



Een nieuwe norm voor werkplekverlichting

NEN-EN 12464-1:2011

PHILIPS



Inleiding

Op 1 juni 2011 is de gewijzigde Europese Norm NEN-EN 12464-1 "Werkplekverlichting – Deel 1 Werkplekken binnen" in werking getreden. Net als de voorgaande versie stelt deze versie minimum eisen aan de verlichting van binnenwerkplekken op het gebied van verlichtingsniveau, gelijkmatigheid, verblinding en kleurweergave. Deze eisen zijn gerelateerd aan de aard van de werkzaamheden die onder de verlichting plaats vinden.

Deze nieuwe versie van de norm heeft op een aantal punten een aanpassing ondergaan maar er zijn ook een aantal aanvullingen op de eerste norm opgenomen, waarmee tegemoet gekomen wordt aan de laatste ontwikkelingen in de verlichtingswereld.

De verlichtingsontwerpen worden vaak alleen beoordeeld op de verlichting van het taakgebied. Mede door de recente ontwikkelingen van LED verlichting komen er steeds meer armaturen op de markt met een smalle en gerichte lichtverdeling. Hierdoor wordt dan wel voldaan aan de verlichtingseisen op het taakgebied maar wordt visueel comfort onderbelicht.

In de gewijzigde NEN-EN 12464-1 zijn aanvullende eisen opgenomen om ook het visuele comfort in de ruimte te waarborgen.

Waarop heeft de NEN-EN 12464-1 betrekking?

1. De verlichting van taakgebieden

Het taakgebied is het oppervlak waar de oogtaak wordt verricht, en kan zich op elke willekeurige positie en hoogte in de ruimte bevinden.. Ook kan de stand horizontaal, verticaal of alles ertussenin zijn.

Niet altijd zal de plaats van de werkzaamheden nauwkeurig vastliggen, neem bijvoorbeeld een landschapskantoor: Ook kan het zijn dat de indeling van de ruimte nog niet bekend is. In zulke gevallen moet - net als vroeger - dat gedeelte van de ruimte waar de taak logischerwijze kan worden uitgevoerd als zodanig dienen te worden beschouwd.

Rond het taakgebied geldt een directe omgeving waarvoor lagere verlichtingseisen gelden..

Naast de verlichtingseisen voor taakgebieden en directe omgeving, worden er ook minimeisen gesteld aan het verlichtingsniveau in de rest van de ruimte. Dit gebied noemen we het achtergrondgebied.

2.Verlichting van belangrijke ruimtevlakken

Om er voor te zorgen dat wanden en plafonds voldoende helderheid krijgen ten opzichte van de taakgebieden en de directe omgeving, worden er aanbevelingen gedaan ten aanzien van de reflecties van deze vlakken en worden er minimale eisen gesteld aan de verlichtingsniveaus op deze vlakken.

3.Verlichting van de binnenruimte

Aanvullend op de taakverlichting is het belangrijk om de gehele ruimte, waarin mensen zich bevinden, goed te verlichten. Doel hiervan is om objecten te benadrukken, texturen naar voren te brengen en een goede visuele communicatie tussen mensen mogelijk te maken. Dit wordt vooral bereikt door te zorgen voor een goede verticale en cilindrische verlichtingssterkte in de ruimte.

4. Rekenraster en meetraster.

In tegenstelling tot de vorige versie van de NEN-EN 12464-1 zijn er in deze norm eisen opgenomen voor de te hanteren reken- en meetpunten voor alle relevante vlakken.

5.Verblinding

Tenslotte stelt deze versie van de norm aanvullende eisen aan de directe en indirecte verblindingbeperkingen.

Voor welke taakgebieden geldt de norm?

In de norm NEN-EN 12464-1 worden verlichtingseisen gesteld aan een grote verscheidenheid aan werkzaamheden en aan de ruimten waarin deze worden uitgeoefend, variërend van operatiekamers tot staalwalsenrijen. Ook algemene en verkeersruimten zijn hierin meegenomen.

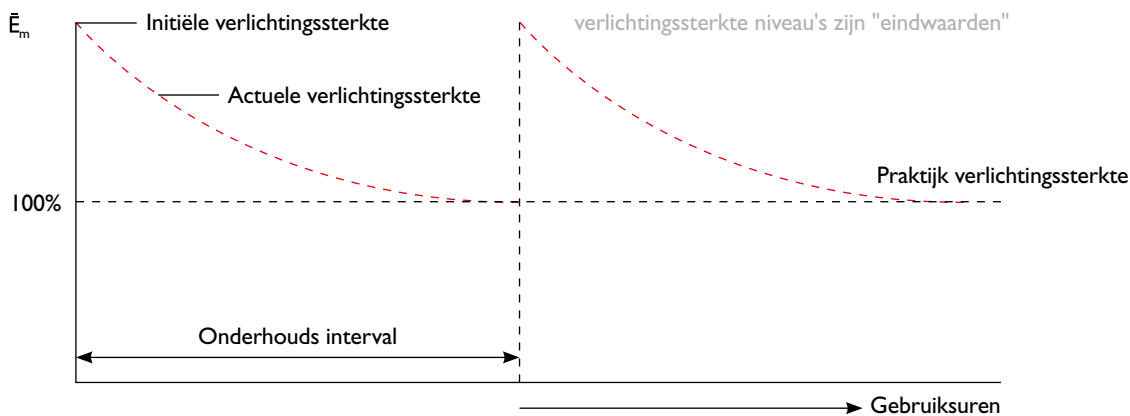
In die gevallen dat voor een bepaalde taak of ruimte geen specifieke verlichtingseisen worden genoemd, kunnen deze eenvoudig worden afgeleid uit vergelijkbare taken die wel vermeld staan.

