

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-M041

**Herkenning van de Betaluxtm
vluchtwegaanduiding**

Datum	25 mei 2005
Auteur(s)	Ing. N. van der Leden en Ing. J.W.A.M. Alferdinck
Aantal pagina's	12
Opdrachtgever	Betalight b.v.
Projectnaam	Herkenningsafstand van de Betalux tm vluchtwegaanduiding
Projectnummer	013.75133.01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, 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 belang-hebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Summary	
1 Inleiding.....	5
2 Meetmethode	6
3 Resultaten	8
4 Analyse van de resultaten.....	9
5 DISCUSSIE.....	10
5.1 Homogeniteit	10
5.2 Invloed van verlichtingssterkte	10
6 Conclusie.....	11
7 REFERENTIES	12

Samenvatting

Vraagstelling:

De firma Betalight b.v., distributeur van SRB Technologies, brengt een vluchtwegaanduiding op de markt onder de naam Betaluxtm, voor toepassing onder andere op plekken waar geen elektriciteit aanwezig is. Voor de inwendige verlichting wordt gebruik gemaakt van tritium gas, een isotoop van waterstof, ook wel H-3, T of ³H genaamd, dat van een instabiele naar een stabiele toestand vervalt. Bij dit verval komt energie vrij welke wordt omgezet in licht. De halfwaardetijd van tritiumgas is 12,3 jaar. Betalight b.v. is door de Brandweer verzocht onderzoek te laten verrichten naar de herkenningsafstand van de Betaluxtm vluchtwegaanduidingen (typen 2892X95 [A.1], 2892X96 [A.2], 2892X97 [A.3] en 2892X99[A.4], [-.] benaming volgens NEN 6088). TNO Defensie en Veiligheid te Soesterberg is gevraagd om dit onderzoek uit te voeren.

Werkwijze:

De herkenningsafstand van de Betaluxtm vluchtwegaanduidingen is door middel van een waarnemingsexperiment vastgesteld. De vluchtwegaanduidingen waren opgehangen aan het einde van een 60 meter lange gang. Het experiment is uitgevoerd bij drie verschillende, gesimuleerde lichtomstandigheden: bij duisternis (<1 lux), bij het licht van noodverlichting (ca. 10 lux) en bij normale verlichting (ca. 250 lux). Vijf proefpersonen hebben de herkenningsafstand bepaald bij de drie verschillende lichtomstandigheden. Bij elke lichtconditie is de herkenningsafstand drie keer bepaald per proefpersoon, met drie verschillende pijlrichtingen, naar boven, onder en rechts. Vervolgens werd de gemiddelde herkenningsafstand gecorrigeerd voor de gemiddelde gezichtsscherpte en de minimale hoogte van de vluchtwegaanduiding (NEN EN 1838).

Resultaten:

De herkenningsafstanden bij de drie lichtomstandigheden zijn als volgt:

- Verlichtingssterkte <1 lux (duisternis): 23,3 meter.
- Verlichtingssterkte ca. 10 lux (noodverlichting): 25,6 meter.
- Verlichtingssterkte ca. 250 lux (normale binnenverlichting): 33,6 meter.

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

De lichtintensiteit van het tritiumgas neemt zeer langzaam af; na 12,3 jaar is de intensiteit van het tritiumgas nog 50% van de oorspronkelijke lichtintensiteit en voldoet hiermee ruimschoots aan de minimale brandduur van 1 uur volgens de norm NEN 1838. Naar verwachting zal de herkenningsafstand bij duisternis ook zeer langzaam afnemen.

Conclusie:

De herkenningsafstand van de Betaluxtm vluchtwegaanduiding voldoet aan de norm NEN 6088:2002 en de minimale brandduur voldoet aan de norm NEN 1838.

Summary

Purpose:

Betalight b.v., representing SRB Technologies, brings escape route signs to the market by the name of Betalux™, for application in places where no electricity is available. For internal illumination tritium gas (an isotope of hydrogen) is used, which decays from an instable to a stable condition. The decay energy is transformed into light. The half-life of the tritium gas is 12.3 years. Betalight b.v. is requested by the fire brigade to investigate the recognition distance of the Betalux™ escape route signs (type 2892X95 [A.1], 2892X96 [A.2], 2892X97 [A.3] en 2892X99 [A.4], [-.-] code according to NEN 6088). TNO Defence, Safety and Security in Soesterberg is asked to perform the investigation.

