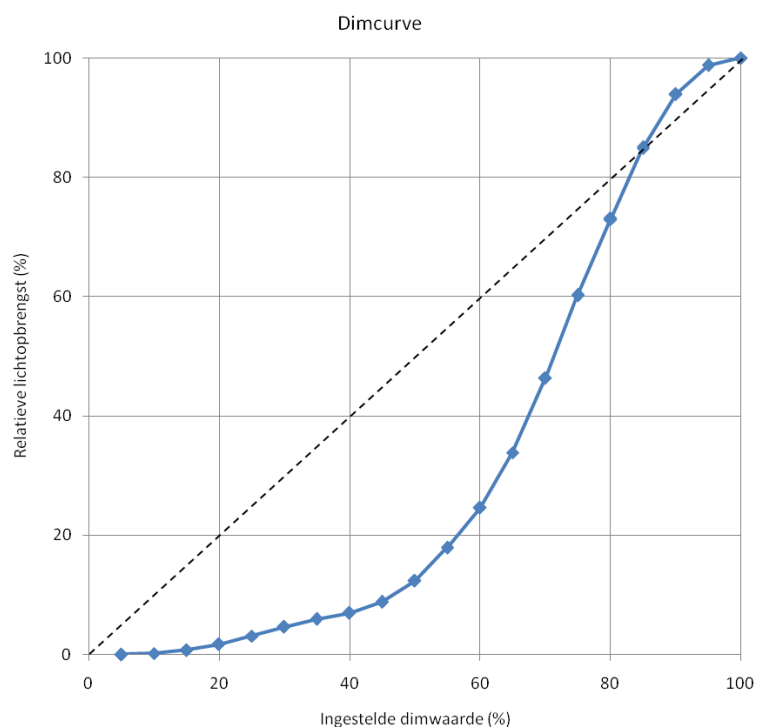
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



07.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 229 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 908 W
Power factor: 0.99

07.4. Dimeigenschappen



Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 08

Armatuur aanduiding: Sunstrip
Aangeleverd door: Flashlight

Datum meting: 20-9-2010



Dutch
Metrology
Institute

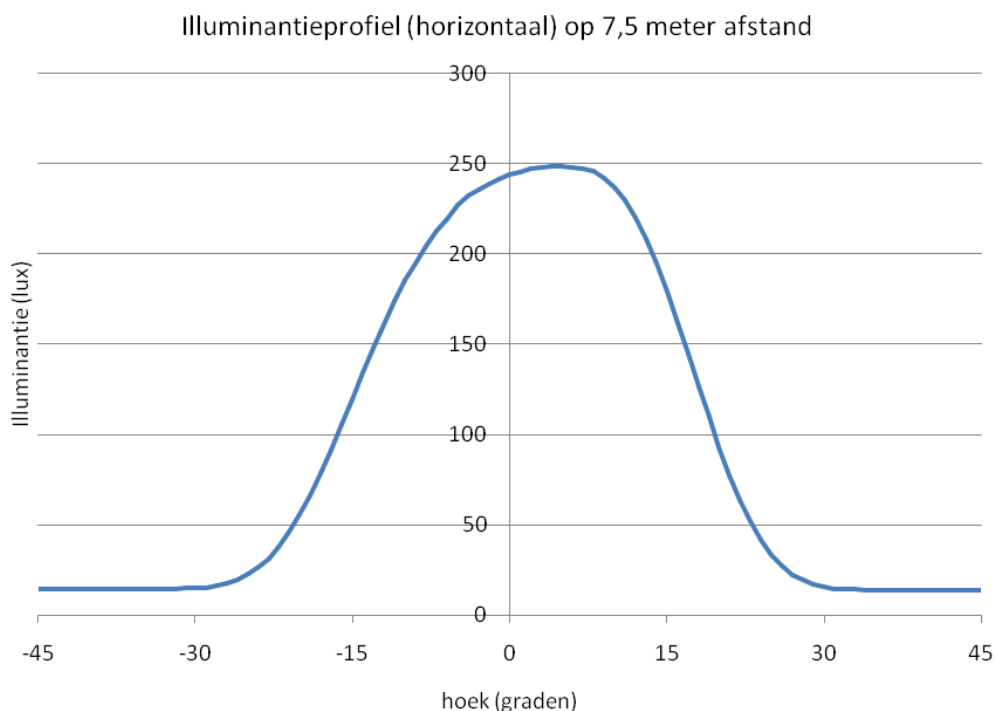


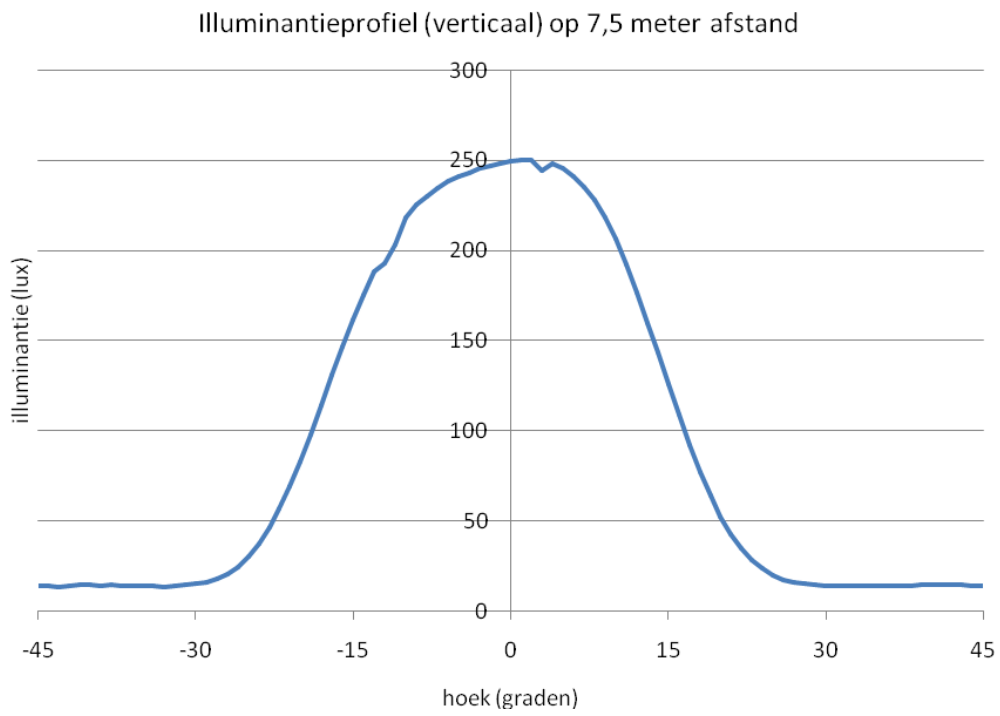
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

De Sunstrip bestaat uit twee doorgeschakelde lichtstrips (van elk 10 spots) welke zijn aangesloten op 230 V. De tweede strip is gedurende de metingen dusdanig gepositioneerd dat er geen licht van door de detector wordt ingevangen.

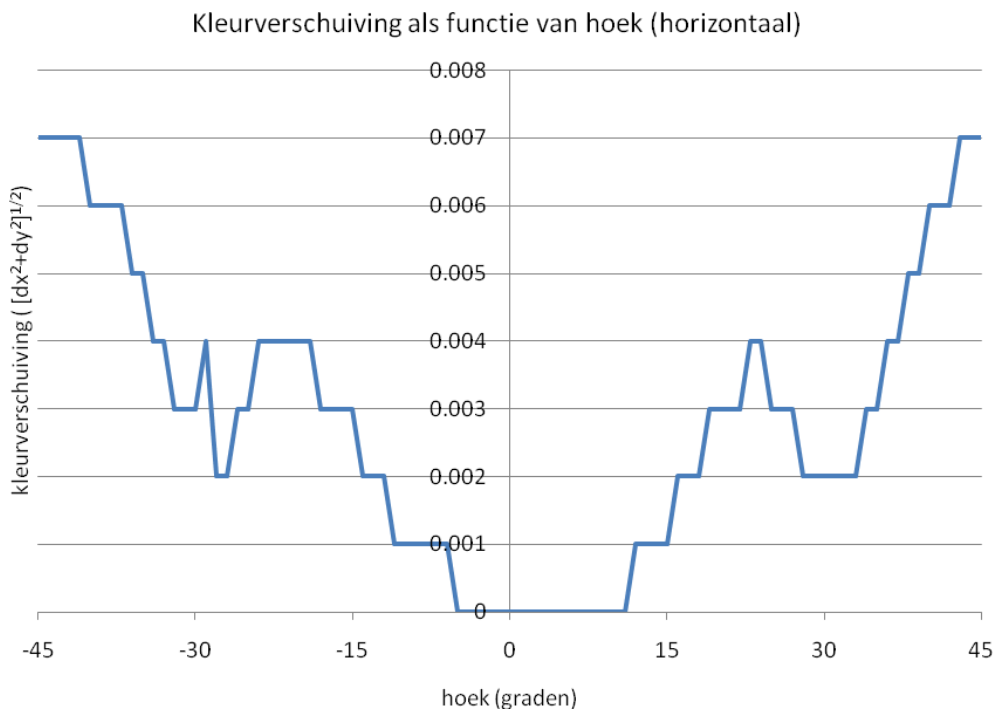
08.1. Illuminantie-eigenschappen

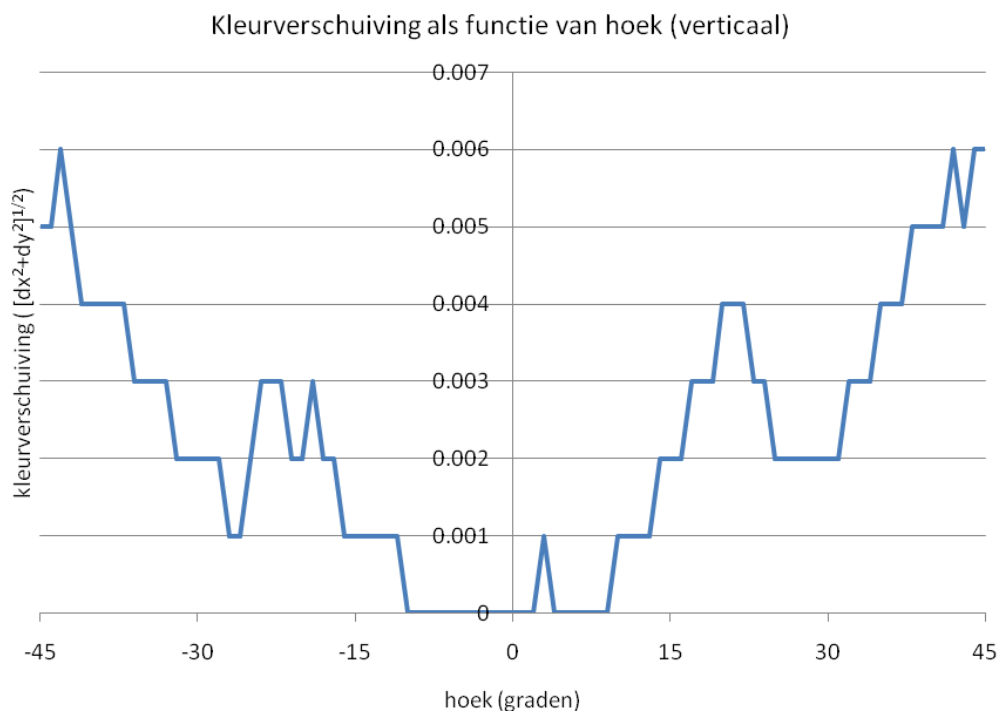
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter: 250 lux





08.2. Kleur-eigenschappen





08.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning:	229 V
Opgenomen elektrisch vermogen:	942 W (twee strips)
Opgenomen elektrisch vermogen:	<u>471 W</u> (enkele strip, behorend bij illuminanties)
Power factor:	1

08.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 09

Armatuur aanduiding: VL2500 Wash
Aangeleverd door: Flashlight

Datum meting: 21-9-2010



Dutch
Metrology
Institute

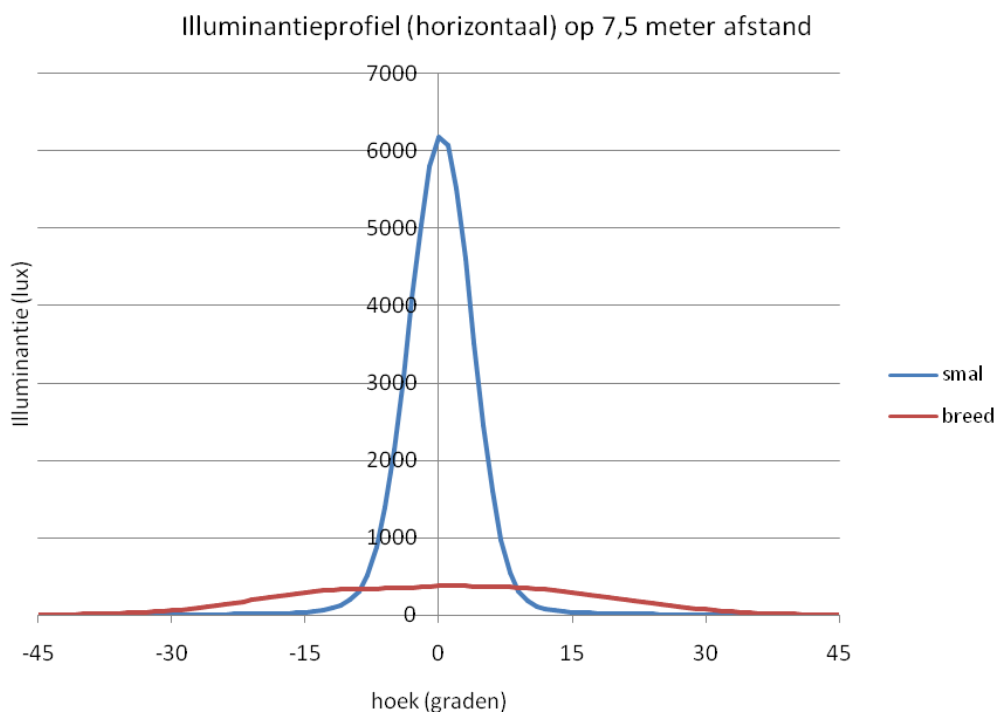
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

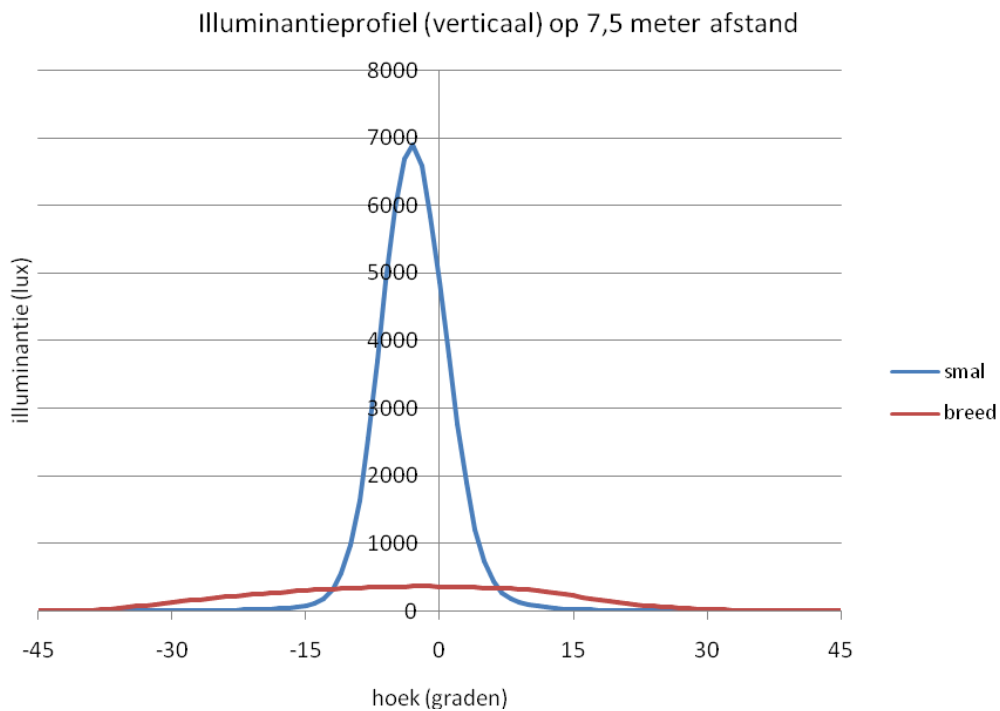
09.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 6895 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 375 lux

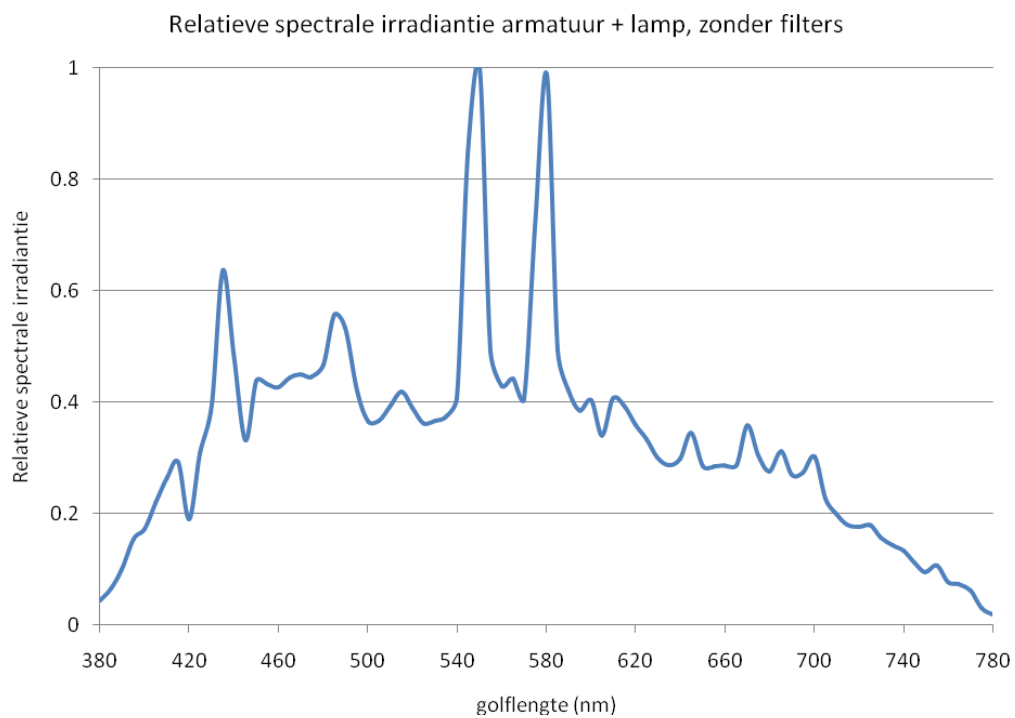
Verlichtingssterkte (7,5 meter) voorwaartse richting bij openingshoek 25°: 816 lux (h)





09.2. Kleur-eigenschappen

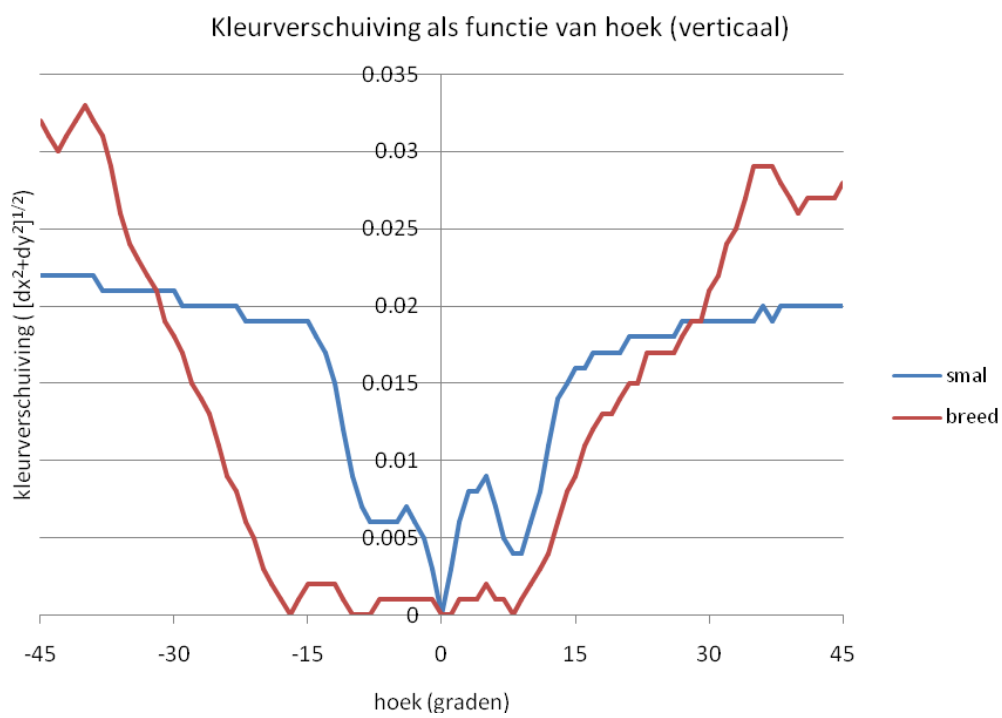
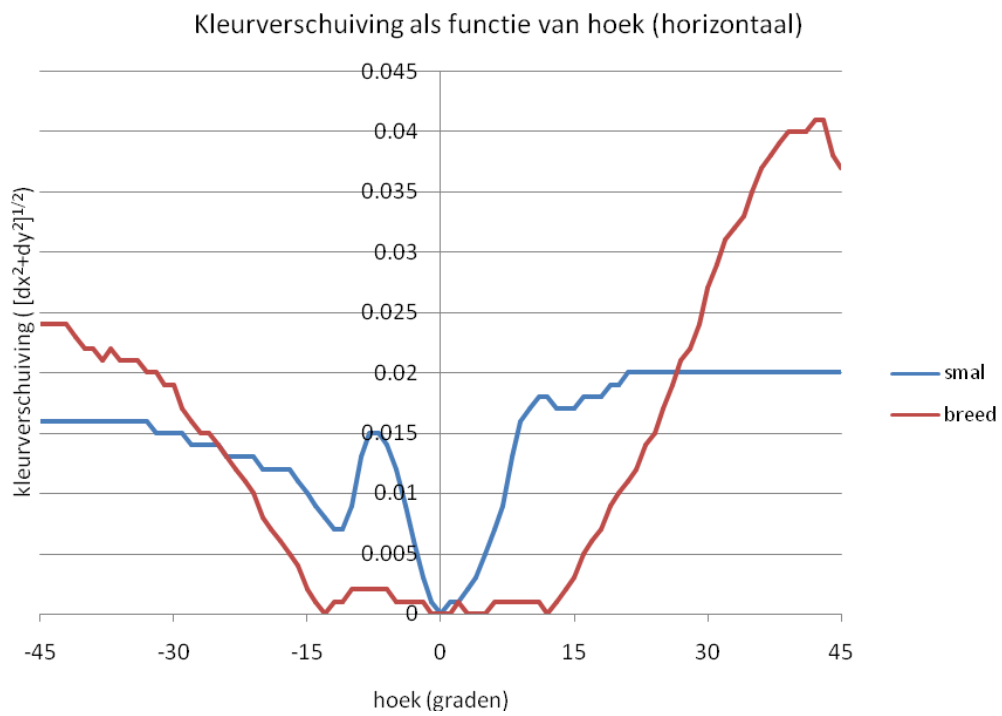
Spectrale verdeling armatuur + lamp, zonder filters



Kleureigenschappen armatuur + lamp, zonder filters

(x,y) kleurcoördinaten: (0.328, 0.358)
Kleurweergave (Ra): 78%
Kleurtemperatuur (CCT): 5697 K

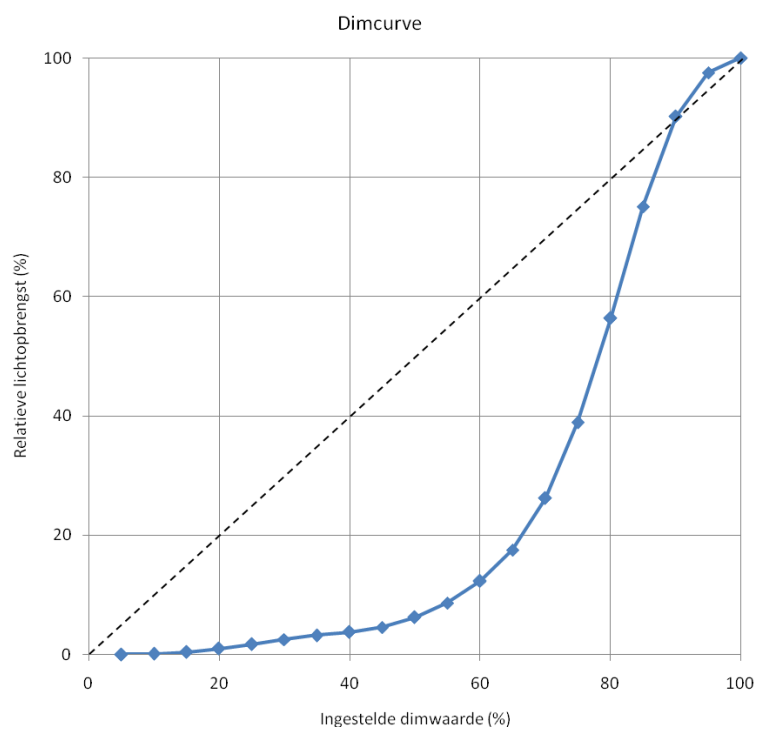
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



09.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 229 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 889 W
Power factor: 0.99

09.4. Dimeigenschappen



Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 10

Armatuur aanduiding: VL1000TS
Aangeleverd door: Flashlight

Datum meting: 21-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



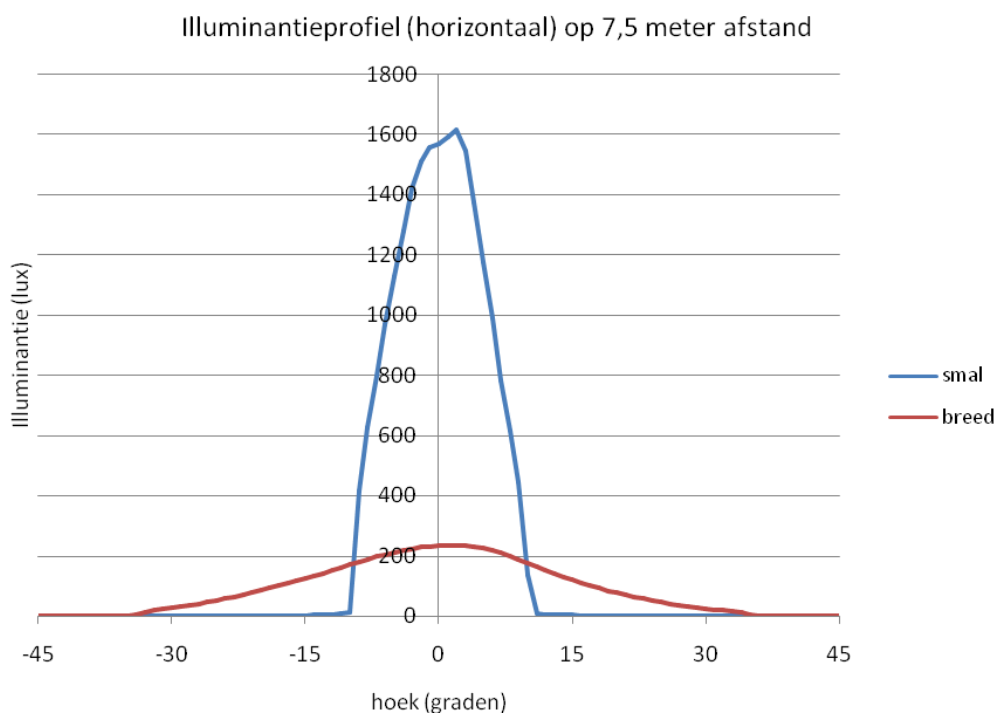
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

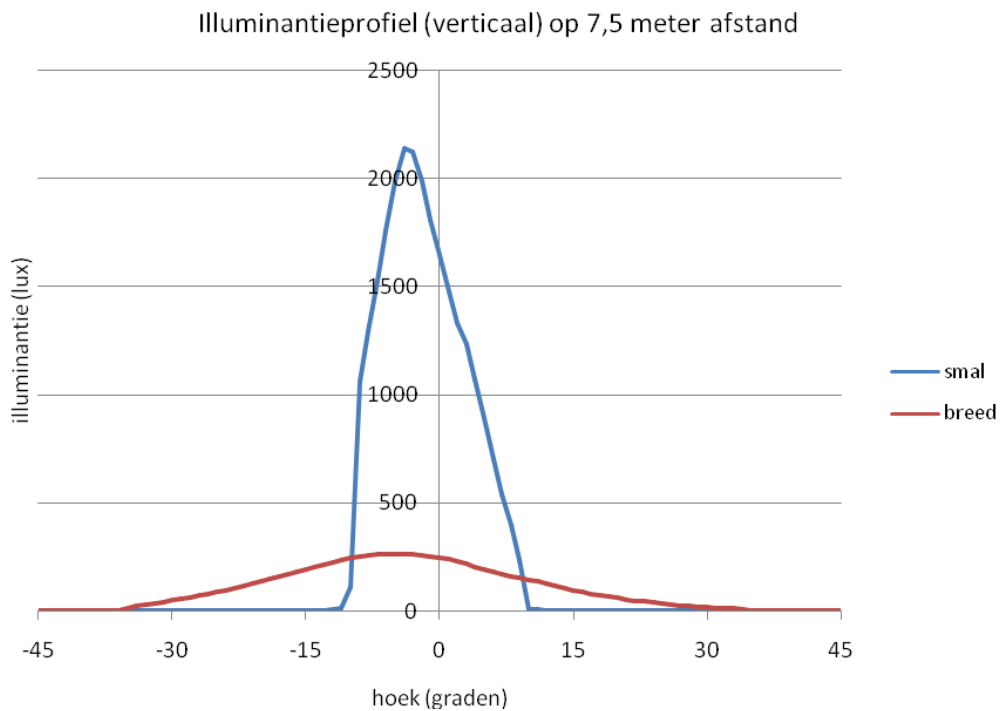
10.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 2137 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 264 lux

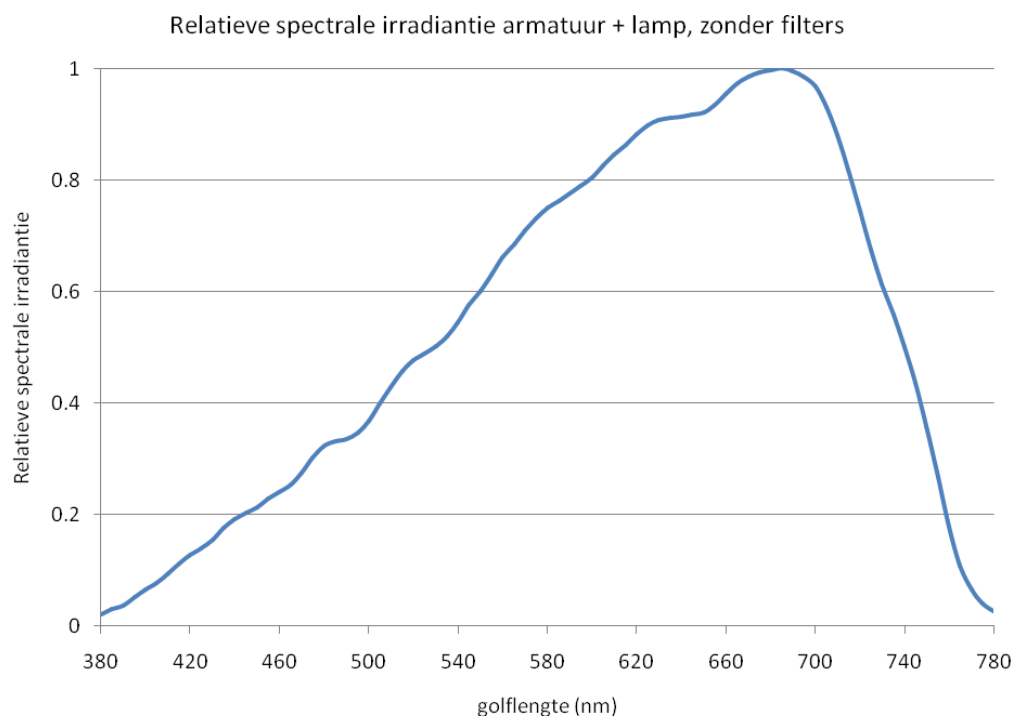
Verlichtingssterkte (7,5 meter) voorwaartse richting bij openingshoek 25°: 1056 lux (v)





10.2. Kleur-eigenschappen

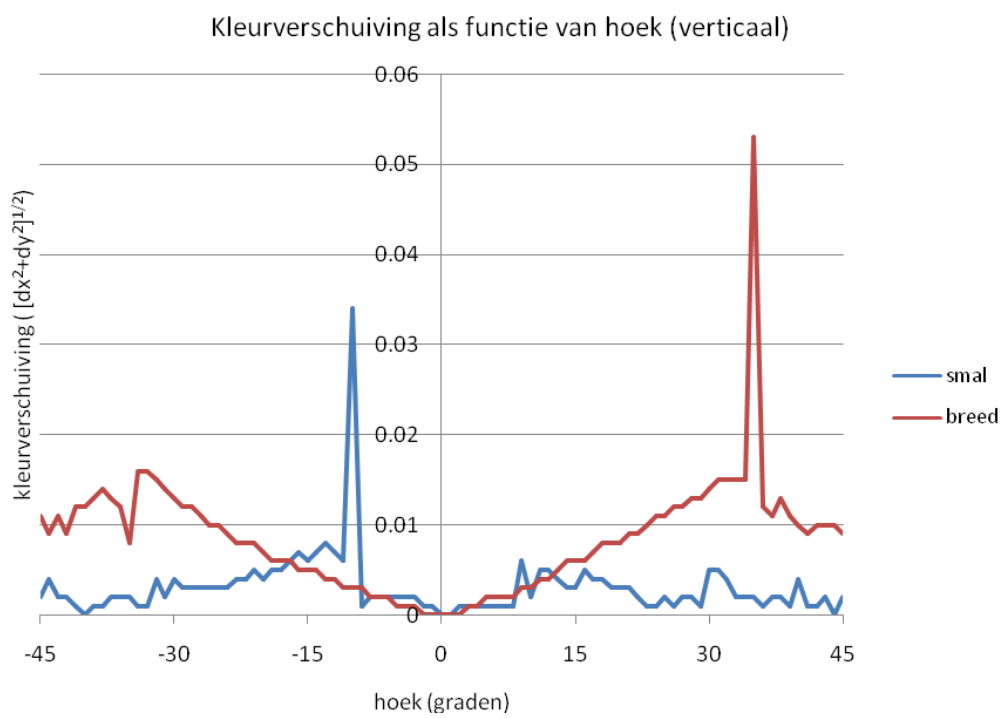
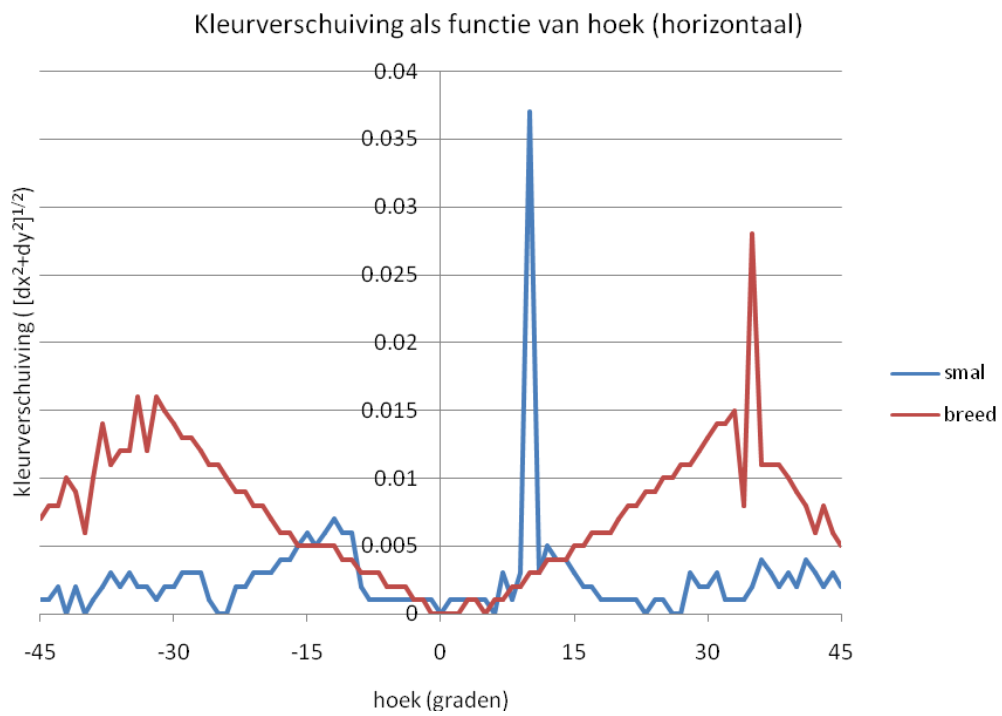
Spectrale verdeling armatuur + lamp, zonder filters



Kleureigenschappen armatuur + lamp, zonder filters

(x,y) kleurcoördinaten:	(0.442, 0.411)
Kleurweergave (Ra):	96%
Kleurtemperatuur (CCT):	2976 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



VPT EOS – 10 –VL1000TS

10.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning:	229 V
Opgenomen elektrisch vermogen:	1090 W
Power factor:	1

10.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 11

Armatuur aanduiding: Martin MAC 350 Entour LED Profile
Aangeleverd door: Fairlight

Datum meting: 22-9-2010



Dutch
Metrology
Institute

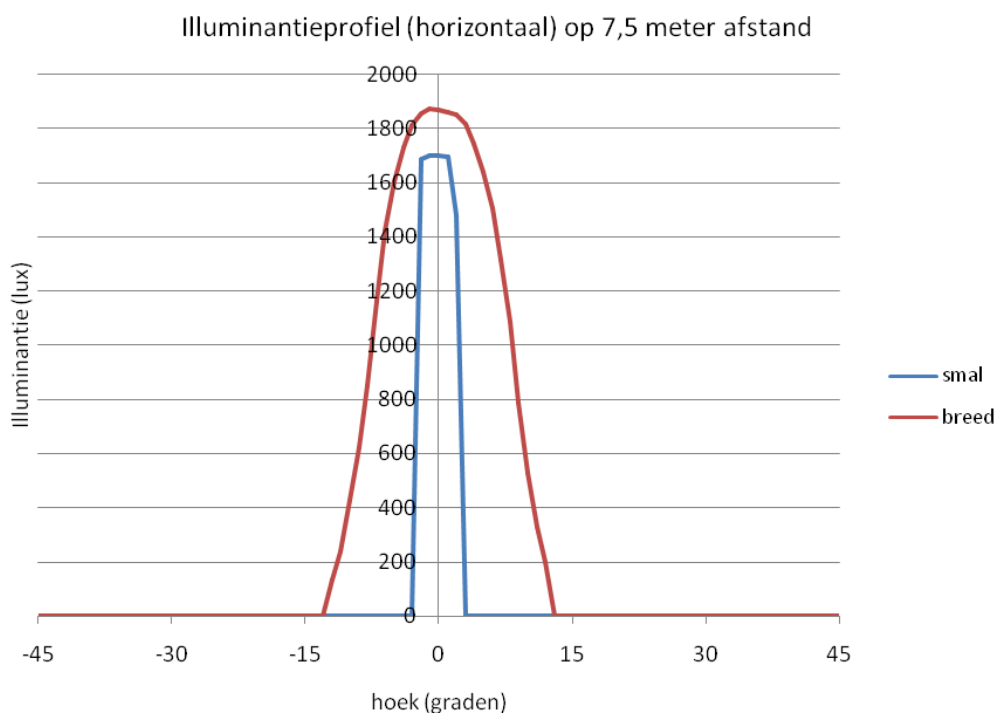


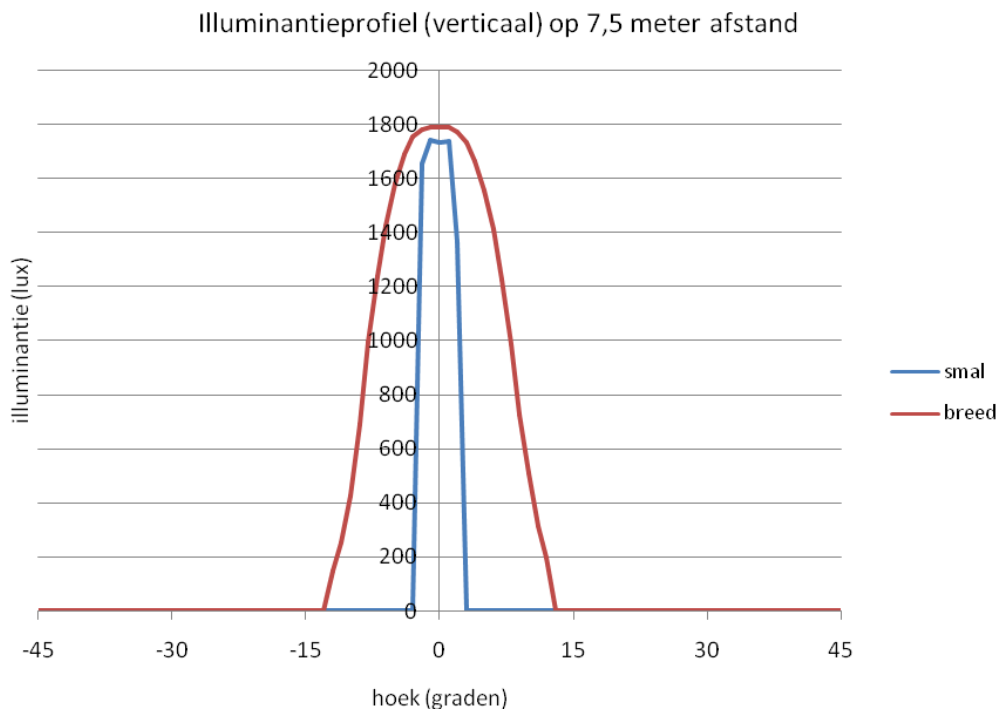
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

11.1. Illuminantie-eigenschappen

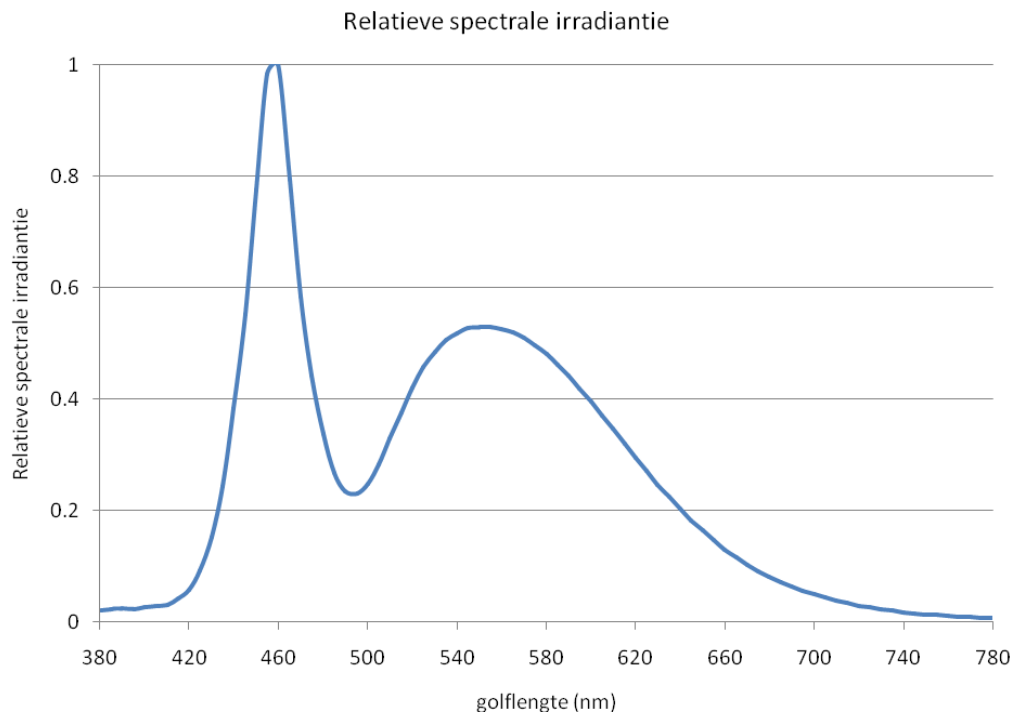
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 1741 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 1874 lux



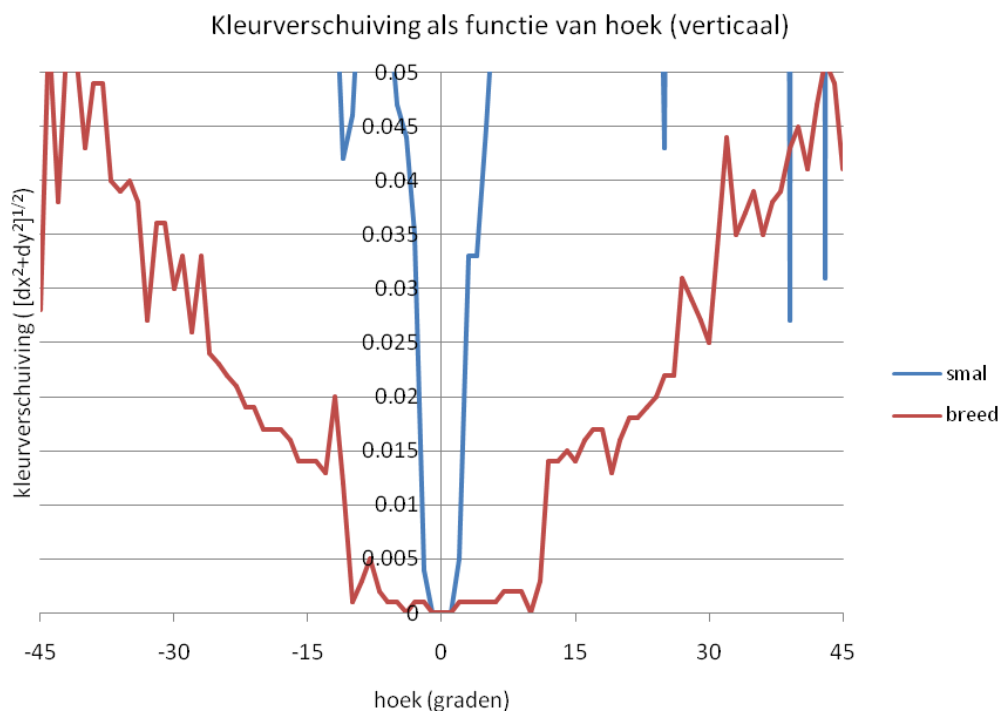
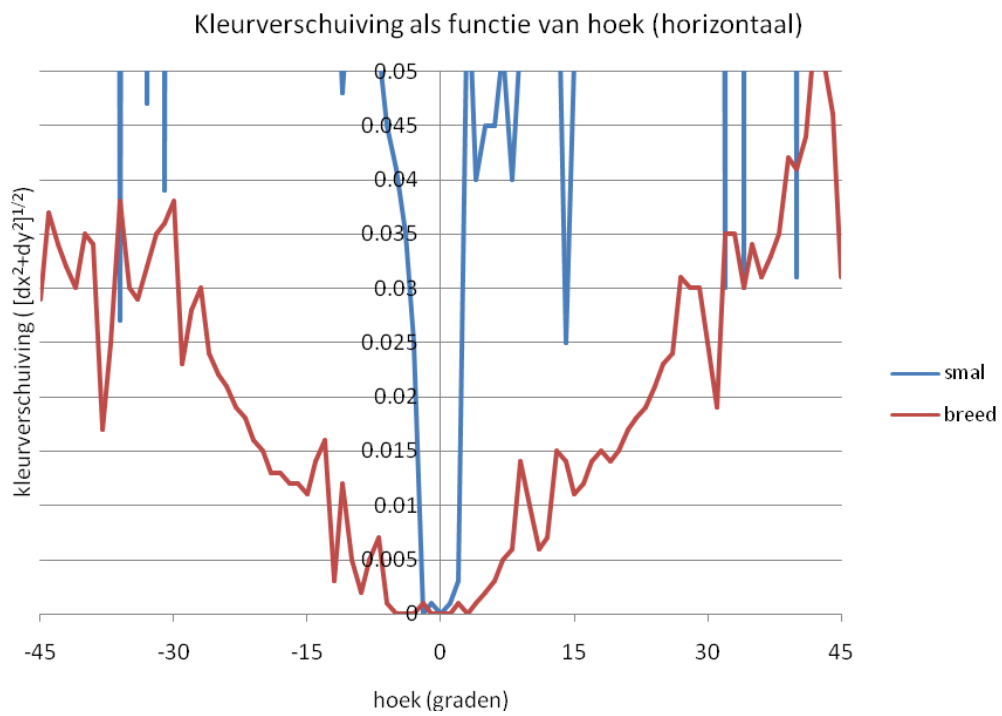


11.2. Kleur-eigenschappen



(x,y) kleurcoördinaten: (0.303, 0.326)
Kleurweergave (Ra): 76%
Kleurtemperatuur (CCT): 7089 K

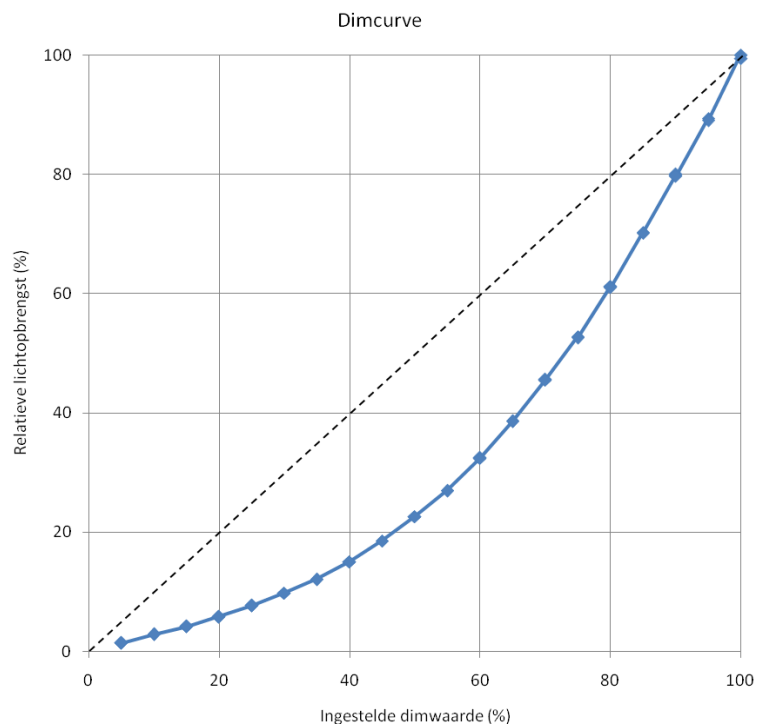
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



11.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 412 W
Power factor: 0.97

11.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen: 625 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 12

Armatuur aanduiding: Profiel RJ6345X Figaro CDMT 16°-35°
(voorzien van Philips MasterColor CDM-T 250W)
Aangeleverd door: LightCo
Datum meting: 22-9-2010

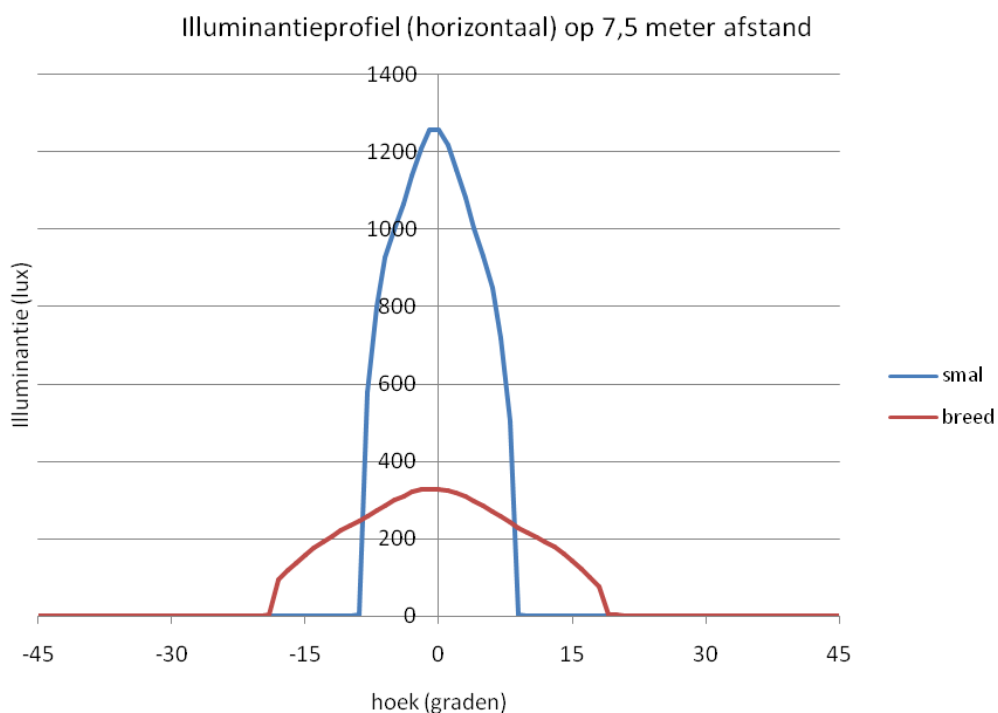


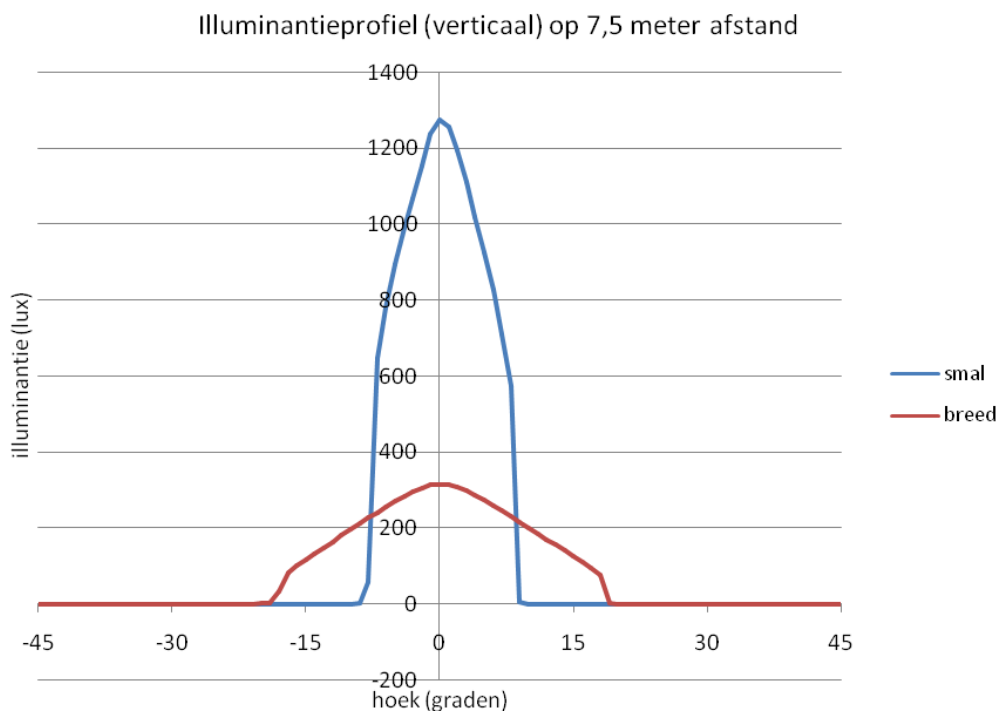
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

