



STANDAARD PROGRAMMA VAN EISEN VERLICHTING

Uitgangspunt voor het ontwerp van de verlichting is een energie-efficiënte en duurzame installatie van goede kwaliteit.

Met betrekking tot de uitvoering van alle van toepassing zijnde visuele taken moet de verlichting voldoen aan hetgeen is opgenomen in NEN-EN 12464-1: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen en indien van toepassing tevens aan NEN-EN 12464-2: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 2: Werkplekken buiten. De noodverlichting moet voldoen aan NEN-EN 1838: Toegepaste verlichtingstechniek: Noodverlichting.

Voor ruimten, visuele taken en bijzondere omstandigheden die niet zijn opgenomen in genoemde normen aanvullend eisen opnemen.

Armaturen in functionele ruimten dienen een aan de ruimte en situatie aangepaste lichtverdeling te hebben en wel zodanig dat een optimaal verlichtingsrendement wordt bereikt.

Het armatuurrendement dient tenminste 80% te bedragen voor functionele toepassingen.

In representatieve ruimten dient het armatuurrendement tenminste 65% te bedragen.

De toegepaste lampen en indien van toepassing tevens de vereiste voorschakelapparatuur c.q. transformatoren dienen voor de van toepassing zijnde situaties een zo hoog mogelijke energie-efficiëntie (lumen/watt) te hebben.

Bij toepassing van lampen in combinatie met een elektronische voorschakelapparaat, driver of transformator dient de arbeidsfactor ($\cos \varphi$) tenminste 0,9 te bedragen. *(Veel systemen waarmee T8-lampen kunnen worden vervangen door T5-lampen of ledbuizen kunnen hier niet aan voldoen. Een lage arbeidsfactor veroorzaakt zogenaamde blindstroom, die niet met een normale kWh-meter wordt gemeten, maar onder andere wel van invloed kan zijn op de keuze van aderdoorsneden)*

De powerfactor dient tenminste 0,9 te zijn. *(Met name 3^e en 5^e harmonischen die bij goedkope systemen worden opgewekt kunnen onder andere van invloed zijn op de goede werking van andere elektronische apparatuur)*

De brandduur van de toegepaste lampen moet tot het aantal uren worden gegarandeerd, zoals is aangegeven in de bijlage (*zie bijlage 3*). Na het bereiken van de aangegeven levensduur dient de lichtstroom nog tenminste 80% van de nominale waarde te bedragen.

Voor alle van toepassing zijnde ruimten moeten lichtberekeningen worden overlegd.

Uitgangspunten hiervoor zijn:

- Van toepassing zijnde reflectiefactoren: plafond (0,7), wanden (0,5) en vloer c.q. meetvlak (0,3) (*zie bijlage 4*)
- Behoudsfactor 0,85 (*uitgaande van ruimten met weinig vervuiling en groepsremplace van de lampen*)

Tevens dient een overzicht van de exploitatiekosten te worden bijgevoegd.

Bij oplevering van de verlichting dienen garantiemetingen te worden uitgevoerd en vastgelegd conform NEN 1891: Binnenverlichting – Meetmethoden voor verlichtingssterkten en luminanties

Bediening van de verlichting moet kunnen worden gerealiseerd door:

- Centrale bediening (*aangeven op welke wijze: drukknoppen/relais, lichtmanagementsysteem, gebouwbeheersysteem*)
- Bediening van de verlichting per verdieping/vleugel (*nader aangeven*)
- Locale bediening per ruimte (*aangeven voor welke ruimten van toepassing*)
- Locale bediening voor diverse sectoren in een ruimte (*aangeven voor welke ruimten van toepassing*)
- Installatie van de armaturen in rijen evenwijdig aan de gevel

De lichtschaakel- en lichtregelininstallaties dienen bedrijfsvaardig te worden opgeleverd, conform de vooraf vastgestelde instellingen en bedieningsmogelijkheden.

In de volgende ruimten moet regelbare verlichting worden toegepast:

Registratie van het elektriciteitsverbruik dient mogelijk te zijn per verdieping c.q. vleugel van een gebouw.

De centrale bediening moet het mogelijk maken om door middel van veegpulsen op vooraf bepaalde tijden de verlichting op bepaalde locaties uit te schakelen.

In kleine, ondiepe (berg)ruimten moeten deurschakelaars worden toegepast.

Alle ruimten dienen te zijn voorzien van bewegingssensoren.

Deze dienen een zodanige (instelbare) detectiehoek en (instelbare) vertragingstijd te hebben, dat de verlichting bij normaal gebruik van de ruimten altijd ingeschakeld blijft.

Alle ruimten c.q. zones van ruimten met voldoende daglichttoetreding moeten zijn voorzien van lichtsensoren.in combinatie met een lichtregelsysteem waarmee daglichtafhankelijke lichtregeling kan worden gerealiseerd op een vooraf gewenst minimaal verlichtingsniveau. De sensoren moeten op een vooraf bepaalde representatieve positie worden geplaatst. In ruimten die regelmatig zijn door meerdere personen zijn bezet moet de verlichting voluit branden bij aanwezigheid van personen en op een niveau van 15 % bij plaatselijke afwezigheid van personen.

