

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T +31 346 356 211
F +31 346 353 977
info@tm.tno.nl

TNO-memorandum

TNO-DV3 2005 M058

**Herkenning van TRITIUM LIGHTS verlichte
vluchtrouteaanduiding**

Datum	3 november 2005
Auteur(s)	Ing. N. van der Leden, Ing. J.W.A.M. Alferdinck
Oplage	5
Aantal pagina's	13
Aantal bijlagen	Geen
Opdrachtgever	Ing. M. Laurel, Escape Light B.V., Oosterhesselen
Projectnaam	Tritium Lights vluchtwegaanduiding
Projectnummer	013.75168

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Samenvatting

Vraagstelling

De firma Escape Light B.V. te Oosterhesselen brengt, als importeur voor Europa, een verlichte vluchtrouteaanduiding op de markt onder de naam **TRITIUM LIGHTS**, onder andere voor toepassing op plaatsen waar geen elektriciteit aanwezig is. Als energiebron voor de inwendige verlichting wordt gebruik gemaakt van tritiumgas, een isotoop van waterstof, dat van een instabiele naar een stabiele toestand vervalt. Bij dit verval komt energie vrij welke wordt omgezet in licht met behulp van een fluorescerend poeder. TNO Defensie en Veiligheid te Soesterberg is verzocht, door Escape Light B.V., onderzoek te verrichten naar de herkenningafstand en de effectieve levensduur van de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding. De onderzochte vluchtrouteaanduidingen zijn type A.1, A.2, A.3 en A.4 en staan omschreven in de NEN 6088:2002.

Werkwijze

De herkenningafstand van de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduidingen is door middel van een waarnemingsexperiment vastgesteld. De vluchtrouteaanduidingen waren opgehangen aan het einde van een 60 meter lange gang. Het experiment is uitgevoerd bij drie lichtomstandigheden in de gang: bij duisternis (<1 lux), bij het licht van noodverlichting (10 lux) en bij normale binnenverlichting (250 lux). Vijf proefpersonen hebben deelgenomen aan het experiment. Elke proefpersoon heeft bij elke lichtconditie de herkenningafstand bepaald voor de drie verschillende pijlrichtingen (naar boven, onder en rechts). Vervolgens werd de gemiddelde herkenningafstand omgerekend naar een herkenningafstand voor de gemiddelde gezichtsscherpte en de minimale hoogte van de vluchtrouteaanduiding (NEN-EN 1838).

Resultaten

De gemiddelde herkenningafstanden bij de drie lichtomstandigheden zijn als volgt:

- Verlichtingssterkte <1 lux (duisternis): 31,8 meter.
- Verlichtingssterkte ca. 10 lux (noodverlichting): 36,8 meter
- Verlichtingssterkte ca. 250 lux (normale binnenverlichting): 44,4 meter.

Deze herkenningafstanden voldoen ruimschoots aan de eis van minimaal 20 m uit de norm NEN 6088:2002, die is gebaseerd op een minimale hoogte van de vluchtrouteaanduiding van 100 mm.

De lichtintensiteit van tritiumgas lichtbronnen neemt zeer langzaam af; na 12,3 jaar is de activiteit van het tritiumgas nog 50% van de oorspronkelijke activiteit. Volgens Escape Light B.V. verloopt de afname van de lichtintensiteit minder snel dan de afname van de activiteit, daardoor ontstaat een effectieve levensduur van 15 jaar. Hiermee voldoen **TRITIUM LIGHTS** ruimschoots aan de minimale brandduur (autonomietijd) van 1 uur volgens de norm NEN EN 1838. Naar verwachting zal de herkenningafstand bij duisternis ook zeer langzaam afnemen.

Conclusie

De herkenningafstand van de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding voldoet ruimschoots aan de norm NEN 6088:2002 en de minimale brandduur voldoet ruimschoots aan de norm NEN EN 1838.

