

De keuze tussen wel of geen bliksemafleiders

Een beslismodel is ontwikkeld om na te kunnen gaan wanneer het wenselijk is op een gebouw een bliksemafleiderinstallatie te plaatsen. Het model is gebaseerd op een afweging van het verwachte risico bij blik-

seminslag ten opzichte van de kosten van een afleiderinstallatie. Bij toepassing van het model moet een aantal gebouw-afhankelijke factoren worden ingevuld. Hiervoor zijn praktische richtwaarden opgesteld.



Blikseminslag in de Amsterdamse Noorderkerk. De schade bleef beperkt tot het raderwerk van de klok. Foto: ANP-Foto

*Nadere informatie over dit artikel kan verkregen worden bij:
Afdeling Industriële Veiligheid
MT/TNO te Apeldoorn.*

Wanneer men in zijn omgeving nagaat welke gebouwen zijn voorzien van een bliksemafleiderinstallatie valt het volgende op:

- woonhuizen hebben, op een enkele uitzondering na, geen afleiderinstallatie;
 - flats hebben deze soms wel en soms niet;
 - kerken hebben veelal een afleiderinstallatie;
 - industriële installaties hebben vrijwel altijd een afleiderinstallatie hetgeen veelal verplicht is.
- De vraag die nu gesteld kan worden is: waarom bevindt zich op het ene

gebouw wel een bliksemafleiderinstallatie en het andere niet. Het Nederlands Elektrotechnisch Comité heeft dit vertaald naar de vraag: 'Wanneer is een bliksemafleiderinstallatie gewenst/noodzakelijk?', en heeft voor de beantwoording ervan een werkgroep ingesteld.

De werkgroep vond in de literatuur een Engels en een Duits model, waarmee vastgesteld kan worden wanneer een afleiderinstallatie gewenst is. Het Duitse model is min of meer afgeleid van het Engelse model. Beide modellen hanteren een soort puntenwaarderingsstelsel van afhankelijke facto- ►

ren. De werkgroep heeft de modellen geëvalueerd en kwam tot de conclusie dat het Engelse model een aantal bruikbare elementen bevat, maar dat de risico-afweging onduidelijk was. Voor het inpassen van het aspect 'risico-afweging' heeft de werkgroep aan de Afdeling Industriële Veiligheid van TNO gevraagd een bijdrage te leveren.

TNO heeft in eerste instantie een algemeen theoretisch beslismodel opgesteld en heeft vervolgens gezamenlijk met de leden van de werkgroep nagegaan in hoeverre praktische waarden, uit onder andere de ongevalscausistiek, afgeleid kunnen worden. Dit laatste is het minst eenvoudig gebleken en de werkgroep heeft een aantal keuzen gedaan, die mogelijk in de toekomst bijgesteld moeten worden indien meer informatie beschikbaar komt. De gekozen waarden zijn met behulp van praktische voorbeelden getoetst. De uitkomsten van de toepassing van het model op deze voorbeelden liggen in lijn met wat in zijn algemeenheid verwacht mag worden. In dit artikel wordt de afleiding van het beslismodel toegelicht en wordt nader ingegaan op de analyse van praktijkgegevens. Tevens wordt een tweetal voorbeelden gegeven. In de nabije toekomst zal het Nederlands Elektrotechnisch Comité een normdocument uitbrengen, waarin het model zal worden opgenomen.

Het beslismodel

Het opgestelde beslismodel is schematisch weergegeven.