Met betrekking tot de bepalingsmethode voor de energieprestatie van utiliteitsgebouwen (NEN 2916, die binnenkort zal worden vervangen door NEN 7120. Hierin staan een aantal forfaitaire waarden opgenomen betreffende het specifiek elektriciteitsverbruik, bepaling daglichtsector, factoren voor schakel- en regelsystemen en maximale brandduur per jaar)

Het geïnstalleerd vermogen voor de verlichting dient voor de volgende ruimten ten hoogste 16 W/m² te bedragen:

- Ruimten met bijeenkomstfunctie
- Ruimten met gezondheidszorgfunctie, niet klinisch
- Ruimten met een kantoorfunctie
- Ruimten met een sportfunctie
- Ruimten met een onderwijsfunctie

Het geïnstalleerd vermogen voor de verlichting dient voor de volgende ruimten ten hoogste 17 W/m² te bedragen:

- Ruimten met een celfunctie en cellengebouwen
- Ruimten met een gezondheidszorgfunctie, klinisch
- Logiesgebouw

Het geïnstalleerd vermogen voor de verlichting dient voor ruimten met een winkelfunctie ten hoogste 30W/m² te bedragen.

Voor bepaling van de grootte van daglichtsector in ruimten zijn de volgende uitgangspunten van toepassing voor bepaling van:

- Oppervlakten bijdrage verticale projectie(s)
- Oppervlakten bijdrage horizontale projectie(s)
- Breedte daglichtsector
- Glassoort voor bepaling rekenwaarde LTA

Met betrekking tot de reductiefactor bij toepassing van schakel/regelsystemen dienen in afwijking tot het gestelde in de van toepassing zijnde norm de volgende waarden voor respectievelijk de daglichtzones en de kunstlichtzones te worden aangehouden:

- Veegpulsschakeling in combinatie met daglichtschakeling of regeling	f_{daglicht}	$f_{\text{kunstlicht}}$
- of –regeling	0,55	0,7
- Daglichtschakeling of –regeling	0,6	0,8
- Veegpulsschakeling	0,75	0,75
- Vertrekschakeling	0,9	0,9
- Vertrekschakeling met mogelijkheid om gevelzone afzonderlijk aan en uit te schakelen	0,75	0,9
- Centraal aan/uit	1,0	1,0

Met betrekking tot de aangegeven maximale branduren per jaar overdag en 's nachts dienen de volgende waarden te worden aangehouden:

	Overdag	's Avonds
- Bijeenkomstfunctie	2200	300
- Celfunctie en cellengebouw	4000	1000
- Gezondheidszorgfunctie, niet klinisch	2200	300
- Gezondheidszorgfunctie, klinisch	4000	1000
- Kantoorfunctie	2200	300
- Logiesgebouw	4000	1000
- Onderwijsfunctie	1600	300
- Sportfunctie	2200	300
- Winkelfunctie	2700	200

Het is zinvol om tevens een overzicht met de belangrijkste uitgangspunten voor de verlichting in de diverse ruimten (*conform NEN-EN 12464*) vast te leggen volgens onderstaand voorbeeld.

Soort ruimte, taak of activiteit	Praktijkverlichtingssterkte \bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Opmerkingen
Circulatiegebieden en gangen	100	28	40	T = 4000 K
Trappen, roltrappen en loopbanden	150	25	40	
Kantines, provisieruimten	200	22	80	T = 3000 K, niveau regelbaar
Toiletruimten	100	22	80	T = 3000 K
Garderobes, wasruimten, badkamers en toiletten	200	25	80	T = 3000 K
Kantoorruimten, schrijven, typen, lezen, gegevensverwerking	500	19	80	T = 4000 K, daglichtafhankelijke lichtregeling
Klaslokaal voor avond- en volwassenenonderwijs	500	19	80	T = 4000 K
Collegezaal	500	19	80	T = 4000 K, verlichting regelbaar

Bijlagen behorende bij de standaardteksten Programma van Eisen voor energie-efficiënte verlichting voor universiteitsgebouwen en academische ziekenhuizen

- Bijlage 1 Uitgangspunten Programma van Eisen
- Bijlage 2 Ruimten waarvoor lichttechnische eisen vastliggen conform NEN-EN 12464-1 -
Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen
- Bijlage 3 Eigenschappen van lamptypen, geschikt voor binnenverlichting
- Bijlage 4 Richtwaarden reflectiefactoren
- Bijlage 5 Normen, aanbevelingen en richtlijnen
- Bijlage 6 Literatuurlijst ontwerp verlichting
- Bijlage 7 Interessante websites

BIJLAGE 1

UITGANGSPUNTEN VOOR PROGRAMMA VAN EISEN

RENOVATIE BESTAANDE BOUW

Voor het vaststellen van uitgangspunten voor een Programma van Eisen zijn de volgende uitgangspunten van belang:

