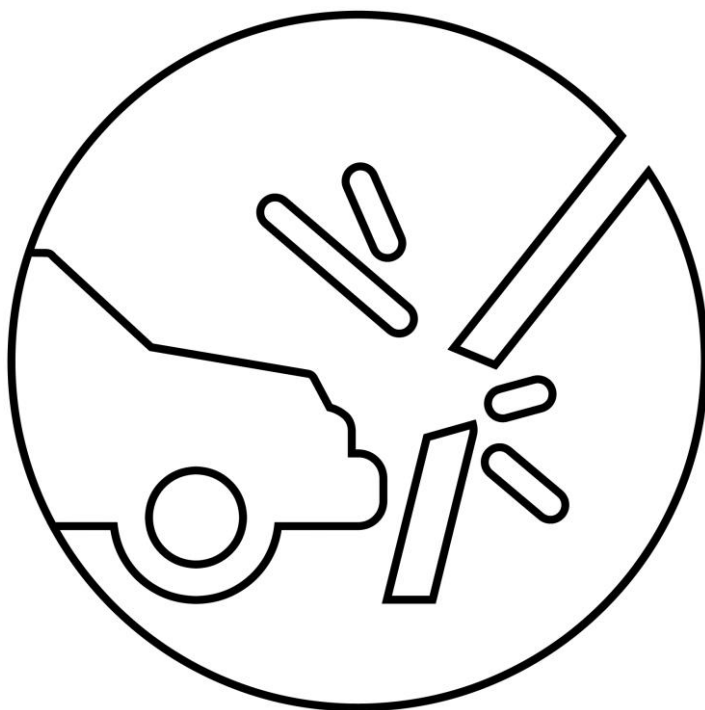


Botsveilige lichtmasten



Samenvatting

Al meer dan 40 jaar zijn de ontwikkelingen rondom botsveilige lichtmasten in volle gang, wat niet vreemd is gezien de toenemende verkeersdruk. Ondanks preventieve maatregelen komt het voor dat voertuigen, om welke reden dan ook, uit koers raken en in de berm terecht komen. De meest kansrijke maatregel voor een aanzienlijke reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen is gericht op een obstakelvrije inrichting van bermen in combinatie met een flexibele afschermingsconstructie aan het einde van de obstakelvrije zone. Botsveilige masten maken onderdeel uit van de vergevingsgezinde berm.

In Europa moeten lichtmasten voldoen aan de EN 40. Daarnaast moet in geval van botsveiligheid een test zijn uitgevoerd volgens de EN 12767.

De norm onderscheidt impactsnelheid (50, 70 en 100 km/u), energieabsorptiecategorie (HE, LE en NE), veiligheid voor de inzittende(n) (A - E), type fundatie (S,R en X), bezwijkgedrag (NS en SE), richtingsgevoeligheid (SD, BD en MD) en risico op deukvorming van het dak (klasse 0 en 1).

Het plaatsen van een geleiderail is vaak een veilige oplossing. Echter is dit wel een dure oplossing en niet altijd even fraai. Indien u botsveilige lichtmasten wilt toepassen, dan heeft u de keuze uit verschillende prestatieklassen. Wat de veiligste mast is voor een bepaalde wegsituatie hangt af van de toegestane snelheid, de aanwezigheid van andere obstakels/ objecten en de mogelijke aanwezigheid van derden. De veiligste mast is de beste keuze voor zowel de inzittende(n) van het botsende voertuig als de mogelijk aanwezige omstanders.

Waar zich een obstakel achter de mast bevindt, zijn HE masten de beste keuze als een geleiderail niet mogelijk of wenselijk is. Masten met een NE classificatie functioneren prima bij een 'leeg achterveld'. De best presterende NE mast kan worden bereikt door de mast te voorzien van een afschuifconstructie. De LE klasse ligt tussen de NE en de HE klasse in en is een botsveilige tussenoplossing. LE masten bezitten de classificatie vaak van nature en behoeven geen extra voorzieningen wat gunstig is voor de prijsstelling.

Let u op de volgende punten bij de keuze voor botsveilige masten:

- Het product heeft een certificaat (EN 40-6/EN12899-1) met daarin de prestatieklasse van het product.
- Het certificaat is door een geaccrediteerde instantie ondertekend en nog steeds geldig.
- De geldende testrapporten zijn beschikbaar (35 en 50 of 70 of 100 km/u).
- Vraag naar het rapport van de low-speed test (35 km/u). Deze test is in veel gevallen kritischer dan de high-speed test. Denk bijvoorbeeld aan afschuifconstructies en opvangsystemen in de mast die bij de low-speed test niet altijd functioneren.

- Bekijk de botsfilmpjes van de officiële botsproeven. Bij aanwezigheid van een certificaat is er ook een 35 km/u test gedaan. Hierin is vaak duidelijk te zien dat er verschillen bestaan tussen het gedrag van de diverse afschuifconstructies en opvangsystemen. De HE mast van de ene fabrikant presteert anders dan de HE mast van een andere fabrikant (bijv. exit snelheid kan 50 maar ook 0 zijn, wat een grote invloed heeft op het secundaire gevaar voor de inzittende(n)).

In de EN 12767 staat in het testprotocol omschreven hoe lichtmasten getest moeten worden op botsveiligheid. In de praktijk is de situatie vaak net even anders. De belangrijkste afwijkende situaties ten opzichte van het testprotocol doen zich voor op het gebied van de ondergrond, het voertuig, de aanrijhoek en snelheid of de installatie van de mast.

Omgevingsfactoren hebben na verloop van tijd invloed op de prestatie van de mast. Daarom is het noodzakelijk om lichtmasten goed te onderhouden.

Het is belangrijk om onderstaande zaken te checken wanneer botsveilige masten toegepast worden:

- Vergelijk de lokale fundatiesituatie met de testfundatie.
- Let op een zorgvuldige installatie.
- Houd de "externe" afschuifconstructies schoon.
- Volg het onderhoudsadvies van de mastleverancier.
- Kies de mast die bij de betreffende weg(situatie) past.
- Check de masten regelmatig op de effecten van degradatie (zoals b.v. corrosie).

