

Richtlijn laserveiligheid van ProRail glasvezelnetwerken

Beherende instantie:
AM Architectuur en Techniek

Inhoudverantwoordelijke instantie:
ICT Infravoorzieningen

Status:
Definitief

Datum van kracht: 01-06-2019	Versie: 002	Documentnummer: RLN00302
© /2019 Behoudens de in of krachtens de Auteurswet 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.		
© /2019 Apart from the exceptions in or by virtue of the 1912 copyright law no part of this document may be reproduced or published by print, photocopying, microfilm or any other means without written permission from the author.		
IHD werkformat model versie 000.2 dd. 24-01-2005		

INHOUD

1	Inleiding.....	3
	1.1 Doelstelling.....	3
	1.2 Scope.....	4
	1.3 Leeswijzer.....	4
	1.4 Referenties.....	4
	1.5 Afkortingen en definities.....	4
2	Indeling van de lasers	6
	2.1 Klasse 1 (veilig).....	6
	2.2 Klasse 2 (laagvermogen).....	7
	2.3 Klasse 3R (gemiddeld vermogen).....	7
	2.4 Klasse 3B (gemiddeld/ hoog vermogen) Niet toegestaan binnen ProRail.....	7
	2.5 Klasse 4 (hoog vermogen) Niet toegestaan binnen ProRail.....	7
	2.6 Maatvoering van laservermogen.....	8
3	Gevaren	9
	3.1 Biologische gevaren voor de mens.....	9
	3.1.1 De ogen.....	9
	3.1.2 De huid.....	10
	3.1.3 Bestralingen van weefsel.....	10
	3.2 Overige gevaren	10
4	Maatregelen	11
	4.1 Overheden.....	11
	4.2 Fabrikant.....	11
	4.3 Eindgebruiker.....	11
	4.4 Voor de aannemers/ personeel.....	14
	4.4.1 Specifiek voor meettechnici.....	14
5	Maatregelen voor het gebruik ProRail glasvezelnetwerken.....	15
	5.1 Procedure ProRail 3R-verbindingen.....	15
6	Bijlagen.....	17
7	Revisiegegevens.....	18

1 Inleiding

Het document “Laserveiligheid van glasvezelcommunicatiesystemen” (RLN00302), versie 000.1, waarin de laserveiligheid binnen ProRail glasvezelnetwerken is geregeld, dateert van april 2011. Intussen zijn er ontwikkelingen geweest, die een update van dit document noodzakelijk maakt. Het zijn ontwikkelingen op het gebied van normering en wetgeving, maar ook omdat ProRail nieuwe optische technieken toepast.

In de norm *NEN-EN-IEC 60825-1: Veiligheid van laserproducten – Deel 1: Apparatuur classificatie*, zijn de laserproducten qua gevaren, die deze producten kunnen veroorzaken, geclassificeerd. In de laatste versie van deze norm, van 2014, en de aanvullingen daaraan, is een specifiekere classificatie van laserapparatuur vastgesteld, en onderscheid gemaakt tussen een laserproduct en een lasersysteem. Het gevolg hiervan is dat een laserproduct van een bepaalde laserklasse een lasersysteem kan bezitten van een hogere klasse.

In het Arbeidsomstandighedenbesluit afdeling 4b ‘Elektromagnetische velden’ is het implementeren van laserveiligheid een onderdeel geworden van de arbeidsomstandighedenwetgeving, met soms ingrijpende gevolgen voor bedrijven en instellingen. Afdeling 4b stelt de normen en richtlijnen, die gelden voor laserveiligheid (NEN-EN-IEC 60825), en is maatgevend voor het gebruik van lasersystemen/producten binnen een organisatie. Daarnaast beschrijft het de specifieke onderdelen die deel moeten uitmaken van het zorgsysteem voor laserveiligheid. Zie voor nadere informatie het Arbeidsomstandighedenbesluit.

De verschillende laserklassen zijn in meerdere categorieën opgedeeld naarmate het lichtvermogen van de lasers. Deze zijn onderverdeeld in 8 subklassen. Het laagste niveau is klasse 1 en het hoogste niveau klasse 4.

De aanpassingen van de NEN-EN-IEC 60825-1 en het Arbeidsomstandighedenbesluit richt zich voornamelijk lasers in de klassen 3B en 4. Dit besluit geldt ook bij toepassing van laserklassen 3R en zelfs in de klassen 1M en 2M, wanneer de bundels van deze lasers met optische instrumenten zouden worden bekeken.

De ontwikkelingen van WDM-technieken zullen binnen ProRail gevolgen hebben en daarbij ook gevolgen voor deze richtlijn.

1.1 Doelstelling

Deze richtlijn beschrijft de wijze waarop er binnen ProRail moet worden omgegaan met optische transmissie. Het doel daarvan is om laserveiligheidsmaatregelen vast te stellen voor:

- het werken met klasse 1 tot en met klasse 3R-lasers en laserproducten in het ProRail glasvezelnetwerk;
- het gebruik van dit netwerk, om daar laserproducten in te zetten.

Dit document is gebaseerd op de norm NEN-EN-IEC60825-1, “Veiligheid van laserproducten – Deel 1: Apparatuur classificatie” en NEN-EN-IEC60825-2, “Veiligheid van laserproducten – Deel 2: Veiligheid van communicatiesystemen met optische vezels (OFCS)”, en dient als leidraad voor alle partijen die gebruik (gaan) maken van het ProRail glasvezelnetwerk, en alle medewerkers die aan de in dit netwerk ingezette laserproducten (gaan) werken.