- Inventariseren bestaande situatie
- Eisen op basis van huidige normen
- Gewenste nieuwe situatie op basis van afwegingen met betrekking tot energie-efficiëntie en andere milieu-aspecten

Inventarisatie bestaande situatie

De volgende bevindingen bieden mogelijkheden voor een energiezuiniger verlichting en zijn dus van belang voor het opstellen van eisen:

- Zijn montagebalken aanwezig zonder reflector
- Zijn armaturen toegepast met een opalen kap
- Zijn armaturen aanwezig met conventioneel voorschakelapparaat (zichtbaar door aanwezigheid starter of knipperen van de lampen bij inschakelen)
- Zijn buisvormige fluorescentielampen toegepast met een diameter van 36 mm
- Zijn buisvormige fluorescentielampen met halofosfaten toegepast (o.a. Philips lichtkleur 33, Osram lichtkleur 20 en Sylvania lichtkleur 133)
- Zijn er ruimten met daglichttoetreding waar geen daglichtafhankelijke schakeling of regeling wordt toegepast
- Zijn er ruimten die dagelijks al dan niet tijdelijk relatief weinig worden gebruikt en waarin geen afwezigheidsdetectie wordt toegepast
- Zijn er mogelijkheden voor tijdsafhankelijk schakelen die niet of onvoldoende worden benut
- Wordt de buitenverlichting via schemeringsschakelaar en/of tijdklok geschakeld
- Worden nog gloeilampen gebruikt
- Worden halogeenlampen gebruikt waar geen lichtregeling nodig is
- Zijn armaturen aanwezig die sterk zijn vervuild
- Zijn donkere plafonds, wanden, vloeren en meubilair aanwezig
- Nagaan of de instellingen van eventueel toegepaste tijdklokken nog zijn afgestemd op de huidige situatie

- Nagaan of de aanwezige transparantarmaturen voor de vluchtwegaanduiding en noodverlichtingsarmaturen kunnen worden vervangen door energie-efficiëntere uitvoeringen.

Eisen op basis van huidige normen:

Om te kunnen voldoen aan de huidige normen dient eerst te worden nagegaan of aan het volgende kan worden voldaan. De resultaten dienen als uitgangspunt voor het op te stellen programma van eisen:

- Nagaan of de aanwezige verlichting voldoet aan de huidige norm NEN-EN 12464-1: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen. Voor eventuele werkplekken buiten is NEN-EN 12464-2: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 2: Werkplekken buiten van toepassing.
- Is dit niet het geval dan moet deze uitgangspunt zijn voor de nieuwe verlichting. De noodverlichting moet voldoen aan NEN-EN 1838: Toegepaste verlichtingstechniek: Noodverlichting. In het Programma van Eisen moet naar deze normen worden verwezen.
- Eventuele aanvullende eisen vaststellen. Deze kunnen betrekking hebben op lichttechnische eisen zoals hogere gewenste verlichtingsniveaus, kleurtemperatuur, kleurweergave, voorkomen van verblinding, enz., maar ook op regelbaarheid en uitgangspunten voor de reflectiefactoren van plafond, wanden en vloer c.q. meetvlak
- Daarnaast kan het noodzakelijk zijn om voor ruimten die niet in de norm worden genoemd aanvullende eisen op te nemen

Gewenste nieuwe situatie op basis van afwegingen met betrekking tot energiezuinige verlichting en andere milieu-aspecten

- Nagaan wat de mogelijkheden zijn om montagebalken te voorzien van een reflector. Er dienen lichtberekeningen uit te worden gevoerd om na te gaan of aan de huidige verlichtingsnormen kan worden voldaan. Op basis hiervan de eisen voor de toe te passen reflectoren vastleggen.
- Indien TL-armaturen met conventionele voorschakelapparaten worden toegepast nagaan wat de mogelijkheden zijn voor centrale spanningsverlaging. De eisen hiervoor vastleggen in het Programma van Eisen
- Nagaan of vervangen van de fluorescentielampen door andere lampen met een hoger rendement mogelijk is, bijvoorbeeld systemen voor vervanging van T8-TL-lampen door T5-lampen of het plaatsen van ledbuizen. Nagegaan dient te worden wat de eisen zijn voor aanpassing van de bedrading. Daarnaast wat de gevolgen zijn voor de lichtverdeling van de armaturen. Belangrijk is daarom lichtberekeningen uit (te laten) voeren. Bij ledbuizen is dit zeker belangrijk omdat deze in de meeste gevallen een heel andere lichtverdeling hebben dan TL-buizen. Daarnaast kunnen de kleurweergave-eigenschappen en power factor sterk afwijken. Op basis hiervan de eisen vastleggen.

