

Waardering sprinklerinstallaties - 2^e editie

Handreiking waardering
sprinklerinstallaties en brandwerendheid
op bezwijken van staalconstructies onder
brandomstandigheden

Status	Definitief
Versie	004
Rapport	B.2019.1319.00.R001
Datum	17 maart 2025



Colofon

Opdrachtgever	Federatie Veilig Nederland sectie Verenigde SprinklerIndustrie (VSI) Postbus 2700 AV ZOETERMEER
	Contactpersoon: J.M.G. van Lierop
	Bouwen met Staal Louis Braillelaan 80 2719 EK Zoetermeer
	Contactpersoon: R. Hamerlinck
Project	Handreiking waardering Sprinklerinstallaties
Betreft	Waardering sprinklerinstallaties en brandwerendheid op bezwijken van staalconstructies
Uw kenmerk	-
Rapport	B.2019.1319.00.R001
Datum	17 maart 2025
Versie	004
Status	Definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Weerdjesstraat 70 6811 JE Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	R.P.W. (Ronald) Oldengarm 088 346 77 02 OL@dgmr.nl
Auteur	ing. J.C. (Johan) Hoogeweg 088 346 77 12 JHO@dgmr.nl
	R.P.W. (Ronald) Oldengarm 088 346 77 02 OL@dgmr.nl
Projectadviseur	R.P.W. (Ronald) Oldengarm 088 346 77 02 OL@dgmr.nl
2e lezer/secr.	OL BDI OZU

Inhoud

Samenvatting - Waardering sprinklerinstallaties en brandwerendheid	5
1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doel van de handreiking	6
1.3 Voor wie is deze handreiking bruikbaar?	6
1.4 Aansluiting bij andere normen en richtlijnen	7
2. Toepassingsgebied van deze handreiking	8
2.1 Algemeen	8
2.2 Direct toepassingsgebied	8
2.3 Mogelijke andere toepassingsgebieden	8
2.4 Private eisen	9
2.5 Woonfuncties	9
2.6 Andere VBB-systemen dan sprinklerinstallaties	9
2.7 Toepassing in combinatie met andere methodieken	10
3. Brandveiligheid - Algemeen	11
3.1 Beveiligingsdoelstellingen	11
3.2 Absolute veiligheid of niet?	11
Tijdsmodel vluchten en hulpverlening	11
3.3	11
3.4 Waardering sprinklerinstallatie	12
3.5 Meervoudige waardering	13
3.6 Lines of Defence	14
3.7 Reduceren of bekorten?	14
4. Bbl - algemeen	15
4.1 Doel Bbl	15
4.2 Prestatie-eisen vs. functionele eisen	15
4.3 Functionele eis - Sterkte bij brand	15
4.4 Prestatie-eisen - Tijdsduur van het bezwijken	15
4.5 Bouwkundige of installatietechnische invulling	17
4.6 Eis van toepassing op elk constructieonderdeel?	17
4.7 Veiligheidsniveau	18
4.8 Zorgplicht	20
5. Waardering - Bbl	21
5.1 Hoe veiligheidsniveau te realiseren?	21
5.2 Waarderingsprincipe nieuwbouw en verbouw	21
5.3 Waarderingsprincipe bestaande bouw	23
5.4 Taken interne hulpverleningsorganisatie en brandweer voor redding en blussing	23
6. Waardering Bbl - Stappenplan	25
6.1 Algemeen	25
6.2 Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB _{con} eis in relatie tot veilig vluchten	26

6.3 Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB _{con} -eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer	29
6.4 Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheidseis	29
6.5 Voorbeelden	30
7. Waardering - Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen	31
7.1 Situatie	31
7.2 Waardering	32
7.3 Voorwaarden	32
8. Waardering - Pompopstelruimte van de sprinklerinstallatie	33
8.1 Situatie	33
8.2 Waardering	33
Bijlage 2: Gedrag van staalconstructies bij brand	37
B.2.1 Kritieke staaltemperatuur	37
B.2.2 Brandwerendheid van onbeschermd constructies	37
B.2.3 Brandwerendheid van beschermde constructies	39
B.2.4 Componentenbenadering	39
B.3.1 Algemeen	41
B.3.2 Beschermen staalconstructie	42
B.3.3 Aandachtspunten ontwerp	42
B.3.4 Waarborging kwaliteit en betrouwbaarheid	43
Bijlagen	
Bijlage 1	Voorbeelden
Bijlage 2	Gedrag van staalconstructies bij brand
Bijlage 3	Sprinklerinstallatie
Bijlage 4	Bronvermeldingen/verwijzingen

Samenvatting - Waardering sprinklerinstallaties en brandwerendheid

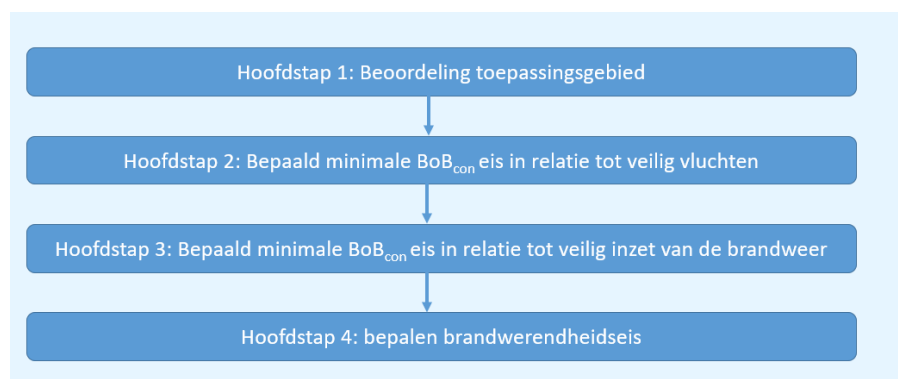
Voor bouwen met staal liggen er eisen voor brandveiligheid vast in wetgeving, richtlijnen en normen. Zo zijn er eisen aan de tijd waarin een stalen draagconstructie niet mag bezwijken als gevolg van brand. Om aan deze eisen te voldoen neemt men doorgaans bouwkundige maatregelen, zoals het aanbrengen van plaatmateriaal of opschuimende verf op/rond het staal.

Men gaat bij het berekenen van de eisen uit van een situatie zonder sprinklerinstallatie. Er is geen twijfel over het feit dat de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie een aanzienlijk positieve bijdrage heeft op het brandveiligheidsniveau. De vraag is dan of het nodig is veel bouwkundige maatregelen te nemen. Of kan aan een deel van de brandwerendheidseisen voldaan worden door de sprinklerinstallatie ook als maatregel te gebruiken? Met de methode uit deze publicatie kan men aantonen dat met een sprinklerinstallatie, samen met de bouwkundige eisen uit het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl), een gelijkwaardig niveau van veiligheid te realiseren is.

De methode

Een sprinklerinstallatie heeft als doel een brand klein te houden. Als de brand beperkt qua omvang blijft, zal de staalconstructie niet te warm worden. Met deze methode is het mogelijk verschillende uitvoeringen sprinklerinstallaties te waarderen. Door het volgen van het stappenplan is de betrouwbaarheid van de installatie te bepalen en ontstaat een waardering in tijd. Deze tijd hoeft dan niet met een bouwkundige maatregel opgevangen te worden. Zo kan een optimale balans tussen de sprinklerinstallatie en bouwkundige maatregelen gevonden worden, om te voldoen aan de eisen.

De stappen uit de methode staan hieronder weergegeven, in deze handreiking diepen we deze verder uit. Deze methode is maatwerk, voor elk gebouw bepaalt men de eisen en mogelijkheden aan de hand van het stappenplan.



Uitgangspunt is dat een sprinklerinstallatie nooit de enige maatregel kan zijn, het kan wel de hoeveelheid bouwkundige maatregelen verminderen. De tijd om veilig te kunnen vluchten en de tijd die de brandweer nodig heeft achterblijvers te zoeken, mogen nooit afhankelijk zijn van alleen de sprinklerinstallatie.

De methode in deze publicatie is gemaakt om aan het bevoegd gezag aan te tonen dat het combineren van sprinklers en bouwkundige maatregelen gelijkwaardig is aan een oplossing met alleen bouwkundige maatregelen. Deze publicatie is bedoeld voor iedereen die een 'bouwaanvraag' wil doen en deze methode wil gebruiken voor de aanvraag.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2017 [1] is de eerste versie van deze handreiking uitgegeven. In de 2017 uitgave van de publicatie is een op brede consensus gebaseerde methoden beschreven waarmee de aanwezige sprinklerinstallatie in het gebouw kan worden gewaardeerd. Deze handreiking was opgesteld op basis van het Bouwbesluit 2012. Met deze update van de handreiking is deze afgestemd op het Besluit bouwwerken leefomgeving (hierna: Bbl). Daarnaast hebben ervaringen met het gebruik van deze publicatie, en vragen die zijn ontstaan bij het gebruik ervan en de wens om deze handreiking breder in te zetten geleid tot deze herziene 2^e editie.

Vanuit regelgeving, richtlijnen en normen zoals bijvoorbeeld het Bbl en de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (hierna: PGS), worden er eisen gesteld aan de tijd waarbinnen een draagconstructie niet mag bezwijken als gevolg van brand. Bij het bepalen van de noodzakelijke voorzieningen wordt er geen rekening gehouden met de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie. Uitgangspunt is dat invulling van de eis op een 'bouwkundige' wijze plaatsvindt.

Het waarden van de sprinklerinstallatie in het kader van gelijkwaardigheid is een gerechtvaardigde methode om (deels) invulling te geven aan de eisen. Over hoe dit moet gebeuren, is niets in de wetgeving, normen en richtlijnen vastgelegd. Aangezien elke gelijkwaardigheid gemotiveerd moet worden aangevraagd en moet worden beoordeeld door het bevoegd gezag, leidt dit tot onduidelijkheid bij de marktpartijen en bevoegd gezag.

Binnen de methode is niet alleen gekeken naar het aspect 'veiligheid van personen' maar ook naar de veiligheid voor de brandweer tijdens brand. Naast extra veiligheid die de sprinklerinstallatie biedt bij een inzet van een brandweer, wordt er ook rekening gehouden met een zeer kleine kans dat sprinklerinstallatie niet functioneert. Hierdoor zit er voldoende 'redundancy' in het brandveiligheidsniveau van het gebouw.

1.2 Doel van de handreiking

Deze handreiking bevat een systematiek waarbij door de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie (deels) invulling gegeven kan worden aan de eisen op het gebied van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken (hierna: BoB_{con}-eis). Hierbij is gekozen voor een eenvoudige methode die zonder uitgebreide en complexe rekentools toegepast en onderbouwd kan worden.

Het inzetten van een sprinklerinstallatie is hierbij toelaatbaar als het bouwwerk, anders dan door het volgen van de direct aangegeven prestatie-eisen, alsnog aan de doelen voldoet die beoogd zijn met het beschreven veiligheidsniveau (gelijkwaardigheidsprincipe).

Deze handreiking biedt handvatten om het vergunningstraject soepeler te laten verlopen en is dus geen handboek met vastgestelde gelijkwaardigheden maar bevat 'tools' om een gelijkwaardigheid gemotiveerd te onderbouwen.

1.3 Voor wie is deze handreiking bruikbaar?

Deze kennispublicatie is bestemd voor medewerkers van brandweer, gemeenten (Bouw- en Woningtoezicht), architecten, aannemers, constructeurs, adviseurs, verzekeraars en bouwverenigingen.

Uitgangspunt is, dat zonder directe kennis van de constructieve normen en berekeningen op het gebied van brandveiligheid en de hierbij behorende begrippen deze handreiking toepasbaar is.

1.4 Aansluiting bij andere normen en richtlijnen

Vanuit het Bbl kan voor het onderbouwen van de afmetingen van een brandcompartiment gebruik worden gemaakt van NEN 6060 [2] en NEN 6079 [3].

Dragende constructiedelen die geen rol spelen bij de prestatie van scheidingsconstructies in het NEN 6060/NEN 6079-compartiment behoren te voldoen aan de eisen die het Bbl stelt aan bouwconstructies. Als bepalingsmethode geldt de Eurocodes dan wel NEN 6069. Aangezien binnen de Eurocode een waardering voor sprinklers mogelijk is, kan deze handreiking worden toegepast als onderbouwing bij het waarden van de sprinklerinstallatie.

Bij toepassing van NEN 6079 is in eerste instantie ook bovenstaande van toepassing. Daarnaast kan mogelijk bij dragende constructiedelen die wel een rol spelen bij de prestatie van scheidingsconstructies in het NEN 6079 compartiment deze handreiking worden toegepast als er voldoende 'kansruimte' aanwezig is (NEN 6079 | 1.2 opmerking 3/4).

Opmerking: bij toepassing van deze handreiking is het geen voorwaarde dat voor het onderbouwen van de gelijkwaardigheid grote brandcompartimenten gebruik wordt gemaakt van de NEN 6060/NEN 6079. Het staat de aanvrager vrij om een methode hiervoor te kiezen.

2. Toepassingsgebied van deze handreiking

2.1 Algemeen

Vanuit wetgeving, richtlijnen en normen zoals de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (hierna: PGS), worden er eisen gesteld aan de tijd waarbinnen een draagconstructie niet mag bezwijken als gevolg van brand. Om de omvang van de noodzakelijke maatregelen te kunnen bepalen en om hiermee invulling te geven aan de geformuleerde eisen, zijn er meerdere methoden beschikbaar:

- 1 Het bepalen van de noodzakelijke voorzieningen zonder de waardering van de aanwezige sprinklerinstallatie. Dit resulteert er meestal in dat er passieve bescherming op de bouwconstructie moet worden aangebracht (bijvoorbeeld brandwerende 'beplating', 'sputmortel' of 'coating').
- 2 Een nadere beschouwing van het gehele brandveiligheidsconcept waarbij integraal naar de brandveiligheid wordt gekeken, bijvoorbeeld op basis van een risicobenadering met Fire Safety Engineering. Hierbij kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van het 'natuurlijk brandconcept' [4] [5].
- 3 Het toepassen van de vereenvoudigde methode zoals aangegeven in deze handreiking die gebaseerd is op conservatieve (dat wil zeggen: veilige) uitgangspunten en waarden.

2.2 Direct toepassingsgebied

Deze handreiking is direct toepasbaar op:

- Nieuwbouw-, verbouw- en bestaande bouwsituaties zoals bedoeld in Bbl, waarin de gevolgen van bezwijken van de draagconstructie gering of middelmatig zijn. Dit zijn gebouwen die vallen onder gevolgklassen CC1 en CC2 volgens de Eurocodes [6], zie tabel 1.
- Brandcompartimenten die vereist zijn op grond van de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS) en die zijn gelegen in of tegen een gesprinklerd brandcompartiment.
- Pompopstelruimte waarin de drukverhogingspomp(en) van de sprinklerinstallatie staan opgesteld.

Uitgangspunt hierbij is dat (delen van¹) het gebouw waar de methode wordt toegepast is voorzien van een gecertificeerde sprinklerinstallatie zoals bedoeld in Bbl artikel 6.36 lid 1.

tabel 1: omschrijving gevolgklassen

Gevolgklasse	Omschrijving	Voorbeelden van toepassingen
CC3	Grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of zeer grote economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving	Hoogbouw (h > 70 m) Tribunes, Tentoonstellingsruimten, Concertzalen, Grote openbare gebouwen
CC2	Middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, aanzienlijke economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving	Woongebouwen Kantoorgebouwen Openbare gebouwen Industriegebouwen (3 of meer verdiepingen)
CC1	Geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of kleine of verwaarloosbare economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving	Landbouwbedrijfsgebouwen Tuinbouwkassen Standaard eengezinswoningen Industriegebouwen (1 of 2 verdiepingen)

2.3 Mogelijke andere toepassingsgebieden

Naast het directe toepassingsgebied zijn er veel meer situaties denkbaar waarin de aanwezigheid van de sprinklerinstallatie kan bijdragen aan het behalen van het beoogde brandveiligheidsniveau:

¹ Ook in deels gesprinklerde gebouwen is het mogelijk deze methode toe te passen, maar dan alleen voor de constructieonderdelen die in het gesprinklerde gebied zijn gelegen.

- Sprinklerinstallaties die rechtstreeks de staalconstructie koelen.
- Gebouwen waarin de gevolgen van bezwijken van de draagconstructie groot zijn. Dit zijn gebouwen die vallen onder gevolgklassen CC3 volgens de Eurocodes.
- Gebouwen waarbij een gebruiksgebied hoger ligt dan 70 meter boven het meetniveau. Eisen aan de constructie en de waardering van de sprinklerinstallatie binnen het totale brandveiligheidsconcept van hoogbouw zijn beschreven in de 'Handreiking brandveiligheid in hoge gebouwen' [7].
- Gebouwen waarbij het gebruiksgebied meer dan 8 meter onder het meetniveau ligt.
- Verkeerstunnels.

Deze handreiking kan voor deze situaties wel (deels) gebruikt worden als basis voor het opstellen van een onderbouwing om een sprinklerinstallatie te waarderen. Dit vraagt om een nadere beschouwing/uitwerking die niet is opgenomen in deze handreiking.

2.4 Private eisen

Voor een specifiek gebouw kunnen in aanvulling op het wettelijke kader ook privaatrechtelijke eisen van belang zijn, bijvoorbeeld gesteld door de verzekeraar of door de eigenaar zelf. Dit kan tot gevolg hebben dat een waardering van de aanwezige sprinklerinstallatie niet of beperkt mogelijk is of dat er aanvullende eisen worden gesteld aan de uitvoering van de sprinklerinstallatie. In het voortraject vraagt dit om een goede afstemming tussen alle betrokken partijen.

2.5 Woonfuncties

Woongebouwen vragen om een bijzondere beschouwing omdat hierbij de ontruiming (met name de alarmering), door het ontbreken van een interne organisatie en alarmeringsmiddelen (ontruimingsalarminstallatie), geïnitieerd wordt door de externe hulpverleningsorganisatie (politie/brandweer).

Deze handreiking is naar het oordeel van de rapporteurs toepasbaar bij woningen boven een gesprinklerd brandcompartiment of woningen voorzien van een sprinklerinstallatie. De gebruiker moet in dergelijke gevallen overleggen met het bevoegd gezag om te bepalen of, en zo ja onder welke voorwaarden, de methode kan worden toegepast. Het is denkbaar dat een aanvullende voorziening zoals een ontruimingsalarminstallatie bijdraagt aan een waardering van een sprinklerinstallatie.