1.2 Scope

In dit document is de laserklasse van de transmissieapparatuur zowel van ProRail zelf, als van derden, die in het ProRail glasvezelnetwerk mag worden toegepast, beperkt tot maximaal laserklasse 3R. De veiligheidsmaatregelen die betrekking hebben op laserklasse 3B en 4 worden niet behandeld in dit document. Laserklasse 3B en 4 zijn niet toegestaan binnen het ProRail glasvezelnetwerk. Klasse indeling wordt getoetst tijdens de aanvraag van een nieuwe verbinding.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de lasergevarenklassen geïntroduceerd volgens de norm NEN-EN-IEC 60825-1. Hierbij is de plaats van WDM-apparatuur binnen die klassen duidelijk gemaakt. In hoofdstuk 3 zijn vooral de gevaren beschreven die het voor de mens kan opleveren. In Hoofdstuk 4 zijn de maatregelen opgenomen voor de verantwoordelijke partijen die met laserproducten te maken hebben. In hoofdstuk 5 zijn de eisen beschreven die ProRail als netwerkeigenaar stelt aan de gebruikers van het ProRail glasvezelnetwerk.

1.4 Referenties

Norm	Beschrijving
ITU-T G.694.1	Spectrale roosters voor WDM-toepassingen: DWDM-frequentie rooster
ITU-T G.694.2	Spectrale roosters voor WDM-toepassingen: CWDM-frequentie rooster
NEN-EN-IEC 60825-1	Veiligheid van laserproducten – Deel 1: Apparatuur classificatie
NEN-EN-IEC 60825-1/C11	Veiligheid van laserproducten – Deel 1: Apparatuur classificatie, Correctie
NEN-EN-IEC 60825-2	Veiligheid van laserproducten – Deel 2: Veiligheid van communicatiesystemen met optische vezels (OFCS)
NEN-EN-IEC 60825-2/A1	Veiligheid van laserproducten – Deel 2: Veiligheid van communicatiesystemen met optische vezels (OFCS), Amendement 1
NEN-EN-IEC 60825-2/A2	Veiligheid van laserproducten – Deel 2: Veiligheid van communicatiesystemen met optische vezels (OFCS), Amendement 2
Arbidsomstandighedenbesluit	Besluitdocument dat deel uitmaakt van de Nederlandse arbeidsomstandighedenwetgeving

1.5 Afkortingen en definities

3R-verbinding Optische **verbinding**, gerealiseerd met laserproduct van gevaar-klasse **3R**

AEL	A ccessible E missie L evel. Dit is het maximale emissie-niveau dat binnen een bepaalde laserklasse is toegestaan
ALS	A utomatic L aser S hutdown
APR	A utomatic P ower R eduction
CSD	C entrale S ervice D esk ProRail ICT-Operations
Draaiboek	Draaiboek die door ICT-Operations wordt toegepast voor werkzaamheden aan het glasvezelnetwerk
(D)WDM	(D ense) W avelength D ivision M ultiplexing
HeNe laser	H elium- n eon laser, is een type gaslaser met veel wetenschappelijke en industriële toepassingen. Het optische vermogen van dit type laser ligt tussen 1 en 100 mW
IEC	I nternational E lectrotechnical C ommission
IPR	I ntelligent P ower R eduction
IR	I nfrarood
LASER	L ight A mplification by S timulated E mission of R adiation, is een lichtbron die in staat is een smalle coherente bundel licht voort te brengen
Lasersysteem	Systeem wat gebundeld laserlicht produceert
Laserproduct	Product wat een lasersysteem bevat
LED	L ight E mitting D iode, die een zeer kleine lichtsterkte opwekt
MAC-waarde	De M aximaal A anvaarde C oncentratie van een schadelijke stof. De MAC-waarde staat gedefinieerd als: de maximale concentratie van een gas, damp, of nevel van een stof in de lucht op de werkplek, die bij inademing gedurende de arbeidsperiode in het algemeen geen nadelige gevolgen heeft op de gezondheid van de medewerkers en hun nageslacht
MM	M ulti M ode
MPE	M aximum P ermissible E xposure. Dit is het stralingsniveau dat gezien kan worden als de theoretische grens tussen 'veilig' en 'mogelijk gevaarlijk'
OFCS	O ptical F iber C ommunication S ystem
Raman	Specifiek type optische amplifier, vernoemd naar Indiase fysicus Chandrasekhara Raman
SM	S ingle M ode
UV	U ltraviolet
VIS	V ISueel (Straling)

2 Indeling van de lasers

De laserproducten zijn qua gevarenklasse in de norm *NEN-EN-IEC 60825-1:2014: Veiligheid van laserproducten – Deel 1: Apparatuur classificatie* geclassificeerd. Zoals eerder vermeld, is hierin onderscheid gemaakt tussen een laserproduct en een lasersysteem.

Het gevolg hiervan is dat een laserproduct van een bepaalde laserklasse een lasersysteem van een hogere klasse kan bezitten. In de norm NEN-EN-IEC 60825-1 is het schadegevaar van laserproducten gerelateerd aan de golflengte, het vermogen, divergentie van de laser, coherentietijd van de laserstralingen de technische vormgeving van de producten. Voor algemene informatie over lasertechniek zie bijlage 1.