Om afwijkingen in de grondsoort (in vergelijking met de test) uit te sluiten, is het mogelijk om de invloed van grondvariabelen te elimineren. Dit kan bijvoorbeeld door een TOAD, een prefab betonnen element.

Behalve lichtmasten zijn er ook andere botsveilige producten beschikbaar in de markt zoals botsveilige verkeerslichtmasten en verkeersbordmasten. Al deze producten dragen bij aan veiligere wegen.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Aanpassing Europese norm botsveiligheid

- 1. Normen voor botsveilige lichtmasten**
 - 1.1. EN 40
 - 1.2. EN 12767
 - 1.3. Testcondities en prestaties
 - 1.4. Specificatie van testcondities en prestaties
 - 1.5. Overige botsveilige constructies

- 2. Het toepassen van botsveilige masten**
 - 2.1. Afscherming van masten
 - 2.2. Prestatieklasse bepalen
 - 2.3. Secundaire risico's
 - 2.4. Prestatieklassen 100 km/u

- 3. Praktijksituatie versus testsituatie**

Bronnen

Aanpassing Europese norm botsveiligheid

De norm voor botsveiligheid, de EN 12767, is niet statisch en wordt continu gemonitord en aangepast (normaal gesproken iedere 5-10 jaar). Meer kennis, verbeterde technologie en ervaringen in de praktijk leiden tot andere zienswijze en nieuwe ideeën en maatregelen om de prestaties van botsveilige masten nog beter vast te leggen.

De EN 12767:2019 is in augustus 2019 gepubliceerd. Met inachtneming van een overgangperiode van een half jaar, is de herziene norm vanaf februari 2020 verplicht.

De aanpassing in de Europese norm voor botsveiligheid heeft als gevolg dat de notatie van de vereiste prestatieklasse van constructies voor wegen, zoals aluminium lichtmasten en bewegwijzeringsmasten, verandert. Een belangrijke aanpassing in de EN12767 zijn de prestatieklassen. In de oude norm, de EN 12767:2007, bestond een prestatieklasse uit een combinatie van impactsnelheid, energieabsorptie-categorie en risico voor de inzittende(n), bijvoorbeeld 100HE3. Toegevoegde botsveilige eigenschappen werden beschreven in extra tekstregels.

In de herziene norm, de EN12767:2019, zijn type fundatie, bezwijkgedrag van de mast, richtingsgevoeligheid en risico op indeuking van het dak toegevoegd aan de prestatie- klassen. Een voorbeeld:100-HE-C-S-NS-MD-0.

Aanpassingen veiligheidsniveau inzittende(n)

De herziene norm heeft ook een aanpassing doorgevoerd in het veiligheidsniveau voor de inzittende(n). De grenswaarden voor de veiligheid van de inzittende(n) (ASI en THIV- limieten) voor NE2 en HE3 waren gelijk, ook al kwamen de cijfers niet overeen. De herziene norm maakt het onderscheid tussen veiligheidsniveaus voor de inzittende(n) duidelijker. De getallen (1-4) maken plaats voor een ratingsysteem met letters (A - E). In de nieuwe aanpak is de prestatieklasse voor de inzittende(n) losgekoppeld van het energieabsorptieniveau, NE2 wordt NE-C en HE3 wordt HE-C. Het beste veiligheidsniveau voor de inzittenden is A. Niveau A is alleen haalbaar voor kleine vervormbare verkeerspaaltjes, zoals bollards, maar niet voor licht- en verkeersmasten.

Daarnaast is er een wijziging doorgevoerd op het gebied van het classificeren van de botsproeven. In de EN 12767:2007 hoort bij elke high speed test een low speed test. In de herziene norm wordt gekeken naar de collapse mode. Indien de collapse mode van de low speed test (35 km/u) en high speed test (bijv. 100 km/u) gelijk zijn, voldoet het geteste product automatisch ook aan de tussenliggende high speed klassen (50 en 70 km/u).

Met het van kracht gaan van de EN 12767:2019 hoeven niet alle botsproeven opnieuw uitgevoerd te worden. De gegevens die nodig zijn om een mast in te kunnen delen in de nieuwe prestatieklassen zijn al voorhanden, tenzij de botsproef erg gedateerd is. De data zijn gemeten en geanalyseerd tijdens de botsproeven en vastgelegd in rapportages, video's en foto's. De gegevens kunt u in de notatie volgens de herziene norm nu in een oogopslag zien aan de prestatieklassen op het certificaat/DOP in plaats van dat u het testrapport eerst moet opvragen.

Na publicatie en harmonisatie van de EN 12767 is de aanduiding van de prestatieklasse van (licht)masten langer geworden, maar ook duidelijker, waardoor een betere keuze gemaakt kan worden voor het gedrag van de mast. Twee voorbeelden waarin de prestatieklasse van de oude norm wordt vergeleken met de herziene norm:

100NE3 → 100-NE-B-X-SE-MD-0

100HE3 → 100-HE-C-R-NS-MD-0

Onderstaande aanduidingen (klassen) kunnen/moeten opgenomen worden in de aanduiding van een botsveilige lichtmast volgens NEN-EN 12767:2019.

NEN-EN 12767	Versie 2007 (oud)	Versie 2019 (sinds augustus 2019)
Botsveiligheidsklasse	3 karakters (bijv. 100HE3)	7 karakters (bijv. 100-HE-C-S-NS-MD-0)
Snelheid	50, 70, 100 km/u	50, 70, 100 km/h
Energieabsorptie	HE, LE, NE	HE, LE, NE
Veiligheidsklasse	1,2,3,4	A, B, C, D, E
Fundering	Zie testrapport	S, R, X (soil, rigid, special)
Gedrag mast na	Zie video opnames	SE of NS (Separation of No Separation)
Richtingsgevoeligheid	Documentatie fabrikant	SD, BD, MD (Single, Bi of Multi)
Risico indeuking dak	Zie testrapport (high speed)	Klasse 0 of 1 (resp. <102 mm of ≥102 mm)

Tabel 1: Overzicht aanpassingen EN 12767

1. Normen voor botsveilige lichtmasten

Lichtmasten zijn blootgesteld aan dagelijkse belasting. De mast moet sterk genoeg zijn om het armatuur en eventuele andere objecten te dragen en de omgevingsfactoren te weerstaan. In het geval van plaatsing langs de weg komt ook botsveiligheid om de hoek kijken. Sterkte en botsveiligheid zitten in elkaars vaarwater. Het is zaak de juiste balans te vinden. In dit hoofdstuk bespreken we de actuele normen omtrent lichtmasten en botsveiligheid.