2.6 Andere VBB-systemen dan sprinklerinstallaties

Dit document is in eerste instantie opgesteld voor toepassing van een sprinklerinstallatie.

Het is denkbaar dat andere Vastopgestelde Brandbeheersings- en Brandblussystemen (VBB-systeem), bijvoorbeeld watermistinstallaties, die voldoen aan de criteria voor het te beveiligen risico in relatie met het gebouw en het gebruik een alternatief zijn. Dit vraagt om een nadere beschouwing van de doelmatigheid van het systeem.

2.7 Toepassing in combinatie met andere methodieken

Bij het gebruik van een (experimentele of rekenkundige) beoordeling volgens de standaardbrandkromme wordt de invloed van de aanwezige ventilatie, vuurbelasting en/of de aanwezigheid van een sprinkler in een gebouw niet meegenomen. Er wordt dus niet gekeken naar de ontwikkeling van de brand zoals deze in 'praktijk' kan optreden, het 'Natuurlijk brandconcept'. De Eurocodes [5] geven die mogelijkheid wel, bijvoorbeeld in de vorm van een 'natuurlijke brand' (het natuurlijk brandconcept). De keuze welke van de twee sporen gevolgd wordt, berust bij de constructeur.

Bij een berekening volgens het natuurlijk brandconcept, beschreven in [8], kunnen parameters als ventilatie, brandbeveiligingsinstallaties (zoals een sprinkler), geometrie van een ruimte en de vuurbelasting worden meegenomen bij het bepalen van de temperatuurontwikkeling in de brandruimte.

Het natuurlijk brandconcept, reductiemogelijkheden uit de Eurocode of andere normen/richtlijnen/publicaties kunnen niet zondermeer worden gecombineerd met de waardering voor de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie zoals beschreven in deze handreiking.

3. Brandveiligheid - Algemeen

3.1 Beveiligingsdoelstellingen

Bij het beveiligen tegen brand gaat het erom de gebeurtenissen te beïnvloeden die zich bij een brand voordoen. Om de noodzakelijke maatregelen te kunnen bepalen en te waarderen is het als eerste noodzakelijk inzicht te hebben in de algemene beveiligingsdoelstellingen op het gebied van brandveiligheid. Zonder direct naar de regelgeving te kijken kunnen de volgende beveiligingsdoelstellingen worden benoemd [9]:

- 1 het voorkomen van brand;
- 2 het zo snel mogelijk ontdekken van brand;
- 3 het zo snel mogelijk alarmeren van brand;
- 4 het tijdig ontruimen en/of vluchten bij brand;
- 5 het blussen van een beginnende brand door bedrijfshulpverleners/personeel;
- 6 het zo snel mogelijk automatisch blussen van brand;
- 7 het zo snel mogelijk melden van brand aan de meldkamer van de hulpverleningsdiensten;
- 8 het zo snel mogelijk opkomen van de brandweer;
- 9 het zo snel, veilig en effectief mogelijk inzetten van de brandweer;
- 10 het zo snel mogelijk redden door de brandweer;
- 11 het zo snel en effectief mogelijk blussen door de brandweer;
- 12 het zo snel en adequaat mogelijk voorzien in nazorg.

3.2 Absolute veiligheid of niet?

Absolute veiligheid kan niet worden geborgd, dit moet ook niet worden gepretendeerd en worden nagestreefd, dit is ook niet het doel van de regelgeving. Dit is namelijk niet realiseerbaar, veiligheidsrisico's moeten tot het redelijkerwijs mogelijke worden gereduceerd. Bouwkundige- (B), installatietechnische- (I) en organisatorische maatregelen (O), in hun samenhang, zorgen voor een bepaald acceptabel veiligheidsniveau.

Welk veiligheidsniveau van toepassing is, wordt bepaald door de betrokken partijen. Dit kan zijn vanuit wet- en regelgeving en/of private eisen.

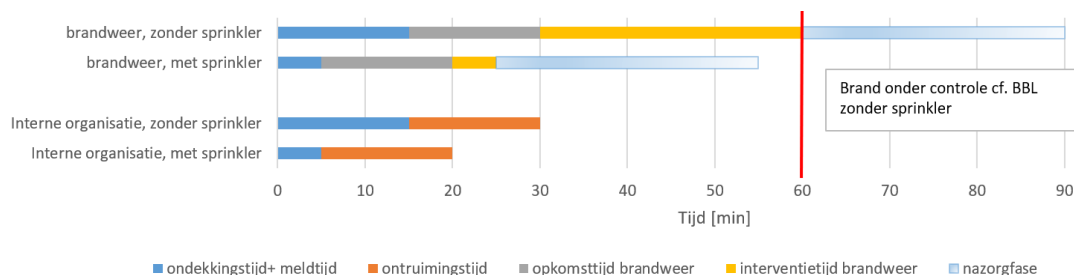
Bij het bepalen van de waardering van de sprinklerinstallatie binnen deze methode wordt rekening gehouden met de geringe kans (enkele procenten) dat deze installatietechnische voorzieningen niet adequaat functioneren. Hiervoor zijn in de methode diverse vangnetten opgenomen om het veilig vluchten en de inzet van de brandweer op een basisniveau te borgen.

3.3 Tijdsmodel vluchten en hulpverlening

Het verloop van een brand in een standaard gebouw wordt vaak geschematiseerd weergegeven in de vorm van een tijdsverloop ook wel 'normatief brandverloop' genoemd. In de integrale nota van toelichting Bbl is aangegeven dat bij het vastleggen van brandveiligheidsregels voor nieuw te bouwen gebouwen is uitgegaan van het volgende tijdsmodel voor vluchten en hulpverlening:

- binnen 15 minuten na het ontstaan van een brand moet die brand zijn ontdekt en moeten de door die brand bedreigde personen en de brandweer zijn gealarmeerd;
- binnen 15 minuten na die alarmering moeten de door de brand bedreigde personen zonder hulp van de brandweer kunnen vluchten;
- de brandweer is aanwezig en operationeel binnen 15 minuten na het melden van de brand, en
- de brandweer heeft de brand binnen 60 minuten na het ontstaan onder controle, wat inhoudt dat voorkomen wordt dat de brand verder uitbreidt. Op dat moment moeten de laatste door de brand bedreigde personen met behulp van de brandweer zijn gered.

In figuur 1 is dit tijdsmodel gevisualiseerd voor een standaard gebouw zonder sprinklerinstallatie (=standaard Bbl gebouw) en één met sprinklerinstallatie



figuur 1: tijdsmodel voor vluchten en hulpverlening voor een gebruiksfunctie met zelfredzame personen.
Bron: Bbl+ [10].

Uit dit tijdsmodel blijkt duidelijk dat door de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie, detectie en alarmering een stuk sneller plaatsvinden dan in een gebouw zonder deze voorziening. Doordat de brand beheerst wordt door de sprinklerinstallatie is de interventietijd van de brandweer aanzienlijk korter waarbij dit daarnaast ook nog eens onder veiligere condities kan plaatsvinden.

In het Bbl is voor het tijdsmodel uitgegaan van een situatie zonder de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie. Dit tijdsmodel heeft een duidelijke relatie met de basiseisen die in het Bbl worden gesteld, zoals:

- Brandcompartimentering: een basis WBDBO-eis van 60 minuten tussen brandcompartimenten is van toepassing.
- Veilig vluchten: vluchtroutes buiten het subbrandcompartiment waar brand is ontstaan, mogen niet onbruikbaar worden binnen 30 minuten.
- Sterkte bij brand: de draagconstructie van het gebouw buiten het brandcompartiment waar brand is ontstaan, mag niet bezwijken binnen 60 minuten.

Afhankelijke van de situatie (functie/hogte) is een bekorting of verhoging van de eisen van toepassing.

Voor bestaande bouw is de relatie tussen het tijdsmodel en de eisen minder sterk aanwezig. In paragraaf 4.7 wordt hier nader op ingegaan.

3.4 Waardering sprinklerinstallatie

Er bestaat geen twijfel over het feit dat de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie een aanzienlijk positieve bijdrage geeft aan het brandveiligheidsniveau vergeleken met een situatie waarbij deze niet aanwezig is.

Daarom wordt de sprinklerinstallatie vaak ingezet om een gelijkwaardig niveau van veiligheid te realiseren zoals beoogd is met de functionele eisen uit het Bbl. Daarnaast wordt de installatie vaak ingezet om de effecten van brand op de omgeving en het milieu te beheersen.

Voorbeelden waar de sprinklerinstallatie voor wordt ingezet (niet volledige opsomming):

- realiseren grote brandcompartimenten;
- het voorkomen van brandoverslag naar andere brandcompartimenten;

- het beperken van de rookontwikkeling bij een brand waardoor personen langer de tijd krijgen om veilig te kunnen vluchten (ASET/RSET). Hierdoor zijn bijvoorbeeld langere loopafstanden mogelijk binnen een subbrandcompartiment;
- het reduceren van de brandwerendheidseis van omhullingen van vluchtroutes;
- het reduceren van de brandwerendheidseis tussen brandcompartimenten onderling;
- het verlagen van de eisen aan het brandgedrag van materialen;
- het bekorten van de eisen voor de brandwerendheid van de draagconstructie van het gebouw;
- het realiseren van functiebehoud van kabeltracés van brandbeveiligingsinstallaties (NPR 2576);
- inzetten voor detectie als alternatief voor een brandmeldinstallatie met automatische detectie.
- het beperken van het aantal hulpverleners.

Bovenstaande voorbeelden zijn praktijkvoorbeelden waar de sprinkler voor wordt ingezet. Of een gelijkwaardigheid mogelijk is, hangt af van de situatie en is altijd maatwerk.

3.5 Meervoudige waardering

Bij het waarderen van de sprinklerinstallatie, bijvoorbeeld in het kader van gelijkwaardigheid, ontstaat soms de discussie voor hoeveel aspecten de sprinklerinstallatie als gelijkwaardigheid mag worden ingezet binnen één project. Brandveiligheid is altijd een maatwerkoplossing waarbij per situatie bekeken moet worden of het vereiste brandveiligheidsniveau wordt behaald. Zomaar stellen dat de sprinkler onbeperkt ingezet mag worden voor meerdere gelijkwaardigheden kan leiden tot een te laag veiligheidsniveau. Andersom deze maar toestaan voor één gelijkwaardigheid kan leiden tot onnodige onderwaardering van de aanwezige sprinklerinstallatie. Ofwel, een goede beschouwing van de Lines of Defence is noodzakelijk.

Het brandveiligheidsniveau van een gebouw wordt bepaald door de samenhang tussen de bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen (BIO-aspecten). Eisen uit het Bbl hebben echter niet altijd een directe relatie met elkaar. Een eis kan betrekking hebben op veilig vluchten, een andere eis op alleen het aspect beheersbaarheid van brand zonder dat er een direct raakvlak is met veilig vluchten.

Situatie 1: geen relatie | Enkele voorbeelden waarbij geen directe relatie aanwezig is:

- Het voorkomen van brandoverslag naar een belendend perceel heeft geen relatie met veilig vluchten in het gebouw waar brand is.
- Er wordt voldaan aan de maximale loopafstanden binnen een subbrandcompartiment, een relatie met de afmetingen van het brandcompartiment is niet aanwezig. De sprinkler wordt ook niet op een andere wijze ingezet om het veilig vluchten mogelijk te maken, bijvoorbeeld door een ASET-RSET berekening.

Situatie 2: wel een relatie | Voorbeeld waarbij wel een directe relatie aanwezig is:

- Het vergroten van een brandcompartiment kan leiden tot loopafstanden die langer zijn dan toegestaan volgens het Bbl. Met een ASET-RSET-berekening² wordt aangetoond dat het veilig vluchten mogelijk is waarbij als input voor de berekeningen wordt uitgegaan van een brand die door de sprinklerinstallatie wordt beheerst.

Wanneer er geen directe relatie aanwezig is tussen de gelijkwaardigheden waar de sprinkler voor wordt ingezet, kan snel worden gesteld dat het waarderen van de sprinklerinstallatie voor

² ASET: Available Safe Egress Time', RSET: Required Safe Egress Time.

meerdere aspecten mogelijk is. In situaties waarbij er wel een direct relatie aanwezig is, is het noodzakelijk om te kijken naar de faalkans van een sprinklerinstallatie en de gevolgen hiervan.

3.6 Lines of Defence

Een algemene stelregel is dat een veiligheidsniveau nooit van één faalbaar aspect afhankelijk moet zijn. Het veiligheidsniveau wordt daarom in de regel geleverd door meerdere Lines of Defence (LOD). Hierbij is het systeem dan voldoende solide om een onverwachte gebeurtenis op te vangen, ook wanneer een faalkans achteraf veel groter is dan verwacht.

Net zoals bij een passieve bescherming van de bouwconstructie kent een installatietechnische oplossing een kans dat deze niet functioneert zoals verwacht. Dat wil niet zeggen dat er direct een onveilige situatie is.

Op hoofdlijnen kunnen we elke beveiligingsdoelstelling uit hoofdstuk 3.1 zien als een Line of Defence (LOD). In bijlage 3 is de relatie tussen de beveiligingsdoelstellingen en de prestatie van de sprinklerinstallatie nader toegelicht.

3.7 Reduceren of bekorten?

Bij het toepassen van een waardering van een maatregel in een gebouw wordt vaak gesproken over het begrip 'reduceren van een eis'. Reduceren kan worden gezien als iets negatiefs, ogenschijnlijk wordt er iets 'weggenomen'.

Het begrip reduceren is dan ook niet terecht, dit begrip komt zelfs niet voor in het Bbl. Het Bbl hanteert alleen het begrip 'bekort', het korter maken qua tijdsduur. Bijvoorbeeld '*.. wordt de tijdsduur met 30 minuten bekort...*'.

In deze handreiking praten we dan ook niet over reduceren maar over het waarderen van maatregelen om invulling te geven aan de eis van brandwerendheid op bezwijken onder brandomstandigheden.

4. Bbl - algemeen

4.1 Doel Bbl

Het doel van de brandveiligheidsvoorschriften in het Bbl is:

Doel bij de brandveiligheidsregels in dit besluit is het voorkomen van slachtoffers (gewonden en doden) en het voorkomen dat een brand zich uitbreidt naar bouwwerken op andere percelen.

Integrale nota van toelichting Bbl, artikel 2.3.8

Het behouden van het bouwwerk en het voorkomen van schade aan het milieu, monumenten of maatschappelijke voorzieningen of belangen zijn geen doelstellingen. Het nastreven van deze twee doelen heeft als neveneffect wel het gedeeltelijk verminderen van de laatstgenoemde schade.

4.2 Prestatie-eisen vs. functionele eisen

Het Bbl geeft voorschriften waarmee de brandveiligheid (en diverse andere gebruiks- en veiligheidsaspecten) van bouwwerken wordt gewaarborgd. In het Bbl zijn deze voorschriften beschreven in functionele eisen en prestatie-eisen. De functionele eis is te vinden in het aansturingsartikel van de paragraaf en beschrijft wat er met een bepaalde paragraaf in het Bbl wordt beoogd. De functionele eis is een beschrijvende, niet gekwantificeerde eis. De prestatie-eisen geven een specifieke oplossing waarmee kan worden voldaan aan de functionele eis. De functionele eis is voor alle gebruiksfuncties gelijk, de prestatie-eisen waarmee kan worden voldaan aan de functionele eis kunnen echter per gebruiksfunctie verschillen.

4.3 Functionele eis - Sterkte bij brand

Afdeling 3.2 (bestaande bouw) en 4.1 (nieuwbouw) van het Bbl bevat de voorschriften met betrekking tot sterkte bij brand van gebouwen.

De functionele eis om de sterkte bij brand te waarborgen in een (nieuw) te bouwen bouwwerk is als volgt gedefinieerd in artikel 3.11 lid 1 en 4.16, lid 1:

Een bouwwerk is bestand tegen brand zodat geen sprake zal zijn van instorting die gevaar oplevert voor het vluchten of voor hulpverlening bij brand, gedurende een redelijke tijd.

Bbl artikel 3.11 lid 1 en 4.16 lid 1

4.4 Prestatie-eisen - Tijdsduur van het bezwijken

De overige artikelen in afdeling 3.2 en 4.1 beschrijven de prestatie-eisen waarmee invulling kan worden gegeven aan de gestelde functionele eis. Deze prestatie-eisen gaan in op de tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot het bezwijken van constructieonderdelen. Binnen de prestatie-eisen zoals gesteld in het Bbl mag een constructie, gelegen in een (sub-)brandcompartiment waar brand is, bezwijken.

Dit mag, binnen de gestelde tijd, echter niet leiden tot het bezwijken van constructies buiten dit brandcompartiment of van een vluchtroute buiten het (sub-)brandcompartiment. In de prestatie-eisen is niet alleen de tijdsduur in minuten beschreven, maar ook de bepalingmethode die gebruikt moet worden om de tijdsduur van het bezwijken te bepalen en welke bijbehorende belastingcombinaties moeten worden gebruikt.

Tabellen 2 en 3 geven een samenvatting van de eisen uit afdeling 2.2 van het Bbl voor de tijdsduur van bezwijken. De eisen zijn uitgesplitst voor de verschillende gebruiksfuncties en de hoogte ten opzichte van het meetniveau (verblijfsgebied/gebruiksgebied). Hierbij zijn zowel de nieuwbouw eisen aangegeven als de eisen voor bestaande bouw. Als er geen eis van toepassing is, dan is er geen eis opgenomen in de tabel. In situaties dat er geen eis is genoemd, is de functionele eis van toepassing.

tabel 2: tijdsduur bezwijken Bbl, nieuwbouw

	Gebruiksfunctie c.f.Bbl	≤5m	5<H≤7m	5<H≤13m	7<H≤13m	H>13m
1	Woonfunctie	60	60		90	120
2	Bijeenkomstfunctie					
	A voor kinderopvang met bedgebied	60		90		120
	B andere bijeenkomstfunctie			90		90
3	Celfunctie	60		90		
4	Gezondheidszorgfunctie					
	A met bedgebied	60		90		120
	B andere gezondheidszorgfunctie			90		90
5	Industriefunctie			90		90
6	Kantoorfunctie			90		90
7	Logiesfunctie	60		90		120
8	Onderwijsfunctie			90		90
9	Sportfunctie			90		90
10	Winkelfunctie			90		90
11	Overige gebruiksfunctie					
	A voor het personenvervoer			90		90
	B voor het stallen van motorvoertuigen			90		90
	C andere overige gebruiksfunctie					

Alle waarden, exclusief de 90 en 120 minuten voor de woonfunctie, mogen in nieuwbouw situaties met 30 minuten worden bekort wanneer de permante vuurbelasting lager is dan 500 MJ/m² bepaald volgens NEN 6090.

tabel 3: tijdsduur bezwijken Bbl, bestaande bouw

	Gebruiksfunctie c.f.Bbl	>5m	7<H≤13m	H>13m
1	Woonfunctie		30	60
2	Bijeenkomstfunctie			
	A voor kinderopvang met bedgebied	30		
	B andere bijeenkomstfunctie			
3	Celfunctie	30		60
4	Gezondheidszorgfunctie			
	A met bedgebied	30		60
	B andere gezondheidszorgfunctie	30		
5	Industriefunctie	30		
6	Kantoorfunctie	30		
7	Logiesfunctie	30		60
8	Onderwijsfunctie	30		
9	Sportfunctie	30		
10	Winkelfunctie	30		
11	Overige gebruiksfunctie			
	A voor het personenvervoer	30		
	B andere overige gebruiksfunctie			

4.5 Bouwkundige of installatietechnische invulling

Om de doelen van de constructieve brandveiligheid bij brand te realiseren, is het van belang dat:

- 1 de gebruikers van het bouwwerk voldoende gelegenheid hebben om zich na het uitbreken van brand tijdig naar een veilige plaats te begeven;
- 2 de brandweer voldoende tijd heeft om het bouwwerk te doorzoeken op eventueel daarin achtergebleven personen.