Verlichtingscriteria

Praktijkverlichtingssterkte

De prestatie van een verlichtingsinstallatie is een patroon van dalende krommes in de tijd. Vanaf het moment van oplevering van een nieuwe installatie zal de geleverde verlichtingssterkte geleidelijk afnemen. Dit heeft verschillende oorzaken. Lampen geven minder licht naarmate ze ouder worden en oppervlakken die vervuilen reflecteren minder goed. Dit laatste geldt zowel voor armaturen als voor de ruimte zelf. Dan komt het moment waarop lampen worden vervangen en de vervuilde oppervlakken worden gereinigd, waarna het proces van lichtterugval opnieuw begint.

Verlichting voor indoor werkplekken Behoudfactor



Bij het opstellen van een norm waarin een minimum verlichtingssterkte op het taakgebied wordt aangegeven, is het zaak dat deze waarde altijd wordt gehaald, ook als de lampen aan het eind van hun economische levensduur zijn en alle reflecterende oppervlakken aan een reinigingsbeurt toe zijn. De behoefte aan licht vermindert immers niet. Hiervoor is het begrip "praktijkverlichtingssterkte" ingevoerd.

De praktijkverlichtingssterkte is de laagste waarde van de gemiddelde verlichtingssterkte op het taakgebied in de periode tussen twee onderhoudsbeurten. In de praktijk wordt deze bereikt op het moment dat alle oude lampen van een installatie dienen te worden vervangen, waarbij ook de armaturen zullen moeten worden gereinigd.

Lichtterugval

De vraag is natuurlijk welke verlichtingssterkte moet worden geïnstalleerd om ervoor te zorgen dat de in de norm aangegeven praktijkverlichtingssterkte onder alle omstandigheden wordt gehaald. Daartoe moet de behoudfactor ("lichtterugvalfactor") worden berekend. Deze wordt bepaald door de volgende factoren:

- **Lampuitval, zonder onmiddellijke vervanging;**
afhankelijk van lamptype en tijd tussen twee onderhoudsbeurten
- **Lichtterugval van de lampen gedurende hun levensduur;**
afhankelijk van lamptype, economische levensduur van de lamp en vervuiling van de lampen
- **Vervuiling van de armaturen, met name van de optische elementen;**
afhankelijk van type armatuur, gebruik van de ruimte (vervuiling) en tijd tussen twee onderhoudsbeurten
- **Vervuiling van de ruimte, waardoor het aandeel van gereflecteerd licht vermindert.**
afhankelijk van kleur en textuur van plafond, wanden en vloer en gebruik van de ruimte

De afzonderlijke terugvalfactoren moeten met elkaar worden vermenigvuldigd om tot de totale lichtterugval te komen.

VOORBEELD - Een schone kantoorruimte, met een hoogwaardige verlichtingsinstallatie (TL5).

Onderhoud vindt plaats tijdens het vervangen van de lampen bij het bereiken van de service levensduur van 17.000 branduren. Het taakgebied omvat de gehele ruimte. Volgens norm NEN-EN 12464-1 bedraagt de minimumwaarde van de praktijkverlichtingssterkte 500 lux, voor het type werk dat er wordt verricht.

Overlevingspercentage lampen na 17 000 branduren	95%
Lichtopbrengst lampen na 17 000 branduren (percentage van nieuwwaarde)	97%
Rendement armatuur na 17 000 branduren (percentage van nieuwwaarde)	96%
Reflectie-eigenschappen van de ruimte na 17.000 branduren (percentage van nieuwwaarde)	96%

Totale lichtopbrengstpercentage na 17 000 branduren:
 $0,95 \times 0,97 \times 0,96 \times 0,96 = 85\%$

Dit betekent dat voor de nieuwe installatie $1/0,85 = 1,18$ maal de vereiste praktijkverlichtingssterkte van 500 lux moet worden geïnstalleerd. Dit komt overeen met een gemiddelde verlichtingssterkte van 590 lux op het werkvlak bij installatie.

Het inschatten van de behoudfactor bij een nieuwe installatie valt niet altijd mee, omdat gegevens over het feitelijk gebruik vaak ontbreken. Als praktische handleiding heeft de CIE in 1995 een voorstel gedaan voor aanbevolen waarden bij verschillende typen lampen en armaturen, in een weinig, gemiddeld of sterk vervuilende omgeving.

Ook is het proces van lichtterugval aan verandering met de tijd onderhevig. Enerzijds is de lichtterugval van veel lamptypen de laatste decennia sterk verminderd, terwijl ook de vervuiling van ruimten is teruggedrongen, bijvoorbeeld doordat er op de werkplek niet meer mag worden gerookt. Anderzijds is de economische levensduur van dezelfde lamptypen sterk toegenomen en daarmee ook de periode tussen twee onderhoudsbeurten.