Beslissing

De beslissing die genomen moet worden met betrekking tot bliksembeveiliging op een gebouw betreft een keuze: wel of niet plaatsen van een afleiderinstallatie. De alternatieven zijn in het schema aangegeven door de twee takken uit het beslispoint. Voor elke tak moet worden nagegaan wat de gevolgen zijn van de betreffende keuze. In dit geval is uitgegaan van twee mogelijkheden: een blikseminslag geeft wel schade of geen schade. Deze mogelijkheden zijn van toepassing bij al dan niet plaatsen van een afleiderinstallatie zodat er in totaal vier takken in de zogeheten beslissingsboom ontstaan. De kans op blikseminslag is aangegeven met p en geen inslag met $(1-p)$. Verder is $S(z)$ de schade bij blikseminslag en afwezigheid van een afleidingsinstallatie, terwijl $S(m)$ de schade is bij inslag en aanwezigheid van een afleiderinstallatie.

Verwachtingswaarde van de schade

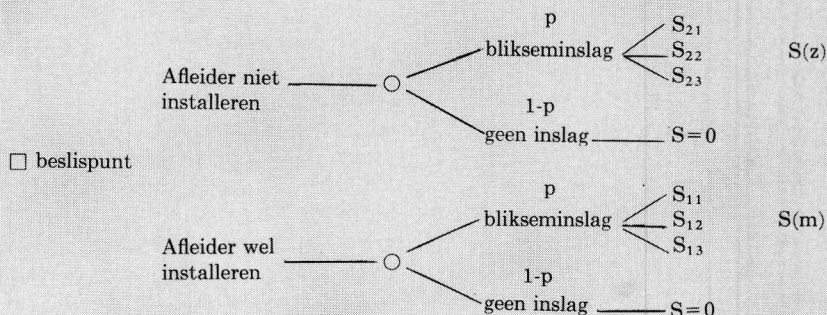
De verwachtingswaarde van schade

in een bepaalde periode is $p.S$, dit is het produkt van de kans p op blikseminslag op een gebouw in een bepaalde periode en de hierbij optredende gemiddelde schade. De verwachtingswaarde van de schade voor tak 1 van de beslissingsboom (niet installeren) is $p.S(z)$. Hetzelfde geldt voor tak 2 (wel installeren) $p.S(m)$.

De beslissing om al dan niet te installeren valt uit ten gunste van installeren, indien de verwachte schade zonder afleiderinstallatie groter is dan de verwachte schade bij aanwezigheid van een afleiderinstallatie, vermeer-

den geplaatst als de kosten van de installatie groter zijn dan de verwachtingswaarde van de schade vermenigvuldigd met de beveiligingsgraad van de afleiderinstallatie. Een kleine p of een kleine kans op blikseminslag doet de beslissing eerder naar niet plaatsen overhellen. Een slechte installatie eveneens. Een hoge waarde voor de gemiddelde schade doet een beslissing eerder naar wel plaatsen overgaan. Dit laatste kan het geval zijn bij gebouwen van onschatbare waarde. Het is mogelijk in de formule een factor voor risico-acceptatie (of risico-aver-

Figuur: Beslissingsboom bliksemafleiderinstallatie



derd met de kosten van een dergelijke installatie:

$$p.S(z) > p.S(m) + K$$

waarin: K = kosten van een afleiderinstallatie in een bepaalde periode. Het zal duidelijk zijn dat K afhankelijk is van installatiekosten, levensduur en onderhoudskosten.

Waarden $S(z)$ en $S(m)$

De werkgroep heeft uit praktische overwegingen gesteld dat $S(z)$ en $S(m)$ gelijk zijn, maar dat alleen de kans op schade verschillend is bij aanwezigheid van een afleiderinstallatie. Er wordt dus verondersteld dat in een beperkt aantal gevallen de afleider niet zal functioneren, waarbij de optredende schade even groot zou zijn bij het ontbreken van een afleiderinstallatie. De beslisformule kan dan als volgt worden weergegeven: $p.S(z) > p.(1-\eta).S(m) + K$ waarin η = beveiligingsgraad geïnstalleerde afleider.

De factor η is gelijk of kleiner dan 1,00, een praktische waarde voor een afleiderinstallatie is 0,95.