Op welke wijze kan dit worden gerealiseerd? Er kan gekozen worden voor:

- 1 **Passieve beveiliging:** maatregelen die de constructie beschermen tegen de invloeden van brand. Hierbij wordt er vaak een bescherming rondom de constructie aangebracht om de opwarming te vertragen.
- 2 **Actieve beveiliging (bron bestrijding):** maatregelen die ingrijpen op een brand waardoor de thermische belasting op de constructie afneemt waardoor er geen of minder passieve beveiliging noodzakelijk is.

Het Bbl beschrijft in de basis de bepalingsmethoden uitgaande van een passieve beveiliging. In de praktijk wordt vaak een combinatie van passieve en actieve beveiliging toegepast. Dit is echter niet altijd noodzakelijk.

4.6 Eis van toepassing op elk constructieonderdeel?

Wanneer er BoB_{con}-eis van toepassing is, wil dit niet zeggen dat elk deel van een bouwconstructie een aanvullend bescherming moet krijgen. De constructeur kan vaststellen voor welke delen van de bouwconstructie een eis van toepassing is en of dit tot maatregelen leidt.

Binnen een (sub)brandcompartiment mag volgens het Bbl (b.v. artikel 4.17 lid 1) de bouwconstructie als gevolg van een brand bezwijken. Dit mag echter niet leiden tot het bezwijken van een bouwconstructie buiten dit (sub)brandcompartiment.

Een vluchtroute die ligt binnen het subbrandcompartiment waarin de brand is, mag wel onbruikbaar (worden als gevolg van bezwijken, omdat deze vluchtroute dan toch al onbruikbaar is door rook en vuur, en de aanwezige personen, omdat zij in het bedreigde gebied zijn, de brand al hebben waargenomen).

1. Een vloer, trap of hellingbaan waarover of waaronder een vluchtroute voert, bezwijkt niet binnen 30 minuten bij brand in een subbrandcompartiment waarin die vluchtroute niet ligt. Dit is niet van toepassing op de vloer van een buitenruimte als bedoeld in artikel 4.175.

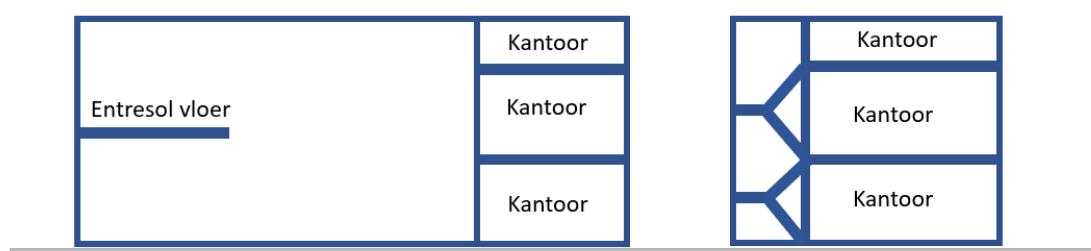
2. Een bouwconstructie bezwijkt bij brand in een brandcompartiment waarin die bouwconstructie niet ligt, niet binnen de in tabel 4.17a aangegeven tijdsduur door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of grenzend aan dat brandcompartiment. Voor zover dat brandcompartiment een woonfunctie is, geldt dit niet voor een bouwconstructie van een aan dat brandcompartiment grenzend subbrandcompartiment of grenzende buitenruimte.

Bbl artikel 4.17 lid 1 en 2

In figuur 2 is een voorbeeld opgenomen van een industriefunctie, bestaande uit een hal met entresolvloer en een kantoorgedeelte bestaande uit drie bouwlagen. Het gehele gebouw is één brandcompartiment. Het trappenhuis is uitgevoerd als extra beschermde vluchtroute (60 minuten gescheiden).

Aangezien het gehele brandcompartiment één (sub)brandcompartiment is, stelt artikel 4.17 lid 8 van het Bbl geen eisen aan de brandwerendheid op bezwijken van de bouwconstructie.

Binnen een brandcompartiment worden er geen eisen gesteld aan de bouwconstructie van de entresolvloer. Het bezwijken van een bouwconstructie mag echter geen afbreuk doen aan de brandscheiding rondom het trappenhuis (NEN 6069 [11]).



figuur 2: voorbeeld: links doorsnede over de hal en kantoor, rechts doorsnede over het kantoor

4.7 Veiligheidsniveau

Het falen van een constructie kan in het ene gebouw tot grotere gevolgen leiden dan in het andere gebouw. Daarom is, afhankelijk van de gebruiksfunctie en de hoogte van het gebouw (hoogste verblijfsgebiedsvloer), een toeslag (veiligheidsfactor) van toepassing op de basiseis van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken. Het Bbl drukt het veiligheidsniveau van brandwerende draag- en scheidingsconstructies uit in minuten brandwerendheid.

Nieuwbouw

Voor nieuwbouw moet de 60 minuten-eis gezien worden als referentieniveau (1,0). Dit past ook bij het uitgangspunt van het tijdsmodel (zie paragraaf 3.3) waar de basis een 60 minuten-eis is. Bij een 90 minuten-eis bedraagt de veiligheidsfactor 1,5 en bij een 120 minuten-eis 2,0 (tabel 4).

tabel 4: veiligheidsniveau Bbl - Nieuwbouw

Eis brandwerendheid op bezwijken	Veiligheidsfactor Nieuwbouw
30 minuten	0,5
60 minuten	1,0
90 minuten	1,5
120 minuten	2,0

Bbl artikel 2.17a lid 3 en 2.17bb lid 6 maken het voor een groot aantal situaties mogelijk om de eis met 30 minuten te bekorten wanneer de permanente vuurbelasting, bepaald volgens NEN 6090, niet meer is dan 500 MJ/m². Het gaat hier om gebouwen waarvan de permanente vuurbelasting van alle constructieonderdelen samen niet of nauwelijks een bijdrage levert aan brand.

Verbouw

Bij het geheel of gedeeltelijk vernieuwen of veranderen of het vergroten van een bouwwerk (verbouw) moet het rechtens verkregen niveau worden gehanteerd.

1. Het kwaliteitsniveau van een bouwwerk of gedeelte daarvan is na een verbouwing niet lager dan het toegestane kwaliteitsniveau onmiddellijk voorafgaand aan die verbouwing.
2. Voor zover het in het eerste lid bedoelde kwaliteitsniveau voorafgaand aan de verbouwing lager is dan het niveau voor bestaande bouw, dan geldt in afwijking van eerste lid het niveau voor bestaande bouw als het ten minste aan te houden kwaliteitsniveau.
3. Voor zover het kwaliteitsniveau voorafgaand aan de verbouwing hoger is dan het niveau voor nieuwbouw, dan geldt in afwijking van eerste lid het niveau voor nieuwbouw als ten minste aan te houden kwaliteitsniveau.

Bbl artikel 5.5

De veiligheidsfactoren voor verbouw liggen tussen die voor bestaande bouw en nieuwbouw. Op basis van het rechtens verkregen niveau (artikel 5.10) moet de eis op brandwerendheid tot bezwijken worden herleid. Op basis hiervan kan vervolgens aan de hand van tabel 5 de in de berekening te hanteren veiligheidsfactor worden vastgesteld.

tabel 5: veiligheidsfactor Bbl - Verbouw

Eis brandwerendheid op bezwijken	Aan de te houden veiligheidsfactor in de berekening bij verbouw
30 minuten	0,5
60 minuten	1,0
90 minuten	1,5
120 minuten	2,0

Bestaande bouw

Voor het bepalen van het noodzakelijke veiligheidsniveau voor bestaande bouw is uitgegaan van de oudste in ons land bekende bouwvoorschriften van gemeentelijke of provinciale verordeningen, die in de Woningwet van 1901 zijn gegeven. Het niveau dat destijds is geaccepteerd, kan nog juist uit het oogpunt van veiligheid als ondergrens worden geaccepteerd. Het niveau van enkele voorschriften is evenwel, ondanks het beginsel van verworven rechten, toch hoger gesteld dan in het verleden heeft gegolden, omdat dat hogere niveau uit het oogpunt van veiligheid of gezondheid noodzakelijk wordt geacht. Bij de afweging om wel of niet een hogere eis te stellen, heeft ook het kostenaspect een rol gespeeld. Vooral hierdoor is er in veel situaties geen directe relatie aanwezig met het tijdsmodel (paragraaf 3.3). De te hanteren veiligheidsfactoren voor bestaande bouw situaties zijn aangegeven in tabel 6.

tabel 6: veiligheidsniveau Bbl - bestaande bouw

Eis brandwerendheid op bezwijken	Veiligheidsfactor Bestaande bouw
30 minuten	0,5
60 minuten	1,0

4.8 Zorgplicht

Naast de directe eisen uit het Bbl is er ook nog een zorgplicht aanwezig:

Degene die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat de staat van het bouwwerk tot gevaar voor de gezondheid of veiligheid kan leiden, is verplicht alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs kunnen worden gevraagd om dat gevaar te voorkomen of niet te laten voortduren.

Bbl artikel 3.5

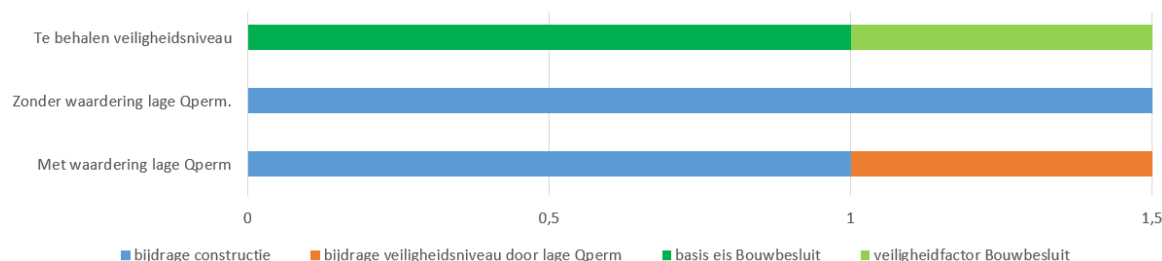
De aanwezigheid van een sprinklerinstallatie kan bijdragen aan het invullen van de zorgplicht en onderdeel zijn van een gebalanceerd brandveiligheidsniveau in het gebouw.

5. Waardering - Bbl

5.1 Hoe veiligheidsniveau te realiseren?

Zonder waardering van de sprinklerinstallatie bij het invullen van de BoB_{con}-eis, wordt het veiligheidsniveau door de constructie opgebracht, al dan niet in combinatie met passieve bescherming van de constructieonderdelen (b.v. brandwerende bekleding). Bij het bekorten op de BoB_{con}-eis wegens lage permanente vuurbelasting wordt een deel van het veiligheidsniveau behaald door een verlaging van de warmtebelasting op de constructie. Het Bbl staat dan een bekorting op de eis van 30 minuten toe (verlaging van de veiligheidsfactor met 0,5).

In figuur 3 is weergegeven hoe het met het Bbl beoogde veiligheidsniveau behaald kan worden met en zonder toepassing van een waardering voor een lage vuurbelasting.



figuur 3: voorbeeld wijze van behalen beoogd veiligheidsniveau, bij eis van 90 minuten (veiligheidsfactor 1,5)

5.2 Waarderingsprincipe nieuwbouw en verbouw

Het Bbl hanteert het uitgangspunt dat bij een lage permanente vuurbelasting de kans op bezwijken van de constructie klein is en dat daarom de vereiste brandwerendheid op bezwijken mag worden bekort. Deze systematiek wordt hier ook toegepast bij het waarderen van de sprinklerinstallatie.

Zowel de lage vuurbelasting als de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie zijn risicobeperkende maatregelen, zodat het tegelijkertijd toepassen van beide risicobeperkende maatregelen niet bezwaarlijk is.

Een sprinklerinstallatie beperkt de omvang van een brand³, zodat de kans op bezwijken van de constructie sterk wordt gereduceerd. Daarom zou de brandwerendheid van de constructie tot (bijna) 0 minuten kunnen worden bekort, zodat er geen aanvullende maatregelen nodig zijn om de sterkte van de constructie onder brandomstandigheden te waarborgen. Binnen de veiligheidsketen is echter een gangbaar uitgangspunt dat het falen van een enkele schakel (LOD) in de keten niet zou moeten leiden tot zeer grote reductie van het veiligheidsniveau.

³ Automatische sprinklerinstallaties zijn ontworpen om een brand in het beginstadium te ontdekken en met water te blussen, dan wel de brand zo onder controle te houden dat volledige blussing met andere middelen kan worden verricht [14]. In de praktijk zijn er veel situaties bekend waar de sprinklerinstallatie de brand heeft geblust. In deze handreiking is het uitgangspunt dat de sprinklerinstallatie de omvang van een brand beheerst.

Uitgangspunt is dat ook bij het niet naar verwachting functioneren van de sprinklerinstallatie een ontruiming van het gebouw mogelijk moet zijn, zonder dat bezwijken van bouwconstructies leidt tot blokkeren van vluchtroutes of hinderen van de ontruiming. Deze tijdsduur dient geheel door de constructie te worden opgebracht. Dit kan worden gerealiseerd door de 'eigen' brandwerendheid van de bouwconstructie of door het aanbrengen van passieve bescherming.

De uitvoering van de sprinklerinstallatie bepaalt de beschikbaarheid ervan en de daaruit volgende waardering. Wanneer extra maatregelen zijn getroffen om de betrouwbaarheid van de sprinklerinstallatie te verhogen, kan een hogere waardering worden toegekend.

Het is gerechtvaardigd om aan een gecertificeerde sprinklerinstallatie met een 'normaal' uitvoeringsniveau (zie tabel 7) ten minste dezelfde waardering voor de bekorting van de BoB_{con} -eis toe te kennen als bij de aanwezigheid van een lage permanente vuurbelasting. Deze lage vuurbelasting beperkt namelijk deels de duur en/of het vermogen van de brand, maar voorkomt meestal niet het bereiken van een volledig ontwikkelde brand (en de daarbij optredende temperaturen die tot bezwijken van de constructie kunnen leiden) vanwege de vuurbelasting van de inrichting. Een sprinklerinstallatie voorkomt de groei van een brand zodanig, dat de constructie geen substantiële thermische belasting ondervindt.

Wel bestaat er een faalkans voor de sprinklerinstallatie. Deze faalkans is echter gering. Het treffen van maatregelen om de faalkans van de sprinklerinstallatie te verlagen en de waardering van een lagere faalkans maken onderdeel uit van deze methode. Ook bij het niet adequaat functioneren van de sprinklerinstallatie is het veilig vluchten op een basisniveau geborgd.

Waardering bekorting WBDBO-eis richting extra beschermde vluchtroutes

In lijn met de hiervoor beschreven uitgangspunten is het ook mogelijk om de WBDBO-eis tussen een brandcompartiment en een extra beschermde vluchtroute te verlagen. Hierbij moet de scheiding een brandwerendheid hebben die tenminste gelijk is aan de ontruimingstijd van het gebouw (ASET-RSET). Hiermee wordt de vluchtveiligheid te allen tijde geborgd.

Waardering bekorting WBDBO-eis tussen brandcompartimenten onderling

De aanwezigheid van een sprinklerinstallatie wordt vaak ook gebruikt voor het verlagen van de WBDBO-eis tussen brandcompartimenten onderling. Een onderbouwing hiervoor dient onderdeel uit te maken van de aanvraag om gelijkwaardigheid en is maatwerk per project. Hierin dient de rol van de scheiding meegenomen te worden bij het niet naar verwachting functioneren van de sprinklerinstallatie.

Waardering brandwerendheid op bezwijken vluchtroutes

Het Bbl stelt als eis dat een constructieonderdeel waar een vluchtroute over voert die buiten het subbrandcompartiment is gelegen waar brand is niet binnen 30 minuten mag bezwijken.

In lijn met de hiervoor beschreven uitgangspunten is mogelijk om deze tijd te bekorten als het veilig vluchten te allen tijde is geborgd (ASET-RSET). Bij het bepalen van deze tijd wordt ook rekening gehouden met een onzekerheid in de berekening en de daadwerkelijke ontruiming, hiervoor is een extra veiligheidsmarge van 20% opgenomen in de berekening.⁴

⁴ De veiligheidsfactor is bedoeld voor het realiseren van een extra marge op de berekende theoretische ontruimingstijd voor het bepalen van een vangnet eis. Daarom is het gerechtvaardigd om de laagste veiligheidsmarge te hanteren die opgenomen is in tabel H.4 van de NEN 6060 (ASET \geq 1,2 RSET).

5.3 Waarderingsprincipe bestaande bouw

Voor bestaande bouw is het niet praktisch om voor de waarderingswaarde te werken op basis van een veiligheidsfactor zoals bij nieuwbouw. Een toevoeging van een actieve beveiliging resulteert zondermeer in een hoger niveau dan het Bbl acceptabel acht voor bestaande bouw.

In de methode is dan ook uitgegaan dat bij de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie er een aanzienlijke verhoging van het aanwezige veiligheidsniveau zal zijn. Door de relatief lage eis zal in de praktijk de waardering van de sprinklerinstallatie beperkt zijn. Aangezien in veel situaties slechts een 30 minuten eis van toepassing is.

