

Ministerie van Binnenlandse zaken en Koninkrijksrelaties
Directoraat-generaal Wonen en Bouwen
de heer Marcel Balk
Postbus 20011
2500 EA DEN HAAG

Inlichtingen bij
C. Tonnaer
Ons kenmerk
BA 140394
Bijlage(n)
1

Datum 8 september 2014
Onderwerp Rapportage risicovergelijking veestallen

Geachte heer Balk,

Conform afspraak hebben wij u digitaal, via de e-mail, als PDF-bestand het rapport "Risicovergelijking brandveiligheid van stallen groter dan 2500 m² met stallen tot 2500 m²" toegezonden. Een papieren versie ontvangt u bijgaand.

Mocht u nog vragen of opmerkingen over deze rapportage hebben dan kunt u contact opnemen met de projectleider van het onderzoek, de heer C. Tonnaer (tel 026-3552322)

Omdat wij waken over de kwaliteit van onze dienstverlening ontvangt u bijgaand het formulier Evaluatie dienstverlening IFV. Ik vraag u vriendelijk dit evaluatieformulier te willen invullen. Uw opmerkingen kunnen voor ons van belang zijn bij het op peil houden en eventueel verbeteren van de kwaliteit van onze dienstverlening. Ik stel uw medewerking dan ook bijzonder op prijs.

Tenslotte wil ik u bedanken voor uw opdracht.

Met vriendelijke groet,



W.F. Beckmann
manager Brandweeracademie

IFV externe opdrachtelevaluatie

**Projectnaam: Risicovergelijking
brandveiligheid van stallen groter dan
2500 m2 met stallen tot 2500 m2**

Projectnummer: 2613

Datum:

Ingevuld door:

Zijn de geformuleerde doelen gerealiseerd?

doel 1:

doel 2:

doel 3:

Hoe luidt uw oordeel over het offertetraject? (1 = geheel niet tevreden, 10 = zeer tevreden)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Toelichting:

Hoe luidt uw oordeel over de kwaliteit van het IFV bij de opdrachuitvoering?

Ten aanzien van de inhoud:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Toelichting:

Ten aanzien van de IFV procesvoering:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Toelichting:

Ten aanzien van de prijs/kwaliteit:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Toelichting:

Hoe luidt uw oordeel over de afronding van het project?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Toelichting:

Wij stellen overige opmerkingen ten zeerste op prijs.



BRANDWEER

Brandweeracademie

Risicovergelijking
brandveiligheid van stallen
groter dan 2500 m² met
stallen tot 2500 m²



Colofon

Opdrachtgever: Ministerie van BZK
Contactpersoon: Clemon Tonnaer
Titel: Risicovergelijking brandveiligheid van stallen groter dan 2.500 m2
met stallen tot 2.500 m2
Datum: 1 september 2014
Status: Definitief
Versie: 1.3
Auteurs: Mevr. dr. ing. Kobes
Dhr. dr. ir. J. Post
Dhr. ing. J. Weges
Projectleider: Dhr. drs. C. Tonnaer
Review: Dhr. ing. R. Hagen MPA
Eindverantwoordelijk: Dhr. W.F. Beckmann

Inhoud

1	Inleiding 4
1.1	Achtergrond 4
1.2	Onderzoeksvraag 4
2	Methodiek 6
3	Literatuur en casuïstiek 10
3.1	Literatuur 10
3.2	Casuïstiek 10
4	Invloedsdiagram 11
5	Gebeurtenissen en maatregelen 14
5.1	Stallen conform Bouwbesluit 2012 (wijziging 1 april 2014) 14
5.1.1	Kans op (ontwikkeling van) brand 14
5.1.2	Branduitbreidingssnelheid 16
5.1.3	Branddetectie 16
5.1.4	Handblussing van beginnende brand 17
5.1.5	Evacuatie 18
5.1.6	Brandweer blust 18
5.1.7	Ventilatie, normale stallucht verversing 19
5.1.8	Dode dieren 20
5.2	Vergelijking stalgroottes, effect op kans van brand 20
5.3	Resultaten 21
6	Conclusies stallen tot 2.500 m² ten opzichte van stallen groter dan 2.500 m² 23
7	Maatregelen verlagen risico 26
7.1	Beperken kans op brand 26
7.2	Automatische detectie 28
7.3	Automatisch blussen 29
7.4	Minder brandbare materialen (lagere branduitbreidingssnelheid, BUS) 30
7.5	RWA (in combinatie met detectie) 31
8	Conclusies 33
	Bijlage 1 36

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Vanaf 1 april 2014 gelden aanvullende eisen voor nieuw te bouwen veestallen. Het doel van deze eisen is het verminderen van het brandrisico voor dieren, om daarmee dierenleed en het overlijden van dieren ten gevolge van brand te verminderen. De wijzigingen in het Bouwbesluit 2012 die per 1 april 2014 van kracht worden, bestaan uit extra eisen met betrekking tot brandcompartimentering (iedere technische ruimte aanmerken als brandcompartiment) en brandvoortplanting van de aan de binnenruimte grenzende toegepaste bouw/constructiematerialen, zoals isolatiematerialen bij dak- en plafondisolatie van veestallen. Deze bouwmaterialen kunnen na contact met vuur een bijzonder snelle uitbreiding van brand en snelle verstikking van de dieren door rook en giftige gassen veroorzaken. Hierom worden zwaardere eisen aan deze materialen gesteld met betrekking tot brandvoortplanting en daardoor zal ook de rookontwikkeling verminderen. Op basis van de huidige bouwregelgeving vallen veestallen onder de hoofdcategorie Industrie als gebruiksfunctie¹. Door deze indeling mag de maximale grootte van een brandcompartiment van een veestal (nieuwbouw) 2.500 m² bedragen. Bij grotere brandcompartimenten dient het brandrisico gelijkwaardig te zijn aan dat van compartimenten tot 2.500 m². Deze gelijkwaardigheid zal aangetoond moeten worden.

Bij industriegebouwen met als functie 'statische opslag', kan de leidraad Beheersbaarheid van brand uit 2007 worden toegepast om te voldoen aan de gelijkwaardigheid (artikel 1.3) van het Bouwbesluit 2012. Beheersbaarheid van brand richt zich echter niet op het verminderen van het brandrisico voor dieren (in termen van 'kans op dode of gewonde dieren') en is daarom niet bruikbaar voor de hier geschetste doelstelling van de wijziging per 1 april 2014 van het Bouwbesluit 2012 (het beperken van dierenleed door brand).

De doelstelling van de herziening in 2014 van het Bouwbesluit 2012 is dat dieren beter beschermd moeten worden tegen brand. Om te kunnen beoordelen of ook grotere stallen (>2.500 m²) kunnen voldoen aan die doelstelling, heeft het ministerie van BZK het IFV gevraagd om te onderzoeken of vanuit een risicobenadering het mogelijk is om te beoordelen of een stal groter dan 2.500 m² even brandveilig uitgevoerd kan worden als een stal van onder de 2.500 m².

1.2 Onderzoeksvraag

Door het ministerie van BZK is de volgende onderzoeksvraag gesteld:

Beoordeel vanuit een risicobenadering hoe een stal groter dan 2.500 m² even brandveilig uitgevoerd kan worden als een stal kleiner dan 2.500 m², uitgaande van de nadere

¹ Vanaf 1 april 2014 komt onder 'industriefunctie' een sub-functie 'lichte-industriefunctie voor het bedrijfsmatig houden van dieren'

voorschriften in het Bouwbesluit 2012, die vanaf 1 april 2014 gelden. Bij deze beoordeling moet met name rekening worden gehouden met het eventuele effect van de grootte van de brandcompartimenten ten aanzien van dierenleed en het te verwachten aantal dode dieren bij brand. Werk deze risicobeoordeling uit voor een scenario bij een stal kleiner dan 2.500 m² en een stal groter dan 2.500 m².