12.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 1276 lux

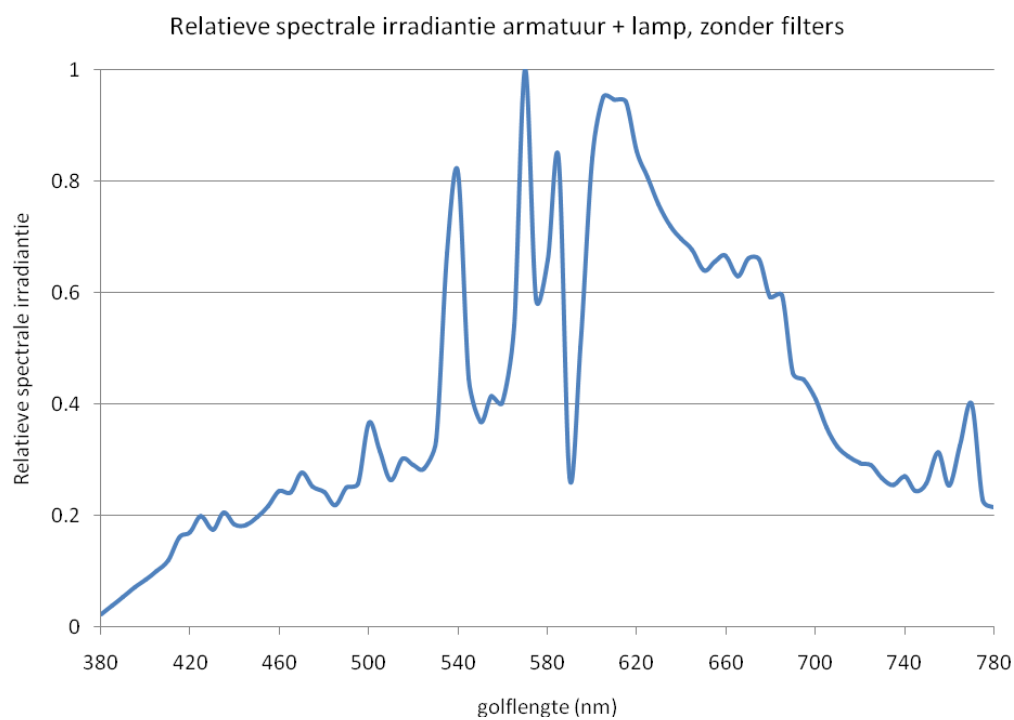
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 328 lux





12.2. Kleur-eigenschappen

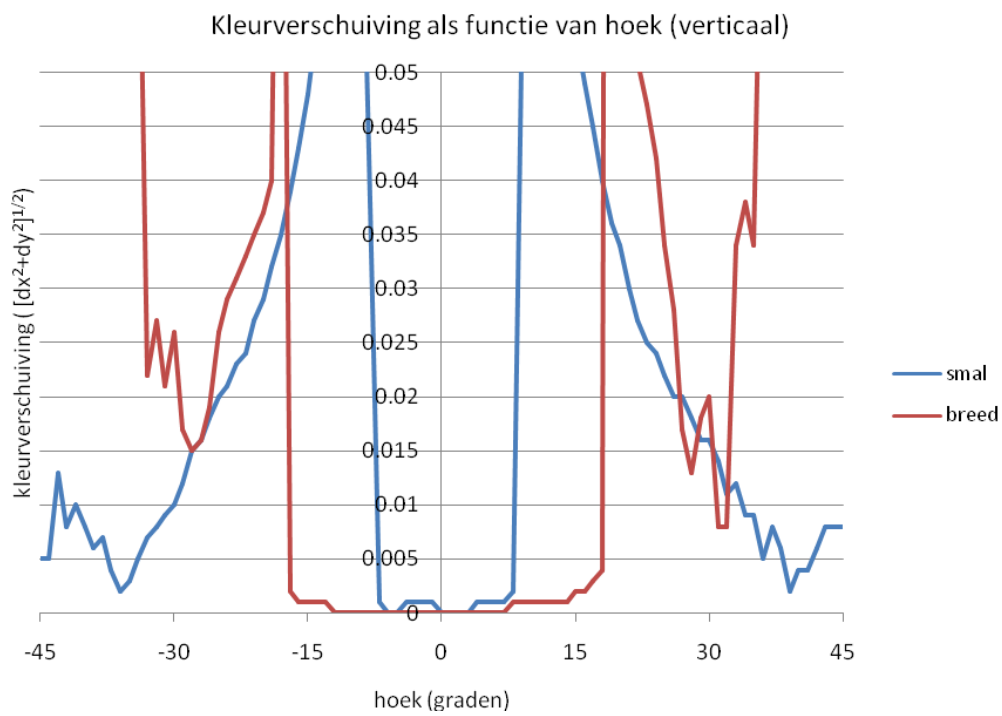
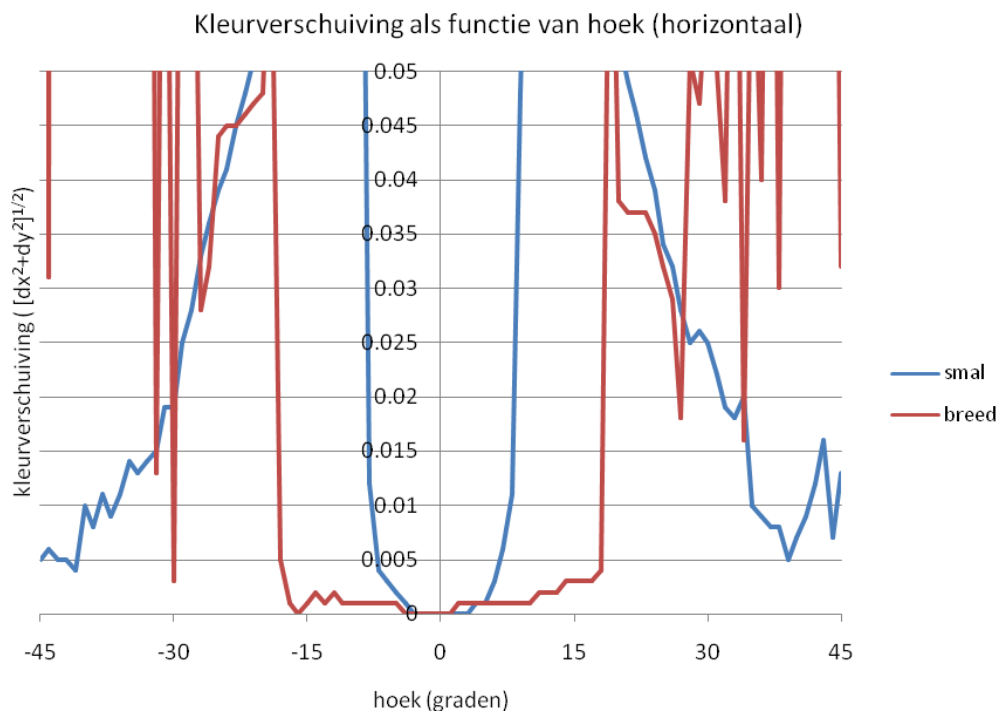
Spectrale verdeling armatuur + lamp, zonder filters



Kleureigenschappen armatuur + lamp, zonder filters

(x,y) kleurcoördinaten:	(0.442, 0.400)
Kleurweergave (Ra):	93%
Kleurtemperatuur (CCT):	2879 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



VPT EOS – 12 – RJ634SX

12.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning:	230 V
Opgenomen elektrisch vermogen:	277 W
Power factor:	0.99

12.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 13

Armatuur aanduiding: RJ Aledin LED 5800K
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 23-9-2010



Dutch
Metrology
Institute

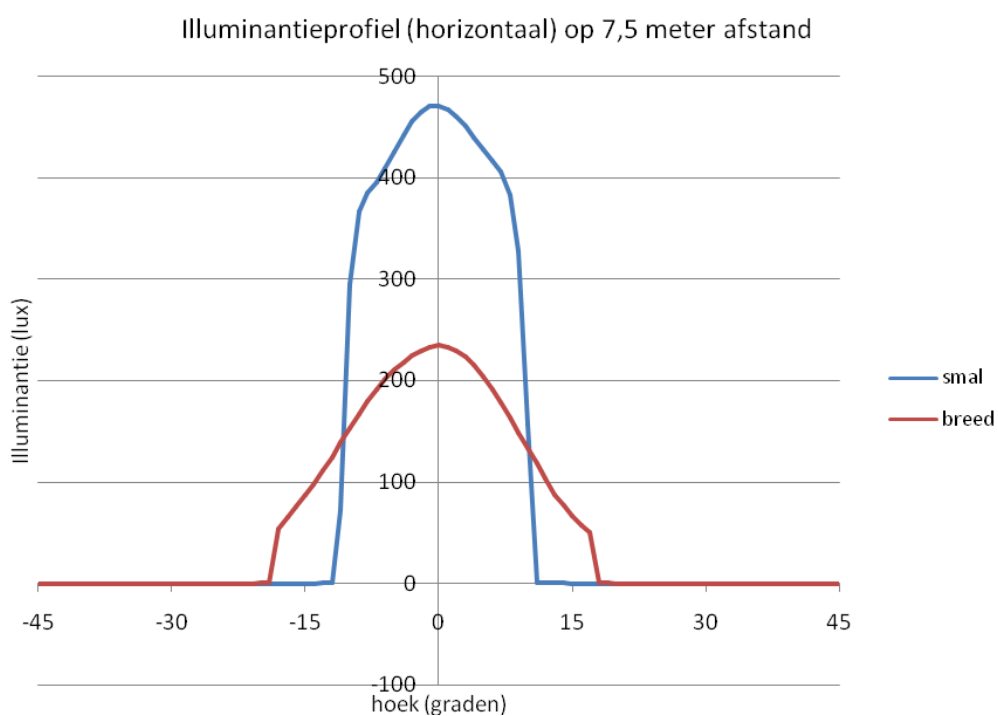


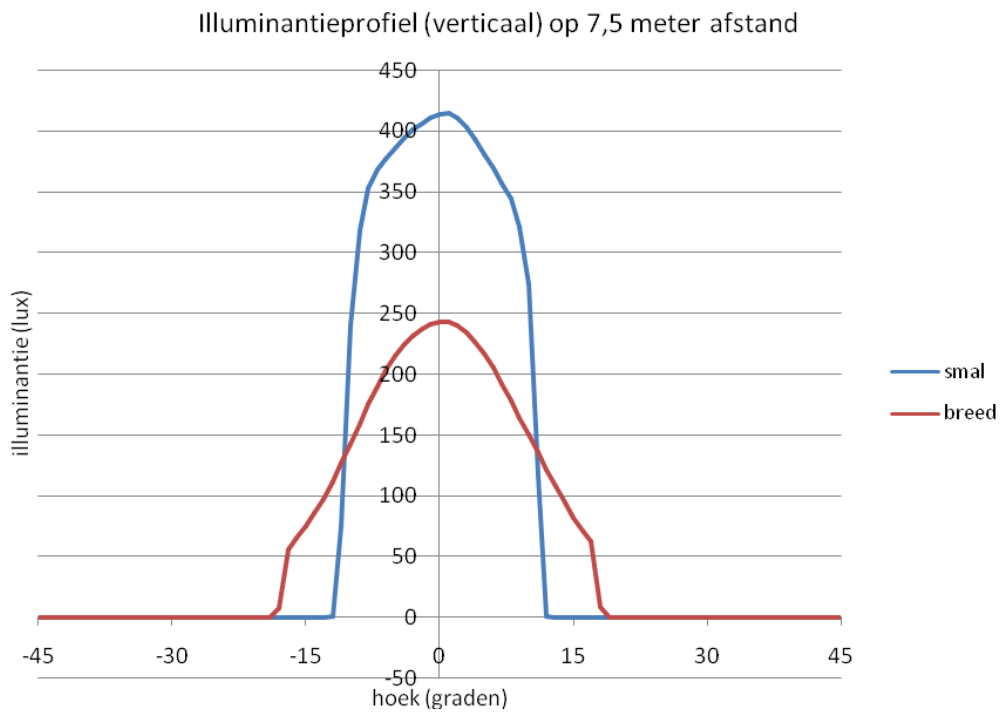
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

13.1. Illuminantie-eigenschappen

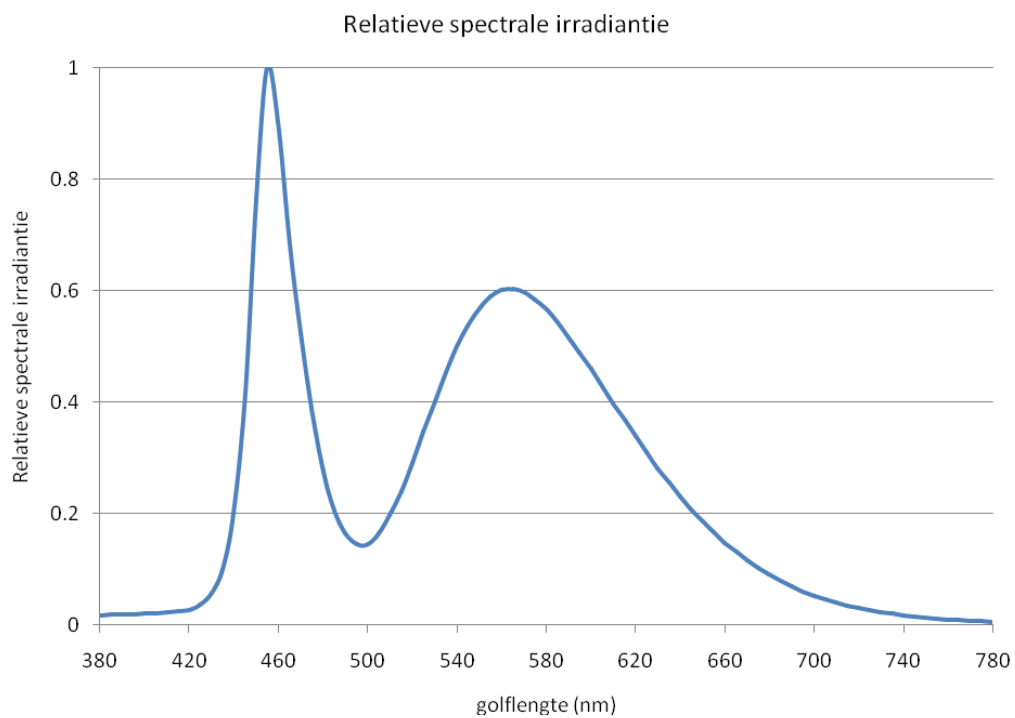
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 471 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 243 lux



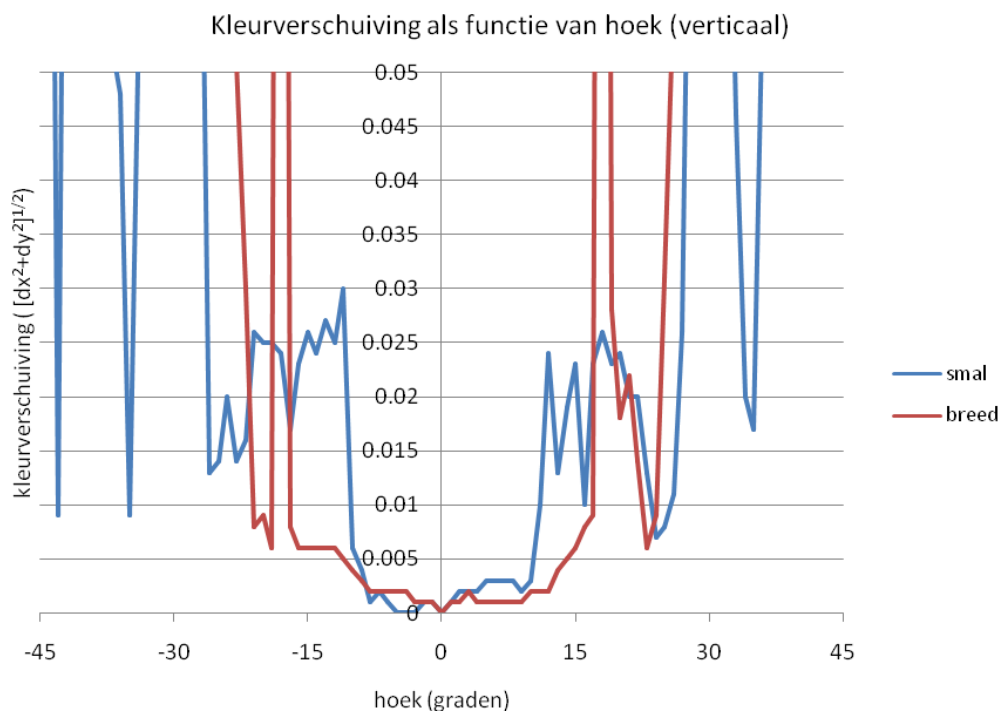
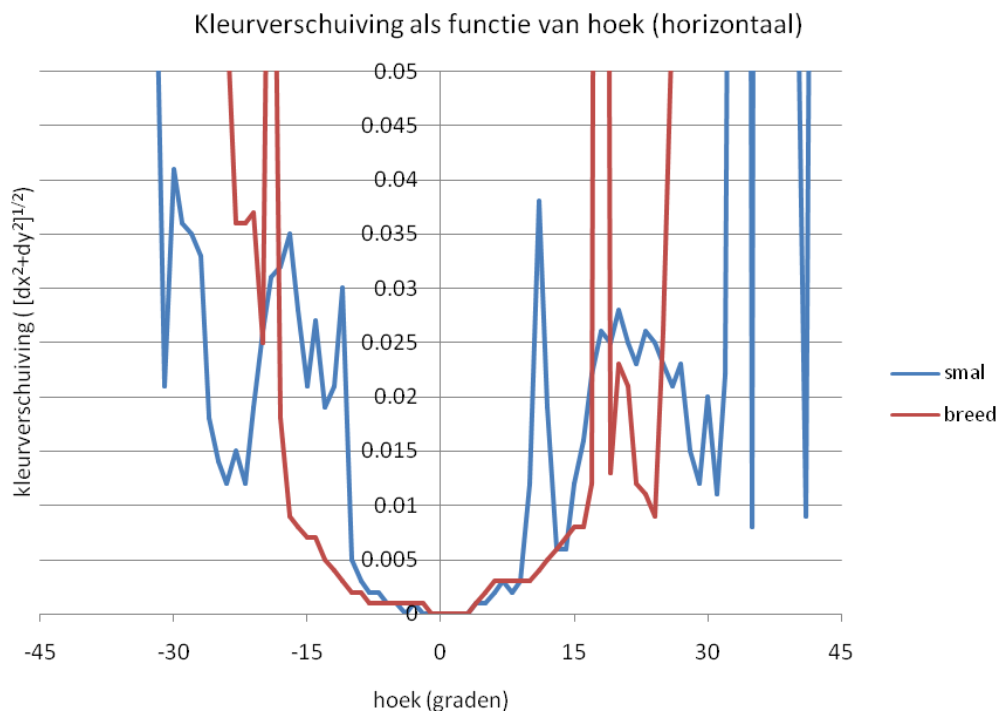


13.2. Kleur-eigenschappen



(x,y) kleurcoördinaten: (0.335, 0.345)
Kleurweergave (Ra): 70%
Kleurtemperatuur (CCT): 5375 K

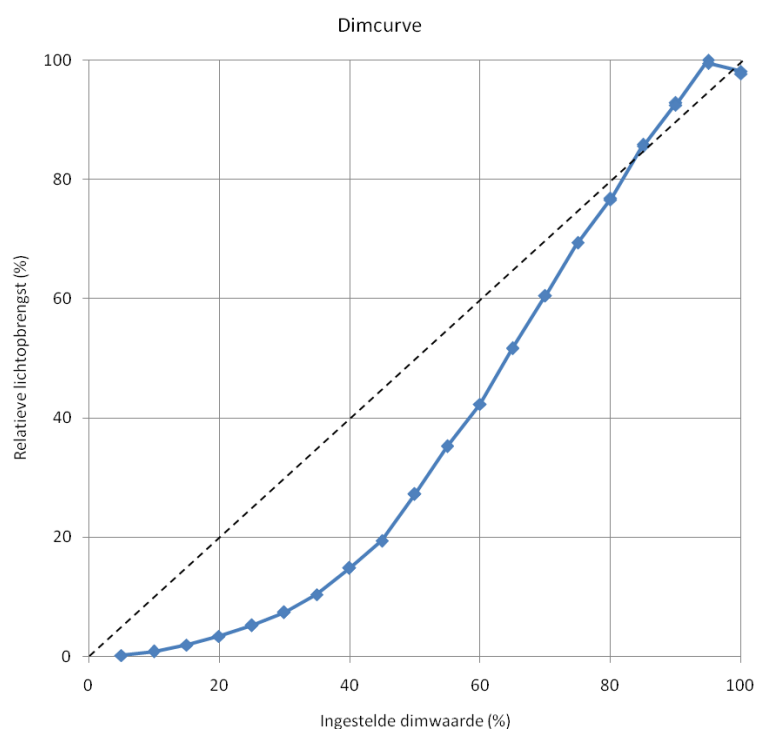
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



13.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 97 W
Power factor: 0.96

13.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen: 357 kHz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 14

Armatuur aanduiding: RJ Aledin LED 3500K
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 23-9-2010



Dutch
Metrology
Institute

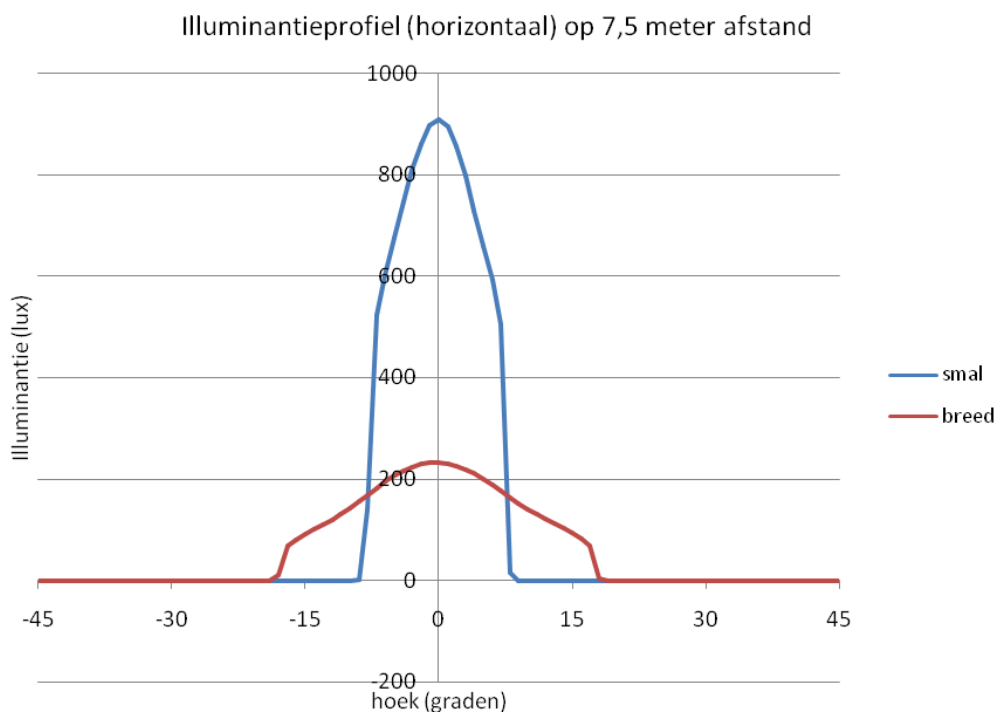


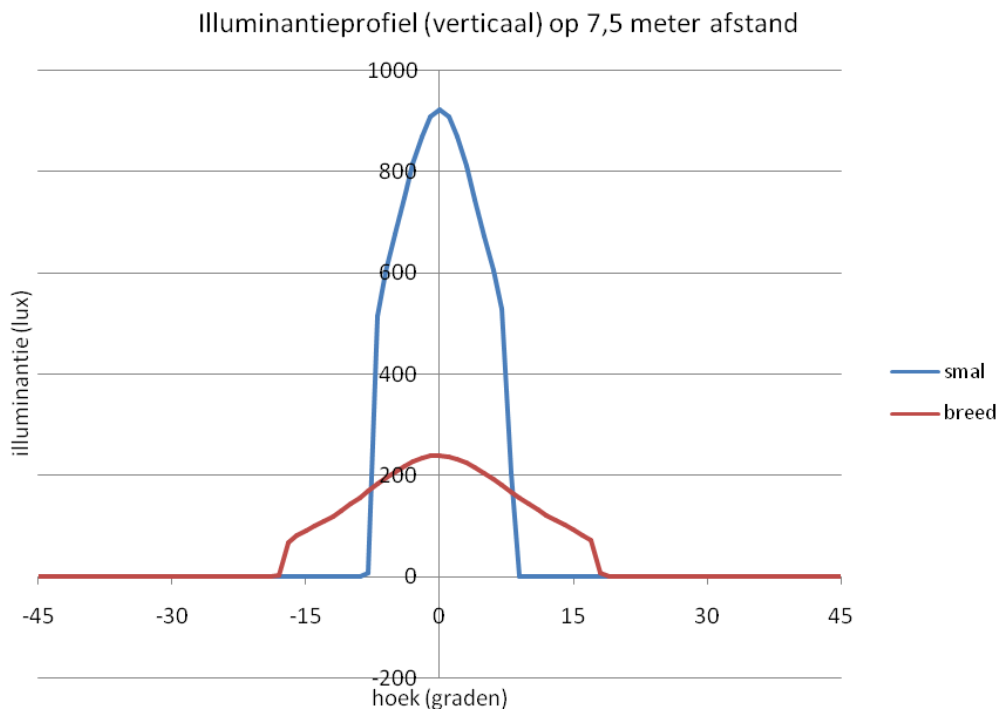
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

14.1. Illuminantie-eigenschappen

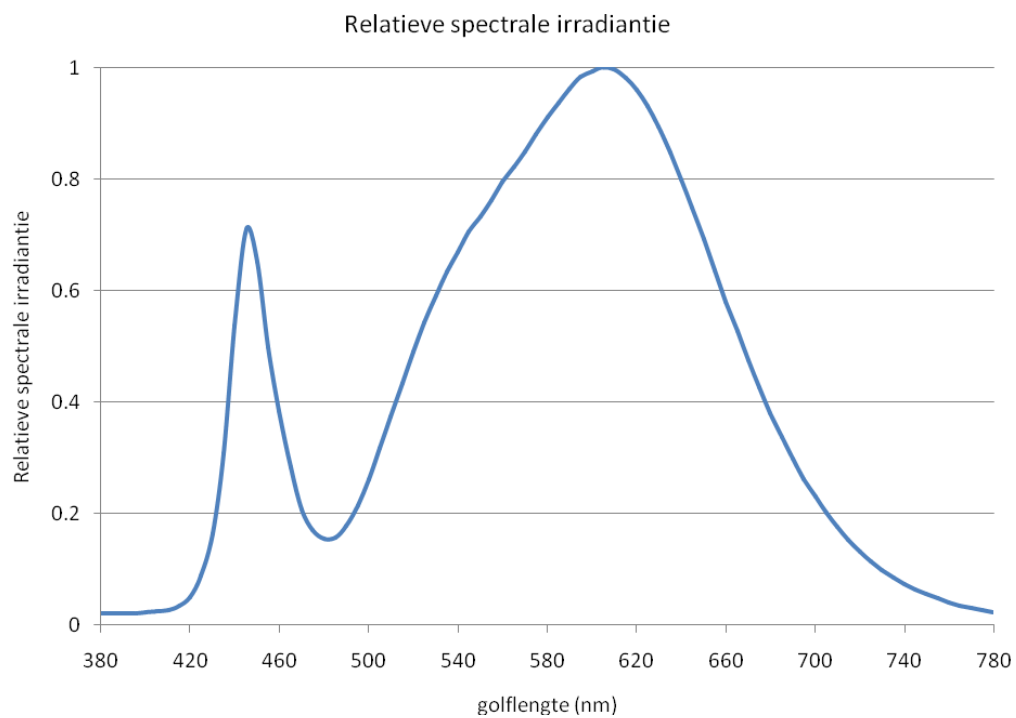
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 922 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 240 lux



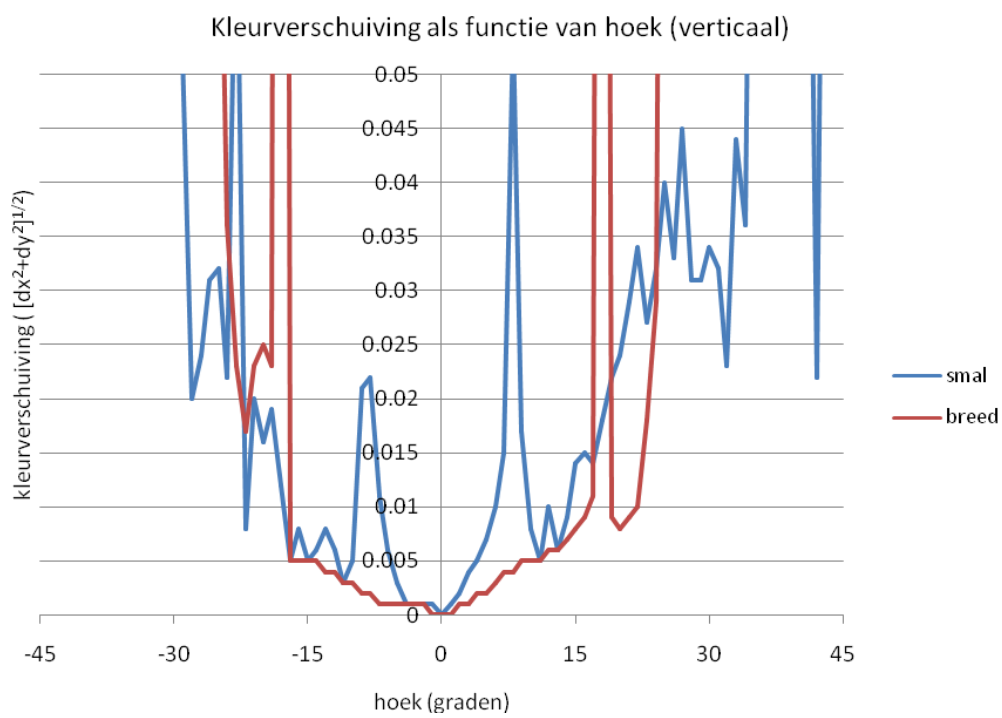
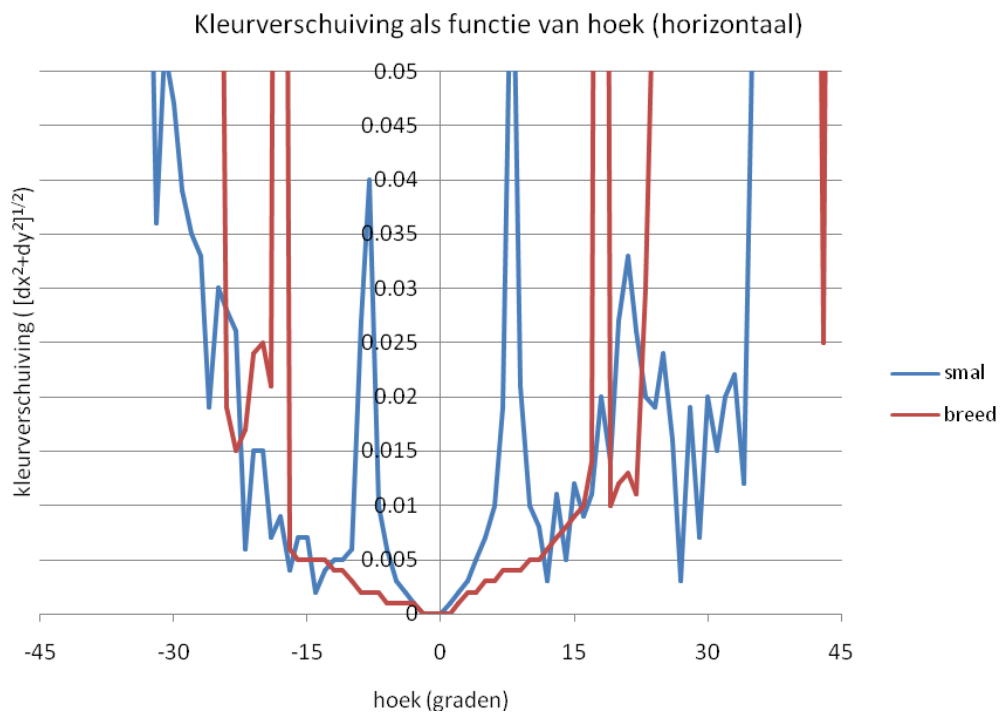


14.2. Kleur-eigenschappen



(x,y) kleurcoördinaten: (0.423, 0.391)
Kleurweergave (Ra): 82%
Kleurtemperatuur (CCT): 3144 K

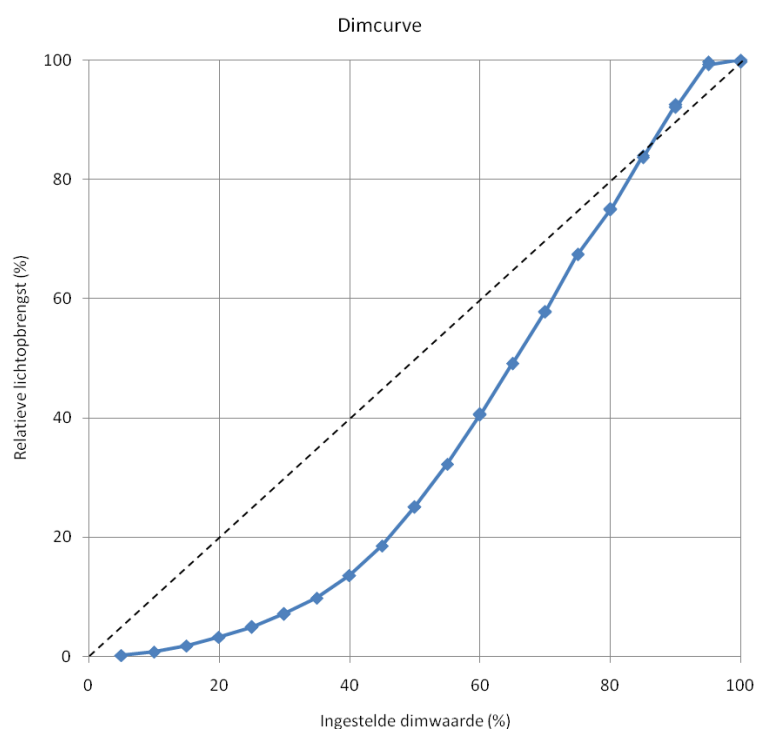
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



14.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 97 W
Power factor: 0.96

14.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen: 357 kHz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 15

Armatuur aanduiding: Reveal CW 27°
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 24-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

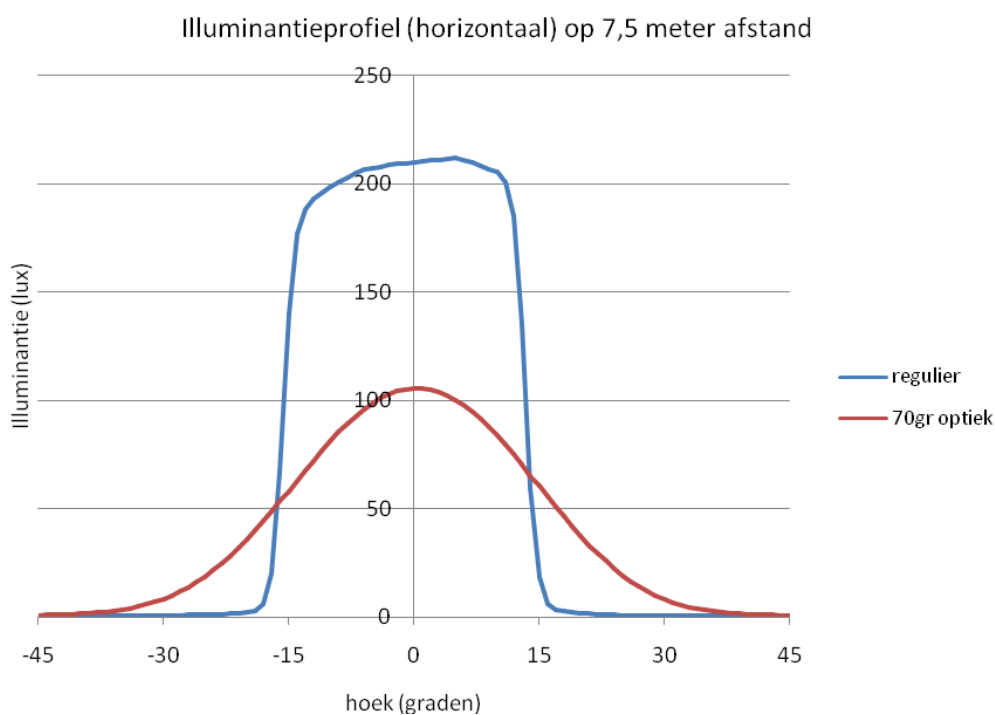
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

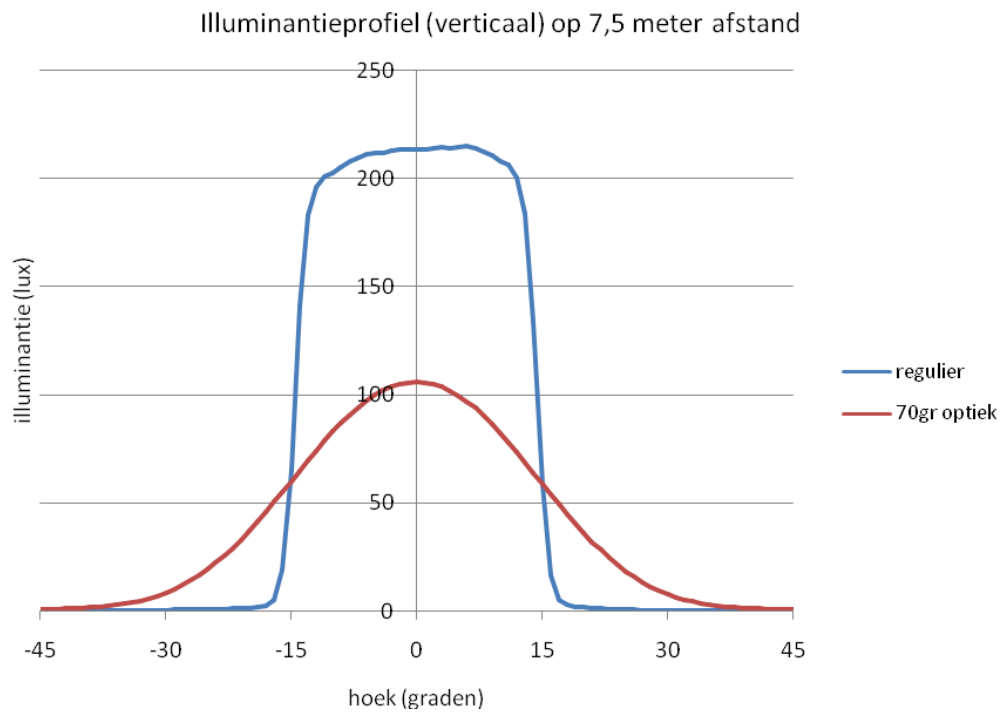
Met behulp van een bij het armatuur horende voorzetoptiek was het mogelijk een breder bundelprofiel te maken.

15.1. Illuminantie-eigenschappen (5400K)

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 215 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 106 lux



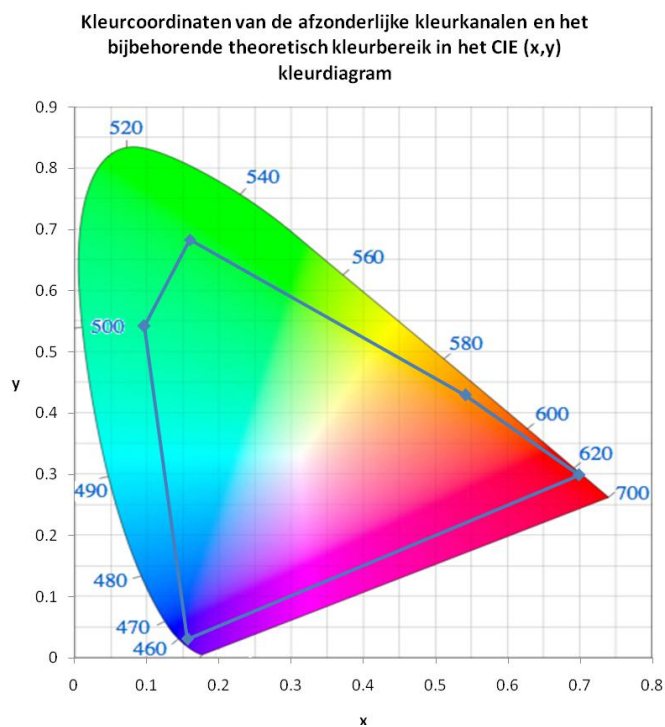


15.2. Kleur-eigenschappen

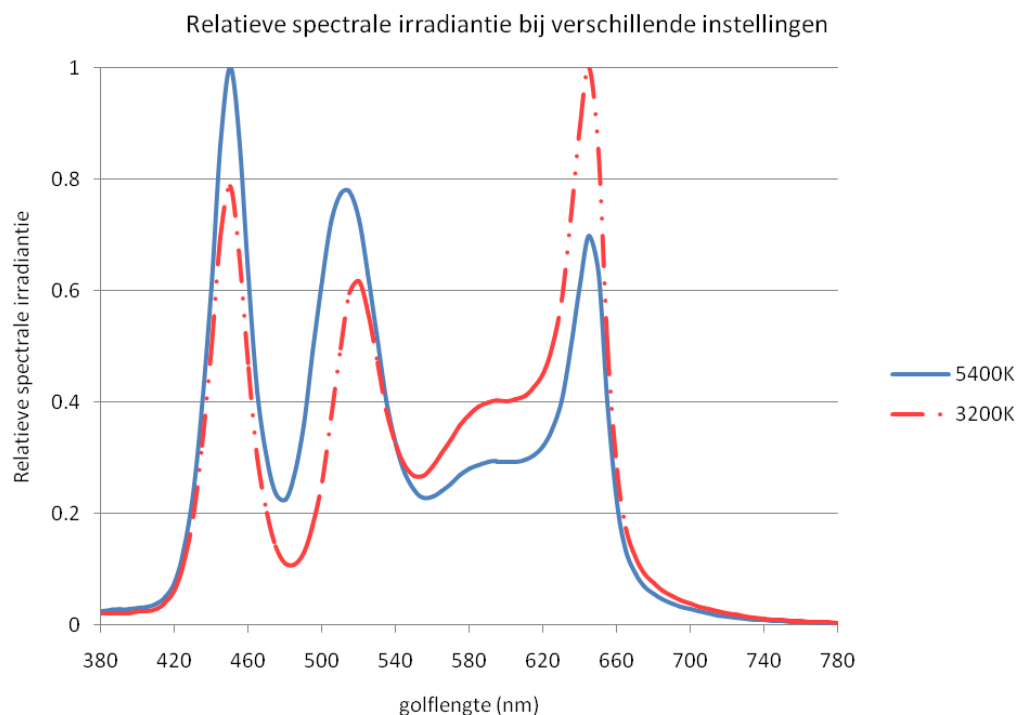
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'rood'	(0.698, 0.299)
'groen'	(0.160, 0.683)
'blauw'	(0.156, 0.031)
'cyaan'	(0.096, 0.542)
'amber'	(0.541, 0.430)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

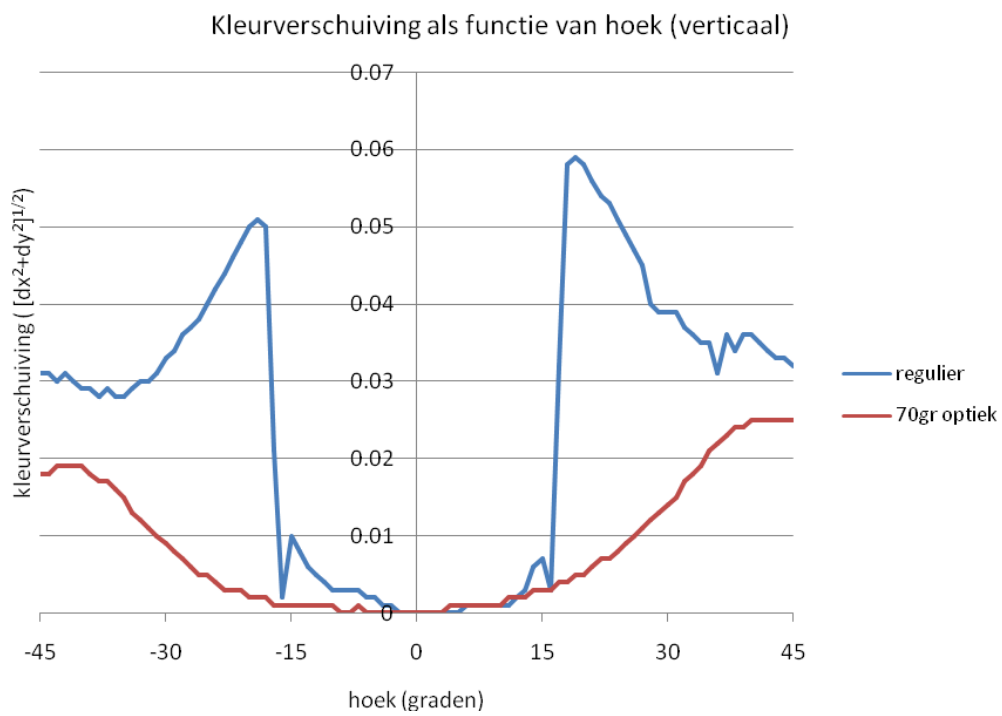
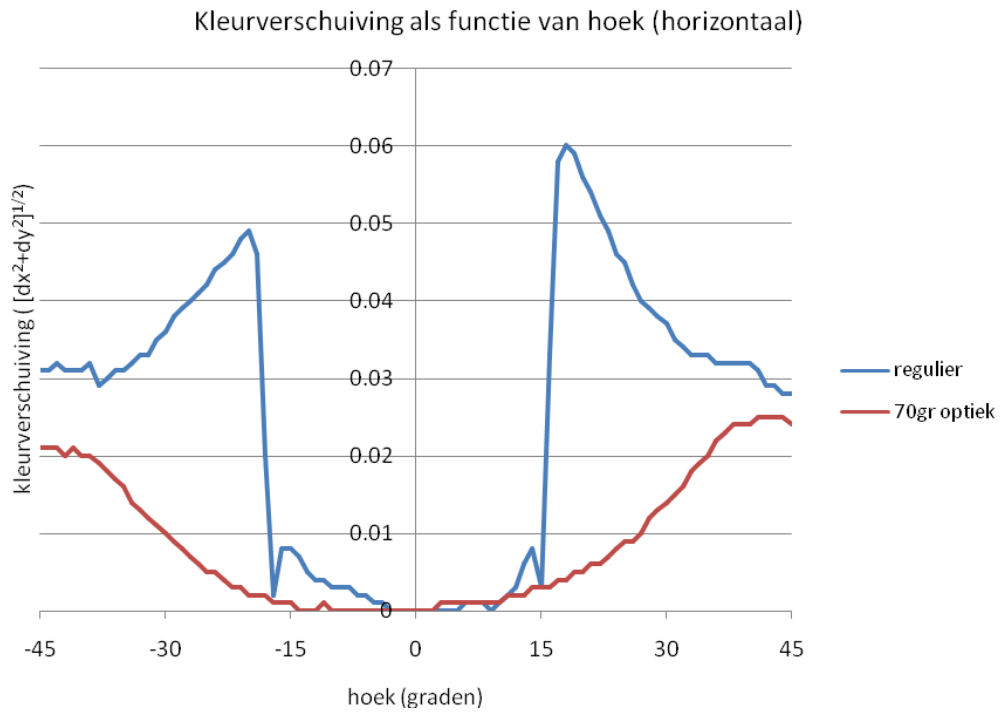
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.356, 0.329)
Kleurweergave (Ra): 77%
Kleurtemperatuur (CCT): 4454 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.286, 0.305)
Kleurweergave (Ra): 80%
Kleurtemperatuur (CCT): 8716 K

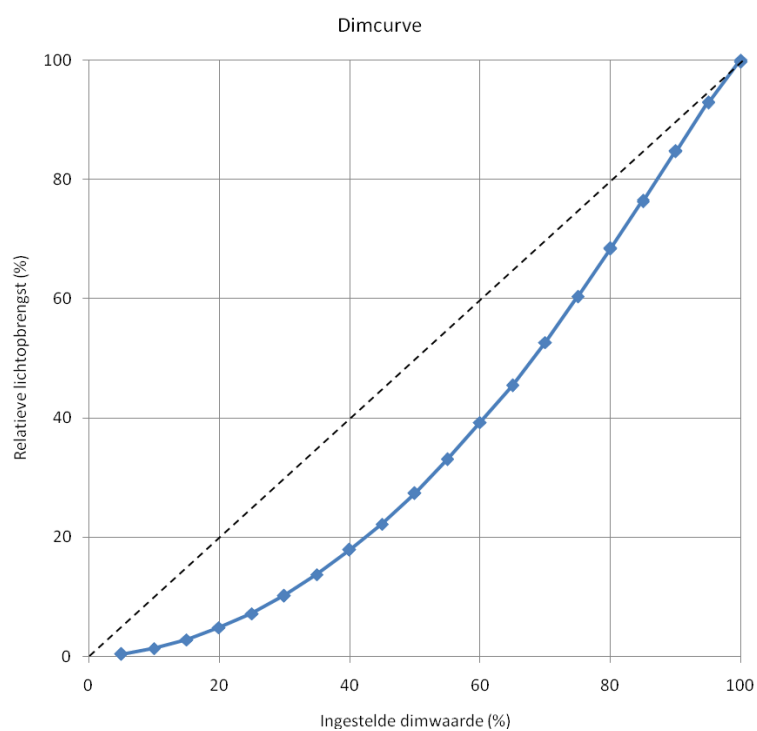
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek (5400K)



15.3. Elektrische eigenschappen (5400K)

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 175 W
Power factor: 0.94

15.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 300 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 16

Armatuur aanduiding: Varilite VLX
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 24-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



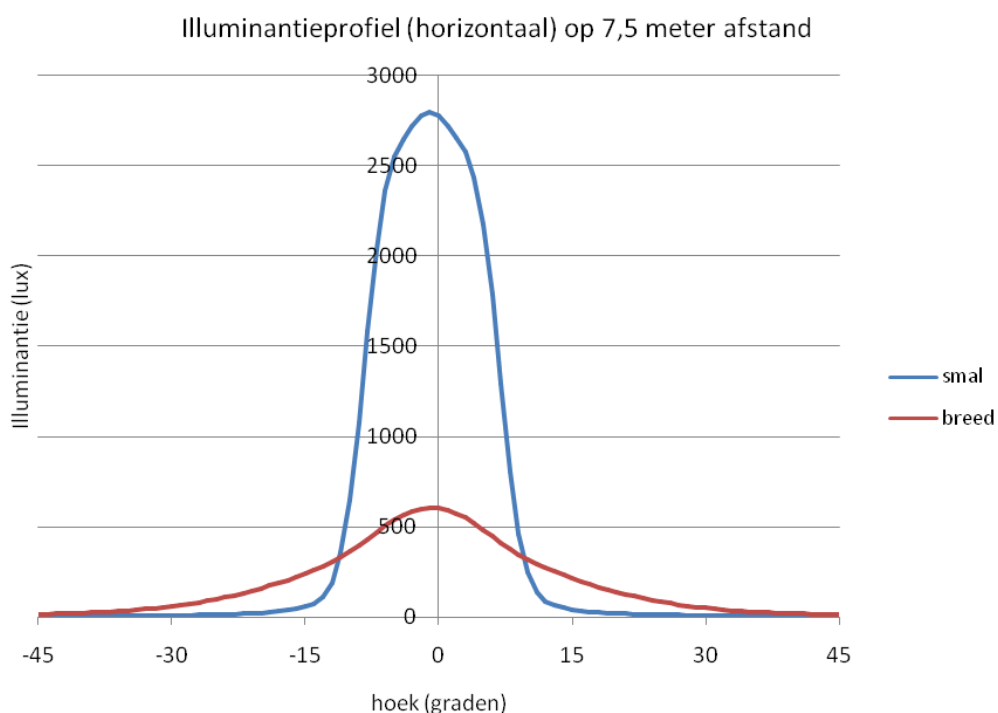
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