5.4 Taken interne hulpverleningsorganisatie en brandweer voor redding en blussing Algemeen

Het gebouw dient in geval van brand doorzocht te kunnen worden naar eventuele achtergebleven personen. In eerste instantie moet deze taak door de interne organisatie worden uitgevoerd (bijvoorbeeld bhv), maar soms is dat niet mogelijk door de ontwikkeling van de brand. Dan moet de brandweer (als deze besluit op te treden) deze taak op een veilige wijze kunnen uitvoeren. Deze taak (offensieve binnenzet) is onderdeel van het kwadrantenmodel dat wordt toegepast binnen de huidige Doctrines brandbestrijding. [12]. Deze publicatie bevat verder geen informatie voor de brandweer hoe specifiek te handelen (handelingsperspectief) in gebouwen die voorzien zijn van een sprinklerinstallatie.

In de NIPV publicatie 'Bestrijding van brand in een bouwwerk met sprinklerinstallatie' [13] is dit nader uitgewerkt.

Inzet brandweer voor redding

Uitgangspunt van het Bbl is dat iedereen binnen 30 minuten na het begin van de brand een veilige plaats kan hebben bereikt en dat de brandweer tijd heeft om het bouwwerk te doorzoeken op eventueel daarin achtergebleven personen. Het tijdsmodel gaat ervan uit dat de brandweer in de periode tussen 30 en 60 minuten na het ontstaan van brand deze taak kan uitvoeren. Daarvoor moet er wel enige zekerheid zijn dat dit veilig kan worden uitgevoerd, waarbij moet worden opgemerkt dat het Bbl binnen het direct bedreigde (sub) brandcompartiment geen eisen stelt aan de bouwconstructie om dit mogelijk te maken.

Bij een adequaat functionerende sprinklerinstallatie is de integriteit van de bouwconstructie gewaarborgd. Hierbij is invulling gegeven aan de uitgangspunten van het Bbl, waarbij zelfs een hoger niveau wordt bereikt dan het Bbl vereist. Binnen het (sub)brandcompartiment zullen bouwconstructie-onderdelen namelijk niet bezwijken. Dit is binnen het Bbl namelijk wel toegestaan.

Bij sprinklerinstallaties is er een goed inzicht in de oorzaken als deze niet naar verwachting functioneert. In bijlage 3 is dit nader toegelicht. Binnen deze methode zijn op basis hiervan aanvullende voorwaarden van toepassing om de kans op het niet naar verwachting functioneren van de sprinklerinstallatie verder te verkleinen.

Om voor voldoende redundantie te zorgen in het brandveiligheidsniveau van het gebouw, is er een minimale eis van toepassing in een aantal situaties waarbinnen de constructie niet mag bezwijken. De zwaarte van deze eis hangt af van de complexiteit van het gebouw.

Bij het toepassen van deze methode is er dan ook voldoende zekerheid aanwezig om een waardering mogelijk te maken waarbij er een gelijkwaardig niveau van veiligheid wordt bepaald ten opzichte van het met het Bbl beoogde niveau.

In veel situaties zal er in de praktijk zelfs een hoger veiligheidsniveau ontstaan dan verkregen zou worden als alleen de op grond van het Bbl voorgeschreven voorzieningen zouden zijn getroffen.

Inzet brandweer voor blussing

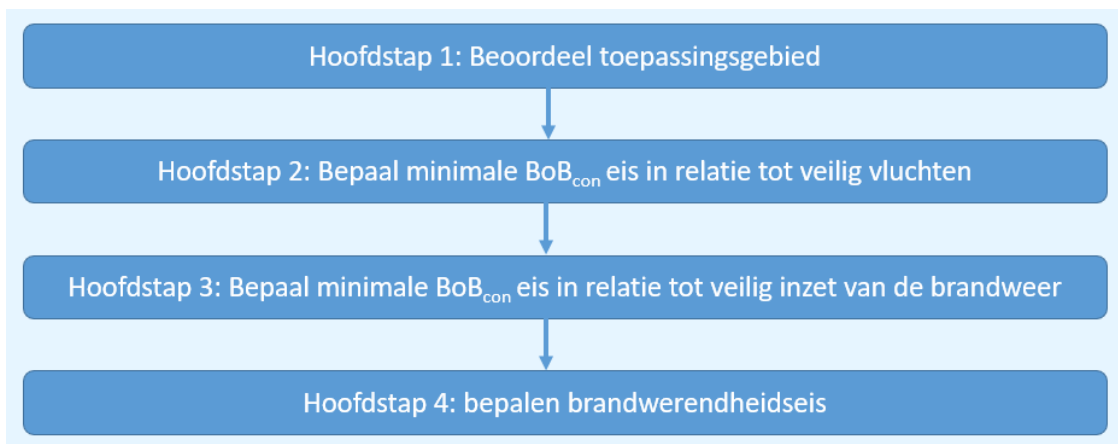
Bij het niet adequaat functioneren van de sprinklerinstallatie wordt er geen inzet van de brandweer in het gebouw verwacht (offensieve binneninzet) en wordt uitgegaan van een defensieve buiteninzet.

6. Waardering Bbl - Stappenplan

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt de bepalingsmethode, in de vorm van een eenvoudig toepasbaar stappenplan, weergegeven.

Het stappenplan bestaat uit meerdere hoofdstappen die moeten worden doorlopen, deze stappen zijn aangegeven in onderstaande figuur. Elke hoofdstap is weer onderverdeeld in deelstappen om te komen tot de eis die bij deze stap hoort.



Stroomschema 1: te doorlopen hoofdonderdelen

Als eerste moet worden bepaald of de situatie past binnen het toepassingsgebied van de methode zoals die in hoofdstuk 2 van deze handreiking is aangegeven. Vervolgens moet voor het bepalen van de noodzakelijke brandwerendheid van de constructie (BoB_{con}) er twee hoofdstappen worden doorlopen die elk een eis geven:

- Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot veilig vluchten
- Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer

Op basis van de eisen en de berekende waarden uit hoofdstappen 2 en 3 kan vervolgens de vereiste brandwerendheidseis op bezwijken van een constructie onderdeel worden bepaald.

6.2 Hoofdstap 2: Bepaal minimale BoB_{con} eis in relatie tot veilig vluchten

6.2.1 Te doorlopen stappen

Voor het bepalen van de noodzakelijke brandwerendheid van de constructie ($BoB_{con;vluchten}$) moeten de in stroomschema 2 aangegeven stappen worden doorlopen.



Stroomschema 2: te doorlopen stappen

6.2.2 Stap 1: Bepalen veiligheidsfactor Bbl -eis zonder bekorting

Bepaal aan de hand van tabellen 4,5 of 6 de basisveiligheidsfactor: BoB die van toepassing is volgens het Bbl :

BoB = veiligheidsfactor van Bbl prestatie-eis zonder bekorting vanwege lage permanente vuurbelasting of aanwezigheid van een sprinklerinstallatie.

6.2.3 Stap 2: Bepalen ontruimingstijd

Voor het bepalen van de ontruimingstijd (RSET = Required Safe Egress Time) kan er gebruikgemaakt worden van twee methoden:

- Methode 1: hanteren forfaitaire waarden;
- Methode 2: berekende waarden;
- Methode 3: een combinatie van 1 en 2

Voor bestaande bouw dient altijd uitgegaan te worden van methode 2.

Forfaitaire waarden

Hierbij wordt uitgegaan dat volgens het Bbl een gebouw binnen 30 minuten na het ontstaan van brand ontruimd is. Dit is inclusief detectie- en reactietijd.

$$RSET = 30 \text{ minuten}$$

Als de detectietijd van de brand en de reactietijd van de aanwezig personen niet is bepaald mag ook uitgaan van:

$$\text{Detectie + reactietijd} = 15 \text{ minuten}$$

Berekende waarden

Hierbij worden de waarden berekend op basis van de gebouwkenmerken, de aanwezige installaties en het gebruik van het gebouw. De totale ontruimingstijd (RSET) van het gebouw is dan ook een optelling van de hieronder aangegeven waarden:

$$RSET = (T_{detectie} + T_{reactie} + T_{vluchttijd}) \times 1.2$$

waarin:

$T_{detectie}$	=	Detectietijd brand, zie toelichting A
$T_{reactie}$	=	Reactietijd aanwezige personen, zie toelichting B
$T_{vluchttijd}$	=	Vluchttijd aanwezige personen, zie toelichting C

Toelichting A: Een brand kan gedetecteerd worden door installatietechnische voorzieningen zoals een brandmeld- of sprinklerinstallatie of door de aanwezige personen. Door de aanvrager van de gelijkwaardigheid dient de detectietijd bepaald te worden. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de aanwezige brandscenario's en gebouwkenmerken (zoals b.v. de hoogte van een ruimte) en de kenmerken/uitvoering van de aanwezige installaties (b.v. de aanspreeksnelheid van een sprinklerkop).

Toelichting B: Bij alle gebruiksfuncties moet een reactietijd worden bepaald. In gebouwen met een slaapfunctie moet ook rekening worden gehouden met de tijd dat personen nodig hebben om wakker te worden en te starten met vluchten.

Toelichting C: De vluchttijd van een gebouw kan bijvoorbeeld worden herleid uit de opvang- en doorstroomcapaciteitsberekening van het gebouw. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met de looptijd tot het trappenhuis en vanuit het trappenhuis naar een uitgang in de gevel (indien van toepassing) en de interactie met gebruikers op het uitgangsniveau die gebruik maken van dezelfde uitgang(en). Hierbij moet rekening gehouden wordt met diverse denkbare vertragende factoren zoals de interactie met andere mensen en met bouwkundige situatie (zoals afmetingen en draairichtingen van deuren en de wijze van overbruggen van hoogte verschillen).

6.2.4 Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting (W_{perm})**Nieuwbouw of verbouw**

Bepaal volgens NEN 6090 of de permanente vuurbelasting niet meer is dan 500 MJ/m^2 . Wanneer dit het geval is, bedraagt de waarderingsfactor W_{Qperm} : 0,5. Is de permanente vuurbelasting hoger, dan is de waarderingsfactor W_{Qperm} : 0.

Bestaande bouw

Voor bestaande bouw is een waardering door lage permante vuurbelasting niet mogelijk.

6.2.5 Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie ($W_{\text{sprinkler}}$)

Bepaal de waardering ($W_{\text{sprinkler}}$) van de sprinklerinstallatie aan de hand van tabel 7.

tabel 7: waardering sprinkler

Situatie / aspect	Nieuwbouw / verbouw	Nieuwbouw/ verbouw	Nieuwbouw/ verbouw	Bestaande bouw
Uitvoeringsniveau sprinkler	Normaal ^{A)}	Verbeterd ^{A)}	Hoog ^{A)}	Normaal
Voorzien van CCV-inspectie certificaat	Vereist	Vereist	Vereist	Vereist
Sprinklerbewakingsstelsel cf. NEN-EN 12845 bijlage H	Vereist ^{B)}	Vereist ^{B)}	Vereist ^{B)}	Niet vereist ^{C)}
Doormelding naar ontvangststation voor brandmelding	Vereist	Vereist	Vereist	Vereist
Uitvoeringwatervoorziening	Enkelvoudige watervoorziening	Enkelvoudige watervoorziening uitgevoerd als supertoevoer	Tweevoudige watervoorziening	Enkelvoudige watervoorziening
Systeem beschikbaarheid	99,7%	99,8%	99,9%	99,7%
Waardering door sprinkler $W_{\text{sprinkler}}$	0,5	0,625	0,825	1,0

Opmerking A: Achtergrond van de toegepaste waarderingsfactoren: Binnen de NEN 6060 wordt de betrouwbaarheid van de sprinklerinstallatie gerelateerd aan het uitvoeringsniveau van deze installatie. Hierbij is het uitvoeringsniveau 'normaal' van de uitvoering van de sprinklerinstallatie gelijkgesteld aan de mogelijkheid tot bekorten bij een lage permanente vuurbelasting. De waarden 'verbeterd' en 'hoog' zijn een verhoudingswaarde tussen de toegekende betrouwbaarheid in de NEN 6060 en de mogelijkheid tot bekorten uit het Bbl bij een lage permanente vuurbelasting. Deze methode is dan ook acceptabel binnen het toepassingsgebied van deze handreiking.

Opmerking B: Een aantal eisen uit de tabel zijn normatief al vereist bij een sprinklerinstallatie ontworpen volgens de NEN-EN 12845. Echter niet bij toepassing van de NFPA, bij toepassing van de NFPA als ontwerp voorschrift moet voldaan worden aan de eisen zoals aangegeven in de tabel.

Opmerking C: In bestaande gebouwen waar al een sprinklerinstallatie aanwezig is, is vaak niet voorzien in een sprinklerbewakingsstelsel. Gezien de verhoging van het veiligheidsniveau in bestaande bouw bij de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie, is de aanwezigheid van een sprinklerbewakingsstelsel bij reeds aanwezige installatie niet noodzakelijk.

6.2.6 Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheidseis draagconstructie in relatie tot veilig vluchten ($BoB_{\text{con;vluchten}}$)

Bepaal de rekenkundige $BoB_{\text{con;vluchten}}$ -waarde, waarbij rekening wordt gehouden met de waardering van de lage vuurbelasting, de aanwezige sprinklerinstallatie en de RSET. Deze wordt bepaald aan de hand van de volgende formule:

$BoB_{\text{con;vluchten}}$ is de grootste waarde van:

- $BoB - W_{\text{Qperm}} - W_{\text{sprinkler}} * 60$
- RSET

waarin:

$BoB_{\text{con;vluchten}}$ = basiseis draagconstructie in relatie tot veilig vluchten na het toepassen van alle waarderingsfactoren in minuten.

BoB = veiligheidsfactor van Bbl prestatie-eis zonder bekortingen (stap 1)

RSET = de berekende Required Safe Egress Time (Stap 2)

W_{Qperm} = waardering voor lage permante vuurbelasting (stap 3)

$W_{\text{sprinkler}}$ = waardering voor sprinkler (stap 4)

6.3 Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{con} -eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer

Afhankelijk van de complexiteit van een gebouw is er een minimale tijdsduur van toepassing waarbinnen de constructie niet mag bezwijken om de brandweer de mogelijkheid te geven om het gebouw te doorzoeken. Op basis van de gebouwenkenmerken: hoogst gelegen verblijfsgebiedsvloer en oppervlakte van niet-industriefuncties, kan een minimale $BoB_{con;brandweer}$ van toepassing zijn. De minimale waarde is te bepalen met onderstaande tabel.

tabel 8: bepalingstabel $BoB_{con;brandweer}$

Gebouw categorie	Hoogst gelegen verblijfsgebiedsvloer boven meetniveau	Gebruiksoppervlak brandcompartiment (niet zijnde industriefunctie)	Minimale brandwerendheid op bezwijken ongeacht berekende ontruimingstijd $BoB_{con;brandweer}$
Categorie 0 ^{A)}	≤ 8 meter	≤ 500 m ²	Geen eis
Categorie 1	≤ 8 meter	Geen beperking	15 minuten
Categorie 2	> 8 meter	≤ 2.500 m ²	15 minuten
Categorie 3	> 8 meter	> 2.500 m ²	20 minuten

Toelichting A: Bij toepassing van categorie 0 mag het bezwijken van een constructieonderdeel in de industriefunctie geen effect hebben op de niet-industriefunctie en is een opdeling in meerdere sub-brandcompartimenten niet toegestaan. In deze situatie in namelijk volgens een standaard Bbl gebouw namelijk ook geen eis van toepassing.

6.4 Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheidseis

Op basis van de eerder berekende waarden en de van toepassing zijnde eisen is de vereiste brandwerendheid op bezwijken ($BoB_{conrealisatie}$) van een constructieonderdeel te bepalen.

Per constructieonderdeel kunnen de eisen en de hieraan gekoppelde waardering van de sprinklerinstallatie verschillen. Op een constructie-onderdeel kunnen meerdere eisen van toepassing zijn, waarbij dan de zwaarste eis van toepassing is.

Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:

De basis-eis waaraan de constructie van het gebouw moet voldoen is te bepalen aan de hand van de volgende formule:

$$BoB_{con;realisatie} \geq \text{de grootste waarde van } BoB_{con;vluchten} \text{ en } BoB_{con;brandweer}$$

waarin:

$BoB_{con;vluchten}$ = basis-eis draagconstructie op basis van veilig vluchten

$BoB_{con;brandweer}$ = Basis-eis draagconstructie voor inzet brandweer

Toelichting: Dit is van toepassing op alle constructie onderdelen. Dit kan resulteren in een zwaardere eis dan in eerste instantie op grond van het Bbl is vereist.

WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes

De vereiste brandwerendheid (passief) van de constructie $BoB_{con;realisatie}$ voor het instant houden van een (extra beschermde) vluchtroute:

$$BoB_{con;realisatie} \geq BoB_{con;vluchten}$$

waarin:

$BoB_{con;vluchten}$ = basis-eis draagconstructie op basis van veilig vluchten

Toelichting: Deze eis geldt alleen voor constructie onderdelen die noodzakelijk zijn voor het instant houden van een brandwerende scheidingsconstructie rondom een (extra) beschermde vluchtroute. Indien er bijvoorbeeld sprake is van een situatie dat een trappenhuis constructie ontkoppeld is van het omliggende gebied is dit alleen van toepassing op de constructie van het trappenhuis.

WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen verschillende brandcompartimenten

De vereiste brandwerendheid (passief) van de constructie $BoB_{con;realisatie}$ voor het instant houden van een brandscheiding met een ander brandcompartiment:

$$BoB_{con;realisatie} \geq \text{WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten}$$

waarin:

WBDBO-eis = de van toepassing zijnde WBDBO-eis tussen de beschouwde brandcompartimenten

Toelichting: Deze eis geldt alleen voor constructie onderdelen die noodzakelijk zijn voor het instant houden van brandwerende scheidingsconstructie naar een ander brandcompartiment. Als er geen meerdere brandcompartimenten zijn is deze eis niet van toepassing.