Bij het beantwoorden van deze vraag gaat het om het beoordelen van een systeem voor brandveiligheid op basis van een risicobenadering.

In overleg met BZK is lopende het onderzoek besloten om in aanvulling op de oorspronkelijke onderzoeksvraag een onderbouwing te geven van mogelijke oplossingsrichtingen om het brandrisico van stallen groter dan 2.500 m² te reduceren, in ieder geval tot het niveau van stallen tot 2.500 m². Deze onderbouwing vindt plaats op basis van gekwantificeerde kansen en effecten.

Aangezien er grote verschillen bestaan in stalsoorten, is in overleg met de klankbordgroep ervoor gekozen om de risicovergelijking toe te spitsen op drie veel voorkomende 'maatgevende' staltypen: stallen voor varkens, voor melkvee² en leghennen.

In dit rapport wordt de gehanteerde methodiek beschreven en worden de afzonderlijke faal- en succesansen van de verschillende stappen in de gebeurtenissenboom onderbouwd. Een 'harde' objectieve onderbouwing van deze kansen bleek in veel gevallen niet mogelijk. In overleg met de klankbordgroep is er in die gevallen gekomen tot onderbouwde schattingen. Voor het doel van dit onderzoek (het doen van een vergelijking tussen stallen die in omvang van elkaar verschillen) is dit voldoende. Voor een bredere toepassing van deze methodiek, of voor toepassing op individuele gevallen, zal echter meer onderzoek noodzakelijk zijn.

² Wanneer in dit rapport gesproken wordt van 'melkvee' worden melkkoeien (runderen) bedoeld. Dit komt overeen met de wijze waarop het begrip 'melkvee' in praktijk in Nederland gebruikt wordt. Andere typen melkvee (zoals geiten) worden buiten beschouwing gelaten.

2 Methodiek

De gekozen risicoanalysemethodiek voor het uitvoeren van de opdracht is die van de gebeurtenissenboom (*event tree analysis*). Deze methode is door het IFV reeds eerder in Nederland toegepast voor het beoordelen van het brandrisico van enkele zeer grote compartimenten in een groot veilinggebouw. Over deze methode heeft het IFV gerapporteerd in het rapport *Brandveiligheid vanuit een risicobenadering: Methodiek* (IFV 2013). Voor een uitgebreide toelichting op de methode van de gebeurtenissenboom kan volstaan worden met een verwijzing naar dit rapport³. In dit hoofdstuk wordt slechts in globale zin aangegeven hoe de gehanteerde methodiek werkt.

De kortste en duidelijkste definitie van het begrip risico is 'een bepaalde kans op een bepaald effect'. Met 'effect' wordt hier meestal een *ongewenst* effect bedoeld. De grootte van het risico wordt bepaald door een samenspel van kansen en effecten. De kans op een desastreus ongeval in een chemische fabriek is klein, maar het nadelige effect kan zeer groot zijn. De kans voor een individu voor het oplopen van een verkoudheid kan in een bepaalde tijd van het jaar redelijk groot zijn, maar het effect valt meestal wel mee. Toch kan in beide gevallen gesproken worden van een bepaald risico.

Met een kwantitatieve risicoanalyse wordt een risico uitgedrukt in een bepaalde kans op een bepaald effect. Hiertoe dient allereerst het *effect* objectief meetbaar gemaakt te worden. Voor risico's op het gebied van fysieke veiligheid wordt effect meestal gedefinieerd als 'overlijden van mensen als gevolg van een bepaalde gebeurtenis'. Maar het is ook mogelijk andere effecten te definiëren zoals 'materiële schade in euro's' of 'overlijden van dieren', zolang deze effecten maar objectief meetbaar en telbaar zijn. Vervolgens wordt gekeken naar de kans van optreden van een gebeurtenis die kan leiden tot deze effecten en naar de kans dat deze gebeurtenis ook daadwerkelijk leidt tot deze effecten. Op deze wijze kan dan bijvoorbeeld een risico uitgedrukt worden als 'de kans dat er 100 mensen komen te overlijden als gevolg van een ontploffing in een bepaalde chemische fabriek is $1 \cdot 10^{-8}$ per jaar'.

Gebeurtenissenboom

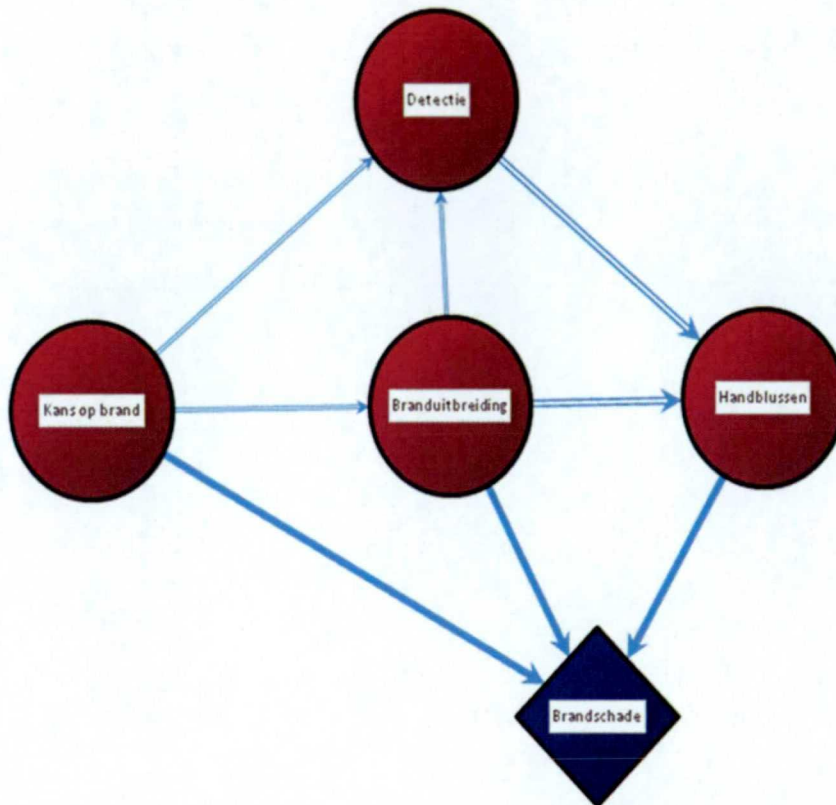
In de methodiek van een gebeurtenissenboom wordt de kans op het optreden van bepaalde effecten bepaald aan de hand van een samenspel van verschillende gebeurtenissen die uiteindelijk resulteren in die effecten, waarbij gekeken wordt naar de kans op het optreden van die afzonderlijke gebeurtenissen. Elke gebeurtenis heeft een eigen kans op voorkomen (die in veel gevallen ook weer afhankelijk is van de kans op optreden van andere gebeurtenissen). Ook wordt gekeken naar de effectiviteit van maatregelen die juist moeten voorkomen dat dergelijke gebeurtenissen optreden. Elke maatregel heeft ook weer eigen faal- of succesansen (die ook afhankelijk kunnen zijn van het succes of falen van andere maatregelen). Zo zal de kans op overlijden als gevolg van brand niet gelijk zijn aan de kans op het ontstaan van brand. Immers: nadat een brand is ontstaan zijn er nog tal van

³ Zie: <http://www.infopuntveiligheid.nl/Publicatie/DossierItem/90/4360/brandveiligheid-vanuit-een-risicobenadering-methodiek.html>.

maatregelen en gebeurtenissen die bepalen of de brand groter wordt en of er nog tijdig gevlucht kan worden. Sterker nog: het Bouwbesluit 2012 beschouwt het ontstaan van brand als een gegeven. Het zijn juist de te nemen maatregelen die moeten voorkomen dat een brand leidt tot het overlijden van mensen (en sinds april 2014 ook tot het overlijden van dieren).