- Nagaan of vervangen van conventionele voorschakelapparaten haalbaar is. In de meeste gevallen zijn de kosten zodanig hoog, dat beter kan worden gekozen voor nieuwe armaturen met een elektronisch voorschakelapparaat. Indien voor nieuwe armaturen wordt gekozen eisen voor het armatuurrendement vastleggen, bijvoorbeeld tenminste 80% voor TL-armaturen en armaturen met metaalhalogenidelamp(en) en tenminste 0,65 voor downlights met compacte fluorescentielampen. In het Programma van Eisen vastleggen dat lichtberekeningen moeten worden gemaakt en dat controlemetingen conform NEN 1891 bij oplevering dienen te worden uitgevoerd en overlegd.
- Indien voor nieuwe armaturen wordt gekozen nagaan voor welke ruimten het zinvol is om daglichtafhankelijke lichtregeling toe te passen omdat in dat geval regelbare elektronische voorschakelapparaten moeten worden toegepast. Afhankelijk van de gewenste soort regeling (lichtsensor in elk armatuur of op representatieve plaatsen in de ruimte) en eventueel vereist besturingsprotocol bij lichtmanagement- of gebouwbeheersystemen bepalen of een digitale versie is vereist en aan welke voorwaarden deze moet voldoen. Deze vastleggen in het Programma van Eisen. Hierin eventueel ook eisen opnemen met betrekking tot de toegepaste materialen voor de armaturen met betrekking tot duurzaamheid en recyclebaarheid.
- Nagaan of het zinvol is om aanwezigheidsmelders toe te passen in ruimten die niet constant worden gebruikt. In het Programma van Eisen moet worden vastgelegd of moet worden uitgegaan van verlichtingsarmaturen met ingebouwde bewegingsmelder of bewegingsmelders op relevante plaatsen in en eventueel voor de ingangen van de ruimten.
- Nagaan of toepassing van deurschakelaars voor bijvoorbeeld bergkasten, enz. zinvol is en deze benoemen in het Programma van Eisen
- Bij toepassing van een combinatie van daglichtafhankelijke lichtregeling en aanwezigheidsdetectie aangeven wat eventueel in bijvoorbeeld grote (kantoor)ruimten en magazijnen de minimale verlichtingssterkte dient te zijn in gebieden waar niemand aanwezig is. Dit in verband met veiligheid en het voorkomen van te grote helderheidsverschillen in de ruimte.
- Nagaan op welke wijze de verlichting efficiënt bediend kan worden door middel van centrale en locale schakel- en regelmogelijkheden. Ook is het zinvol om na te gaan welke mogelijkheden een lichtmanagesysteem of gebouwbeheersysteem biedt voor direct en gepland onderhoud. Eisen hiervoor vastleggen in het Programma van Eisen.
- Indien ruimten gedurende vaste perioden tijdens de dag in het algemeen niet worden gebruikt nagaan of bij centrale bediening een veegpuls mogelijk is, waardoor de verlichting in alle van toepassing zijnde ruimten wordt uitgeschakeld. Indien toch nog mensen aanwezig zijn moet deze de verlichting lokaal weer in kunnen schakelen. De voorwaarden hiervoor vastleggen in het Programma van Eisen
- Nagaan of armaturen met gloeilampen en halogeenlampen kunnen worden vervangen door armaturen met compacte fluorescentielampen of metaalhalogenidelampen of leds indien relatief kleine armaturen zijn gewenst. Bij toepassing van armaturen met metaalhalogenidelampen is geen lichtregeling mogelijk. Ook moet rekening worden

gehouden met de opstarttijd en afkoeltijd bij herontsteking. Eisen hiervoor opnemen in het Programma van Eisen.

- Bij toepassing van armaturen met leds vastleggen welke powerfactor/arbeidsfactor tenminste moet worden aangehouden.

BIJLAGE 2

Soorten ruimten waarvoor lichttechnische eisen zijn vastgelegd in NEN-EN 12464-1: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen

De eisen betreffen:

- Praktijkverlichtingssterkte \bar{E}_m in lux (met aanvullende eisen voor verhoging van deze waarde)
- UGR_L (maat voor toelaatbare onbehagelijke verblinding conform de CIE Unified Glare Rating (UGR) methode)
- Kleurweergave-index R_a
- Kleurtemperatuur (eisen gelden voor bijzondere situaties) in Kelvin
- Gelijkmatigheid (verhouding verlichtingssterkten visuele taak, directe omgeving en periferie)
- Minimumafschermhoeken in graden bij gegeven lampluminanties in kilocandela's per vierkante meter (kcd/m_2)
- Grenswaarden voor luminanties van armaturen die in het beeldscherm kunnen worden gereflecteerd in candelas per vierkante meter (cd/m_2)
- Luminantieverhoudingen (algemene opmerkingen)
- Behoudfactor (factor waarmee rekening wordt gehouden met veroudering en vervuiling van lampen, armaturen en grote ruimte-elementen) (in overleg met de fabrikant te bepalen)
- Lichtrichting (modelling en gericht licht) (algemene opmerkingen)
- Lichtflikkering en stroboscopische effecten (algemene opmerkingen)
- Energieaspecten (algemene opmerkingen)

In de norm zijn tabellen opgenomen met grenswaarden voor de verlichtingssterkte \bar{E}_m , UGR_L en kleurweergave-index R_a voor diverse soorten ruimten. Daarnaast voor zover van toepassing enige aanvullende eisen.