6.5 Voorbeelden

Voor het bepalen van de noodzakelijke brandwerendheid van de constructie (BoB_{con}) is in de vorige paragrafen een stappenplan aangegeven. Voor elk gebouw dient aan de hand van het stappenplan de eisen en mogelijkheden te worden bepaald. In bijlage 1 zijn de in onderstaande tabel aangegeven veelvoorkomende situaties in de vorm van voorbeelden nader uitgewerkt.

tabel 9: voorbeelden

Voorbeeld	Omschrijving		Hoogste vloer
1	Bedrijfshal met tweelaags kantoor	Nieuwbouw	< 4 meter
2	Bedrijfshal met tweelaags kantoor	Nieuwbouw	> 4 meter, < 8 meter
3	Bedrijfshal met drielaags kantoor	Nieuwbouw	> 4 meter, < 8 meter
4	Bedrijfshal met drielaags kantoor	Nieuwbouw	> 8 meter
5	vierlaags onderwijsgebouw	Nieuwbouw	> 8 meter
6	zevenlaagse bijeenkomst- en logiesfunctie		> 8 meter
7	kantoorfunctie vijflaags, in verticale brandcompartimenten ingedeeld	Nieuwbouw	> 8 meter
8	kantoorfunctie vijflaags, in verticale brandcompartimenten ingedeeld	Bestaandbouw	> 8 meter
9	logies en bijeenkomstfunctie, verbouw	Verbouw	>8 meter

7. Waardering - Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen

7.1 Situatie

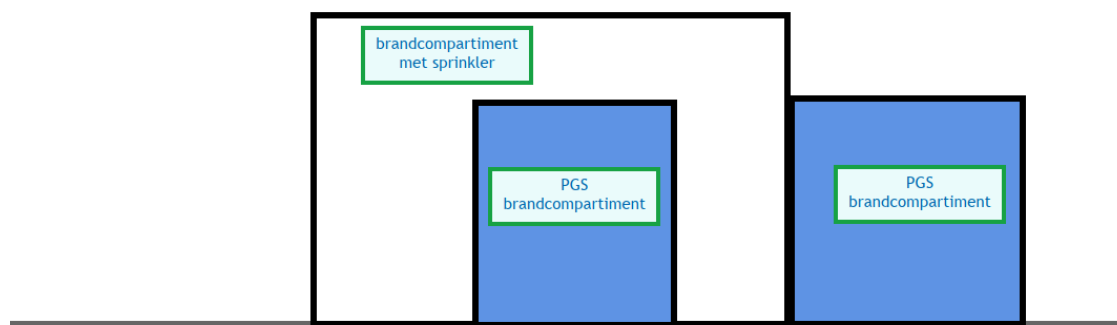
Naast de eisen aan gebouwen die worden gesteld via het Bbl kunnen er ook eisen voortkomen uit het opslaan of werken met gevaarlijke stoffen. Hierbij wordt er vaak gebruik gemaakt van de verschillende richtlijnen uit de publicatiereeks gevaarlijke stoffen (PGS).

Deze PGS-richtlijnen bevatten voorschriften voor een drietal doelstellingen:

- Omgevingsveiligheid: het voorkomen van ongewone voorvallen en het beperken van de gevolgen daarvan voor de omgeving met het oog op het waarborgen van de veiligheid voor de omgeving.
- Arbeidsveiligheid: het voorkomen van ongevallen met gevaarlijke stoffen en het beperken van de gevolgen daarvan en het voorkomen van blootstelling van werknemers aan gevaarlijke stoffen.
- Brand- en Rampenbestrijding: het beperken van de gevolgen van een brand of ramp en het borgen van een doelmatige rampenbestrijding.

Ruimten met gevaarlijke stoffen, moeten vaak uitgevoerd worden als een zelfstandig brandcompartiment, eventueel aangevuld met een VBB-systeem in deze ruimte.

Aan de omhulling wordt vervolgens een brandwerendheidseis gesteld. Dit PGS-brandcompartiment ligt vaak in of tegen een gesprinklerd brandcompartiment aan (zie figuur 4), bijvoorbeeld een ruimte voor de opslag van spuitbussen in een distributiecentrum of de brandstofopslag van een noodstroomaggregaat.



figuur 4: doorsnede, met PGS-brandcompartiment in het gesprinklerde compartiment of daartegenaan

De maatregelen voor de opslagruimten zelf zijn uitgebreid afgewogen binnen de PGS-richtlijnen. Het bezwijken van de draagconstructie van het omliggende brandcompartiment, bij een brand in dit brandcompartiment, mag niet leiden tot het bezwijken van de brandscheiding rondom het PGS-brandcompartiment. Hiervoor zijn vaak maatregelen nodig, zoals het brandwerend bekleden van de draagconstructie.

In de PGS-richtlijnen wordt er niet van uitgegaan dat er een sprinklerinstallatie aanwezig is in het omliggende brandcompartiment.

7.2 Waardering

Bij het adequaat functioneren van de sprinklerinstallatie zal de draagconstructie niet bezwijken (zie bijlage 2 en 3) en is er invulling gegeven aan de eis met betrekking tot het waarborgen van de scheidende functie richting het PGS-brandcompartiment.

Het brandwerend uitvoeren van de draagconstructie van het omliggende brandcompartiment is dan niet noodzakelijk.

7.3 Voorwaarden

Een sprinklerinstallatie kent een hoge betrouwbaarheid (zie bijlage 2). Afhankelijk van het uitvoeringsniveau (zie tabel 7) van de sprinklerinstallatie is er een mate van restrisico aanwezig.

Door de waardering van de sprinklerbeveiliging een relatie te geven met de betrouwbaarheid ervan en naar de effecten te kijken als de gevaarlijke stoffen bij een brand betrokken raken, is er sprake van een afdoende balans tussen de maatregelen.

De betrokkenheid van de gevaarlijke stoffen bij een brand hoeft niet op voorhand te leiden tot een grotere milieuschade of de brandbestrijding. Immers, voor het voor effect maakt het niet uit of er bijvoorbeeld 10.000 liter diesel bij de brand betrokken is of een vergelijkbare hoeveelheid aan kunststofproducten die in een magazijn liggen opgeslagen.

Deze methode is alleen van toepassing op PGS-compartimenten met ADR 2 (spuitbussen) en ADR 3, 4.1, 4.2 en 8 en op technische ruimten (b.v. ruimten ten behoeve van koelinstallaties) van beperkte omvang.

In tabel 10 zijn de voorwaarden aangegeven die van toepassing zijn op de hiervoor beschreven waardering.

tabel 10: voorwaarden waardering sprinklerinstallatie

Situatie	Pakket I	Pakket II	Pakket III
Maximale oppervlakte PGS-brandcompartiment	50 m ²	250 m ²	750 m ²
Uitvoeringsniveau sprinkler	Normaal	Verbeterd	Hoog
Vuurbelasting onderdeel van gelijkwaardigheid groot brandcompartiment ^{A)}	Ja	Ja	Ja

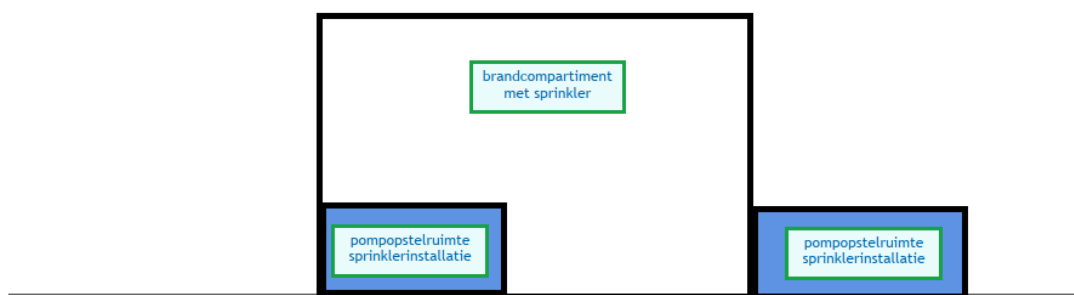
Toelichting A: Indien gebruik wordt gemaakt van de NEN 6060/NEN 6079 om te onderbouwen dat een groot brandcompartiment mogelijk is dient de vuurbelasting in het PGS-brandcompartiment meegenomen te worden bij het beschouwen van het risico van brandoverslag

8. Waardering - Pompopstelruimte van de sprinklerinstallatie

8.1 Situatie

In veel situaties bevindt de sprinklerpompkamer zich in het gebouw dat voorzien is van een sprinklerinstallatie. Er worden in de sprinklernormen ook eisen gesteld aan de brandwerendheid van de ruimte om de sprinklerpomp(sets) te beschermen.

De pompopstelruimte zijn vaak in of tegen het gesprinklerde brandcompartiment geplaatst (zie figuur 5).



figuur 5: doorsnede, met sprinklerpompruimte in het gesprinklerde compartiment of daartegenaan

In NEN-EN 12845+NEN 1073 [14] §10.3.1 is als eis daarvoor aangegeven:

‘Pompsets moeten worden opgesteld in een ruimte met een brandwerendheid van ten minste 60 min die uitsluitend wordt gebruikt voor brandbeveiligingsdoeleinden.’

In andere sprinklervoorschriften zoals uitgeven door de NFPA of FM worden vergelijkbare eisen gesteld.

Een vaak terugkomende vraag is of het bezwijken van de draagconstructie van het gebouw mag leiden tot het bezwijken van de brandscheiding rondom de pompopstelruimte.

8.2 Waardering

Achterliggende gedachte (doelstelling) van de eis is dat:

- de brandweer veilig bij een calamiteit in de pompopstelruimte kan komen zonder directe invloed van warmte en rook van de brand, om de installatie af te lezen en te bedienen;
- de vrijgekomen warmte van de brand geen negatieve invloed mag hebben op de werking van de sprinklerinstallatie.

Bij het adequaat functioneren van de sprinklerinstallatie zal de draagconstructie niet bezwijken (zie bijlage 2 en 3) en wordt de scheidende functie richting de pompopstelruimte geborgd.

Het brandwerend uitvoeren van de draagconstructie van het omliggende brandcompartiment is dan niet noodzakelijk. De wanden/vloeren/plafonds moeten wel voldoen aan de vereiste

brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie voor de criteria EI/EW zoals aangegeven in de NEN 6069 (maar niet aan het R-criterium met betrekking tot de constructie).

Bij een niet-adequaat functionerende sprinklerinstallatie zal er sprake zijn van een defensieve buiteninzet door de brandweer. Hierbij is er geen noodzaak voor het betreden van de pompostelruimte. Aanvullende passieve brandbeveiliging is in dit scenario niet noodzakelijk.

R.P.W. (Ronald) Oldengarm
DGMR Bouw B.V.

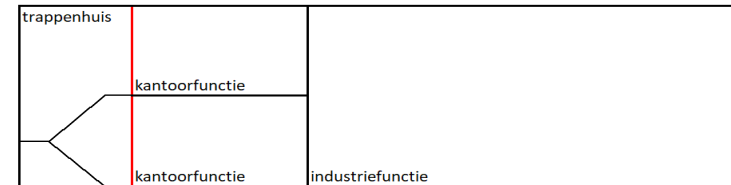
Bijlage 1

Titel	Voorbeelden
-------	-------------

Voorbeeld 1: Bedrijfshal met tweelaags kantoor

Soort Bouwwerk			
Soort Bouwwerk		Nieuwbouw	
Gevolgklasse volgens de Eurocode		CC1 of CC2	
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie			
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl		geen eis	minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten		0	minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl		30	minuten
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²		ja	
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie "Eigen brandwerendheid"		17	minuten
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie		Normaal	
Gebouw categorie volgens tabel 8		Categorie 1 ≤ 8 meter oppervlakte n.v.t.	
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)			
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde		Forfaire waarde ontruimingstijd	
Forfaire waarde ontruimingstijd			30 minuten
Berekende ontruimingstijd:			
detectietijd		[min.sec]	
reactietijd		[min.sec]	
vluchtijd		[min.sec]	
totaal	0,00	[min.sec]	
veiligheidsfactor	%		
ontruimingstijd			n.v.t. minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied			
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?		Gevolgklasse CC1 of CC2 valt binnen het toepassingsgebied van de methode, voldoet	
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot veilig vluchten			
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)			0
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd			30 minuten
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting (W _{perm})			0,5
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie (W _{sprinkler})			0,5
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheids draagconstructie (BoB _{con(2016)})			30 minuten
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer			
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoBcon.brandweer			15 minuten
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheids			
Een bouwconstructie bezijkt bij brand niet binnen:			30 minuten, vluchten maatgevend
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes			30 minuten
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten			0 minuten

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

De situatie betreft een nieuwbouw van een industriefunctie met kantoor. De bedrijfsruimten (industriefunctie) en kantoren liggen in één gesprinklerd brandcompartiment. De kantoren hebben een oppervlakte van minder dan 2.500 m².

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal

Door de hoogteoverbrugging van zes meter (>4 m) is het trappenhuis 30 minuten brandwerend afgescheiden van de kantoorfuncties.

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt onder de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 17 minuten.

Toelichting resultaten berekening

Basis eis:

Het gebouw is één brandcompartiment. Er geldt daarom geen eis voor de draagconstructie voor het bezijken van een draagconstructie buiten het brandcompartiment. De constructie die de brandscheiding van het trappenhuis ondersteunt en de vluchtroute door het trappenhuis moet 30 minuten stand houden.

Eis na waardering:

De constructie die de brandscheiding van het trappenhuis ondersteunt en de vluchtroute door het trappenhuis moet 30 minuten stand houden.

De minimale waarde voor het instand houden van de constructie om een inzet van de brandweer mogelijk te maken is 15 minuten. Aan deze eis wordt voldaan.

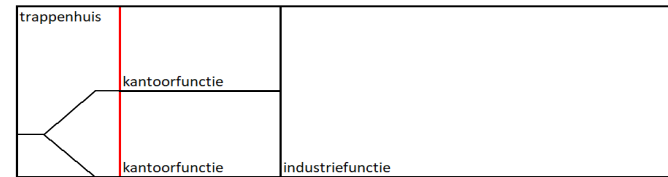
In deze situatie is het noodzakelijk de constructie aanvullend te beschermen.

Een hogere waardering van de sprinklerinstallatie kan mogelijk zijn indien de ontruimingstijd wordt berekend.

Voorbeeld 2: Bedrijfshal met tweelaags kantoor

Soort Bouwwerk	
Soort Bouwwerk Gevolgklasse volgens de Eurocode	Nieuwbouw CC1 of CC2
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie	
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl	geen eis minuten
WBDO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten
WBDO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl	30 minuten
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²	Ja
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie * Eigen brandwerendheid	17 minuten
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie	Normaal
Gebouw categorie volgens tabel 8	Categorie 1 ≤ 8 meter oppervlakte n.v.t.
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)	
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde	Berekende ontruimingstijd:
Forfaire waarde ontruimingstijd	n.v.t. minuten
Berekende ontruimingstijd:	
detectietijd	2,00 [min:sec]
reactietijd	2,00 [min:sec]
vluchtijd	1,00 [min:sec]
 totaal	 5,00 [min:sec]
veiligheidsfactor	20 %
ontruimingstijd	6,00 minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied	
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?	Gevolgklasse CC1 of CC2 valt binnen het toepassingsgebied van de methode, voldoet
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot veilig vluchten	
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)	0
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd	6,00 minuten
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting ($W_{per,m}$)	0,5
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie ($W_{spr,sec}$)	0,5
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheids eis draagconstructie ($BoB_{con,base}$)	6 minuten
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer	
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoB _{con} brandweer	15 minuten
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheids eis	
Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:	15 minuten, brandweer maatgevend
Minimale WBDO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes	6 minuten
Minimale WBDO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

De situatie betreft een nieuwbouw van een industriefunctie met kantoor. De bedrijfsruimten (industriefunctie) en kantoren liggen in één gesprinklerd brandcompartiment. De kantoren hebben een oppervlakte van minder dan 2.500 m².

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal

Door de hoogteoverbrugging van zes meter (<4 m) is het trappenhuis 30 minuten brandwerend afgescheiden van de kantoorfuncties.

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt onder de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 17 minuten.

De ontruimingstijd is berekend, en bedraagt 6 minuten

Toelichting resultaten berekening

Basis eis:
Het gebouw is één brandcompartiment. Er geldt daarom geen eis voor de draagconstructie voor het bezijken van een draagconstructie buiten het brandcompartiment. De constructie die de brandscheiding van het trappenhuis ondersteunt en de vluchtroute door het trappenhuis moet 30 minuten stand houden.

Eis na waardering:
Het gebouw kan snel ontruimd worden, hierdoor kan de aanwezige sprinklerinstallatie meer worden gewaardeerd. In plaats van de 30 minuten eis kunnen de voorzieningen worden afgestemd op de maximale ontruimingstijd van zes minuten. De vluchtroute door het trappenhuis en de brandscheiding rondom het trappenhuis moeten minimaal zes minuten stand houden.

De minimale waarde voor het instand houden van de constructie om een inzet van de brandweer mogelijk te maken is 15 minuten. Deze eis is maatgevend.

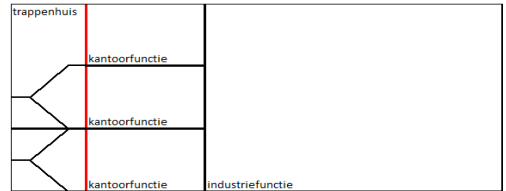
De constructie zelf blijft 17 minuten staan. In de praktijk zal rondom het trappenhuis een EI/EW 15 brandwerende scheiding moeten worden gerealiseerd

In deze situatie is het niet noodzakelijk de constructie aanvullend te beschermen.

Voorbeeld 3: Bedrijfshal met drielaags kantoor

Soort Bouwwerk	
Soort Bouwwerk Gevolgklasse volgens de Eurocode	Nieuwbouw CC1 of CC2
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie	
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl	geen eis minuten
WBDO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten
WBDO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl	30 minuten
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²	nee
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie * Eigen brandwerendheid	17 minuten
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie	Normaal
Gebouw categorie volgens tabel 8	Categorie 1 ≤ 8 meter oppervlakte n.v.t.
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)	
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde	Berekende ontruimingstijd:
Forfaire waarde ontruimingstijd	n.v.t. minuten
Berekende ontruimingstijd:	
detectietijd	3,00 [min:sec]
reactietijd	2,00 [min:sec]
vluchtijd	3,00 [min:sec]
 totaal	 8,00 [min:sec]
veiligheidsfactor	20 %
ontruimingstijd	 9,60 minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied	
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?	Gevolgklasse CC1 of CC2 valt binnen het toepassingsgebied van de methode, voldoet
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{min} eis in relatie tot veilig vluchten	
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)	0
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd	9,60 minuten
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting (W_{perim})	0
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie (W_{sprink})	0,5
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheidseis draagconstructie (BoB_{constr})	9,6 minuten
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{min} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer	
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoBcon:brandweer	15 minuten
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheidseis	
Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:	15 minuten, brandweer maatgevend
Minimale WBDO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes	10 minuten
Minimale WBDO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

De situatie betreft een nieuwbouw van een industriefunctie met kantoor. De bedrijfsruimten (industriefunctie) en kantoren liggen in één gesprinklerd brandcompartiment. In het trappenhuis kan een hoogte overbrugd worden van 7,2 meter. De kantoren hebben een oppervlakte van minder dan 2.500 m².