2.1 Klasse 1 (veilig)

Onder voorziene gebruikstoepassingen zijn klasse 1 lasers veilig voor zowel oog als huid. Het maximale vermogen in klasse 1 bedraagt $<0,5 \mu\text{W}$. Deze klasse is van toepassing op zowel zichtbare als niet-zichtbare lasers. Klasse 1 laserproducten kunnen een hoogvermogen lasersysteem bevatten (bijvoorbeeld de klasse 3B laser in een confocale lasermicroscoop), waarbij de technische vormgeving ervoor zorgt dat het vermogen bij gebruik nooit de bovengrens van deze klasse kan overschrijden.

Voorbeeld van klasse 1 laserproducten: Bijna alle optische transmissieapparatuur (m.u.v. WDM-producten). Binnen deze klasse zijn, naast klasse 1, nog twee subklassen gedefinieerd, te weten: 1M en 1C.

- **Klasse 1M** (onder normale omstandigheden veilig)

De letter M staat voor magnifier (vergrootglas). Deze klasse is alleen van toepassing voor golflengten tussen 302,5 en 4000 nm. Klasse 1M lasers mogen de AEL¹ voor klasse 1 lasers niet overschrijden, maar het vermogen van de bundel kan behoorlijk hoog zijn. Het concept is gebaseerd op de hoeveelheid lichtbundel die in het oog valt. Laserbundels in klasse 1M zijn zeer divergent (nemen snel toe in diameter bij toenemende afstand) of hebben een grote diameter en zijn gecollimeerd. Daarom zijn lasers in deze klasse niet veilig voor huid en oog wanneer gebruik wordt gemaakt van optische hulpmiddelen, bijvoorbeeld lenzen.

Voorbeeld van laserklasse 1M producten: Meeste WDM-multiplexers.

- **Klasse 1C** (wegens technische vormgeving veilig)

Deze laserklasse is met NEN-EN 60825-1:2014 in augustus 2014 geïntroduceerd. Klasse 1C kan worden toegekend aan apparaten met een directe contact-toepassing op de huid of niet-oogweefsel (C staat voor contact). Hoewel de output van deze lasers van klasse 3R, 3B of zelfs 4 kan zijn, zijn ze technisch zodanig beveiligd, dat tijdens gebruik geen oogblootstelling boven maximaal toelaatbare blootstellingsgrenzen kan plaatsvinden.

Voorbeeld van laserklasse 1C producten: lasers voor het verwijderen van tatoeages en medische toepassingen.

¹ Accessible Emission Limit (AEL): de maximaal toegestane emissiewaarde die voor de gebruiker je veilig is. Deze waarde varieert per golflengte. Ruwweg kan worden gesteld dat de gevarenklasse van een laser gelijk is aan het vermogen/AEL. Hoe lager de AEL, hoe gevaarlijker de laser dus!

2.2 Klasse 2 (laagvermogen)

Klasse 2 is enkel van toepassing voor lasers in het zichtbare gebied (400 – 700 nm). Ze kunnen continu of gepulst zijn. Bescherming van het oog wordt bewerkstelligd door natuurlijke afweerreacties, waaronder de knipperreflex. Er wordt aangenomen dat de maximale blootstellingstijd voor het oog 0,25 seconde bedraagt (de tijd die nodig is om het hoofd af te wenden of met de ogen te knipperen). Het maximale vermogen in klasse 2 bedraagt <1 mW.

Voorbeeld van laserklasse 2 producten: Geleide lasers op gereedschappen zoals waterpassen. Bij deze klasse is ook een subklasse gedefinieerd, namelijk 2M.

- **Klasse 2M** (laag risico, onder normale omstandigheden)

Klasse 2M lasers mogen de AEL voor klasse 2 lasers niet overschrijden, maar het vermogen van de bundel kan behoorlijk hoog zijn. Deze klasse geldt alleen voor zichtbaar licht. Deze klasse is veilig bij incidentele instraling in het oog, zolang de oogreflex responstijd niet overschreden wordt zoals onder klasse 2. Maar kan onder alle omstandigheden gevaarlijk zijn bij gebruik van optische systemen zoals beschreven onder klasse 1M. Klasse 1M en 2M vervangen grotendeels de klasse 3A in de oude norm. In de oude norm bestond er ook een klasse 3B voor lasers die oogveilig waren zonder gebruik van optische instrumenten. Deze lasers vallen in het huidige systeem onder klasse 1M of 2M.

Voorbeeld van laserklasse 2M producten: laser pointer.

2.3 Klasse 3R (gemiddeld vermogen)

Klasse 3R lasers beslaan het golflengtegebied van 302,5 nm tot 1 mm (1×10^6 nm), dus ook het optische transmissie gebied tussen 850 nm en 1650 nm (zie figuur 2). Directe blootstelling aan de bundel is gevaarlijk, maar het gevaar is kleiner dan bij een klasse 3B laser product (R bij 3R staat voor *Reduced*). De AEL ligt binnen 5x de AEL-waarde voor klasse 1 of klasse 2. Het maximale vermogen voor zichtbaar licht bedraagt 5 mW. Voorbeeld van laserklasse 3R producten: apparatuur voor landmeting, sommige optische amplificers.