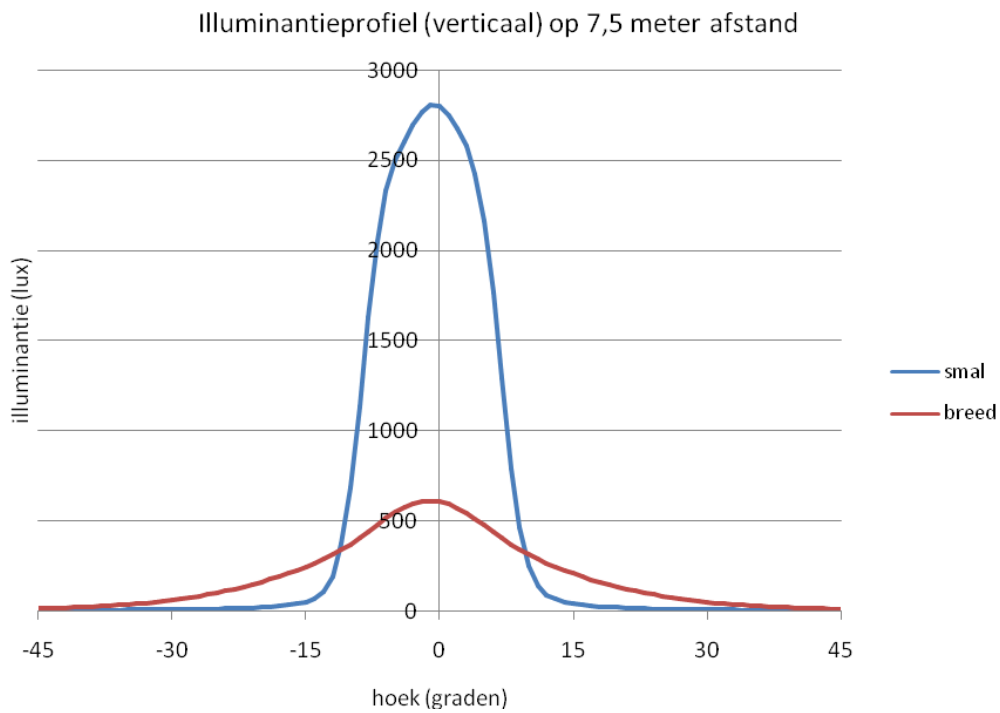
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

16.1. Illuminantie-eigenschappen (5400K)

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 2805 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 611 lux



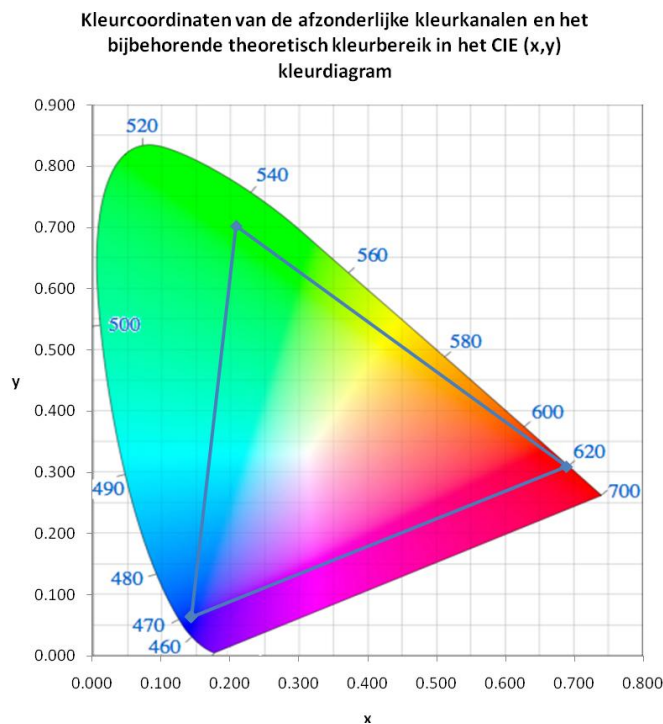


16.2. Kleur-eigenschappen

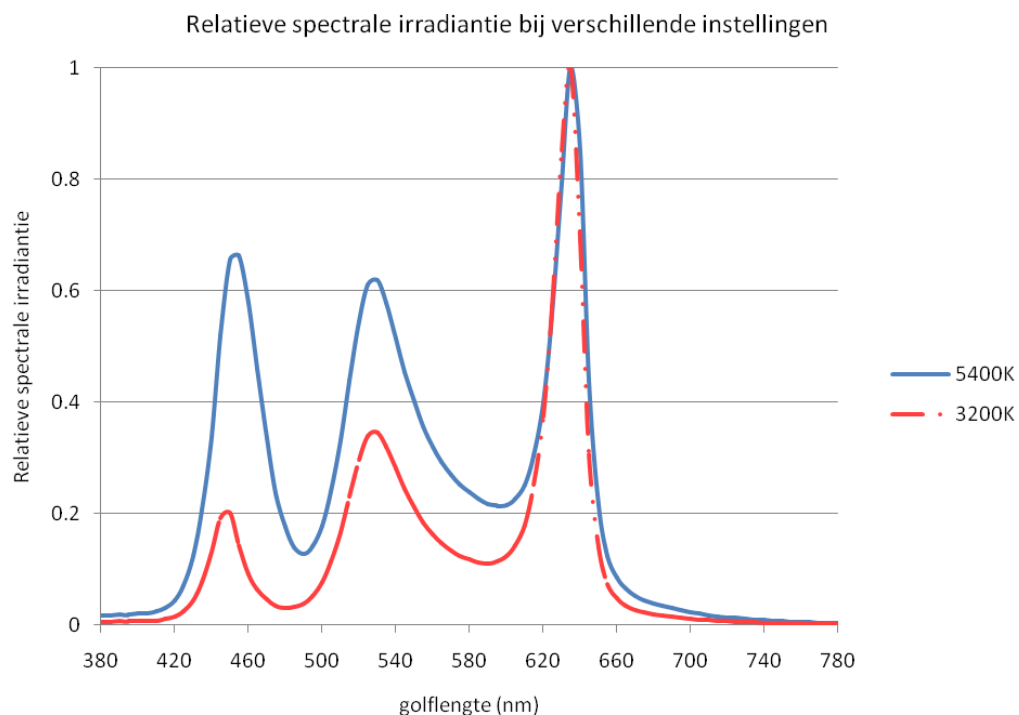
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.144, 0.064)
'groen'	(0.209, 0.703)
'rood'	(0.688, 0.309)
'wit'	(0.318, 0.328)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

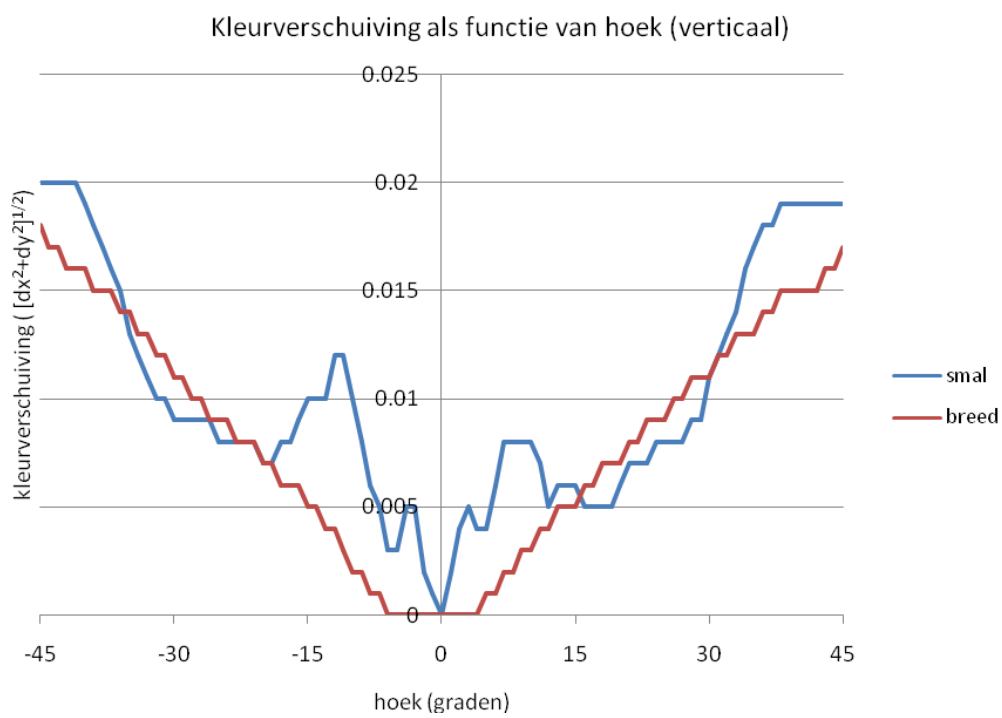
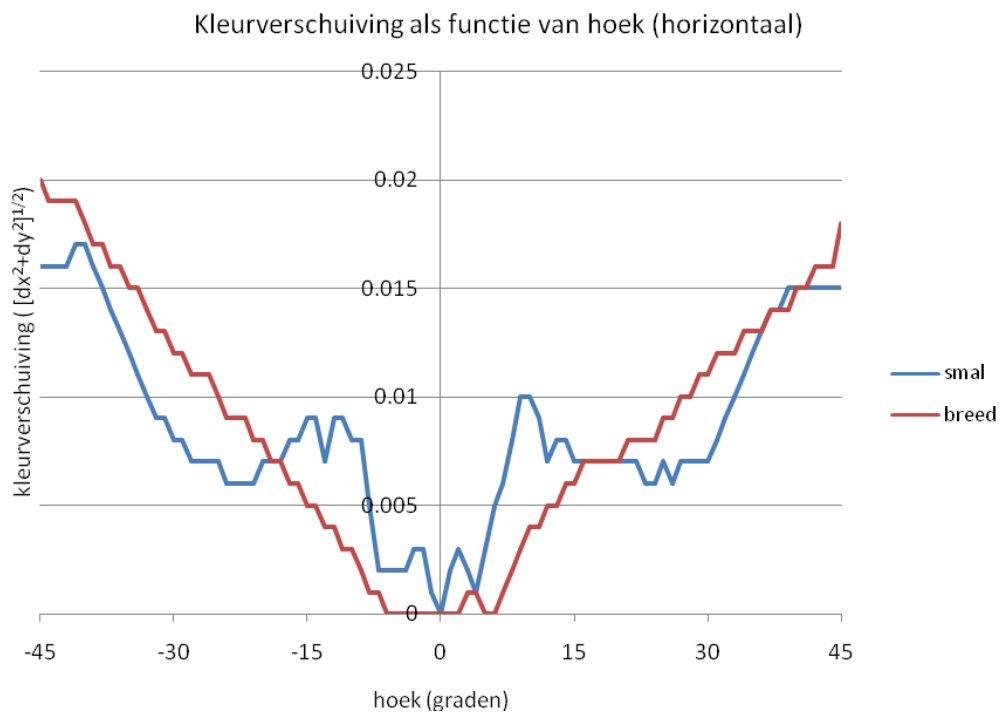
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.421, 0.403)
Kleurweergave (Ra): 62%
Kleurtemperatuur (CCT): 3284 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.327, 0.345)
Kleurweergave (Ra): 80%
Kleurtemperatuur (CCT): 5743 K

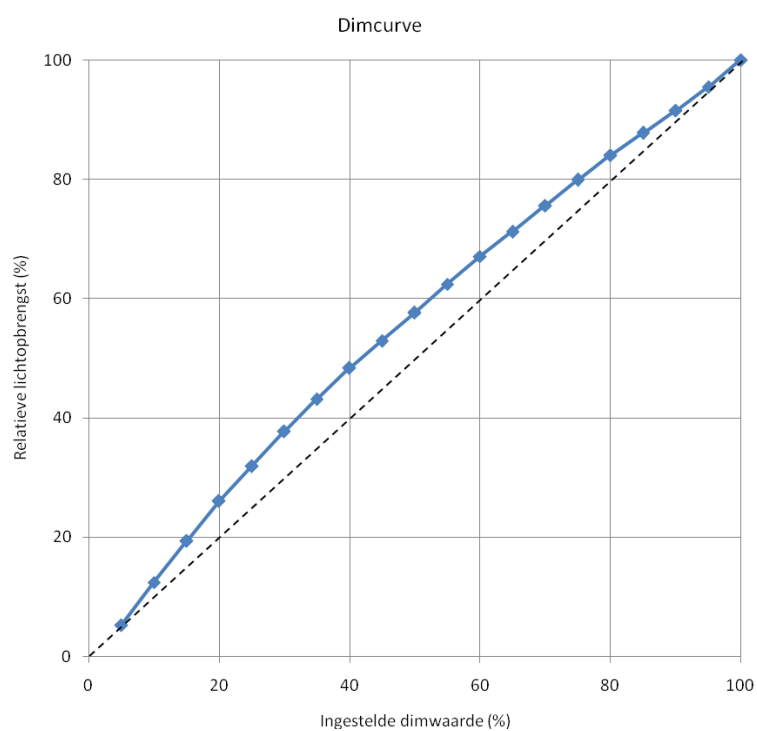
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek (5400K)



16.3. Elektrische eigenschappen (5400K)

Voedingsspanning: 229 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 851 W
Power factor: 0.97

16.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen ('white'): 30 kHz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 17

Armatuur aanduiding: Selador Ice
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 27-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

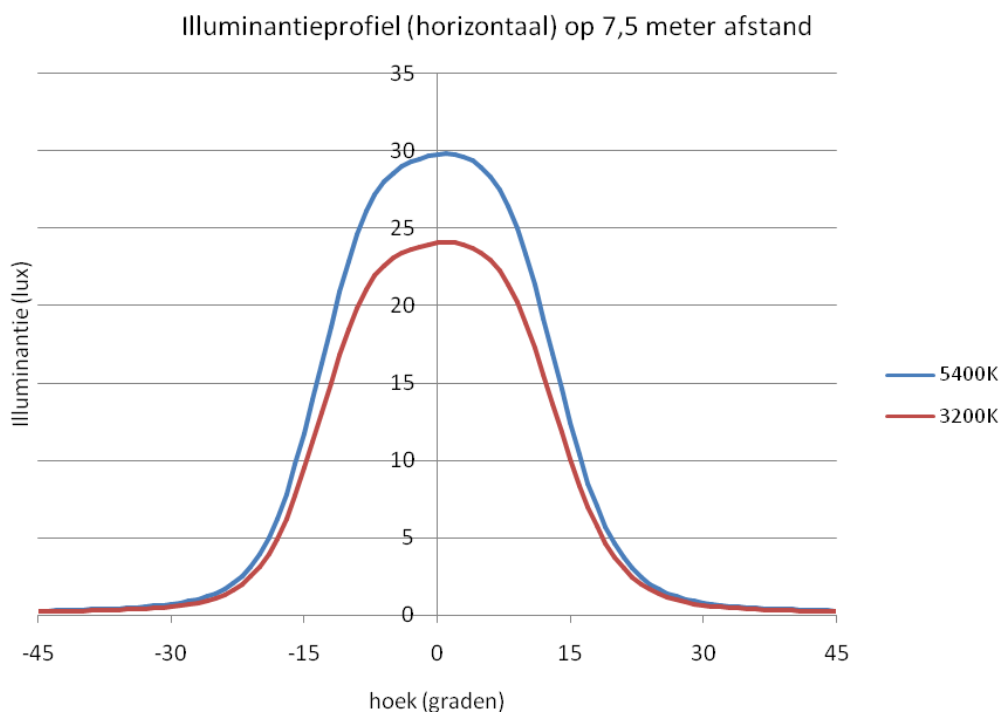
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

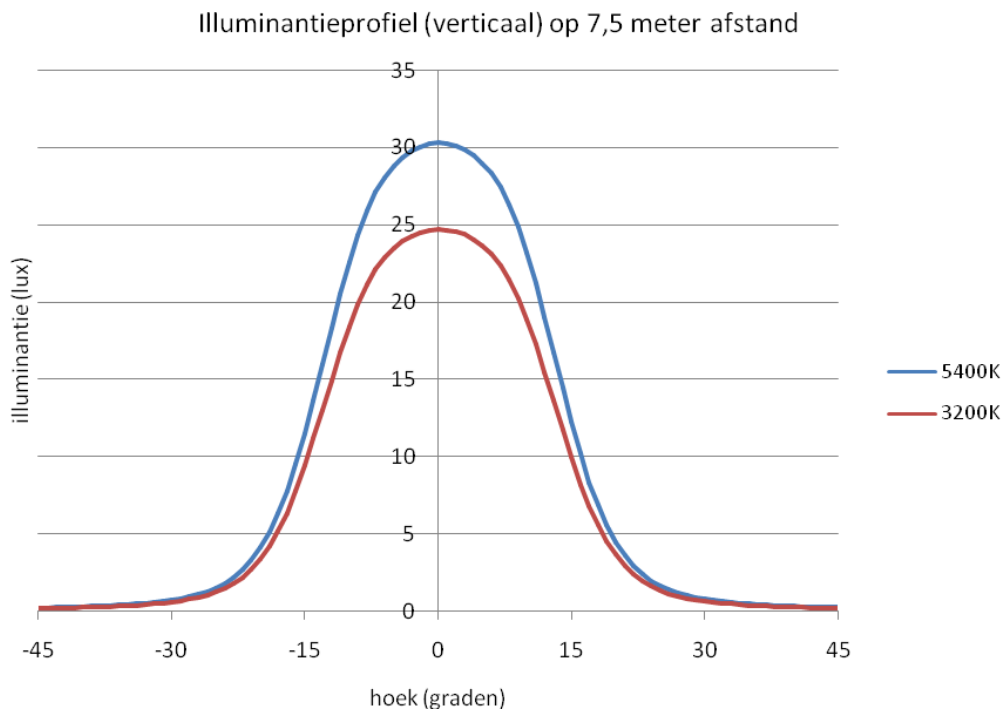
Om een openingshoek van circa 25° te maken is gebruik gemaakt van een bijbehorende Fresnel voorzetoptiek.

17.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 25 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 30 lux



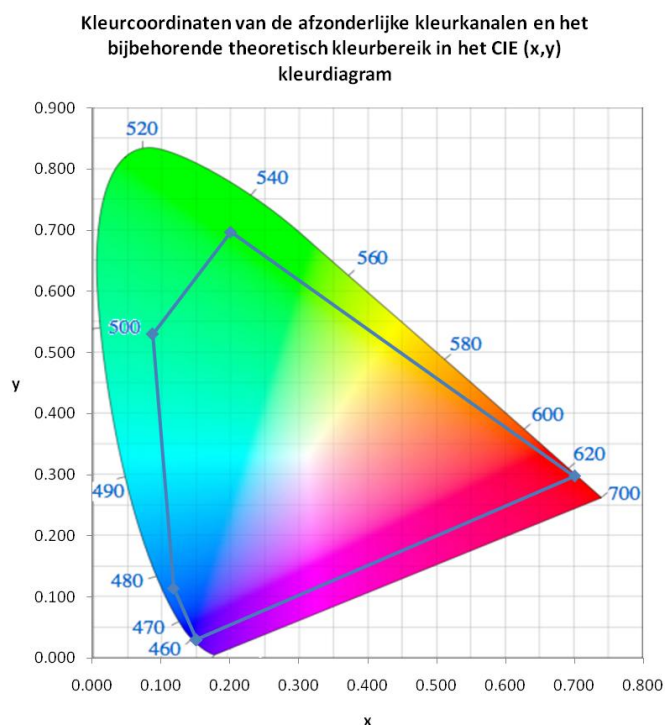


17.2. Kleur-eigenschappen

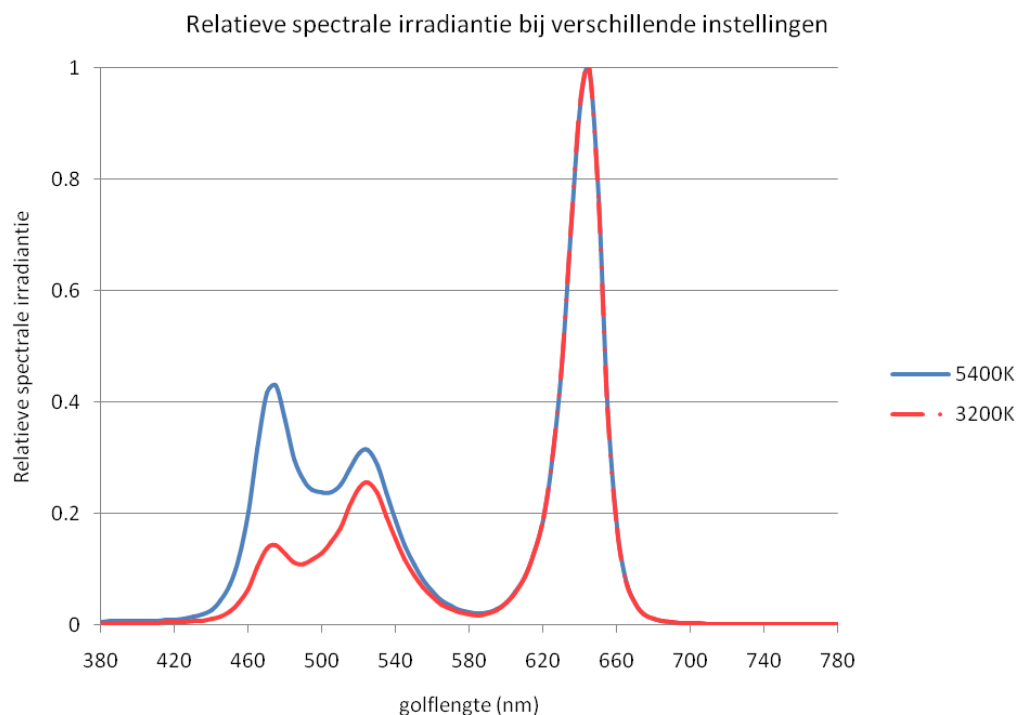
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'indigo'	(0.151, 0.030)
'blauw'	(0.118, 0.114)
'cyaan'	(0.088, 0.530)
'groen'	(0.201, 0.697)
'rood'	(0.700, 0.298)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

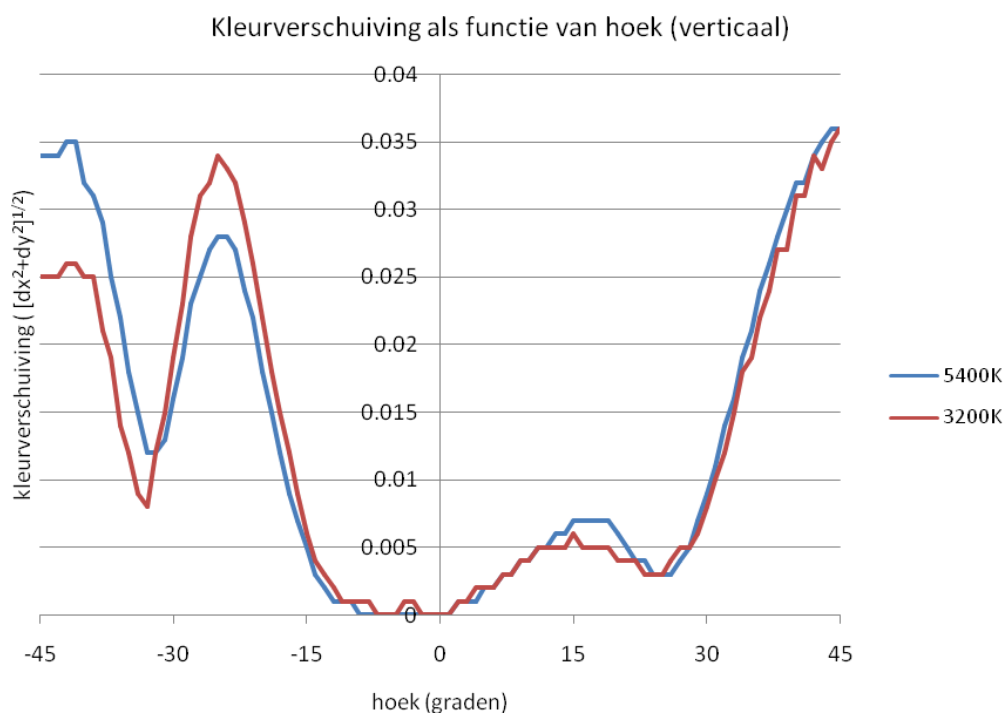
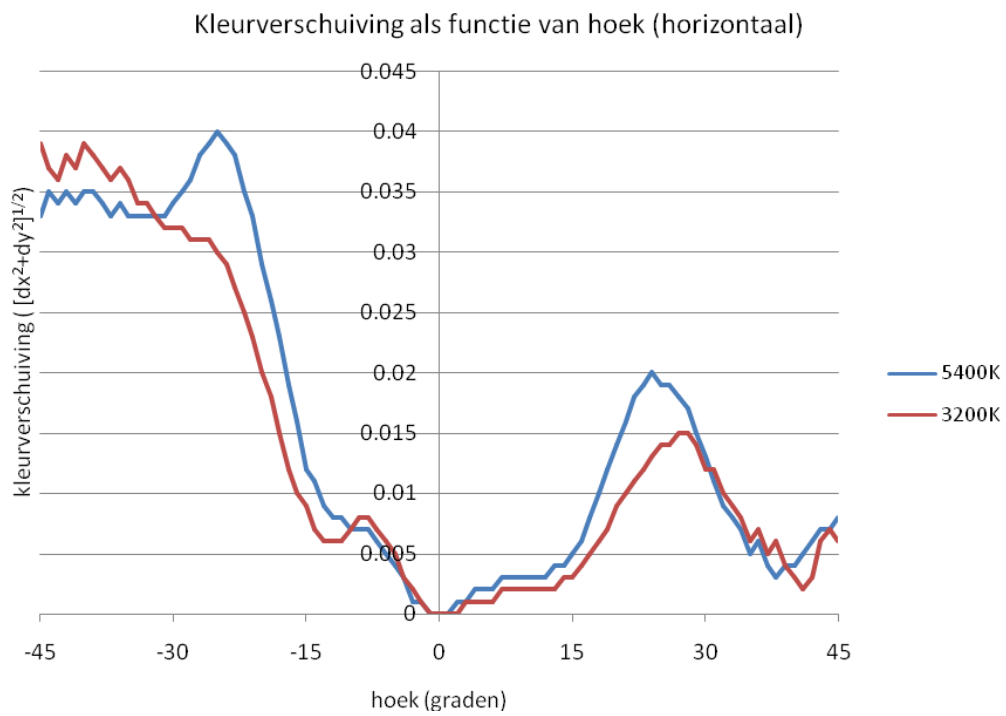
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.433, 0.396)
Kleurweergave (Ra): 8%
Kleurtemperatuur (CCT): 2997 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.340, 0.342)
Kleurweergave (Ra): 13%
Kleurtemperatuur (CCT): 5163 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



17.3. Elektrische eigenschappen

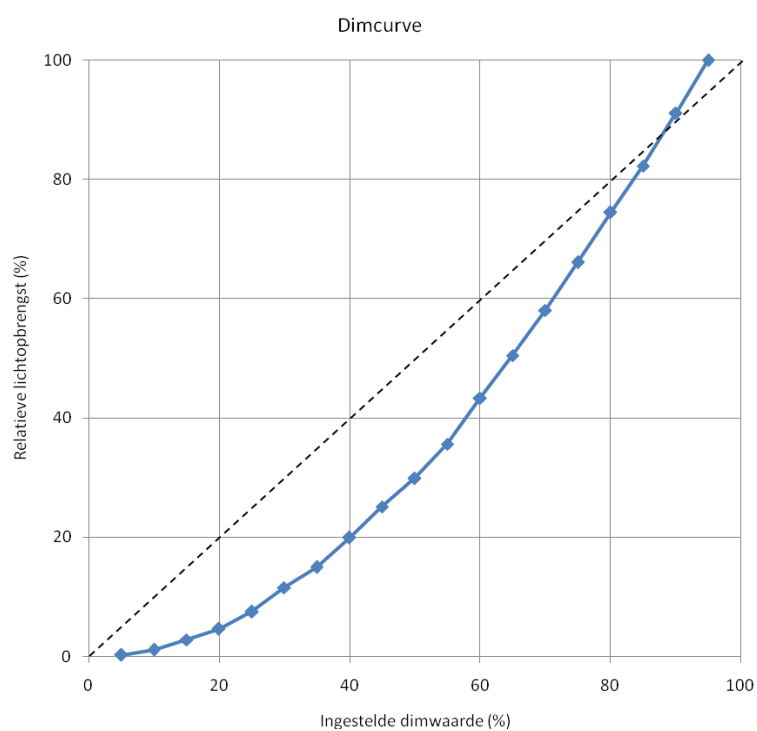
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 34 W
Power factor: 0.50

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 39 W
Power factor: 0.54

17.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen: 1250 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 18

Armatuur aanduiding: Selador Vivid-R
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 27-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

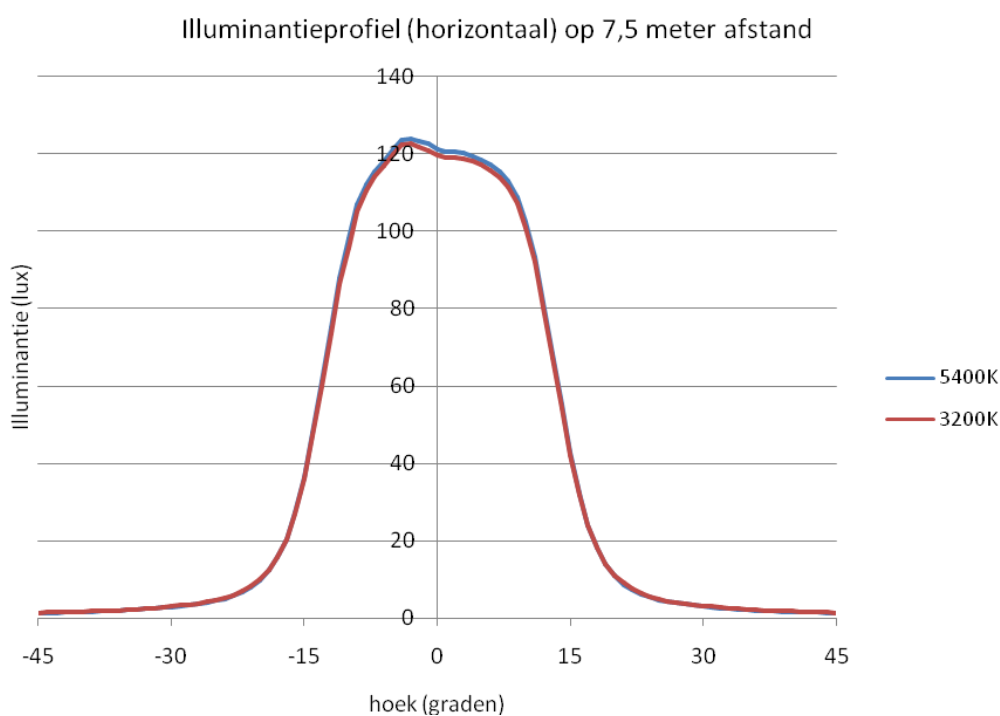
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

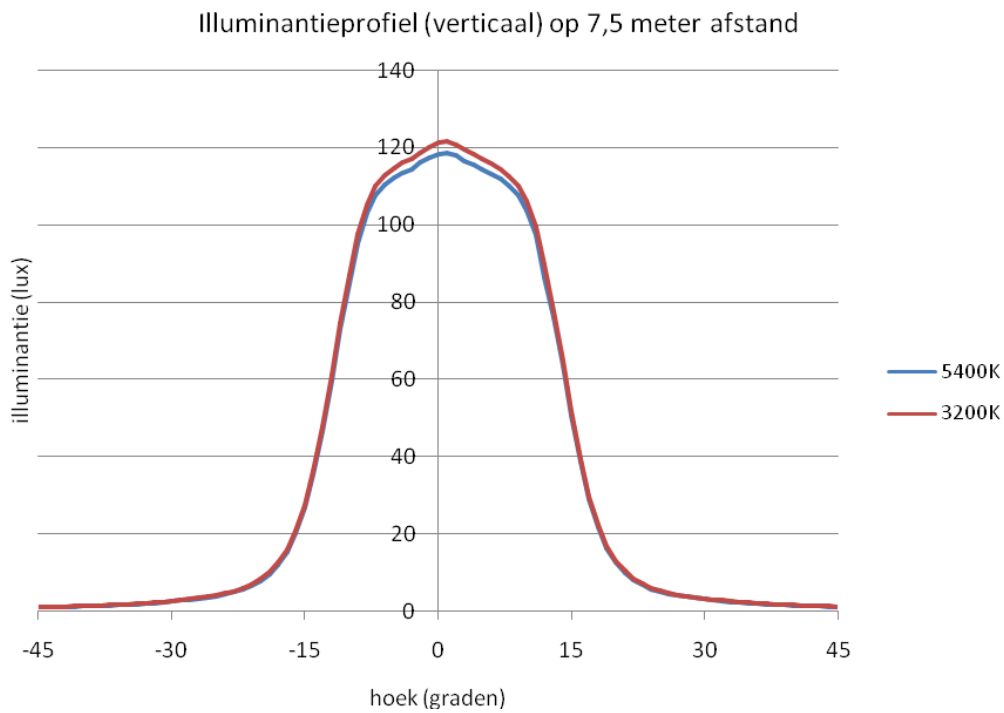
Om een openingshoek van circa 25° te maken is gebruik gemaakt van een bijbehorende Fresnel voorzetoptiek.

18.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 122 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 124 lux



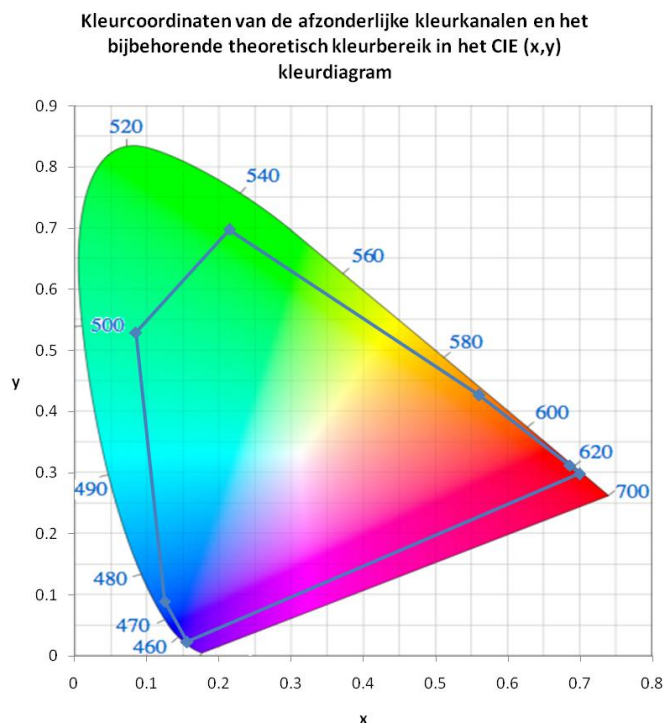


18.2. Kleur-eigenschappen

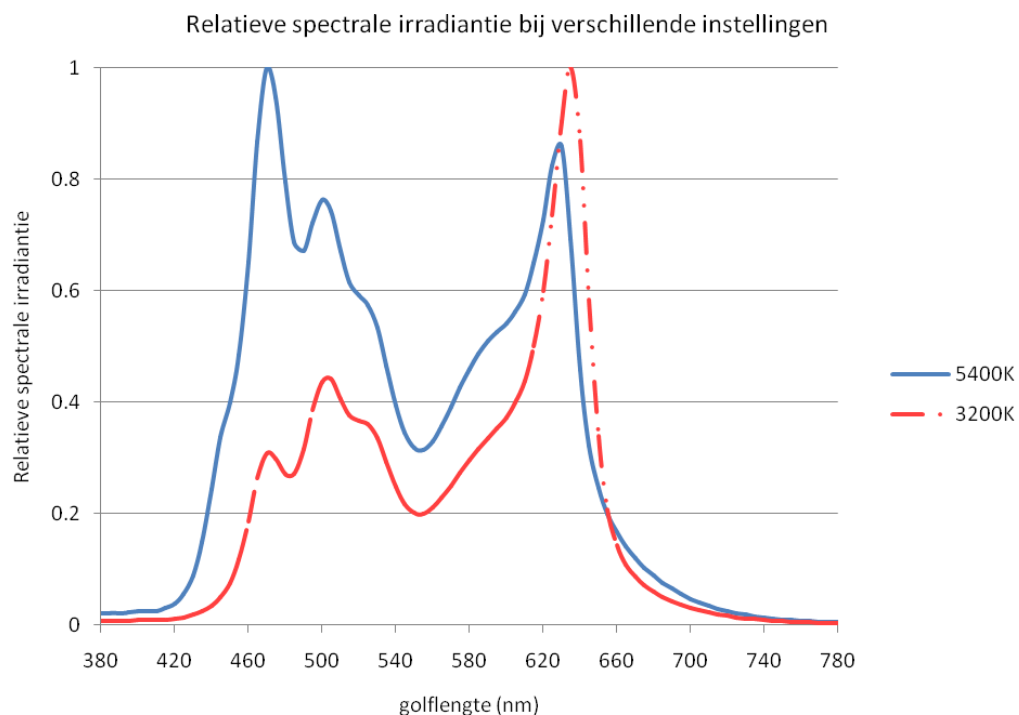
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'amber'	(0.561, 0.427)
'blauw'	(0.125, 0.089)
'cyaan'	(0.085, 0.529)
'groen'	(0.215, 0.697)
'indigo'	(0.156, 0.023)
'rood'	(0.699, 0.298)
'oranje-rood'	(0.685, 0.312)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

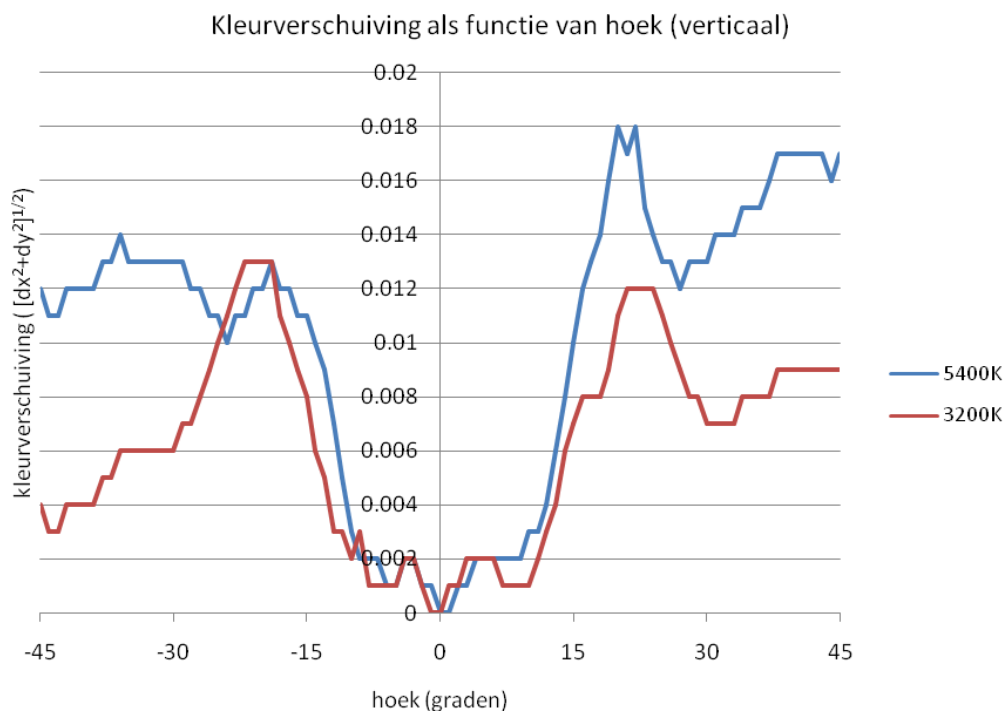
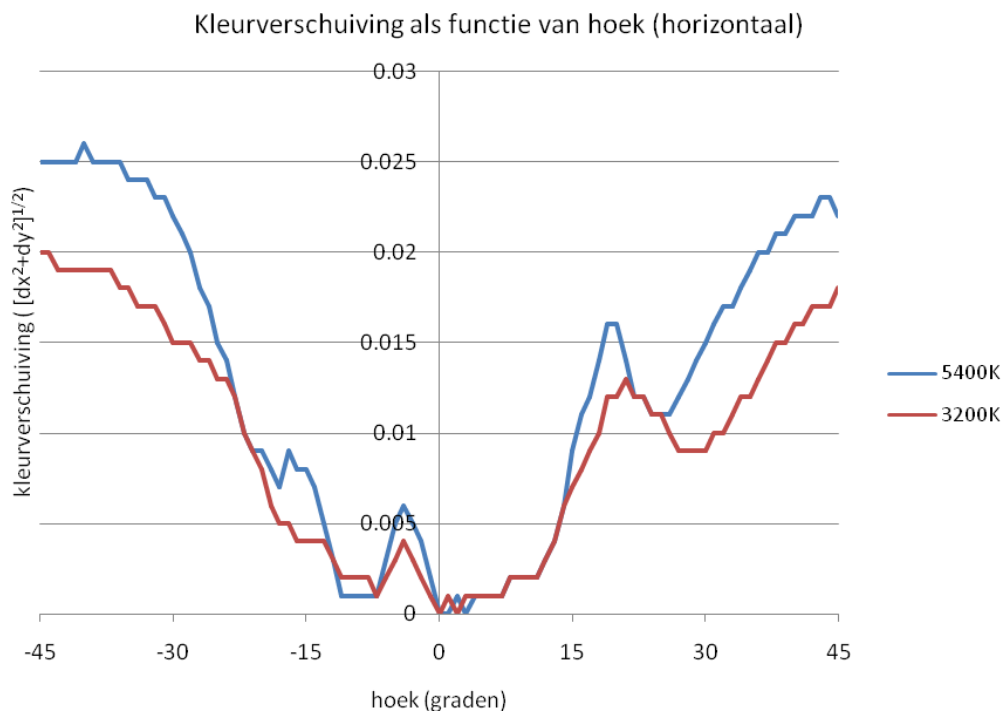
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.428, 0.399)
Kleurweergave (Ra): 67%
Kleurtemperatuur (CCT): 3113 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.336, 0.341)
Kleurweergave (Ra): 72%
Kleurtemperatuur (CCT): 5357 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



18.3. Elektrische eigenschappen

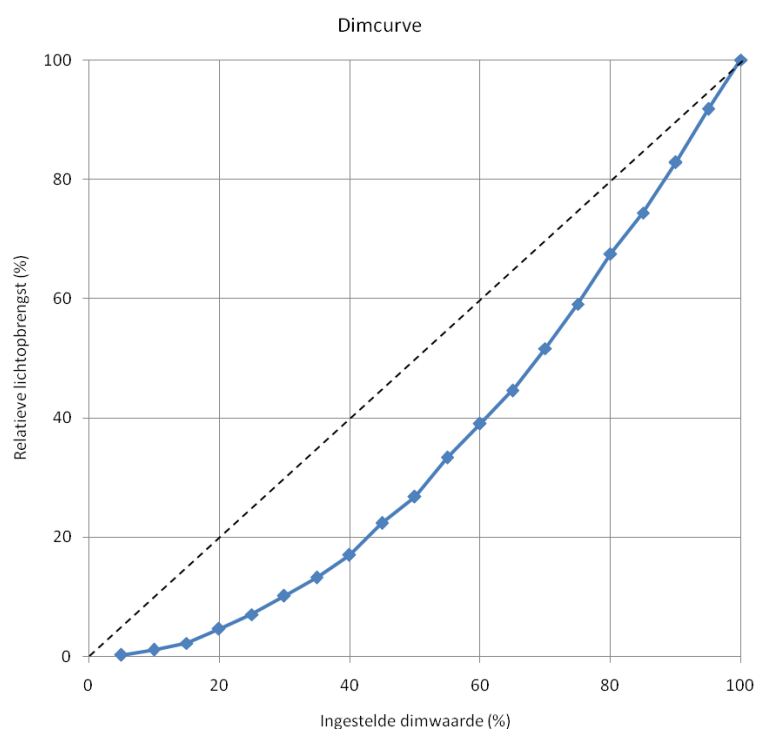
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 87 W
Power factor: 0.74

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 80 W
Power factor: 0.68

18.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 1250 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 19

Armatuur aanduiding: Selador Vivid Fire
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 28-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

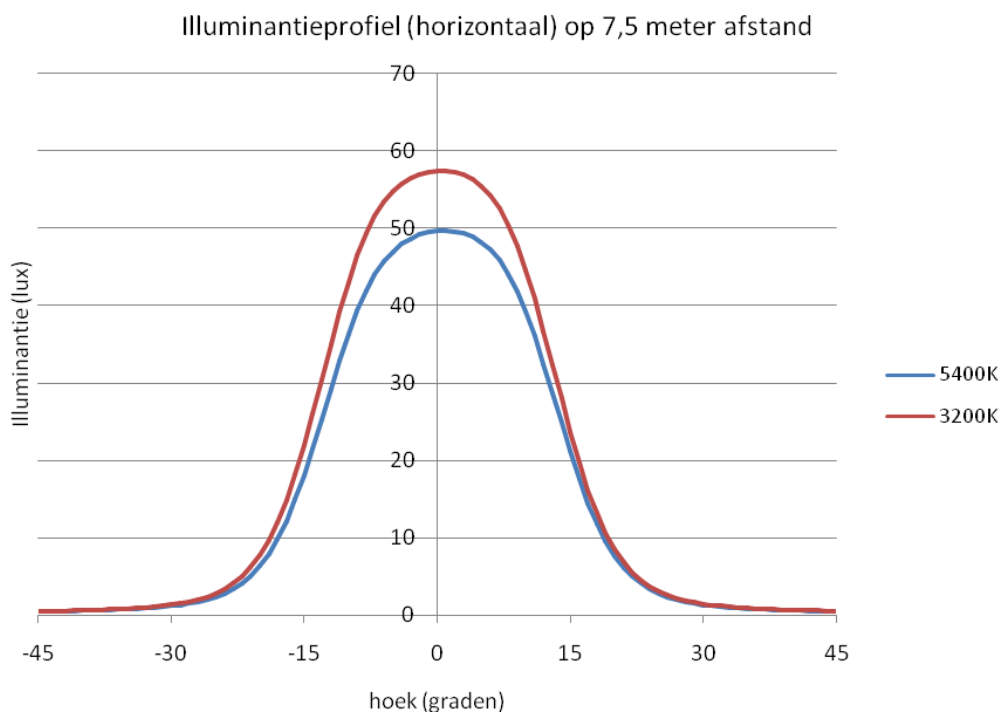
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

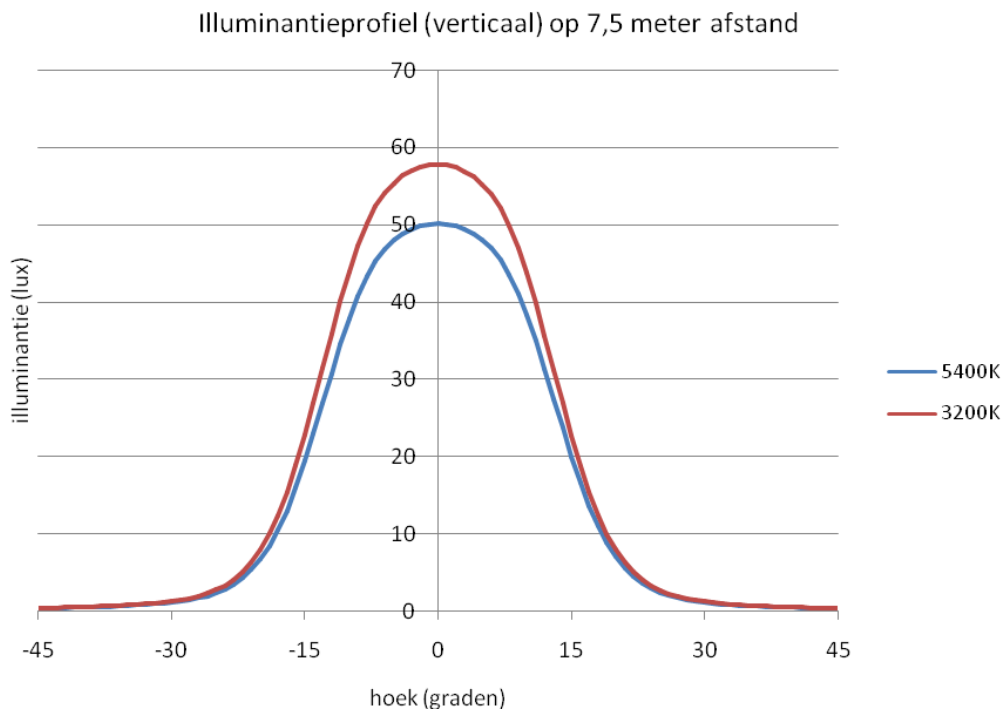
Om een openingshoek van circa 25° te maken is gebruik gemaakt van een bijbehorende Fresnel voorzetoptiek.