Invloedsdiagram

Voor het opstellen van een gebeurtenissenboom is in deze studie een software tool gebruikt (Precision Tree⁴). Hierbij wordt eerst een invloedsdiagram gemaakt dat met deze tool in een gebeurtenissenboom wordt omgezet. Een voorbeeld van een eenvoudig invloedsdiagram is weergegeven in figuur 1. Hierin wordt het brandverloop in een eenvoudig gebouw beschreven.



Figuur 1: voorbeeld van een eenvoudig invloedsdiagram

⁴ Voor informatie over deze tool zie www.palisade.com/precisiontree.

De gebeurtenissen in de figuur 1 (de knooppunten) hebben een kans van optreden en kunnen een bepaalde invloed op elkaar hebben. De onderstaande tabellen geven deze weer.

Gebeurtenis	Kanswaarden
Kans op brand	0.01 per jaar
Detectie	0.95 door rookmelder
Detectie	0.05 door aanwezige personen
Branduitbreiding	0.05 brand smoort
Branduitbreiding	0.6 beginnende brand
Branduitbreiding	0.35 lokale brand

Tabel 1: kans per gebeurtenis

In dit eenvoudig voorbeeld heeft de branduitbreiding en de wijze van detectie invloed op de kans op succes van handmatig blussen (door aanwezigen).

Handblussing kans succes	In geval van	
0.6	Rookmelder	Beginnende brand
0.8	Aanwezige personen	Beginnende brand
0.4	Rookmelder	Lokale brand
0.1	Aanwezige personen	Lokale brand

Tabel 2: succeskans handblussing. Opmerking: bij ieder kans op succes hoort de complementaire kans op falen. Kans op succes = 1 –kans op falen

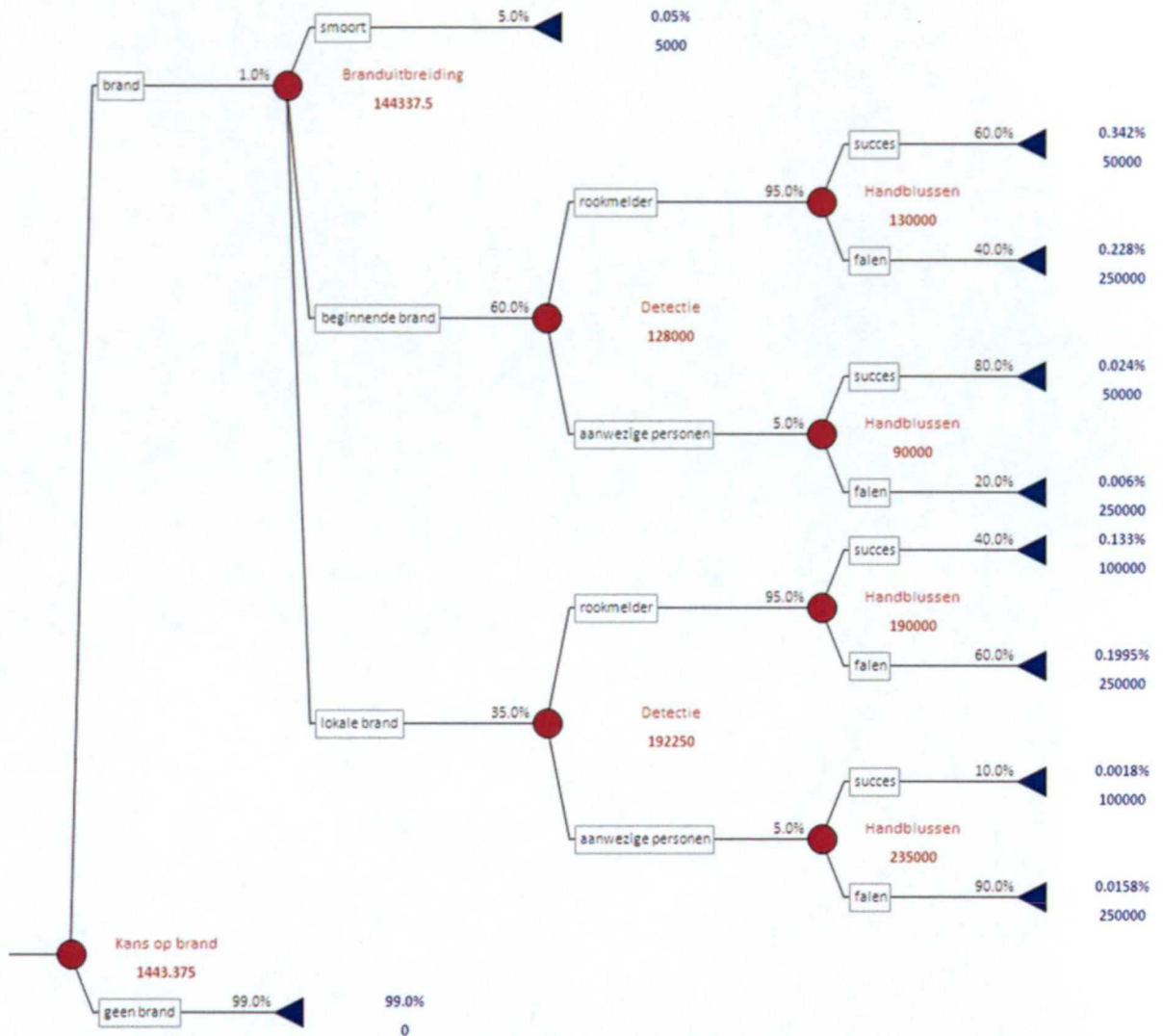
Tenslotte hebben de verschillende scenario's (volgorde van gebeurtenissen) ieder een bepaalde schade tot gevolg.

Brandschade Euro	In geval van		
	handblussing	branduitbreiding	kans op brand
5.000		Smoot	Brand
50.000	Succes	Beginnende brand	Brand
250.000	Falen	Beginnend brand	Brand
100.000	Succes	Lokale brand	Brand
250.000	Falen	Lokale brand	Brand
0			Geen brand

Tabel 3: schade per scenario

Met de software tool kan het bovenstaande invloedsdiagram vervolgens worden omgezet in een gebeurtenissenboom, zoals weergegeven in figuur 2.

In de gebeurtenissenboom is te zien hoe via de verschillende scenario's (de lijnen via de knooppunten) een eindpunt wordt bereikt met een kans en een bijbehorend schadebedrag. De combinatie van alle scenario's leidt tot een jaarlijkse verwachtingswaarde van de schade van € 1443 (zie in figuur 2 links onder, bij 'kans op brand').



Figuur 2: voorbeeld van een gebeurtenissenboom

Reëel brandscenario

Bij een reëel brandscenario kan de opeenvolging en afhankelijkheden van gebeurtenissen beduidend uitgebreider en complexer zijn dan bij het hierboven geschetste voorbeeld. Uitgebreider omdat er meer gebeurtenissen een rol spelen en complexer omdat er wederzijdse afhankelijkheden tussen gebeurtenissen zijn en ook 'dwarsverbanden'. De gebeurtenissenboom die een dergelijk scenario beschrijft wordt dan heel uitgebreid. Dat gaat ten koste van het overzicht en controle op correctheid. Daarnaast wordt het aanpassen van de gebeurtenissenboom in de ontwerpfase hierdoor zeer tijdrovend. Door gebruik te maken van een invloedsdiagram, waaruit de gebeurtenissenboom volgt, kan een uitgebreid scenario wel op een inzichtelijke manier worden beschreven en worden geanalyseerd. Bovendien is de uitvoering van het geheel daarmee ook hanteerbaar. Hoofdstuk 4 gaat hier verder op in.