Door de hoogteoverbrugging van 7,2 meter (>4 m) is het trappenhuis 30 minuten brandwerend afgescheiden van de kantoorfuncties.

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt boven de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 17 minuten.

De ontruimingstijd is berekend, en bedraagt bijna 10 minuten (9,6).

Toelichting resultaten berekening

Basis eis:
Het gebouw is één brandcompartiment. Er geldt daarom geen eis voor de draagconstructie voor het bezijken van een draagconstructie buiten het brandcompartiment. De constructie die de brandscheiding van het trappenhuis ondersteunt en de vluchtroute door het trappenhuis moet 30 minuten stand houden.

Eis na waardering:
Het gebouw kan snel ontruimd worden, hierdoor kan de aanwezige sprinklerinstallatie meer worden gewaardeerd. In plaats van de 30 minuten eis kunnen de voorzieningen worden afgestemd op de maximale ontruimingstijd van zes minuten. De vluchtroute door het trappenhuis en de brandscheiding rondom het trappenhuis moeten minimaal zes minuten stand houden.

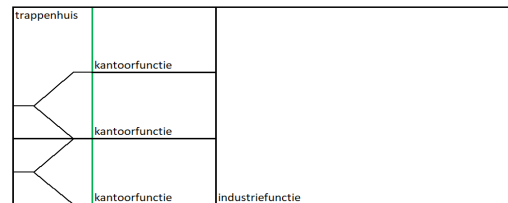
De minimale waarde voor het instand houden van de constructie om een inzet van de brandweer mogelijk te maken is 15 minuten. Deze eis is maatgevend.

De constructie zelf blijft 17 minuten staan. In de praktijk zal rondom het trappenhuis een EI/EW 15 brandwerende scheiding moeten worden gerealiseerd

Voorbeeld 4: Bedrijfshal met drielaags kantoor

Soort Bouwwerk	
Soort Bouwwerk Gevolgklasse volgens de Eurocode	Nieuwbouw CC1 of CC2
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie	
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl	geen eis minuten
WBDO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten
WBDO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl	60 minuten
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²	ja
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie * Eigen brandwerendheid	17 minuten
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie	Normaal
Gebouw categorie volgens tabel 8	Categorie 2 > 8 meter ≤ 2.500 m ²
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)	
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde	Berekende ontruimingstijd:
Forfaire waarde ontruimingstijd	n.v.t. minuten
Berekende ontruimingstijd:	
detectietijd	3,00 [min.sec]
reactietijd	2,00 [min.sec]
vluchtijd	3,00 [min.sec]
totaal	8,00 [min.sec]
veiligheidsfactor	20 %
ontruimingstijd	9,60 minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied	
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?	Gevolgklasse CC1 of CC2 valt binnen het toepassingsgebied van de methode, voldoet
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{ges} eis in relatie tot veilig vluchten	
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)	0
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd	9,60 minuten
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting ($W_{per,m}$)	0,5
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie ($W_{spr,sec}$)	0,5
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheids eis draagconstructie (BoB_{constr})	9,6 minuten
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{ges} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer	
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoBcon:brandweer	15 minuten
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheids eis	
Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:	15 minuten, brandweer maatgevend
Minimale WBDO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes	10 minuten
Minimale WBDO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

De bedrijfsruimten (industriefunctie) en kantoren liggen in één gesprinklerd brandcompartiment. In het trappenhuis kan een hoogte overbrugd worden van meer dan 8 meter. Het trappenhuis moet worden uitgevoerd als een ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert, en is daarom niet gelegen in een brandcompartiment. Het trappenhuis moet in de basis 60 minuten gescheiden zijn van een brandcompartiment. De kantoren hebben een oppervlakte van minder dan 2.500 m².

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal.

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt onder de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 17 minuten.

De ontruimingstijd is berekend, en bedraagt bijna 10 minuten (9,6).

Toelichting resultaten berekening

Basis eis:
Het gebouw is één brandcompartiment. Er geldt daarom geen eis voor de draagconstructie voor het bezijken van een draagconstructie buiten het brandcompartiment. De constructie die de brandscheiding van het trappenhuis ondersteunt moet in in eerste instantie 60 minuten stand houden. De vluchtroute door het trappenhuis moet 30 minuten stand houden.

Eis na waardering:
Het gebouw kan snel ontruimd worden, hierdoor kan de aanwezige sprinklerinstallatie meer worden gewaardeerd. In plaats van de 60 minuten eis kunnen de voorzieningen worden afgestemd op de maximale ontruimingstijd. De vluchtroute door het trappenhuis en de brandscheiding rondom het trappenhuis moeten circa 10 minuten stand houden.

De minimale waarde voor het instand houden van de constructie om een inzet van de brandweer mogelijk te maken is 15 minuten. Deze eis is maatgevend.

De constructie zelf blijft 17 minuten staan. In de praktijk zal rondom het trappenhuis een EI/EW 15 brandwerende scheiding moeten worden gerealiseerd

In deze situatie is het niet noodzakelijk de constructie aanvullend te beschermen.

Voorbeeld 5: vierlaags onderwijsgebouw

Soort Bouwwerk	
Soort Bouwwerk Gevolgklasse volgens de Eurocode	Nieuwbouw CC1 of CC2
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie	
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl	90 minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl	60 minuten
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²	Ja
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie * Eigen brandwerendheid	20 minuten
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie	Normaal
Gebouw categorie volgens tabel 8	Categorie 3 > 8 meter >2.500 m ²
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)	
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde	Forfaire waarde ontruimingstijd
Forfaire waarde ontruimingstijd	30 minuten
Berekende ontruimingstijd:	
detectietijd [min.sec]	
reactietijd [min.sec]	
vluchttijd [min.sec]	
totaal [min.sec]	0,00
veiligheidsfactor %	ontruimingstijd n.v.t. minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied	
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?	Gevolgklasse CC1 of CC2 valt binnen het toepassingsgebied van de methode, voldoet
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot veilig vluchten	
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)	1,5
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd	30,00 minuten
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting ($W_{per,m}$)	0,5
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie ($W_{sprinkler}$)	0,5
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheidseis draagconstructie ($BoB_{con,drag}$)	30 minuten
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer	
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoB _{con} :brandweer	20. minuten
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheidseis	
Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:	30 minuten, vluchten maatgevend
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes	30 minuten
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

De onderwijsfuncties liggen in één gesprinklerd brandcompartiment. In het trappenhuis kan een hoogte overbrugd worden van meer dan 8 m. Het trappenhuis moet worden uitgevoerd als een ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert, en is niet in een brandcompartiment gelegen. Het trappenhuis moet in de basis 60 minuten gescheiden zijn van een brandcompartiment. Het oppervlak is meer dan 2.500 m².

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal.

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt boven de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 20 minuten.

De ontruimingstijd is niet berekend.

Toelichting resultaten berekening

Basis eis:
Het gebouw is één brandcompartiment. Er geldt daarom geen eis voor de draagconstructie voor het bezijken van een draagconstructie buiten het brandcompartiment. De constructie die de brandscheiding van het trappenhuis ondersteunt moet in de basis 60 minuten stand houden. De vluchtroute door het trappenhuis moet 30 minuten stand houden.

Eis na waardering
Het gebouw kan snel ontruimd worden, hierdoor kan de aanwezige sprinklerinstallatie meer worden gewaardeerd. In plaats van de 60 minuten eis kunnen de voorzieningen worden afgestemd op de maximale ontruimingstijd van 30 minuten. De vluchtroute door het trappenhuis en de brandscheiding rondom het trappenhuis moet 30 minuten stand houden.

De minimale waarde voor het instand houden van de constructie om een inzet van de brandweer mogelijk te maken is 20 minuten. Aan deze eis wordt voldaan.

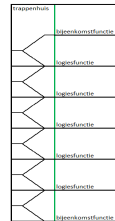
Een hogere waardering van de sprinklerinstallatie kan mogelijk zijn indien de ontruimingstijd wordt berekend en de uitvoering van de sprinklerinstallatie wordt verhoogd.

In deze situatie is het beperkt noodzakelijk de constructie aanvullend te beschermen.

Voorbeeld 6: zevenlaagse bijeenkomst- en logiesfunctie

Soort Bouwwerk	
Soort Bouwwerk	Nieuwbouw
Gevolgklasse volgens de Eurocode	CC3
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie	
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl	120 minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl	60 minuten
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²	Ja
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie * Eigen brandwerendheid	14 minuten
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie	Normaal
Gebouw categorie volgens tabel 8	Categorie 3 > 8 meter >2.500 m ²
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)	
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde	Forfaire waarde ontruimingstijd
Forfaire waarde ontruimingstijd	30 minuten
Berekende ontruimingstijd:	
detectietijd	[min.sec]
reactietijd	[min.sec]
vluchttijd	[min.sec]
totaal	0,00 [min.sec]
veiligheidsfactor	20 %
ontruimingstijd	n.v.t. minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied	
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?	De gevolgklasse CC3 valt buiten het toepassingsgebied van de methode !
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot veilig vluchten	
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)	2
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd	30,00 minuten
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting ($W_{per,m}$)	0,5
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie ($W_{sprinkler}$)	0,5
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheidseis draagconstructie ($BoB_{constructie}$)	60 minuten
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer	
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoB _{con} :brandweer	20. minuten
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheidseis	
Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:	60 minuten, vluchten maatgevend
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes	60 minuten
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

Een hotel bestaat uit hotelkamers en een entree/lobby op de begane grond en een groot restaurant/evenementen (>1.000 personen) gebied op de bovenste laag. Alle ruimte liggen in een gesprinklerd brandcompartiment (kamers vormen een eigen sub-brandcompartiment). Tussen de brandcompartimenten onderling en naar een extra beschermde vluchtroute (trap) is een WBDBO-eis van 60 minuten van toepassing.

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal.

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt onder de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 14 minuten.

De ontruimingstijd is niet berekend.

Toelichting resultaten berekening

Toelichting:
Vanwege de evenementen locatie op de bovenste verdieping wordt dit gebouw geclassificeerd in gevolgklasse CC3. Het gebouw valt daardoor buiten het toepassingsgebied van de methode.

Indien een gebouw van deze omvang met een andere functie geclassificeerd zou zijn als CC2 zou een reductie mogelijk zijn geweest.

Voorbeeld 7: kantoorfunctie vijflaags, in verticale brandcompartimenten ingedeeld

Soort Bouwwerk		
Soort Bouwwerk		Nieuwbouw
Gevolgklasse volgens de Eurocode		CC1 of CC2
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie		
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl		90 minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten		60 minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl		60 minuten
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²		nee
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie * Eigen brandwerendheid		12 minuten
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie		Normaal
Gebouw categorie volgens tabel 8	Categorie 3 > 8 meter	>2.500 m ²
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)		
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde		Berekende ontruimingstijd:
Forfaire waarde ontruimingstijd		n.v.t. minuten
Berekende ontruimingstijd:		
detectietijd	3,00 [min.sec]	
reactietijd	2,00 [min.sec]	
vluchtijd	7,00 [min.sec]	
totaal	12,00 [min.sec]	
veiligheidsfactor	20 %	ontruimingstijd
		14,40 minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied		
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?		Gevolgklasse CC1 of CC2 valt binnen het toepassingsgebied van de methode, voldoet
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot veilig vluchten		
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)		1,5
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd		14,40 minuten
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting ($W_{per,m}$)		0
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie (W_{sprink})		0,5
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheidseis draagconstructie ($BoB_{con,basis}$)		60 minuten
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer		
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoB _{con} :brandweer		20, minuten
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheidseis		
Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:		60 minuten, vluchten maatgevend
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes		60 minuten
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten		60 minuten

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

Een gesprinkerd kantoorgebouw is verticaal in twee brandcompartimenten ingedeeld, en de trappen zijn uitgevoerd als een ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert. Tussen de brandcompartimenten onderling en naar een extra beschermde vluchtroute is een WBDBO-eis van 60 minuten van toepassing. Elk brandcompartiment is meer dan 2.5000 m².

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal.

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt boven de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 20 minuten.

De ontruimingstijd is berekend, en komt uit op circa 14 minuten.

Toelichting resultaten berekening

Basis eis:
Het gebouw is opgedeeld in twee brandcompartiment. Er geldt daarom een eis voor het bezijken van een draagconstructie buiten het brandcompartiment. De constructie die de brandscheiding van het trappenhuis ondersteunt moet in de basis 60 minuten stand houden. De vluchtroute door het trappenhuis moet 60 minuten stand houden.

Eis na waardering
De eis van 90 minuten kan worden bekort tot 60 minuten. In dit voorbeeld is er niet voor gekozen om de brandscheidingen tussen compartimenten/trappenhuisen te verlagen van 60 naar 30 minuten. Vanwege de eisen voor de scheidingen en vluchtroutes is een verdere reductie niet mogelijk.

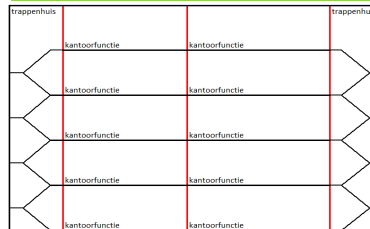
De minimale waarde voor het instand houden van de constructie om een inzet van de brandweer mogelijk te maken is 20 minuten. Aan deze eis wordt voldaan door invulling te geven aan de minimale eisen die gelden voor veilig vluchten

In deze situatie is het beperkt noodzakelijk de constructie aanvullend te beschermen.

Voorbeeld 8: vijflaags bestaand kantoorgebouw, ingedeeld in verticale BC's

Soort Bouwwerk		
Soort Bouwwerk	Bestaande bouw	
Gevolgklasse volgens de Eurocode	CC1 of CC2	
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie		
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl	60 minuten	
WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten	
WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl	30 minuten	
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²	nee	
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie * Eigen brandwerendheid	14 minuten	
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie	Normaal	
Gebouw categorie volgens tabel 8	Categorie 3 > 8 meter	>2.500 m ²
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)		
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde	Berekende ontruimingstijd:	
Forfaire waarde ontruimingstijd	n.v.t. minuten	
Berekende ontruimingstijd:		
detectietijd	3,00 [min.sec]	
reactietijd	2,00 [min.sec]	
vluchtijd	7,00 [min.sec]	
totaal	12,00 [min.sec]	
veiligheidsfactor	20 %	ontruimingstijd 14,40 minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied		
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?	Gevolgklasse CC1 of CC2 valt binnen het toepassingsgebied van de methode, voldoet	
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB _{con} eis in relatie tot veilig vluchten		
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)	1	
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd	14,40 minuten	
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting ($W_{per,m}$)	0	
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie (W_{sprink})	1	
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheidseis draagconstructie ($BoB_{con,basis}$)	14,4 minuten	
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB _{con} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer		
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoB _{con} :brandweer	20, minuten	
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheidseis		
Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:	20 minuten, brandweer maatgevend	
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes	15 minuten	
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	0 minuten	

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

Een gesprinkerd kantoorgebouw is verticaal in twee brandcompartimenten ingedeeld, en de trappen zijn uitgevoerd als een ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert. Tussen de brandcompartimenten onderling en naar een extra beschermde vluchtroute is een WBDBO-eis van 60 minuten van toepassing. De kantoren hebben een oppervlakte van meer dan 2.500 m².

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal.

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt boven de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 20 minuten.

De ontruimingstijd is berekend, en komt uit op ruim 14 minuten.

Toelichting resultaten berekening

Basis eis:
Het gebouw één brandcompartiment. Er geldt daarom geen eis voor het bezijken van een draagconstructie buiten het brandcompartiment. De constructie die de brandscheiding van het trappenhuis ondersteunt moet in de basis 30 minuten stand houden. De vluchtroute door het trappenhuis moet 30 minuten stand houden.

Eis na waardering

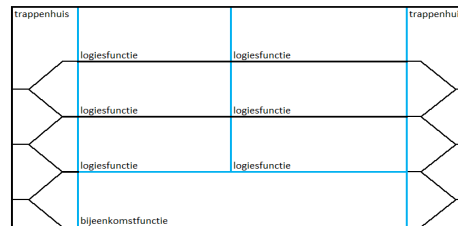
De eis van 90 minuten kan worden bekort tot 30 minuten. Vanwege de eisen voor de scheidingen en vluchtroutes is een verdere reductie niet mogelijk.

De minimale waarde voor het instand houden van de constructie om een inzet van de brandweer mogelijk te maken is 20 minuten. Aan deze eis wordt voldaan door invulling te geven aan de minimale eisen die gelden voor veilig vluchten.

Voorbeeld 9: logies en bijeenkomstfunctie, verbouw

Soort Bouwwerk	
Soort Bouwwerk Gevolgklasse volgens de Eurocode	Verbouw CC1 of CC2
Eisen, eigenschappen van het Bouwwerk en de uitvoering van de toegepaste sprinklerinstallatie	
Eis brandwerendheid op bezijken volgens het Bbl	90 minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	20 minuten
WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes cf. Bbl	20 minuten
Is de permanente vuurbelasting bepaald volgens de NEN 6090 lager dan 500 MJ/m ²	Ja
Aanwezige brandwerendheid op bezijken van de constructie * Eigen brandwerendheid	23 minuten
Uitvoeringsniveau sprinklerinstallatie	Normaal
Gebouw categorie volgens tabel 8	Categorie 3 > 8 meter >2.500 m ²
Ontruimingstijd van het gebouw (RSET)	
Uitgangspunt berekende of forfaitaire waarde	Forfaire waarde ontruimingstijd
Forfaire waarde ontruimingstijd	30 minuten
Berekende ontruimingstijd:	
detectietijd [min:sec]	
reactietijd [min:sec]	
vluchtijd [min:sec]	
totaal 0,00 [min:sec]	
veiligheidsfactor %	ontruimingstijd n.v.t. minuten
Hoofdstap 1: Beoordeling toepassingsgebied	
Past de te beschouwen situatie binnen het toepassingsgebied van de methode?	Gevolgklasse CC1 of CC2 valt binnen het toepassingsgebied van de methode, voldoet
Hoofdstap 2: Bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot veilig vluchten	
Stap 1: Veiligheidsfactor Bbl-eis zonder bekorting sprinkler (BoB)	1,5
Stap 2: Bepalen ontruimingstijd	30,00 minuten
Stap 3: Bepaling waardering door lage vuurbelasting (W _{per,m})	0,5
Stap 4: Bepaling waardering door sprinklerinstallatie (W _{ges(RSET)})	0,5
Stap 5: Bepaal de basis brandwerendheidseis draagconstructie (BoB _{constructie})	30 minuten
Hoofdstap 3: bepaald minimale BoB_{con} eis in relatie tot een veilig inzet van de brandweer	
Minimale brandwerendheid op bezijken ongeacht berekende ontruimingstijd BoB _{con} :brandweer	20, minuten
Hoofdstap 4: Bepalen brandwerendheidseis	
Een bouwconstructie bezwijkt bij brand niet binnen:	30 minuten, vluchten maatgevend
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen richting (extra beschermde) vluchtroutes	30 minuten
Minimale WBDBO-eis van de brandscheidingen tussen brandcompartimenten	20 minuten

Doorsnede gebouw met brandscheidingen



Situatie

Een bestaand kantoorgebouw wordt herbestemd tot hotel. Op de begane grond liggen de lobby en het restaurant, op de eerste, tweede en derde verdieping liggen de hotelkamers. Het gebouw is in drie brandcompartimenten ingedeeld. De trappenhuisen worden uitgevoerd als een ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert, en zijn niet in een brandcompartiment gelegen. Tussen de brandcompartimenten onderling en naar een vluchtroute is een WBDBO-eis van 20 minuten van toepassing. Vanuit het rechtensverkrege niveau is een eis van 90 minuten van toepassing voor de constructie omdat het gebouw in het verleden een ongesprinklerd kantoorgebouw was.