19.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 58 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 50 lux



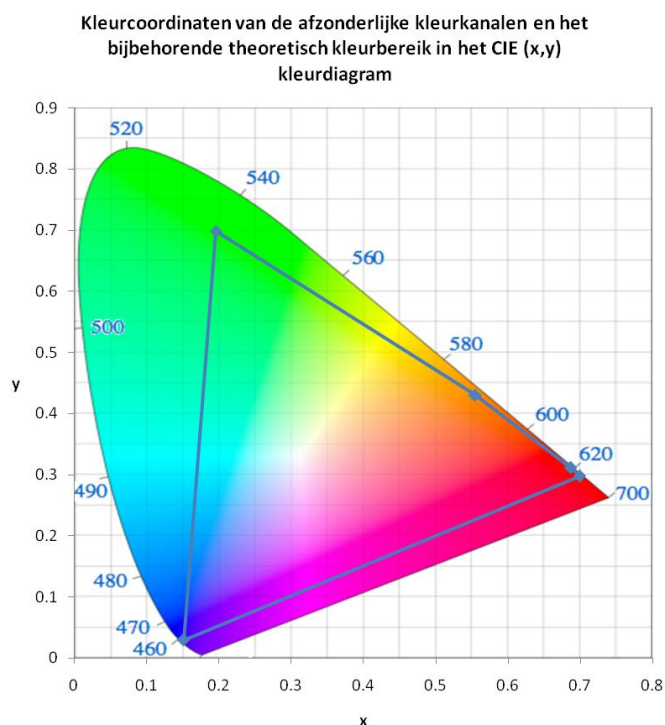


19.2. Kleur-eigenschappen

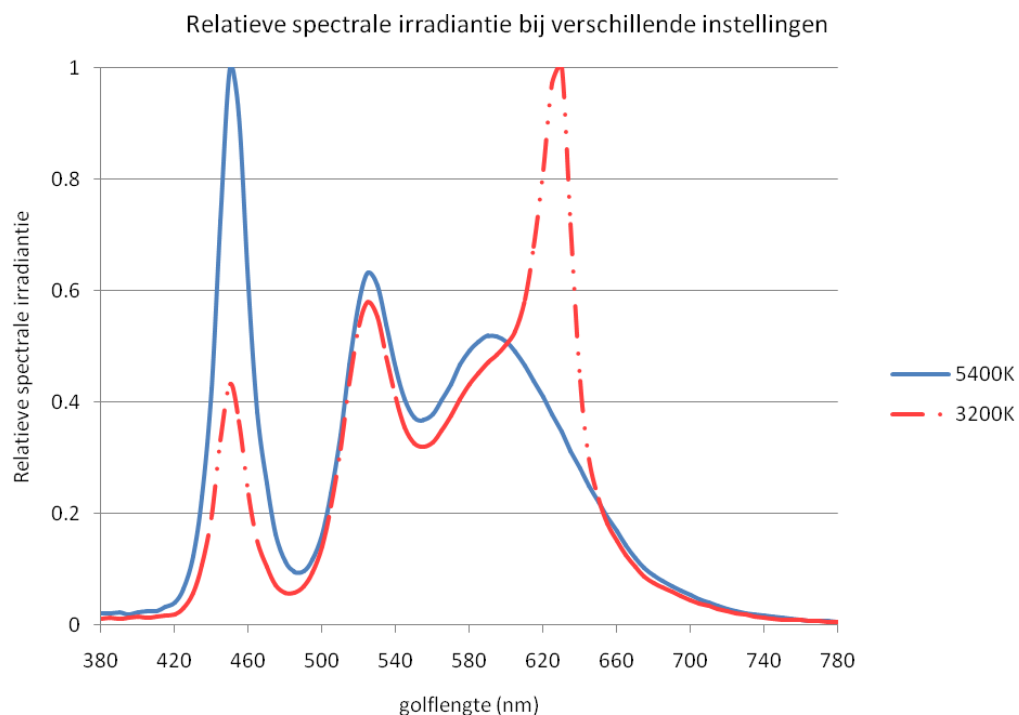
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'amber'	(0.554, 0.430)
'groen'	(0.196, 0.698)
'indigo'	(0.152, 0.029)
'oranje-rood'	(0.687, 0.311)
'rood'	(0.699, 0.298)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

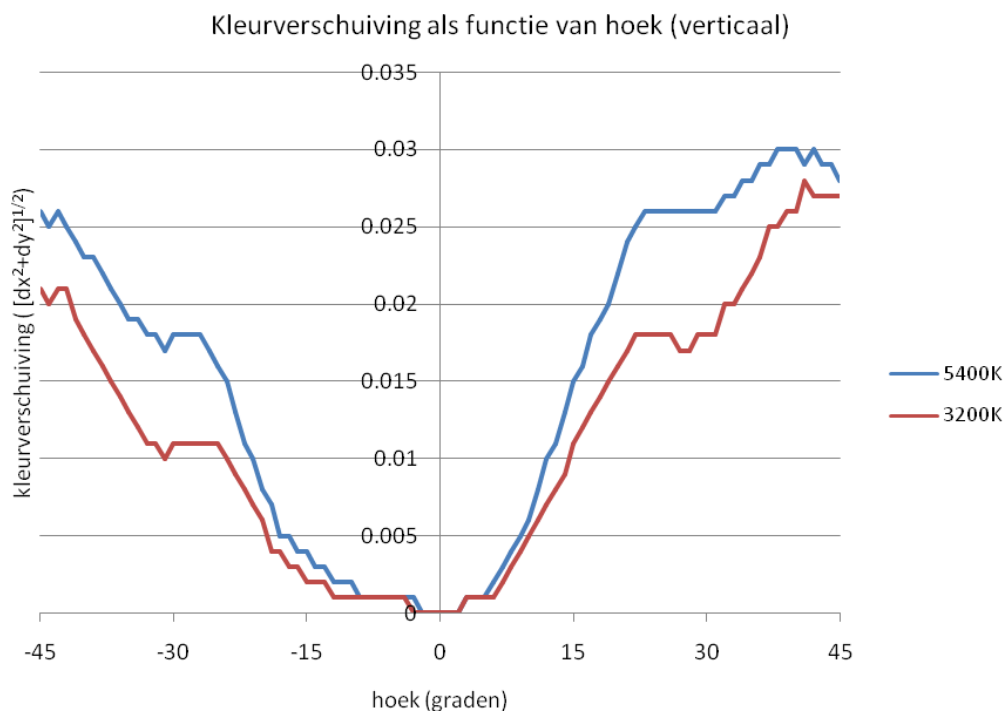
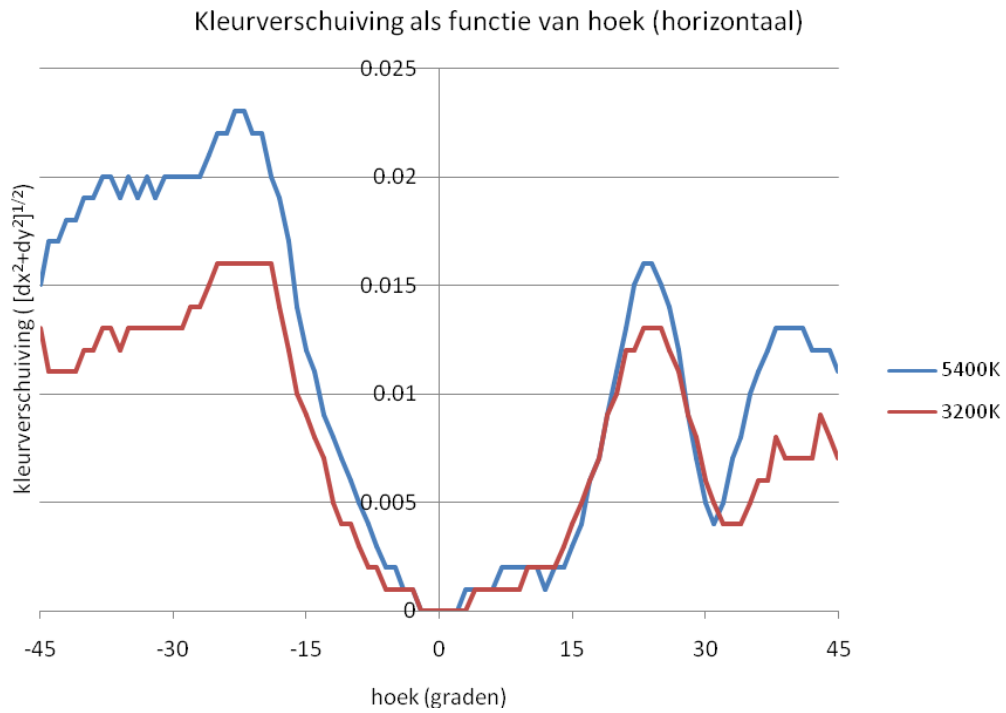
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.425, 0.401)
Kleurweergave (Ra): 92%
Kleurtemperatuur (CCT): 3184 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.336, 0.341)
Kleurweergave (Ra): 85%
Kleurtemperatuur (CCT): 5341 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



19.3. Elektrische eigenschappen

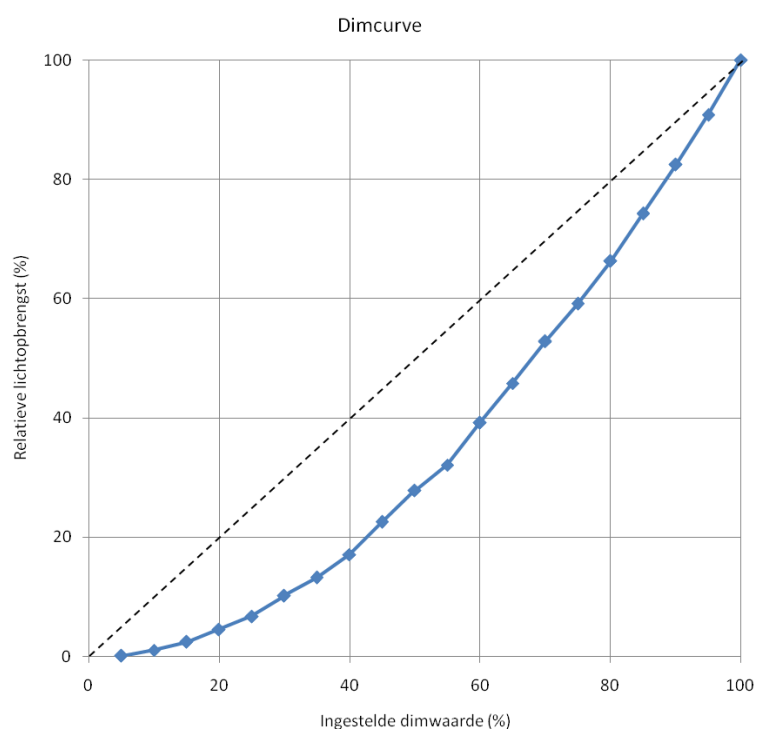
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 49 W
Power factor: 0.49

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 45 W
Power factor: 0.48

19.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 1250 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 20

Armatuur aanduiding: RJ 714SX 2kW 15°-38°
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 28-9-2010



Dutch
Metrology
Institute

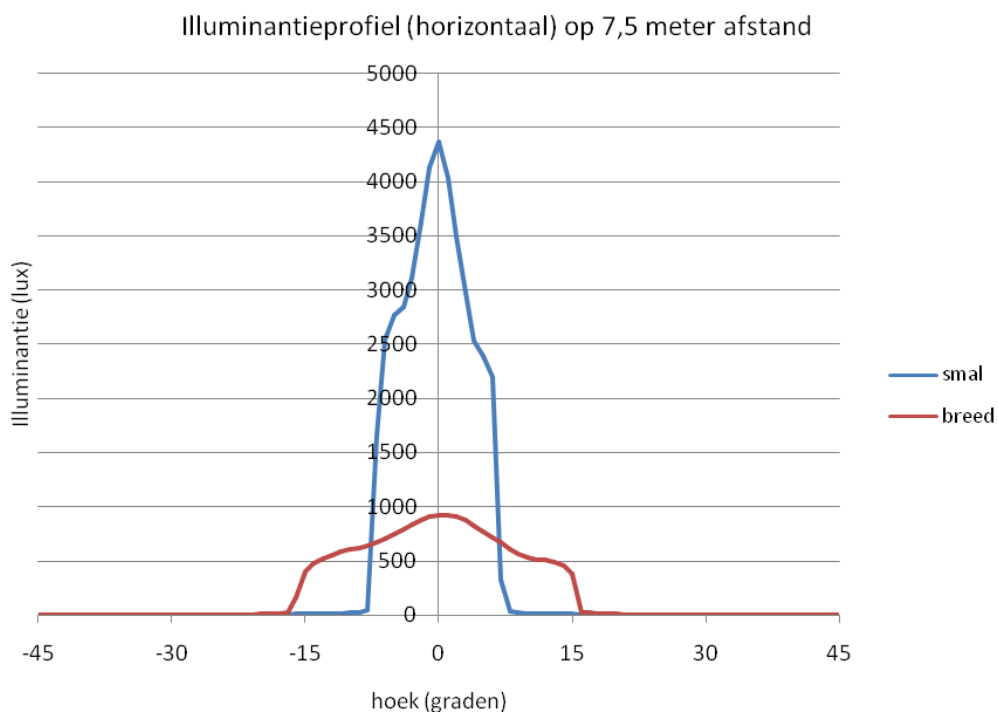


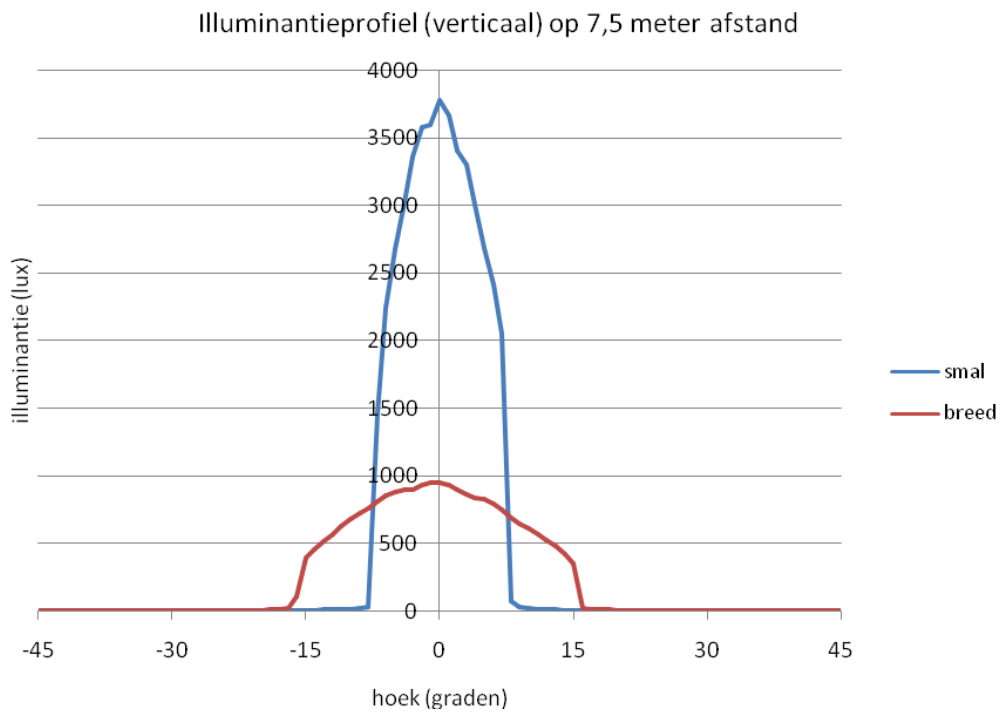
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

20.1. Illuminantie-eigenschappen

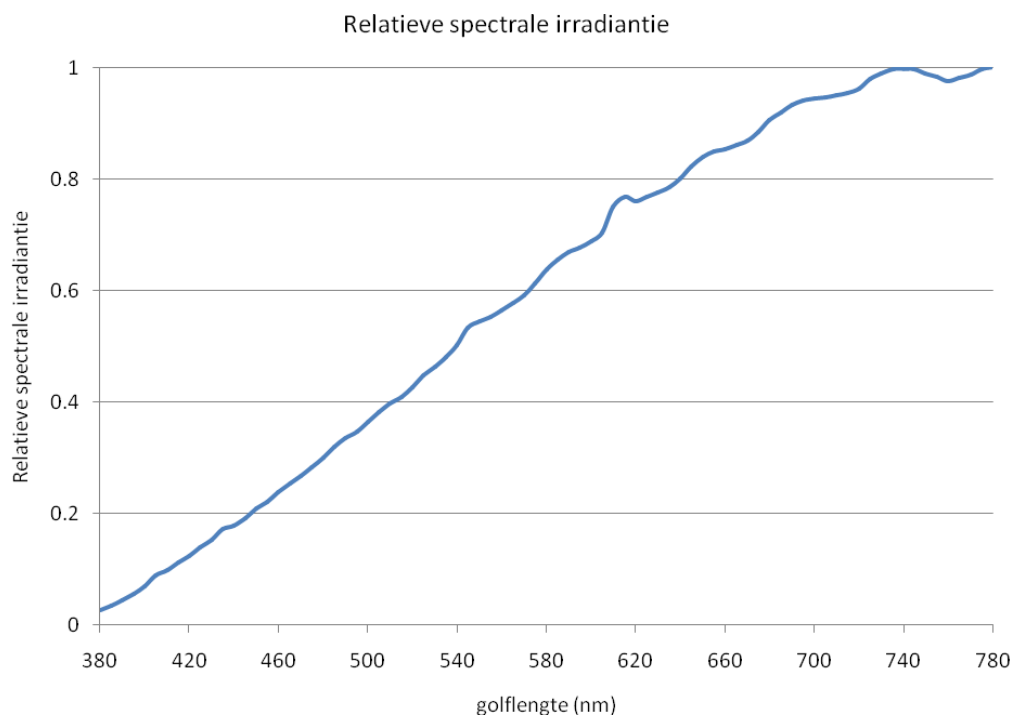
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 4370 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 953 lux



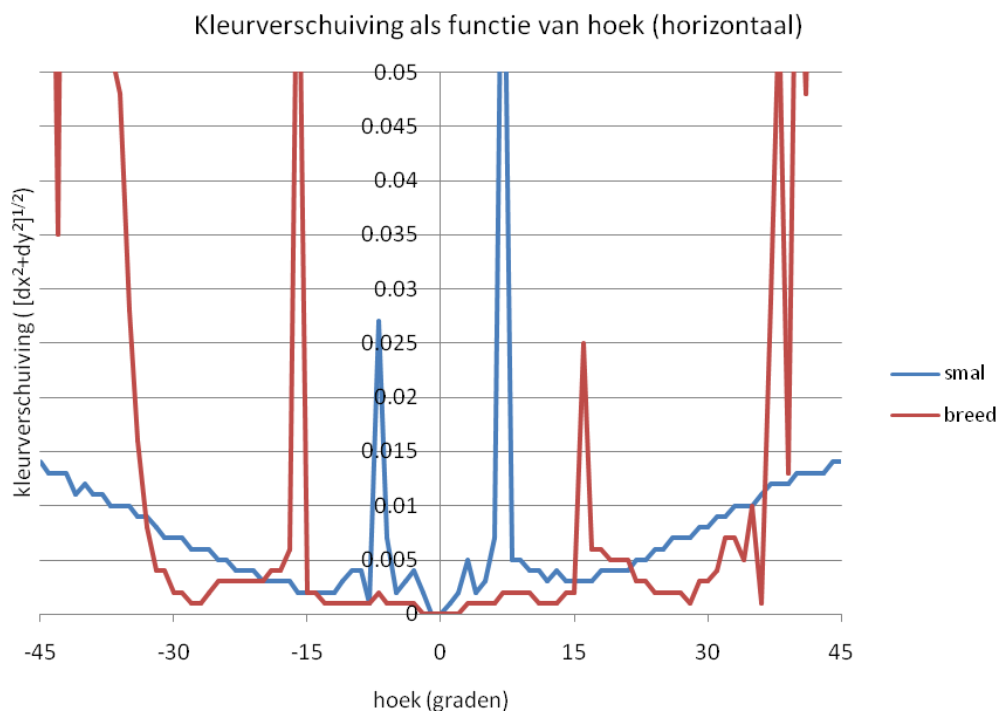
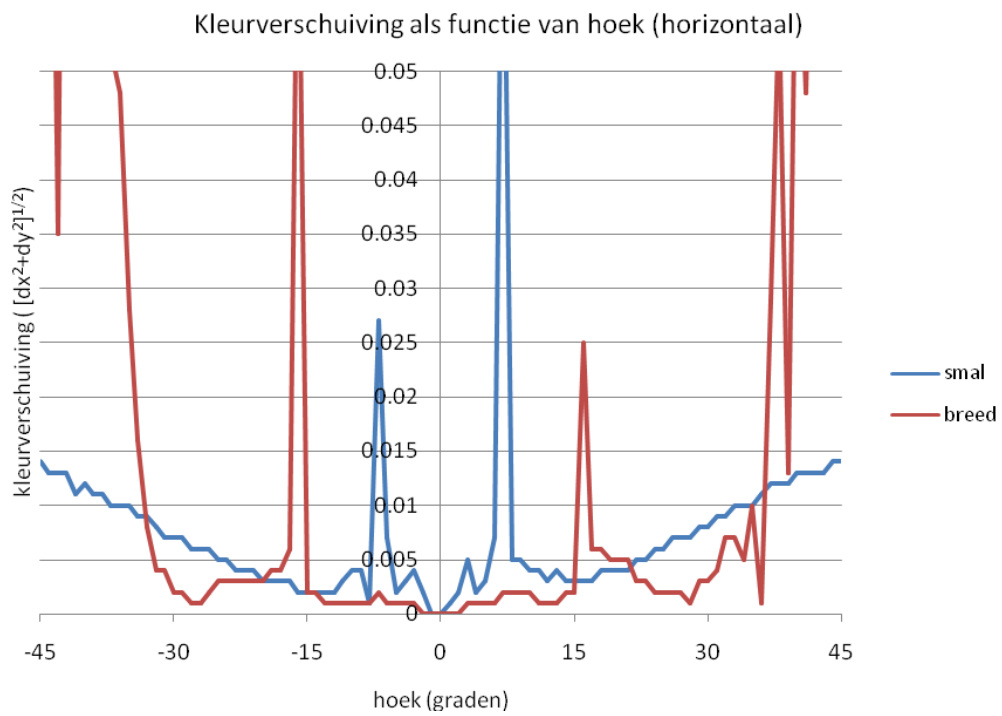


20.2. Kleur-eigenschappen



(x,y) kleurcoördinaten: (0.433, 0.406)
Kleurweergave (Ra): 99%
Kleurtemperatuur (CCT): 3083 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



VPT EOS – 20 – RJ 714 SX

20.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning:	229 V
Opgenomen elektrisch vermogen:	1920 W
Power factor:	1

20.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 21

Armatuur aanduiding: PixelPAR
Aangeleverd door: LightCo
Datum meting: 28-9-2010



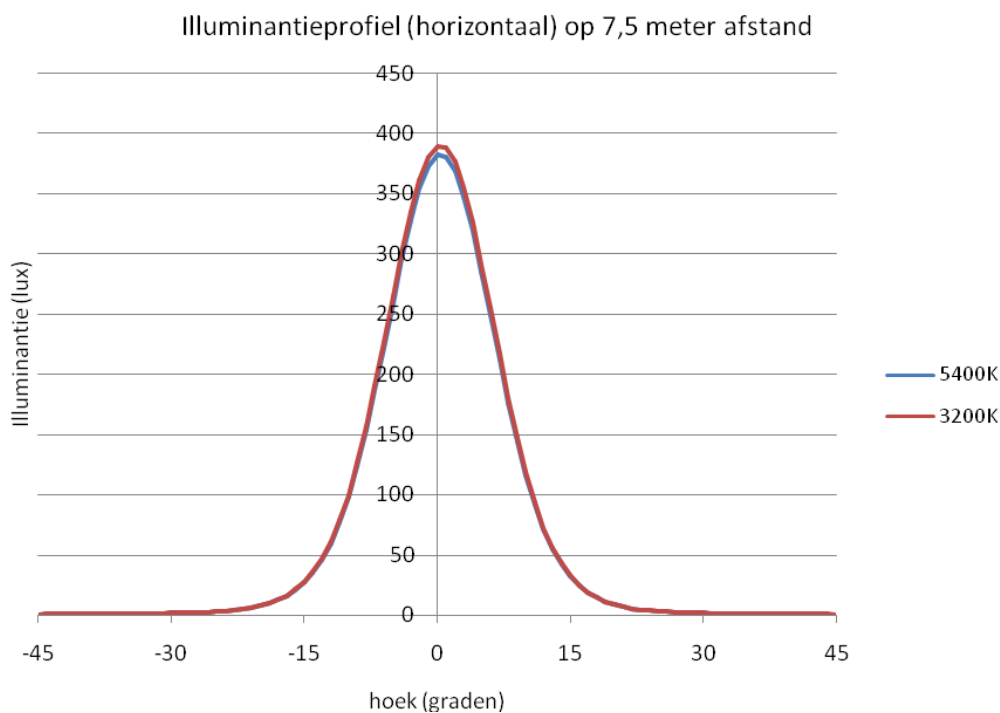
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

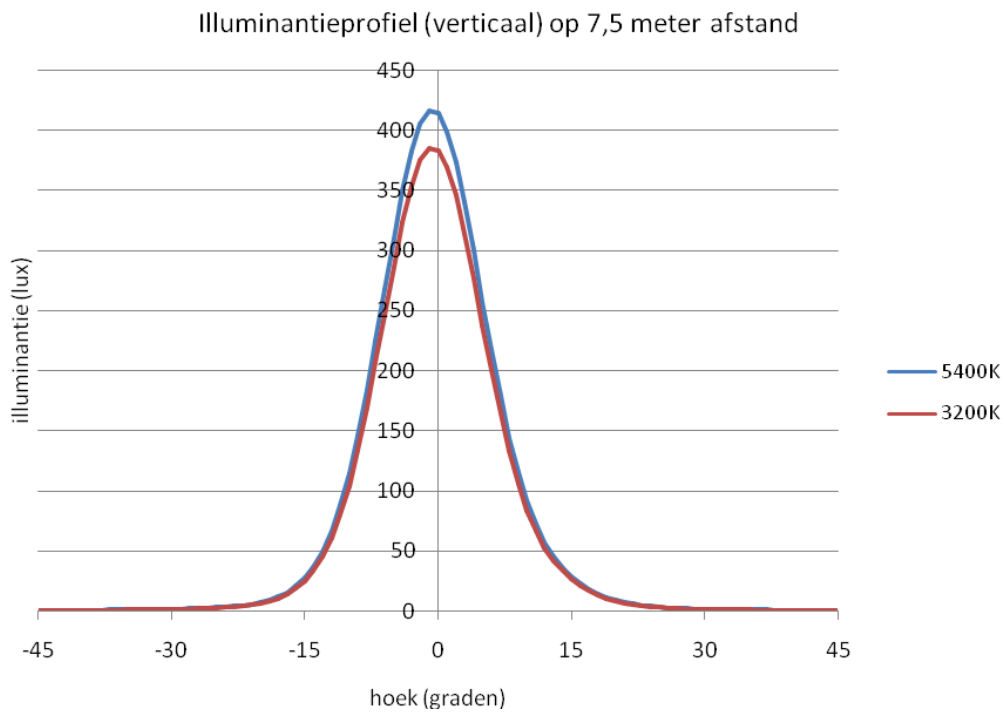
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

21.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 389 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 416 lux



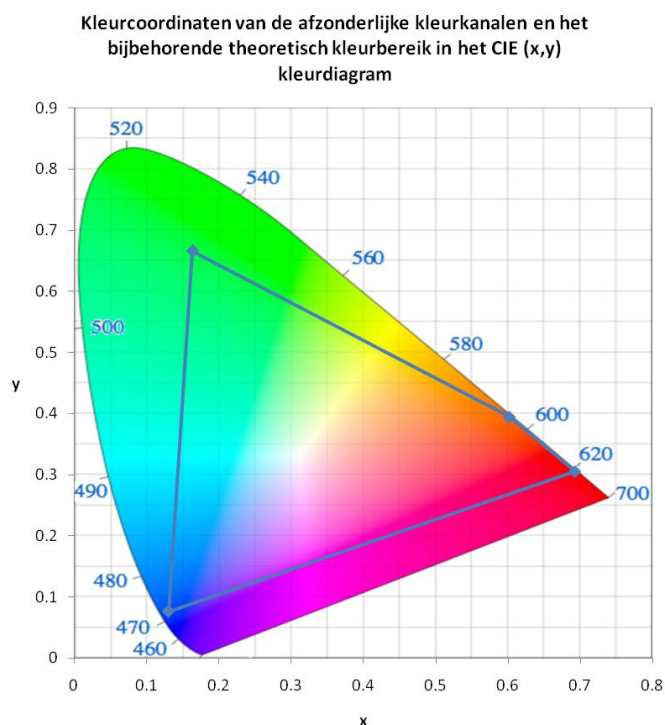


21.2. Kleur-eigenschappen

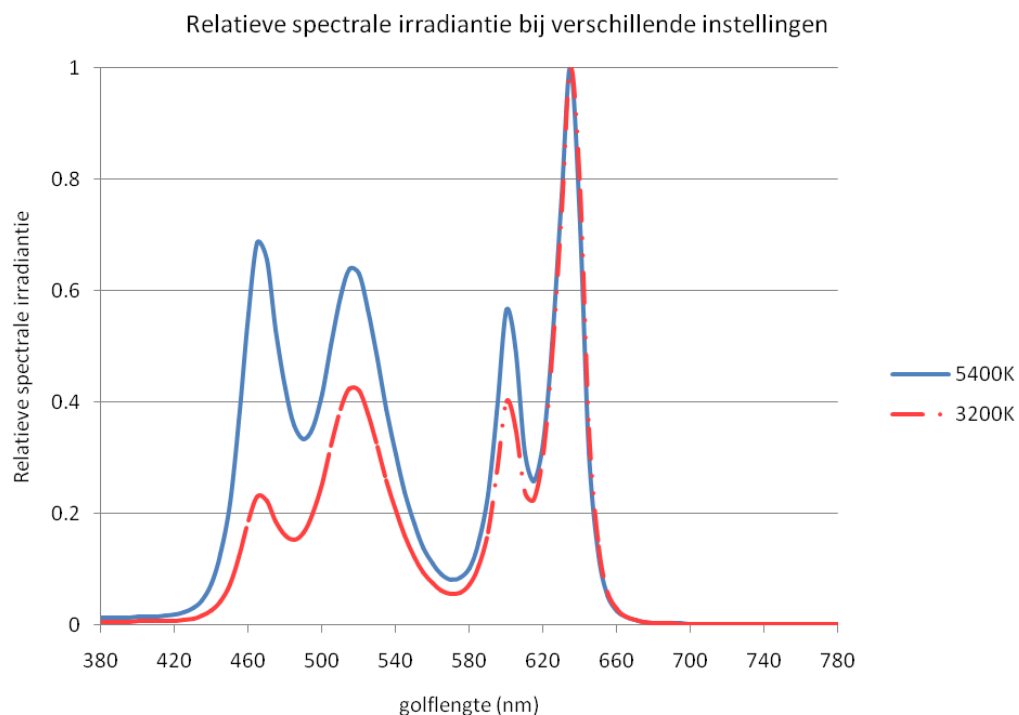
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'amber'	(0.602, 0.395)
'blauw'	(0.130, 0.076)
'groen'	(0.163, 0.666)
'rood'	(0.693, 0.305)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

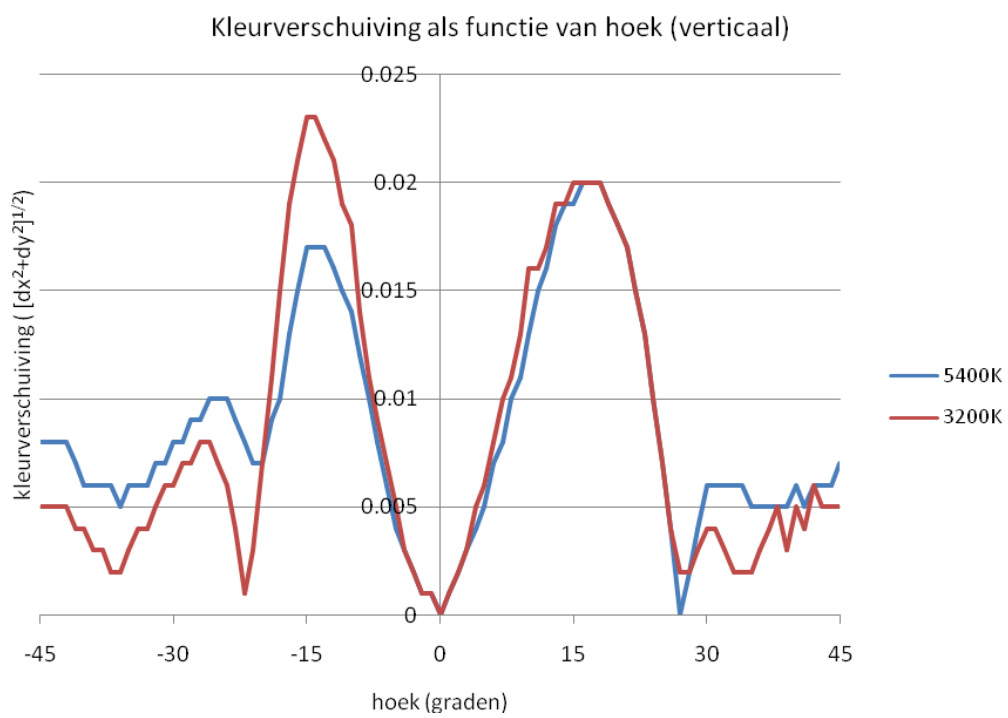
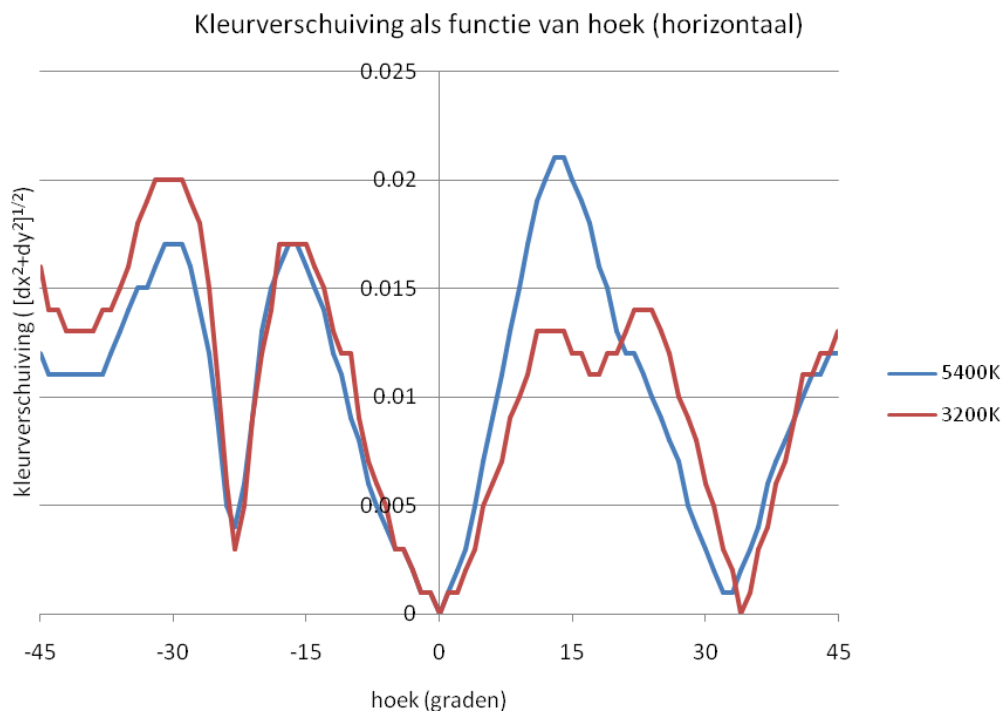
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.408, 0.397)
Kleurweergave (Ra): 49%
Kleurtemperatuur (CCT): 3494 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.332, 0.349)
Kleurweergave (Ra): 57%
Kleurtemperatuur (CCT): 5519 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



21.3. Elektrische eigenschappen

3200K

Voedingsspanning: 230 V

Opgenomen elektrisch vermogen: 64 W

Power factor: 0.85

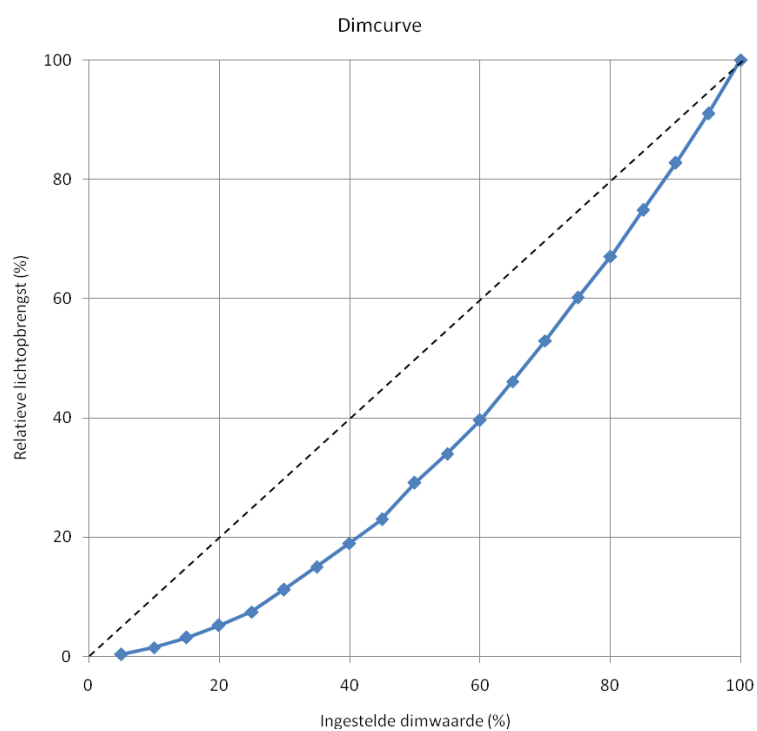
5400K

Voedingsspanning: 230 V

Opgenomen elektrisch vermogen: 64 W

Power factor: 0.85

21.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 250 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 22

Armatuur aanduiding: ColorReach TR 63° Powercore
Aangeleverd door: LightCo

Datum meting: 29-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



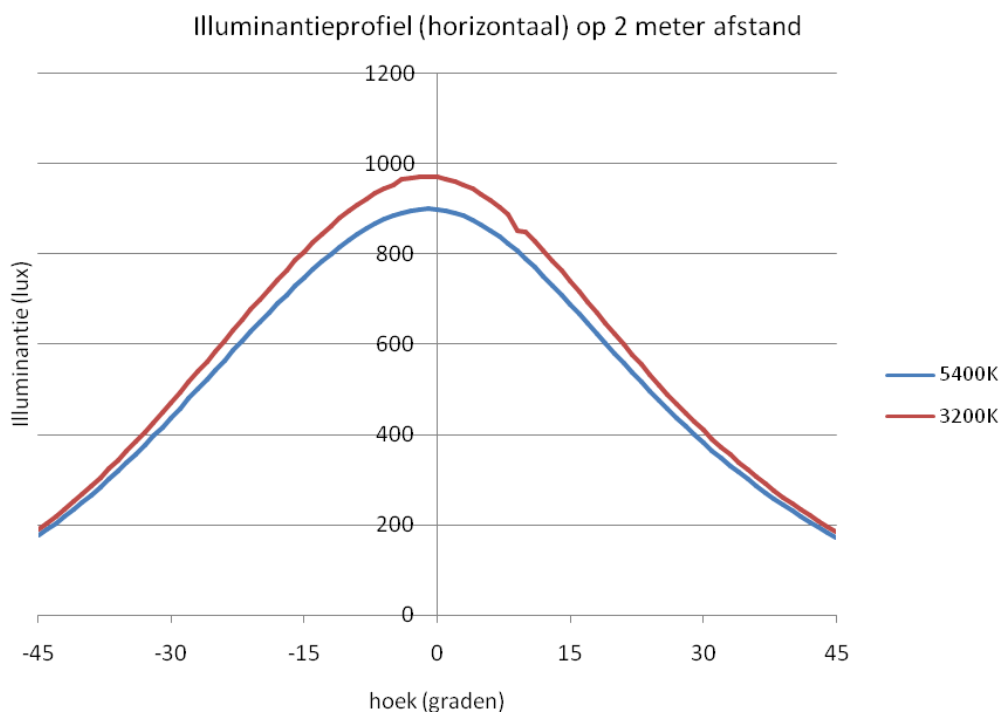
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

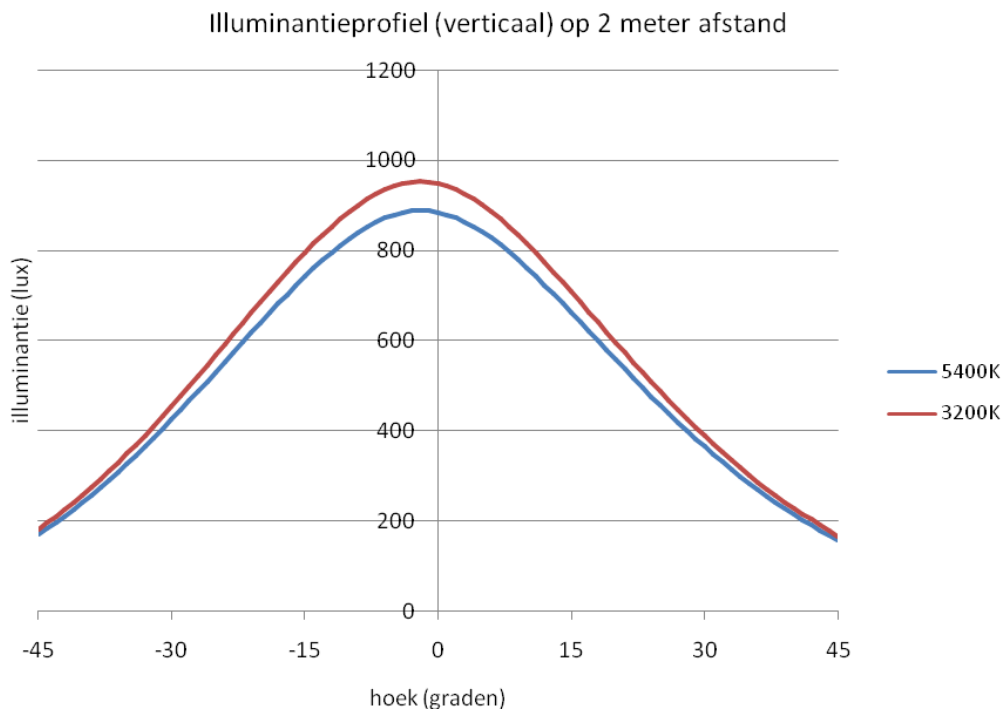
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

22.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 2 meter (3200K): 970 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 2 meter (5400K): 899 lux



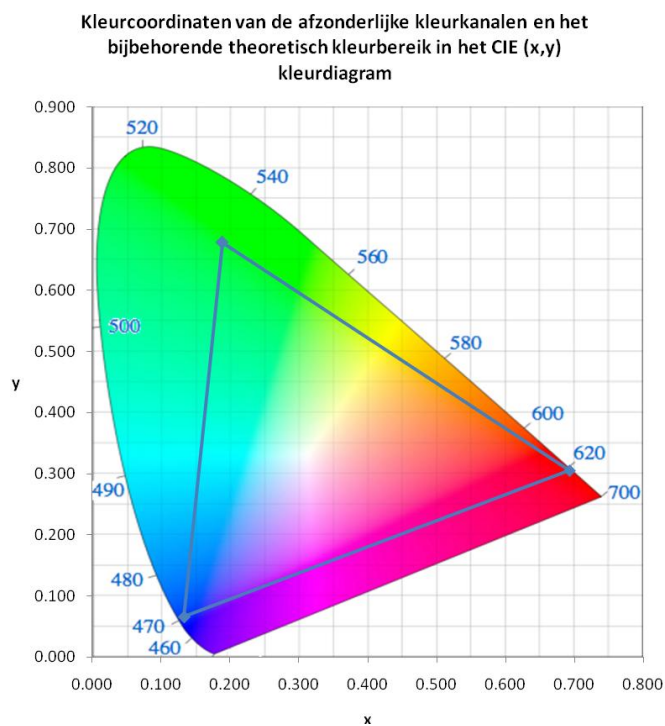


22.2. Kleur-eigenschappen

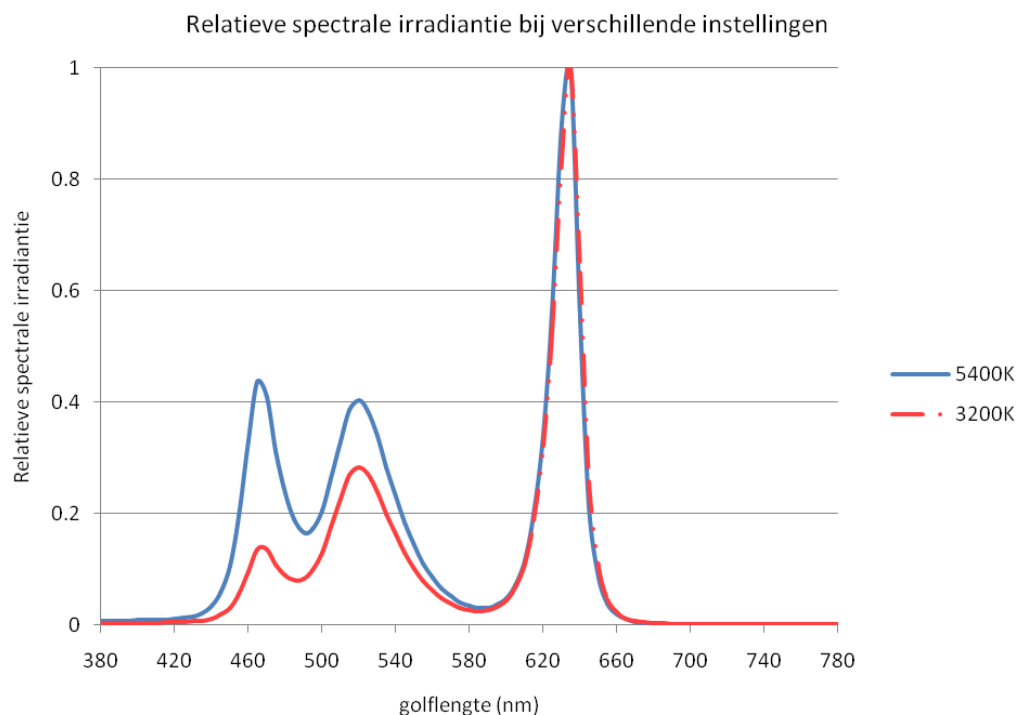
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.134, 0.066)
'groen'	(0.189, 0.678)
'rood'	(0.693, 0.305)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

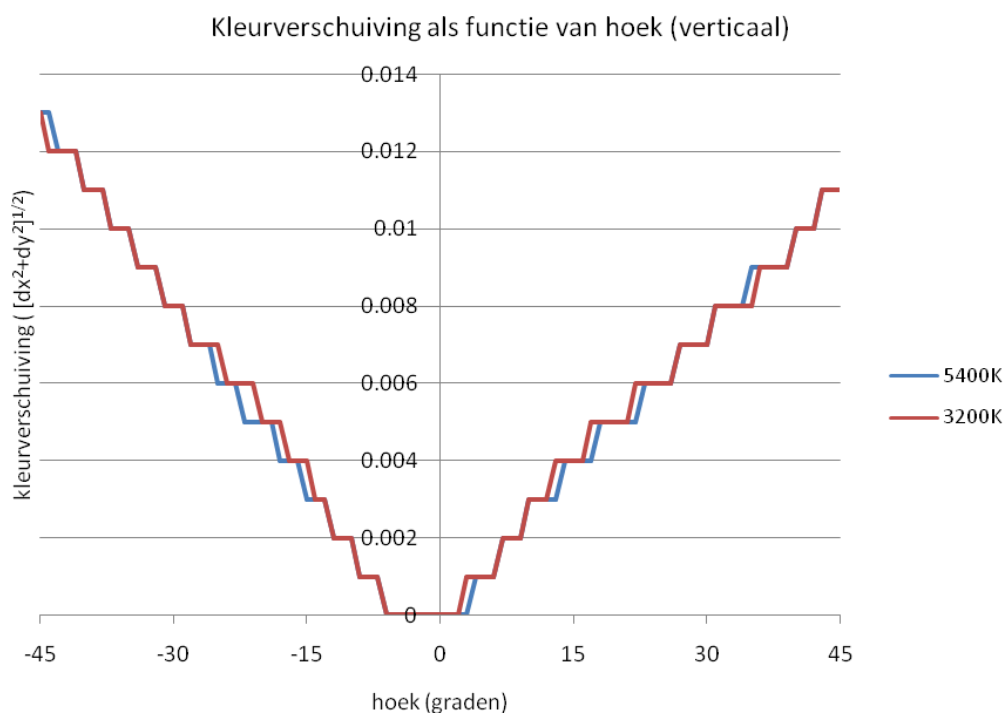
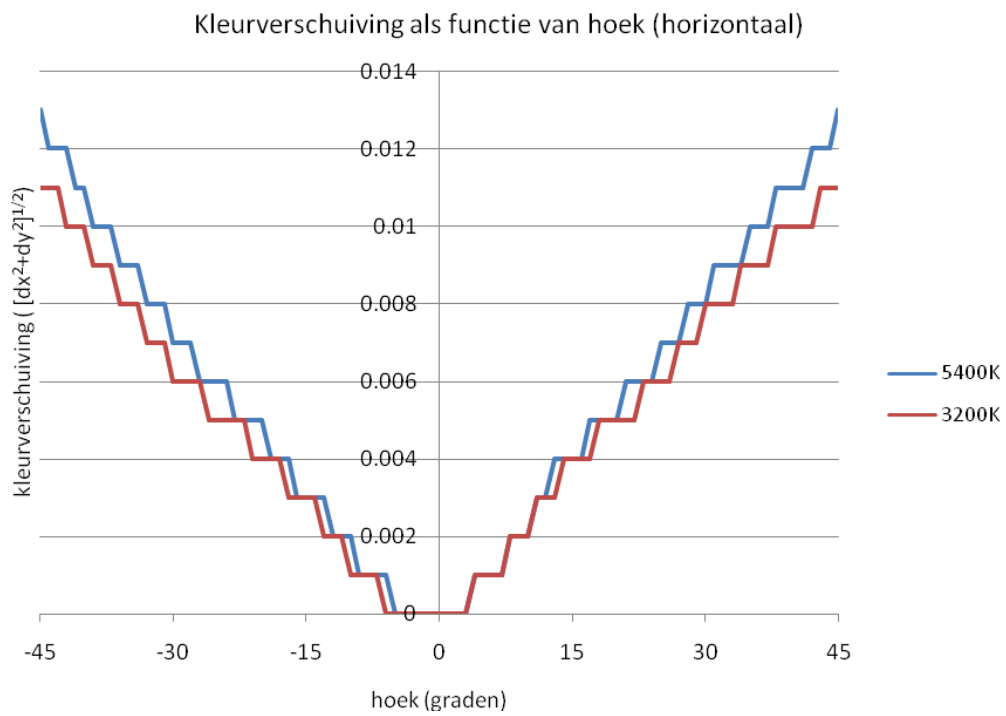
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.427, 0.406)
Kleurweergave (Ra): 23%
Kleurtemperatuur (CCT): 3179 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.336, 0.355)
Kleurweergave (Ra): 37%
Kleurtemperatuur (CCT): 5347 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



22.3. Elektrische eigenschappen

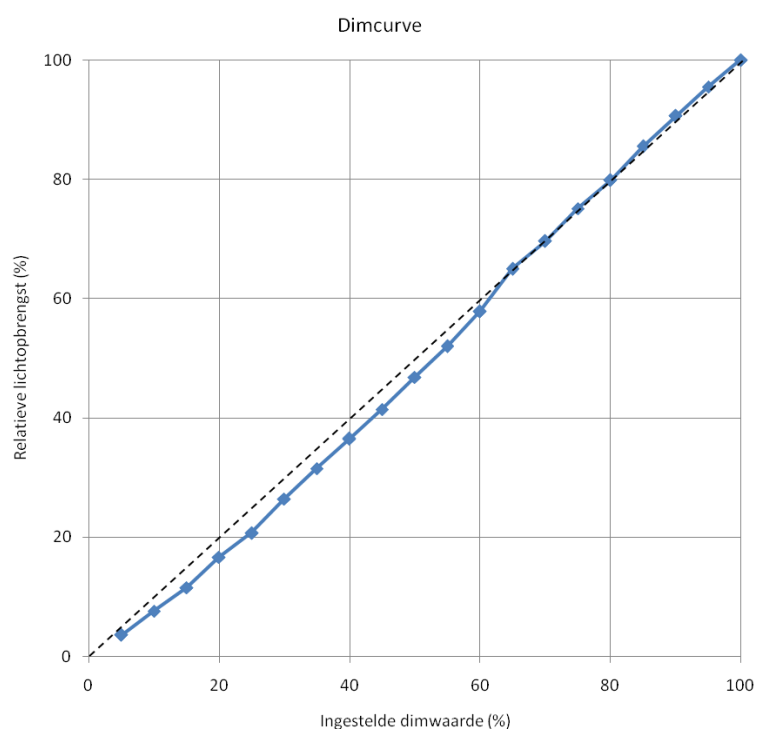
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 164 W
Power factor: 0.92

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 153 W
Power factor: 0.91

22.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen ('red'): 62,5 kHz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 23

Armatuur aanduiding: Selecon PL3 5°-50° LED
Aangeleverd door: Rolight

Datum meting: 30-9-2010



Dutch
Metrology
Institute



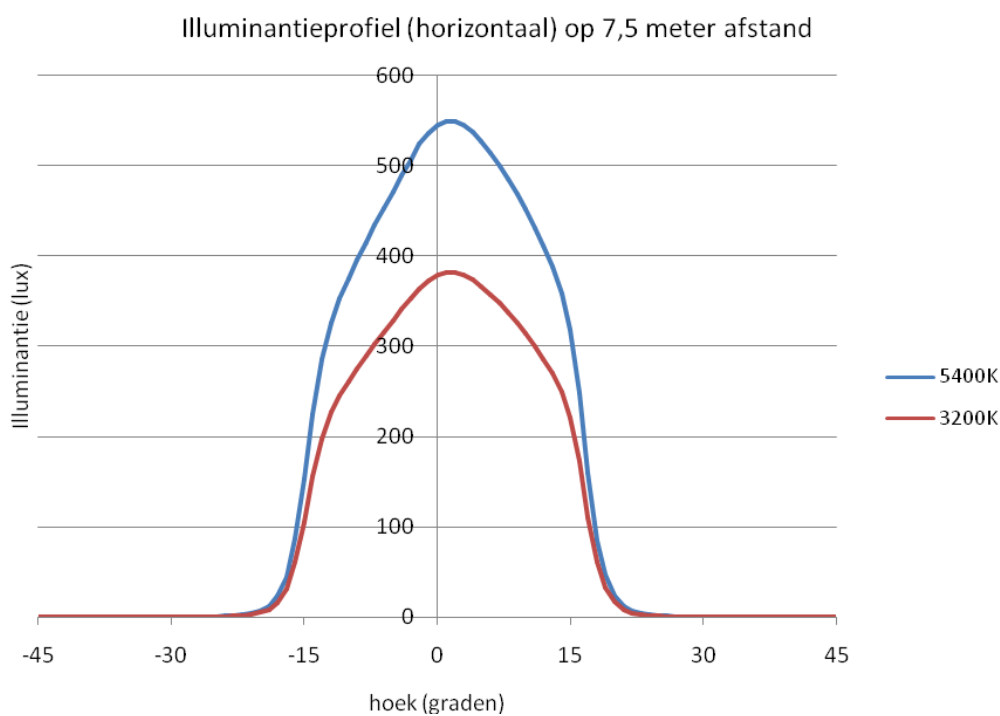
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

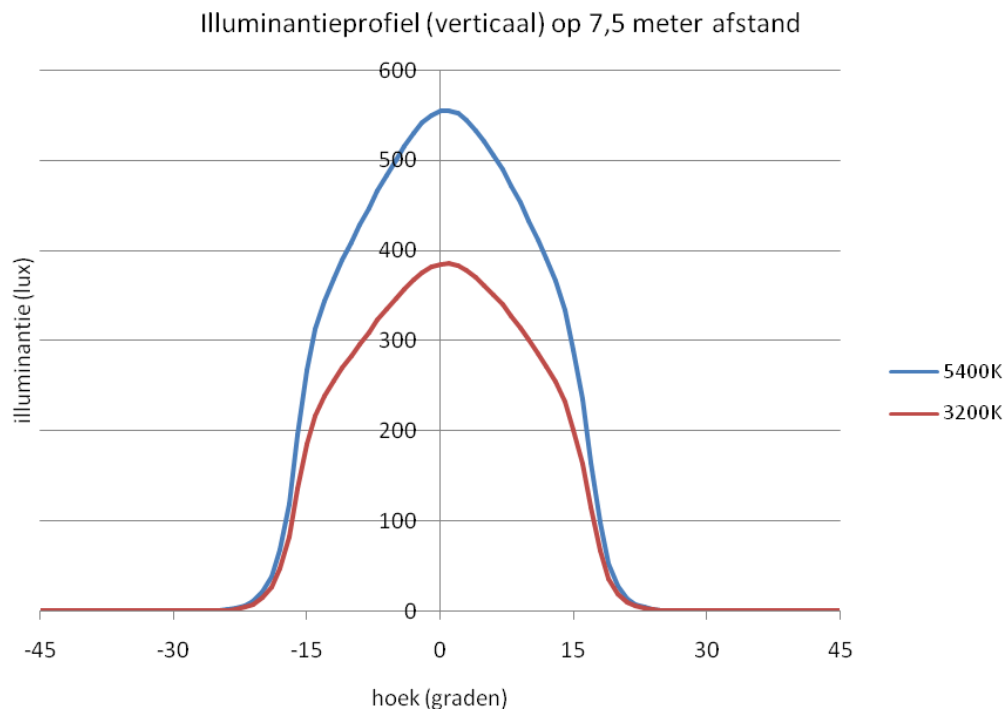
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

23.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 385 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 555 lux