Overzicht opgenomen soorten ruimten die van toepassing kunnen zijn voor Universiteiten:

- 1.1 Verkeerszones (Tabel 5.1) + enige aanvullingen betreffende reken-/meethoogte, eisen aangrenzende ruimten, verhoging verlichtingssterkte als er voertuigen kunnen rijden, overgangszone in- en uitritten, aanvullende maatregelen voorkomen verblinding
 - 1.1.1 Circulatiegebieden en gangen
 - 1.1.2 Trappen, roltrappen en loopbanden
 - 1.1.3 Laadhellingen en laadperrons

- 1.2 Toiletruimten, verzorgingsruimten en ruimten voor eerste hulp (Tabel 5.1)
 - 1.2.1 Kantines, provisieruimten
 - 1.2.2 Toiletruimten
 - 1.2.3 Ruimten voor lichaams oefeningen (fitnessruimten)
 - 1.2.4 Garderobes, wasruimten, badkamers, toiletten
 - 1.2.5 Ziekenverblijf
 - 1.2.6 Ruimten voor medische verzorging + kleurtemperatuur ≥ 4000 K

- 1.3 Controlekamers (Tabel 5.1)
 - 1.3.1 Machineruimten, schakelruimten
 - 1.3.2 Telex- en postkamer, schakelbord

- 1.4 Opslagruimten, koelhuizen (Tabel 5.1)
 - 1.4.1 Opslag- en voorraadruimten + hogere verlichtingssterkte indien continu bemand
 - 1.4.2 Expeditie- en verpakkingsruimten

- 1.5 Magazijnruimten (Tabel 5.1)
 - 1.5.1 Gangpaden: onbemand + verlichtingssterkte op vloerhoogte
 - 1.5.2 Gangpaden: bemand + verlichtingssterkte op vloerhoogte
 - 1.5.3 Controleposten

In tabel 5.2 zijn eisen opgenomen voor industriële en ambachtelijke activiteiten.

Mogelijk (gedeeltelijk) van toepassing kunnen zijn voor specifieke eisen aan werkplaatsen (zie ook 6.2.15):

- 2.3 Cement, cementproducten, beton en bakstenen
- 2.4 Keramiek, tegels, glas en glaswerk
- 2.5 Chemische industrie, plastic- en rubberfabricage
- 2.6 Elektrotechnische industrie
- 2.13 Metaalbewerking en metaalverwerking
- 2.16 Drukkerijen
- 2.20 Houtbewerking en houtverwerking

- 3 Kantoren (Tabel 5.3)

- 3.1 Archiveren, kopiëren, enz.
- 3.2 Schrijven, typen, lezen, gegevensverwerking + voor werk aan beeldschermen zie tabel toelaatbare luminanties
- 3.3 Technisch tekenen
- 3.4 Werken met cad-systemen + opmerking als bij 3.2
- 3.5 Conferentie- en vergaderruimten + verlichting zou regelbaar moeten zijn
- 3.6 Receptiebalie
- 3.7 Archieven

- 5.2 Restaurants en hotels (Tabel 5.5)
 - 5.2.1 Receptie-/kassiersbalie, portiersbalie
 - 5.2.2 Keuken + er behoort een overgangszone te zijn tussen keuken en restaurant
 - 5.2.3 Restaurant, eetzaal, feestzaal
 - 5.2.4 Zelfbedieningsrestaurant
 - 5.2.5 Cafetaria
 - 5.2.6 Conferentiezalen + verlichting zou regelbaar moeten zijn
 - 5.2.7 Gangen + 's nachts mogen de niveaus lager zijn

- 5.6 Bibliotheken (Tabel 5.5)
 - 5.6.1 Boekenrekken
 - 5.6.2 Leeszaal
 - 5.6.3 Balies

- 5.7 Openbare parkeergarages (Tabel 5.5)
 - 5.7.1 In- en uitritten (overdag) + verlichtingssterkte op vloerhoogte en veiligheidskleuren moeten herkenbaar zijn
 - 5.7.2 In- en uitritten ('s nachts) + als 5.7.1
 - 5.7.3 Rijstroken + als 5.7.1
 - 5.7.4 Parkeervakken + als 5.7.1 + een hoge verticale verlichtingssterkte verbetert het herkennen van gezichten en verhoog daardoor het gevoel van veiligheid
 - 5.7.5 Loketten + reflecties in de ramen moeten worden vermeden en verblinding van buiten moet worden voorkomen

- 6.2 Onderwijsinstellingen (Tabel 5.6)
 - 6.2.1 Klaslokalen, instructielokalen + verlichting zou regelbaar moeten zijn
 - 6.2.2 Klaslokaal voor avond- en volwassenonderwijs + als 6.2.1
 - 6.2.3 Collegezaal + als 6.2.1
 - 6.2.4 Schoolbord + voorkom spiegelende reflecties
 - 6.2.5 Demonstratietafel + in collegezalen 750 lx
 - 6.2.6 Tekenlokalen
 - 6.2.7 Tekenlokalen in het kunstonderwijs + kleurtemperatuur $T_{CP} \geq 5000$ K
 - 6.2.8 Lokalen voor technisch tekenen
 - 6.2.9 Praktijklokalen en laboratoria