Summary

Purpose

Escape Light B.V. brings escape route signs on the European market with the name **TRITIUM LIGHTS**, for instance for application in places where no electricity is available. For internal illumination tritium gas (an isotope of hydrogen) is used as an energy source, which decays from an instable to a stable condition. The decay energy is transformed into light by means of a phosphor. TNO Defence, Safety and Security in Soesterberg is asked to investigate the recognition distance of the **TRITIUM LIGHTS** escape route signs. The investigated sign types are A.1, A.2, A.3 and A.4 according to NEN 6088.

Methods

The recognition distance of the **TRITIUM LIGHTS** self luminous escape route signs was determined with a perception experiment with five human observers. The escape route sign was positioned at the end of a hallway of 60 m length. The experiment was performed at three different light conditions in the hallway: darkness (< 1 lux), emergency lighting (10 lux), and normal interior lighting (250 lux). Each of the five observers determined the recognition distance for three light conditions and three different arrow directions (up, down, right). The average recognition distance was corrected for the average visual acuity and minimal height of the escape route sign (NEN-EN 1838).

Results

The measured recognition distances are as follows:

- Illuminance of < 1 lux (darkness): 31.8 m.
- Illuminance of approx. 10 lux (emergency lighting): 36.8 m.
- Illuminance of approx. 250 lux (normal interior lighting): 44.4 m.

These recognition distances comply amply with standard NEN 6088:2002 (requiring at least 20 m), which is based on a minimum height of the escape route sign of 100 mm.

The luminous intensity of the tritium gas light source decreases very slowly: after 12.3 years the activity is 50% of the original activity. According to Escape Light B.V. the luminous intensity decreases slower than the activity. Therefore the effective lifetime is 15 years. The **TRITIUM LIGHTS** complies abundantly with the minimum duration period of one hour (standard NEN-EN 1838).

Conclusion

The **TRITIUM LIGHTS** self luminous escape route signs fulfil abundantly the required recognition distance of standard NEN 6088:2002 and the minimum required duration period of standard NEN EN 1838 (1999).

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Meetmethode	6
3	Resultaten	8
4	Analyse van de resultaten	9
5	Opmerkingen	10
5.1	Levensduur	10
5.2	Invloed van verlichtingssterkte.....	10
6	Conclusies	11
7	Referenties	12
8	Ondertekening	13

1 Inleiding

Vluchtrouteaanduidingen in gebouwen geven de vluchtroutes aan die bij calamiteiten gevolgd moeten worden. Er zijn verschillende typen vluchtrouteaanduidingen. Om de opvallendheid te verhogen hebben sommige typen aanduidingen een inwendige verlichting of worden aangelicht door de uitwendige (nood)verlichting. De firma Escape Light B.V. brengt een verlichte vluchtrouteaanduiding op de markt met de naam **TRITIUM LIGHTS**, die inwendig verlicht wordt zonder elektriciteit (Fig. 1). Voor de inwendige verlichting wordt gebruik gemaakt van tritiumgas, een isotoop van waterstof, ook wel H-3, T of ^3H genaamd, dat van een instabiele naar een stabiele toestand verval. Bij dit verval komt energie vrij welke wordt omgezet in licht met behulp van een fluorescerend poeder. De **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduidingen zijn ontworpen voor toepassingen op onder andere plekken waar geen elektriciteit aanwezig is. TNO Defensie en Veiligheid te Soesterberg is verzocht, door Escape Light B.V., onderzoek te verrichten naar de herkenningafstand en de effectieve levensduur van de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding. De onderzochte vluchtrouteaanduidingen zijn de typen A.1, A.2, A.3 en A.4. Deze typen staan omschreven in de NEN 6088:2002. Dit memorandum is een verslag van dit onderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd met drie nieuwe vluchtrouteaanduidingen.



Figuur 1 – De **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding.

2 Meetmethode

De herkenningsafstand van de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding is door middel van een waarnemingsexperiment vastgesteld. Het experiment is uitgevoerd in een gang met een lengte van 60 meter (Fig. 2). Aan het einde van de gang waren de vluchtrouteaanduidingen opgehangen.