2.4 Klasse 3B (gemiddeld/ hoog vermogen) **Niet toegestaan binnen ProRail**

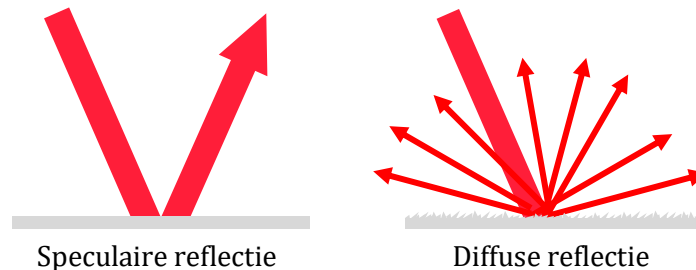
Klasse 3B is van toepassing op zowel zichtbare als niet-zichtbare laserstraling. Direct in de bundel kijken is altijd gevaarlijk. Diffuse reflecties zijn normaal gesproken veilig om in te kijken, gegeven dat het oog zich niet dichterbij dan 13 cm van het reflecterend oppervlak bevindt en de blootstellingsduur niet langer bedraagt dan 10 seconden. Het maximale vermogen in klasse 3B bedraagt 500 mW.

Voorbeeld van laserklasse 3B producten: Optische (Raman) amplificers en hoogkanalige DWDM multiplexers (≥ 80 kanalen).

2.5 Klasse 4 (hoog vermogen) **Niet toegestaan binnen ProRail**

Klasse 4 lasers hebben een vermogen van meer dan 500 mW (hoogvermogen) en zijn in staat schade aan te brengen aan huid en ogen. Klasse 4 lasers zijn gevaarlijk. Zowel het direct in de bundel kijken als het kijken in een gereflecteerde bundel is bijzonder gevaarlijk en de kans op letsels ten gevolge hiervan is groot, tenzij de bundel voldoende gedivergeerd is. Ook beschadigingen aan de omgeving (brand) zijn een serieuze mogelijkheid.

In figuur 1 is het verschil tussen speculaire- en diffuse reflectie schematisch weergegeven. Bij laserklasse 4 kunnen zelfs diffuse reflecties nog steeds gevaarlijk zijn en bijdragen aan oog- en huidletsel of het tot ontbranding brengen van materiaal.



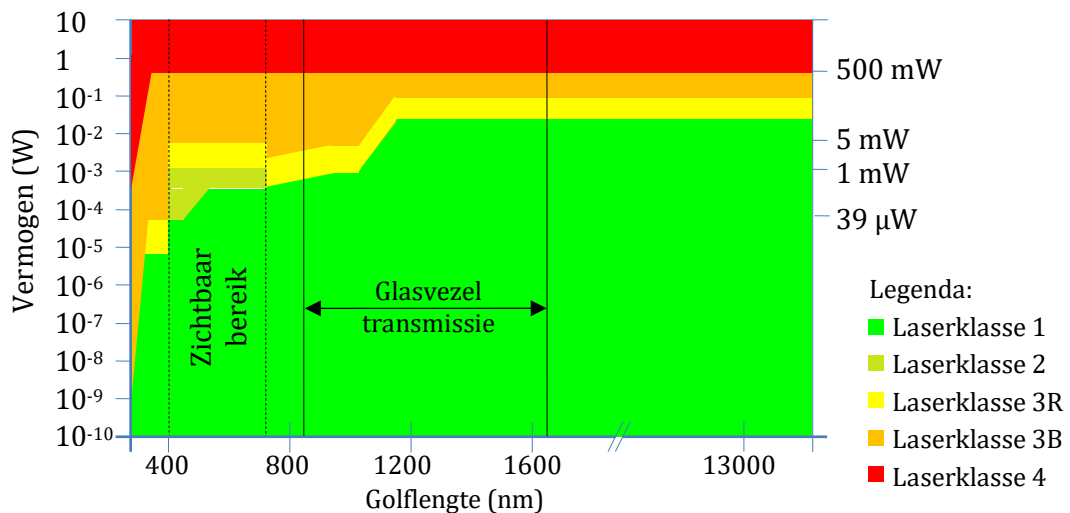
Figuur 1: Speculaire vs. Diffuse reflectie

Voorbeeld van laserklasse 4 producten: Optische (Raman) amplificers en hoogkanalige DWDM multiplexers Long Range.

2.6 Maatvoering van laservermogen

Laserklasse van een laserproduct is een maatvoering van het laservermogen. Hierbij is het van belang om aan te geven dat grensvermogens vooral van toepassing zijn op het zichtbare licht. Buiten dit gebied is de laserklasse tot een zekere mate ook afhankelijk van de golflengte.

In figuur 2 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 2: Relatie laserklasse met vermogen en golflengte

Hierin is duidelijk te zien dat voor de golflengtes kleiner dan 400 nm het laser-vermogen van de laserklassen 3B en 4 behoorlijk minder is dan de boven-respectievelijk ondergrenswaarde voor deze klassen, namelijk 500 mW.