Uitvoeringsniveau sprinkler: normaal. De ontruimingstijd is niet berekend.

De permanente vuurbelasting is berekend, en ligt onder de grenswaarde van 500 MJ/m².

Door de constructeur is berekend dat de staalconstructie zonder aanvullende maatregelen een brandwerendheid op bezijken bezit van 23 minuten.

Toelichting resultaten berekening

Basis eis:

Een gesprinklerd gebouw is in drie brandcompartimenten ingedeeld, en de trappen zijn uitgevoerd als een ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert. Tussen de brandcompartimenten onderling en naar een extra beschermde vluchtroute is een WBDBO-eis van 20 minuten van toepassing. Het brandcompartiment heeft een oppervlakte van meer dan 2.500 m².

Eis na waardering

Om de brandscheidingen en de vluchtroutes in stand te houden moet de constructie 20 minuten blijven functioneren onder brandomstandigheden.

De minimale waarde voor het instand houden van de constructie om een inzet van de brandweer mogelijk te maken is 20 minuten. Aan deze eis wordt voldaan door invulling te geven aan de minimale eisen die gelden voor veilig vluchten.

Een hogere waardering van de sprinklerinstallatie kan mogelijk zijn indien de ontruimingstijd wordt berekend.

In deze situatie is het beperkt noodzakelijk de constructie aanvullend te beschermen.

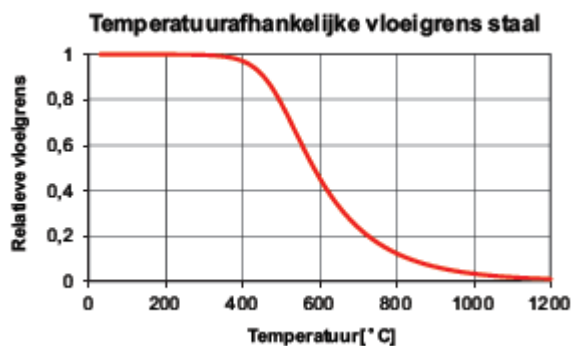
Bijlage 2: Gedrag van staalconstructies bij brand

B.2.1 Kritieke staaltemperatuur

Door verhitting nemen de stijfheid en de sterkte (vloei grens) van het staal af. De stijfheid is de weerstand van het materiaal tegen vervorming (b.v. doorbuiging). De stijfheid neemt af vanaf circa 200 °C en de vloei grens vanaf circa 400 °C. De vloei grens geeft aan bij welke mechanische belasting het staal gaat bezwijken. Plastisch vervormen (waarbij de vervorming blijvend is) treedt al eerder op, hetgeen betekent dat de stalen constructie na afkoeling niet meer in zijn oorspronkelijke vorm zal terugkomen.

De temperatuur waarbij de draagkracht van de staalconstructie zo is afgenomen dat het de belasting niet meer kan dragen en er onbeperkte vervorming en instorting kan optreden, wordt de kritieke staaltemperatuur genoemd.

Als de mechanische belasting (b.v. een bepaald gewicht of bepaalde trekkracht) op de constructie gelijk blijft, dan zal bij het verhogen van de staaltemperatuur uiteindelijk de constructie bezwijken. Voor de meest gebruikte staalsoorten is de relatie tussen de staaltemperatuur en de sterkte (vloei grens) bekend. Figuur B.2.1 geeft de globale relatie tussen de temperatuur van staal en de reductie op de sterkte (vloei grens) bij brand. Dit betekent dat als van een stalen onderdeel de spanning door mechanische belasting bekend is, de kritieke staaltemperatuur van dit constructie-onderdeel kan worden berekend.



figuur B.2.1: relatie staaltemperatuur en reductie vloei grens

De mate waarin een stalen constructie-onderdeel overgedimensioneerd is, is van invloed op de kritieke staaltemperatuur. Kan een constructie-onderdeel bij kamertemperatuur maar net de belasting dragen dan kan bij een kleine afname van de vloei grens de constructie al bezwijken, dus bij een relatief lage staaltemperatuur. De kritieke staaltemperatuur ligt in praktijk tussen de 450 °C en 700 °C [15].

B.2.2 Brandwerendheid van onbeschermde constructies

De brandwerendheid met betrekking tot bezwijken is de tijd waarbinnen de dragende constructie niet mag bezwijken. Voor staalconstructies betekent dit dat de staaltemperatuur gedurende deze tijd lager of gelijk is aan de kritieke staaltemperatuur van de constructie.

Bepalend hierbij is de snelheid waarmee een stalen constructie-onderdeel opwarmt wanneer het wordt blootgesteld aan brand.

Een dun stalen profiel heeft relatief veel verhit oppervlak ten opzichte van de staal massa. Daardoor zal een dun profiel relatief snel opwarmen en wordt de kritieke staaltemperatuur relatief snel bereikt. Hoe snel dat gebeurt, hangt af van de zogenaamde profielfactor. Deze kan worden bepaald met de volgende formule:

$$P = \frac{A_m}{V}$$

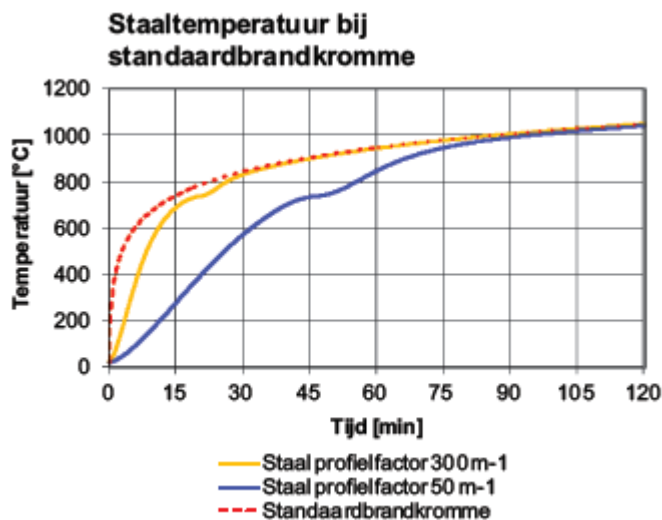
Waarin:

P = profielfactor in m^{-1}

A_m = omtrek van de verhitte doorsnede in m

V = oppervlakte van de gehele doorsnede in m^2

Figuur B.2.2 illustreert voor twee profielen, met verschillende profielfactor, hoe de temperatuur van het profiel toeneemt in de tijd als gevolg van opwarming bij blootstelling aan de standaardbrandkromme. In de figuur is te zien dat bij 735 °C het staal warmte opneemt zonder zelf in temperatuur toe te nemen (horizontaal stukje in de grafiek). Dit komt door de wijziging van de ijzer-koolstofstructuur van het staal. Verder is te zien dat het profiel met profielfactor 300 m^{-1} al na ongeveer 30 minuten de temperatuur aanneemt van de brand. Voor het profiel met de lage profielfactor van 50 m^{-1} is dit pas na 90 minuten.



figuur B.2.2: temperatuurverloop in de tijd van 2 staalprofielen bij verhitting met de standaardbrand2

Wanneer de ontwikkeling van de brand (volgens standaard brandkromme of natuurlijk brandconcept) bekend is, kan worden bepaald hoe snel een staalprofiel opwarmt. Er kan dan worden bepaald wanneer de constructie de kritieke staaltemperatuur bereikt en of hiermee voldaan wordt aan de gestelde eis voor de brandwerendheid met betrekking tot het bezwijken.

Wanneer blijkt dat het constructie-onderdeel niet gedurende de gestelde tijd onder de kritieke staaltemperatuur blijft, dan kan ervoor worden gekozen om de constructie te voorzien van aanvullende brandwerende bescherming.

Opgemerkt moet worden dat ook bij het afkoelen van een constructie, de constructie kan vervormen.

B.2.3 Brandwerendheid van beschermde constructies

Om stalen profielen brandwerend te beschermen zijn verschillende materialen beschikbaar:

- spuitmortel
- opschuimende verf (of coating)
- plaatmateriaal
- integratie van stalen en betonnen delen

De verschillende materialen gebruiken verschillende mechanismen om de staalconstructie te beschermen.

Een opschuimende verf of coating werkt bij een verhoogde temperatuur. Wanneer de staaltemperatuur rond de 200-250 °C komt, begint de verf op te schuimen en vormt dan een thermische barrière tussen de brand en het staal. Hierdoor wordt de verdere opwarming van het staal vertraagd.

Bij bescherming met plaatmateriaal vormt het plaatmateriaal een thermische barrière. Naast de isolerende werking ontstaat vertraging van de opwarming doordat de verhitte omtrek kleiner wordt (e.g. bij een I-profiel) en hierdoor de profielfactor kleiner wordt. Omdat het plaatmateriaal reeds een thermische barrière vormt bij kamertemperatuur kan deze vorm van isolatie ook een bijdrage leveren aan de scheidende functie (de opwarming van de niet-verhitte zijde wordt op deze manier al vertraagd bij lage temperaturen).

Bij het combineren van stalen en betonnen delen (bijv. in betonvloeren geïntegreerde stalen liggers of betongevulde buiskolommen) kan het beton diverse doeleinden hebben. Het kan het staal afschermen van de brand, maar kan ook stijfheid en draagkracht van de constructie vergroten.

B.2.4 Componentenbenadering

Voor het berekenen van de brandwerendheid van constructies wordt gebruik gemaakt van een eenvoudige componentenbenadering. Dit betekent dat het gedrag van de componenten afzonderlijk bekeken wordt. In de praktijk hebben constructie-elementen in hun samenhang vaak een grotere draagkracht (door bijv. membraanwerking) dan op basis van de afzonderlijke elementen te verwachten is.

Bijlage 3

Titel	Sprinklerinstallatie
-------	----------------------

B.3.1 Algemeen

Definitie

Automatische sprinklerinstallaties zijn ontworpen om een brand in het beginstadium te ontdekken en met water te blussen, dan wel de brand zo onder controle te houden dat volledige blussing met andere middelen kan worden verricht [14].

Systeemopbouw

Een sprinklersysteem bestaat uit sprinklerkoppen, sprinklerleidingen, signaleringsvoorzieningen voor brandmeldingen en een watervoorziening. De sprinklerkoppen zijn in een patroon onder het plafond of aan het dak aangebracht. In opslag gebouwen kunnen deze ook in stellingen aanwezig zijn.

Wijze van activering

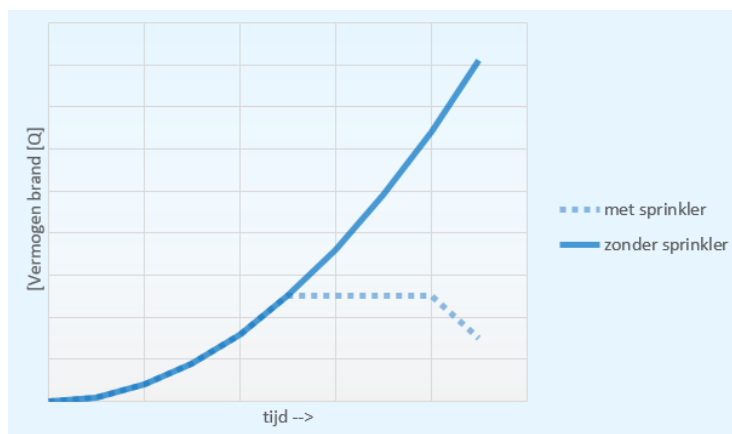
Wanneer brand ontstaat, zorgt de hete lucht dat het hittegevoelige element in de sprinklerkop wordt geactiveerd, waarna water over de brandhaard wordt gesproeid. Bij een sprinklerinstallatie worden alleen de sprinklerkoppen nabij de brand geactiveerd. De hoeveelheid water per m² (de sproeidichtheid) is afhankelijk van het gebruik van het gebouw en wordt bij het ontwerp bepaald. Zo is het benodigde water per m² in een kantoor veel kleiner dan in een magazijn met opslag. Uiteraard is de soort en de hoeveelheid materialen die opgeslagen is van grote invloed op de benodigde waterhoeveelheid.

Blusprincipe en prestaties

De werking van een sprinklerinstallatie kan worden gekarakteriseerd door middel van de volgende belangrijke eigenschappen (afgeleid uit voorschriften en achterliggende testmethoden):

- Bluswerking is gebaseerd op het koelen van de brandstof om zo de pyrolyse te beperken;
- Daarbij zorgt het zogenaamde pre-wetting, het nathouden van de omgeving, voor voorkoming van branduitbreiding in de directe omgeving van de brand;
- Een brand blijft een lokale, brandstof beheerste brand, die onder controle wordt gehouden door een beperkt aantal sprinklers (binnen het sproeivlak van de sprinklerinstallatie);
- Doordat sprake is van een lokale, brandstof beheerste brand treedt geen flash-over op;
- De temperatuur aan het plafond loopt slechts gedurende kort tijd op totdat een sprinklerkop activeert. Daarna neemt de temperatuur sterk af om daarbij tevens schade aan de constructie te voorkomen.

De sprinklerinstallatie zorgt ervoor dat de omvang en intensiteit van een brand wordt beheerst waardoor de vrijkomende warmte (vermogen) ten opzichte van een situatie zonder sprinkler beperkt wordt (zie figuur B.3.1).



figuur B.3.1: generieke vermogenscurve voor situatie met sprinkler en zonder sprinkler

B.3.2 Beschermen staalconstructie

Bij een brand vlakbij of tegen de kolommen van het gebouw aan mag dit niet leiden tot het bezwijken van de constructie. In de sprinklervoorschriften wordt aangegeven of om bezwijken te voorkomen aanvullende voorwaarden van toepassing zijn. In onderstaande tabel is als voorbeeld aangegeven de eisen uit de NEN-EN 12845+NEN 1073.

tabel B3.1: aanvullende maatregelen nodig - NEN-EN 12845+NEN 1073

Gevarenklasse	Aanvullende maatregelen
LightHazard	Nee niet van toepassing
Ordinary Hazard	Nee niet van toepassing
High Hazard Process (HHP)	Nee niet van toepassing
High Hazard Storage (HHS), opslag ≤ 4,5 meter	Nee niet van toepassing
High Hazard Storage (HHS), opslag > 4,5 meter	Ja vereist ^{A)} : - sprinklers op de kolommen - vrije ruimte rondom kolommen van 75 mm

Opmerking A: als alternatief mag de constructie ook 90 minuten brandwerend bekleed worden. De werking van een sprinklerinstallatie, met een sproeitijd van 90 minuten, wordt hiermee gelijkgesteld aan een brandwerendheid op bezwijken van 90 minuten.

Andere sprinklervoorschriften, zoals de NFPA 13, hebben vergelijkbare eisen.

B.3.3 Aandachtspunten ontwerp

Het ontwerpen van een sprinklerinstallatie gebeurt op basis van normen. Het is van belang dat het gebruik van het gebouw goed vastgesteld wordt, omdat de daaruit volgende gevarenklasse de basis vormt van de dimensionering van de sprinklerinstallatie. Bij het ontwerp wordt rekening gehouden met onder andere de volgende zaken:

- Het verwachte brandscenario;
- de activeringstijd van de sprinklers en maximale sproeivlak;
- de beschikbaarheid van de sprinklerinstallatie, ook tijdens onderhoud en bij uitvoering van mutaties;
- de bewaking van de werking van het systeem (sprinklerbewakingsysteem);
- de beschikbaarheid en omvang van de totale hoeveelheid bluswater;
- betrouwbaarheid van de watervoorziening (type watervoorraad: open water, tank, drinkwaternet);

- redundantie van de watervoorziening;
- mogelijk vorstgevaar;
- opslag en opslagconfiguraties;
- overige bouwkundige, organisatorische- in installatietechnische voorzieningen.

De ontwerper van een sprinklerinstallatie vertaalt de eisen naar een ontwerp zoals voorgeschreven in de norm. In de Nederlandse praktijk wordt gebruik gemaakt van de norm NEN-EN 12845 + A2+ NEN 1073 [14], de NFPA-voorschriften of FM-datasheets, combinaties van normen zijn mogelijk.

B.3.4 Waarborging kwaliteit en betrouwbaarheid

Aanleg

De effectiviteit en efficiëntie van een sprinklerinstallatie wordt voor een belangrijk deel bepaald tijdens het ontwerp en de aanleg van de installatie.

Een inspectiecertificaat geeft de opdrachtgever het bewijs dat de installatie in samenhang met de relevante bouwkundige en organisatorische aspecten voldoet aan de brandveiligheidsdoelen zoals voorwoord zijn in het opgestelde uitgangspuntendocument (UPD). In het UPD zijn de relevante (afgeleide) doelstellingen opgenomen.

De inspectie-instelling beoordeelt of de installatie geschikt is voor het behalen van de geformuleerde afgeleide doelstellingen in relatie tot de uitvoering van de installatie en het daadwerkelijke gebruik. Inspectie vindt plaats volgens het CCV-Inspectieschema Brandbeveiligingsystemen [16]. Dit is een feitelijke keuring op het moment van oplevering, waarbij geen eisen worden gesteld aan de partijen die de installatie aanleggen.