Figuur 2 – De 60 meter lange gang waar het waarnemingsexperiment is uitgevoerd, met aan het einde de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding. De rode cirkel geeft de positie van de vluchtrouteaanduiding aan.

De aanduidingen waren allemaal van hetzelfde type, maar konden drie verschillende pijlrichtingen hebben, naar boven, naar beneden en naar rechts. De aanduiding van de vierde pijlrichting, met de pijl naar links, werd welbewust niet gebruikt, omdat deze als enige vluchtrouteaanduiding de deur aan de andere kant heeft zitten ten opzichte van de drie andere vluchtrouteaanduidingen. Door deze afwijkende uitvoering zou de

pijlrichting van deze aanduiding binnen de set van vier aanduidingen ten onrechte beter herkenbaar kunnen zijn dan de andere drie aanduidingen. Aangezien de vierde aanduiding het spiegelbeeld is van de aanduiding met de pijl naar rechts mag worden aangenomen dat de herkenningsafstand hiervan gelijk is.

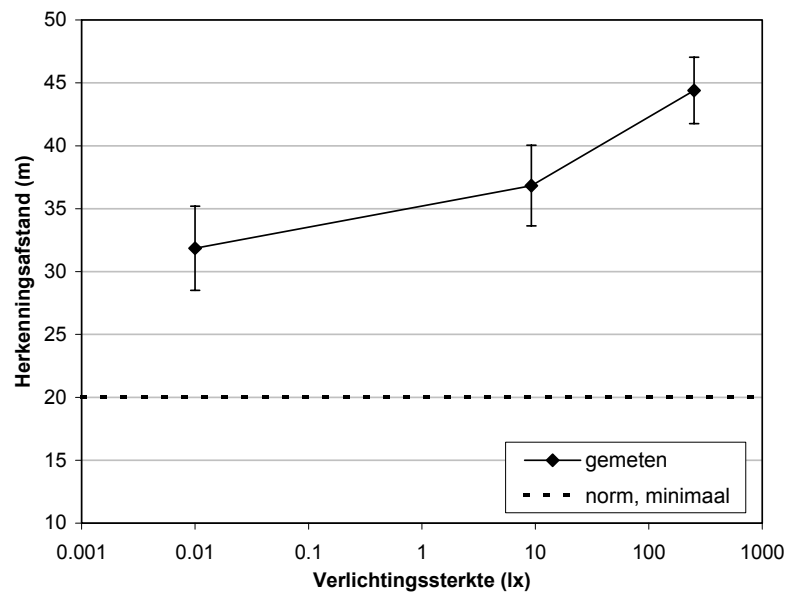
Het experiment is uitgevoerd bij drie verschillende, lichtomstandigheden: bij duisternis (<1 lux), bij het licht van noodverlichting (ca. 10 lux) en bij normale binnenverlichting (ca. 250 lx). De vluchtrouteaanduiding werd zodanig gepositioneerd dat in alle drie de lichtomstandigheden de verticale verlichtingssterkte op de vluchtrouteaanduiding ongeveer hetzelfde was als de verlichtingssterkte op de grond (maximaal 20% variatie). Er was geen daglicht in de gang.

Vijf proefpersonen hebben de herkenningsafstand bepaald bij de drie verschillende lichtomstandigheden. Bij elke lichtconditie is de herkenningsafstand drie keer bepaald per proefpersoon voor drie verschillende pijlrichtingen (naar boven, onder en rechts). De proefpersoon liep vanaf grote afstand in de richting van de vluchtrouteaanduiding en gaf aan op welke afstand hij/zij de richting van de pijl kon waarnemen. Deze afstand werd genoteerd als de herkenningsafstand. De richting van de pijlen werden gevarieerd om te voorkomen dat de proefpersoon van tevoren wist welke pijlrichting zou komen. Om volgorde-effecten te vermijden werd de pijlrichting en de lichtomstandigheid systematisch gevarieerd over de proefpersonen.