Flexibiliteit

De nieuwe norm biedt enige flexibiliteit ten aanzien van de vereiste praktijkverlichtingssterkte, zowel naar boven als naar beneden. Weliswaar is de aard van iedere werktaak zo nauwkeurig mogelijk omschreven, maar daardoor niet automatisch de zwaarte van de oogtaak. Wanneer deze hoger is dan uit de omschrijving van de werktaak kan worden verwacht, wordt ook een hogere praktijkverlichtingssterkte voorgeschreven. Anderzijds mag de minimumwaarde van de praktijkverlichtingssterkte worden verlaagd, indien de visuele taak minder zwaar uitvalt dan uit de aard van de werkzaamheid kan worden verwacht.

De praktijkverlichtingssterkte moet worden verhoogd, als:

- de oogtaak kritisch is;
- herstel van fouten tijdrovend of kostbaar is;
- nauwkeurigheid of een hoge productiviteit belangrijk zijn;
- kleine details of lage contrasten aanwezig zijn;
- de taak gedurende ongebruikelijk lange tijd wordt verricht;
- het gezichtsvermogen van de werknemer beneden normaal is.

De praktijkverlichtingssterkte mag worden verlaagd, als:

- details ongebruikelijk groot zijn of een zeer hoog contrast hebben;
- de taak gedurende ongebruikelijk korte tijd wordt verricht.

Voor de aanpassing van de praktijkverlichtingssterkte is een stappenschaal ontwikkeld, die begint bij 20 lux, het minimum waarbij gelaatstreken kunnen worden onderscheiden. Iedere stap vertegenwoordigt een juist merkbaar verschil in verlichtingssterkte. In bovengenoemde gevallen mag, naar gelang de situatie, de praktijkverlichtingssterkte één of meer stappen worden aangepast:

20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1000 - 2000 - 3000 en 5000 lux

Bovengenoemde aanpassingen gelden alleen voor taakgebieden.

Taakgebied

Het taakgebied is het gedeelte van de werkplek of werkruimte waar de oogtaak wordt verricht. Het taakgebied kan op iedere hoogte liggen, horizontaal, verticaal of hellend.

Soms zijn de taakgebieden eenvoudig te omschrijven. In een kantooromgeving zullen dit het bureauoppervlak en de conferentietafel zijn, eventueel aangevuld met een tekenbord of PC. Men kan zich afvragen of het praktisch is een kantoorruimte zo strikt in taakgebieden op te delen. Het gaat ten koste van flexibiliteit en de voordelen, in de vorm van meer lichtkwaliteit en minder energieverbruik, zijn minimaal.

In de norm worden voor vrijwel iedere ruimte, taak of activiteit vier verlichtingscriteria genoemd:

- Praktijkverlichtingssterkte E_m op het taakgebied
- UGR_L (de grenswaarde voor onbehaaglijke verblinding)
- Kleurweergave-index (Ra)
- Gelijkmaticheid van de verlichting op het taakgebied (U_o)

De in de norm aangegeven getallen gelden alleen voor het taakgebied. (U_o)

Note:

In een aantal gevallen worden geen minimumwaarden aangegeven, indien deze irrelevant zijn of te zeer afhankelijk van architectonische eisen of persoonlijke smaak. Zo gelden er geen eisen voor de praktijkverlichtingssterkte of UGR-waarde in restaurants.

In de directe omgeving - ter breedte van minimaal 0,50 m - geldt een verlichtingssterkte van ongeveer tweederde van de verlichtingssterkte op het taakgebied. De gelijkmaticheid moet hier groter of gelijk zijn aan 0,40. In tabel I is een overzicht opgenomen van de relatie tussen de taakverlichting en de verlichting van de directe omgeving.

Tabel I

Verlichtingssterkte op het taakgebied E_m (lux)	Verlichtingssterkte in de directe omgeving (lux)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_m

Note:

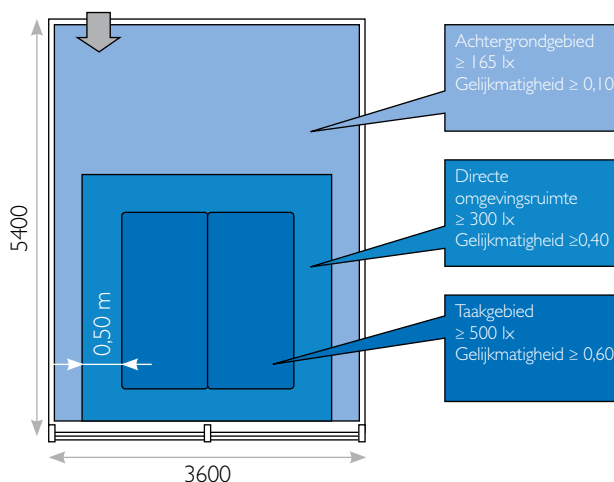
Hoewel de norm strikt genomen lagere verlichtingsniveaus toelaat, adviseren wij voor ruimtes waar mensen langere tijd verblijven, geen lagere waarden aan te houden voor de gemiddelde verlichtingssterkte dan 200 lux (zie ook de NEN3087-2011 visuele ergonomie in relatie tot verlichting).