Methods:

The recognition distance of the Betalux escape route signs is determined by an experiment with human observers. The escape route sign was positioned at the end of hallway of length 60 m. The experiment was performed at three different, simulated light conditions: in darkness (<1 lux), emergency lighting (approx. 10 lux) and normal hall light (approx. 250 lux). Five subjects determined the recognition distance under these three light conditions. The recognition distance was measured three times per subject, for three light conditions and three different arrow directions. The average recognition distance was corrected for the average visual acuity and minimal height of the escape sign (NEN EN 1838).

Results:

The recognition distances at the three light conditions are:

- Illuminance of <1 lux (darkness): 23.3 m.
- Illuminance of approx. 10 lux (emergency light): 25.6 m.
- Illuminance of approx. 250 lux (normal hall light): 33.6 m.

These recognition distances comply 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 light intensity of the tritium gas decreases very slowly; after 12.3 years the intensity is 50% of the original light intensity and complies with the minimum required burning-time of one hour (standard NEN 1838).

Conclusion:

The Betalux™ escape route sign fulfills the required recognition distance of standard NEN 6088:2002 and the minimum required burning-time of standard NEN 1838.

1 Inleiding

Vluchtwegaanduidingen in gebouwen geven de vluchtroute aan die bij calamiteiten gevolgd moet worden. Er zijn verschillende typen vluchtwegaanduidingen. Om de opvallendheid te verhogen hebben sommige typen aanduidingen een inwendige verlichting of worden aangelicht door de uitwendige (nood)verlichting. De firma Betalight b.v., distributeur van SRB Technologies, brengt een vluchtwegaanduiding op de markt met de naam Betaluxtm, die inwendig verlicht wordt zonder elektriciteit (Fig. 1). Voor de inwendige verlichting wordt gebruik gemaakt van tritium gas, een isotoop van waterstof, ook wel zwaar water genoemd, dat van een instabiele toestand naar een stabiele toestand verval. Bij dit verval komt energie vrij welke wordt omgezet in licht. De halfwaarde tijd van tritiumgas is 12,3 jaar. De Betaluxtm vluchtwegaanduidingen ontworpen voor toepassing op onder andere plekken waar geen elektriciteit aanwezig is. Betalight b.v. is door de Brandweer verzocht onderzoek te laten verrichten naar de herkenningsafstand van de Betaluxtm vluchtwegaanduidingen (typen 2892X95 [A.1], 2892X96 [A.2], 2892X97 [A.3] en 2892X99 [A.4], [-.] benaming volgens NEN 6088). TNO Defensie en Veiligheid te Soesterberg is gevraagd om dit onderzoek uit te voeren. Dit memorandum is een verslag van dit onderzoek.



Fig. 1. De Betalux vluchtwegaanduiding.

2 Meetmethode

De herkenningssafstand van de Betaluxtm vluchtwegaanduidingen 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 vluchtwegaanduidingen opgehangen op een hoogte van 2 meter. De aanduidingen waren alle 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 de vluchtwegaanduiding de deur aan de andere kant heeft zitten ten opzichte van de drie andere vluchtwegaanduidingen. Aangezien de vierde aanduiding het spiegelbeeld is van de aanduiding met de pijl naar rechts mag worden aangenomen dat de herkenningssafstand gelijk is.



Fig. 2. De 60 meter lange gang waar het waarnemingsexperiment is uitgevoerd, met aan het eind de Betaluxtm vluchtwegaanduiding.

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

Vijf proefpersonen hebben de herkenningssafstand bepaald bij de drie verschillende lichtomstandigheden. Bij elke lichtconditie is de herkenningssafstand drie keer bepaald per proefpersoon, met drie verschillende pijlrichtingen. De proefpersoon liep vanaf grote afstand in de richting van de vluchtwegaanduiding en gaf aan op welke afstand hij/zij de richting van de pijl kon waarnemen. Deze afstand werd genoteerd als de herkenningssafstand. De richting van de pijlen werd onzichtbaar voor de proefpersoon gevarieerd om te voorkomen dat de proefpersonen van te voren 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 (TNO visuskaart met Landolt-C's) gemeten. De gemiddelde herkenningsafstand per proefpersoon is omgerekend naar een herkenningsafstand voor de gezichtsscherpte van de populatie boven de 18 jaar. Dit is een gezichtsscherpte van 1,6 (Walraven & Blokland, 1980).