- 6.2.10 Handenarbeidlokalen
- 6.2.11 Instructiewerkplaats
- 6.2.12 Lokalen voor muziekonderwijs
- 6.2.13 Lokalen voor computeronderwijs + voor werk aan beeldschermen zie 3.2
- 6.2.14 Talenpracticum
- 6.2.15 Voorbereidingsruimten en werkplaatsen
- 6.2.16 Entrees
- 6.2.17 Circulatiegebieden, gangen (conform 1.1.1)
- 6.2.18 Trappen (conform 1.1.2)
- 6.2.19 Gemeenschapsruimten en aula's
- 6.2.20 Docentenkamers
- 6.2.21 Bibliotheek: boekenrekken (conform 5.6.1)
- 6.2.22 Bibliotheek: leeszalen (conform 5.6.2)
- 6.2.23 Magazijnen voor onderwijsmateriaal (conform 1.4.1)
- 6.2.24 Sporthallen, gymnastiekzalen, zwembaden + voor meer specifieke activiteiten moeten de eisen van NEN-EN 12193 worden gebruikt
- 6.2.25 Kantines (conform 5.2.4)
- 6.2.26 Keuken (conform 5.2.2)

Overzicht opgenomen soorten ruimten die van toepassing kunnen zijn voor Academische Ziekenhuizen

Gezondheidszorg (Tabel 5.7)

- 7.1 Ruimtes voor algemeen gebruik + alle verlichtingssterkten op vloerhoogte
 - 7.1.1 Wachtkamers
 - 7.1.2 Gangen: overdag
 - 7.1.3 Gangen: 's nachts
 - 7.1.4 dagverblijven

- 7.2 Personeelsruimten
 - 7.2.1 Kantoren
 - 7.2.2 Personeelsruimten

- 7.3 Afdelingen, kraamafdelingen + vermijd te hoge luminanties in het blikveld van de patiënt
 - 7.3.1 Algemene verlichting + verlichtingssterkte op vloerhoogte
 - 7.3.2 Leesverlichting
 - 7.3.3 Eenvoudige onderzoeken
 - 7.3.4 Onderzoek en behandeling
 - 7.3.5 Nachtverlichting, observatieverlichting
 - 7.3.6 Badkamers en toiletten voor patiënten

- 7.4 Onderzoekruimten (algemeen)
 - 7.4.1 Algemene verlichting
 - 7.4.2 Onderzoek en behandeling

- 7.5 Ruimten voor oogonderzoek
 - 7.5.1 Algemene verlichting
 - 7.5.2 Onderzoek aan de buitenkant van het oog
 - 7.5.3 Lees- en kleurblindheidsonderzoek met kaarten

- 7.6 Ruimten voor ooronderzoek
 - 7.6.1 Algemene verlichting
 - 7.6.2 Ooronderzoek

- 7.7 Ruimten voor beelddiagnostiek
 - 7.7.1 Algemene verlichting
 - 7.7.2 Scanners met beeldvergroeters en tv-systemen + voor werk aan beeldschermen zie 3.2

- 7.8 Verloskamers
 - 7.8.1 Algemene verlichting
 - 7.8.2 Onderzoek en behandeling

- 7.9 Behandelkamers (algemeen)
 - 7.9.1 Dialyse + de verlichting zou regelbaar moeten zijn
 - 7.9.2 Dermatologie
 - 7.9.3 Ruimten voor endoscopie
 - 7.9.4 Gipskamers
 - 7.9.5 Medische baden
 - 7.9.6 Massage en radiotherapie

- 7.10 Operatieruimten
 - 7.10.1 Voorbereidings- en uitslaapkamers
 - 7.10.2 Operatiezaal
 - 7.10.3 Operatiegebied + \bar{E}_m : 10.000 tot 100.000 lx

- 7.11 Intensive care unit
 - 7.11.1 Algemene verlichting + op vloerhoogte
 - 7.11.2 Eenvoudige onderzoeken + op hoogte van het bed
 - 7.11.3 Onderzoek en behandeling + op hoogte van het bed
 - 7.11.4 Nachtbewaking

- 7.12 Tandartsen
 - 7.12.1 Algemene verlichting + de patiënt zou door de verlichting niet mogen worden verblind
 - 7.12.2 Op de patiënt
 - 7.12.3 Operatiegebied + niveaus hoger dan 5.000 lx kunnen nodig zijn
 - 7.12.4 Kleurvergelijking van tanden + $T_{CP} \geq 6000$ K

- 7.13 Laboratoria en apotheken
 - 7.13.1 Algemene verlichting
 - 7.13.2 Kleurcontrole + $T_{CP} \geq 6000$ K