3 Literatuur en casuïstiek

3.1 Literatuur

Ten aanzien van de brandrisico's van (Nederlandse) veestallen, zijn er twee rapporten van groot belang. Het eerste rapport is uit 2010 en is geschreven door twee studenten van hogeschool Van Hall Larenstein in opdracht van de Dierenbescherming en LTO (Madelaine Looije en Michelle Smit, *Brand in veestallen. Onderzoek naar omvang, ernst, oorzaken, preventie- en bestrijdingsmogelijkheden van brand in rundvee-, varkens- en pluimveestallen* (Van Hall Larenstein, Leeuwarden, juli 2010), voortaan 'Looije en Smit 2010'). Het andere rapport is het rapport van de Wageningen Universiteit *Onderzoek naar brandveiligheid voor dieren in Veestallen* (Wageningen, november 2012). Een bibliografisch onderzoek naar Nederlandstalige en Engelstalige literatuur heeft geen extra titels opgeleverd van boeken of artikelen die specifiek ingaan op brandveiligheid van veestallen.

3.2 Casuïstiek

Aanvullend op de literatuurstudie is voor dit project gezocht naar relevante casuïstiek om hiermee een (kwalitatieve) illustratie te geven van (mogelijke) feiten en omstandigheden van willekeurige stalbranden uit de praktijk⁵. Hiertoe is de database Brandonderzoek van het landelijke Team Brandonderzoek (TBO) geanalyseerd over de periode mei 2009 tot en met augustus 2013. Deze database bevat 1617 records. De branden die opgenomen zijn in de database zijn niet representatief voor heel Nederland, omdat de TBO-leden volgens eigen selectiecriteria bepalen welke brand zij onderzoeken (geen aselechte steekproef) en omdat het aantal brandonderzoekers ongelijk over de 25 brandweerregio's verdeeld zijn. Acht records uit de database hebben betrekking op een brand in een stal (die nog als zodanig in gebruik is⁶). Het betreft stallen waarop de nieuwe brandveiligheidsregels van het Bouwbesluit 2012 (versie 2014) nog niet van toepassing waren. Welke brandveiligheidsmaatregelen exact genomen waren, is niet in alle gevallen in detail bekend.

Verschillende (vermoedelijke) oorzaken worden genoemd: bliksemingslag, een mankement aan de compressor, afzuiginstallatie, thermostaat van vrieskist, onvoorzichtigheid met open vuur.

Van twee gevallen is bekend dat de brand binnen het compartiment gebleven, in één geval is de brand buiten het compartiment geraakt. In enkele gevallen vormde de stal één compartiment met een andere gebruiksfunctie (kantoorroimte, schuur/berging). In twee gevallen heeft het isolatiemateriaal (klasse F) bijgedragen aan een snelle branduitbreiding en het ontstaan van (giftige) rookgassen. In één geval heeft een brand zich via een transportbrand verplaatst naar een andere schuur (waar hij overigens bijtijds geblust is).

⁵ Overigens wordt in het hiervoor genoemde rapport van Wageningen Universiteit ook casuïstiek behandeld. Volstaan wordt met een verwijzing naar dit rapport.

⁶ Twee records uit de database betroffen een 'voormalige stal'. Deze casus zijn niet meegenomen.

4 Invloedsdiagram

Voor het uitvoeren van een risicoanalyse zijn diverse methoden beschikbaar. Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven wordt in dit onderzoek de methodiek van de gebeurtenissenboom gebruikt. Zoals de naam aangeeft, worden in een gebeurtenissenboom de verschillende gebeurtenissen die het verloop van een brand bepalen, schematisch weergegeven. In zijn meest eenvoudige vorm kan het verloop van een brand worden beschreven met: ontstaan – ontdekken – blussen, uitmondend in het al dan niet optreden van een bepaalde schade. Met voor iedere gebeurtenis een bepaalde kans op succes (of falen). Deze gebeurtenissen kunnen onderling afhankelijk zijn. De kans op blussen is onder meer afhankelijk van de ontdekkingsstijd in combinatie met de branduitbreidingssnelheid van de gebruikte materialen.

In realiteit is het incidentscenario (c.q. de verschillende gebeurtenissen die invloed hebben op het verloop) veel uitgebreider. Het opstellen van een gebeurtenissenboom wordt dan tijdrovend en bovendien wordt het houden van overzicht op de hele boom en de correctheid moeilijk. Met behulp van het computerprogramma PrecisionTree (zie hoofdstuk 2) kan een invloedsdiagram worden ontworpen, waaruit PrecisionTree vervolgens een gebeurtenissenboom genereert. In dit invloedsdiagram worden zowel de invloedsvariabelen als de onderlinge relaties ertussen benoemd.

Aan de hand van literatuur, overleg met de klankbordgroep (zie colofon) en verzekeringsmaatschappijen⁷, zijn de volgende invloedsvariabelen bepaald en toegepast.

- > Kans op brand
- > Branduitbreidingssnelheid
- > Branddetectie
- > Handblussing van beginnende brand
- > Evacuatie, na eventueel (mislukte) blussing met handblusmiddel
- > Brandweer blust lokale brand⁸
- > Evacuatie, na eventueel (mislukte) blussing door brandweer van lokale brand
- > Brandweer blust deelcompartiment
- > Evacuatie, na eventueel (mislukte) blussing door brandweer van deelcompartiment
- > Ventilatie, normale verversing van stallucht
- > Aantal dode dieren, als effect bij brand.

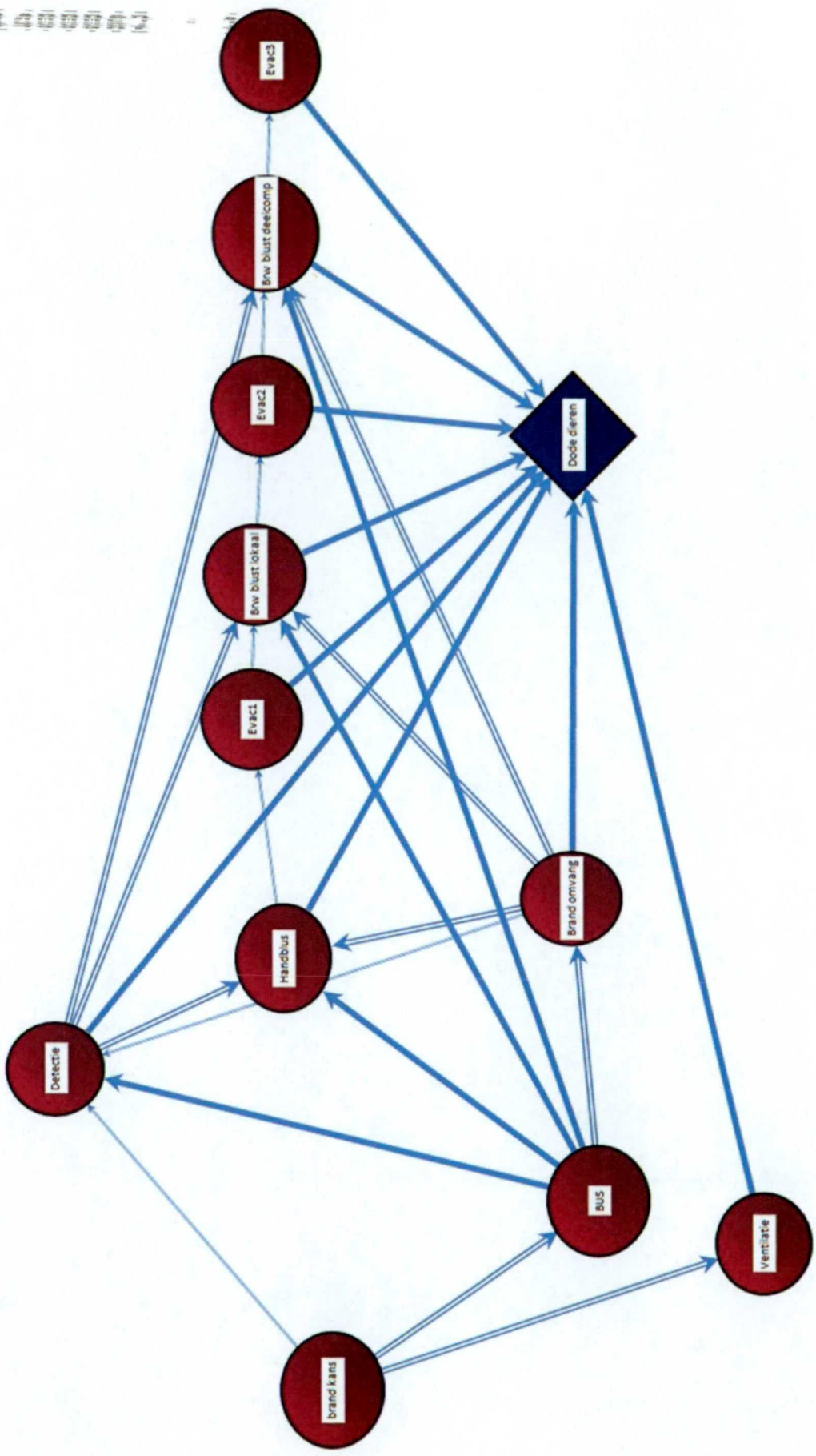
Vervolgens is bepaald hoe deze invloedsvariabelen met elkaar samenhangen. Schematisch ziet dat er als volgt uit (figuur 3):