Omwerking van de formule, rekening houdend met $S(m) = S(z)$, geeft:

$$K < \eta.p.S(z) \quad (? \text{ Ja} \rightarrow \text{Plaatsen}) \\ (? \text{ Nee} \rightarrow \text{Niet plaatsen})$$

De nu verkregen formule geeft aan dat geen afleiderinstallatie moet wor-

sie) in te voeren. Daarnaast is het mogelijk om uit de schatting van de verwachte schade uit te rekenen hoeveel een installatie maximaal mag kosten gegeven een bepaalde beveiligingsgraad.

Indeling schade

De optredende schade kan in een aantal klassen ingedeeld worden, zo kunnen bij blikseminslag als mogelijke schaden gedefinieerd worden: materiële schade en persoonlijke schade. Persoonlijke schade kan nader onderverdeeld worden in doden en gewonden. Voor gewonden is mogelijk de schade eveneens als materiële schade op te vatten, door hierin de genezingskosten te betrekken.

De werkgroep was van mening dat voor dodelijke slachtoffers geen kostenbedrag kan worden ingevuld. Het model wordt daarom niet voor deze mogelijkheid gebruikt en indien dit wel van belang is dan zal het getoetst moeten worden aan een norm voor individueel of groepsrisico. Uit de ongevalscausistiek is overigens gebleken dat doden ten gevolge van blikseminslag in gebouwen te verwaarlozen is en dat alleen materiële schade van belang is.

Waarde voor $S(z)$

De waarde van $S(z)$ of de gemiddelde ►

schade bij een inslag is niet direct aan te geven. De werkgroep is ervan uitgegaan dat de gemiddelde schade een gedeelte van de waarde van het object is. De waarde van het object bestaat in het algemeen uit de waarde voor opstal en de waarde voor inboedel. Deze beide waarden kunnen aangeduid worden met resp. S_1 en S_2 . De som van deze twee waarden moet vermenigvuldigd worden met een factor die samengesteld is uit twee factoren resp. f_1 en f_2 . De factor f_1 geeft aan welk deel van opstal en inboedel gemiddeld verloren gaat bij inslag. De tweede factor f_2 geeft aan welke reductie verkregen wordt in de gemiddelde schade als bepaalde *extra* maatregelen zijn getroffen. Hierbij kan gedacht worden aan mogelijkheden om de schade tot een bepaald gedeelte van het gebouw te beperken. Deze factor wordt de compartimenteringsfactor genoemd. De waarde van f_2 is maximaal 1,00; deze waarde geldt als geen maatregelen zijn getroffen. Behalve opstal en inboedel dient ook rekening gehouden met de mogelijkheid van gevolgschade. Gewonden kunnen als gevolgschade gezien worden, maar ook eventuele gevolgen zoals de noodzaak om tijdelijk een ander onderkomen te moeten zoeken, produktieverlies of milieuschade. Al deze mogelijkheden zijn samengevat in een schadedeel S_3 .

Voor $S(z)$ kan nu geschreven worden:
 $S(z) = [f_1 \cdot f_2 \cdot (S_1 + S_2) + S_3]$
 De volledige formule wordt nu:
 $K < \eta \cdot p \cdot [f_1 \cdot f_2 \cdot (S_1 + S_2) + S_3]$

Berekening waarde f_1

De waarde van f_1 wordt berekend uit de verhouding van gemiddelde schade ten opzichte van het object. De gemiddelde schadeomvang wordt berekend uit de som van de produkten van de kans op een bepaald schadebedrag en de grootte van dat bepaalde schadebedrag.

Bijvoorbeeld gegeven een groot aantal gebeurtenissen:

- de kans op schade van $f = 100$ is 0,50
- idem op $f = 500$ is 0,30
- idem op $f = 1000$ is 0,20

De som van de kansen is 1,00. De gemiddelde schade is nu:
 $(0,50 \times 100) + (0,30 \times 500) + (0,20 \times 1000) = f = 400$.