- 7.14 Ontsmettingsruimten
 - 7.14.1 Sterilisatieruimten
 - 7.14.2 Ontsmettingsruimten

- 7.15 Autopsieruimten en mortuaria
 - 7.15.1 Algemene verlichting
 - 7.15.2 Autopsie- en ontleedtafel + niveaus hoger dan 5.000 lx kunnen nodig zijn

BIJLAGE 3

Eigenschappen van lamptypen die geschikt zijn voor binnenverlichting

Type	Lamp- rendement in lm/W	Kleur- temperatuur in K	Kleur- weergave - index Ra	UV-gehalte in μ W/lm	Levensduur in uren
Daglicht	n.v.t.	5000-7000	100	400-1500	
Gloeilampen	6-16	2700	100	70-80	1.000
Halogeen- lampen - netspanning	11-17	3000-3100	100	40-200	1.500-2.500
Halogeen- Lampen - laagspanning	12-22	3000-3100	100	10-200	2.000-4.000
Fluorescentie- lampen TL 900-serie	70	2700-6500	92-96	50-80	8.000-16.000
Fluorescentie- lampen TL 800-serie	30-100	2700-6500	80-85	65-90	8.000-20.000
Compacte fluorescentie- lampen	30-87	2700-6000	85-95	>100	8.000-20.000

Metaalhalo- geenlampen	64-120	3000-6000	60-95	160-700	6.000-9.000
Superhogedruk natriumlampen	37-52	2500	81		6.000-8.000
Inductielampe n	64-80	3000-4000	85		60.000- 100.000
Led, wit	- 60	2700-6000	70-95	<10	50.000

Speciale uitvoeringen:

- UV-arme halogeenlampen
- UV-arme fluorescentielampen
- fluorescentielampen met kunststof coating die glas bijeen houdt in geval van breuk
- long life gloeilampen (3000 uur), long life halogeenlampen (10.000 uur) en long life fluorescentielampen (tot 75.000 uur)

Opmerkingen:

- sommige uitvoeringen van bepaalde lamptypen hebben een beperkte brandstand
- van een aantal lamptypen zijn ook in speciale uitvoeringen verkrijgbaar, zoals in kleur, met afwijkende kleurtemperaturen of in speciale vormen
- lampen met de toevoeging UV-werend glas of UV-filter hebben een aanzienlijk lager UV-gehalte in hun bundel, maar de filtering slaat op straling tot 380nm en ze kunnen nog een aanzienlijk deel

BIJLAGE 4

Richtwaarden reflectiefactoren

Diffuse reflectiefactoren van diverse kleuren

Achromaten:

Wit	0,85 - 0,90
Grijs, donker tot licht	0,10 - 0,65
Zwart, gemiddeld	0,04

Chromaten:

Rood, donker tot licht	0,10 - 0,35
Geel, idem	0,30 - 0,70
Groen, idem	0,10 - 0,60
Blauw, idem	0,05 - 0,50
Bruin, idem	0,10 - 0,50
Beige, idem	0,25 - 0,65

Diffuse reflectiefactoren van diverse materialen

Witte olieverf	0,78 - 0,85
Wit pleisterwerk, nieuw	0,70 - 0,80
Schrijfpapier	0,70 - 0,80

Lichte houtsoorten:

Berken, esdoorn, licht eiken	0,30 - 0,65
Houtvezelplaat, nieuw	0,50 - 0,60
Witte houtwolcementplaten	0,45 - 0,50
Beton	0,25 - 0,40
Baksteen, nieuw	0,10 - 0,30

Donkere houtsoorten:

Wengé, mahonie, notenhout, donker gelakt eiken	0,10 - 0,30
---	-------------

Zilver, gepolijst	0,90
Speciaal bewerkt aluminium	0,90 - 0,95
Aluminium, hoogglans	0,65 - 0,85
Aluminium, mat	0,50 - 0,60
Chroom, gepolijst	0,60 - 0,70
Chroom, mat	0,50 - 0,55
Nikkel, gepolijst	0,55 - 0,65
Nikkel, mat	0,50
Koper	0,50

BIJLAGE 5

Normen, richtlijnen en aanbevelingen

Onderstaand is een overzicht opgenomen van alle van toepassing zijnde normen, richtlijnen en aanbevelingen voor de verlichting. Tevens zijn hierin normen opgenomen die geheel of gedeeltelijk betrekking hebben op het energiegebruik van de kunstverlichting in gebouwen.