Op basis van dit invloedsdiagram, stelt het programma PrecisionTree een gebeurtenissenboom op. Deze is niet afgedrukt maar is als digitale bijlage van dit rapport beschikbaar.

⁷ Te weten: Gerard Gerrits van ASR en John de Hoon van Achmea. Ook is contact geweest met het Verbond van Verzekeraars.

⁸ Merk op dat de hier gebruikte termen 'beginnende brand', 'lokale brand' en 'deelcompartiment' een aanpassing zijn van de terminologie van het zogenaamde 'Cascademodel'. Zie ook: R. van den Dikkenberg et al., *Verbeteren brandveiligheid. Proof of concept Cascademodel 2.0* (NIFV, 2012).

1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652



Figuur 3: invloedsdiagram

Het invloedsdiagram geeft schematisch weer hoe de verschillende gebeurtenissen elkaar beïnvloeden. De pijlen geven aan welke gebeurtenis een volgende beïnvloedt.

- > Een open dunne pijl geeft alleen (tijds)volgorde aan. Bijvoorbeeld 'brand kans' komt in de (resulterende) gebeurtenissenboom voor 'detectie'.
- > Een open pijl geeft aan dat de uitkomst (resultaat) van de ene gebeurtenis de volgende gebeurtenis beïnvloedt (afhankelijkheid). Bijvoorbeeld vroege detectie geeft een grotere kans op succesvol blussen met een handblusmiddel.
- > Een dichte pijl geeft een relatie aan die zowel (tijds)volgorde als afhankelijkheid bevat.

Het invloedsdiagram kan min of meer van links naar rechts worden 'gelezen'. In onderstaande tabel 4 zijn de factoren in het invloedsdiagram aangegeven

Invloedsfactoren	Term in invloedsdiagram
Kans op brand	Brand kans
Branduitbreidingsnelheid (bouw)materialen	BUS
Brandomvang	Brandomvang
Branddetectie	Detectie
Evacuatie	Evac1
Brandweer blust lokale brand	Brw blust lokaal
Evacuatie	Evac2
Brandweer blust deelcompartiment	Brw blus deelcomp
Evacuatie	Evac3
Aantal dode dieren, als effect bij brand	Dode dieren

Tabel 4: invloedsfactoren en de verkorte term in het invloedsdiagram

5 Gebeurtenissen en maatregelen

Om een daadwerkelijke risicovergelijking te kunnen doen, zullen de faal- en succesansen van de verschillende gebeurtenissen en maatregelen (zoals benoemd in hoofdstuk 4) gekwantificeerd moeten worden. Deze kwantificering is tot stand gekomen door middel van consultatie van de klankbordgroep en verzekeraars⁹.

5.1 Stallen conform Bouwbesluit 2012 (wijziging 1 april 2014)

In het invloedsdiagram en de daaruit volgende gebeurtenissenboom speelt een aantal factoren een rol. Deze factoren zijn hieronder uitgewerkt.

5.1.1 Kans op (ontwikkeling van) brand

Een risicoanalyse op het gebied van brandveiligheid begint met het vaststellen van de 'startgebeurtenis': de brand ontstaat. Deze startgebeurtenis heeft een bepaalde kans op voorkomen. Het reduceren van deze kans, kan tot grote veiligheidswinst leiden. Immers: hoeveel maatregelen er ook genomen worden om een ontstane brand te beperken en te bestrijden, het veiligst is nog altijd het voorkomen van brand.

Voor het vergelijken van de brandveiligheid van stallen tot 2.500 m² met stallen groter dan 2.500 m², is het exact vaststellen van de kans op brand niet zo relevant. Het uitgangspunt van deze vergelijking (en het uitgangspunt van het Bouwbesluit 2012) is immers dat het ontstaan van brand een gegeven is. Ten behoeve van de vergelijking zou de kans op brand daarom ook op '1' gesteld mogen worden. Om echter toch tot een realistische inschatting te komen, is deze kans op brand toch nader bepaald. Daarnaast wordt in dit onderzoek gesteld dat de kans op brand een relatie heeft met de omvang van de stal. Bij gelijke uitvoering zal een grotere stal een (iets) grotere kans op brand hebben. Er zijn meer potentiële ontstekingsbronnen aanwezig, zoals bijvoorbeeld meer lichtarmaturen. Hierop wordt in paragraaf 5.2 verder ingegaan.

In dit onderzoek wordt in eerste instantie uitgegaan van de standaard brandveiligheid zoals die in het Bouwbesluit 2012 (per 1 april 2014) wordt voorzien. Welke kans op brand dit in de praktijk oplevert, is pas bekend als er enkele jaren met een voldoende aantal stallen conform de nieuwe eisen van het Bouwbesluit ervaring is en er brandstatistiek (casuïstiek) is verzameld.

Ten behoeve van dit onderzoek vatten we 'kans op brand' op als 'de kans op een brand die zich ontwikkelt tot een brand die ook daadwerkelijk leidt tot een brand die bij de brandweer gemeld wordt'. Dit zijn tevens de branden die voorkomen in de statistiek van het CBS.

⁹ Zie voetnoot 7.

Aangenomen wordt dat een groot deel van de branden die ontstaan weer doven (of gedoofd worden) voordat er melding wordt gedaan aan de brandweer (112-melding). Verwacht wordt dat dit percentage nog groter zal zijn, wanneer er gebruikgemaakt wordt van moeilijk brandbare materialen (zoals het Bouwbesluit 2012 sinds 1 april 2014 voorschrijft). Immers: een beginnende brand krijgt dan niet de kans zich verder te ontwikkelen.

Maar ook is het goed denkbaar dat er in nieuw te bouwen stallen (die aan de nieuwe eisen van het Bouwbesluit 2012 voldoen), sowieso minder branden ontstaan, bijvoorbeeld omdat de technische ruimte als apart brandcompartiment is uitgevoerd (en de brand die daar ontstaat dus niet zo snel in de stal komt) en omdat elektrische installaties veelal brandveilig(er) uitgevoerd zullen zijn dan in 'oude' stallen.