Al meer dan 40 jaar zijn de ontwikkelingen van botsveilige lichtmasten in volle gang. Zo zijn er in de jaren 70 verschillende botsproeven uitgevoerd door de SWOV (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid). Toen al werd vastgesteld dat lichtmasten van aluminium en composiet tot op zekere hoogte van nature al botsveilig zijn. Door de ontwikkeling in normen voor lichtmasten is er veel veranderd.

Over heel de wereld zijn er verschillende normen voor lichtmasten. In Europa is dit de EN 40. Daarnaast moet voor het classificeren van botsveiligheid een crashtest zijn uitgevoerd volgens de EN 12767.

1.1 EN 40

In de EN 40, de Europese norm voor lichtmasten, is vastgelegd waaraan lichtmasten moeten voldoen. Deze eigenschappen zijn geregeld in de zogenaamde Annex ZA. Hierin staat beschreven dat lichtmasten voorzien moeten zijn van een identificatie en dat een daartoe erkend keuringsinstituut ("Notified Body") het product goedgekeurd heeft. Botsveiligheid is ook een van de gemandateerde (verplichte) eigenschappen.

Een "Notified Body" is een certificeringsinstituut dat specifiek voor het uitvoeren van productkeuringen volgens de betreffende productnormen erkend is door de Raad van Accreditatie (RvA). De RvA voert de accreditatie uit volgens de EN ISO/IEC 17065. Ook accrediteren ze testhuizen volgens de daarvoor geldende norm; de EN ISO/IEC 17025.

Alleen een Notified Body is ertoe bevoegd fabrikanten een productcertificaat uit te reiken.

Op langere termijn zullen de delen 40-1 en 40-2 samengevoegd worden tot een nieuwe 40-1 alsmede de delen 40-4 t/m 40-7 naar een nieuwe 40-2. Deel 40-3 blijft bestaan.

1.1.1 EN 40-3-3

Om te bepalen of een mast sterktetechisch aan de eisen voldoet is het noodzakelijk sterkteberekeningen uit te voeren volgens de EN 40-3-3. Lichtmasten worden berekend op een levensduur van 25 jaar. De berekeningsmethode van masten houdt rekening met verschillende factoren, zoals materiaal, windsnelheid, winddruk, terreincategorie en veiligheidsfactoren.

De EN 40 maakt voor de productnormen onderscheid tussen de verschillende materialen:

- NEN EN 40-4: Lichtmasten - Deel 4: Eisen voor lichtmasten van gewapend beton en voorgespannen beton
- NEN EN 40-5: Lichtmasten - Deel 5: Eisen voor stalen lichtmasten
- NEN EN 40-6: Lichtmasten - Deel 6: Eisen voor aluminium lichtmasten
- NEN EN 40-7: Lichtmasten - Deel 7: Eisen voor composiet lichtmasten van met vezel versterkte kunststoffen

EN 40

EN 40-1:	Definitions and terms
EN 40-2:	General requirements and measurements
EN 40-3:	Design and verification
EN 40-3-1:	Specification for characteristic loads
EN 40-3-2:	Verification by testing
EN 40-3-3:	Verification by calculation
EN 40-4:	Concrete lighting columns
EN 40-5:	Steel lighting columns
EN 40-6:	Aluminium lighting columns
EN 40-7:	Composite lighting columns

Tabel 2: Overzicht EN 40 norm

1.2 EN 12767

De EN 12767 is de Europese norm voor botsveiligheid waarnaar verwezen wordt in de norm voor lichtmasten (EN40) en ondersteunende constructies (EN12899). De werkgroep WG 10 heeft de EN 12767:2019 geproduceerd op verzoek van de Europese normcommissie voor lichtmasten (CEN TC 50), die op hun beurt de NEN informeren. Alle Europese landen hebben een stem in de TC 50 / WG 10.

De EN 12767 is in principe ontwikkeld om producten (botsveilige oplossingen) met elkaar te kunnen vergelijken door ze op een eenduidige manier te testen. De norm specificeert prestatie-eisen en definieert niveaus in termen van botsveiligheid om de ernst van verwonding van de inzittende(n), of risico voor derden bij een aanrijding met een object of ondersteuning voor weguitrusting, te verminderen. De norm houdt ook rekening met het overige verkeer en andere weggebruikers. De harmonisatie van de Europese norm resulteert in nationale normen, in Nederland de NEN EN 12767, die een nationale bijlage (NA) kunnen bevatten om meer richtlijnen te geven voor specifieke nationale voorkeuren.

Een Notified Body is de instantie die botsveiligheid toetst. Indien de fabrikant lage- en hoge snelheid crash tests heeft laten uitvoeren conform de EN 12767 door een geaccrediteerd testhuis kan de geaccrediteerde Notified Body er een prestatieklasse aan toekennen. Zowel het testhuis als de Notified Body zijn onafhankelijke organisaties. Als er geen tests gedaan zijn, valt het product automatisch in klasse 0 en wordt voor botsveiligheid op de DOP (Declaration of Performance) een NPD (No Performance Determined) genoteerd.

1.2.1 Botsproeven

In de EN 12767 staat in het testprotocol omschreven hoe lichtmasten getest moeten worden op botsveiligheid. De botsproef gebeurt met een standaard personenwagen (massa 900 kilo) en kan op verschillende ondergronden plaatsvinden. De meest gangbare zijn Soil "S" en Rigid "R". Daarnaast kan de opdrachtgever ook een andere ondergrond aandragen onder Type X.