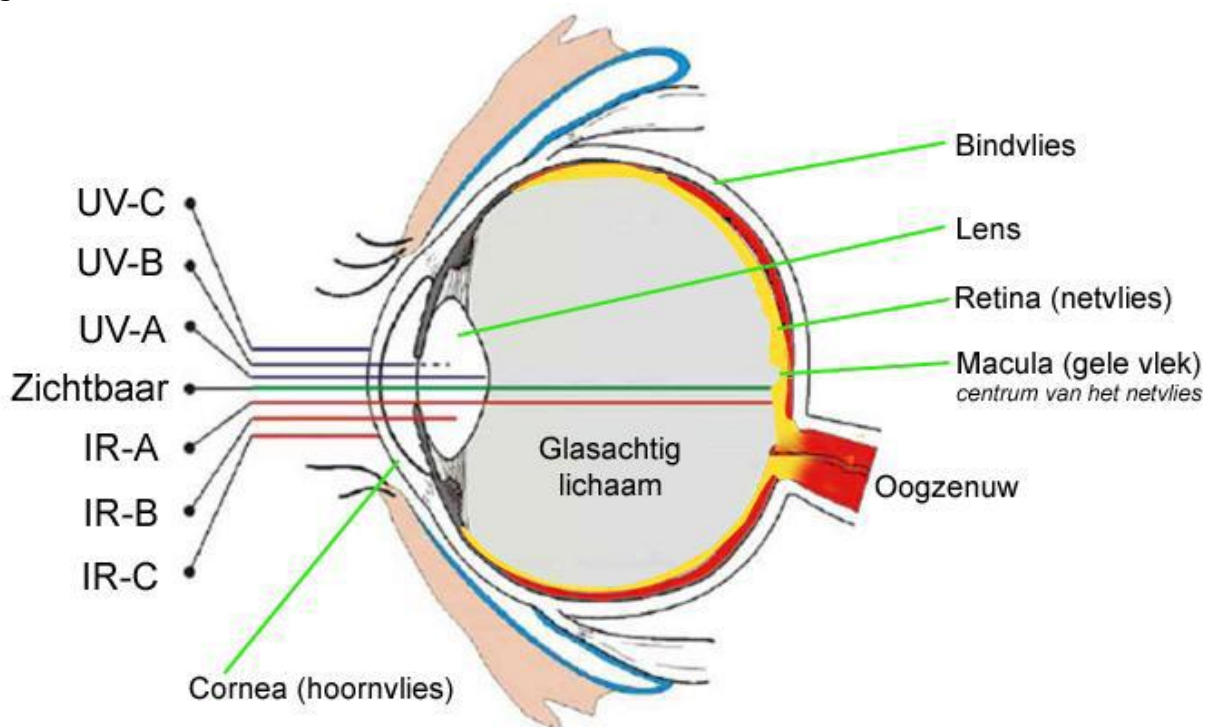
3 Gevaren

3.1 Biologische gevaren voor de mens

Laserstraling is een speciale vorm van zichtbare- (VIS), ultraviolet- (UV) of infraroodstraling (IR). De laserstraling heeft gevolgen die hoofdzakelijk van thermisch aard zijn. De voornaamste organen die aan het biologisch gevaar bloot worden gesteld zijn de huid en de ogen.

3.1.1 De ogen

Het kritische orgaan, welke zeer gevoelig is voor laserstraling is het oog. De reeds intense bundel zichtbare of nabije infrarode stralen worden door de ooglenzen nog verder geconcentreerd.



Figuur 3: Oog vs. golflengtes

Hierdoor kan zeer ernstig oogletsel ontstaan, vooral als de bundel de gele vlek treft, waar zich de fotoreceptoren van de gezichts-zenuwen bevinden.

Om het gevaar van een laser enigszins te kunnen duiden nemen we een HeNe laser, met een vermogen van slechts 1 mW en een bundeldiameter van 1 mm². Dit geeft een intensiteit op de huid van 1mW/mm², hetgeen geen merkbare opwarming van de huid veroorzaakt. Maar het oog is in principe in staat om deze bundel 5105 maal te focuseren op het netvlies. De intensiteit op het netvlies ten gevolge van een 1 mW laser wordt dan 5 W/mm². Wanneer je het oog niet beweegt en de bundel perfect focuseert op je netvlies, kan een 1 mW laser dus een zware brandwond veroorzaken op je netvlies. Een dergelijke beschadiging van het netvlies kan zeer moeilijk, en in sommige gevallen, helemaal niet worden hersteld.

De theoretische grens tussen 'veilig' en 'mogelijk gevaarlijk' voor oog en huid wordt aangeduid met MPE, dat staat voor "Maximum Permissible Exposure". Deze MPE-

waarden zijn voor het oog en de huid in internationaal verband vastgesteld voor lasers in het golflengtegebied tussen 180 nm en 1 mm (1×10^6 nm), en voor een stralingsduur tussen de 10^{-13} tot 3×10^4 sec.

3.1.2 De huid

Een direct effect van laserstraling op de huid is het ontstaan van (soms zeer ernstige) brandwonden. UV-lasers kunnen bovendien huidkanker veroorzaken. Doordat de huid geen bundels concentreert zoals bij het oog is het risico en de impact op de huid lager. Voor meer informatie over de MPE-waarden en hoe deze kunnen worden berekend voor een bepaald type laser, zowel voor het oog als voor de huid, wordt verwezen naar de norm NEN-EN-IEC 60825-1

3.1.3 Bestralingen van weefsel

Tabel 1 geeft een samenvatting van de (on)veilige bestralingen van weefsel door middel van verschillende laserklassen.