Al deze overwegingen leiden ertoe dat de onderzoekers het te rechtvaardigen vinden om de kans op brand bij nieuwe stallen een factor 10 lager in te schatten dan de kans op brand bij *alle* (ook 'oude') stallen in Nederland, waarbij onmiddellijk toegegeven wordt dat deze inschatting enigszins arbitrair is en in de toekomst nader onderzocht zou moeten worden. Voor het doel van dit *vergelijkende* onderzoek is dit arbitraire karakter evenwel minder relevant.

In tabel 5 worden voor de verschillende stal- en diersoorten de kansen op brand gegeven, voor de huidige stalpraktijk en voor de verwachte situatie bij nieuwe stallen conform de (nieuwe) eisen uit het Bouwbesluit 2012.

	Kans op brand, per stal per jaar	
	Huidige praktijk (tot 2014)	BB2013 (2014), stal 2.5000 m ²
Melkvee	0.024	0.0024
Vleesvarkens	0.0056	0.00056
Leghennen	0.0084	0.00084

Tabel 5: kansen op stalbranden (op basis van 112-meldingen)

Het voorkomen van brand is uiteraard de meest voor de hand liggende manier om de brandveiligheid te verbeteren. Het voorkomen van brand (c.q. het verlagen van de kans op brand) kan in de praktijk gerealiseerd worden door extra maatregelen te treffen. Enkele voorbeelden van maatregelen zijn:

- > Onderhoudscontract of periodieke controle van technische installaties en bouwkundige voorzieningen teneinde de kans op ontstaan van brand te verlagen;
- > Risicoanalyse van een specifiek bedrijf om risico's van brand in kaart te brengen en maatregelen te treffen om de kans op brand te verkleinen.
- > Het toepassen van een zogenaamde *Arc-fault circuit interrupter* om te voorkomen dat er spanningsbogen (en daardoor brand) kunnen ontstaan bij een sluiting in het net.

Een doorrekening van bovengenoemde maatregelen is geen onderdeel van de gedane berekeningen. De verlaging van de kans op brand zal echter wel direct doorwerken in de effecten.

5.1.2 Branduitbreidingsnelheid

In stallen conform de nieuwe eisen van het Bouwbesluit 2012 wordt voor aan de binnenlucht grenzende constructie van de stal gebruikgemaakt van materialen/constructies van tenminste klasse B (volgens NEN-EN 13501-1). Daarnaast zijn er eisen gesteld aan de aankleding van de stal. Daardoor mogen brandbare aankledingsmaterialen niet aan de wand of aan het plafond worden aangebracht (dus is ook na-isoleren met een 'slechte' kwaliteit - lees brandbare isolatie - ook niet toegestaan). Wel mogen brandbare gebruiksmaterialen (hooi, rubbermatten, voer e.d.) worden aangebracht op de vloer. Melkvee staat veelal op stro dat meestal niet helemaal droog is en daardoor ook weinig brandbaar (lage branduitbreidingsnelheid). Bij varkens en leghennen is het stro doorgaans wel droog. In tabel 6 worden aan de hand van deze voorschriften en op basis van een expertoordeel de kansen op de branduitbreidingsnelheden gegeven voor de diverse soorten stallen.

Bij de berekening is voor de branduitbreidingsnelheid van materialen op de vloer uitgegaan van gemiddeld. Afhankelijk van de door de expertgroep aangegeven 'aankleding' van de vloer (veel of weinig stro, nat of droog stro) is er een percentage bepaald voor de branduitbreidingsnelheden langzaam en gemiddeld. Er is door de klankbordgroep aangegeven dat de branduitbreidingsnelheid 'hoog' niet in een moderne stal voorkomt.

Stal-, diersoort	Langzaam	Gemiddeld	Snel
Melkvee	98 %	2 %	0 %
Vleesvarkens	96	4	0
Leghennen	84	16	0

Tabel 6: branduitbreidingsnelheid (BUS) in percentage aanwezig in de stal

5.1.3 Branddetectie

Branddetectie kan zowel plaatsvinden door een automatisch branddetectiesysteem (bijvoorbeeld met rookmelders) of door personen. Op basis van de wetgeving (Bouwbesluit 2012) is in een stal geen automatische detectie vereist. Bij de berekeningen is de kans op automatische detectie dan ook op 0 gezet. (Wanneer automatische detectie - als additionele maatregel - wordt ingevoerd, kan er hiervoor uiteraard wel een waarde worden ingevuld, waarmee de effectiviteit van deze maatregel zal blijken uit de risicoberekening.) Een voorbeeld voor een dergelijke berekening is uitgevoerd in hoofdstuk 7.

Detectie vindt in de huidige praktijk dus alleen plaats door (eventueel) aanwezige personen in de stal of door personen erbuiten. In dat laatste geval is er meestal sprake van verder ontwikkelde brand of zelfs een (gedeeltelijk) uitlaande brand. Een van de uitgangspunten van het Bouwbesluit 2012 is dat een brand binnen 15 minuten na het ontstaan wordt ontdekt. In deze risicovergelijking is dit uitgangspunt overgenomen. In een bijeenkomst van de expertgroep is aangegeven dat afhankelijk van de soort stal en stalgrootte uitgegaan kan worden van een bepaalde aanwezigheid van personen in de stal gedurende een percentage van een etmaal. Op basis van die aanwezigheid van personen in de stal bij een normale bedrijfsvoering en ervaringen vanuit brandweerkorpsen (zoals verwoord in de klankbordgroep) is de kansverdeling voor detectie als volgt ingeschat:

Stal-, diersoort	Detectie	Stal tot 2.500 m ²	Stal groter 2.500 m ²
Melkvee ¹⁰	Binnen 15 min	30%	30%
	Door aanwezige personen	20	25
	Bij uitlaande brand	50	45
Vleesvarkens	Binnen 15 min	45	41
	Door aanwezige personen	10	18
	Bij uitlaande brand	45	41
Leghennen	Binnen 15 min	45	41
	Door aanwezige personen	10	18
	Bij uitlaande brand	45	41

Tabel 7: kansen op detectie

De verschillen tussen stallen tot 2.500 m² en stallen groter dan 2.500 m² is als volgt te verklaren: Bij een grotere stal is (naar inschatting van de klankbordgroep) het aanwezigheidspercentage van personen in de stal over de gehele dag gezien groter dan bij een kleinere stal. Het totaal aan de kans op detectie is steeds 100% (er wordt van uitgegaan dat de brand vroeg of laat wel een keer ontdekt zal worden). Doordat er procentueel over een grotere periode personeel aanwezig is in de stal, zal er dus ook procentueel meer kans zijn dat zij die brand ontdekken. Het toenemen van de kans van één aspect, heeft automatisch het verlagen van de kans van andere aspecten tot gevolg (de kans kan nooit meer dan 100% zijn).

5.1.4 Handblussing van beginnende brand

De omvang van een 'beginnende brand' is op maximaal 5 m² gesteld. Deze grootte is gebaseerd op de veronderstelling dat een dergelijke kleine brand nog net door een persoon met een klein blusmiddel kan worden geblust. Een beginnende brand zal, bij ontdekking door aanwezigen in de stal, zeker kleiner zijn dan deze 5 m² en zal eerder een oppervlakte van ongeveer 1 m² hebben. Bij een (ongunstige) gemiddelde brandsnelheid zal een oppervlakte van 5 m² na ongeveer 8 minuten zijn bereikt¹¹. De kans dat een beginnende brand 'met de hand' wordt geblust is dus mede afhankelijk van de snelheid van detectie en van de branduitbreidingssnelheid, maar ook van het aantal (en de afstand tussen) blustoestellen en de geoefendheid en vaardigheid van de aanwezigen met deze blusmiddelen. Deze laatste variabelen zijn niet meegenomen in het invloedsdiagram. Bij detectie door aanwezige personen is de kans op handblussing (nagenoeg) 100%, bij detectie na 15 minuten is de kans op handblussing 50% bij een langzame

¹⁰ In praktijk kan het in sommige gevallen bij melkvee voorkomen dat de koeien zelf de brand waarnemen, onrustig worden en gaan loeien, en daarmee eventueel aanwezige mensen (bijvoorbeeld in het nabijgelegen woonhuis) alarmeren. Hoewel dit ook als een vorm van 'detectie' is op te vatten, wordt dit hier niet meegenomen.