1.3 Testcondities en prestaties

In de EN 12767 is de beproevingsmethode vastgelegd om botsproeven uit te voeren. De norm onderscheidt de volgende testcondities en prestaties:

- Impactsnelheid (impact speed)
- Energieabsorptie categorie. (energy absorption category)
- Veiligheid voor de inzittende (occupant safety level)
- Fundatietype (backfill type)
- Bezwijkgedrag (collapse mode)
- Richtingsgevoeligheid (direction class)
- Deukgevoeligheid dak (roof indentation)

1.3.1 Impactsnelheid

De getallen 100 (voor bv. snelwegen), 70 (voor bv. provinciale wegen) of 50 km/u (bv. voor wegen in de bebouwde kom) die in de certificaatfamilies worden genoemd, duiden de high speed impactsnelheid van een voertuig aan bij een botsproef.

Er moet voor elke prestatieklasse naast een high speed test (100,70 of 50 km/u) ook een low speed test bij 35 km/u worden uitgevoerd.

1.3.2 Energieabsorptie categorie

De norm verdeelt de energieabsorptie van botsveilige constructies in drie categorieën, gebaseerd op de mate van energie opname. HE masten nemen zoveel mogelijk energie op, NE masten zo min mogelijk en LE masten zitten hier tussenin.

- High energy absorbing (HE): HE masten geven een voertuig de meeste vertraging, maar laten daarbij, over het algemeen, ook de meeste schade achter aan het voertuig. Ook zullen de inzittende(n) een grotere impact te verwerken krijgen dan bij een NE/LE mast. De Exit-speed (restsnelheid) ligt tussen de 0 en 50 km/u (bij een test met 100 km/u), waardoor het risico voor secundaire botsingen met bijvoorbeeld bomen, voetgangers en/of andere weggebruikers wordt verminderd, maar het risico blijft bestaan. De ultieme HE mast stopt de auto en biedt tegelijkertijd maximale veiligheid voor de inzittende(n).
- Low Energy absorbing (LE): LE masten zijn masten die veelal van nature zó presteren, dat ze onder het voertuig door buigen in geval van een botsing, voordat ze breken of afschuiven
- Non Energy absorbing (NE): NE masten stellen het voertuig in staat na de botsing door te rijden met een verminderde snelheid. Hierdoor wordt de kans op letsel bij de inzittende(n) kleiner, maar het risico op een secundair ongeluk groter, indien er zich achter de lichtmast andere obstakels bevinden.

1.3.1 Veiligheid van de inzittende(n)

De veiligheid van de inzittende(n) wordt uitgedrukt in de waardes ASI (Acceleration Severity Index) en THIV (Theoretical Head Impact Velocity). ASI geeft de vertraging-waarde van het voertuig aan. Vergelijk het met G-forces. Als een crash test binnen een bepaalde ASI waarde blijft, wordt aangenomen dat inzittenden geen ernstig letsel oplopen.

THIV is de snelheid na botsing van een object met het voertuig, oftewel de snelheid waarmee het hoofd van de inzittende(n) het dashboard raakt. De niveaus A,B,C, D en E geven de veiligheid aan voor de inzittende(n). De beste veiligheid voor de inzittende(n) wordt bereikt bij A, maar is vanuit technisch oogpunt niet haalbaar voor een licht- of verkeersmast.

Performance level	Occupant safety level	Speeds			
		Compulsory low-speed test 35 km/h		Speed class 50 km/h, 70 km/h and 100 km/h	
		Maximum values		Maximum values	
		ASI	THIV km/h	ASI	THIV km/h
HE / LE / NE	E	1,0	27	1,4	44
HE / LE / NE	D	1,0	27	1,2	33
HE / LE / NE	C	1,0	27	1,0	27
HE / LE / NE	B	0,6	11	0,6	11
NE	A	NO requirements	NO requirements	No ASI and THIV measurements	

Tabel 3: ASI en THIV waardes

Impact speed (km/h)	50	70	100
Performance level	Exit-speed = V_e (km/h)		
HE	$V_e = 0$	$0 \leq V_e \leq 5$	$0 \leq V_e \leq 50$
LE	$0 < V_e \leq 5$	$5 < V_e \leq 30$	$50 < V_e \leq 70$
NE	$5 < V_e \leq 50$	$30 < V_e \leq 70$	$70 < V_e \leq 100$

Tabel 4: Totaaloverzicht energieabsorptie categorie, impactsnelheid en exit speed

In tabel 3 wordt duidelijk welke ASI en THIV waardes behaald moeten worden in crash tests voor de verschillende energie-absorptie categorieën. De uitredesnelheid (Exit-speed) speelt hier ook een belangrijke rol in. In tabel 4 staat aangegeven welke Exit-speed toelaatbaar is voor welke energieabsorptie categorie.

Bij de veiligheid voor de inzittende(n) dient rekening gehouden te worden met het volgende:

- Er zit een groot verschil in de minimale en maximale THIV waarden per niveau: een THIV van 26 is anders dan een THIV van bijvoorbeeld 14, terwijl ze in dezelfde klasse vallen. Hoe hoger de TIV waarde, hoe meer kans op letsel voor de inzittende(n).
- De uitredesnelheid (EXIT-speed) kan een gevaar voor omstanders opleveren, maar kan ook een secundair gevaar zijn voor de inzittende(n). De EXIT-speed is de snelheid van het testvoertuig gemeten op 12 meter ná het punt van aanrijding. Een EXIT van 0 is beter voor de betrokkenen dan een EXIT van 50 terwijl ze in dezelfde klasse (HE) kunnen vallen.

1.3.2 Fundatie type

De EN 12767 maakt onderscheid tussen de fundatiemethoden: Soil "S" (grond), Rigid "R" (beton) en X (overig).

Soil "S" is een gestandaardiseerde grond van een bepaalde samenstelling en dichtheid. Bij installatie in de grond moet u rekening houden met het feit dat de bodem geen homogene samenstelling heeft. Er zijn verschillende grondtypen met daarbij een aanwezig grondwater niveau. Deze wijken in alle gevallen af van waarmee getest is (Soil "S").

Daarnaast heeft de tijdelijke aanwezigheid van bijvoorbeeld regenwater eveneens invloed op de samenstelling van de bodem.

In geval van Rigid "R" vindt de installatie van lichtmasten plaats zowel op als in een betonnen fundament. Lichtmasten die op beton worden geïnstalleerd zijn voorzien van een voetplaat.