Ontwerp verlichting

NEN 3087	Ergonomie; Visuele ergonomie in relatie tot verlichting; Principes en toepassingen
NPR 3437	Ergonomie; Visuele aspecten van getinte beglazing in de werkomgeving
NEN-EN 1838	Toegepaste verlichtingstechniek; Noodverlichting
NEN-EN 1891	Binnenverlichting; Meetmethoden voor verlichtingssterkten en luminanties
NEN-EN 12193	Licht en verlichting; Sportverlichting
NEN-EN 12464-1	Licht en verlichting; Werkplekverlichting; Deel 1: Werkplekken binnen
NEN-EN 12464-2	Licht en verlichting; Werkplekverlichting; Deel 2: Werkplekken buiten
NEN-EN 12665	Licht en verlichting; Basistermen en –criteria voor het vastleggen van eisen aan de verlichting

Normen die geheel of gedeeltelijk betrekking hebben op het energiegebruik van de kunstverlichting in gebouwen

- NEN 2916: Energieprestatie van utiliteitsgebouwen – Bepalingsmethode
- NPR 2917: Rekenprogramma energieprestatie utiliteitsbouw op CD-ROM met handboek in pdf-formaat
- NEN 5128: Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen - Bepalingsmethode
- NPR 5129: Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Rekenprogramma (EPW) met handboek
- Ontwerp NEN 7120: Energieprestatie van gebouwen – Bepalingsmethode
- NEN-EN 13363-1 Zonwerende voorzieningen gecombineerd met beglazing – Berekening van zon- en lichtdoorlatendheid – Deel 1: Vereenvoudigde methode
- NEN-EN 13363-2 Zonwerende voorzieningen gecombineerd met beglazing – Berekening van totale zonne-energie-doorlatendheid en lichtdoorlatendheid – Deel 2: Gedetailleerde berekeningsmethode
- NEN-EN 15193 Energieprestatie van gebouwen – Energie-eisen voor verlichting

Parkeergarages en -terreinen

- NEN 2443: Parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages

Eisen aan lampen

- NEN-EN-IEC 61347 - reeks

Eisen aan verlichtingsarmaturen

- NEN-EN-IEC 60598 – reeks

Eisen betreffende open data communicatie voor gebouwbeheersystemen

- NPR-CEN/TS 15231: Open data communication in building automation, controls and building management – Mapping between Lonworks and BACnet

Richtlijnen voor het voorkomen van lichthinder

- Algemene richtlijn betreffende lichthinder. Deel 1: Algemeen en Grenswaarden voor Sportverlichting
- Algemene richtlijn betreffende lichthinder. Deel 2: Terreinverlichting
- Algemene richtlijn betreffende lichthinder. Deel 3: Aanstraling van gebouwen en objecten
- Algemene richtlijn betreffende lichthinder. Deel 4: Reclameverlichting

In de loop van 2010 verschijnen ook deel 5 betreffende openbare verlichting en deel 6 betreffende het voorkomen van lichthinder door verlichting vanuit gebouwen (inclusief kassen).

BIJLAGE 6

Literatuurlijst ontwerp verlichting

Publicaties NSVV:

- Toelichting NEN-EN 12464-1
- Praktijkdocument: Verlichting voor onderwijsinstellingen
- Praktijkdocument: Verlichting in kantoorgebouwen
- Lichtregelsystemen – Verlichting controleren en beheren, 2000
- Licht en gezondheid voor werkenden
- Licht, welzijn en de ouder wordende mens

Publicatie ICN/NSVV

- Praktijkdocument: Verlichting in musea en expositieruimten, 2008

ISSO-Publicatie

- ISSO-Publicatie 21: Berekening van het energiegebruik voor klimatisering en verlichting van kantoorgebouwen
- ISSO-Publicatie 75: Energieprestatiecertificaat utiliteitsbouw (hierin opgenomen bepalingmethode zal worden vervangen door (ontwerp) NEN 7120)
- ISSO-Publicatie 83: Een helder licht op werkplekverlichting – Ontwerp, realisatie en onderhoud, 2006
- ISSO-Publicatie 90: Energie-efficiënte verlichting in en rondom gebouwen, 2010

Publicaties Agentschap NL/ISSO/Uneto-VNI/NSVV

- Reeks brochures in de serie Schoon Licht voor de utiliteitsbouw
De eerste vijf delen betreffende kantoorgebouwen, scholen, zorg, detailhandel en industrie zijn begin 2010 beschikbaar.

Publicatie Agentschap NL:

- EIA Energie Investeringsaftrek

Publicatie Sdu Uitgevers

- (Losbladig) Handboek Verlichtingstechniek

Serie FGL (Fördergemeinschaft Gutes Licht) / Licht.wissen

Heft 01: Die Beleuchtung mit künstlichem Licht

Heft 02: Gutes Licht für Schulen und Bildungsstätten

Heft 04: Gutes Licht für Büros und Verwaltungsgebäude

Heft 05: Gutes Licht für Handwerk und Industrie

Heft 08: Gutes Licht für Sport und Freizeit

Heft 09: Repräsentative Lichtgestaltung

Heft 12: Beleuchtungsqualität mit Elektronik

De meeste publicaties kunnen gratis worden gedownload via www.licht.de

Een aantal van deze delen is ook in het Engels verkrijgbaar

BIJLAGE 7

Links naar interessante websites

www.agentschapnl.nl

www.isso.nl

www.uneto-vni.nl

www.nsvv.nl

www.tvvl.nl

www.pld-a.org

www.licht.de