De verlichtingssterkte van het achtergrondgebied moet minimaal 1/3 bedragen van de praktijkverlichtingssterkte van het taakgebied. De gelijkmaticheid moet groter of gelijk zijn aan 0,10.

Deze eisen gelden voor een gebied van 3,00 m breed rondom de directe omgeving. Deze afmeting is alleen van toepassing als deze ook daadwerkelijk binnen de ruimte valt.

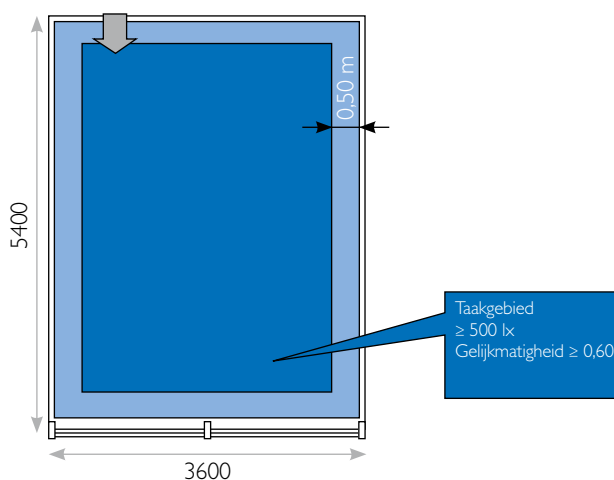
Kantoorruimte met gedefinieerd taakgebied

Indien de inrichting van een werkruimte bekend is kan de verlichting zodanig worden gekozen dat de taakgebieden volgens de norm verlicht worden. Het directe omgevingsgebied en het achtergrondgebied worden apart berekend. Deze manier van verlichten gaat wel ten koste van de flexibiliteit van het gebruik van de ruimte.



Kantoorruimte zonder gedefinieerd taakgebied

Indien de indeling en inrichting van een ruimte niet bekend zijn kan er geen specifiek taakgebied worden vastgesteld. In dat geval moet de gehele ruimte worden gezien als taakgebied met uitzondering van een randzone van 0,50 m vanaf de wanden. De randzone hoeft niet meegenomen te worden in de berekening.





Belangrijke ruimtevlakken (nieuw)

Om er voor te zorgen dat de wanden en het plafond niet te donker zijn ten opzichte van de taakgebieden, worden er nu in de NEN-EN 12464-1 aanvullende eisen gesteld aan de verlichting van deze vlakken.

- Wanden: 50 lux
- Plafond: 30 lux

Note 1: In ruimten waar deze waarden als gevolg van hun afmetingen, complexiteit of operationele beperkingen praktisch gezien niet haalbaar zijn, zijn lagere waarden toegestaan. Hierbij valt te denken aan ruimten als stellingenmagazijnen, industrieruimten etc.

Note 2: In sommige ruimten, met name kantoren, klaslokalen en ruimten in de gezondheidszorg, maar ook voor algemene ruimten zoals entrees, gangen en trappenhallen, verdient het de aanbeveling om deze verlichtingssterktes te verhogen tot:

- Wanden: 75 lux
- Plafond: 50 lux

De gelijkmatigheid ($E_{\min}/E_{\text{gem}}$) dient voor deze vlakken $\geq 0,10$ te zijn.

Reflectiefactoren

Om een goede helderheidverhouding in de ruimte te realiseren is het aan te bevelen om de reflectiefactoren van deze vlakken te laten voldoen aan onderstaande waarden:

- Plafond: 0,7 – 0,9
- Wanden: 0,5 – 0,8
- Vloer: 0,2 – 0,4

De reflectiefactoren van de belangrijkste objecten binnen de ruimte zouden tussen 0,2 en 0,7 moeten liggen.

De reden voor deze aanvullende eisen is om te komen tot een juiste helderheidbalans binnen de ruimte. Vooral het gebruik van te smalle bundels kan voor een te lage verlichtingssterkte op genoemde vlakken zorgen.



Binnenruimte

Om een goede visuele communicatie binnen de ruimte mogelijk te maken is het belangrijk dat de herkenbaarheid van de objecten en mensen wordt benadrukt. Hiertoe is een nieuwe term in de binnenverlichtingsnorm opgenomen:

- Gemiddelde cilindrische verlichtingssterkte E_z

Deze kan benaderd worden door het gemiddelde te nemen van de verticale verlichtingssterkte gemeten of berekend in één punt in de vier orthogonale ruimte richtingen. Dit dient vervolgens voor het gehele rekenraster gedaan te worden.