Alle soorten fundaties die afwijken van Soil "S" (grond) en Rigid "R" (beton) vallen in de norm onder Type X. Te denken valt aan verzadigde grond, klei of grind. S en R is voor iedereen gelijk. X kan per fabrikant een eigen, andere betekenis hebben. De herziene norm heeft een push-pull-test toegevoegd om vervormingsgedrag van soil S te kunnen bewaken t.g.v. vervuiling gedurende de tijd. Ook kan hiermee de testsoil S vergeleken worden met het gedrag van de lokaal aanwezige grond.

Het fundatietype heeft een grote invloed op de prestatie van een mast en dient overeen te komen met de praktijksituatie waarin de mast geplaatst wordt. Voor meer informatie over het fundatietype zie paragraaf 3.1.

1.3.3 Bezwijkgedrag

De norm onderscheidt het bezwijkgedrag van een mast in SE (Separation) en NS (No Separation). Het bezwijkgedrag geeft aan hoe de mast zich gedraagt in het geval van een botsing. De collapse mode van een object kan voor een lage snelheid anders zijn dan voor een hoge snelheid. NS is altijd gewenst, echter bij sommige prestatie klassen (NE) technisch niet mogelijk. In sommige gevallen is het breken van de mast (SE) onoverkomelijk om de juiste prestatieklasse te bereiken. In andere situaties zijn vliegende objecten niet acceptabel (NS).

Bij een aanrijding kan het bezwijkgedrag van lichtmasten (behorend tot eenzelfde classificatie) wezenlijk verschillen als gevolg van het ontwerp en het materiaal van de mast. Dit gedrag blijkt uit het testrapport conform de EN 12767. De lichtmastfabrikant moet deze rapporten (35 km/u en 100 km/u) kunnen overleggen evenals bijbehorende filmpjes waaruit veel secundair gedrag kan worden afgeleid (o.a. deuken, wegspringende mastdelen of doorrijdende voertuigen).

Ook kan het zijn dat de low speed test (35 km/u) en high speed test (bijv. 100 km/u) dezelfde collapse modus hebben. In dat geval voldoet het geteste product automatisch ook aan de tussenliggende high speed klassen (50 en 70 km/u).

1.3.3 Richtingsgevoeligheid

De richtingsgevoeligheid geeft de hoek aan waaronder een botsveilige mast presteert:

- Single Directional. SD-masten kunnen alleen veilig worden geraakt vanuit een richting van 20°.
- Bi Directional. BD-masten presteren ook voor het tegemoetkomende verkeer (20° én 160°).
- Multi Directional. MD-masten zijn niet gevoelig voor de impacthoek en kunnen vanuit alle richtingen veilig worden geraakt.

Als zodanig is de MD-classificatie de veiligste keuze, maar deze is technisch gezien niet altijd haalbaar. Richtingsgevoeligheid wordt voornamelijk bepaald door systemen in de mast, zoals afschuifsystemen.

1.3.4 Risico op indeuking van het dak

Een botsing met een mast kan leiden tot de vorming van een deuk in het dak van het voertuig, met risico's voor de inzittende(n). De EN 12767 onderscheidt het risico op indeuking van het dak in twee klassen:

- Klasse 0 vormt geen tot weinig risico voor de inzittende(n). Resultaat van de test is een deuk van maximaal 102 mm (4 inch) diep.
- Klasse 1 vormt een groot risico voor de inzittende(n). Resultaat van de test is een deuk van minimaal 102 mm (4 inch) diep, zonder een maximum te noemen.

Het omslagpunt ligt bij een deuk van 102 mm (4 inches) in overeenstemming met de Amerikaanse norm voor botsveiligheid (MASH). De veiligste klasse is uiteraard klasse 0, maar in combinatie met andere crashbestendige eigenschappen is dit niet altijd haalbaar. Normaal gesproken geldt: hoe hoger de energieabsorptie van de mast, hoe groter het risico op indeuken van het dak.

Bij NS (No Separation) is het aannemelijker is dat er deukvorming optreedt gedurende de impact. De massa van de mast speelt in dit geval een grote rol. Hoe zwaarder de mast, hoe harder de impact op het dak.

1.4 Specificatie van testcondities en prestaties Om de prestatieklasse aan te geven, wordt de notificatie zoals in figuur 1 gebruikt. Niet alle testcondities en prestaties hoeven ingevuld te worden. Dit is afhankelijk van de aanvrager, omdat in sommige gevallen de condities en prestaties in een categorie niet van belang zijn voor een project of er geen invloed op hebben. In dat geval kan de aanvrager 'NR' (No Requirement) voor die condities of prestaties noteren.

Als geen specifieke eisen gesteld worden, kan gekozen worden om de aanduiding NR toe te passen. De oude botsklasse 100NE3 kan dus vertaald worden naar 100-NE-B-NR. Alle nieuwe testcondities en prestaties zijn dan niet gespecificeerd. Dit heeft echter niet de voorkeur en is niet de intentie van de herziene norm.

De aanduiding NR kan ook specifiek aangegeven worden in een of meerdere coderingen, bijvoorbeeld 100-HE-C-NR-NR-MD-0. In dit geval zijn backfill type en collapse mode niet vastgesteld (vereist) en zijn alle testresultaten toegestaan.

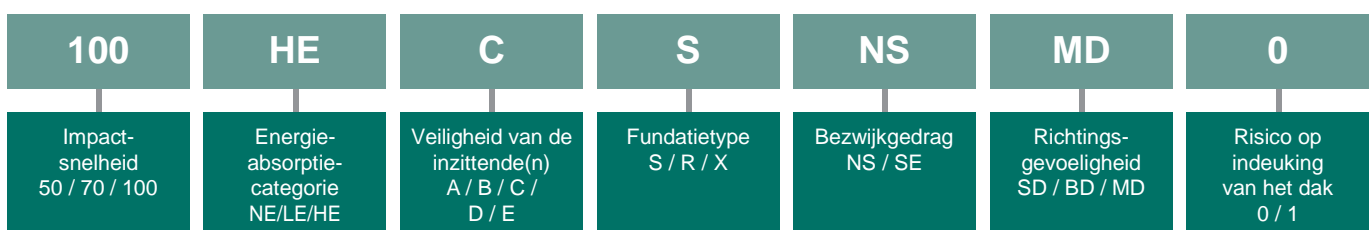
Een ideale situatie is in de praktijk technisch onbereikbaar. Bijvoorbeeld. 100-HE-A-S-NS-MD-0 zal onhaalbaar zijn evenals 100-NE-A-S-NS-MD-0. Het is dus zaak om voor de lokale situatie de belangrijkste testcondities en prestaties prioriteit te geven.