Uit dit rekenvoorbeeld volgt dat de gemiddelde schade lager is dan de twee grootste schadeklassen. (Er blijft een mogelijkheid over dat de werkelijk geleden schade groter is. Men kan door een verschuiving van de eigen risico-acceptatie in het model hiermee rekening houden). Indien nu de waarde van het object $f = 1000$ is dan wordt de waarde van f_1 $400/1000 = 0,4$.

Uitwerking

Voor een nadere uitwerking van de beslisformule zijn de volgende gegevens nodig:

- K ; de kosten van een afleiderinstallatie;
- η ; de beveiligingsgraad van een bliksemafleiderinstallatie;
- p ; de kans op een schade-opleveren de blikseminslag in een bepaalde periode;
- f_1 ; de factor voor de gemiddelde schade;
- f_2 ; de compartimenteringsfactor;
- $S_1 + S_2$; de waarde van opstal en inboedel;
- S_3 ; de waarde van eventuele gevolgschade.

Gegevens K , η en p

De gegevens K , η en p kunnen het beste bepaald worden in samenspraak met een installateur, die met deze materie vertrouwd is. De waarden hangen namelijk in sterke mate af van het soort gebouw. Enige richtwaarden voor K , η en p zijn als volgt. De kosten van een afleiderinstallatie (K) zijn als globale vuistregel te stellen of $f = 1,00$ per m^2 dakoppervlak, uitgaande van een berekeningsperiode van een jaar. In de praktijk is men veelal goedkoper uit. De beveiligingsgraad (η) van de algemeen toegepaste bliksemafleiderinstallatie kan gesteld worden op 0,95. Dit betekent dat in vijf van de honderd gevallen de installatie niet werkt, hetgeen vooral veroorzaakt wordt door verschillen in de totale ontladingsenergie. Deze kan wat betreft stroomsterkte en spanning in belangrijke mate variëren.

De kans op een blikseminslag (p) volgt uit een combinatie van de inslagfrequentie per oppervlakte-eenheid en per periode en van enkele reductiefactoren. Het bedreigde oppervlak wordt berekend volgens het Engelse model en houdt in dat een soort schaduwoppervlak wordt uitgerekend waarin de hoogte en vorm van een gebouw belangrijke parameters zijn. De reductiefactoren hebben betrekking op de toegepaste materialen en bebouwingsdichtheid. Een geheel stalen gebouw, dat in feite een kooi van Faraday is, zal bij een blikseminslag geen schade oplopen. Het andere uiterste is een gebouw met rieten dak, waarvoor is gesteld dat blikseminslag altijd tot schade leidt. De materialenfactor kan variëren van 0,1 tot 1,0. De bebouwingsfactor kan variëren van 0,2 tot 1,0, waarbij de hoogste factor geldt voor de open-veld-situatie. De uiteindelijke waarde van p kan afhankelijk van het soort gebouw een waarde van 0,001 tot 0,01 opleveren.

De factor f_1

De waarde voor f_1 waarmee wordt aangegeven welk deel van de totale waarde bij een blikseminslag verloren gaat, kan alleen uit praktijkgegevens afgeleid worden. Bij blikseminslag is de optredende schade ruwweg in twee categorieën te verdelen te weten: directe gebouwschade en gevolgschade door bijvoorbeeld het ontstaan van brand. Nu lijkt op het eerste gezicht de schade door brand het belangrijkste effect op te leveren. Uit praktijkwaarnemingen blijkt echter, dat de schade zonder brand niet verwaarloosd mag worden. Voor het nagaan van de schadeverdeling die zich in de praktijk manifesteert lijken de verzekeringsmaatschappijen een goede ingang te kunnen zijn. Contacten hieromtrent hebben echter geen positief resultaat opgeleverd. Een tweede ingang zou kunnen zijn het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Het CBS verzamelt echter alleen gegevens van branden en sinds de laatste jaren wordt de oorzaak bliksem in het blad Statistiek der Branden zelfs niet meer vermeld, vanwege de geringe bijdrage in het totaal van oorzaken. Uit de overzichten in het blad is wel een globale indruk te verkrijgen over wat de schade zou kunnen zijn, gegeven een brand per type gebouw. Uit deze gegevens is de conclusie getrokken dat de bovenwaarde van f_1 op 0,5 gesteld kan worden, met uitzondering van industriële installaties. Deze bovenwaarde kan ook worden aangehouden voor schade zonder brand. Uit Oostenrijkse en Duitse casuïstiek is vervolgens afgeleid dat de waarde van f_1 gemiddeld ongeveer 0,3 bedraagt. Een nadere vaststelling van deze waarde, door een goede gegevensverzameling per ongeval door blikseminslag gedurende een langere periode, is wellicht zinvol.