Door gebruik te maken van een gecertificeerde installateur wordt ook in de ontwerp- en uitvoeringsfase de kwaliteit van de sprinklerinstallatie geborgd. Een gecertificeerde sprinklerinstallateur werkt volgens het schema 'Certificatieschema VBB-systemen: Leveren VBB-systemen' [17]. De installateur wordt voor die certificering geaudit. Bij iedere installatie levert de installateur een 'installatiecertificaat' op als bewijs van de geleverde kwaliteit en het voldoen aan het Uitgangspuntendocument (UPD). Indien er een 'installatiecertificaat' is afgegeven behoeft de inspectie-instelling een minder diepgaande inspectie uit te voeren.

Afgeleide doelstellingen

De volgende afgeleide doelstellingen zijn van toepassing op installaties die gebruik maken van de methode zoals beschreven in deze publicatie:

*'Het verhogen van de bescherming van een bouwwerk en/of object in geval van blootstelling aan een brand (exposure protection) waardoor de kans op brandoverslag wordt geminimaliseerd en schade aan het bouwwerk en/of object wordt beperkt, in de context van het basisontwerp.'*⁵

'Een beginnende brand in een vroeg stadium detecteren, signaleren en onder controle houden zodat veilig vluchten mogelijk is (life safety), binnen de context van het basisontwerp.'

Deze afgeleide doelstellingen, en eventuele andere van toepassing zijnde afgeleide doelstellingen, moeten opgenomen worden in het UPD.

Gebruik

⁵ CCV INSPECTIESCHEMA BRANDBEVEILIGING Inspectie brandbeveiligingssysteem (VBB-BMI-OAIRBI) op basis van afgeleide doelstellingen

Om de betrouwbaarheid van de sprinklerinstallatie te garanderen is adequaat onderhoud en regulier testen essentieel. De eigenaar/gebruiker van het gebouw dient bijvoorbeeld in opslaggebouwen rekening te houden met de maximale toegestane opslag. Door gebruik te maken van een gecertificeerde partij voor het onderhoud en beheer wordt in de gebruiksfase de kwaliteit van de sprinklerinstallatie geborgd. Het onderhoudscertificaat dat vervolgens wordt afgegeven is in de gebruiksfase het bewijs dat onderhoud en testen adequaat wordt uitgevoerd. Gecertificeerde installateurs verstrekken het certificaat op basis van 'Certificatieschema VBB-systemen: Onderhoud VBB-systemen [18]'. Indien er een 'onderhoudscertificaat' is afgegeven behoeft de inspectie-instelling een minder diepgaande inspectie uit te voeren.

Ook hier geldt de wettelijk verplichte inspectie, waar aanvullend op de installatietechnische aspecten met name gecontroleerd wordt of de bouwkundige- en organisatorische maatregelen goed afgestemd zijn op de installatie. Wijzigingen tijdens gebruik worden op deze wijze gemonitord en leiden - indien nodig - tot aanpassingen in de installatie.

Betrouwbaarheid, faalkansen en beschikbaarheid

Onderzoeken uit verschillende landen komen met verschillende gegevens over de betrouwbaarheid van sprinklerinstallaties. In Nederland wordt er geen specifieke statistiek bijhouden. De situatie in andere landen is niet altijd goed te vergelijken met de Nederlandse situatie, in de Verenigde Staten is er bijvoorbeeld geen certificeringssysteem zoals wij die kennen met inspectiecertificaten die onder accreditatie worden afgegeven. Ook verschillen uitgangspunten die bij de aanleg worden gehanteerd. In Europa is het bijvoorbeeld gebruikelijker om zwaardere eisen te stellen aan de uitvoering van de watervoorziening (2 pompen), terwijl in de Verenigde Staten in de meeste gevallen voor een enkele pomp wordt gekozen maar in combinatie met een aansluiting op het drinkwaterleidingnet met een hoge capaciteit. Dit zijn allemaal factoren die een rol spelen bij de betrouwbaarheid van een sprinklerinstallatie.

Het vergelijken en toepassen van statistiek is lastig [19] omdat, bijvoorbeeld:

- Er verschillende aspecten en criteria worden gehanteerd bij het vastleggen van gegevens.
- In sommige statistieken wordt bijvoorbeeld aangegeven dat de sprinkler niet gewerkt heeft als de brand te klein was om de sprinkler te activeren. Niet volledig werken maar wel een bijdragen geven wordt bijvoorbeeld ook verschillend geclassificeerd.
- Oorzaken en gevolgen zijn in niet te vergelijken groepen ingedeeld.
- Gegevens zijn niet volledig (meer negatieve gevallen worden bijgehouden dan successen), wijze waarop data is verzameld is niet bekend
- Uitvoering van de installatie is niet meegenomen in de statistiek (droog/nat/gebouw soort)
- Achterliggende gegevens die gebruikt zijn, zijn niet publiekelijk beschikbaar of zijn niet gevalideerd overgenomen.
- Gebrek aan kwaliteitsborging van de verzamelde data
- Elke land heeft zijn eigen wijze van borging van kwaliteit en robuustheid van normen, dit heeft een invloed op de resultaten.

Op basis van de beschikbare statistiek is echter wel mogelijk om een algemene waardering vast te stellen en om lering te trekken uit de oorzaken waarom een sprinklerinstallatie niet functioneert als verwacht. Deze leerpunten zijn meegenomen in deze methode om het risico op het niet adequaat functioneren van de sprinklerinstallatie vergaand te vergelijken.

Op basis van de resultaten van internationaal onderzoeken ontstaat een duidelijk beeld over de betrouwbaarheid van sprinklerinstallatie en de oorzaken waarom deze in een klein percentage van de gevallen niet functioneert zoals verwacht. In tabel B3.1 de samenvatting weergegeven van deze onderzoeken.

tabel B3.1: betrouwbaarheid sprinklerinstallatie

Land	Bron	Betrouwbaarheidspercentage
Statistiek uit Zweden	[20]	92 %
Statistiek uit Verenigd Koninkrijk	[20]	85 %
	[21]	94 % (woonomgevingen)
Statistiek uit Nieuw Zeeland	[20]	96 %
Statistiek van Industriförsäkring AB uit Finland	[20]	91 %
Statistiek AFPA uit Australië en Nieuw Zeeland	[20]	99,5 %
Statistiek uit Denemarken, 2008	[22]	97,6 %
Statistiek uit de Verenigde Staten, 2021	[23]+ [24]+ [24]	89 % - 94% ^{A)}
Publicatie FM Global 2007	[20]	94 %
Publicatie Koffel 2005	[20]	90 %
Publicatie Arup Fire, 2006	[20]	90 %
Publicatie Budnick, 2001	[20]	94,6 %
Publicatie Lindner, 1993	[20]	97 %
Publicatie Maybee	[20]	99,5 %
Publicatie Münchener Rück Munich Re Group, 2006	[25]	97,6 %
Publicatie Fire Safety Journal, 2019	[26]	90,2-98,6 %

Opmerking A: de lage waarde is voor situaties waarbij de verwachting is van opsteller van het incidentrapport dat de sprinklers hadden moeten activeren. De hoge waarde is gecompenseerd voor de situatie dat er branden die te klein zijn om de sprinkler te activeren.

Gesteld kan worden dat de betrouwbaarheid van een installatie van de installatie hoog is. Vanwege het eerder aangegeven aspect over het toepassen en vergelijken van statistiek moet niet gekeken worden naar de absolute cijfers, dit heeft in het kader van de waardering van de sprinklerinstallatie geen meerwaarde.

In Nederland wordt er in tegenstelling tot veel andere landen gebruik gemaakt van een goed geborgd onderhouds en inspectie-regime. Dit draagt zondermeer bij aan een hogere betrouwbaarheid van sprinklerinstallaties dan het internationale gemiddelde.

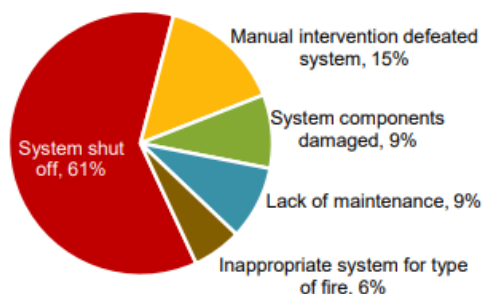
Belangrijker is om te kijken naar de oorzaken waarom een sprinklerinstallatie niet adequaat functioneert en of het risico hierop te verkleinen is. In de tabel B3.2 zijn de meest voorkomende oorzaken aangegeven en maatregelen aangegeven om deze aspecten te beheersen.

tabel B3.2: oorzaken voor niet/verminderd functioneren en beheersmaatregelen

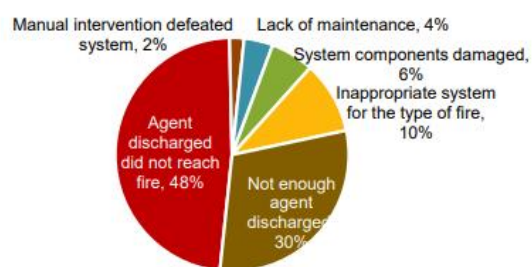
Onderdeel	Oorzaak	Beheersmaatregel organisatorisch	Beheersmaatregel installatietechnisch
Geen detectie en alarmering	Gehele systeem uitgeschakeld	• Beheer en onderhoud	-
	Sprinklermeldcentrale uitgeschakeld	• Onafhankelijke inspectie	-
	Afsluiter gesloten, waardoor alarmklep of flow switch geen waterstroom detecteert		• Elektronische afsluiter bewaking
Geen water	Gehele systeem uitgeschakeld	• Beheer en onderhoud	-
	Afsluiter dicht	• Onafhankelijke inspectie	• Elektronische afsluiter bewaking

Onderdeel	Oorzaak	Beheersmaatregel organisatorisch	Beheersmaatregel installatietechnisch
	Pomp start niet, energie uitval		<ul style="list-style-type: none"> 2^e energievoorziening
	Pomp start niet, technisch defect		<ul style="list-style-type: none"> 2^e pompset
	Alarmklep in onderhoud		<ul style="list-style-type: none"> Omloopleiding
	Systeem uit, deels in werkzaamheden		<ul style="list-style-type: none"> Afmeting secties beperken
	Reservoir leeg		<ul style="list-style-type: none"> 2^e reservoir
	Defecte componenten		-
Onvoldoende water op de brand	Gebruik past niet bij ontwerp	<ul style="list-style-type: none"> Beheer en onderhoud Inspectie Opstellen goed uitgangspuntendocument 	-
	Obstructies	<ul style="list-style-type: none"> Beheer en onderhoud 	-
	Deels leidingen geblokkeerd	<ul style="list-style-type: none"> Onafhankelijke inspectie 	-
	Tank niet volledig vol/ watertoevoer onvoldoende (DWL)		
	Defecte componenten		
	Pomp haalt curve niet		

De NFPA [23]+ [24] heeft in de Verenigde staten onderzoek gedaan naar de oorzaken waarom de niet in alle gevallen functioneert zoals verwacht, de samenvatting hiervan is aangegeven in onderstaande figuren.



figuur B.2: oorzaken waarom de sprinklerinstallatie niet functioneerde (falen) (bron: NFPA)



figuur B.3: oorzaken waarom de sprinklerinstallatie was ineffectief. (bron: NFPA)

Verplichte certificering, beheer- en onderhoud, bewaking van afsluiters om te zorgen dat een gesloten afsluiter niet onopgemerkt blijft, redundante onderdelen voor de watervoorziening (afhankelijk van de situatie) zijn maatregelen die in deze methode zijn opgenomen om het risico op het niet naar verwachting werken van de sprinklerinstallatie vergaand te verkleinen.

Prestatieniveaus

Bij het niet naar verwachting functioneren van de installatie is het ook nog eens goed te kijken naar wat er niet functioneert. Vaak wordt er 'zwart-wit' gesteld dat de sprinklerinstallatie werkt of niet. In de statistieken wordt het gedeeltelijk functioneren van de sprinklerinstallatie vaak als 'falen' opgenomen. Zelfs bij de kleine kans dat de installatie gedeeltelijk functioneert zal deze in veel gevallen bijdragen aan het behalen van beveiligingsdoelstellingen. Hierbij kijken we naar vier prestatieniveaus:

- Prestatieniveau 1: de sprinklerinstallatie werkt zoals verwacht
 - wel detectie en alarmering;

- wel brandbeheersing
- wel koeling constructie en rooklaag aanwezig
- Prestatieniveau 2: de sprinklerinstallatie werkt, maar niet zoals verwacht:
 - wel detectie en alarmering;
 - de brand wordt niet beheerst, doordat er onvoldoende water beschikbaar is.
 - beperkte koeling constructie en rooklaag aanwezig, doordat er onvoldoende water beschikbaar is.
- Prestatieniveau 3: de sprinklerinstallatie werkt, maar niet zoals verwacht:
 - wel detectie en alarmering;
 - de brand wordt niet beheerst, doordat het water de brand niet bereikt.
 - geen koeling constructie en rooklaag aanwezig
- Prestatieniveau 4: de sprinklerinstallatie werkt in zijn geheel niet.
 - geen detectie en alarmering
 - geen brandbeheersing
 - geen koeling constructie en rooklaag aanwezig

In tabel B.3.4 is aangegeven met welke prestatieniveau van de sprinklerinstallatie invulling gegeven kan worden aan de hiervoor aangegeven beveiligingsdoelstellingen.

tabel B3.4: prestatieniveau en beveiligingsdoelstellingen

Beveiligingsdoelstellingen	Prestatieniveau 1	Prestatieniveau 2	Prestatieniveau 3	Prestatieniveau 4
1 Voorkomen van brand	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t
2 Ontdekken van brand	+	+	+	-
3 Alarmeren van brand intern	+	+	+	-
4 Ontruimen/vluchten bij brand	+	+-	-	-
5 Blussen beginnende brand door omstanders	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t
6 Automatisch blussen van brand	+	+-	-	-
7 Alarmeren van brand extern	+	+	+	-
8 Opkomen brandweer	-	-	-	-
9 Inzet brandweer	+	+-	-	-
10 Redden door brandweer	+	+-	-	-
11 Blussen brand door brandweer	+	+-	-	-
12 Nazorg	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t

+ = geeft invulling

+- = draagt in beperkte maten bij

- = draagt niet bij

n.v.t. = niet van toepassing

Bijlage 4

Titel	Bronvermeldingen/verwijzingen
-------	-------------------------------

- [1] E. /. DGMR, Sprinklerinstallaties en brandwerendheid op bezwijken van staalconstructies, Efectis / DGMR, 2017.
- [2] NEN, NEN 6060 Brandveiligheid van grote brandcompartimenten, NEN, 2015.
- [3] NEN, NEN 6079 Brandveiligheid van grote brandcompartimenten - Risicobenadering, NEN, 2016.
- [4] NEN, NEN 6055 Thermische belasting op basis van het natuurlijk brandconcept - Bepalingsmethode, NEN, 2011.
- [5] NEN, NEN-EN 1991-1-2+C3: Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-2: Algemene belastingen - Belasting bij brand, Delft: NEN, 1 november 2019.
- [6] NEN, NEN-EN 1990+A1:2006+A1:2006/C2:2019 Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp + ationale bijlage, Delft: NEN, 1 november 2019.
- [7] Handreiking brandveiligheid hoge gebouwen, SBR, 2014.
- [8] NEN 6055 'Thermische belasting op basis van het natuurlijk brandconcept - Bepalingsmethode', Delft: NEN, 1 juli 2011.
- [9] Basis voor brandveiligheid, De onderbouwing van brandbeveiliging in gebouwen, Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid, 2017.
- [10] D. B. e. R. A. V. Ministerie van Binnenlandse Zaken, Brandbeveiligingsconcept kantoorgebouwen en onderwijsgebouwen, Den Haag, april 1996.
- [11] NEN 6069 +A1 +C1 'Beproeving en klassering van de brandwerendheid van bouwdeelen en bouwproducten', Delft: NEN, 2019.
- [12] Doctrine brandbestrijding, Arnhem: Brandweer Nederland, november 2022.
- [13] NIPV, Bestrijding van brand in een bouwwerk met sprinklerinstallatie, Arnhem: NIPV, november 2023.
- [14] NEN-EN 12845 Vaste brandblusinstallaties - Automatische sprinklerinstallaties - Ontwerp, installatie en onderhoud, Delft: NEN, 2018.
- [15] i. A. e. V. M. i. R. TROMP, Fire Safety Engineering: Handboek voor de bouw., Delft, 2013.
- [16] CCV INSPECTIESCHEMA BRANDBEVEILIGING Inspectie brandbeveiligingssysteem, Utrecht: Het CCV.
- [17] CCV-CERTIFICATIESCHEMA Leveren VBB-systemen, Utrecht: Het CCV.
- [18] CCV-CERTIFICATIESCHEMA Onderhoud VBB-installaties, Utrecht: Het CCV.
- [19] A. e. A. K. Verma, Reliability data on fire sprinkler systems, CRC press, 2020.
- [20] Reliability of Automatic Sprinkler - an Analysis of Available Statistics, Lund University, Sweden , 2008.
- [21] Efficiency and Effectiveness of Sprinkler Systems in the United Kingdom: An Analysis from Fire Service Data Incidence of Deaths and Injuries in Sprinklered Buildings:, NFCC, 2019.
- [22] D. -. D. I. o. F. a. S. Technology, Reliability of Automatic Water Sprinkler systems (AWS sprinkler), 2008:02.
- [23] M. Ahrens, US Experience with Sprinklers, NFPA Research, April 2024.
- [24] M. Ahrens, US Experience with Sprinklers Supporting Tables, NFPA Research, April 2024.
- [25] P. M. R. M. R. Group, Schadenspiegel Special feature issue Risk factor of fire, 2006.
- [26] J. I. K. K. Khalid A.M. Moinuddin*, Reliability of sprinkler system in Australian shopping centres -A fault tree, Fire Safety Journal, 2019.

- [27] ATGB-advies 2103 - toegestane brandduur bij 'traveling local carfire', ATGB, 2021.
- [28] Kwadrantenmodel voor gebouwbrandbestrijding, Brandweer Nederland, november 2014.
- [29] U.S. Experience with sprinklers, NPFA Research, 2017.
- [30] Reliability of Automatic Sprinkler systems - an Analysis of Available Statistics, Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety Lund University, Sweden , 2008.
- [31] VROM, Brandveiligheidsconcept kantoorgebouwen en onderwijsgebouwen, Den Haag: VROM, 1996.