Van elke proefpersoon is de gezichtsscherpte gemeten met de TNO Landolt-C visuskaart. De gemiddelde herkenningsafstand per proefpersoon is omgerekend naar de herkenningsafstand voor de gezichtsscherpte van de populatie boven de 18 jaar. Dit is een gezichtsscherpte van 1,6 (Walraven & Blokland, 1980).

3 Resultaten

In Figuur 3 zijn de gemeten herkenningsafstanden weergegeven als functie van de drie verschillende lichtomstandigheden (duisternis, noodverlichting en normale binnenverlichting). Elk punt in de grafiek is het gemiddelde van 15 metingen (5 proefpersonen, 3 metingen per proefpersoon). Uit de figuur blijkt dat de herkenningsafstand groter wordt naarmate de verlichtingssterkte op het bord hoger wordt. Bij duisternis is de gemiddelde herkenningsafstand 31,8 m en bij normale binnenverlichting is dat ongeveer 44 meter.



Figuur 3 – De herkenningsafstand als functie van de verlichtingssterkte bij drie verschillende lichtomstandigheden (duisternis, noodverlichting, normale binnenverlichting), vergeleken met de norm NEN 6088. De gemiddelde herkenningsafstand wordt aangegeven met de standaard fout (= standaarddeviatie gedeeld door de wortel van het aantal metingen).

4 Analyse van de resultaten

In de normen voor vluchtrouteaanduidingen wordt de (vereiste) herkenningssafstand berekend uit de afmetingen van de aanduidingen (NEN-EN 1838, 1999 en NEN 6088, 2002). Om onderscheid te maken met de *gemeten* herkenningssafstand in het experiment zullen we deze berekende herkenningssafstand aanduiden als de *theoretische* herkenningssafstand. De theoretische herkenningssafstand wordt berekend met de volgende formule:

$$d = s \cdot p \quad (1)$$

waarin:

d = theoretische herkenningssafstand (m)

p = hoogte van het gehele bord (m)

s = factor die gelijk is aan 100 voor uitwendig verlichte signaleringen en 200 voor inwendige verlichte signaleringen.

Volgens de normen NEN 6088:2002 en NEN-EN 1838:1999 moet de theoretische herkenningssafstand echter gerelateerd worden aan de hoogte van de vluchtrouteaanduiding, ofwel de hoogte van het groene vlak dat het pictogram bevat. De hoogte van de aanduiding (groene vlak) moet minimaal 100 mm zijn. Dat betekent dat bij intern verlichte vluchtrouteaanduidingen de minimale herkenningssafstand dus $200 \times 0.1 = 20$ m is. Aangezien de gemeten herkenningssafstanden voor alle lichtomstandigheden ruimschoots groter zijn dan 20 m voldoet de vluchtrouteaanduiding wat dat betreft dus aan de norm (zie Fig. 3).

De hoogte van het groene vlak van de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding is 17,9 cm. Hiermee voldoet de aanduiding aan de eis van de norm NEN 6088:2002. De hoogte van het groene vlak is echter in verhouding tot de hoogte van het pictogram (mannetje en deur; hoogte 12,4 cm) groter dan in de norm wordt voorgeschreven. In de norm is het groene vlak een factor 1,2 hoger dan het pictogram; bij de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding is dat een factor $17,9/12,4 = 1,44$. De hoogte van het pictogram moet volgens de norm minstens $10/12 \times 10$ cm = 8,33 cm zijn. Omdat het pictogram van de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding een hoogte heeft van 12,4 cm voldoet ook dit aan de norm.

Als de verhouding tussen de hoogte van de aanduiding en de hoogte van het pictogram volgens de norm was geweest (10/12) dan zou de hoogte van het groene vlak $12,4 \times 1,2 = 14,88$ cm moeten zijn. De hiervan afgeleide theoretische herkenningssafstand is dan $200 \times 0,1488 = 29,76$ m. De gemeten herkenningssafstand bij het laagste lichtniveau is 31,8 m (met standaard fout $\pm 3,3$ m), de gemeten en berekende herkenningssafstand komt goed met elkaar overeen.