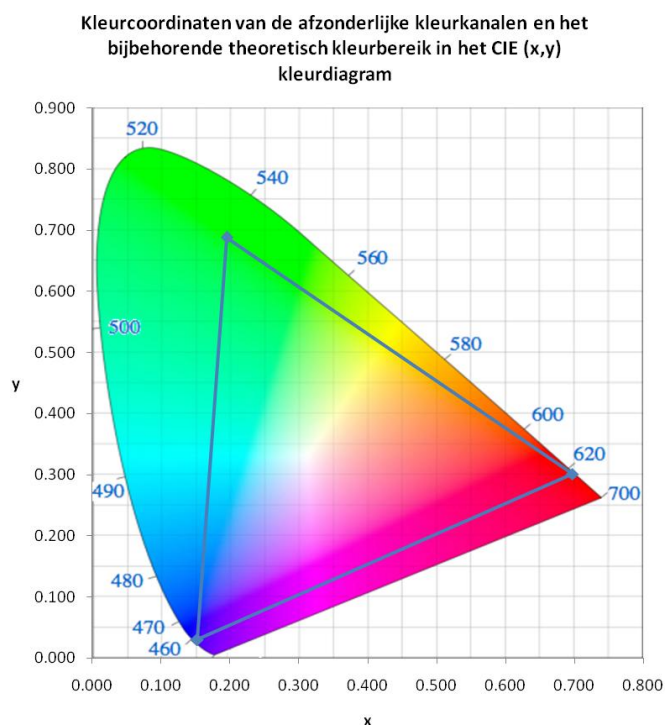


23.2. Kleur-eigenschappen

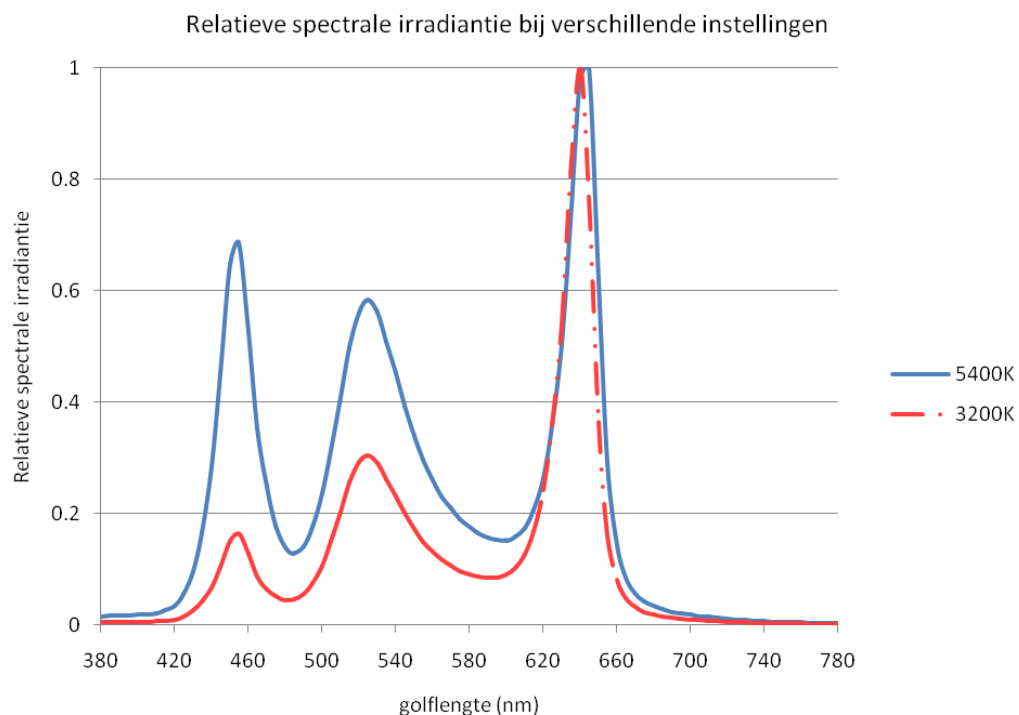
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.153, 0.030)
'groen'	(0.196, 0.688)
'rood'	(0.697, 0.301)
'wit'	(0.306, 0.318)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

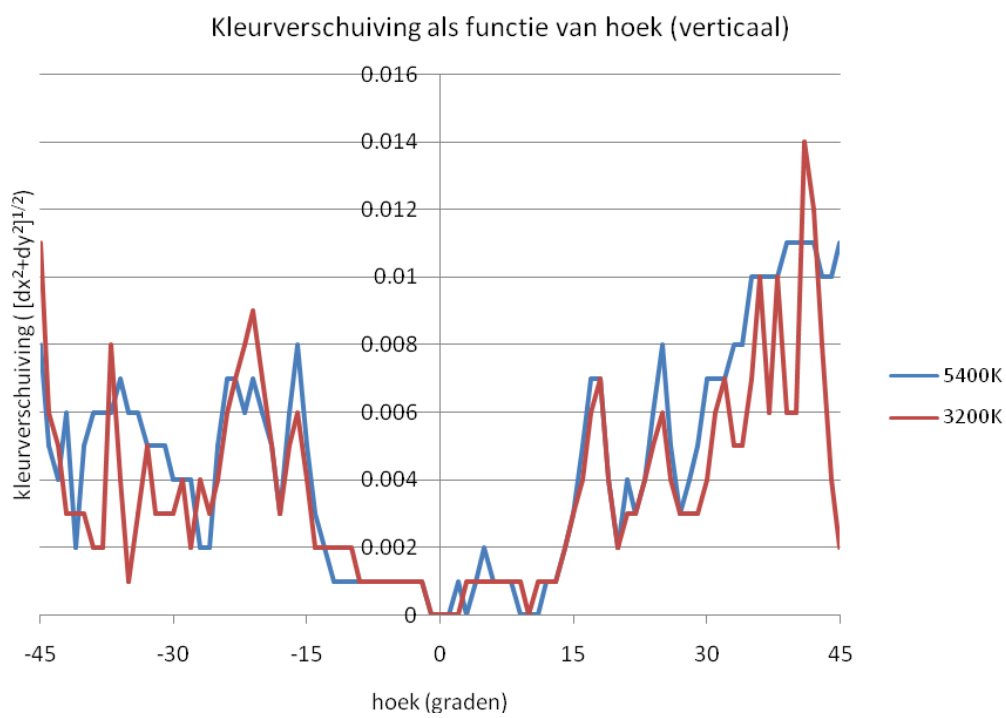
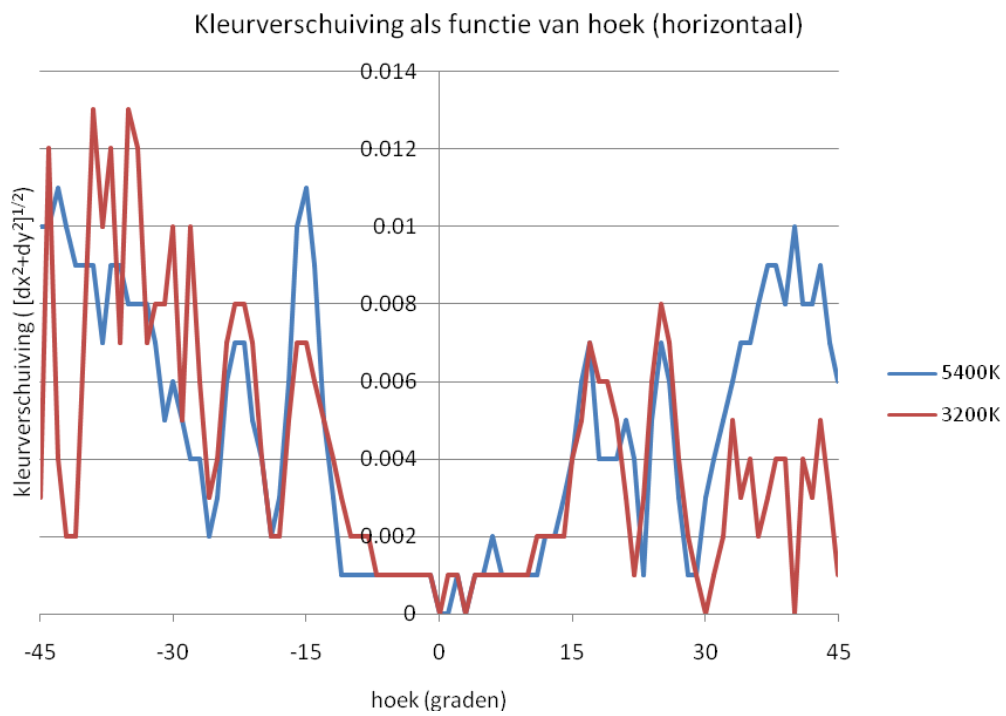
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.414, 0.404)
Kleurweergave (Ra): 51%
Kleurtemperatuur (CCT): 3431 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.315, 0.346)
Kleurweergave (Ra): 75%
Kleurtemperatuur (CCT): 6286 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



23.3. Elektrische eigenschappen

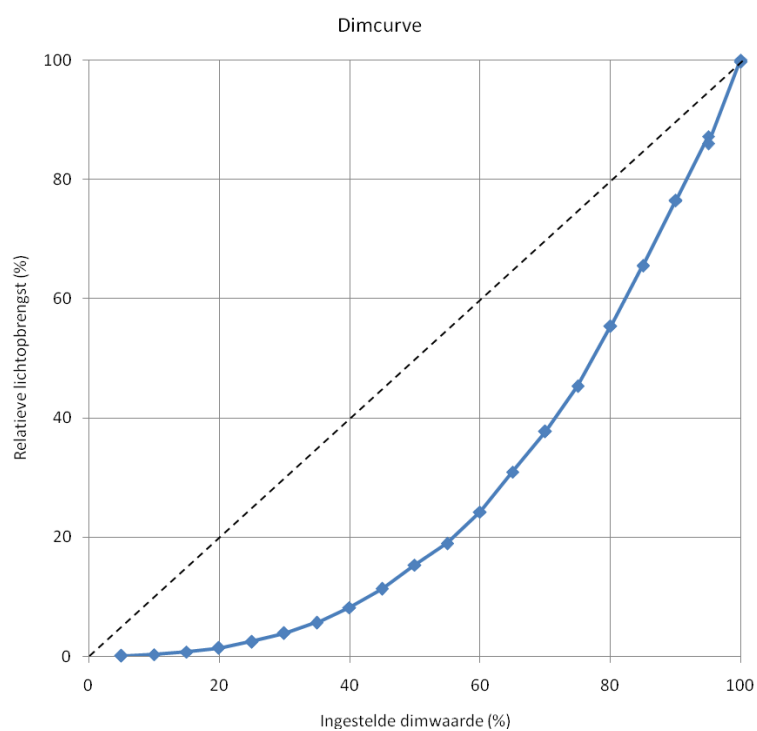
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 247 W
Power factor: 0.94

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 389 W
Power factor: 0.97

23.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen ('rood'): 3333 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 24

Armatuur aanduiding: Profiel Pacific 15°-35° 1200W 80V
(voorzien van Philips 80V 1200W 6980Z)
Aangeleverd door: Rolight
Datum meting: 30-9-2010

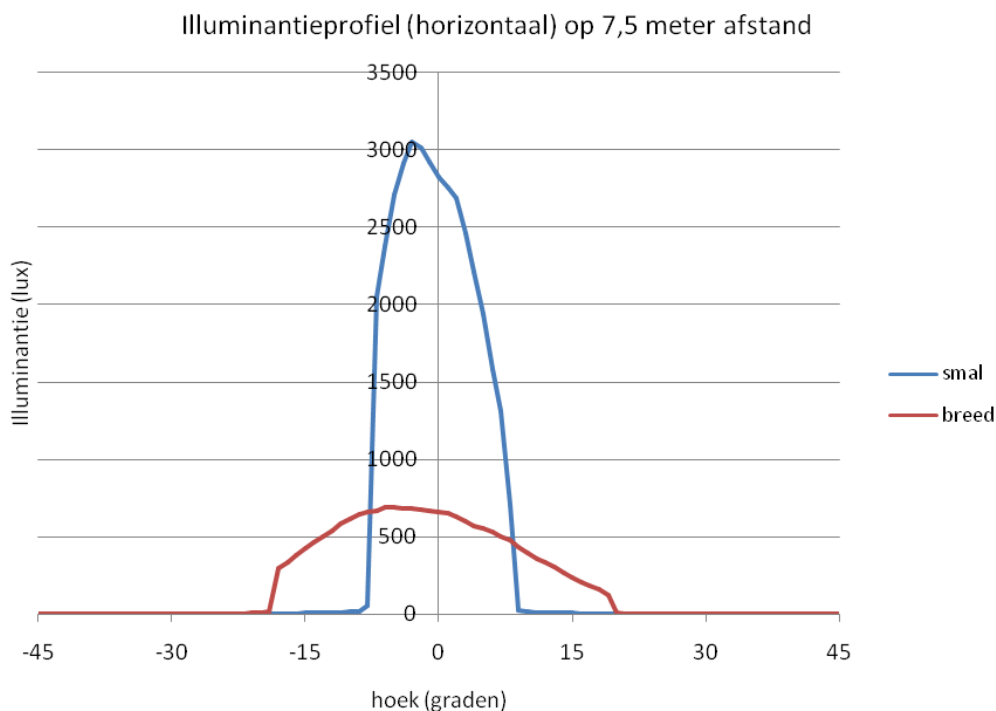


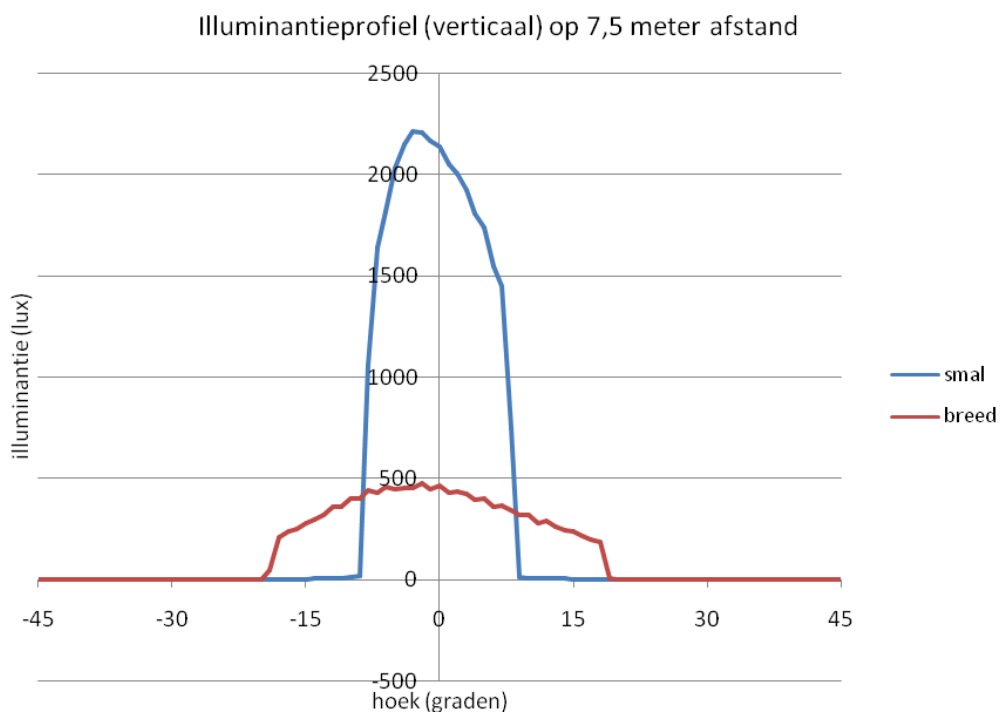
Het armatuur was niet ontworpen voor, en was derhalve niet bestand tegen, de in de meting opgenomen rotatie van 90° (om de verticale stralingsprofielen te bepalen). Gedurende de verticale stralingsprofielmetingen liep het vermogen van de lamp terug (tot 1069 Watt), en aan het eind van de meting ging de lamp kapot. Bij de elektrische eigenschappen zijn derhalve de gemiddelde waarden van de horizontale metingen opgenomen.

Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

24.1. Illuminantie-eigenschappen

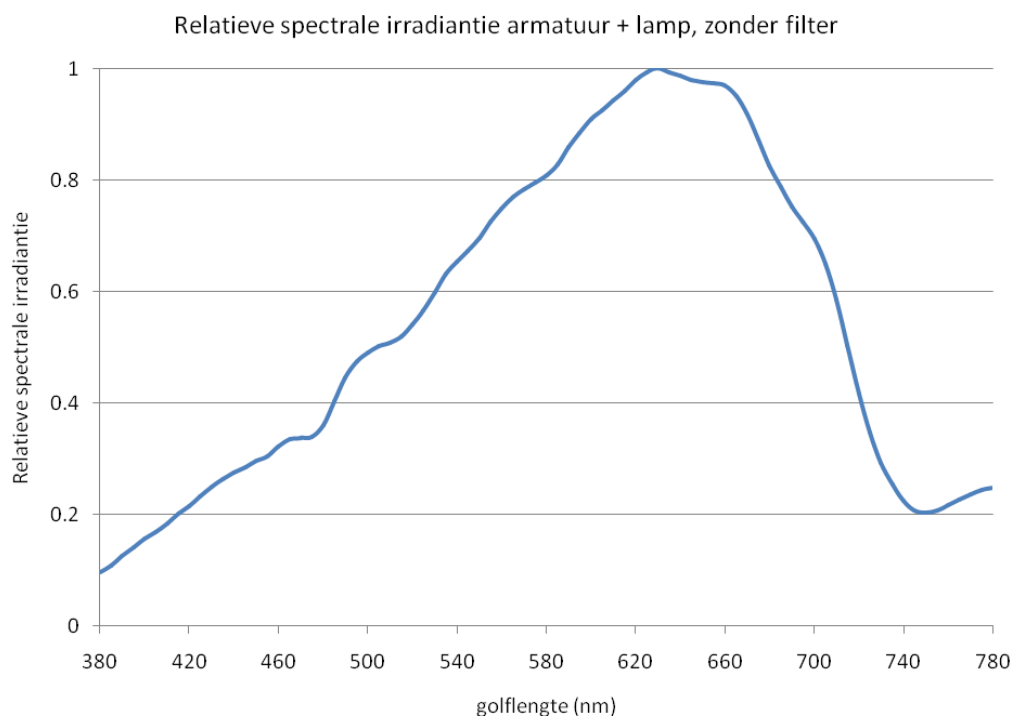
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 3049 lux
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 687 lux





24.2. Kleur-eigenschappen

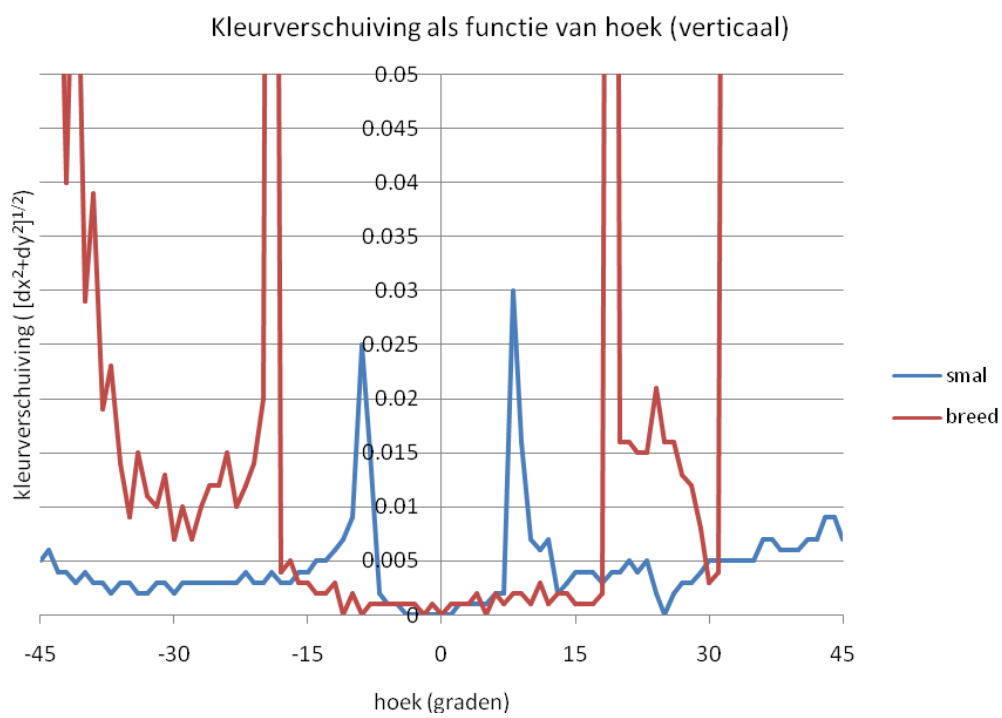
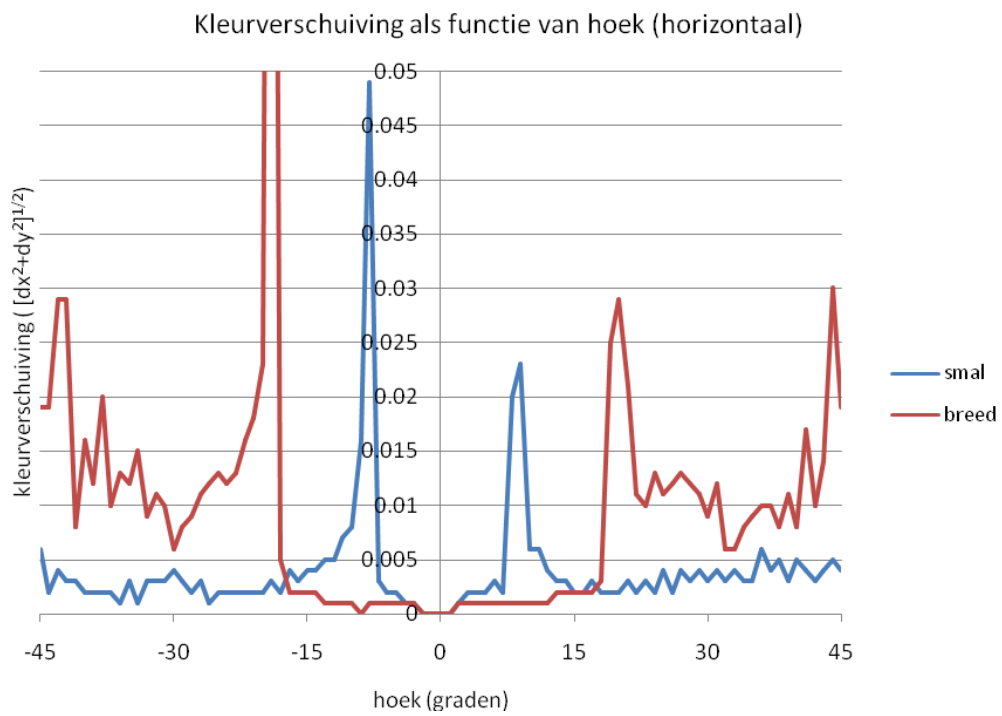
Spectrale verdeling armatuur + lamp, zonder filter



Kleureigenschappen armatuur + lamp, zonder filter

(x,y) kleurcoördinaten: (0.426, 0.402)
Kleurweergave (Ra): 97%
Kleurtemperatuur (CCT): 3179 K

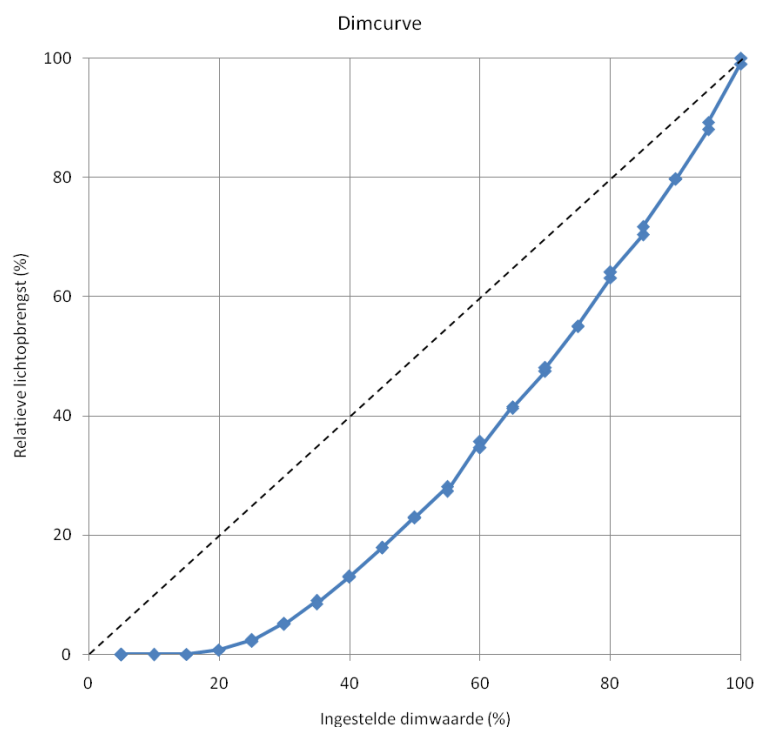
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



24.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 1175 W
Power factor: 1

24.4. Dimeigenschappen



Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 25

Armatuur aanduiding: Profiel Selecon SPX 800W
(voorzien van Philips 600W 230V 6986P)
Aangeleverd door: Rolight
Datum meting: 30-9-2010

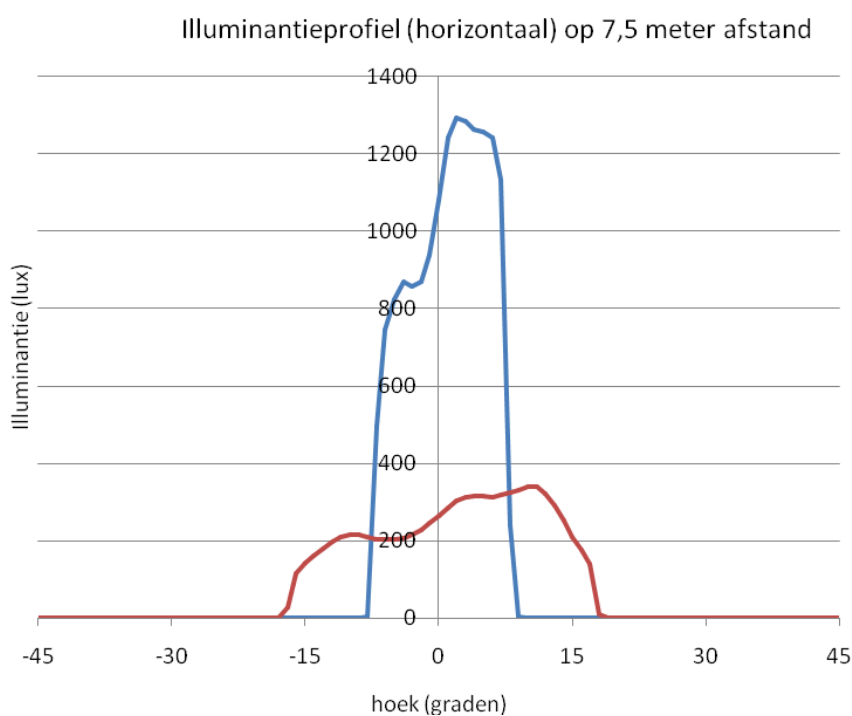


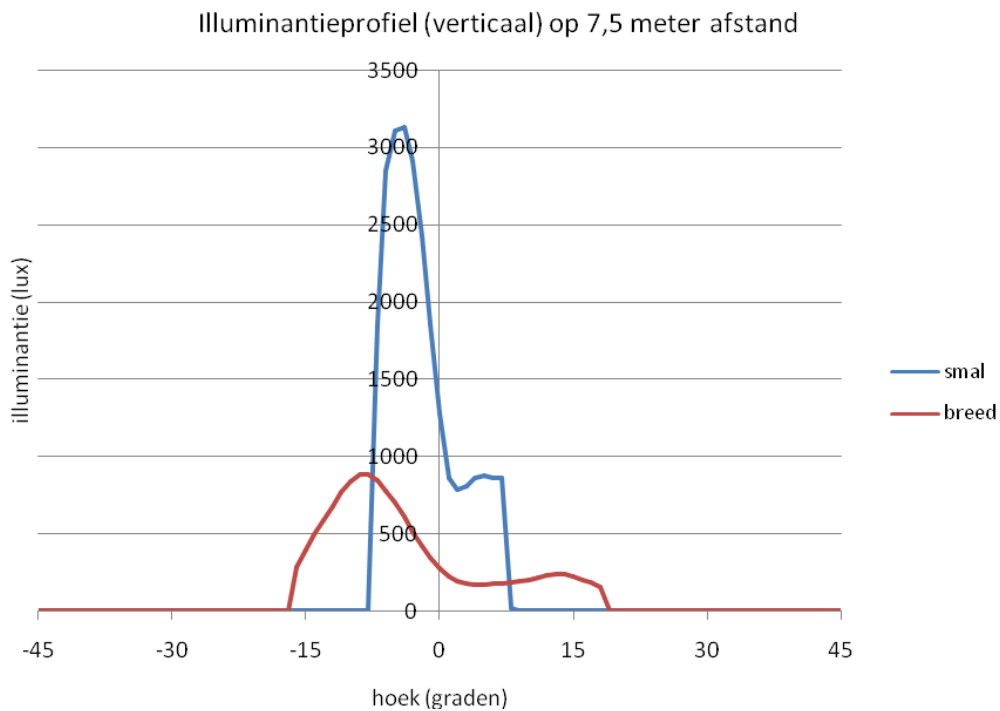
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

25.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 3131 lux

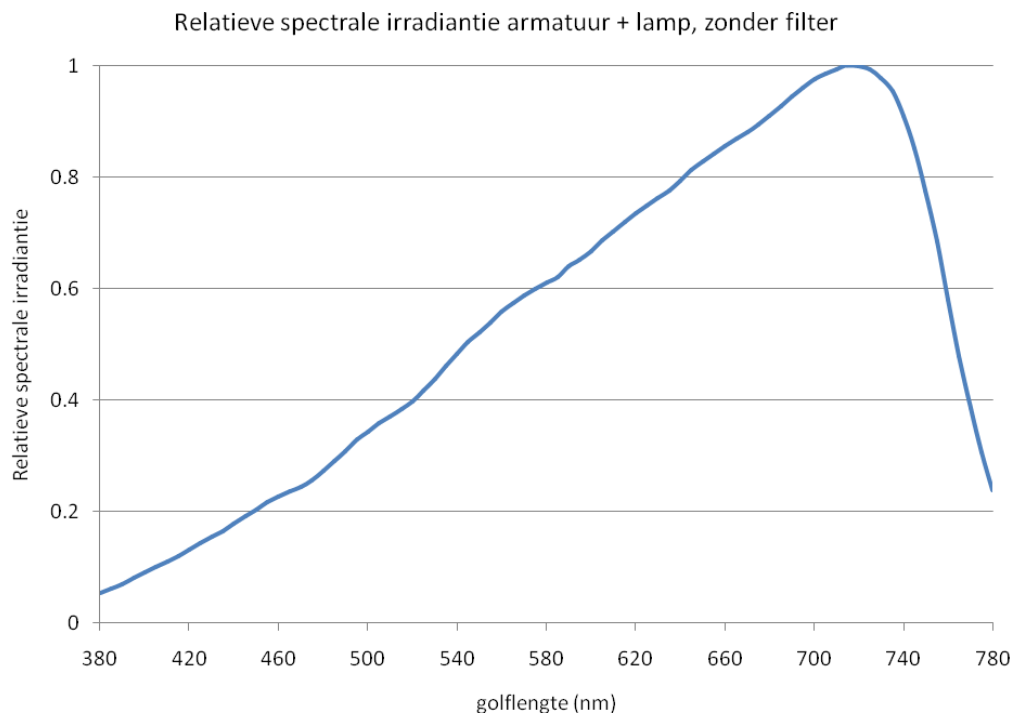
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 884 lux





25.2. Kleur-eigenschappen

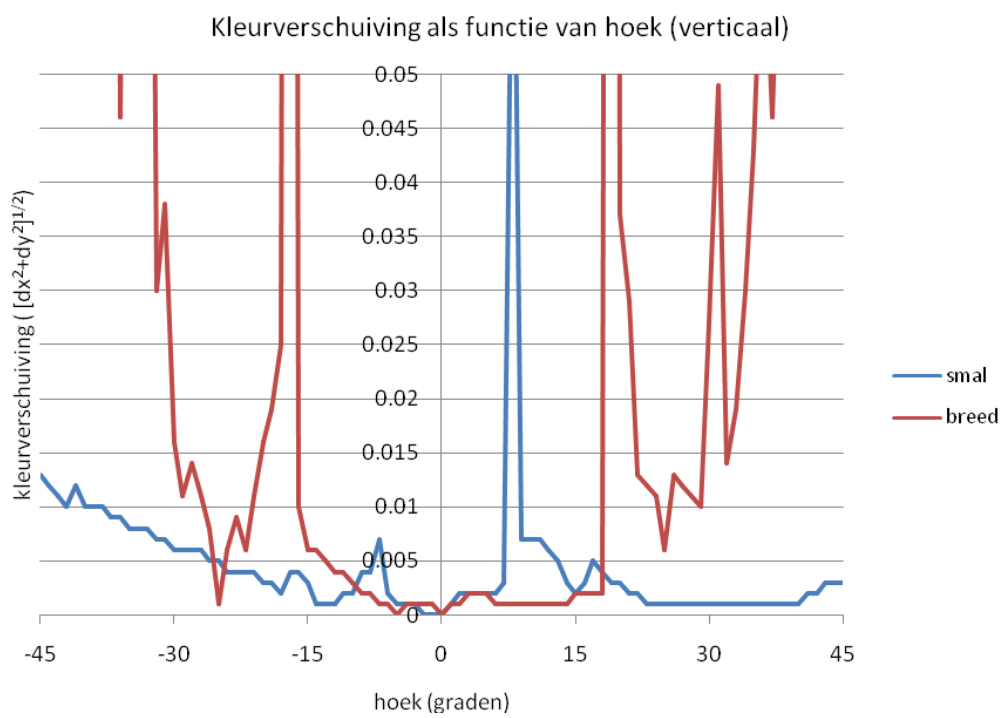
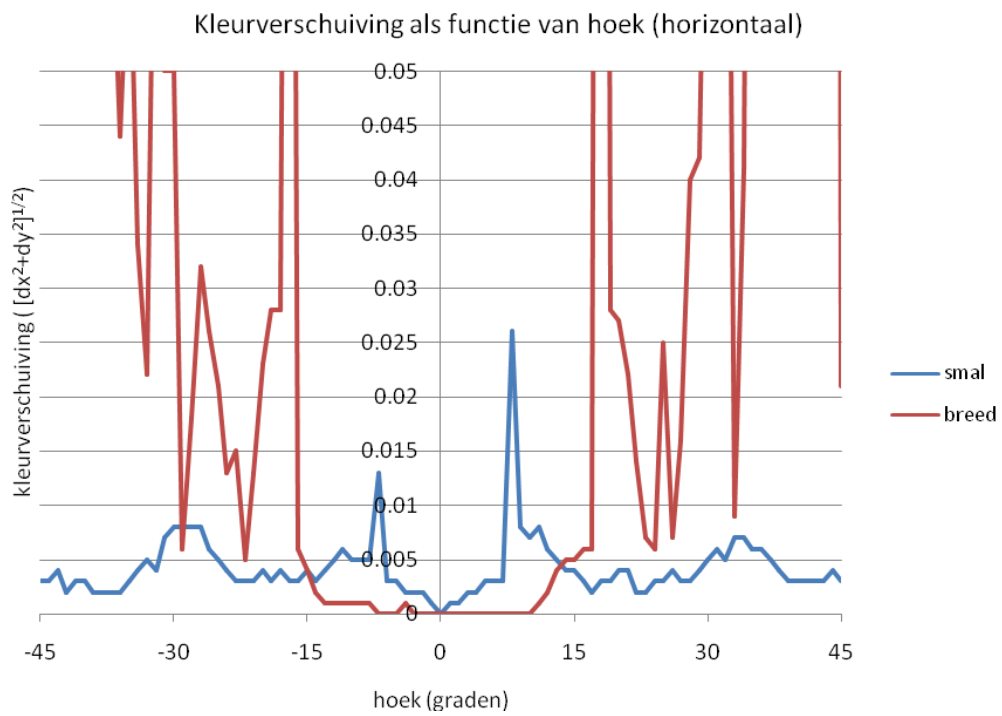
Spectrale verdeling armatuur + lamp, zonder filter



Kleureigenschappen armatuur + lamp, zonder filter

(x,y) kleurcoördinaten:	(0.435, 0.406)
Kleurweergave (Ra):	99%
Kleurtemperatuur (CCT):	3042 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



VPT EOS – 25 – Profiel SPX 800

25.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning:	230 V
Opgenomen elektrisch vermogen:	599 W
Power factor:	1

25.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 26

Armatuur aanduiding: ELP 78 cm Powerstick
Aangeleverd door: Rolight

Datum meting: 1-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



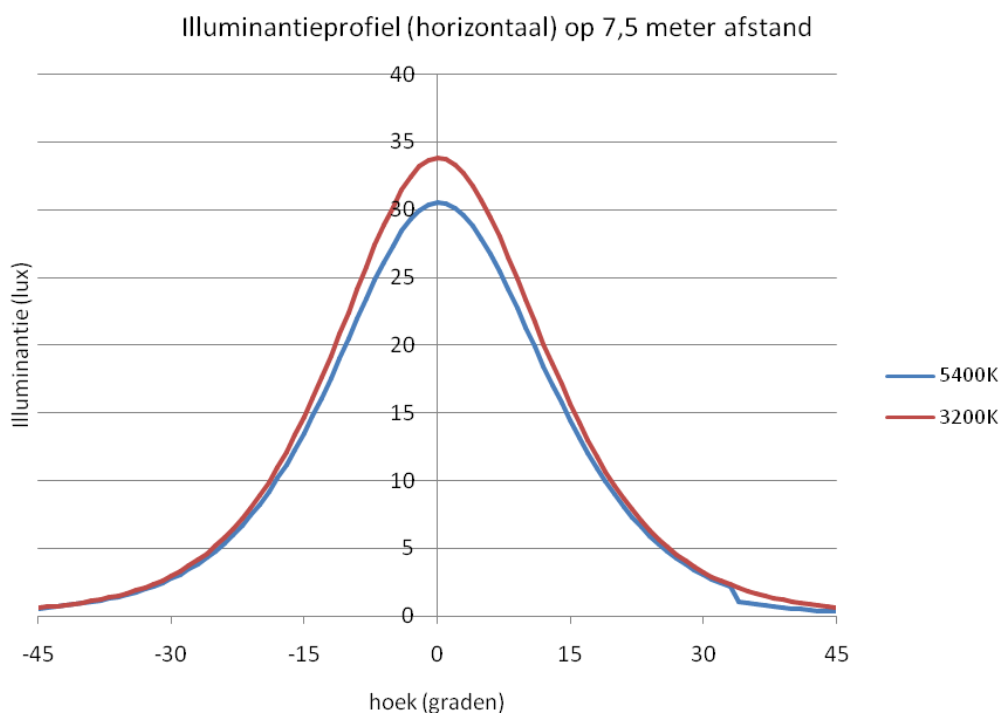
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

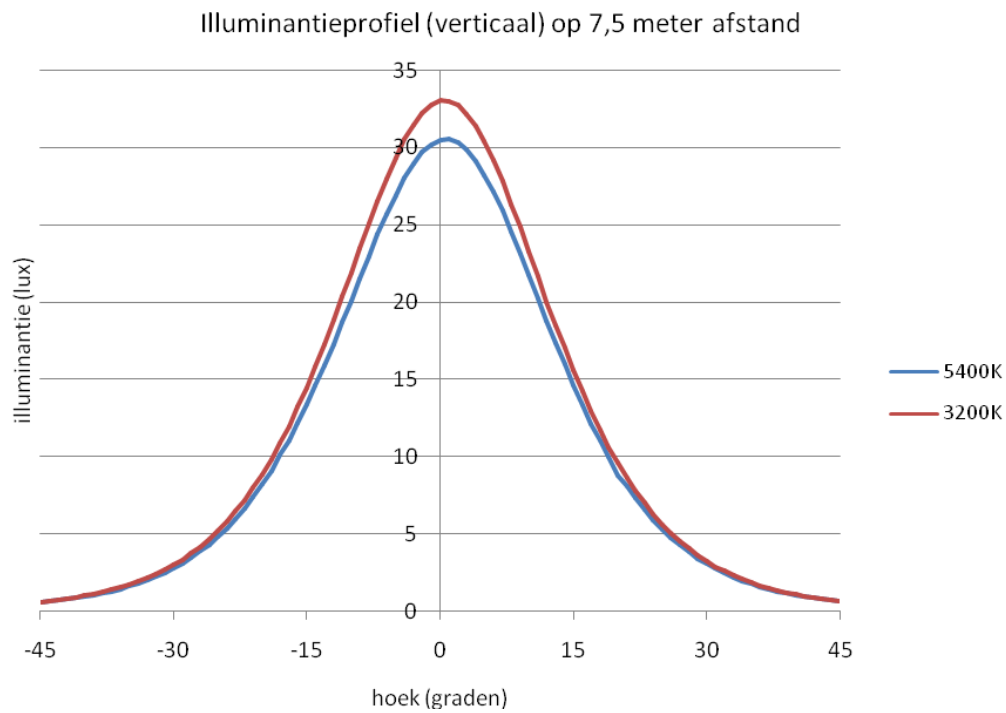
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

26.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 34 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 31 lux



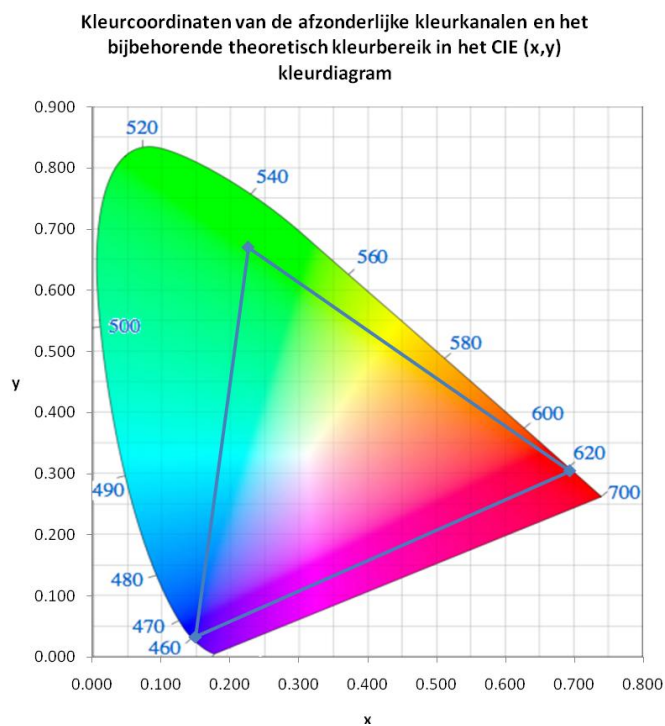


26.2. Kleur-eigenschappen

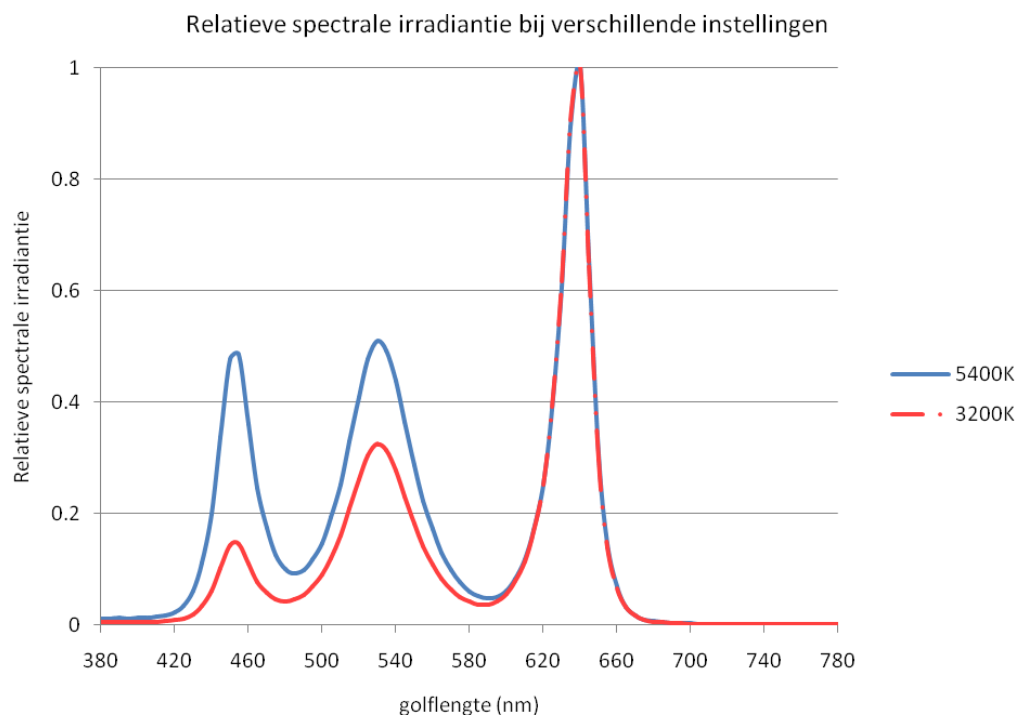
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.150, 0.033)
'groen'	(0.227, 0.670)
'rood'	(0.693, 0.304)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

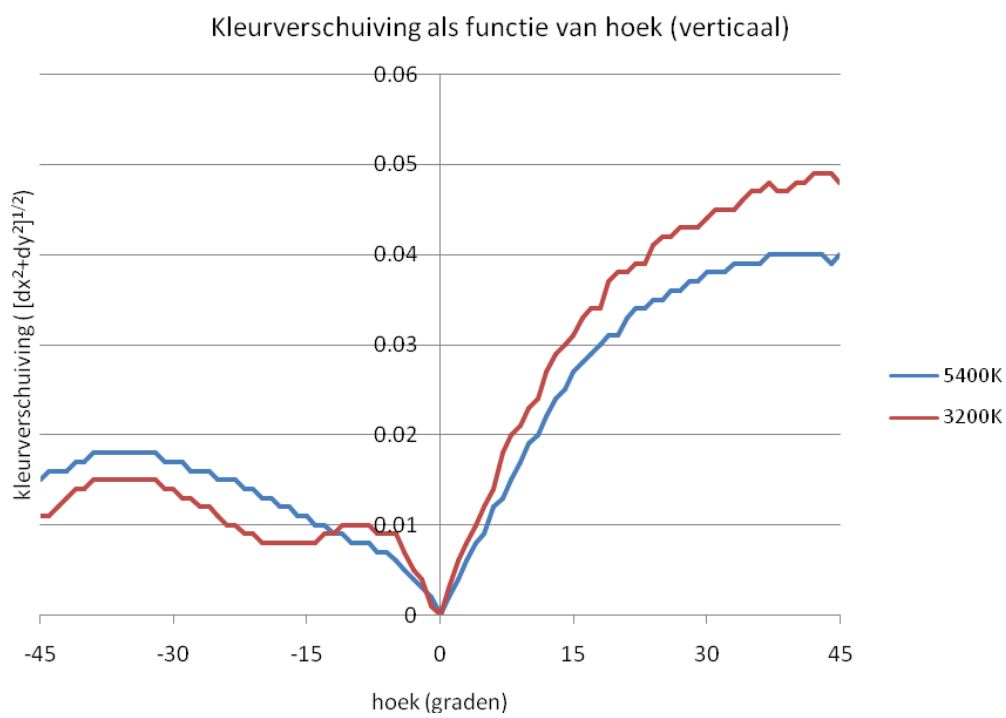
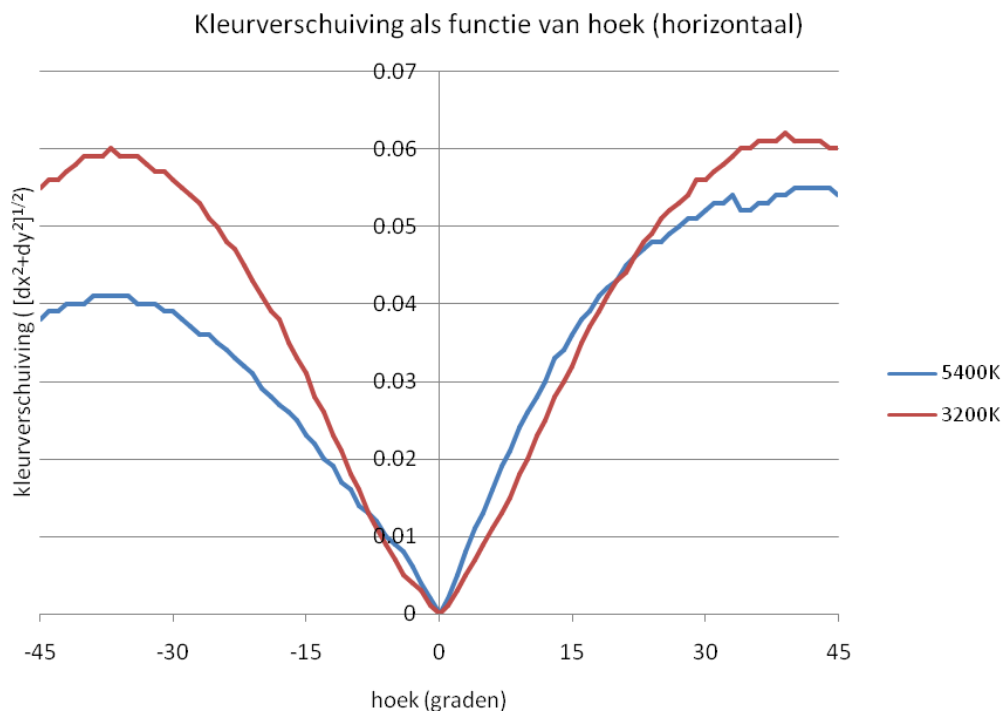
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.413, 0.409)
Kleurweergave (Ra): 40%
Kleurtemperatuur (CCT): 3479 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.322, 0.354)
Kleurweergave (Ra): 60%
Kleurtemperatuur (CCT): 5951 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



26.3. Elektrische eigenschappen

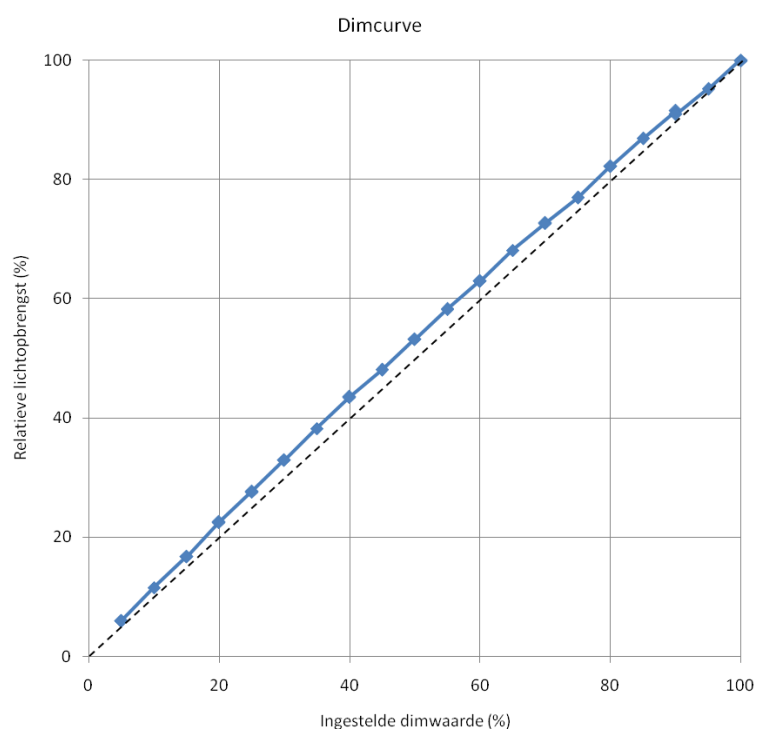
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 78 W
Power factor: 0.85

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 77 W
Power factor: 0.85

26.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen ('rood'): 400 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 27

Armatuur aanduiding: Tourwash 6°-35°
Aangeleverd door: Rolight

Datum meting: 1-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

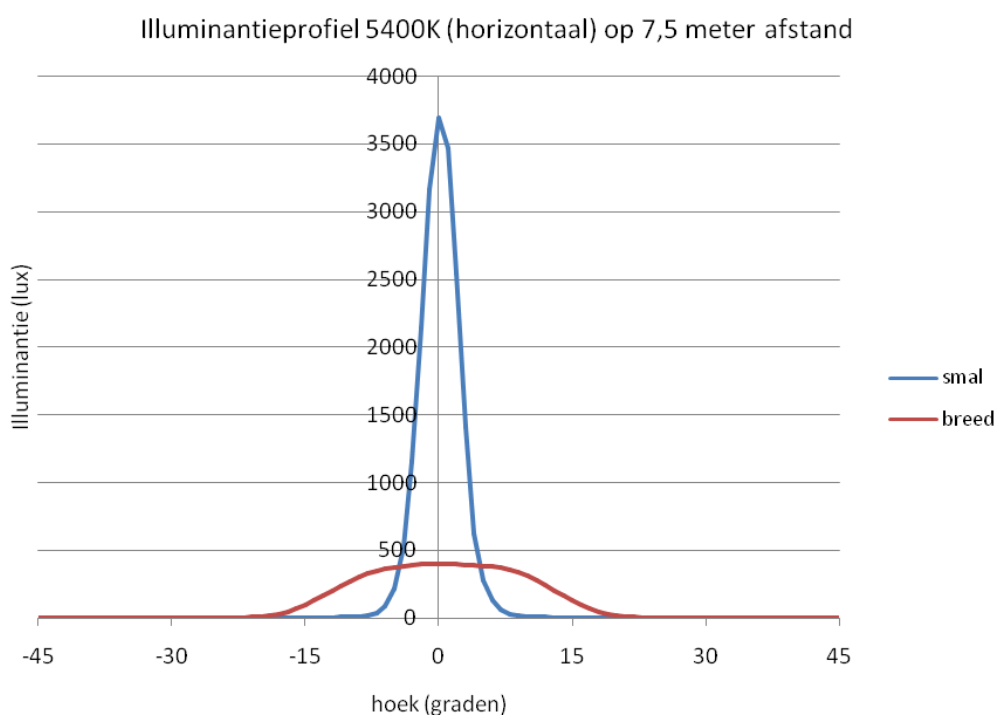
27.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K-smal): 2257 lux