Wat \ Klasse van Laser	1			2		3R	3B	4
	1	1M	1C	2	2M			
Met laser op de huid stralen	+	+	±	+	+	+	+	-
Kijken ¹ naar een diffuse reflectie	+	+	nvt	+	+	+	+	-
Met blote oog in de bundel kijken	+	+	nvt	+	+	+	-	-
Met optisch instrument in de bundel kijken	+	+	nvt	+	+	-	-	-
Met blote oog in de bundel staren ¹	+	-	nvt	-	-	-	-	-
Met optisch instrument in de bundel staren	+	-	nvt	-	-	-	-	-

¹ Kijken is <0,25 seconde, staren is >0,25 seconde

Legenda

+	Geen gevaar
-	Gevaar
±	Gecontroleerd gevaar

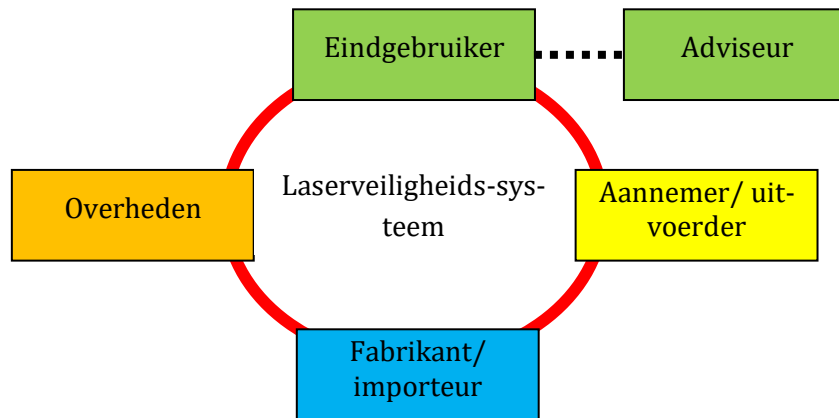
Tabel 1: Overzicht (on)veilige bestralingen

3.2 Overige gevaren

Aan het gebruik van lasers zijn ook nog andere gevaren verbonden, met name chemische en elektrische. Het bekendste chemische gevaar is die ten gevolge van het ontstaan van ozon. De ozon ontstaat uit zuurstof die wordt blootgesteld aan elektrische ontladingen of ultraviolette straling met een golflengte korter dan ongeveer 250 nm. De Maximaal Aanvaarde Concentratie (MAC) waarde van ozon is 0,2 mg/m³. Blootstelling aan concentraties ozon boven Macwaarde kan ernstige gevolgen hebben voor de slijmvliezen. Inademing kan ademnood veroorzaken (longoedeem). De stof werkt sterk prikkelend op de ogen.

4 Maatregelen

In figuur 4 zijn de stakeholders aangegeven die bijdragen aan het laserveiligheidssysteem en dus ook verantwoordelijkheid dragen van het waarborgen van het ProRail glasvezelnetwerk.



Figuur 4: Verantwoordelijke partijen

In figuur 4 wordt ProRail beschouwd als eindgebruiker. De eisen die ProRail, als netwerkeigenaar, aan de gebruikers en derden van haar glasvezelnetwerk stelt, zijn in volgende hoofdstuk aangegeven.

4.1 Overheden

Voornamelijk vervullen de overheden hun verantwoordelijkheid door middel van wetgeving. De wettelijke basis voor het veilig werken met lasers is vastgelegd in het Arbobesluit. Daarnaast onderschrijft de overheid de advieswaarden van de Gezondheidsraad en adviseert zij te voldoen aan deze waarden. Bovendien zijn voor laserproducten NEN-normen gesteld. In Nederland wordt gebruik gemaakt van de internationale standaard (NEN-EN-IEC-60825). Producenten zijn hierdoor o.a. verplicht lasers te voorzien van een klassenaanduiding en waarschuwingen. In deze standaard zijn ook blootstellingslimieten opgenomen.

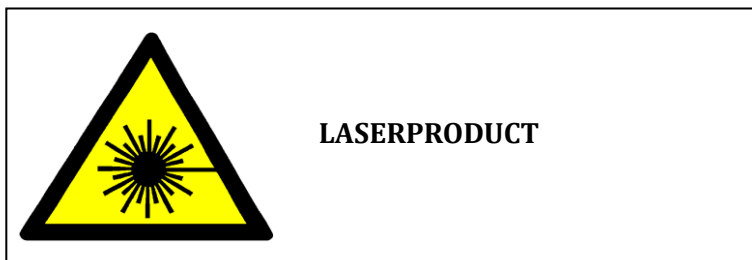
4.2 Fabrikant

Fabrikanten zijn verplicht de laserklasse van de laserapparatuur aan te geven, de apparatuur van de nodige waarschuwingsticker te voorzien en de maatregelen aan te geven, die voor het in dienst nemen van de apparatuur door de norm is bepaald.

4.3 Eindgebruiker

- Controle op en handhaving van het toepassen van laserveiligheid bij leveranciers met betrekking tot laserklasse van de aan te schaffen optische apparatuur;
- Juist informeren van uitvoerende instanties;
- Registratie laserklasse van laserproducten;
- Het aanbrengen van de waarschuwingsticker (zwart op gele ondergrond), zoals hieronder is weergegeven, op een duidelijk zichtbare plaats, zowel op de actieve als op de passieve apparatuur, die deel uitmaakt van de aangesloten optische verbinding.