$$E_z = \frac{1}{4} (E_{v1} + E_{v2} + E_{v3} + E_{v4})$$

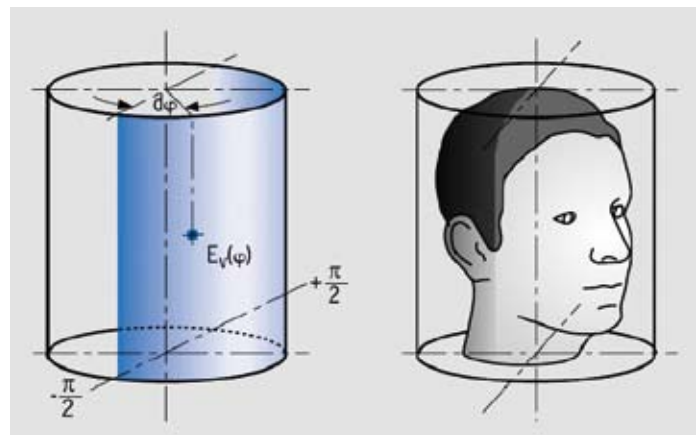
De cilindrische verlichtingssterkte geldt niet alleen voor het taakgebied maar geldt voor de gehele ruimte.

- $E_z \geq 50$ lux
- Gelijktigtheid (E_{min}/E_{gem}) $\geq 0,10$
- Gemeten op een horizontaal vlak en een hoogte van bijvoorbeeld
 - 1,20m voor zittende mensen
 - 1,50m voor staande mensen

Note: In ruimten waarin goede visuele communicatie belangrijk is (kantoren, vergaderruimten, lesruimten, etc) doet de norm een aanbeveling om deze waarde (E_z) te verhogen naar 150 lux.

Note:

Aanvullend op de gemiddelde cilindrische verlichtingssterkte is de modelling index ook een kwaliteitsparameter voor een goede visuele communicatie. Modelling is de verhouding tussen diffuus licht en gericht licht en deze moeten in balans zijn. Oppervlaktetexturen worden beter zichtbaar en mensen zien er beter uit. Te direct licht zorgt voor te harde schaduw en te diffuus licht zorgt voor een saaie omgeving. De modelling index is de verhouding tussen de cilindrische en de horizontale verlichtingssterkte in een bepaald punt. Een waarde tussen 0,30 en 0,60 is een indicator voor een goede modelling. Deze parameter is voornamelijk een aanbeveling.



Verblinding

Verblinding is de beleving die veroorzaakt wordt door heldere oppervlakken binnen het gezichtsveld en die als onbehaaglijk of als storend ervaren kan worden.

Er zijn twee soorten verblinding:

- Directe verblinding, veroorzaakt door armaturen en andere lichtbronnen
- Indirecte verblinding, veroorzaakt door reflectie van een lichtbron op een glad oppervlak

In de NEN-EN 12464-1 zijn grenzen vastgelegd voor beide soorten verblinding, te weten:

- UGR-waarde voor onbehaaglijke verblinding
- Helderheid van armaturen en lampen
- Gereflecteerde verblinding in beeldschermen

UGR-waarde voor onbehaaglijke verblinding

In de norm NEN-EN 12464-1 wordt de UGR-methode (Unified Glare Rating) toegepast. Deze is gebaseerd op de luminantie van de heldere delen van alle armaturen in een ruimte in verhouding tot de achtergrondluminantie, gezien vanuit de normale kijkrichting van een of meer waarnemers. De introductie van een waarnemer betekent dat de verblindinghinder voor iedere plek in de ruimte en kijkrichting verschillend kan zijn, wat in overeenstemming is met de werkelijkheid.

De volgende factoren spelen een rol bij de bepaling van de UGR:

- vorm en grootte van de ruimte;
- oppervlaktehelderheid (luminantie) van wanden, plafond, vloer en andere grote vlakken;
- type armatuur en afscherming;
- lampluminantie;
- verdeling van de armaturen over de ruimte;
- waarnemerpositie(s).

Het toepassingsgebied van UGR is vooralsnog tamelijk beperkt. Hij geldt alleen voor rechthoekige of vierkante ruimten, waarin slechts één combinatie van lamp, armatuur en afscherming wordt toegepast. Deze mag géén asymmetrische lichtverdeling hebben. Alleen de directe verblinding wordt bepaald, met als gevolg dat de UGR van een volledig indirecte verlichtingsinstallatie altijd 0 is. Ook is er nog geen bruikbare methode ontwikkeld voor het bepalen van verblinding veroorzaakt door daglicht.

Voorbeeld van een UGR-Tabel

Voorbeeld:

Afm. ruimte 4H x 8H

Reflectie factoren 0.70/0.50/0.20 UGR = 16,3

Gecorrigeerde UGR-waarden (per 1x4300 lm)