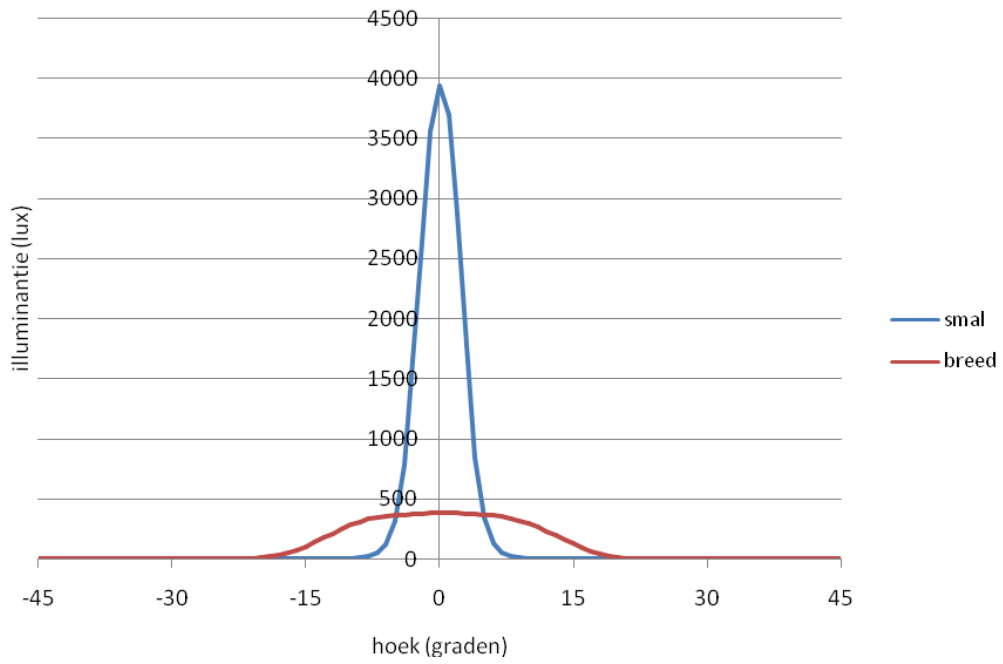
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K-breed): 234 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K-smal): 3936 lux

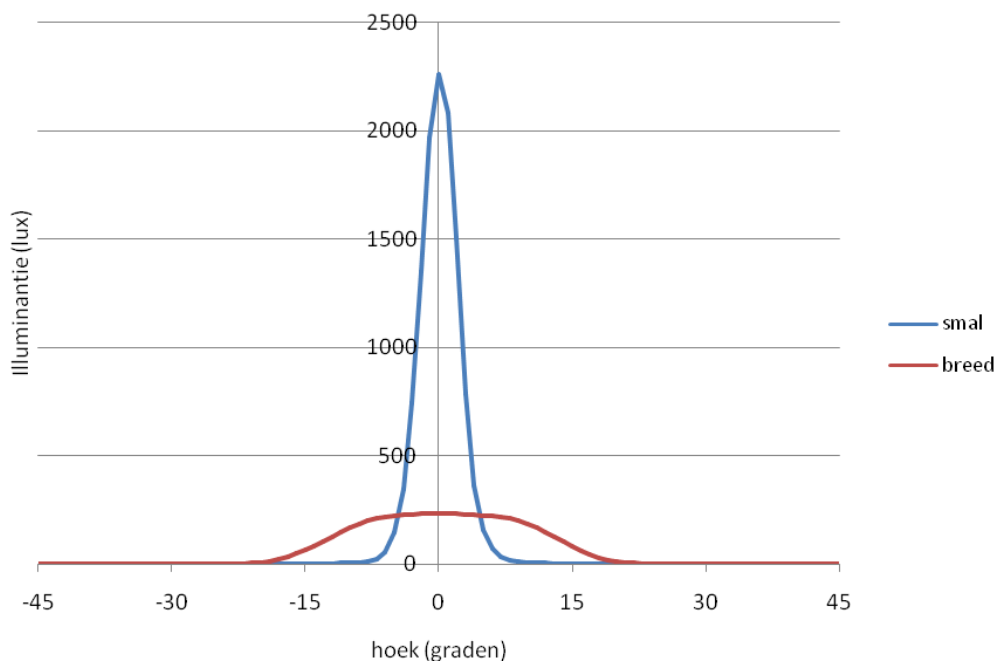
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K-breed): 400 lux



Illuminantieprofiel 5400K (verticaal) op 7,5 meter afstand



Illuminantieprofiel 3200K (horizontaal) op 7,5 meter afstand

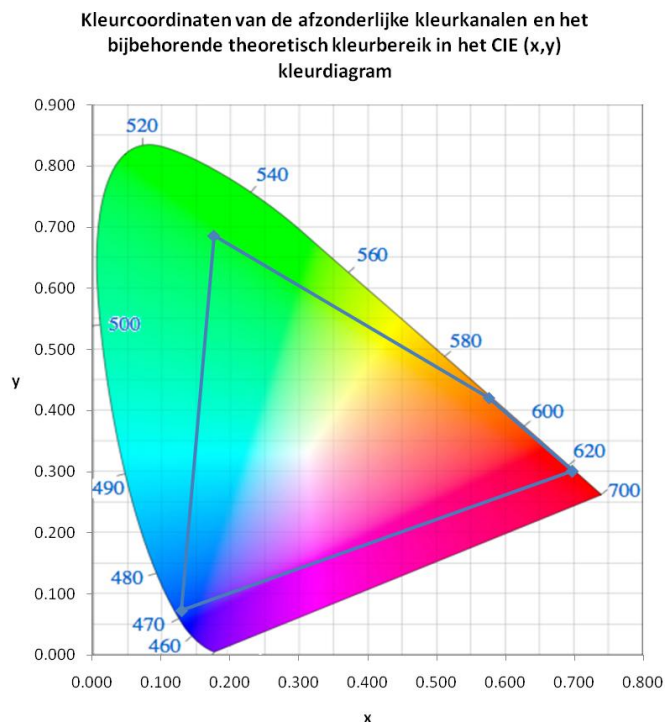


27.2. Kleur-eigenschappen

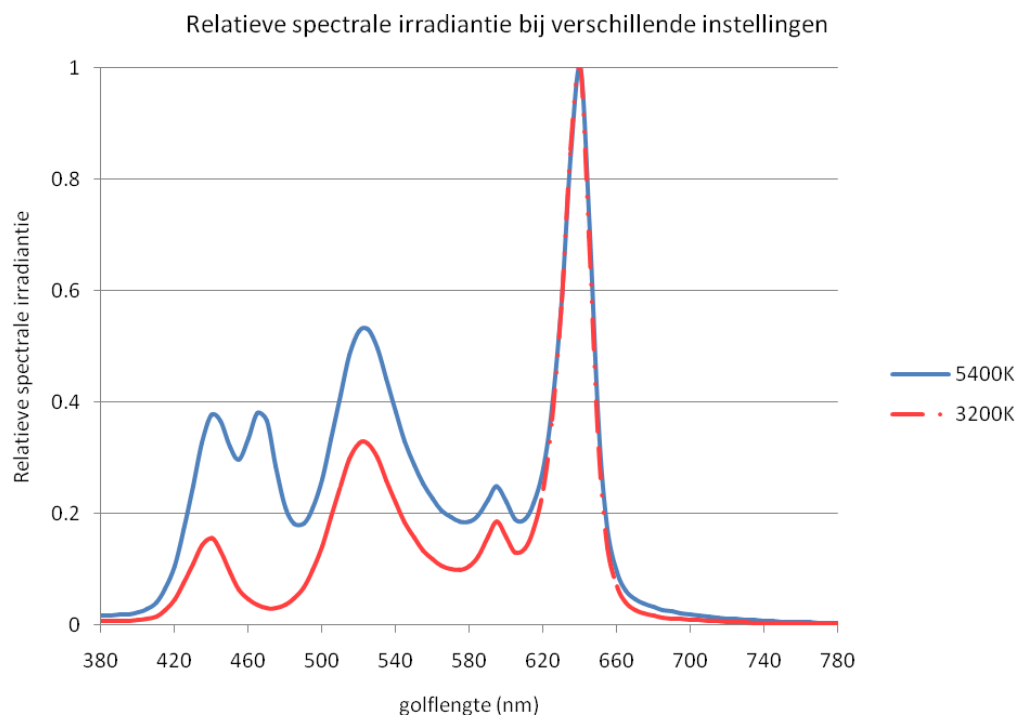
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'amber'	(0.575, 0.420)
'blauw'	(0.130, 0.073)
'groen'	(0.177, 0.686)
'rood'	(0.697, 0.301)
'wit'	(0.297, 0.298)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

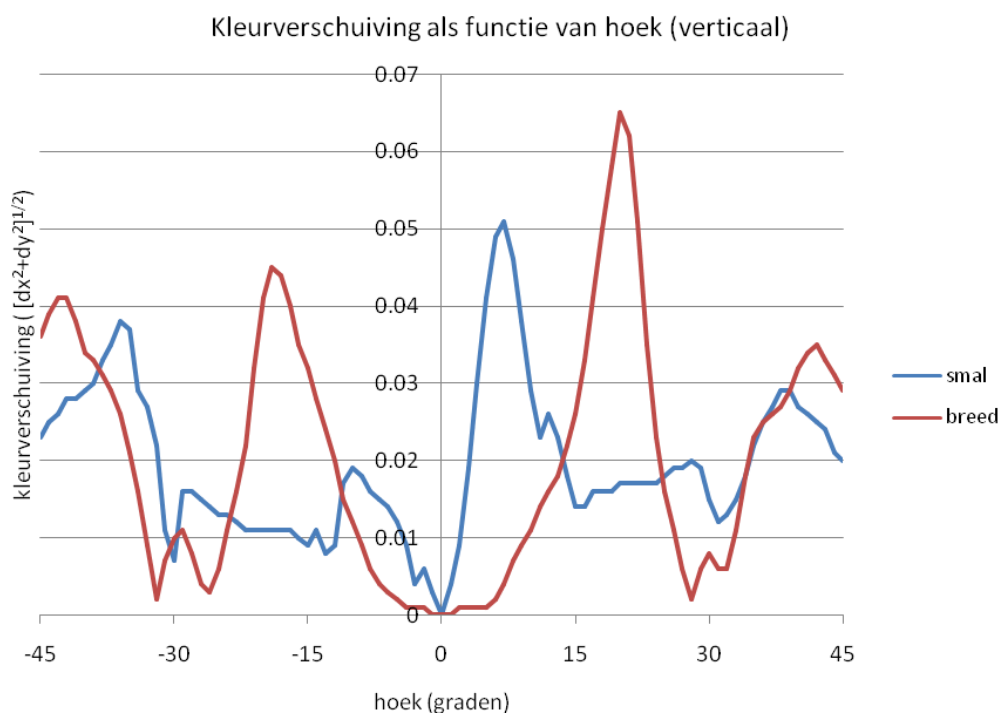
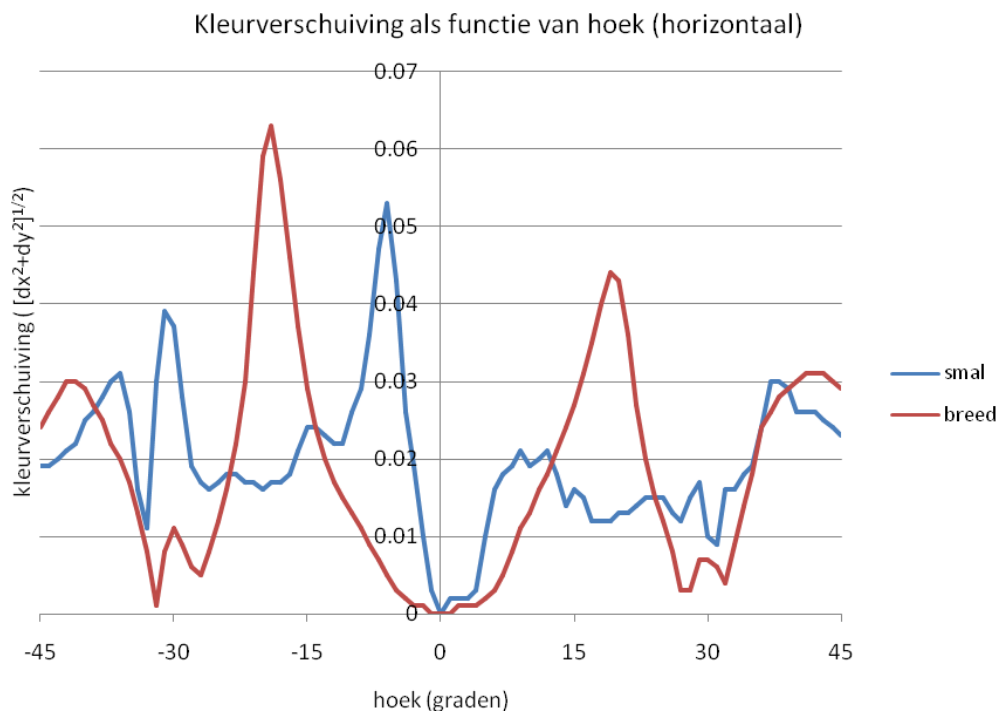
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.420, 0.404)
Kleurweergave (Ra): 55%
Kleurtemperatuur (CCT): 3313 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.328, 0.347)
Kleurweergave (Ra): 74%
Kleurtemperatuur (CCT): 5703 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek (5400K)



27.3. Elektrische eigenschappen

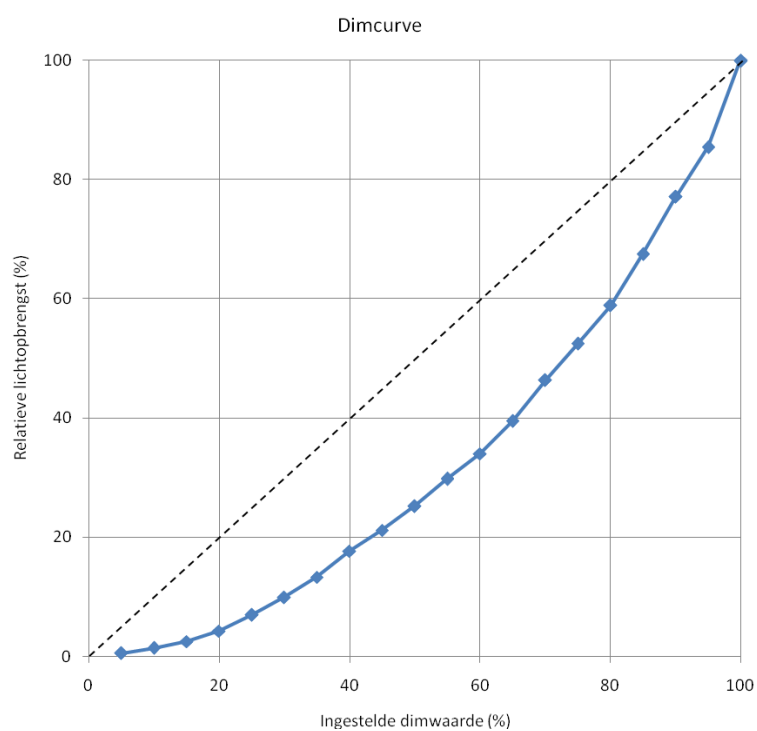
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 244 W
Power factor: 0.94

5400K

Voedingsspanning: 229 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 370 W
Power factor: 0.97

27.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 300 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 28

Armatuur aanduiding: LDDE SpectraWow
Aangeleverd door: Rolight

Datum meting: 4-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



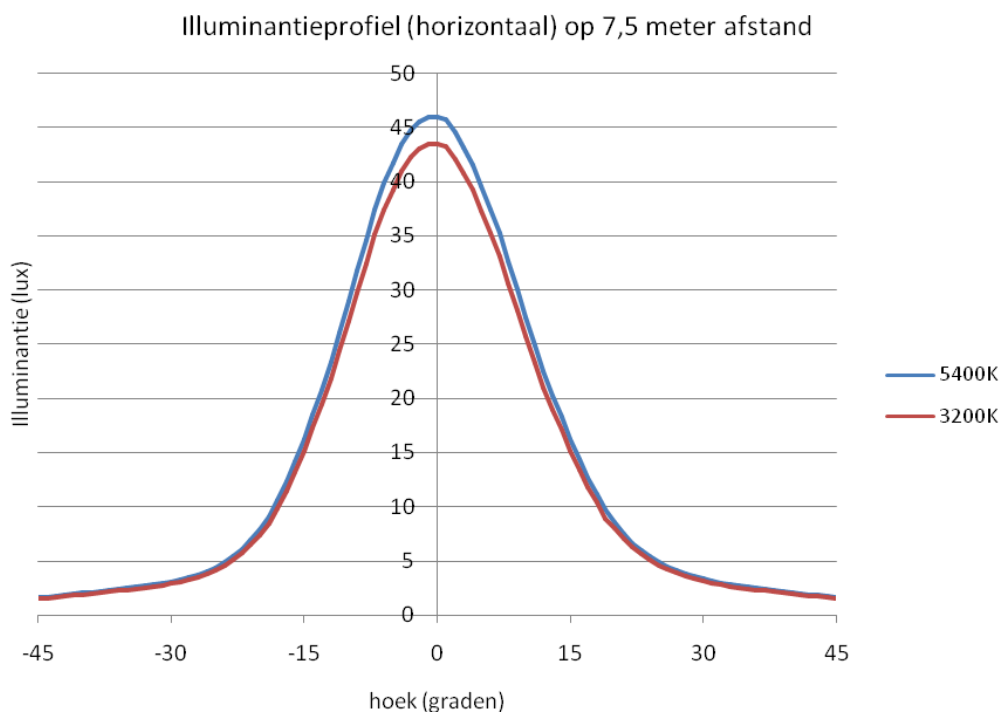
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

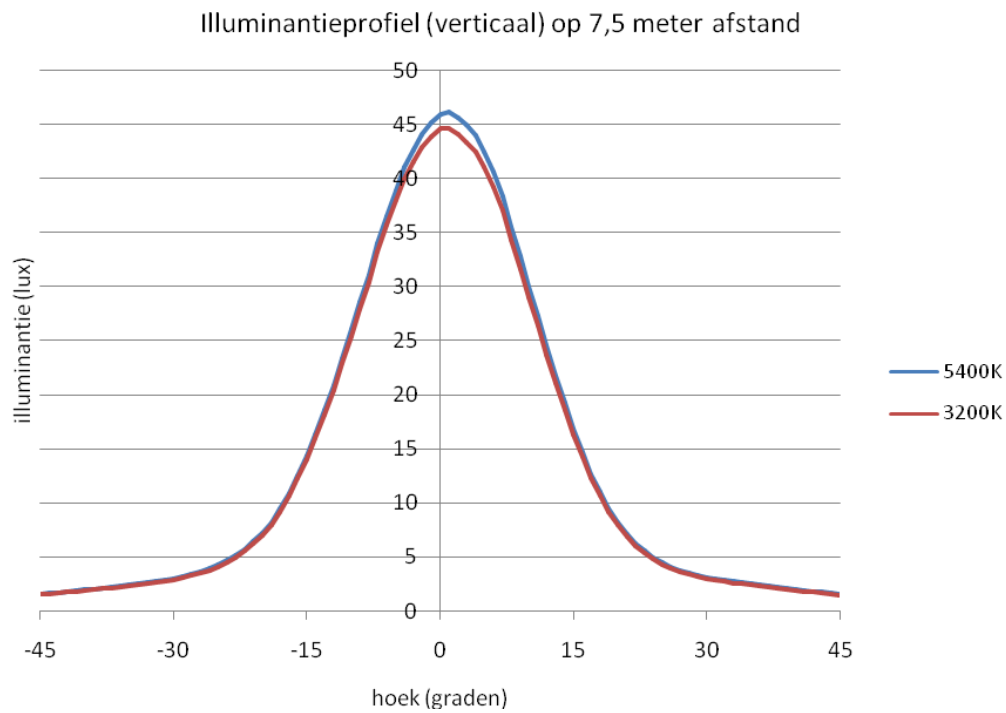
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

28.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 45 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 46 lux



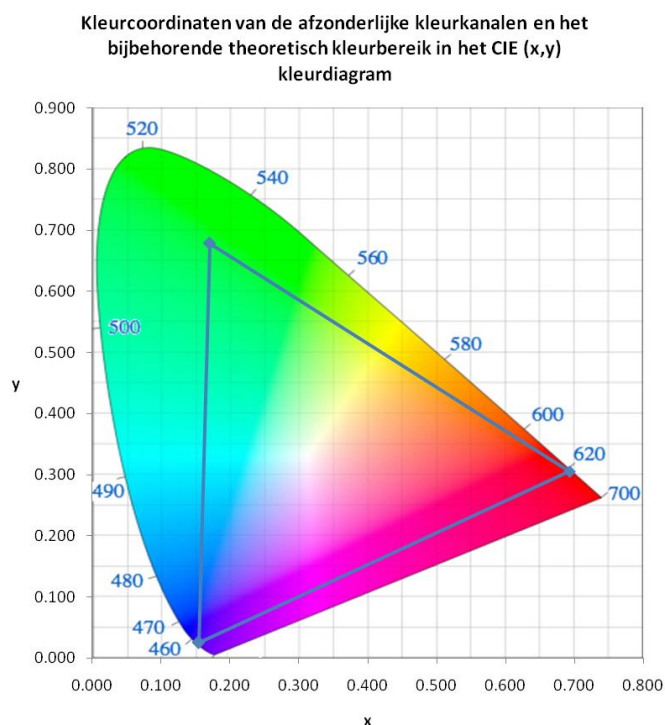


28.2. Kleur-eigenschappen

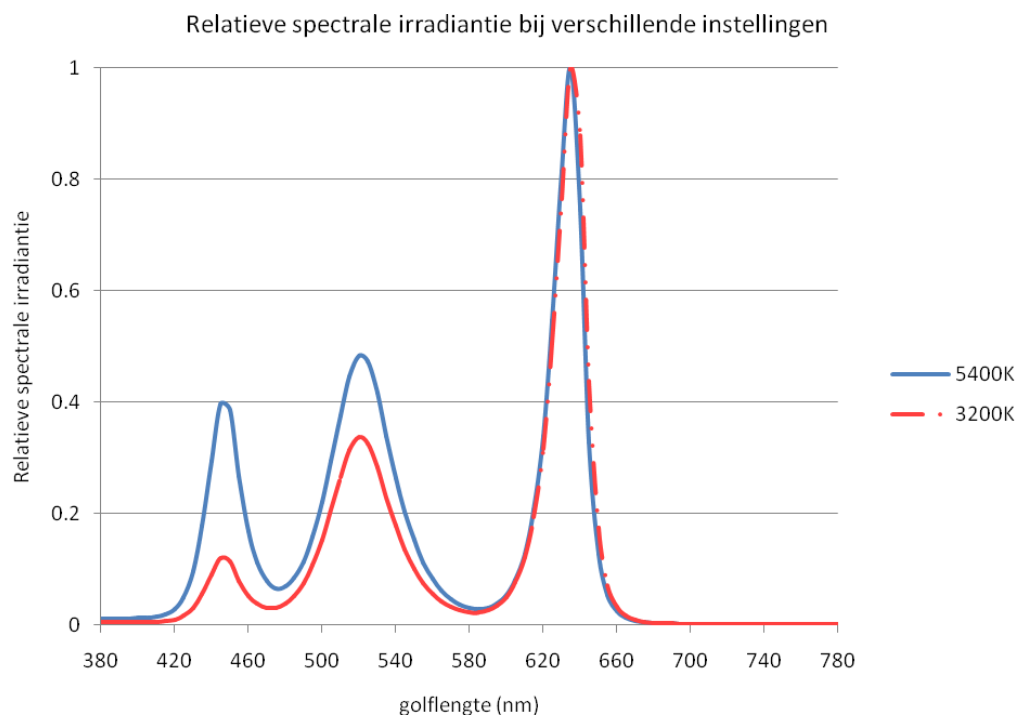
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.155, 0.025)
'groen'	(0.171, 0.679)
'rood'	(0.692, 0.305)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

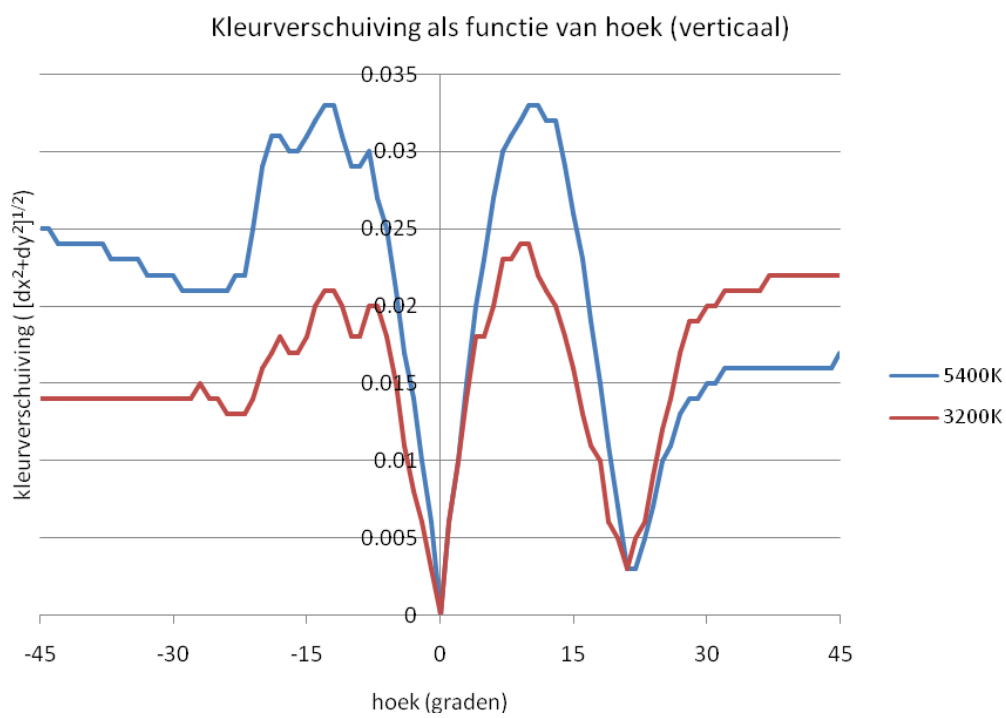
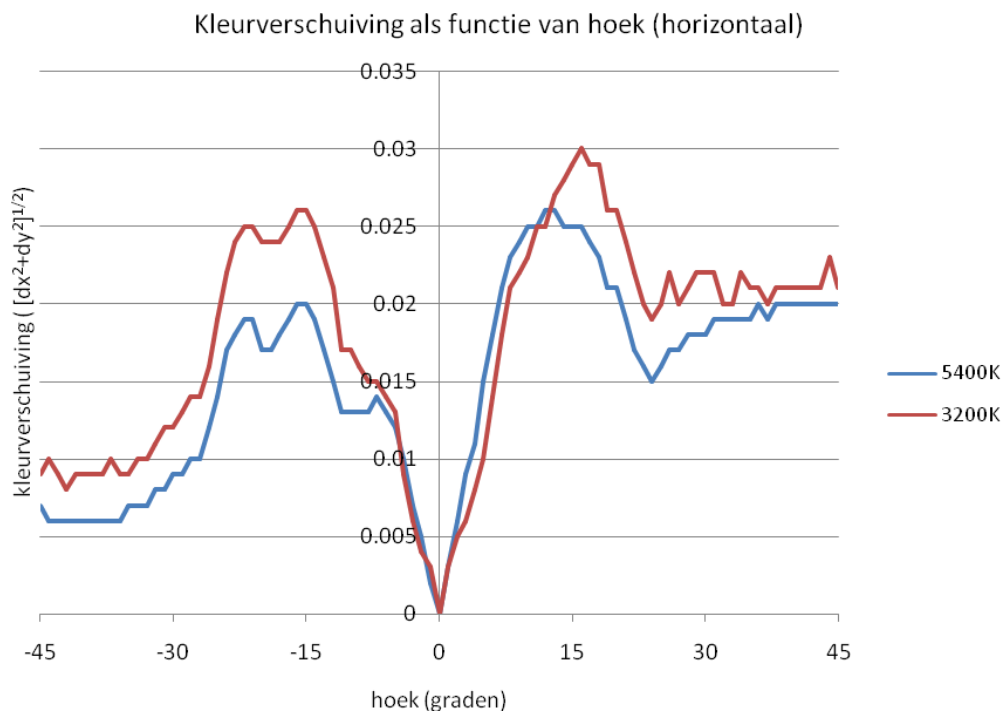
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.422, 0.403)
Kleurweergave (Ra): 20%
Kleurtemperatuur (CCT): 3264 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.333, 0.348)
Kleurweergave (Ra): 37%
Kleurtemperatuur (CCT): 5497 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



28.3. Elektrische eigenschappen

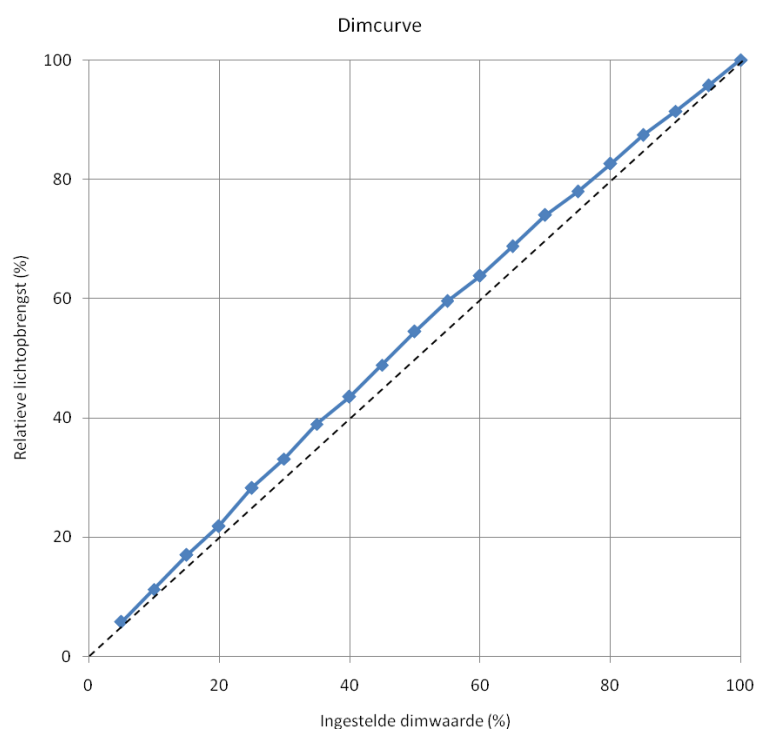
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 39 W
Power factor: 0.70

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 40 W
Power factor: 0.70

28.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 400 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 29

Armatuur aanduiding: LDDE SpectraLed 20 pro
Aangeleverd door: Rolight

Datum meting: 4-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



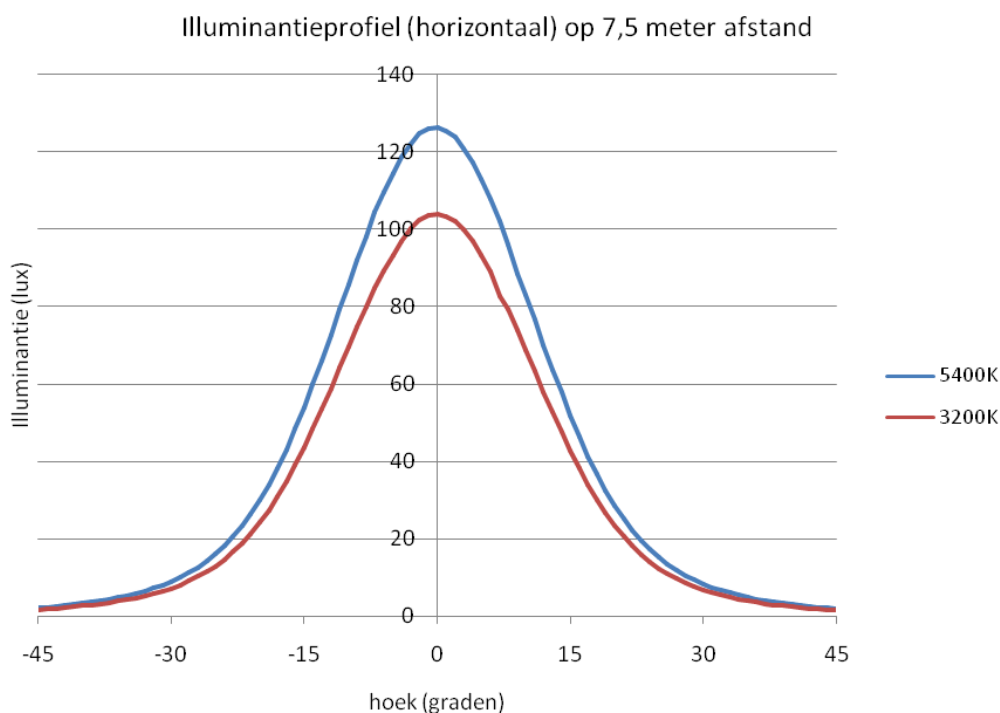
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

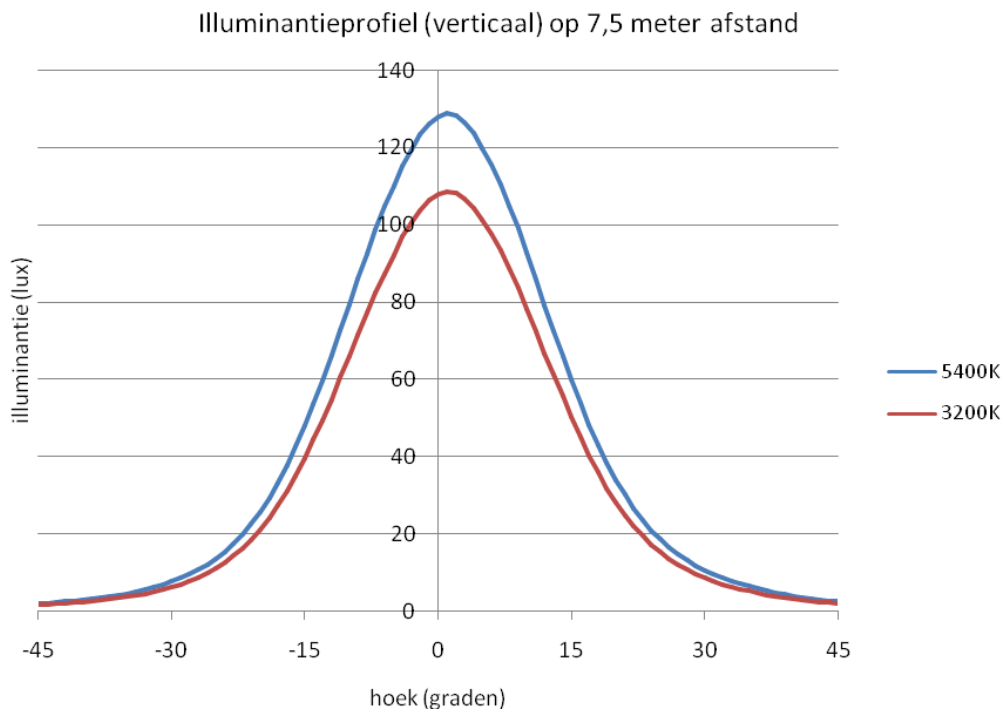
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

29.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 109 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 129 lux



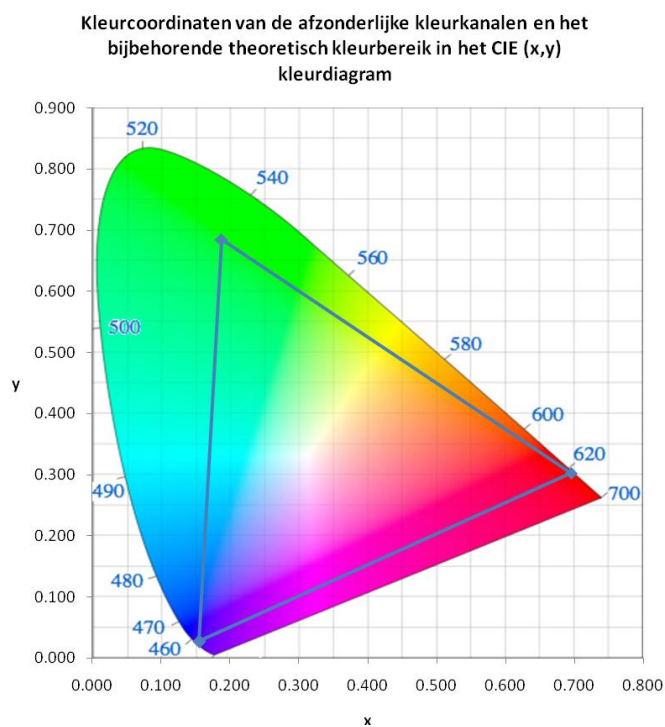


29.2. Kleur-eigenschappen

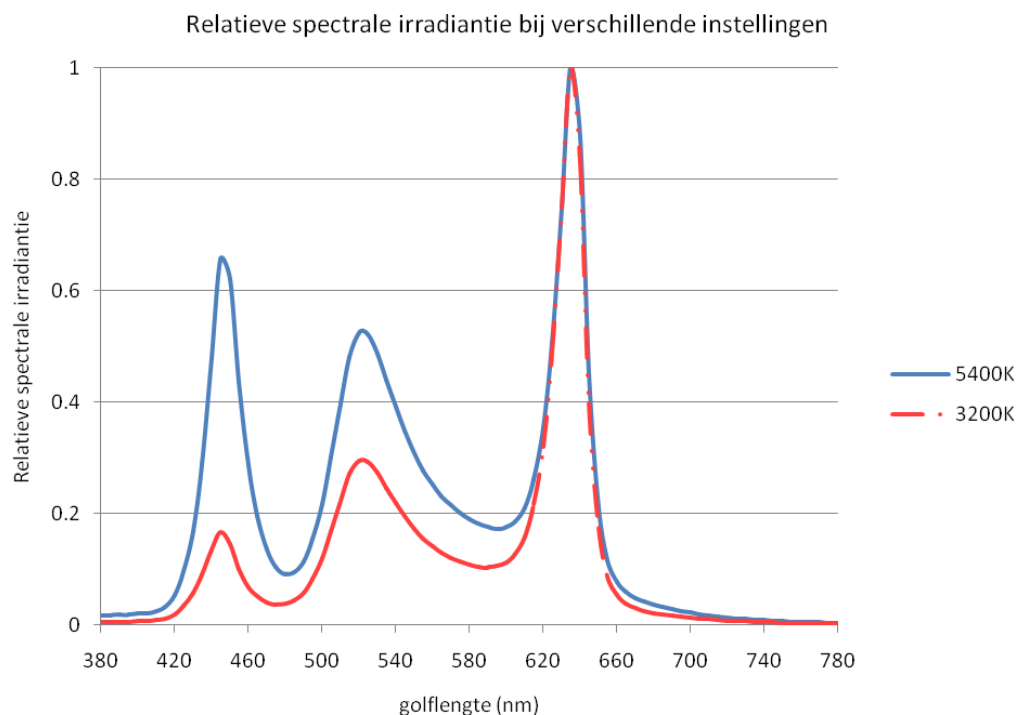
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.156, 0.027)
'groen'	(0.188, 0.685)
'rood'	(0.695, 0.303)
'wit'	(0.329, 0.344)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

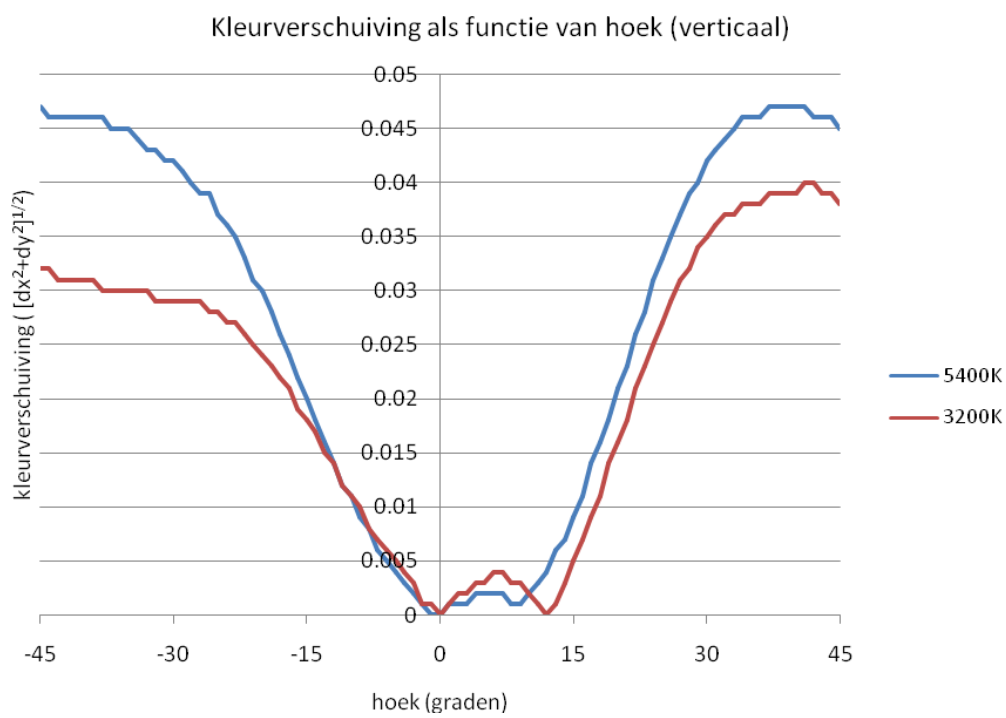
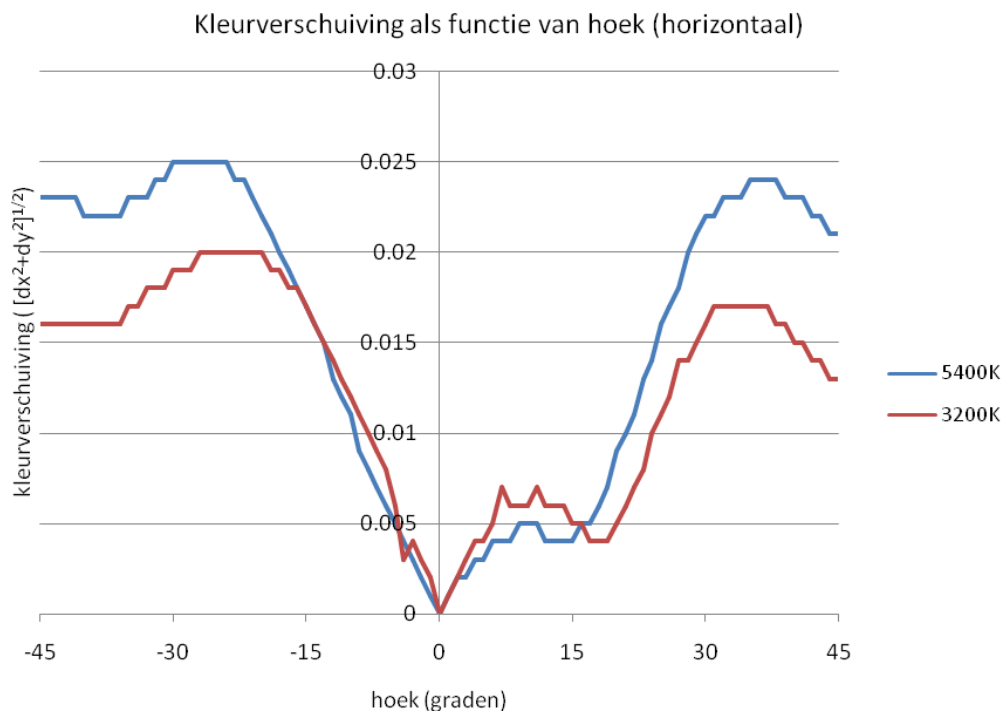
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.423, 0.399)
Kleurweergave (Ra): 55%
Kleurtemperatuur (CCT): 3205 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.332, 0.341)
Kleurweergave (Ra): 72%
Kleurtemperatuur (CCT): 5517 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



29.3. Elektrische eigenschappen

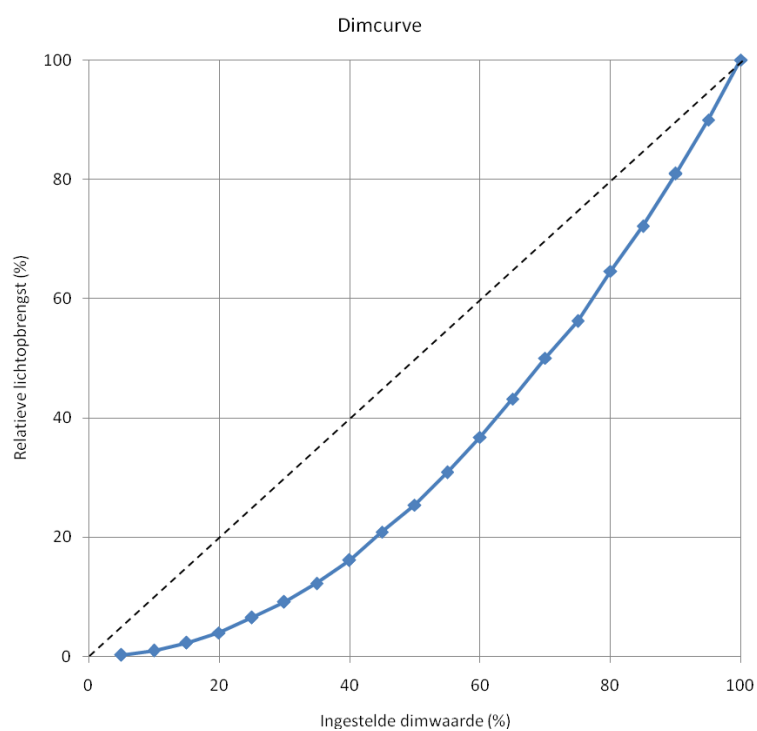
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 64 W
Power factor: 0.76

5400K

Voedingsspanning: 229 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 75 W
Power factor: 0.79

29.4. Dimeigenschappen



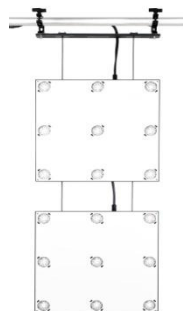
Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen ('rood'): 122 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 30

Armatuur aanduiding: LedCyc9
Aangeleverd door: Rolight
Datum meting: 4-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



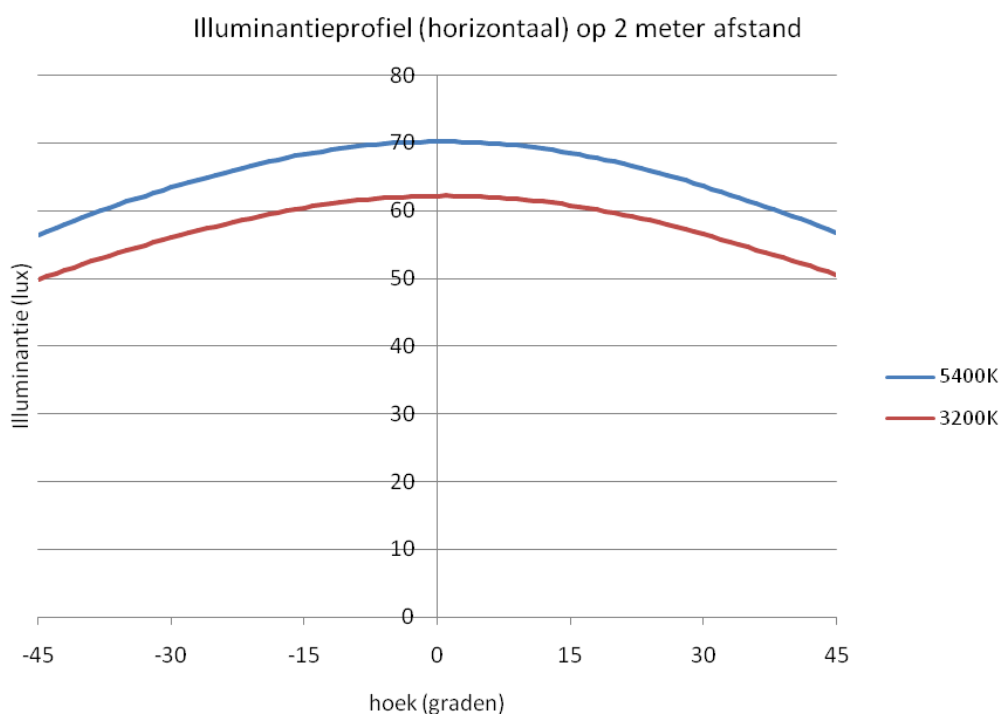
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

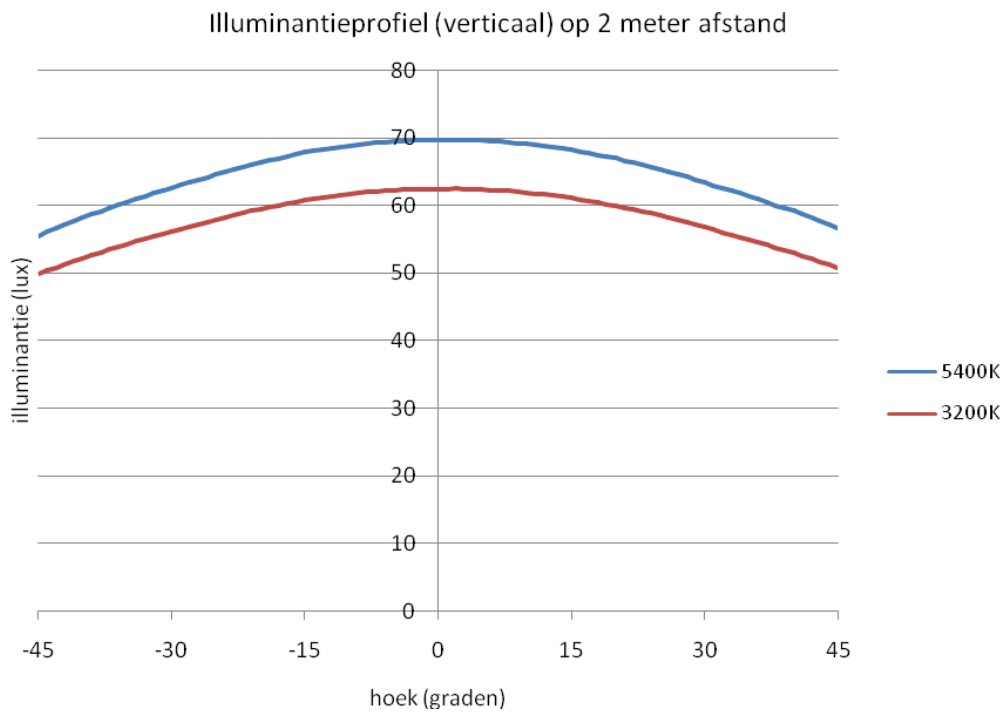
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

30.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 2 meter (3200K): 62 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 2 meter (5400K): 70 lux



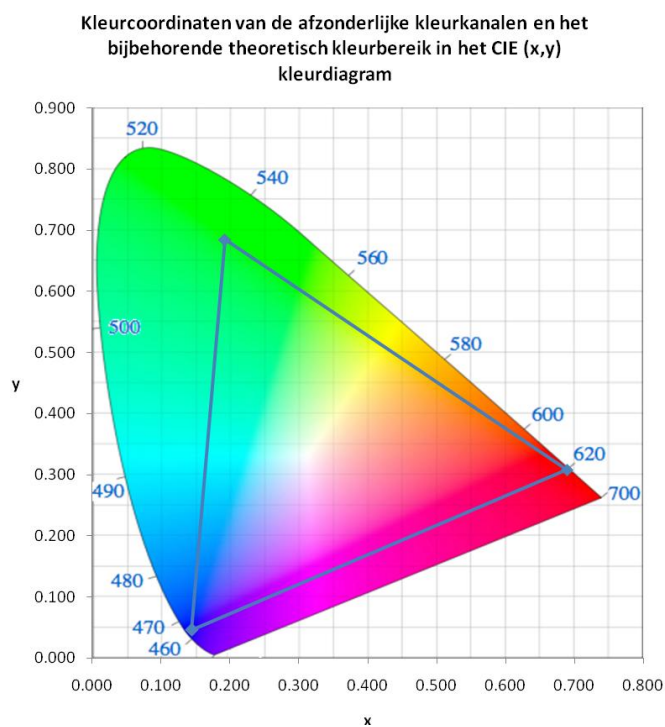


30.2. Kleur-eigenschappen

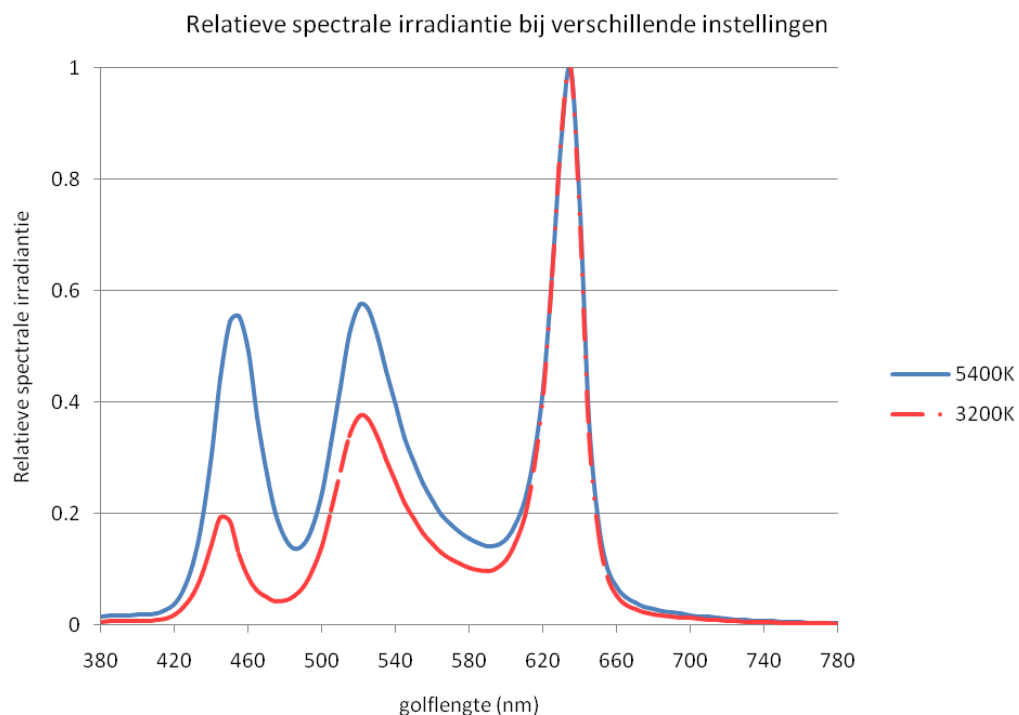
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.145, 0.046)
'groen'	(0.193, 0.684)
'rood'	(0.689, 0.308)
'wit'	(0.311, 0.307)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