3 Resultaten

In Fig. 3 zijn de gemeten herkenningafstanden weergegeven als functie van de drie verschillende lichtomstandigheden (duisternis, noodverlichting en normale verlichting). De punten in de grafiek zijn gemiddelden van 15 metingen (5 proefpersonen, 3 metingen per proefpersoon). Uit de figuur blijkt dat de herkenningafstand groter wordt naarmate de verlichtingssterkte op het bord hoger wordt. Bij duisternis is de herkenningafstand 23 m en bij een normale verlichting is dat ongeveer 10 m groter.

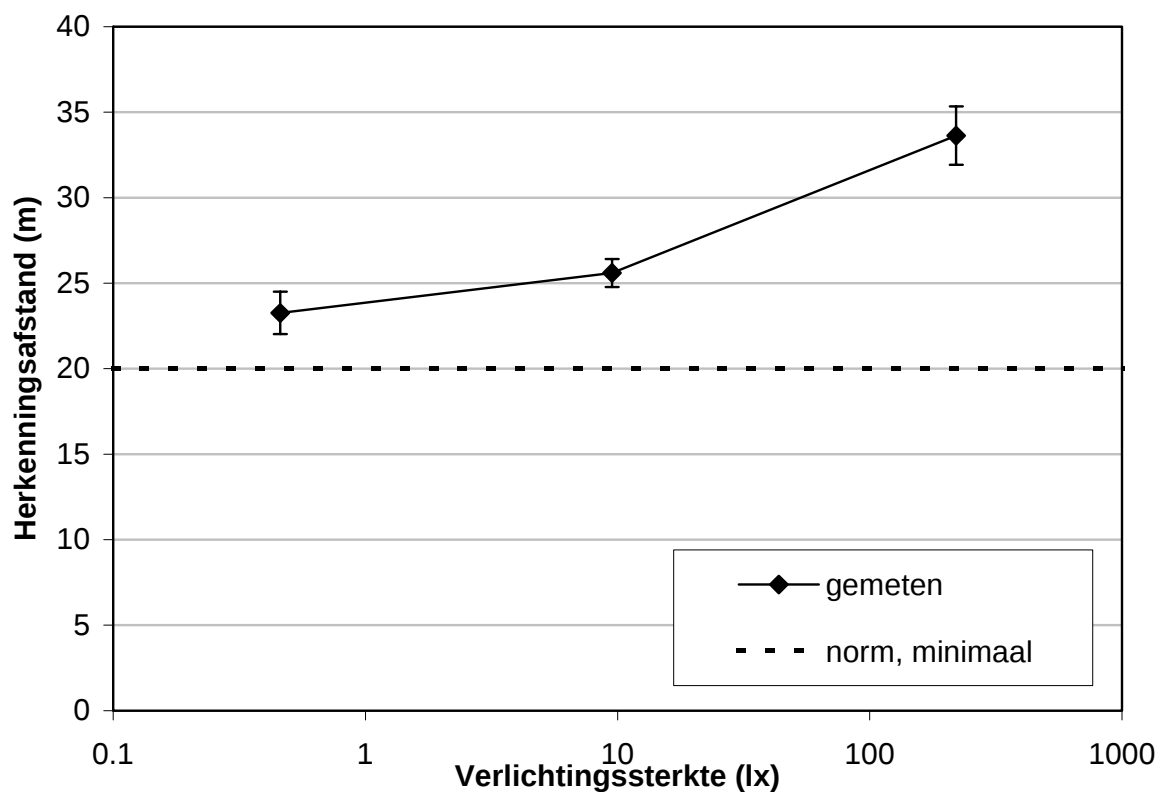


Fig.3. De herkenningafstand als functie van de verlichtingssterkte bij drie verschillende lichtomstandigheden (duisternis, noodverlichting, normale verlichting), vergeleken met de norm NEN 6088. De gemiddelde herkenningafstand wordt aangegeven met de standaard fout(standaarddeviatie/ $\sqrt{\#}$ metingen)

4 Analyse van de resultaten

In de normen voor vluchtwegaanduidingen wordt de (vereiste) herkenningssafstand berekend uit de afmetingen van de aanduidingen (NEN, 1999; NEN 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 (m) van gehele bord.

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

Volgens de norm NEN 6088:2002 (NEN, 2002) moet de theoretische herkenningssafstand echter gerelateerd worden aan de hoogte van de vluchtwegaanduiding, 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 vluchtwegaanduidingen de minimale herkenningssafstand dus $200 \times 0,1 = 20$ m is. Aangezien de gemeten herkenningssafstanden voor alle lichtomstandigheden groter zijn dan 20 m voldoet de vluchtwegaanduiding wat dat betreft dus aan de norm (zie Fig. 3).