1.5 Overige botsveilige constructies

Bij bijna de helft van het aantal aanrijdingen is een object betrokken aan de kant van de rijweg. Niet alleen lichtmasten, maar ook andere objecten zoals verkeerslichtmasten en verkeersbordmasten. Daarom is het belangrijk dat botsveiligheid meegenomen wordt bij het bepalen van de constructie voor deze objecten en andere installaties.

Verkeerslichten en dynamische verkeersborden moeten voldoen aan een bepaalde norm. Voor alle ondersteunende constructies die gebruikt worden voor deze producten is de relevante norm de EN 12899-1. Sinds juli 2013 is certificering volgens de EN 12899-1 verplicht.

Als het gaat om botsveiligheid refereert de EN 12899-1 naar de EN 12767. Dit betekent dat dezelfde prestatieklassen van toepassing zijn als voor lichtmasten.



Figuur 1: Notatie prestatieklassen



Voorbeeld botsproef HE mast met inwendige opvangconstructie

Wanneer de auto de aluminium mast raakt, vertraagt de auto en vervormt de mast totdat deze afbreekt.

De extra voorziening in de mast zorgt voor verdere vertraging van de auto binnen enkele seconden na botsing en zorgt ervoor dat de afgebroken mast toch aan haar standplaats verbonden blijft waardoor er geen vliegend object ontstaat.

“Voor HE masten is het belangrijk na te gaan wat de restsnelheid van een voertuig is. Een uitrijnsnelheid van 50 km/u valt weliswaar binnen de norm, maar is nog steeds aanzienlijk en kan wezenlijke secundaire schade veroorzaken. Volledige stilstand is het ultieme HE resultaat.”

Bas van Boxtel, Technical Manager, Pole Products



Praktijksituatie NE-B mast

Een auto is in botsing gekomen met een aluminium 8 meter hoge NE-B lichtmast. De lichtmast is afgeschoven zoals u kunt zien op onderstaande foto's. De mast liep schade op, maar de inzittende(n) bleven ongedeerd.

De mast is gestabiliseerd in de grond middels een TOAD.



“De THIV waarde (impact die de inzittende(n) waarneemt) is voor NE-C/LE-C en HE-C hetzelfde, namelijk tussen de 11 en 27. Deze waardes lopen nogal uiteen. Je kunt eigenlijk niet zeggen dat een NE-C voor de inzittende(n) dezelfde impact heeft als een LE-C of HE-C mast. Meestal zijn de THIV's van NE-C lager dan van LE-C en HE-C. In praktijk wordt vaak gekozen voor een betere en haalbare klasse voor de inzittende(n): NF-B.”

Bas van Boxtel, Technical manager, Pole Products

2. Het toepassen van botsveilige lichtmasten

De verschillen tussen de diverse prestatieklassen zijn in het vorige hoofdstuk uitgelegd. Maar in welke wegsituatie pas je welke botsveilige lichtmasten toe? Het is belangrijk de juiste botsclassificatie te kiezen voor de verschillende wegsituaties. Ook de plaatsing van een geleiderail moet per situatie overwogen worden. De ROA-VIB (Richtlijn ontwerp autosnelweg (ROA): Veilige Inrichting van Bermen) omschrijft hoe een vergevingsgezinde inrichting eruit moet zien.

2.1 Afscherming van masten

Het kan nodig zijn een (reeds geïnstalleerde) lichtmast af te schermen van de weg door de plaatsing van een geleide(rail)constructie. Dat hangt ervan af in hoeverre de mast een obstakel vormt, maar vooral ook wat er zich achter de mast bevindt. Lichtmasten waarvan de obstakelwerking binnen aanvaardbare normen blijft, hoeven niet afgeschermd te worden. Deze masten zijn in de obstakelvrije zone (zie figuur 2) van de zijberm te plaatsen.

Het plaatsen van een geleiderail is altijd een veilige oplossing. Echter is dit een dure oplossing en niet altijd even fraai. Wanneer er niet gekozen wordt voor een geleiderail, dan worden botsveilige lichtmasten toegepast.



Er bevindt zich gevaar achter de masten, dus is een geleiderail noodzakelijk.



Er bevindt zich minder gevaar achter de mast. Een geleiderail zou niet nodig zijn als de mast botsveilig is.

Bij de afweging voor plaatsing van een botsveilige lichtmast moeten ook de risico's meegenomen worden die kunnen ontstaan wanneer een voertuig van de weg raakt. Het voertuig kan dan namelijk in de zone erachter belanden en gevaar voor derden opleveren of voor de inzittende(n) (denk aan een viaduct of brug).

2.2 Prestatieklasse bepalen

Indien men botsveilige lichtmasten wil toepassen, dan zijn er verschillende prestatieklassen waaruit gekozen kan worden. Wat de veiligste mast is voor een bepaalde wegsituatie hangt af van de toegestane snelheid en de aanwezigheid van obstakels/objecten (bijv. voetgangers/fietsers).

2.2.1 NE lichtmasten

Masten met een NE classificatie functioneren prima in geval van een "leeg achterveld" (zie figuur 2). De hoogste NE klasse (NE-C) kan bereikt worden door de mast te voorzien van een systeem, zoals bijvoorbeeld een afschuifconstructie. Daarnaast moet de ondergrond waarin deze masten geplaatst worden minstens even stabiel zijn als de ondergrond waarin getest is. NE masten zijn niet aan te raden voor wegen waarlangs zich voetgangers, fietsers of bomen bevinden.