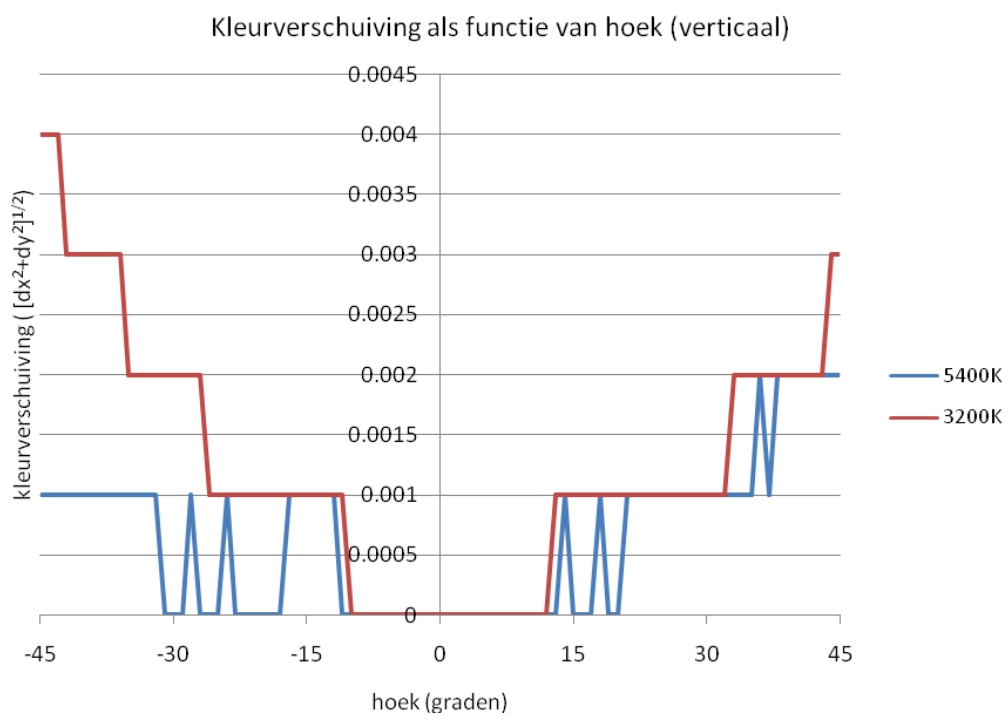
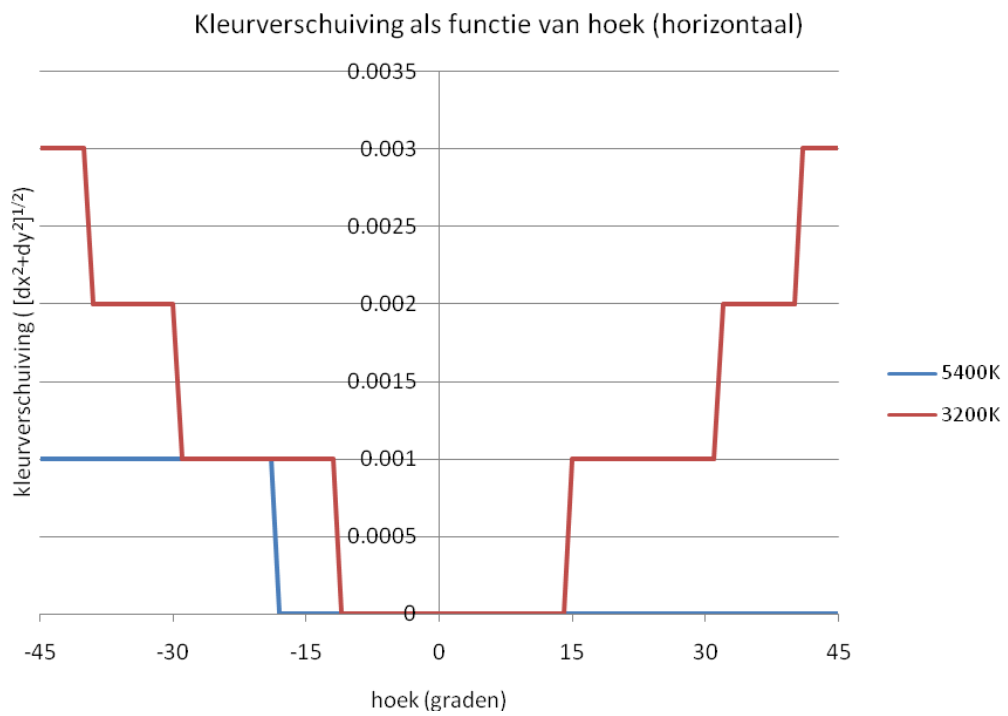
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.413, 0.403)
Kleurweergave (Ra): 53%
Kleurtemperatuur (CCT): 3426 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.326, 0.342)
Kleurweergave (Ra): 68%
Kleurtemperatuur (CCT): 5776 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



30.3. Elektrische eigenschappen

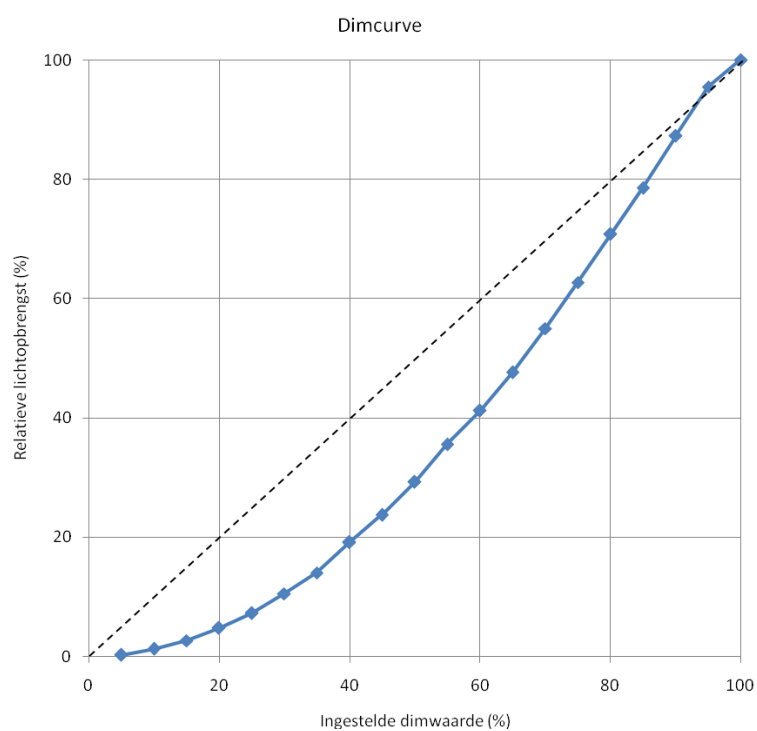
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 100 W
Power factor: 0.95

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 117 W
Power factor: 0.96

30.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 3333 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 31

Armatuur aanduiding: TourLED42 Expolite
Aangeleverd door: HA-Rental

Datum meting: 6-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



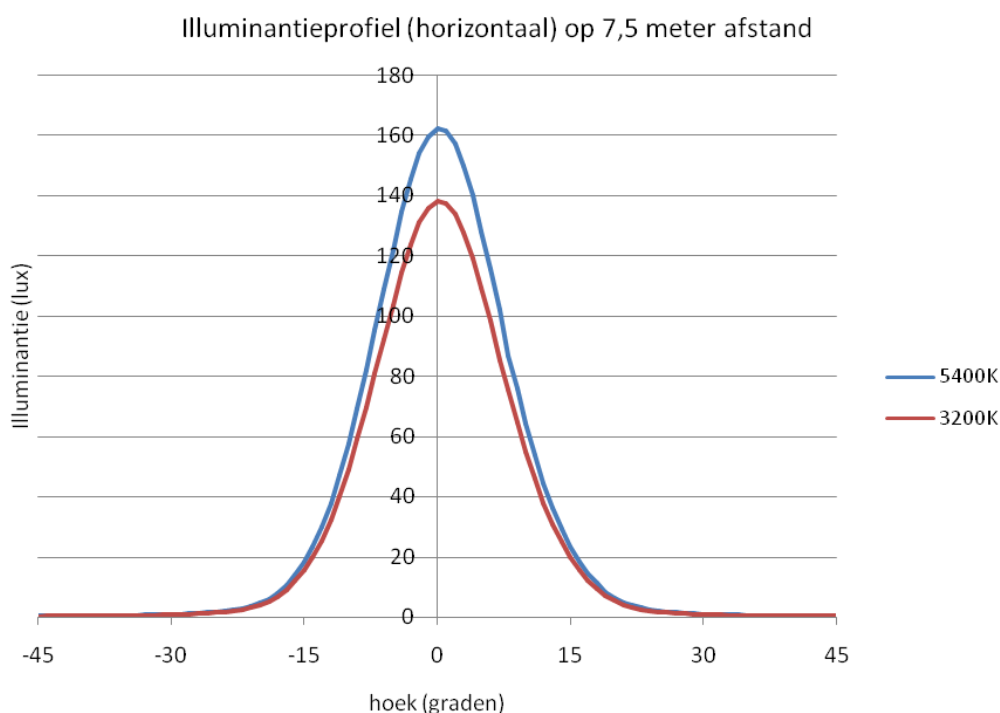
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

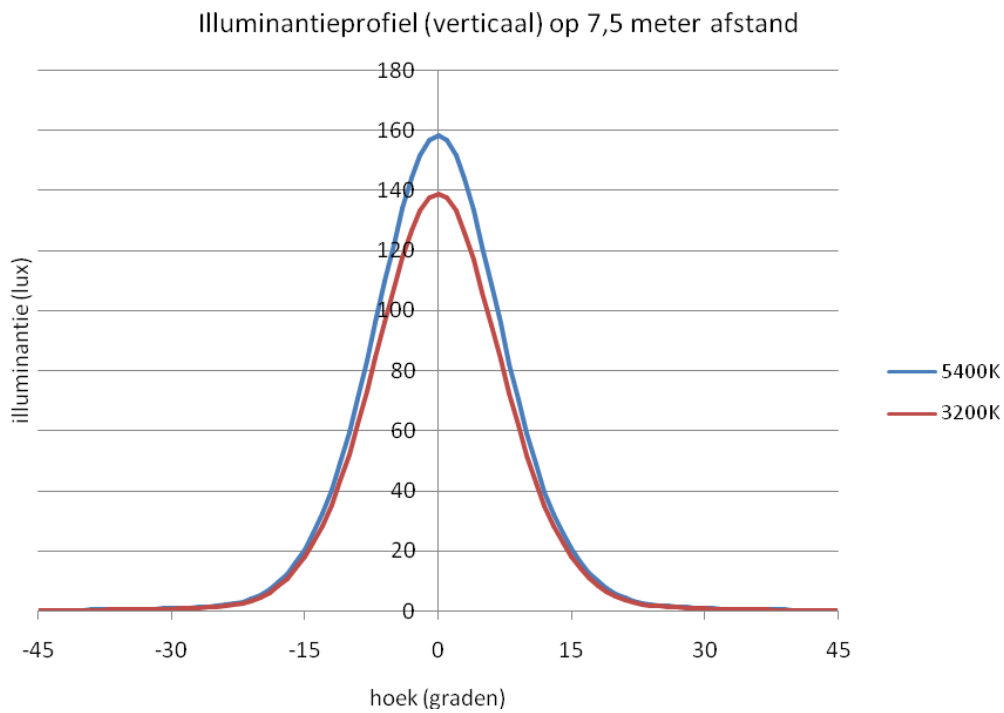
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

31.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 139 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 162 lux



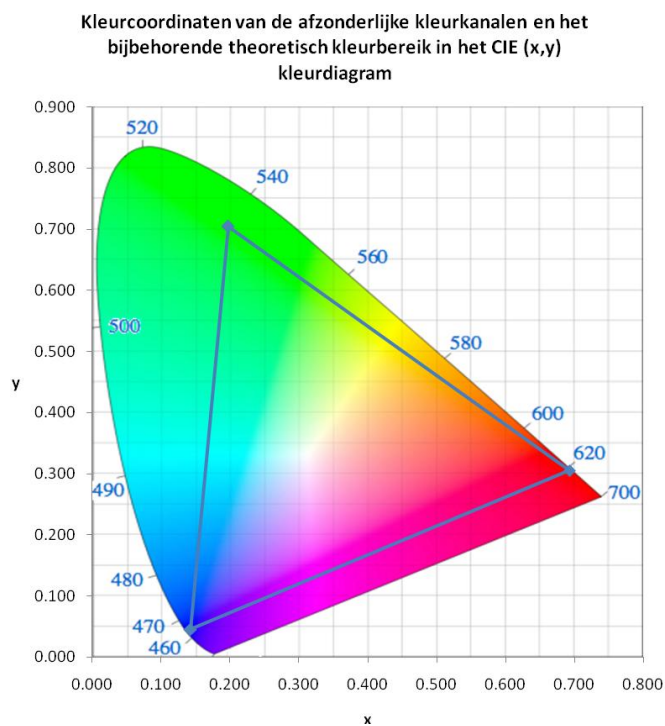


31.2. Kleur-eigenschappen

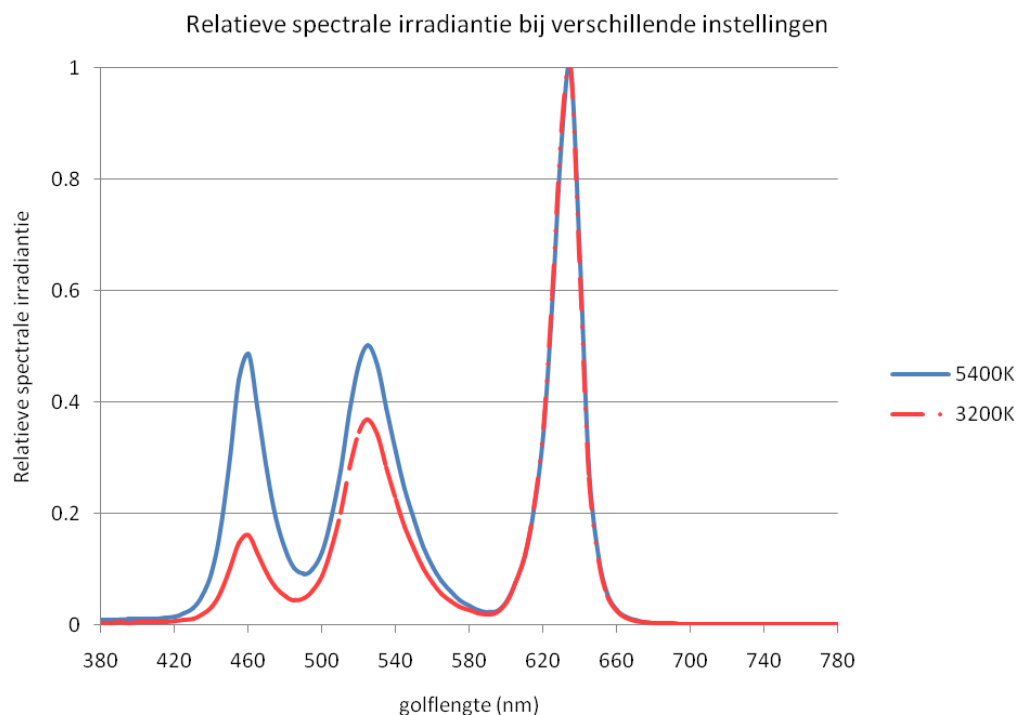
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.142, 0.045)
'groen'	(0.198, 0.705)
'rood'	(0.693, 0.305)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

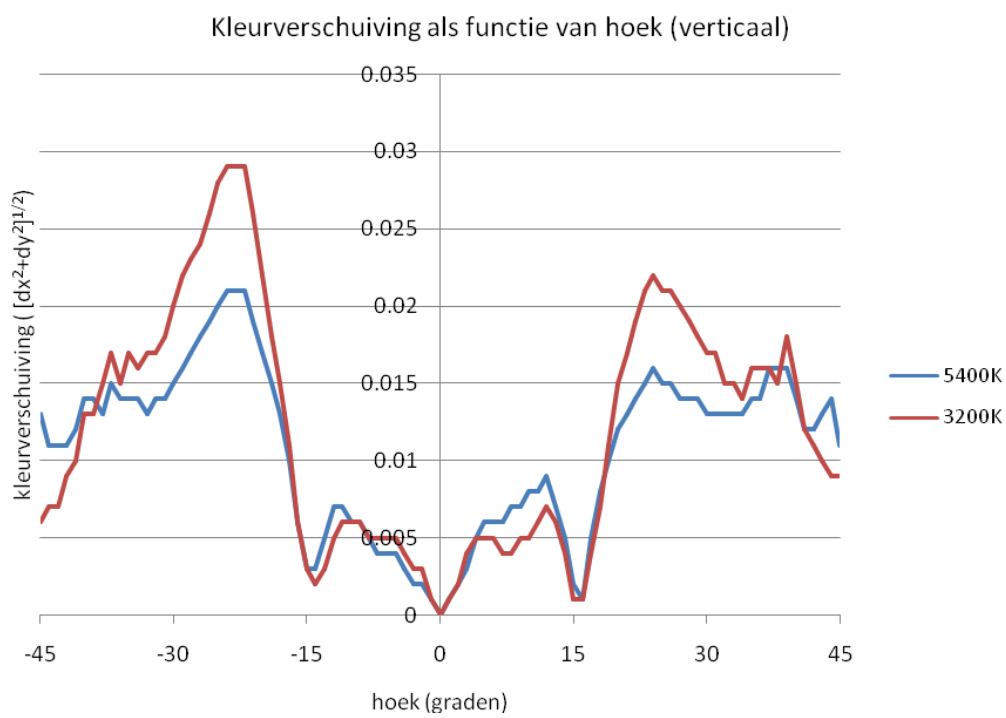
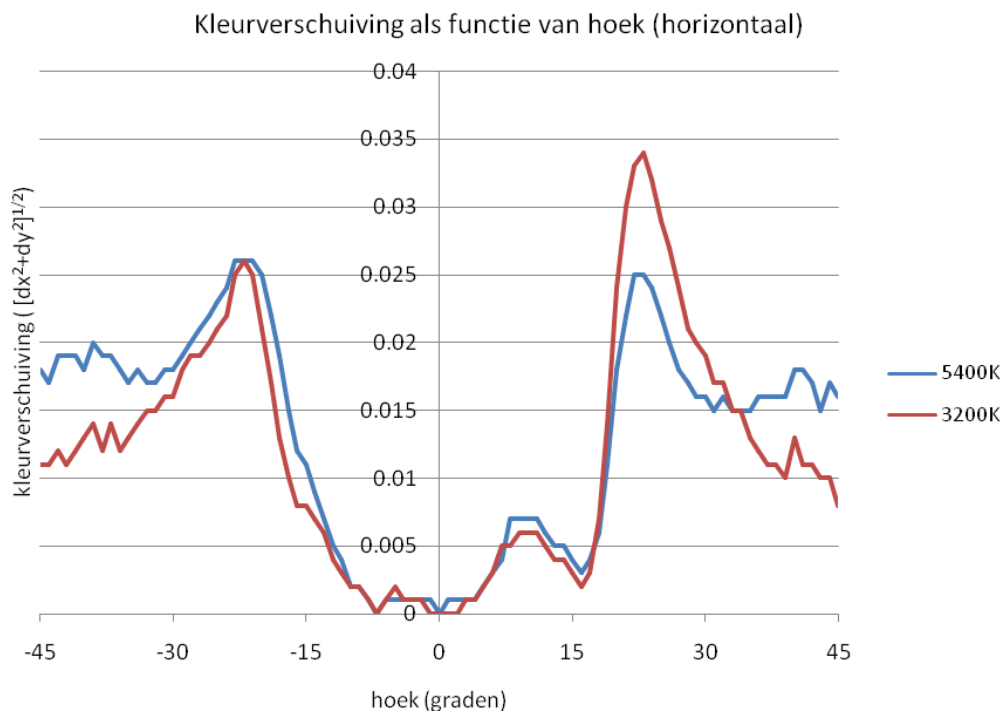
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.411, 0.406)
Kleurweergave (Ra): 31%
Kleurtemperatuur (CCT): 3506 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.324, 0.344)
Kleurweergave (Ra): 46%
Kleurtemperatuur (CCT): 5872 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



31.3. Elektrische eigenschappen

3200K

Voedingsspanning: 230 V

Opgenomen elektrisch vermogen: 29 W

Power factor: 0.44

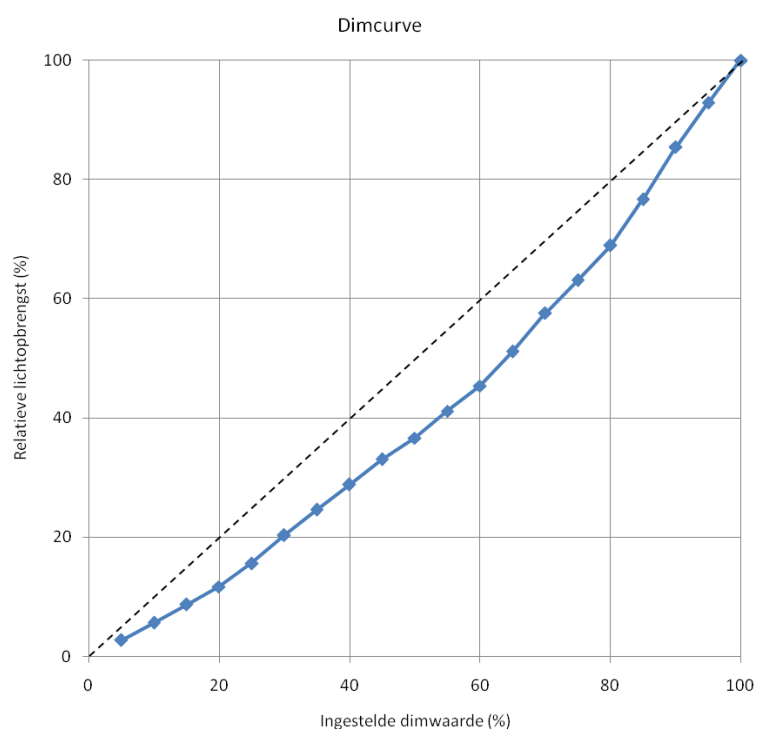
5400K

Voedingsspanning: 229 V

Opgenomen elektrisch vermogen: 34 W

Power factor: 0.45

31.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen ('rood'): 588 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 32

Armatuur aanduiding: Fusion Color 18FC
Aangeleverd door: HA-Rental

Datum meting: 6-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



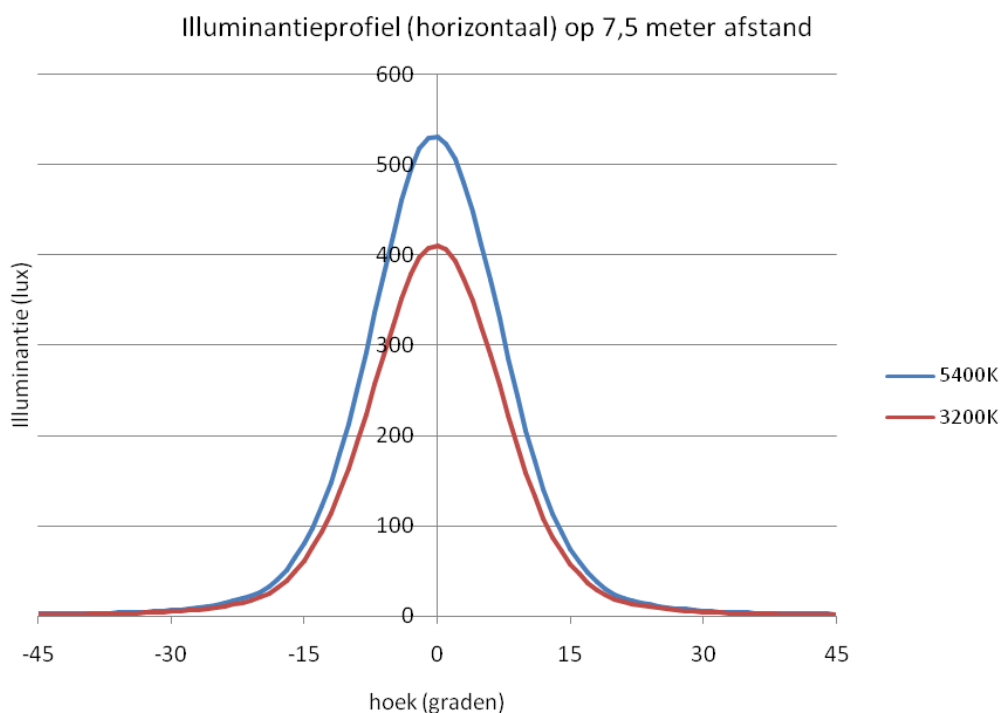
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

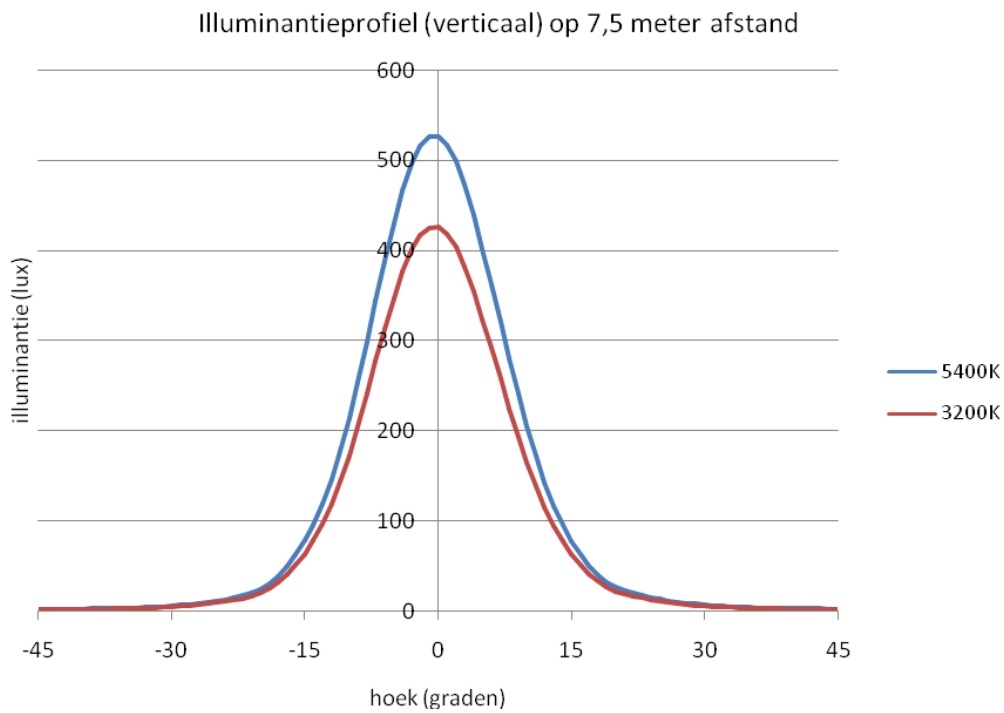
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K').

32.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (3200K): 426 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (5400K): 531 lux



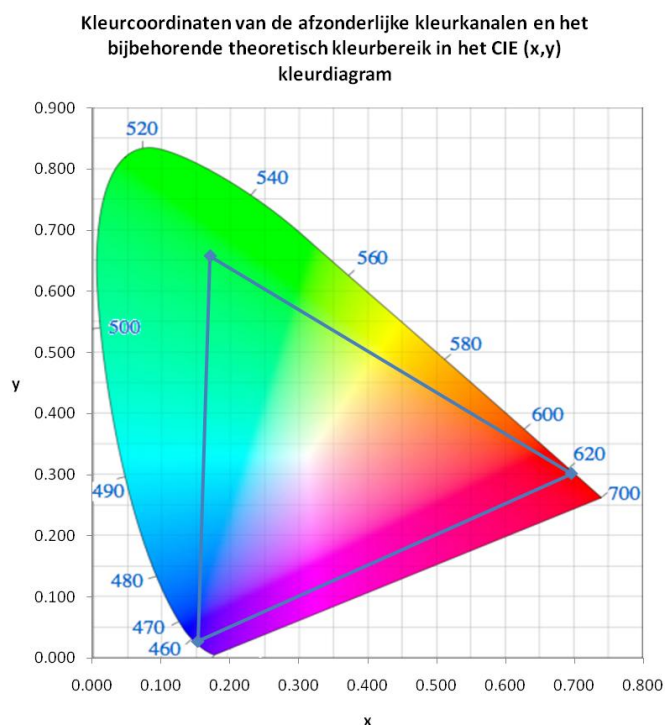


32.2. Kleur-eigenschappen

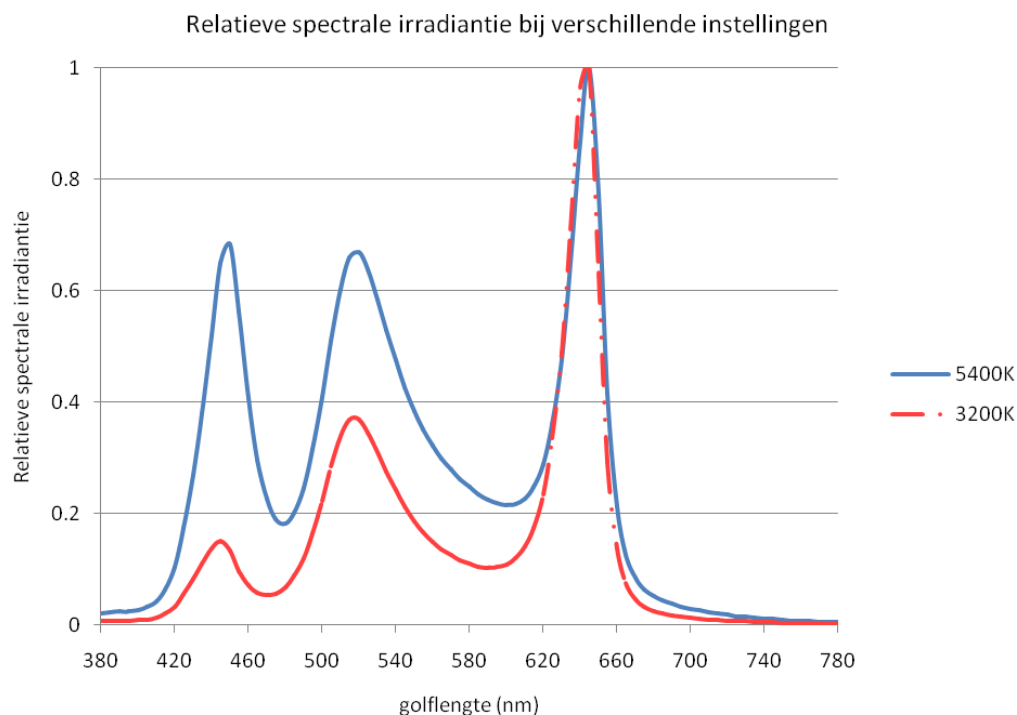
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.154, 0.027)
'groen'	(0.172, 0.658)
'rood'	(0.696, 0.302)
'wit'	(0.322, 0.335)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

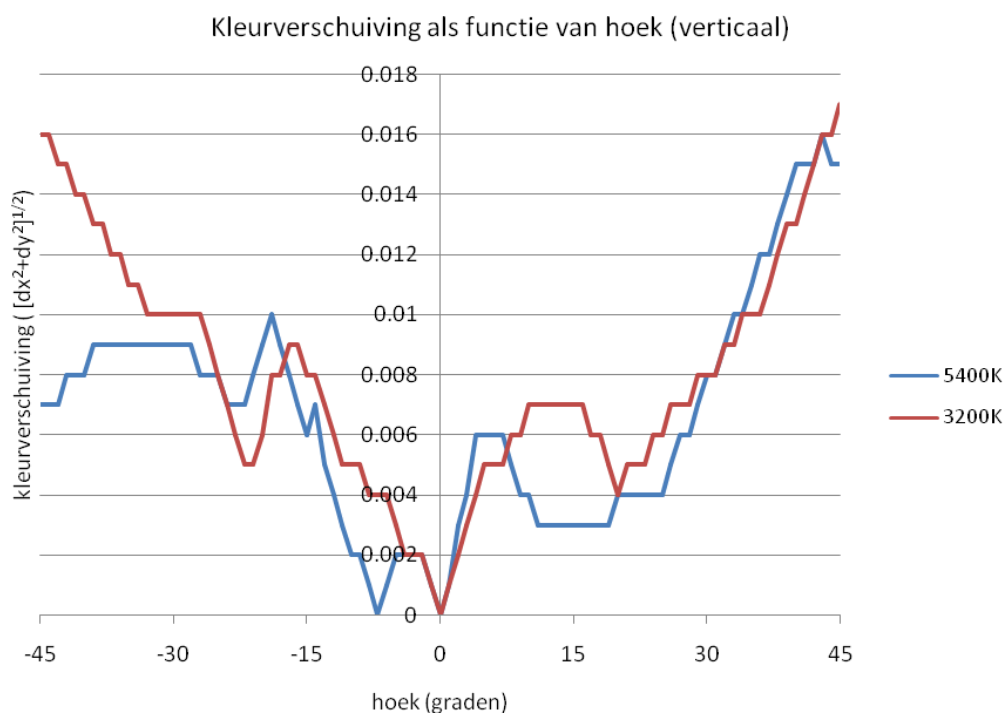
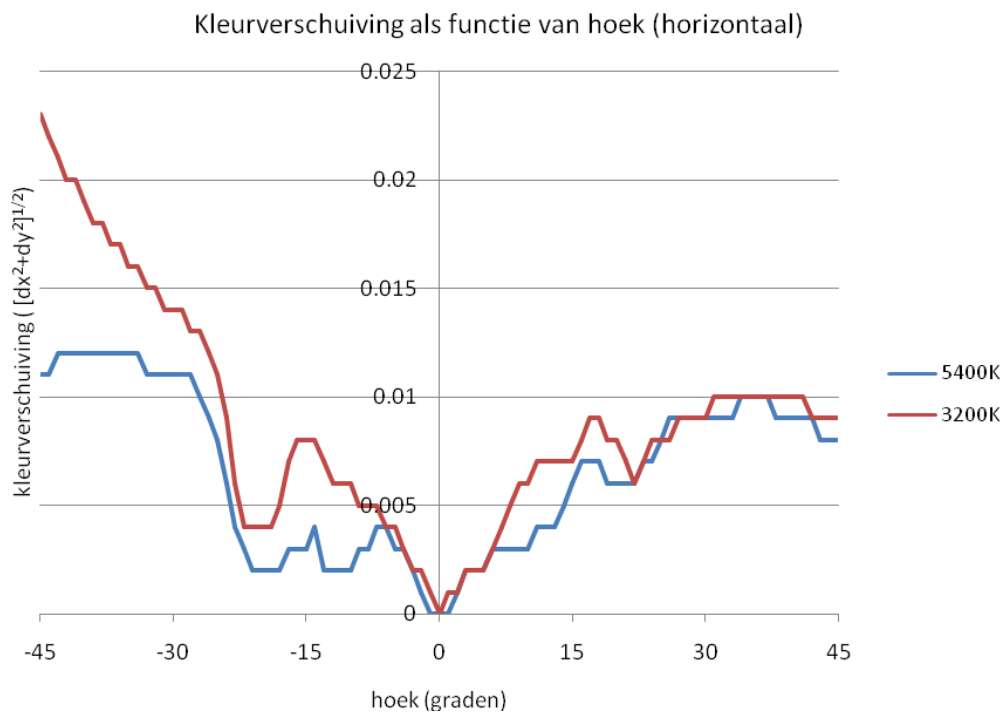
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.395, 0.411)
Kleurweergave (Ra): 54%
Kleurtemperatuur (CCT): 3878 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.309, 0.347)
Kleurweergave (Ra): 81%
Kleurtemperatuur (CCT): 6582 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



32.3. Elektrische eigenschappen

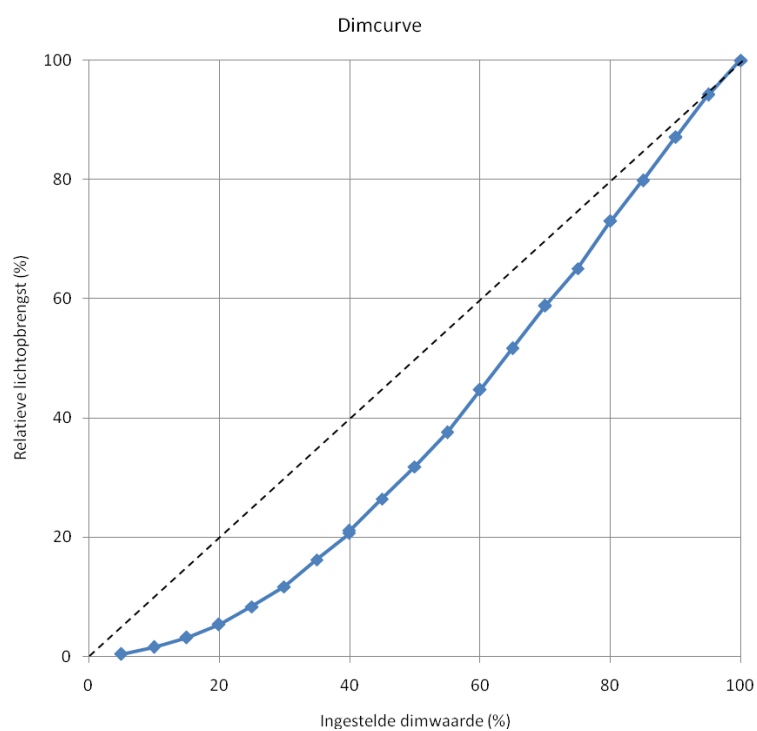
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 96 W
Power factor: 0.75

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 118 W
Power factor: 0.79

32.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5400K): 1000 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 33

Armatuur aanduiding: Robin 300 plasma spot
Aangeleverd door: Controllux

Datum meting: 7-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



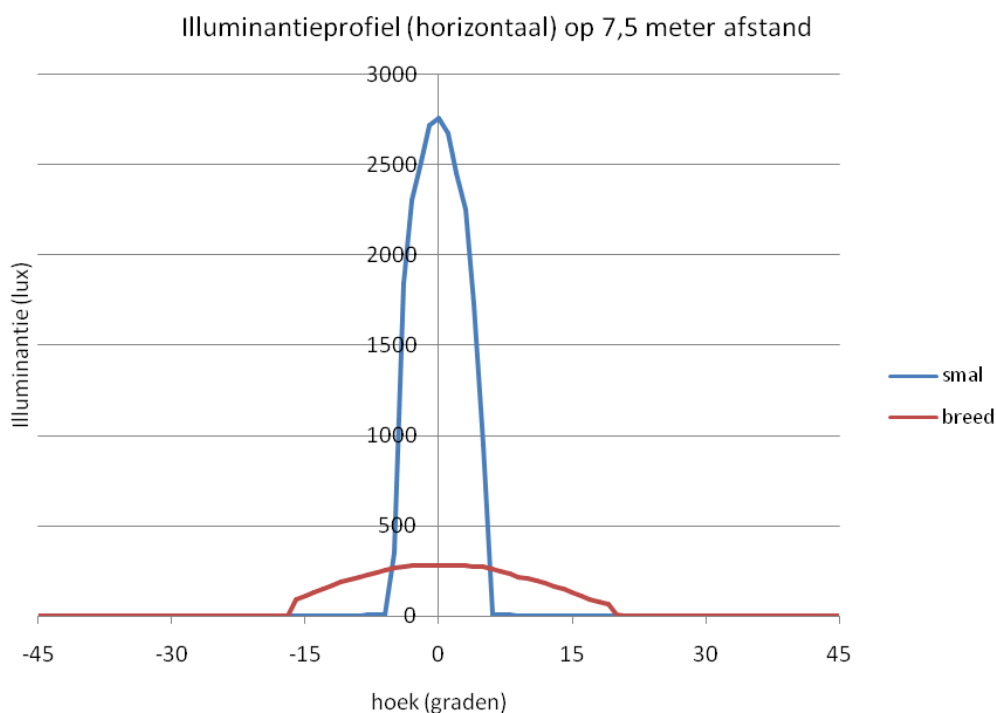
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

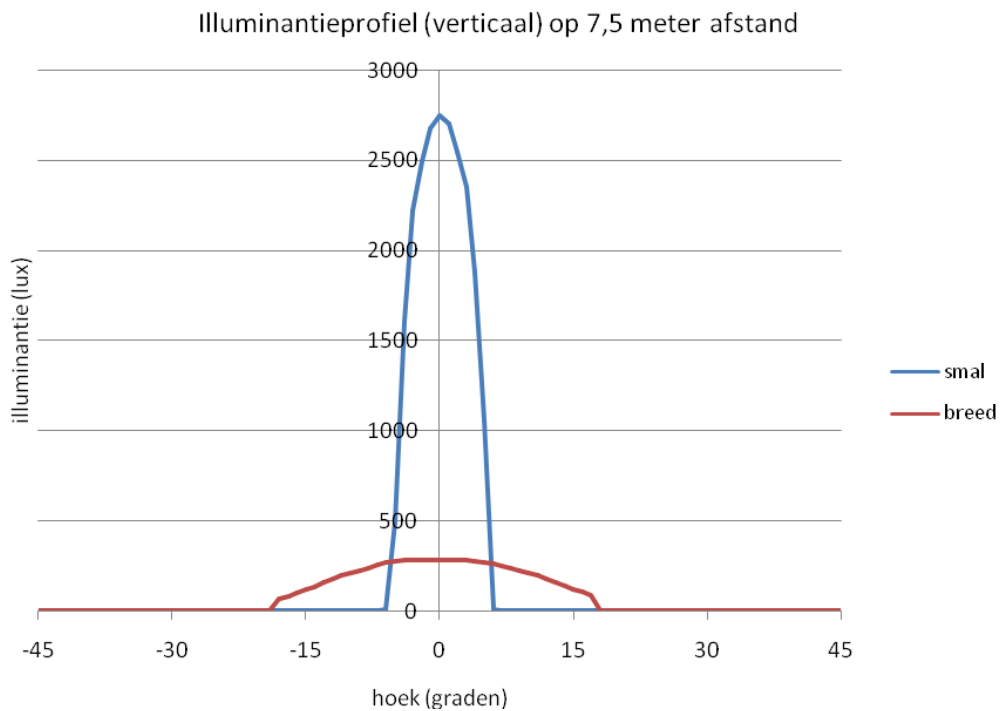
De kleureigenschappen van het armatuur zijn doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen waarbij gebruik werd gemaakt van bij het armatuur horende kleurenfilters (hierna aangeduid als '3200K' en '5600K', laatst genoemde lag van de beschikbare kleurenfilters het dichtst bij de binnen dit onderzoek geüniformeerde kleurtemperatuur van 5400K).

33.1. Illuminantie-eigenschappen (5600K)

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 2755 lux

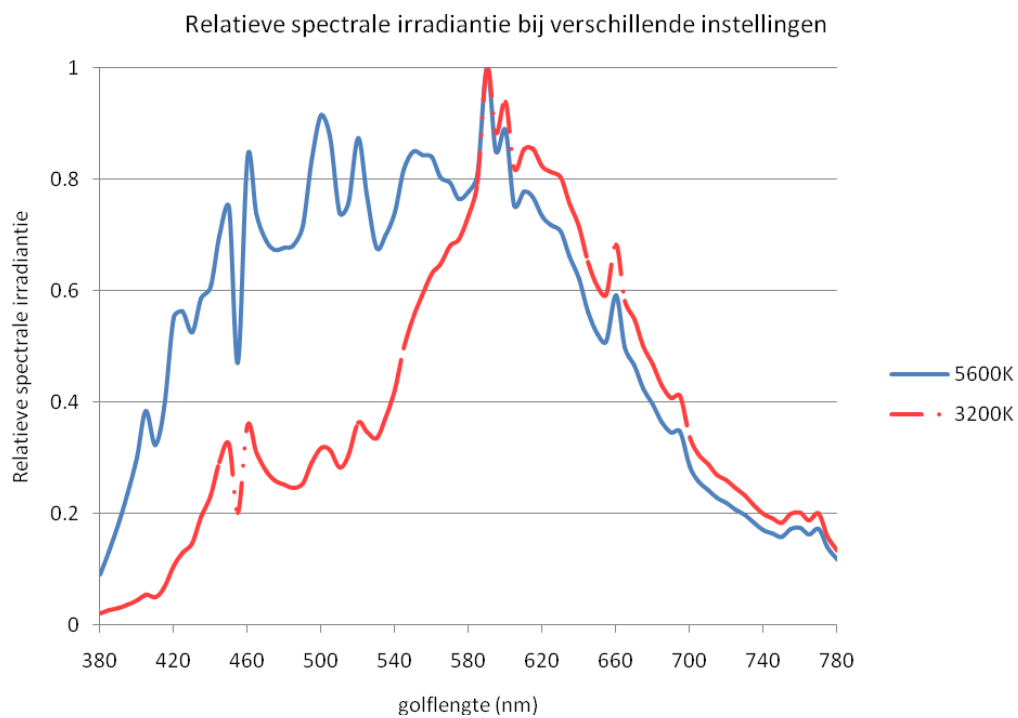
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 285 lux





33.2. Kleur-eigenschappen

Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

3200K
(x,y) kleurcoördinaten: (0.443, 0.394)
Kleurweergave (Ra): 83%
Kleurtemperatuur (CCT): 2814 K

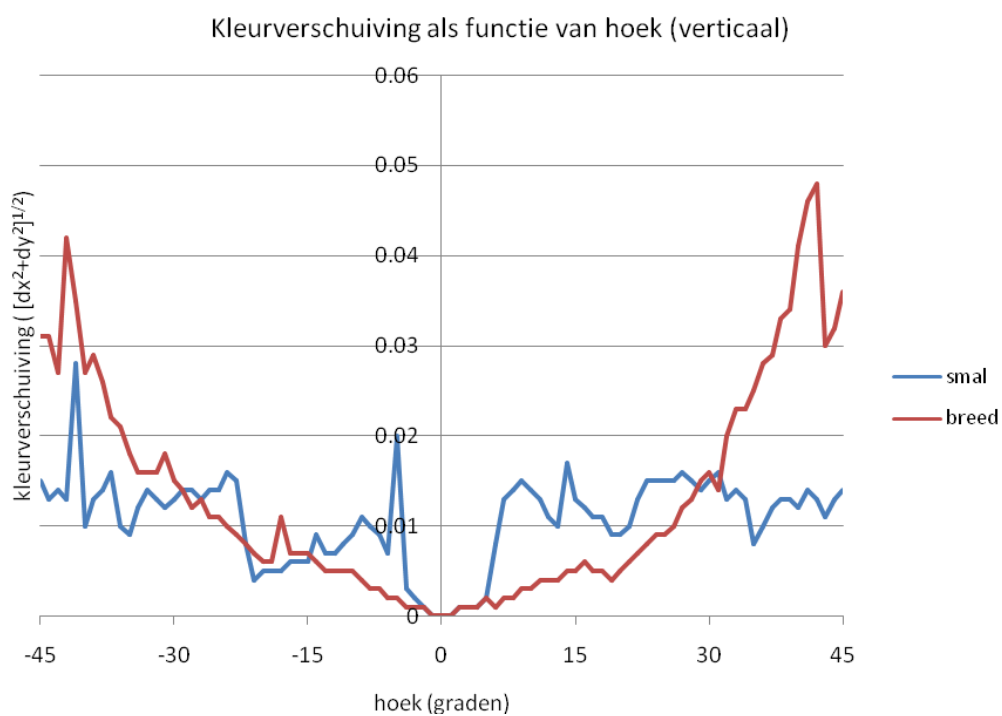
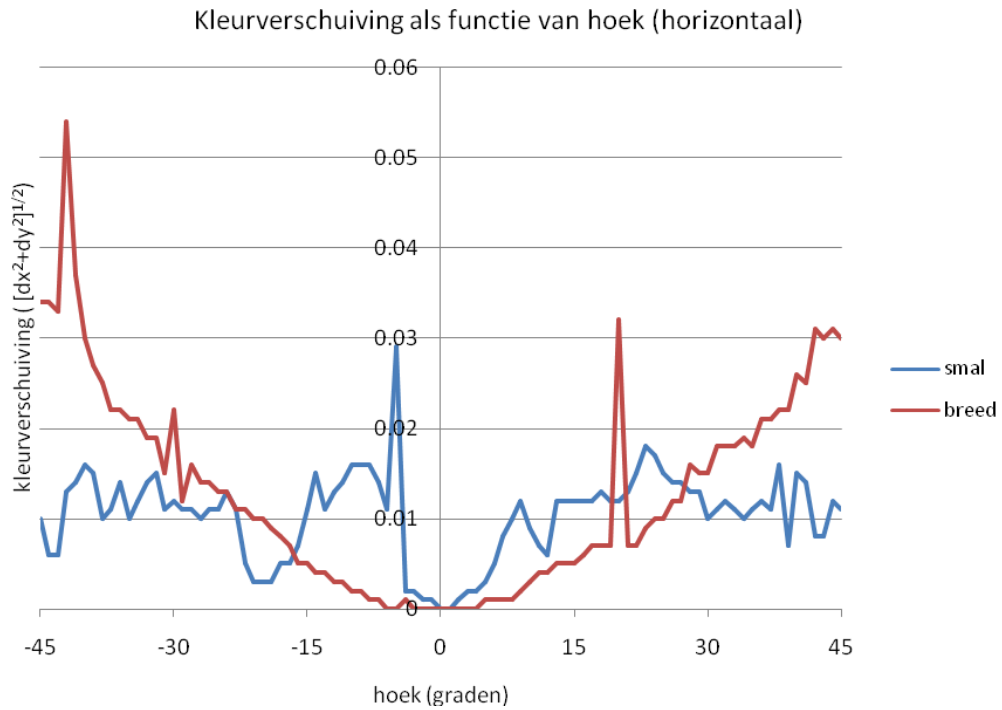
5600K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.342, 0.360)

Kleurweergave (Ra): 92%

Kleurtemperatuur (CCT): 5144 K

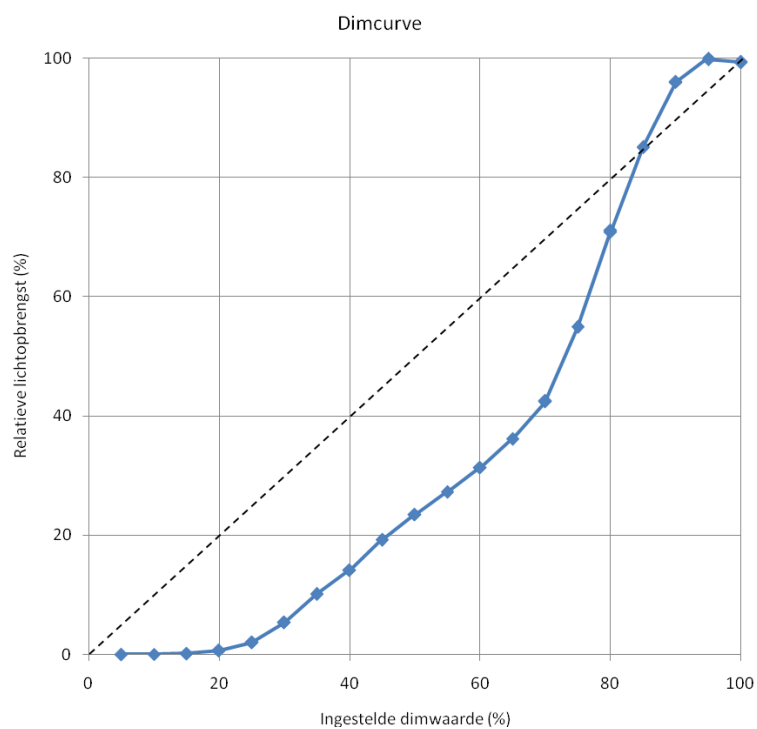
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek (5600K)



33.3. Elektrische eigenschappen (5600K)

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 380 W
Power factor: 0.95

33.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen (5600K): 500 Hz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 34

Armatuur aanduiding: Profiel Niethammer 18°-38°
Aangeleverd door: Controllux

Datum meting: 7-10-2010



Dutch
Metrology
Institute

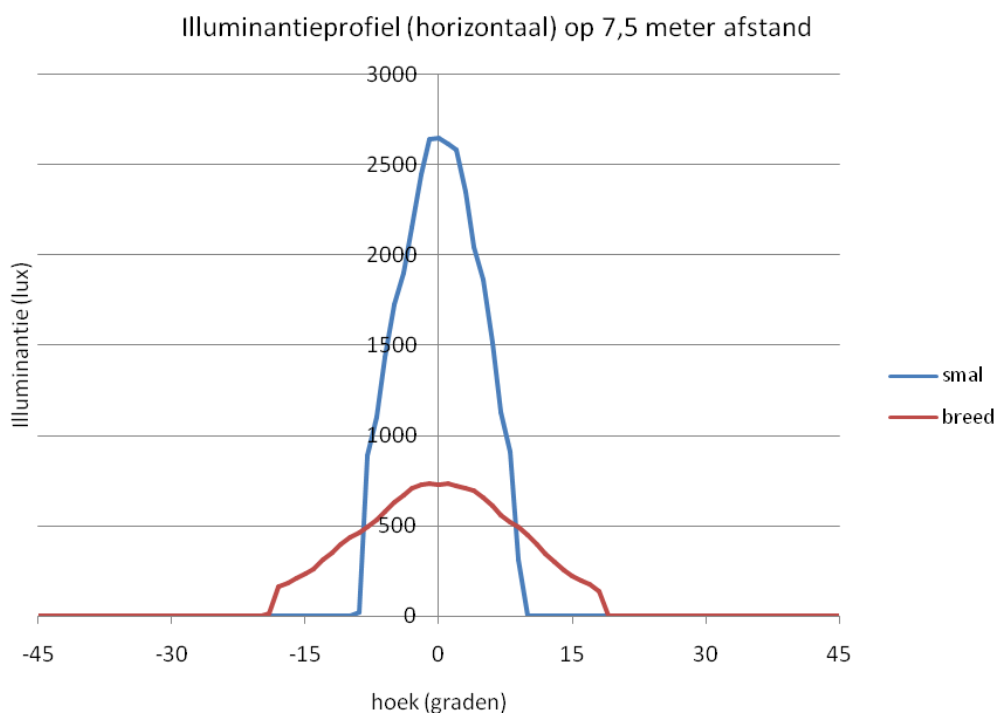


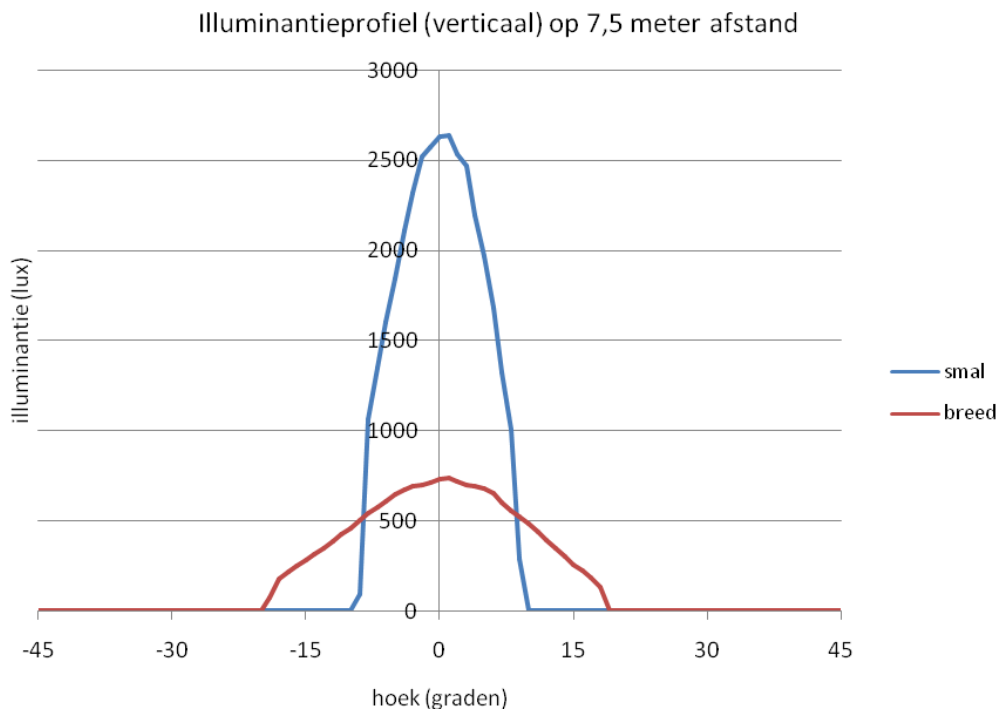
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