Reflectiecoëfficiënten											
Plafond	0,70	0,70	0,50	0,50	0,30	0,70	0,70	0,50	0,50	0,30	
Wand	0,50	0,30	0,50	0,30	0,30	0,50	0,30	0,50	0,30	0,30	
Vloer	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Ruimte afmetingen:											
X	Y	In dwarsrichting					In langsrichting				
2H	2H	15,7	17,0	16,0	17,3	17,6	17,0	18,3	17,3	18,6	18,9
	3H	15,5	16,7	15,9	17,0	17,3	16,8	18,0	17,2	18,3	18,7
	4H	15,4	16,5	15,8	16,8	17,2	16,7	17,9	17,1	18,2	18,5
	6H	15,3	16,3	15,7	16,7	17,0	16,7	17,7	17,1	18,0	18,4
	8H	15,3	16,2	15,7	16,6	17,0	16,6	17,6	17,0	17,9	18,3
	12H	15,2	16,1	15,6	16,5	16,9	16,6	17,5	17,0	17,8	18,2
3H	2H	15,5	16,7	15,9	17,0	17,4	16,8	18,0	17,2	18,3	18,7
	3H	15,4	16,4	15,8	16,7	17,1	16,7	17,7	17,1	18,0	18,4
	4H	15,3	16,2	15,7	16,5	16,9	16,6	17,5	17,0	17,8	18,2
	6H	15,2	16,0	15,6	16,3	16,8	16,5	17,3	16,9	17,6	18,1
	8H	15,1	15,8	15,6	16,3	16,7	16,4	17,1	16,9	17,6	18,0
	12H	15,1	15,7	15,5	16,2	16,6	16,4	17,0	16,8	17,5	17,9
4H	2H	15,4	16,5	15,8	16,9	17,2	16,7	17,8	17,1	18,2	18,5
	3H	15,3	16,2	15,7	16,5	16,9	16,6	17,5	17,0	17,8	18,2
	4H	15,2	16,0	15,6	16,3	16,8	16,5	17,3	16,9	17,6	18,2
	6H	15,1	15,7	15,5	16,2	16,6	16,4	17,0	16,8	17,5	17,9
	8H	15,0	15,6	15,5	16,1	16,5	16,3	16,9	16,8	17,4	17,8
	12H	15,0	15,5	15,5	15,9	16,4	16,3	16,8	16,8	17,2	17,7
6H	2H	15,4	16,4	15,8	16,7	17,1	16,7	17,7	17,1	18,0	18,4
	3H	15,2	16,0	15,6	16,3	16,8	16,5	17,3	16,9	17,6	18,1
	4H	15,1	15,7	15,5	16,2	16,6	16,4	17,0	16,8	17,5	17,9
	6H	15,0	15,5	15,5	15,9	16,4	16,3	16,8	16,8	17,2	17,7
	8H	14,9	15,4	15,4	15,8	16,3	16,2	16,7	16,7	17,1	17,6
	12H	14,9	15,3	15,4	15,7	16,2	16,2	16,6	16,7	17,0	17,5

De ruimte is 8 m breed en 16 m lang. De armaturen hangen op 3,2 m hoogte. De waarnemer wordt geacht te zitten (ooghoogte 1,2 m boven de vloer). De reflectiefactoren van plafond, wanden en vloer zijn, respectievelijk 0,70, 0,50 en 0,20.

Allereerst wordt H bepaald. Dit is de verticale afstand tussen armatuur en waarnemer; in dit geval dus $3,2 - 1,2 = 2$ m.

De breedte X van de ruimte bedraagt 8 m, dus 4H, en de lengte Y is 16 m of 8H. Vanuit de combinaties van reflectiefactoren 0,70, 0,50 en 0,20 in de tabel naar beneden gaand tot de combinatie 4H-12H, worden twee UGR-waarden gevonden: 15,0, wanneer de waarnemer vanaf zijn positie bij de korte wand in de lengterichting door de ruimte kijkt en 16,3 wanneer hij vanaf de lange wand in de dwarsrichting kijkt. De hoogste van de twee gevonden waarden is bepalend.



De UGR-kwaliteitsschaal

De UGR kan elke waarde innemen, van 0 tot zeer hoog, maar voor kwaliteitsbeoordeling van een verlichtingsinstallatie loopt de praktische schaal van ongeveer 15 tot 30. Bovendien zijn verschillen kleiner dan 1 zelfs voor een geoefend oog nauwelijks waar te nemen. Dit alles heeft geleid tot de invoering van vijf kwaliteitsklassen 16 - 19 - 22 - 25 - 28, waarbij het hoogste getal de meeste verblinding oplevert. In de praktijk komen deze overeen met de volgende toepassingsgebieden:

- 28** - verkeersruimten, gangen
- 25** - archief ruimten, trappen, liften
- 22** - balieruimten
- 19** - normale kantoorwerkzaamheden
- 16** - technisch tekenen, CAD-stations

De UGR is een kwaliteitskenmerk van een verlichtingsinstallatie, niet van een afzonderlijke armatuur. Toch geven Philips en andere fabrikanten UGR_R (R = referentieruimte) voor armaturen en afschermingen op basis van een standaard of referentie ruimte van bijvoorbeeld $8H \times 4H$, met gemiddelde reflectiefactoren van 0,70, 0,50, 0,20 (plafond, wanden, vloer). Op deze wijze krijgt men snel een goed inzicht of een bepaalde combinatie van armatuur en afscherming voor het gestelde doel bruikbaar is.

UGR_L

In de norm NEN-EN 12464-1 wordt bij de verlichtingseisen per ruimte, taak of activiteit de UGR_L -waarde aangegeven. Dit is de hoogst toegestane waarde van UGR voor de betreffende activiteit (L = limiet).

Beperkingen van het UGR-systeem

Het UGR-systeem biedt een objectieve, goed bruikbare methode om de kwaliteit van een verlichtingsinstallatie te bepalen ten aanzien van onbehaaglijke verblinding. Het laat duidelijk zien hoe deze per waarnemerpositie kan verschillen en geeft aan waar risicosituaties kunnen optreden.