De factor f_2 en de waarden voor S_1 , S_2 , S_3

De factor f_2 , de compartimenteringsfactor, en de waarden voor S_1 , S_2 en S_3 zijn afhankelijk van de inrichting en uitvoering van het gebouw. Deze waarden zal een gebruiker van het model zelf moeten vaststellen. Voor f_2 betekent dat de gebruiker na moet gaan welke maatregelen er genomen zijn om de schade te beperken. Dit kunnen allerlei voorzieningen zijn zoals brandvertragende en/of brandbestrijdende voorzieningen, als wel overspanningsbeveiligingen. Door de maatregelen kan het bijvoorbeeld zijn dat alleen een gedeelte van het gebouw schade oploopt omdat brandvertragende muren aanwezig, of speciale afsluitmogelijkheden, of omdat gebouwen of delen daarvan verspreid ►

gelegen zijn. Voor een woonhuis zal de waarde van f2 in het algemeen 1,00 zijn, terwijl voor een meerwoning appartement een lagere waarde kan gelden. De waarden van S1 en S2 kunnen voor het gehele gebouw gelden, maar ook voor een gedeelte. In het laatste geval zal f2 weer de waarde 1,00 kunnen gaan aannemen. Voor S1 en S2 moeten die waarden genomen worden die gelden op het moment van beslissing. Er hoeft dus geen rekening gehouden te worden met mogelijke waardevermindering dan wel een eventuele waardevermeerdering. De waarden van S3, de gevolgschade, kan van vele zaken afhangen en kan per geval verschillen.

Voorbeelden

Er zijn door de werkgroep een aantal voorbeelden uitgewerkt om de resultaten die verkregen worden met het model en de gekozen parameterwaarden te vergelijken met de praktijk. Een tweetal voorbeelden worden tot slot van dit artikel in het kort weergegeven.

Voorbeeld 1

Een vrijstaand woonhuis in een bebouwde omgeving. De volgende waarden zijn aangehouden:

K	= f 100 per jaar
p	= 0,0007
f1	= 0,2
f2	= 1,0
S1 + S2	= f 300 000
S3	= f 0

Invulling van de formule geeft dat de kosten van de installatie veruit de verwachte kosten bij blikseminslag overtreffen ($100 > 8$). De conclusie is niet plaatsen, zoals algemeen in praktijk ook waargenomen wordt.

Voorbeeld 2

Een kerk midden in een dorp. De volgende waarden zijn aangehouden:

K	= f 300 per jaar
p	= 0,012
f1	= 0,2
f2	= 1,0
S1 + S2	= f 1 000 000
S3	= f 0

Gevolgschade kan hier in principe aanwezig zijn als men elders een ruimte moet huren. De mogelijkheid van gewonden is uitgesloten, gezien de korte periode dat een kerk voor een bijeenkomst gebruikt wordt. Invulling van de gegevens in de formule geeft aan dat plaatsing sterk aanbevolen wordt ($300 < 2000$). Deze conclusie is in overeenstemming met de algemene praktijk. ■

M.Th. Logtenberg M. Phil

MT/TNO Afdeling Industriële Veiligheid

Regeling arbeidsvriendelijke produktiemiddelen

'Goede arbeidsomstandigheden, daar is onvoldoende commerciële vraag naar'

Produktiemiddelen blijken tot nu toe in vele gevallen verre van arbeidsvriendelijk te zijn. Reden voor de Ministeries van EZ en SZW om te komen met de Stimuleringsregeling Arbeidsvriendelijke Produktiemiddelen.