5 Opmerkingen

5.1 Levensduur

Er is een verschil tussen de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduidingen en elektrisch intern verlichte vluchtrouteaanduidingen. De **TRITIUM LIGHTS** aanduidingen werken op tritiumgas in combinatie met een fosforescerend poeder, dat een geelgroenig licht geeft. De elektrische aanduidingen hebben een interne lamp welke wit licht uitstraalt. De lichtintensiteit die de aanduidingen met tritiumgas geven, is lager dan de aanduidingen met elektrische lampen. Het licht van de aanduidingen met tritiumgas wordt steeds beter zichtbaar naar mate het donkerder wordt. De lichtintensiteit van tritiumgas lichtbronnen neemt zeer langzaam af; na 12,3 jaar is de activiteit van het tritiumgas nog 50% van de oorspronkelijke activiteit. Volgens Escape Light B.V. verloopt de afname van de lichtintensiteit minder snel dan de afname van de activiteit, waardoor een effectieve levensduur ontstaat van 15 jaar. Hiermee voldoen **TRITIUM LIGHTS** ruimschoots aan de minimale brandduur (autonomietijd) van 1 uur volgens de norm NEN-EN 1838. Naar verwachting zal de herkenningsafstand bij duisternis ook zeer langzaam afnemen.

5.2 Invloed van verlichtingssterkte

De herkenningsafstand van de vluchtrouteaanduiding wordt kleiner naarmate de verlichtingssterkte lager wordt. Dit is waarschijnlijk grotendeels te verklaren als vermindering van de gezichtsscherpte bij een lager wordend lichtniveau. Daarnaast kan ook een verandering van het contrast invloed hebben op de herkenningsafstand. Bij een externe binnenverlichting van 250 lux valt het geelgroene licht van de interne lichtbron van de vluchtrouteaanduiding niet op. De pictogrammen zijn dan wit en de omgeving is groen; dit geeft een goed contrast. Wanneer de externe verlichting minder wordt, wordt het geelgroene licht van het tritiumgas zichtbaar. De pictogrammen veranderen in geelgroen. Het contrast met de groene achtergrond verandert daardoor en dat kan invloed hebben op de herkenbaarheid van de vluchtrouteaanduiding. Echter in totale duisternis is alleen het pictogram te zien.

6 Conclusies

- De herkenningafstand van de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding varieert van 31,8 m bij duisternis tot 44,4 m bij normale binnenverlichting. Het experiment is uitgevoerd met nieuwe vluchtrouteaanduidingen.
- Deze herkenningafstand voldoet ruimschoots aan de norm NEN 6088:2002, uitgaande van een minimaal vereiste (theoretische) herkenningafstand van 20 m die gebaseerd is op een vluchtrouteaanduiding met minimale hoogte van 10 cm.
- De vervalenergie van tritiumgas neemt zeer langzaam af; de halfwaardetijd is 12,3 jaar. Als we aannemen dat ook het fluorescerend poeder niet snel verouderd voldoet de **TRITIUM LIGHTS** vluchtrouteaanduiding ruimschoots aan de minimale brandduur van 1 uur volgens de NEN 1838.

7 Referenties

NEN-EN 1838 (1999). *Toegepaste verlichtingstechniek – noodverlichting*. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.

NEN 6088 (2002). *Brandveiligheid van gebouwen – Vluchtwegaanduiding – Eigenschappen en bepalingsmethoden*. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.

Walraven, J. & Blokland, N. H. (1980). *Leesbaarheidsproblemen bij de NS: het dienstkaartje van de treinmachinist en het spoorboekje* (Rapport IZF 1980-C26). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

8 Ondertekening

Soesterberg, 3 november 2005

TNO Defensie en Veiligheid,
Locatie Soesterberg

A handwritten signature in black ink that reads "N. v. d. Leden". The signature is written in a cursive style with a period at the end.

Ing. N. van der Leden
Projectleider