De hoogte van het groene vlak van de Betaluxtm vluchtwegaanduiding is 18,6 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 10,7 cm) veel groter dan in de norm wordt voorgeschreven. In de norm is het groene vlak een factor 1,2 hoger dan het pictogram; bij de Betaluxtm vluchtwegaanduiding is dat een factor $18,6/10,7 = 1,74$. De hoogte van het pictogram moet volgens de norm minstens $10/12 \times 10$ cm = 8,33 cm zijn. Omdat het pictogram van de Betaluxtm vluchtwegaanduiding een hoogte heeft van 10,7 mm voldoet ook dit aan de norm.

Als de verhouding tussen de hoogte van de aanduiding en de hoogte van het pictogram volgens de norm waren geweest (10/12) dan zou de hoogte van het groene vlak $10,7 \times 1,2 = 12,8$ cm moeten zijn. De hiervan afgeleide theoretische herkenningssafstand is dan $200 \times 0,128 = 25,7$ m. Dit klopt goed met de gevonden herkenningssafstand bij de twee lage lichtniveaus (Fig. 3). Het punt bij de laagste verlichtingssterkte ligt. Echter, gezien de spreiding in dit meetpunt (standaardfout = 1,24 m) kunnen we niet zeggen dat het gemiddelde van dit punt (23,3 m) statistisch significant lager ligt dan de berekende waarde (25,7 m).

5 DISCUSSIE

5.1 Homogeniteit

Er is een verschil tussen de Betaluxtm vluchtwegaanduidingen en elektrisch intern verlichte vluchtwegaanduidingen. De Betaluxtm aanduidingen werken op tritiumgas, dit gas geeft geelgroenig licht, de elektrische aanduidingen hebben een interne lamp welke wit licht straalt. De lichtintensiteit die de aanduidingen met tritiumgas geven is aanzienlijk lager dan de aanduidingen met elektrische lampen. Het licht van het tritiumgas wordt pas zichtbaar in duisternis. De lichtintensiteit van het tritiumgas neemt zeer langzaam af na 12,3 jaar is de intensiteit van het tritiumgas nog 50% van de oorspronkelijke lichtintensiteit en voldoet hiermee ruimschoots aan de minimale brandduur van 1 uur volgens de NEN 1838.

Het tritium gas is opgeslagen in dunne buisjes. Door middel van een raster wordt het licht beter verdeeld over de aanduiding, maar desondanks is het resultaat niet echt een homogeen verlicht. De lamp in een elektrisch verlichte aanduiding verdeelt het licht beter waardoor de aanduiding homogener is. Deze verschillen kunnen invloed hebben op de herkenningsafstand.

5.2 Invloed van verlichtingssterkte

De herkenningsafstand van de vluchtwegaanduiding wordt kleiner naarmate de verlichtingssterkte lager wordt. Dit is waarschijnlijk grotendeels te verklaren als vermindering van de gezichtsscherpte bij een lager lichtniveau. Daarnaast kan ook het een verandering van het contrast invloed hebben op de herkenningsafstand. Bij een externe verlichting van 250 lx valt het geelgroene licht van de interne lichtbron van vluchtwegaanduiding 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 dan in geelgroen. Het contrast met de groene achtergrond verandert, en dat kan invloed hebben op de herkenbaarheid van de vluchtwegaanduiding.

6 Conclusie

- De herkenningssafstand van de Betaluxtm vluchtwegaanduiding varieert van 23,3 m bij duisternis tot 33,6 m bij normale binnenverlichting.
- Deze herkenningssafstand voldoet aan norm NEN 6088:2002, uitgaande van een minimaal vereiste (theoretische) herkenningssafstand die gebaseerd is op een vluchtwegaanduiding met minimale hoogte van 100 mm.
- De lichtintensiteit van het tritiumgas neemt zeer langzaam af; na 12,3 jaar is de intensiteit van het tritiumgas nog 50% van de oorspronkelijke lichtintensiteit en voldoet hiermee ruimschoots aan de minimale brandduur van 1 uur volgens de NEN 1838.

7 REFERENTIES

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

NEN (2002). *Brandveiligheid van gebouwen – Vluchtwegaanduidingen – Eigenschappen en bepalingmethoden* (NEN 6088, juni 2002), Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.

Walraven.J. & Blokland, N. H. (1980). *Leesbaarheidsproblemen bij de NS: het dienstkaartje van de treinmachinist en het spoorboekje* (TNO-rapport TM-80-C26). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Soesterberg, 25 mei 2005 TNO Defensie en Veiligheid
Locatie Soesterberg

Ing. N. van der Leden
Projectleider