Afhankelijk van de gevarenklasse van laserproduct moet de sticker van een toepasselijke tekst voorzien zijn. Hieronder volgen de stickers die voor klassen 1 tot en met 3R gebruikelijk zijn.



a) Laserklasse 1



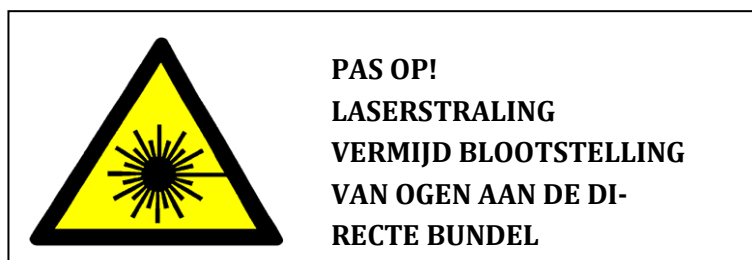
b) Laserklasse 1M



c) Laserklasse 2



d) Laserklasse 2M



e) Laserklasse 3R

Figuur 5: Waarschuwingstickers voor gevarenklassen 1 tot en met 3R.

In tabel 2 zijn de maatregelen die betrekking hebben op het ProRail netwerk per laser-klasse aangegeven. Hierbij staat “V” voor verplicht en “A” voor advies.

Lasergevarenklasse		1	1M	1C	2	2M	3R
Maatregel							
Eisen aan de lasers							
1.	Correcte classificatie van laserproducten	V	V	V	V	V	V
2.	Product voorzien van een etiket, met daarop soort, klasse en het bundelvermogen van de laser	V	V	V	V	V	V
3.	Aanzetten van de laser alleen met een sleutelschakelaar	-	-	-	-	-	V
4.	Product voorzien van een indicatielampje dat het bestaan van een laserlicht aangeeft	-	-	-	-	-	V
5.	Product voorzien van een afsluiter of verzwakker, die bij de laser stand-by de bundel tegen houdt	-	-	-	-	-	V
6.	Indien van toepassing: het net- en hoogspanningsgedeelte dient volledig en veilig te zijn afgeschermd (bij aanwezigheid: hoogspanningsgevaartekens verplicht)	V	V	V	V	V	V
7.	Voldoende, voor de te gebruiken golflengte en vermogensdichtheid, goedgekeurde veiligheidsbrillen aanwezig	-	A	-	V	V	V
Gebruikersvoorschriften							
I. Organisatorisch							
1.	De laserwerkers hebben schriftelijke instructies ontvangen in het werken met lasers	-	-	-	-	V	V
2.	Het is bekend dat alle (laser)calamiteiten moeten worden gemeld bij de CSD	V	V	V	V	V	V
3.	Het is bekend dat gevaren en tekortkomingen betreffende laserveiligheid onmiddellijk moeten worden gemeld	V	V	V	V	V	V
4.	Is er een logboek aangelegd?	-	A	A	A	A	V
II. Opstelling							
1.	De bundel dient zoveel mogelijk te worden afgeschermd met bundelpijpen	-	-	-	-	-	A
2.	Elke bundel heeft een effectieve bundelstop	-	A	-	A	A	V
III. Algemene werkvoorschriften							
1.	Het is verboden om in de bundel te kijken	-	-	-	-	V	V
2.	Gebruik van een goedgekeurde veiligheidsbril verplicht	-	-	-	V	V	V
3.	Er wordt gewaarschuwd voor chemische gevaren (m.n. reacties) en elektrische gevaren (m.n. hoogspanning)	-	-	-	A	A	A

Tabel 2

V: verplicht, A: advies

4.4 Voor de aannemers/ personeel

Met betrekking tot laserveiligheid dient men zich op de hoogte te stellen van de operationele status van de te meten glasvezelverbindingen en de gevarenklasse daarvan en ook van de gevarenklassen van de locatie, waar de (meet)werkzaamheden worden verricht.

- Houdt u niet onnodig op waar met lasers wordt gewerkt. Let op waarschuwingsstickers;
- Opvragen risico's (laserklasse, zie hoofdstuk 2) bij de opdrachtgever/ eigenaar/ operator van de glasvezelkabel;
- Preventief laten uitschakelen van de lasers;
- Gebruik de juiste oogbescherming als een uittredende laserstraal, of haar reflectie, de ogen kan treffen;
- Wees voorzichtig met lasers waarvan de bundel niet is te zien (infrarood of ultraviolet), omdat hierbij de schade aan uw ogen niet direct is te merken;
- Verzekert u ervan dat de laser buiten dienst is als een oppervlakcontrole van de glasvezelconnector moet worden uitgevoerd;
- Voorafgaand aan de werkzaamheden dient men zich ervan te vergewissen dat de lichtbron niet is aangesloten, desnoods door het gebruik van een powermeter;
- Kijk nooit direct in de laserbundel of glasvezelconnector, ook niet met een vergrootglas of bril;
- Vermijdt het kijken naar reflecties van laserbundels. Een oppervlak dat zichtbaar licht slecht reflecteert, kan voor infrarood toch als spiegel werken;
- De niet gebruikte connectoren op een paneel steeds met een beschermkap afsluiten;
- Een laserstraal moet worden gestopt door niet-spiegelend en brandwerend materiaal;
- Plaats geen delen van het lichaam bewust in de laserbundel zelfs al zijn deze voorzien van beschermende kleding; er kan toch (huid)schade ontstaan;
- Bij hoogvermogen lasers worden laserbrillen voorgeschreven, die alleen ondoorzichtig zijn voor het laserlicht van dat type laser. Gebruik daarom alleen een laserbril die voor de betrokken laser is gemaakt. Andere golflengten en beschadigingen (krassen en dergelijke) maken de bril waardeloos;
- Gebruik geen materialen met reflecterende oppervlakken, bijvoorbeeld kastdeuren, kunstof kappen, kabelgoten en andere gladde oppervlakten als een uittredende laserstraal mogelijk is. Denk ook aan bril, ringen, horloge, etc.