Een regeling voor Willie Wortels en financieel-economische talenten, 'want het is niet niks om een nieuw produktiemiddel te ontwikkelen', aldus drs. J. Bakkum, Coördinator Arbeidsplaatsverbetering van DGA. Over een regeling met een aantal haken en ogen die 'keihard nodig is'.

Begin januari van dit jaar verstuurde de afdeling persvoorlichting van het Ministerie van SZW een persbericht onder de kop Stimuleringsregeling Arbeidsvriendelijke Technieken.

Daarin was het bericht opgenomen dat bedrijven die produktiemiddelen ontwikkelen waardoor de arbeidsomstandigheden van werknemers aanzienlijk verbeteren, gebruik kunnen maken van een nieuw onderdeel van de Regeling Technische Ontwikkelingskredieten van het Ministerie van EZ. De nieuwe stimuleringsregeling is bedoeld om arbeidsvriendelijke produktiemiddelen te ontwikkelen en op de markt te brengen.

Uit een brochure die speciaal voor de stimuleringsregeling is uitgebracht blijkt dat de term produktiemiddel ruim moet worden opgevat. Apparaten, werktuigen, toestellen en machines, ze vallen allemaal onder het begrip produktiemiddel. In bepaalde gevallen kunnen ook nieuwe onderdelen van bestaande produktiemiddelen voor de regeling in aanmerking komen.

Het arbeidsvriendelijke karakter van de regeling houdt in dat het nieuwe produktiemiddel aanmerkelijke verbeteringen op ten minste één terrein met zich mee moet brengen. Daarbij kan gedacht worden aan vermindering van schadelijk geluid, aan vermindering van trillingen op de arbeidsplaats en aan het terugdringen

van lichamelijke belastingen zoals bijvoorbeeld bij tilwerk. Verder komen vindingen voor de regeling in aanmerking die blootstelling aan extreme temperaturen, vocht, tocht, dampen en gassen moeten tegengaan. Het spreekt voor zich dat de ene verbetering op de werkplek niet moet leiden tot een verslechtering van een ander werksituatie.

Om de ontwikkeling van een nieuw produktiemiddel te stimuleren kan Economische Zaken een krediet verstrekken van maximaal zestig procent van de kosten. Sociale Zaken kan daarboven op vijftientwintig procent subsidie geven over de (geschatte) verkoopprijs van de eerste vijf produktiemiddelen die gereedkomen. Voor de subsidieregeling geldt een maximum van f 250 000 per aanvraag. Deze subsidie kan alleen worden verkregen als Economische Zaken heeft besloten het ontwikkelingskrediet te verstrekken. In totaal is vijf miljoen gulden voor de subsidie van Sociale Zaken beschikbaar.

Stimuleren

'Sociale Zaken is bij de stimuleringsregeling betrokken omdat hier een terrein ligt dat niet wordt bestreken door de wetgeving', licht Bakkum de deelname van 'zijn' ministerie toe. 'De wetgeving stelt geen eisen aan de fabrikant hoe hij veilig moet ontwerpen. Uitzondering is de Wet Gevaarlijke Werktuigen. Dat betreft een aantal met name genoemde werktuigen waaraan in de constructiefase het een en ander aan veiligheid moet gebeuren. Voor de rest, zeker op het gebied van de gezondheid, is er geen enkel voorschrift.'

Volgens Bakkum wordt er in tal van bedrijven continu gewerkt aan de ►