2.2.2 LE lichtmasten

In Nederland wordt voor autosnelwegen vaak gekozen tussen de twee uitersten: HE-C (voorheen HE3) of NE-B (voorheen NE3). Daarnaast kan worden gekozen voor een tussenoplossing: LE-C (voorheen LE3). Deze masten zijn vanaf de jaren 70 veelvuldig ingezet door Rijkswaterstaat. LE masten bezitten de classificatie vaak van nature en behoeven geen extra voorzieningen wat uit kostenooptpunt gunstig is.

2.2.3 HE lichtmasten

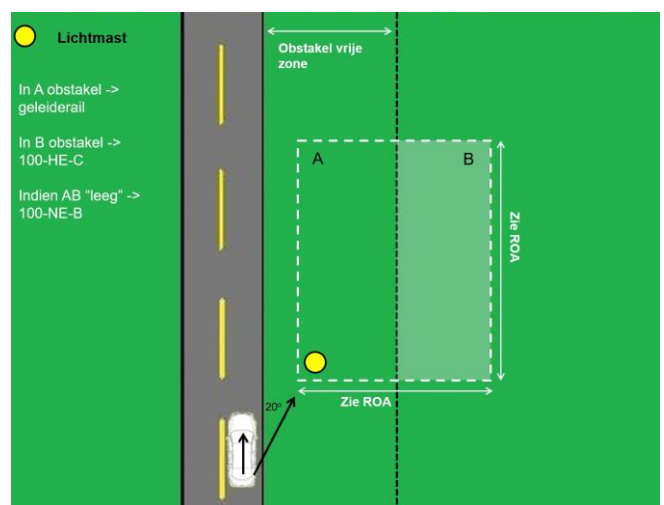
Waar zich een obstakel bevindt achter de mast (zie figuur op pagina 21) zijn HE masten de beste keuze, wanneer er geen geleiderail wordt toegepast. De letterindicatie van het veiligheidsniveau voor de inzittende(n) dient zo vooraan mogelijk in het alfabet te liggen (HE-C is beter dan HE-D). HE-B zou natuurlijk nog beter zijn, maar is technisch niet haalbaar. Let op: HE masten kunnen nog steeds een exit-speed hebben. De ultieme HE mast stopt het voertuig.

Naast het veiligheidsniveau voor de inzittende(n) is bij HE masten het risico op indeuking van het dak nog belangrijker. HE masten kunnen het dak raken bij een botsing, wat grote risico's voor de inzittende(n) oplevert. Veiligheidsniveau voor de inzittende(n) D icm risico op dakindeuking klasse 0 is daardoor een veiligere keuze dan veiligheidsniveau voor de inzittende(n) C icm risico op dakindeuking klasse 1.

2.3 Secundaire risico's

Naast de (beperkte) primaire risico's voor inzittende(n) kunnen bij een aanrijding tegen een botsveilige lichtmast ook secundaire risico's optreden, met mogelijke gevolgen voor de inzittende(n) en andere weggebruikers. Dit is het geval wanneer de lichtmast (of delen daarvan) na een aanrijding in het verkeer terecht kan komen, of wanneer het voertuig door zou kunnen rijden. Met het oog op deze risico's is het een optie om een geleiderail te plaatsen. Voor de botsveiligheid van de lichtmast, die hierachter wordt geplaatst, gelden in dat geval geen bijzondere eisen.

Aan risico's voor derden moet in beginsel een (veel) zwaarder gewicht worden toegekend dan aan de risico's voor inzittenden.



Figuur 2: Uitleg obstakelvrije zone (autosnelweg)

3. Praktijksituatie versus testsituatie

In de EN 12767 staat in het testprotocol omschreven hoe lichtmasten getest moeten worden op botsveiligheid. Elke botsituatie in de praktijk verschilt echter van de testsituatie. Hoofdstuk 3 licht de belangrijkste afwijkende situaties toe die zich kunnen voordoen ten opzichte van het testprotocol. Daarnaast kunnen er afwijkende situaties ontstaan doordat het botsgedrag van een mast in de loop van de tijd kan veranderen door omgevingsfactoren.

Fundatietype

Elk land heeft zijn eigen fundatiemethodiek. Er zijn diverse grondsoorten en installatietechnieken, afhankelijk van de waterstand en de mate waarin de grond verdicht is. In het buitenland past men hoofdzakelijk betonfundaties toe. In Nederland worden lichtmasten over het algemeen in de grond (Soil) geplaatst.

Het fundatietype Soil "S" is een gestandaardiseerde grond van een bepaalde samenstelling en dichtheid. Bij installatie in de grond moet u rekening houden met het feit dat de bodem geen homogene samenstelling heeft. Er zijn verschillende grondtypen met daarbij een aanwezig grondwaterniveau. Deze wijken in alle gevallen af van waarmee getest is (Soil "S"). Daarnaast heeft de tijdelijke aanwezigheid van bijvoorbeeld regenwater eveneens invloed op de samenstelling van de bodem.

Bij een afwijkende ondergrond (bv. samenstelling, verdichting, grondwaterstand, vorst) kan de mast onverwacht uit de grond gereden worden of afbreken, en dus niet presteren zoals in de crashtest.

Voertuig

Het testvoertuig zoals omschreven in het testprotocol is een standaard personenwagen met een gewicht van 900 kilogram. Een zwaarder/lichter voertuig kan een andere impact hebben op de botsveiligheid van een mast. Zo kan een HE mast, die bedoeld is om het voertuig 'op te vangen', net zo reageren als een NE mast als deze door een vrachtwagen of een bus aangereden wordt.

Installatie van de mast

Het testprotocol omschrijft een aanrijhoogte van de mast van 35 cm. Wanneer een mast te diep/hoog geïnstalleerd is, heeft dat consequenties voor het gedrag van de mast tijdens een botsing. Een consequentie kan zijn dat een NE-B mast niet gecontroleerd afschuift zoals bedoeld, omdat de mast te diep geïnstalleerd is, waardoor het afschuifmechanisme zich onder de grond bevindt.

Aanrijhoek

In de norm staat een aanrijhoek gedefinieerd tot 20° in de veronderstelling dat voertuigen onder een hoek van 20° van de weg afraken. Met name voor richtingsgevoelige objecten (SD/BD) kan het gedrag afwijken, doordat het voertuig het object onder een andere hoek raakt.