4.4.1 Specifiek voor meettechnici

Het toepassen van meetapparatuur met een laserklasse hoger dan 3R is niet toegestaan binnen de ProRail-omgeving (zie voor maximaal vermogen tabel 3).

5 Maatregelen voor het gebruik ProRail glasvezelnetwerken

Voor het inzetten van laserproducten in ProRail glasvezelnetwerken geldt het volgende:

- Transmissieapparatuur die in laserklasse 3B en 4 vallen, mogen nooit worden ingezet op het ProRail glasvezelnetwerk. Dit in verband met de veiligheid bedrijf kritische van degene die betrokken zijn bij het beheer en onderhoud van de verbindingen.
- Laserproducten die in ProRail glasvezelnetwerken worden ingezet, moeten voldoen aan de laserveiligheidseisen, zoals gesteld in NEN-EN-IEC 60825-2 met betrekking tot laserklasse 1, 1M, 2, 2M en 3R. Hieronder volgt een overzicht van het maximaal toegestane vermogen voor verschillende laserklassen met variaties in golflengte en type glasvezel.

Golflengte en type glasvezel	Max. Vermogen					
	1	1M	1C	2	2M	3R
850 MM	3,88 mW 5,9 dBm	7,8 mW 8,9 dB	nvt	nvt	nvt	19,9 mW 13 dBm
1300 MM	77,8 mW 18,9 dBm	156 mW 21,9 dBm	nvt	nvt	nvt	399 mW 26 dBm
1310 SM	25,8 mW 14,1 dBm	42,8 mW 16,3 dBm	nvt	nvt	nvt	129 mW 21,1 dBm
1550 SM	10,2 mW 10,1 dBm	136 mW 21,3 dBm	nvt	nvt	nvt	Noot 1
1625 SM Noot 2	10,2 mW 10,1 dBm	136 mW 21,3 dBm	nvt	nvt	nvt	Idem

Noot 1: Als de toepasselijke limiet van risiconiveau 1M groter is dan de limiet van 3R en lager dan de limiet van 3B, dan is het gevaarniveau van 1M van kracht.

Noot 2: De norm 80625 geeft expliciet geen limietwaarden voor 1625. Deze waarden zijn afgeleid van de limieten die de norm op de MPE-waarden stelt.

Tabel 3: Laserklassen vermogenslimiet

- Het inzetten van klasse 3R laserproducten in ProRail glasvezelnetwerken mag alleen als de producten zijn uitgerust met een geactiveerde voorziening die bij een onderbreking in het lichtcircuit de laser uitschakelt of het vermogen automatisch vermindert tot een veilig niveau.
Deze technieken zijn bekend als ALS, APR en IPR. Voor de maximale vermogens van APR en IPR zie tabel 3.
- ProRail heeft het recht de bovengenoemde systemen te testen. Indien deze niet voldoen aan bovengenoemde normen wordt de verbinding niet opnieuw operationeel beschikbaar. Deze testen voert ProRail uit in bestaande service-windows om eventuele overlast te minimaliseren.

5.1 Procedure ProRail 3R-verbindingen

Met 3R-verbinding wordt een optische verbinding bedoelt, die met een laserproduct van gevaarklasse 3R is gerealiseerd in ProRail glasvezelnetwerk.

Voor het verrichten van werkzaamheden aan een 3R verbinding geldt een aanvullende procedure en werkinstructie die is opgenomen in het draaiboek van ICT-Operations.

De procedure dekt de volgende aspecten:

- 3R lasers worden afgeschakeld (ALS) of het uitgestuurde vermogen gereduceerd (APR, IPR);
- Communicatie tussen klant, aannemer en ProRail;
- Traffic test voor start werkzaamheden;
- Escalatie procedure.

6 Bijlagen



Bijlage 1- Korte
uitleg over laser.doc

7 Revisiegegevens

Datum	Versie	Hoofdstuk/ paragraaf	Wijziging
04-01-2008	000.0	Totaal	Concept opgesteld
31-03-2008	000.1	Totaal Par. 4.1.1	Commentaar verwerkt Toegevoegd
12-04-2010	000.2	Hfd. 4 Hfd. 6	Toegevoegd Was paragraaf 4.1.1. Is herzien en opgenomen als hoofdstuk
16-08-2010	001	Totaal	Revisiecommentaar verwerkt en definitief gemaakt
23-04-2019	001.9	Totaal	Herschreven naar nieuwe normering, concept
30-04-2019	002	Totaal	Revisiecommentaar verwerkt en definitief gemaakt