¹¹ Voor deze aanname is gebruikgemaakt van de *Handreiking grote brandcompartimenten* (VROM/WWI, 2007), waarin een relatie wordt gelegd tussen brandvermogen, brandomvang en tijd.

branduitbreidingssnelheid (verwachte brandgrootte < 5 m²) en 0% bij gemiddelde branduitbreidingssnelheid (verwachte brandgrootte > 5 m²).

Samengevat is de kans op succesvol handblussen:

- > 100% bij detectie door aanwezige personen bij langzame en gemiddelde uitbreidingssnelheid¹²
- > 50% bij detectie na 15 min en langzame uitbreidingssnelheid.

5.1.5 Evacuatie

Evacuatie kan, zoals gemodelleerd in het invloedsdiagram, op drie momenten plaatsvinden, deze evacuatie is natuurlijk alleen nodig als de brandblussing niet is geslaagd:

- > Evac1 – na 'handblussing van beginnende brand'
- > Evac2 – na 'brandweer blust lokale brand'
- > Evac3 – na 'brandweer blust deelcompartiment'

Bij melkvee is er, bij een beginnende en lokale brand, een reële kans op evacuatie van een groot aantal dieren. Bij vleesvarkens en leghennen is er volgens de klankbordgroep nagenoeg geen reële kans om dieren te evacueren. Daarom wordt evacuatie alleen relevant geacht voor melkvee. In tabel 8 staan de percentages verwachte geredde dieren.

	Kans op	Dieren gered
Evac1	Succes	100 %
Evac2	Succes	100
Evac3	Succes	99
Evac3	Faalt	10

Tabel 8: melkvee: aantal geredde dieren (in %) bij succes of falen van evacuaties

Toelichting: Gekeken is naar de mogelijkheden om melkvee te evacueren. De klankbordgroep heeft aangegeven dat melkvee relatief eenvoudig is te evacueren, zeker als gebruikgemaakt wordt van een route waarmee de dieren vertrouwd zijn. Runderen zijn immers kuddedieren die zich relatief eenvoudig laten opdrijven. Ook bij een wat meer ontwikkelende brand zal in een (grote) moderne open stal de relatief veilig staan (de rook kan goed weg¹³) of op een veilige plek gaan staan¹⁴. Dus als de evacuatie succesvol is dan is de kans erg klein dat er dieren omkomen. Ingeschat wordt dat er gemiddeld hooguit 1% van de dieren in die situaties om zal komen.

5.1.6 Brandweer blust

Er is een mogelijkheid dat een stalbrand geblust wordt door de brandweer. In het model is onderscheid gemaakt tussen een lokale brand en een deelcompartimentbrand. Een lokale brand kan door brandweer worden geblust met een bepaalde kans op succes. Een

¹² NB: De waarde '100 %' suggereert dat dit nooit fout gaat. Bedoelt wordt echter 'nagenoeg 100%'. Voor de berekening is het verschil tussen 98, 99 of 100% echter verwaarloosbaar.

¹³ Aangenomen is dat de stal vrijwel altijd 'open' is. In uitzonderlijke situaties (strengere vorst) kan een stal echter afgesloten worden met schermen.

¹⁴ In een moderne ligboxenstal hebben koeien doorgaans voldoende vrije bewegingsruimte om zich naar een (nog) veilige plek te begeven.

deelcompartiment is te groot voor de brandweer om te blussen. Het handelen is dan gericht op het behouden van belendingen.

De omvang van een lokale brand is voor de berekening gesteld op maximaal 25 m². Deze waarde is overgenomen van de rekenmethode *Beheersbaarheid van brand* (versie 2007 deel 1, maatregel 2), waarbij het uitgangspunt was dat de brandweer een binnenbrand van maximaal 25 m² zou kunnen blussen. De kans dat de brandweer deze kan blussen is net als bij de methode BvB afhankelijk van de branduitbreidingsnelheid en van de tijd tot dat de brandweer kan beginnen met blussen (meldtijd + aanrijdtijd + inzetijd). Alleen bij een langzame branduitbreidingsnelheid bestaat er een reële kans dat de brandweer een lokale brand kan blussen. Tabel 9 geeft deze kansen weer.

Detectie	Kans op blussen
Auto	50 %
Na 15 min	10
Door aanwezige personen	50

Tabel 9: kans op blussen lokale brand (25 m²) bij langzame branduitbreidingsnelheid (in %)

5.1.7 Ventilatie, normale stallucht verversing

Melkvee

Bij stallen voor melkvee gaan we uit van de huidige bouwwijze. Daarbij wordt een open stal gerealiseerd met grote ventilatievouden via zijgevels¹⁵ en een grote daknokventilatieopening. Er is op basis van de bouwregelgeving bijna sprake van een 'niet besloten ruimte'. Een geforceerde ventilatie is dus niet aanwezig. Bij brand wordt de rook maximaal afgevoerd. Zeker gedurende de evacuatieperiodes zal rook (vrijwel) geen invloed hebben op de dieren.

Varkens en leghennen

Bij varkens en leghennen wordt de stal mechanisch geventileerd. Als deze ventilatie uitvalt lopen deze dieren kans op verstikking. Dit geldt in het bijzonder voor kippen. De kans dat de ventilatie faalt, door uitval van de stroomvoorziening bij een brand, wordt op 80 % geschat. In tabel 10 is aangegeven hoeveel dieren worden gered bij de verschillende brandverlopen (scenario's) in de gebeurtenissenboom.

vleesvarkens	legghennen	handblussing	detectie	brand
90 %	80 %	N.v.t.	N.v.t.	Smoot
90	80	Succes	Auto	Beginnend
80	0	Succes	Na 15 min.	Beginnend
90	90	Succes	Door aanw. pers	Beginnend

Tabel 10: geredde dieren (in % van aanwezige dieren in stal) als ventilatie faalt

¹⁵ Zie voetnoot 13.

5.1.8 Dode dieren

In het invloedsdiagram (figuur 3, hoofdstuk 4) staat als resultaat-knooppunt 'dode dieren'. Voor alle mogelijke wijzen van brandverloop (scenario's) moet worden aangegeven hoeveel dieren daarbij omkomen of dit scenario overleven.

In bijlage 1 is dit weergegeven voor de casus melkvee in een stal van 2.500 m², met 350 koeien. De horizontale regels geven ieder een bepaald brandverloop en moeten van rechts naar links worden gelezen. Bijvoorbeeld scenario nummer 10 (rechtse kolom: scen. nr. 10) geeft als brandverloop:

Ventilatie is succesvol – omvang van de brand is beginnend – detectie is automatisch - handblussing faalt – evacuatie 1, 2 en 3 falen.

Het aantal dieren dat de brand overleeft is 35; 0,10 (10%) van 350. De twee linker kolommen ('overlevende dieren' en 'value') geven weer welk deel van de dieren het brandscenario overleven.

Alleen de gemarkeerde regels zijn de scenario's die tot een eindpunt leiden in de gebeurtenissenboom.

Bijlage 1 geeft de casus weer voor melkvee in een stal van 2.500 m². Voor alle andere cases (verschillende diersoorten, stalgroottes, maatregelen) die in dit rapport zijn beschreven zijn er in de tabel 'dode dieren' deels andere value-waarden ingevuld. De scenario's blijven gelijk, maar de kansen op voorkomen en de bijbehorende effecten variëren.