Uit analyse van de geregistreerde ongevallen met (niet afgeschermd) lichtmasten op autosnelwegen blijkt dat een aanzienlijk deel van de voertuigen het object zijdelings raakt en niet frontaal. Daarom wordt NE-B meestal verkozen bij open afritten waar de auto de mast zijwaarts kan raken om toch een zo minimaal mogelijke hoeveelheid energieabsorptie te bewerkstelligen. Bij masten met een afschuifconstructie is het extra belangrijk dat de mast richtingsongevoelig is (MD).

Bezwijkgedrag

Het bezwijkgedrag of de collapse mode kan in praktijk afwijken doordat er verschillen met de testsituatie optreden in het fundatietype, het voertuig, de installatie van de mast, de snelheid en/of de aanrijhoek. Bijvoorbeeld bij een aanrijding van een zwaarder voertuig kan een object eerder afbreken dan in de test. En in het geval van een situatie waarin een mast een korter of langer grondstuk heeft, kan de mast wel of niet uit de grond gereden worden.

Deukgevoeligheid

De deukgevoeligheid van het dak is bepaald onder specifieke testcondities. Producten (masten) kunnen daardoor op deukgevoeligheid met elkaar vergeleken worden. Echter in de praktijk zal een ander resultaat zichtbaar zijn, omdat de genoemde eigenschappen onder bezwijkgedrag ook de deukgevoeligheid beïnvloeden als deze eigenschappen afwijken.

NE-B mast in TOAD

Botsveilige objecten dienen in de praktijk te worden geplaatst in een ondergrond die qua samenstelling en verdichtingsgraad gelijkwaardig is met de testopstelling (of hieraan minimaal gelijkwaardig). De opdrachtnemer moet aantonen dat de ondergrond binnen de scope van het project overeenkomt met de testcondities.

Om afwijkingen in de grondsoort (in vergelijking met de testdeterminanten) uit te sluiten, is het mogelijk om de invloed van grondvariabelen te elimineren. Dit kan bijvoorbeeld door een betonnen element. Een voorbeeld is de TOAD: een gepatenteerde prefab betonnen element, gecertificeerd voor plaatsing volgens de EN 12767. Het element bestaat uit een of meer in elkaar passende delen die samen een stabiliserende constructie vormen rond een verticale mast.

Duurzaamheid van botsveilige lichtmasten en constructies

Een lichtmast wordt volgens de EN 40 berekend op een levensduur van 25 jaar. In die 25 jaar kan het materiaal waar een lichtmast uit bestaat aan corrosie onderhevig zijn als gevolg van omgevingsfactoren zoals bijvoorbeeld weersinvloeden, elektrische zwerfstromen, agressieve grondsamenstelling etc. Om de prestaties van botsveilige masten op termijn te garanderen, is het noodzakelijk om lichtmasten goed te onderhouden.

Het onderhoud hangt af van het soort materiaal waaruit de mast vervaardigd is, de aanwezigheid van coating, de grondstukbescherming en de locatie van de mast. Regelmatig reinigen, eventueel schilderen (zie hiervoor de onderhoudsvorschriften van de fabrikant) en inspecteren is van belang om de conditie van een lichtmast te waarborgen.

Vaak zijn botsveilige lichtmasten voorzien van constructies in of aan de mast om een NE of HE classificatie te behalen. Deze constructies zitten bijvoorbeeld in de grond geborgd, aan de buitenkant van de mast of zijn zodanig ontworpen dat ze opgeborgen zitten aan de binnenkant van de mast. Als er vuil, water, zout of zand bij de constructie komt en deze aangetast wordt door corrosie, dan zal de mast mogelijk niet meer presteren zoals getest.

Zo kan het zijn dat een HE mast die plaatselijk aangetast is door corrosie zijn functie verliest, waardoor de mast een voertuig minder goed op kan vangen. Mogelijkerwijs presteert deze mast dan eerder zoals een NE mast, met alle gevolgen van dien. Een NE-B constructie kan mogelijkerwijs niet afschuiven door corrosie.

Er zijn verschillende lichtmasttests in de markt aanwezig om de conditie van een lichtmast te bepalen, waardoor vervanging na afloop van de technische levensduur eventueel uitgesteld kan worden. Een lichtmasttest zegt echter niets over het botsveilige gedrag (afschuiven / opvangen) van de mast.



Lichtmast in ijzige grond

Bronnen

- Publicatie SWOV 1977 “Obstakels langs de weg”
- Handboek lichtmasten (Verkeerstechniek CROW), publicatie 215, augustus 2005, ISBN 90 6628 450 1
- EN 12767 : Botsveiligheid van draagconstructies voor weguitrusting - Eisen en Beproevingmethoden - overzicht & oplossingen - (OCW 1/9/2009)
- Bermwijzer Maart 2006, uitgave van het Steunpunt Veilige Inrichting van Bermen in Utrecht
- Rapport: The use of passively safe signposts and lighting columns, EN 12767 – passive safety of support structures for road equipment
- Verschillende artikelen verschenen in vakbladen
- Richtlijn ontwerp autosnelweg (ROA) : Veilige Inrichting van Bermen

Websites:

SWOV: www.swov.nl

ROA (Richtlijnen voor het Ontwerpen van Autosnelwegen): Raad voor Accreditatie: www.rva.nl

Nando: www.ec.europa.eu/enterprise/newapproach/hando/ Powercast: www.powercast.nl



Industries that matter

Pole Products
Hydro Extrusion Drunen BV
Alcoalaan 1
NL-5151 RW Drunen
T: +31 (0) 416 386200

E: info.poleproducts.nl@hydro.com
www.hydro.com/poleproducts

Hydro is een volledig geïntegreerd aluminiumbedrijf met 35.000 medewerkers in 40 landen. Met ruim een eeuw aan ervaring in duurzame energieproductie, technologie en innovatie is Hydro betrokken in de gehele aluminium waardeketen. Naast de productie van primair aluminium, gewalste en geëxtrudeerde producten en recycling, extraheert Hydro bauxiet, zuivert aluminiumoxide en wekt energie op.