34.1. Illuminantie-eigenschappen

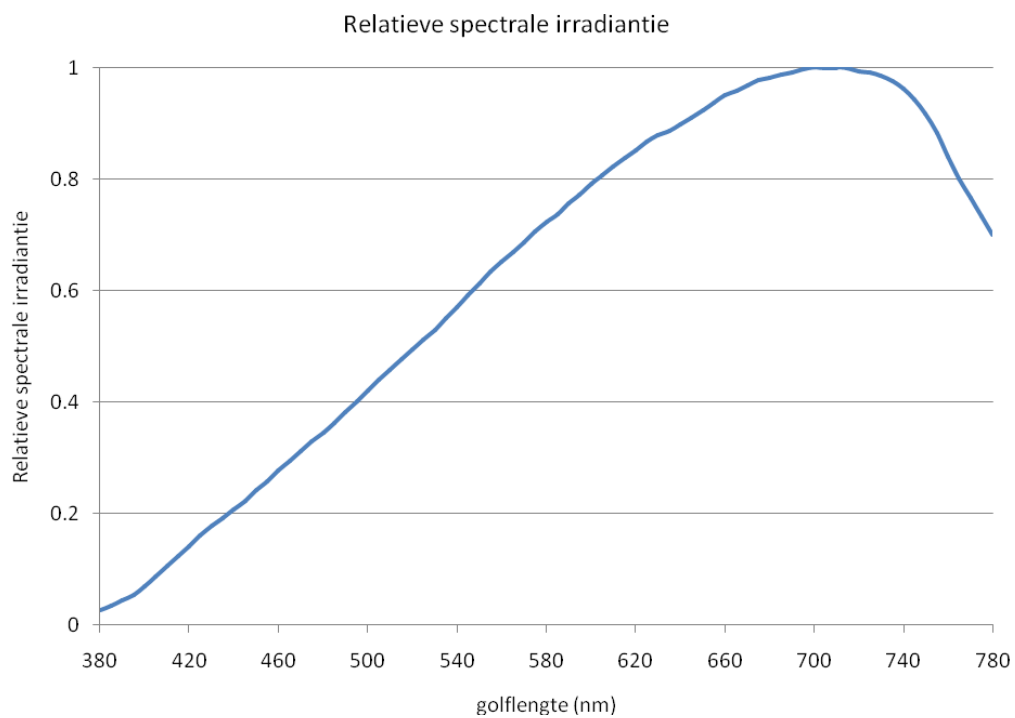
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (smal profiel): 2647 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter (breed profiel): 740 lux



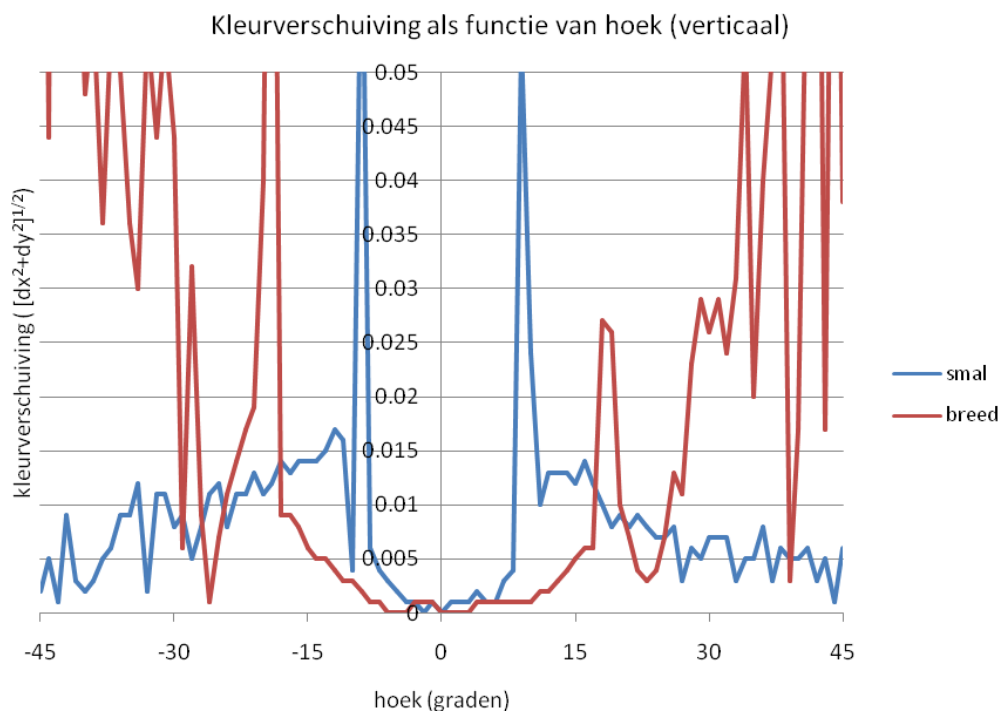
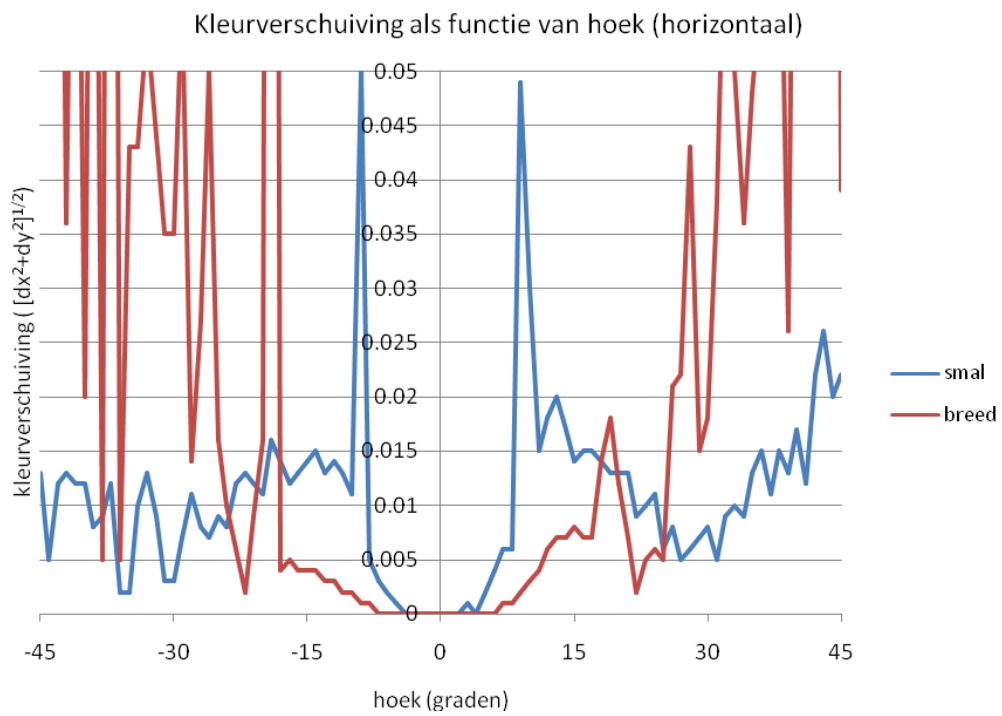


34.2. Kleur-eigenschappen



(x,y) kleurcoördinaten: (0.431, 0.4057)
Kleurweergave (Ra): 98%
Kleurtemperatuur (CCT): 3131 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



VPT EOS – 34 – Profiel Niethammer

34.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning:	229 V
Opgenomen elektrisch vermogen:	996 W
Power factor:	1

34.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 35

Armatuur aanduiding: Par64
(voorzien van Sylvania 1000W 240V Par64 SP 14)
Aangeleverd door: Controllux
Datum meting: 7-10-2010



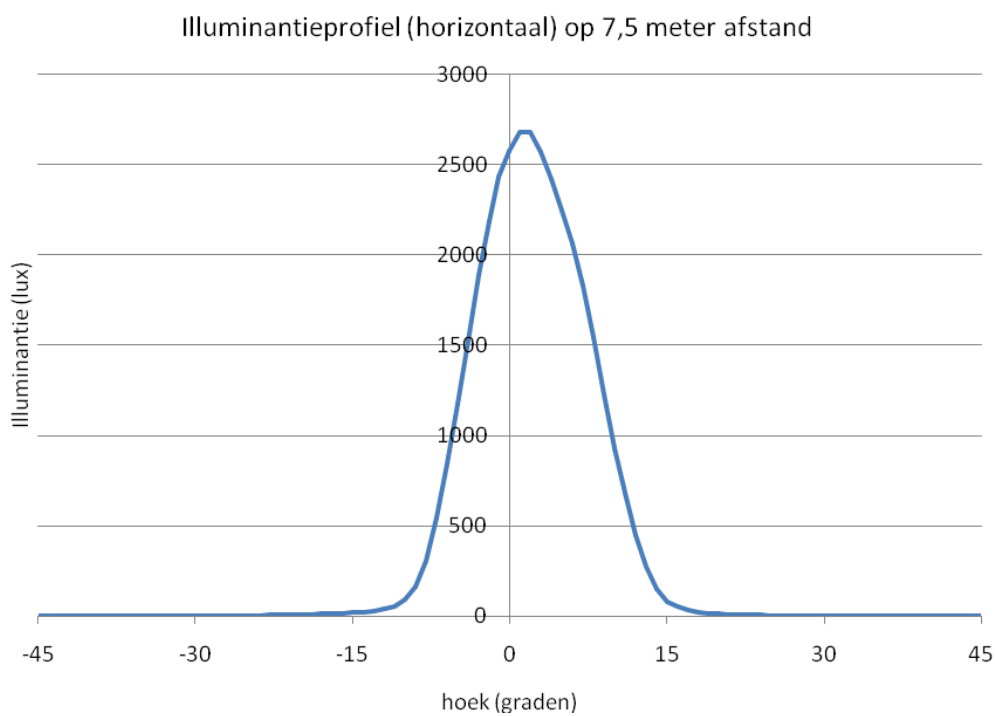
Dutch
Metrology
Institute

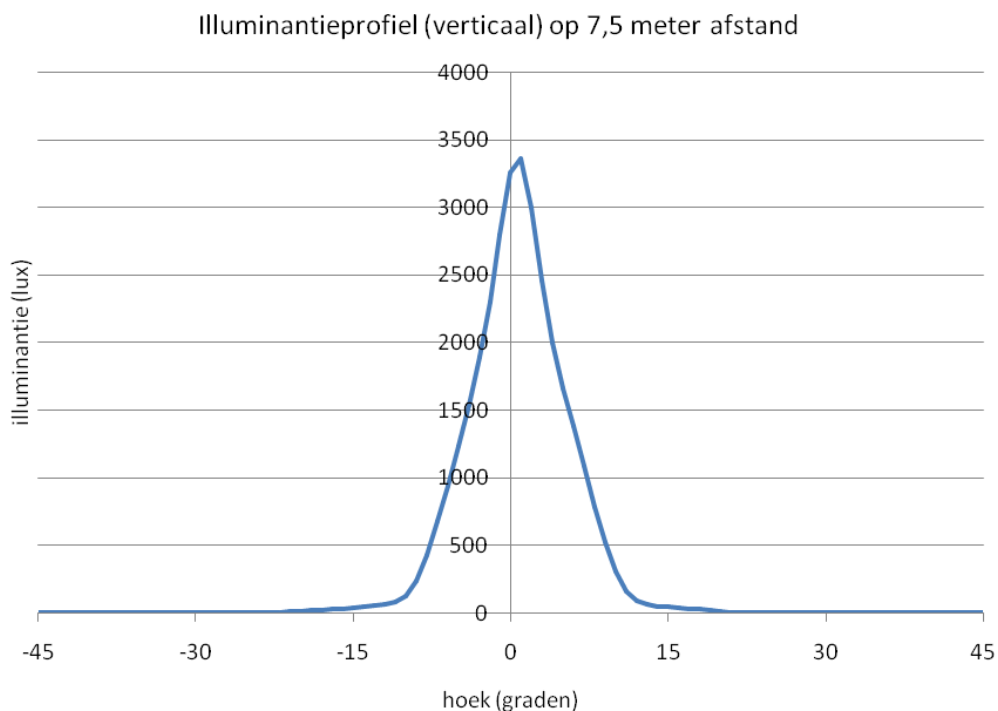


Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

35.1. Illuminantie-eigenschappen

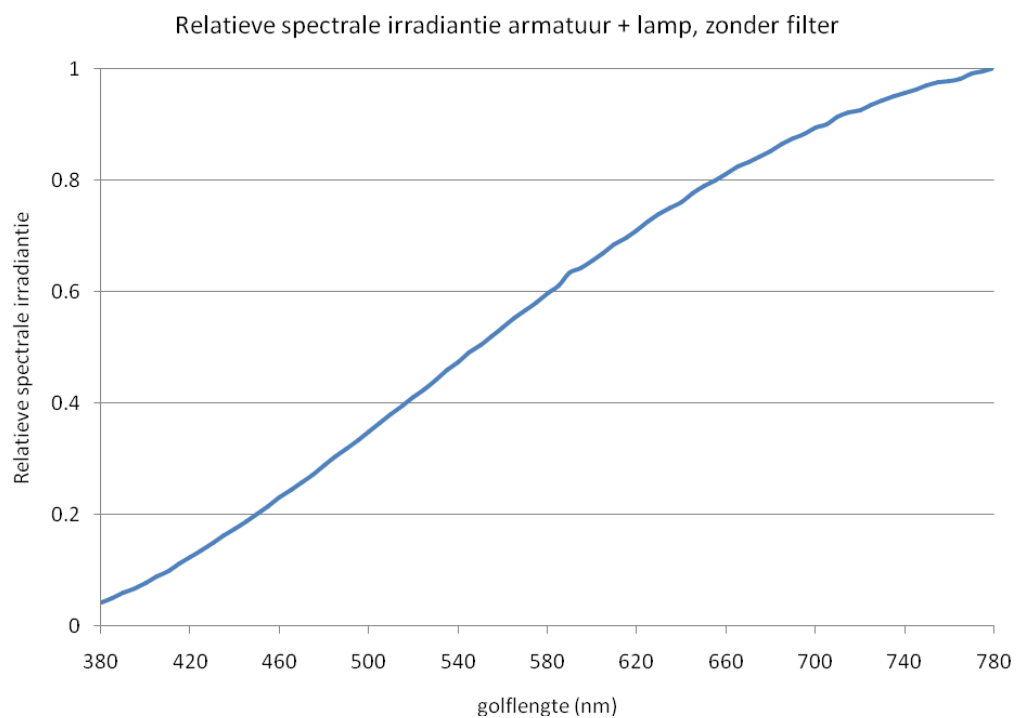
Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter: 3365 lux





35.2. Kleur-eigenschappen

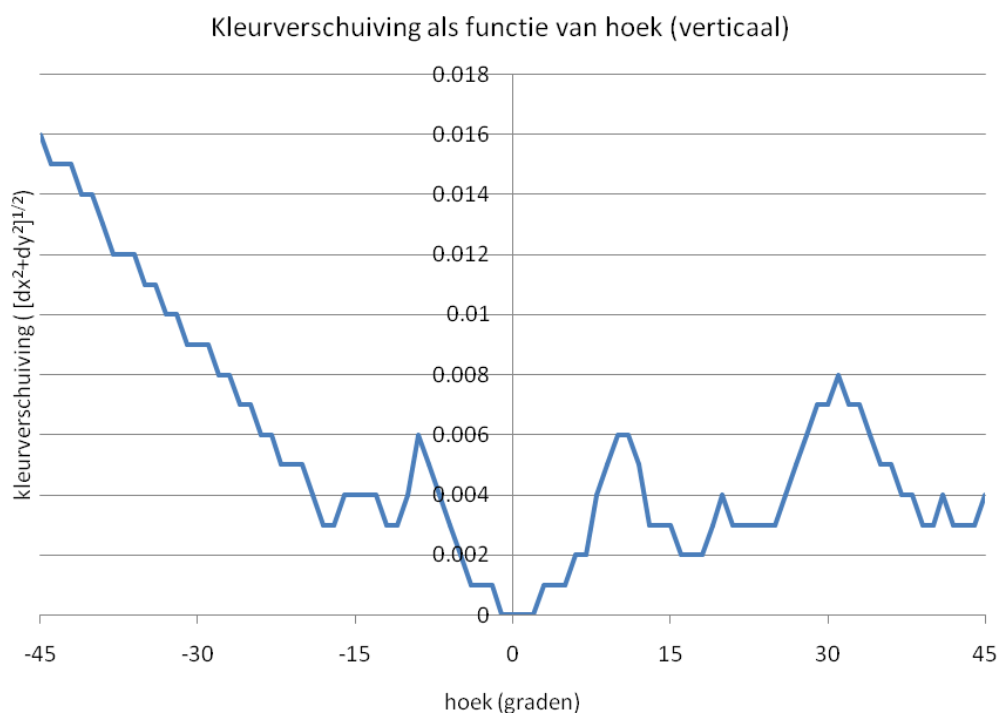
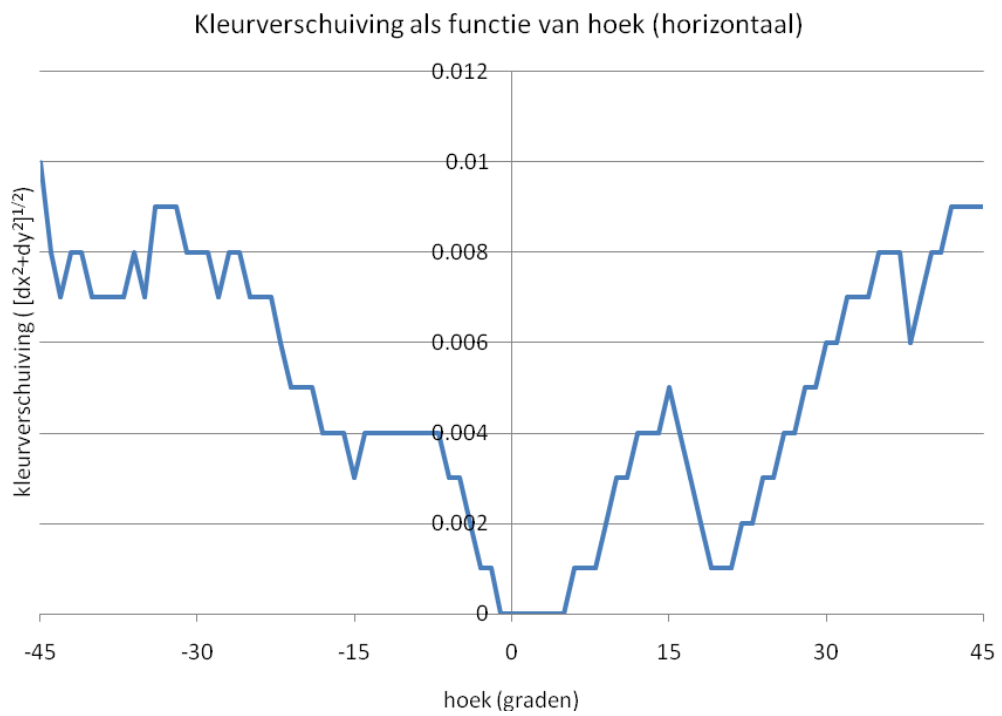
Spectrale verdeling armatuur + lamp, zonder filter



Kleureigenschappen armatuur + lamp, zonder filter

(x,y) kleurcoördinaten: (0.431, 0.405)
Kleurweergave (Ra): 99%
Kleurtemperatuur (CCT): 3109 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



35.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning:	229 V
Opgenomen elektrisch vermogen:	898 W
Power factor:	1

35.4. Dimeigenschappen

n.v.t.

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 36

Armatuur aanduiding: MSL LED 15°-70°
Aangeleverd door: Controllux
Datum meting: 8-10-2010



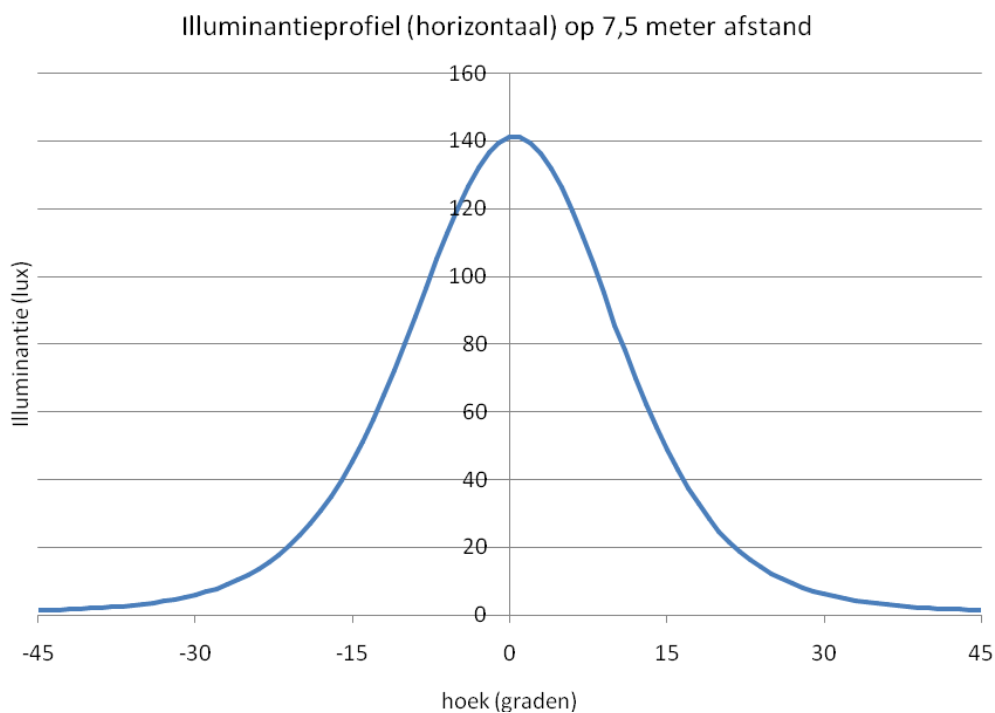
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

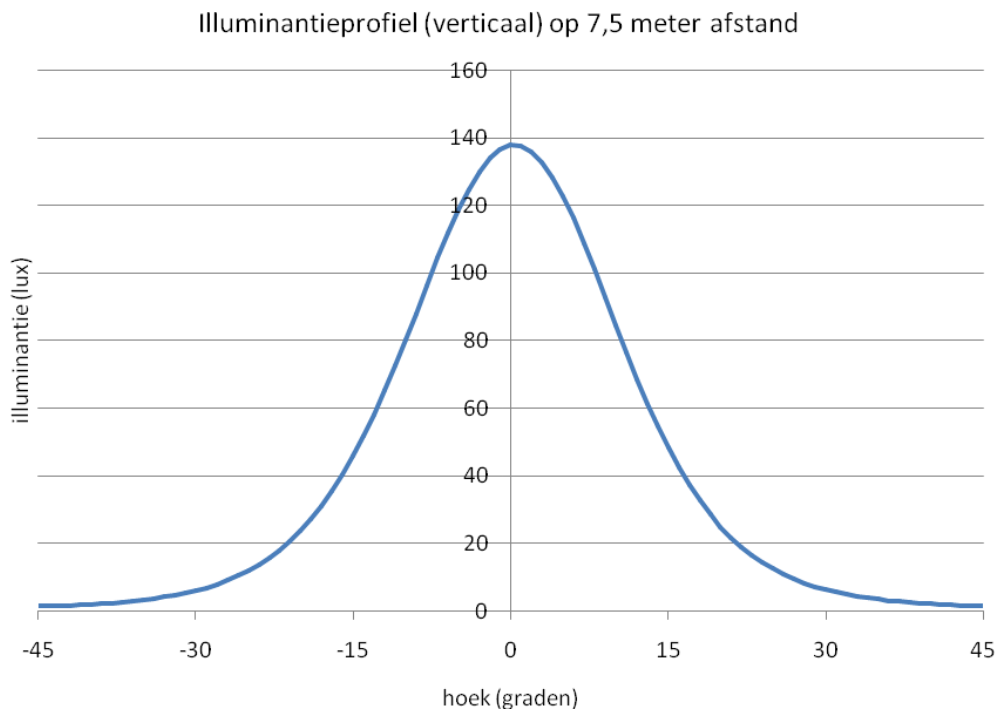
Alhoewel het armatuur over 'warm-witte' en 'koud-witte' LED's beschikt bleek het met kleurmenging onmogelijk de binnen dit onderzoek geuniformeerde kleurtemperatuur van 3200K te maken (de 'warm-witte' LED's hadden reeds een CCT > 3200K). De metingen zijn derhalve allemaal uitgevoerd bij de binnen dit onderzoek geuniformeerde kleurtemperatuur van 5400K.

Om een openingshoek van zo dicht mogelijk bij 25° te maken is gebruik gemaakt van een bij het armatuur horende voorzetoptiek.

36.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 7,5 meter: 141 lux



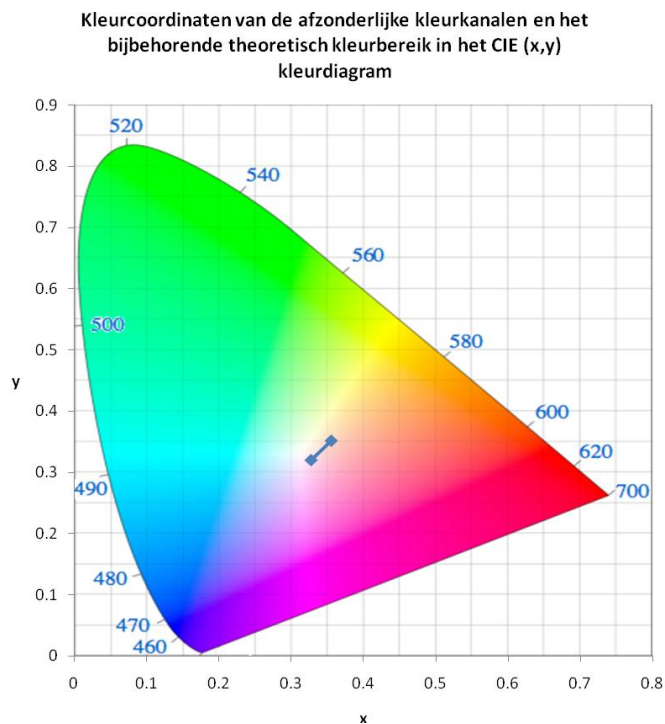


36.2. Kleur-eigenschappen

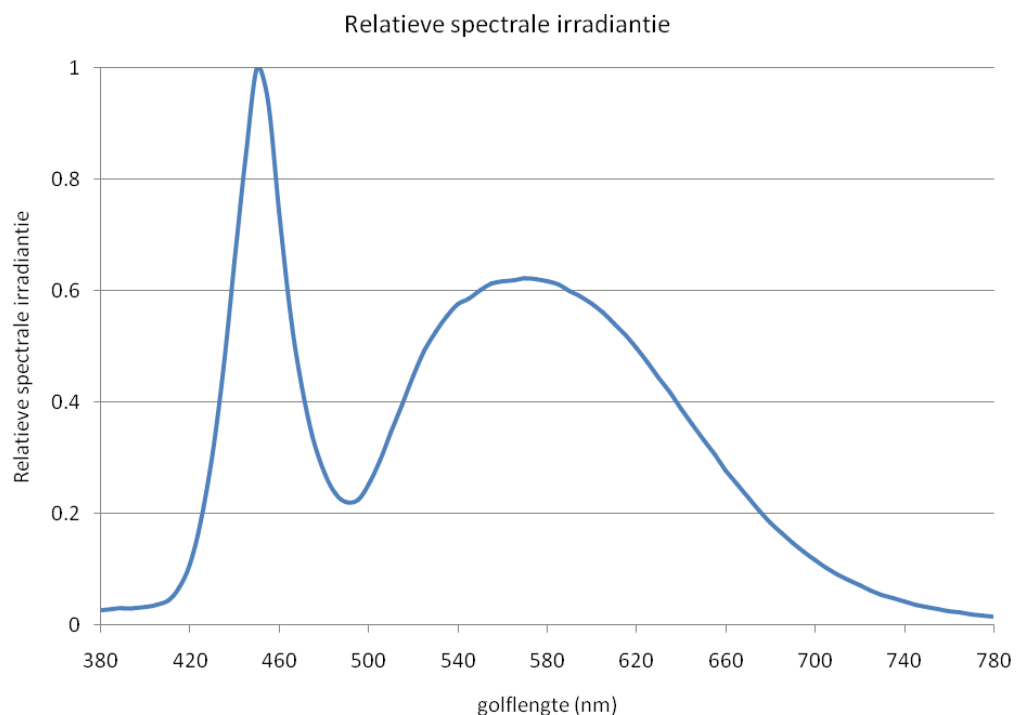
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'warm wit' (0.356, 0.352)
'koud wit' (0.328, 0.320)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

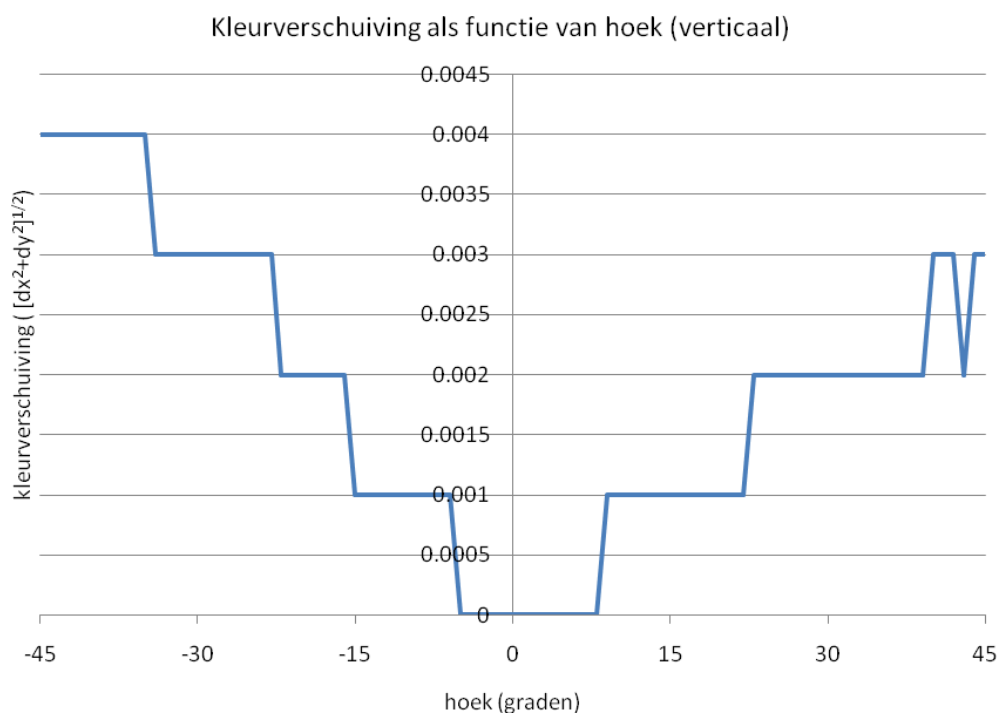
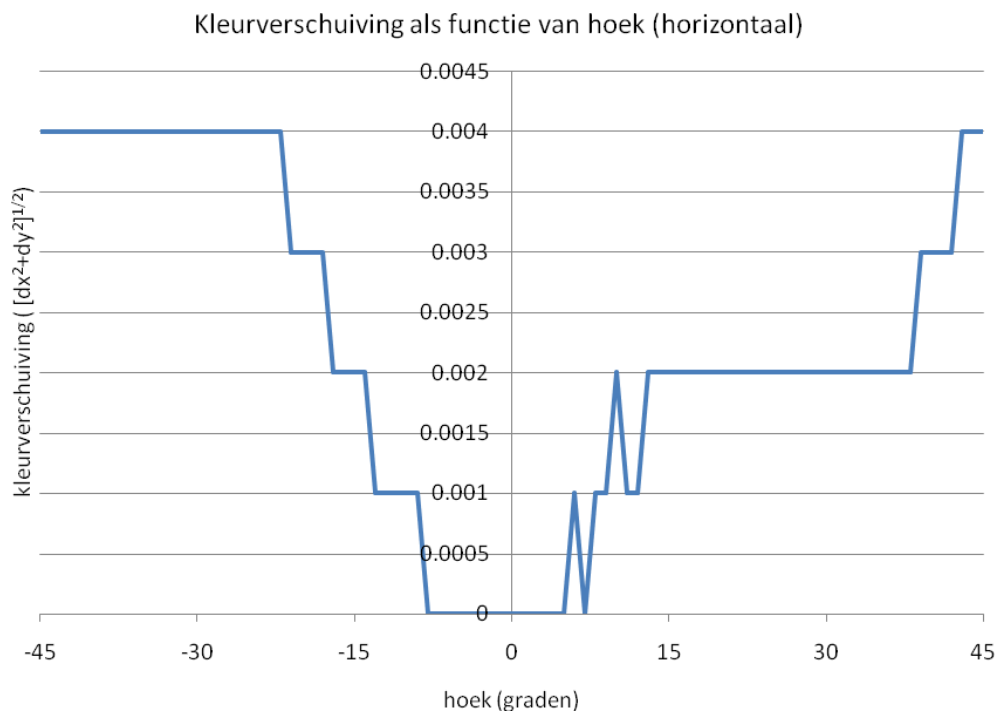
Zonder voorzetoptiek

(x,y) kleurcoördinaten: (0.337, 0.330)
Kleurweergave (Ra): 83%
Kleurtemperatuur (CCT): 5304 K

Met voorzetoptiek

(x,y) kleurcoördinaten: (0.352, 0.351)
Kleurweergave (Ra): 81%
Kleurtemperatuur (CCT): 4744 K

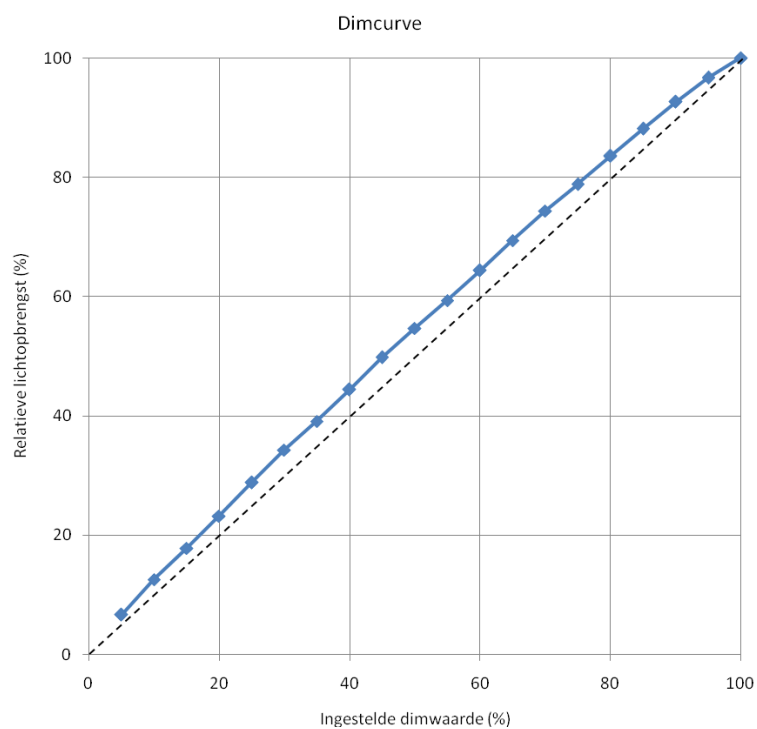
Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



36.3. Elektrische eigenschappen

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 63 W
Power factor: 0.89

36.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen ('warm wit'):

20 kHz

Bijlage armatuurmetingen - VPT EOS - 37

Armatuur aanduiding: ADB ALC4
Aangeleverd door: Controllux

Datum meting: 12-10-2010



Dutch
Metrology
Institute



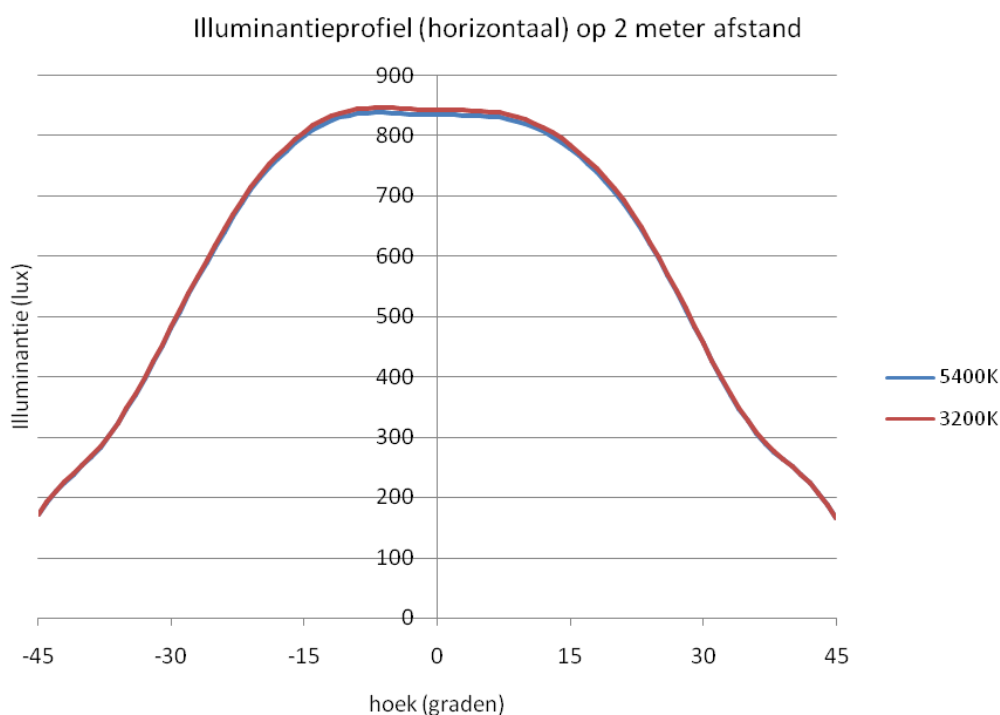
Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden is opgenomen in de bijbehorende rapportage.

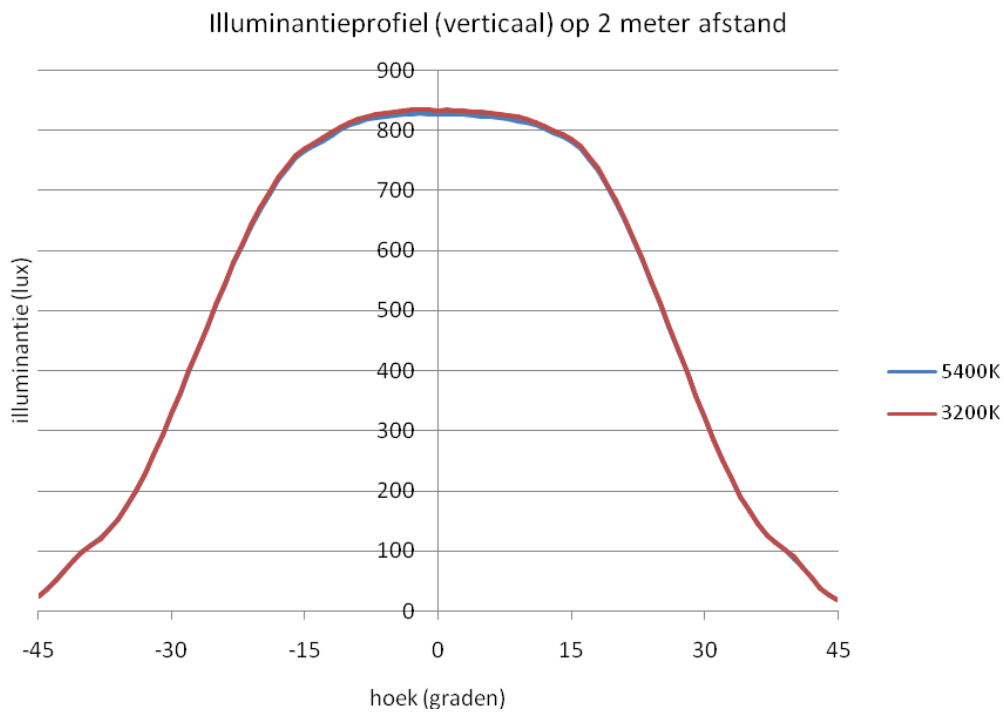
Het armatuur is op verschillende eigenschappen doorgemeten bij twee verschillende spectrale instellingen (hierna aangeduid als '3200K' en '5400K'). De instelling voor 5400K is bepaald conform de binnen dit onderzoek gehanteerde methode. Voor de kleurtemperatuur van 3200K is gebruik gemaakt van de bijbehorende fabrieksinstelling.

37.1. Illuminantie-eigenschappen

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 2 meter (3200K): 846 lux

Maximale verlichtingssterkte op een afstand van 2 meter (5400K): 838 lux



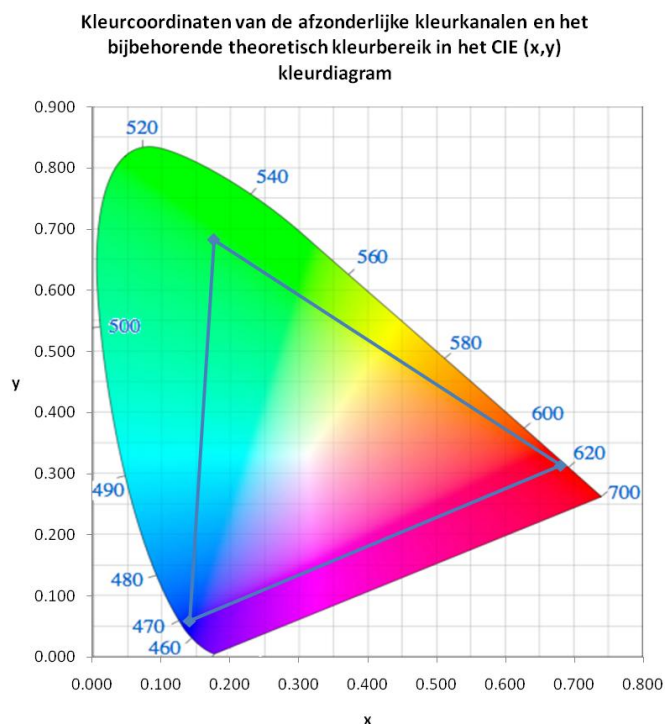


37.2. Kleur-eigenschappen

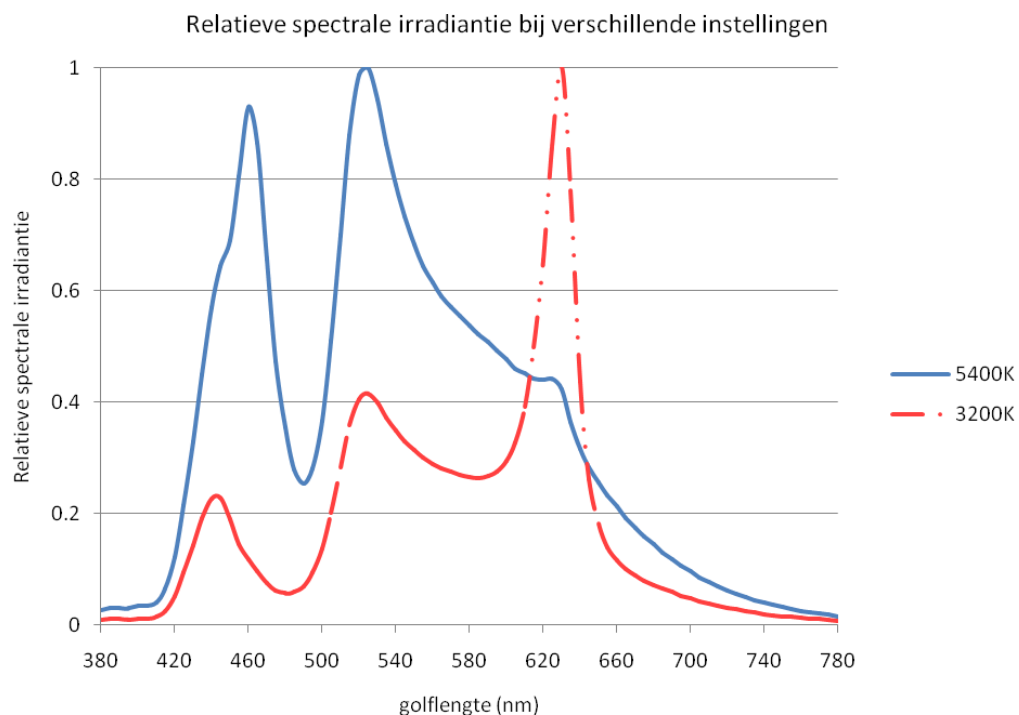
(x,y)-kleurcoördinaten los instelbare kleurkanalen

'blauw'	(0.141, 0.059)
'groen'	(0.177, 0.682)
'rood'	(0.680, 0.313)

Theoretisch kleurbereik weergegeven in CIE kleurdiagram



Spectrale verdeling bij geüniformeerde instellingen



Kleureigenschappen bij geüniformeerde instellingen

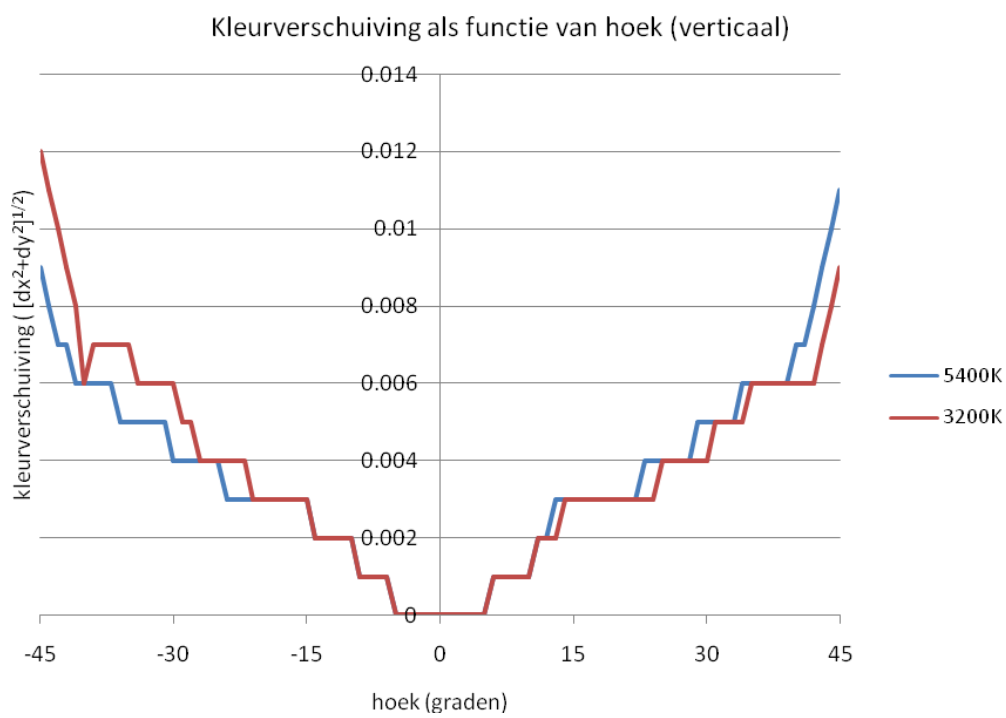
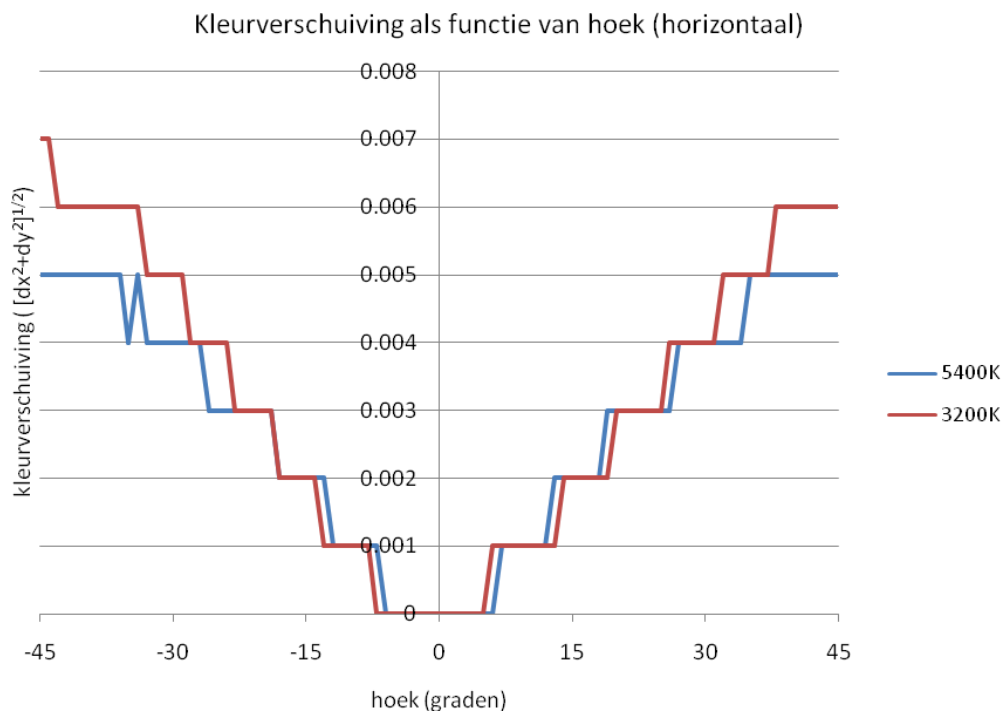
3200K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.424, 0.405)
Kleurweergave (Ra): 84%
Kleurtemperatuur (CCT): 3244 K

5400K

(x,y) kleurcoördinaten: (0.302, 0.368)
Kleurweergave (Ra): 79%
Kleurtemperatuur (CCT): 6717 K

Kleurverschuiving als functie van stralingshoek



37.3. Elektrische eigenschappen

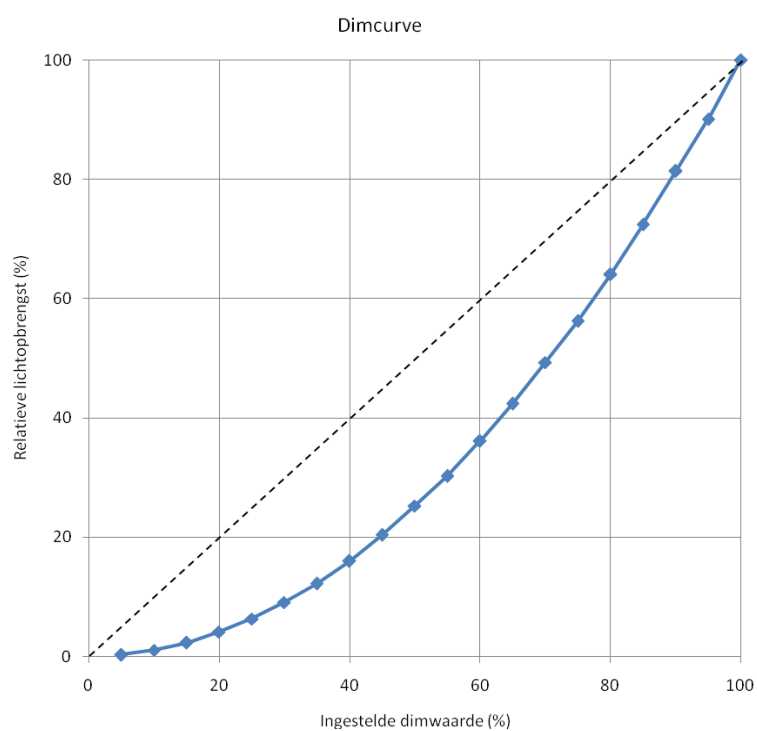
3200K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 117 W
Power factor: 0.97

5400K

Voedingsspanning: 230 V
Opgenomen elektrisch vermogen: 122 W
Power factor: 0.97

37.4. Dimeigenschappen



Waargenomen PWM-frequentie bij 50% dimmen ('rood'): 1000 Hz