Bij de beleving van een verlichte ruimte spelen echter veel meer factoren een rol. Ook als de UGR-eis ruimschoots wordt gehaald, kunnen verkeerd gekozen lichtbronnen, lichtrichtingen of contrastverhoudingen het visuele comfort verstoren, waardoor het werken minder aangenaam wordt en de prestatie vermindert. De keuze van de juiste producten, gebaseerd op inzicht en ervaring, blijft daarom onontbeerlijk.

Helderheid van armaturen en lampen

Bij een goede binnenverlichtingsinstallatie is storende verblinding praktisch uitgesloten. Het is de gecombineerde taak van de armatuurontwerper en de lichtadviseur om dergelijke situaties te voorkomen. In de norm NEN-EN 12464-1 worden minimum afschermhoeken met de horizontaal gegeven waaraan armaturen moeten voldoen, afhankelijk van de oppervlaktehelderheid van de gebruikte lamp(en) (zie tabel 2).

Tabel 2 - Minimum afschermhoeken bij gegeven lampluminanties

Lampluminantie kcd x m ²	Minimum afschermhoek
20 tot < 50	15°
50 tot < 500	20°
≥ 500	30°

Gereflecteerde verblinding in beeldschermen

Doordat de kwaliteit van beeldschermen de laatste tijd sterk is verbeterd, zijn de eisen ten aanzien van de maximaal toegestane helderheid van armaturen versoepeld. Toch blijft het nodig storende reflecties in het scherm te vermijden. In de ISO 9241-302 zijn de diverse kwaliteitsklassen van beeldschermen omschreven.

Het is meestal onvermijdelijk dat een deel van de lichtbronnen in de beeldschermen wordt gereflecteerd. Voor deze armaturen gelden rondom maximumwaarden voor de gemiddelde luminantie bij een uitstralingshoek van 65° ten opzichte van de vertikaal (zie tabel 4).

Daarbij wordt ervan uitgegaan dat de beeldschermen vertikaal staan of maximaal 15° achterover hellen.

De in de tabel genoemde luminanties van de beeldschermen zijn de bedrijfsluminanties en niet de maximaal haalbare luminanties van de beeldschermen. In de praktijk wordt daarom meestal uitgegaan van Medium Luminance screens.

Tabel 4 - Grenswaarden voor gemiddelde luminanties van armaturen die in een beeldscherm gereflecteerd kunnen worden

	Beeldschermen met hoge luminantie $L > 200 \text{ cd-m}^{-2}$	Beeldschermen met gemiddelde luminantie $L \leq 200 \text{ cd-m}^{-2}$
Situatie A		
Positieve polariteit en standardeisen met betrekking tot kleuren en details van de aanwezige informatie, zoals in kantooromgeving, onderwijs etc.	$\leq 3000 \text{ cd-m}^{-2}$	$\leq 1500 \text{ cd-m}^{-2}$
Situatie B		
Negatieve polariteit en/of hogere eisen met betrekking tot kleuren en details van de geboden informatie, zoals bij CAD, kleur inspectie etc.	$\leq 1500 \text{ cd-m}^{-2}$	$\leq 1000 \text{ cd-m}^{-2}$

Sommige taken, activiteiten of beeldscherm eigenschappen (vooral hoogglansschermen) vragen speciale aandacht aan het verlichtingsontwerp. Hierbij valt te denken aan lagere luminantie grenzen, individueel regelbaar etc.



Rekenraster en meetraster

In de nieuwe versie van de NEN-EN 12464-1 is een systeem opgenomen voor het bepalen van het minimale aantal reken- en meetpunten. Hierbij dienen taakgebied, directe omgeving en achtergrond apart bepaald te worden. Dit rekenraster geldt voor het bepalen van de horizontale en de cilindrische verlichtingssterkte.

De afstanden tussen de gridpunten zouden in lengte en breedte richting bij voorkeur gelijk zijn. De verhouding tussen beide afstanden moet tussen 0,50 en 2,00 liggen.

De maximale afstand tussen de meetpunten wordt bepaald met de formule $p = 0,2 \times 5^{\log(d)}$

Waar

d is de afmeting van de langste zijde van het rekenvlak (m).

Indien de verhouding tussen de lange en de korte zijde van het rekenvlak groter is dan 2, dan dient voor het bepalen van d de korte zijde te worden aangehouden.

p is de maximale grid afstand. ($p \leq 10\text{m}$)

Tabel 5: Reken- en meetraster

Lengte (m)	Maximale afstand tussen rekenpunten (m)	Minimaal aantal rekenpunten
0,40	0,15	3
0,60	0,20	3
1,00	0,20	5
2,00	0,30	6
5,00	0,60	8
10,00	1,00	10
25,00	2,00	12
50,00	3,00	17
100,00	5,00	20

Er mag een randzone van 0,50 m van het rekenraster worden afgetrokken, tenzij er een taakgebied (gedeeltelijk) binnen deze randzone ligt.



Kleurweergave-index Ra

De norm NEN-EN 12464-1 bevat geen eisen of aanbevelingen voor de lichtkleur. Deze hangt te zeer af van persoonlijke en sociale factoren, esthetiek en klimaat. Het is een vast gegeven dat in een koel klimaat een lage kleurtemperatuur van bijvoorbeeld 3000 K ("warmwit") de voorkeur heeft, terwijl in de tropen een kleurtemperatuur van 6000 K ("koelwit") meer wordt gewaardeerd.

Voor de kleurweergave-index stelt de norm NEN-EN 12464-1 voor vrijwel alle taakruimten een minimumeis. De kleurweergave-index is een schaal die aangeeft hoe "natuurgetrouw" een reeks testkleuren (8 of 14 stuks) kan worden waargenomen. De hoogst mogelijke Ra waarde is 100.

Verklarende woordenlijst CEN brochure

- **Taakgebied**

Het gedeelte van de werkplek waar de visuele taak wordt uitgevoerd. In ruimten waar de grootte en/of de plaats van het taakgebied niet bekend is, moet als taakgebied het gebied genomen worden waar de oogtaak kan worden verricht.

- **Directe omgeving**

Een zone met een breedte van tenminste 0,5 m die het taakgebied binnen het gezichtsveld omgeeft.

- **Achtergrondgebied**

Een gebied van 3 meter breed rondom de directe omgeving, binnen de grenzen van de ruimte

- **Praktijkverlichtingssterkte (E_m)**

De laagst toelaatbare waarde van de gemiddelde verlichtingssterkte op het gespecificeerde oppervlak.

- **Gemiddelde cilindrische verlichtingssterkte (E_z)**

Deze kan benaderd worden door het gemiddelde te nemen van de verticale verlichtingssterkte in één punt in de vier orthogonale ruimte richtingen.

- **UGR-waarde: Unified Glare Rating**

UGR is de mate van de totale directe verblindinghinder; veroorzaakt door alle armaturen van de verlichtingsinstallatie.

- **Onbehaaglijke verblinding**

De mate van onbehaaglijke verblinding, die rechtstreeks veroorzaakt wordt door de armaturen van een verlichtingsinstallatie, moet worden vastgesteld met behulp van de tabel uit de CIE Unified Glare Rating (UGR) methode; de waarden in de tabel zijn berekend met de formule.

- **Kleurweergave-index**

Deze geeft de betrouwbaarheid van de kleurweergave aan. Symbool: Ra maximaal 100.

Naarmate de Ra hoger ligt is de kleurweergave beter. Vergelijking heeft alleen zin voor lampen met (nagenoeg) dezelfde kleurtemperatuur.

- **Kleurtemperatuur**

Deze bepaald in hoge mate de visuele indruk van de verlichte ruimte. Licht met een lage kleurtemperatuur maakt een warmere indruk dan licht met een hoge kleurtemperatuur.

Wordt uitgedrukt in Kelvin (K). We onderscheiden vier categorieën: extra warmwit (tot 2900K), warmwit (2900-3000K), neutraal wit (3300-4000K) en koelwit (5000K en hoger).

- **Gelijkmatigheid**

Verhouding van de minimale tot de gemiddelde verlichtingssterkte op het oppervlak.

- **Lux**

De standaard eenheid van verlichtingssterkte van een oppervlak dat verlicht wordt.

Eén Lux is één lumen per vierkante meter.

- **Lichtstroom (eenheid: Lumen)**

De totale lichtopbrengst die wordt uitgestraald door een lichtbron. Ook de totale hoeveelheid licht die op een werkplek valt. De lichtopbrengst van een lichtbron wordt gemeten in lumen.

- **Gereflecteerde verblinding**

Verblinding door weerkaatsing van het licht.

- **Luminantie (eenheid: cd/m^2)**

De lichtintensiteit per vierkante meter schijnbaar oppervlak van de lichtbron, armatuur of verlicht oppervlak. Als een oppervlak wordt verlicht, is de luminantie afhankelijk van zowel het verlichtingsniveau als de reflectie-eigenschap van het oppervlak zelf.

Voor meer informatie:

Philips Nederland B.V.
Divisie Licht
Postbus 90050
5600 PB Eindhoven
E-mail: lichtmail@philips.com
www.lighting.philips.nl

Licht infoservice
Tel. +31 (0) 40 27 87 500
Fax +31 (0) 40 27 86 795
E-mail: licht.infoservice@philips.com

Documentatieservice
Tel. +31 (0) 40 27 87 501
Fax +31 (0) 40 27 86 795
E-mail: licht.documentatie@philips.com



©2011 Koninklijke Philips Electronics N.V.

Alle rechten voorbehouden. Vermenigvuldiging, geheel of gedeeltelijk, is verboden zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteursrechthouder. De informatie in dit document maakt geen deel uit van enige aanbieding of overeenkomst, wordt geacht nauwkeurig en betrouwbaar te zijn en kan gewijzigd worden zonder voorafgaande kennisgeving. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enig gevolg van het gebruik ervan. De publicatie van deze informatie ontsluit noch bevat enige licentie die is onderworpen aan het octrooirecht of enig ander recht op industriële of intellectuele eigendom.

Bestelnummer document: 3222 635 xxxxx

07/2011

Wijzigingen voorbehouden.