Bijlage 1 geeft de halve gebeurtenissenboom weer, scenario's 1 tot en met 68. Bij de volgende 69 tot en met 136 scenario's faalt de ventilatie. Deze zijn voor melkvee niet relevant, want door de open stalconstructie (zijgevels en daknok open) is er altijd een ruime natuurlijke ventilatie. Voor vleesvarkens en leghennen zijn deze scenario's met falende ventilatie wel belangrijk.

Dieren kunnen de brand overleven doordat ze worden geëvacueerd of dat de brand zo klein is dat niet alle dieren er fatale gevolgen van ondervinden. Evacueren is voor melkvee goed mogelijk. Vleesvarkens zullen meestal niet geëvacueerd kunnen worden en leghennen helemaal niet. Als er in een deel van de stal brand is, die vervolgens weer is geblust, zullen de koeien, die niet direct bij de brand stonden, dat redelijk kunnen overleven. Stallen, zoals ze nu worden gebouwd, zijn zeer open (gevels en daknok) en buiten het direct brandgebied is er niet veel rook in de stal.

5.2 Vergelijking stalgroottes, effect op kans van brand

Bij het vergroten van stallen zal ook de kans op brand vergroten. Dit is echter niet afhankelijk van de verhouding van de oppervlakte, maar afhankelijk van meerdere factoren.

In een (niet openbaar) onderzoek van DLV wordt verslag gedaan van factoren die van invloed zijn op de kans op brand. De factoren die direct van invloed zijn op de kans op brand bij een grote stal ten opzichte van een klein stal zijn:

- > elektra (en de mate van onderhoud daarvan),
- > werkzaamheden,

- > apparatuur (bijvoorbeeld ventilatie, voerbanden e.d.),
- > aantal technische ruimten.

Bij de bepaling van de factoren is er vanuit gegaan dat elektra-installatie bij een tweemaal zo grote stal ongeveer een factor 1,6 meer wordt.

De werkzaamheden voor bouw en onderhoud zullen bij 'grote' stallen ten opzichte van een 'normale' stal nauwelijks wijzigen. Wellicht worden ze zelfs veiliger omdat niet de eigenaar/boer dat zelf zal doen, maar hij daarvoor speciaal gekwalificeerd/gecertificeerd personeel inhuurt.

Het aantal machines zal gewoonlijk trapsgewijs tot lineair mee verhogen met de oppervlakte van de stal, waarbij er bij zeer grote stallen (<10.000 m²) wellicht vaak gekozen zal worden voor twee technische ruimtes.

In de onderstaande tabel is uitgewerkt de effecten van de kans op brand door het groter bouwen van de stal. Bij een stal van 2.500 m² is de factor 1, bij een stal van 5.000 m² is de factor 1,275 en bij 10.000 m² is de factor 1,9.

Grootte stal	2500 m ²		5000 m ²		10.000 m ²	
	"kleine" stal		grote stal		zeer grote stal	
Factoren invloed kans op brand		relatieve kans op brand		relatieve kans op brand		relatieve kans op brand
Electra (incl. onderhoud)	1	0,24	1,6	0,38	2,56	0,61
Werkzaamheden	1	0,08	1	0,08	1	0,08
Apparatuur (b.v. ventilatie, voer e.d.)	1	0,13	2	0,25	4	0,51
Aantal technische ruimten	1	0,16	1	0,16	2	0,32
Anders		0,40	1	0,40	1	
Verhouding kans op brand						

Tabel 11: relatieve kans op brand bij grotere stallen

5.3 Resultaten

In dit hoofdstuk is beschreven wat de gevolgen van brand zijn voor stallen van 2.500 m² die zijn gebouwd conform Bouwbesluit 2012 (versie 1 april 2014). Hoewel grotere stallen wat de prestatie-eisen betreft niet passen binnen het Bouwbesluit 2012 zijn ze hier wel beschouwd. Ervan uitgaande dat deze grotere stallen ook volgens de (nieuwe) brandveiligheidsregels van het Bouwbesluit 2012 zijn gebouwd. Op deze manier is een vergelijking gemaakt tussen stallen van 2.500 m², 5.000 m² en 10.000 m². In de onderstaande tabellen zijn de resultaten daarvan samengevat.

Stalgrootte	2500 m2	5000 m2	10.000 m2
Aantal koeien per stal	175	350	700
Aantal dode koeien per jaar per stal ¹⁶	0.0026	0,006-	0,018
Aantal dode koeien in NL	49	57	85
Kans per koe op dood	1,50 10 ⁻⁵	1,72 10 ⁻⁵	2,58 10 ⁻⁵

Tabel 12: melkvee, resultaten dode dieren door brand

Stalgrootte	2500 m2	5000 m2	10.000 m2
Aantal varkens per stal	2.500	5.000	10.000
Aantal dode varkens per jaar per stal ¹⁷	0,164	0,355	1,29
Aantal dode varkens in NL	785	958	1.440
Kans per varken op dood	6,52 10 ⁻⁵	7,58 10 ⁻⁵	12,0 10 ⁻⁵

Tabel 13: vleesvarkens, resultaten dode dieren door brand

Stalgrootte	2500 m2	5000 m2	10.000 m2
Aantal kippen per stal	22.500	45.000	90.000
Aantal dode kippen per jaar per stal ¹⁸	4,10	10,06	30,26
Aantal dode kippen in NL	17.690	21.653	32.616
Kans per kip op dood	1,82 10 ⁻⁴	2,24 10 ⁻⁴	3,36 10 ⁻⁴

Tabel 14: leghennen, resultaten dode dieren door brand

¹⁶ Aantal stuks melkvee in Nederland (201x) is ca. 3,3 miljoen. Het aantal dode koeien per jaar in Nederland is berekend onder de fictieve aanname dat alle koeien in de betreffende stalgrootte staan (van respectievelijk 2.500, 5.000 of 10.000 m2).

¹⁷ Aantal vleesvarkens in Nederland (201x) is ca. 12 miljoen. Het aantal dode varken per jaar in NL is berekend onder de fictieve aanname dat alle varkens in de betreffende stalgrootte staan (van respectievelijk 2.500, 5.000 of 10.000 m2).

¹⁸ Aantal leghennen in Nederland (201x) is ca. 97 miljoen. Het aantal dode kippen per jaar in NL is berekend onder de fictieve aanname dat alle kippen in de betreffende stalgrootte staan (van respectievelijk 2.500, 5.000 of 10.000 m2).

6 Conclusies stallen tot 2.500 m² ten opzichte van stallen groter dan 2.500 m²

In hoofdstuk 5 zijn resultaten gepresenteerd over de brandveiligheid van stallen met groottes van 2.500 m², 5.000 m² en 10.000 m². Bij alle diersoorten die zijn beschouwd (melkvee, vleesvarkens, leghennen) zijn er overeenkomstige resultaten te zien. Bij toenemend staloppervlak neemt de brandveilig af. De brand(on)veiligheid kan op verschillende manieren worden uitgedrukt: aantal dode dieren per stal, aantal dode dieren in heel Nederland en de kans op overlijden van een individueel dier. Aangezien dit verschillende rekeneenheden zijn, zullen de factoren verschillen. Wanneer er bijvoorbeeld alleen nog zeer grote stallen gebouwd zouden worden, zullen er bij een brand in zo'n stal in principe meer dieren tegelijkertijd om kunnen komen, maar dit betekent niet automatisch dat de kans op overlijden voor een individueel dier toeneemt.

Aantal per stal

Het aantal dode dieren per stal per jaar ten gevolge van brand in die stal, is een maat die logischerwijze opschaaft met de stalgrootte. Hoe meer dieren in die stal staan, hoe groter het aantal dieren dat bij één brand om kan komen. Voor alle drie de diersoorten neemt het aantal dode dieren per jaar per stal toe. In tabel 15 is dit vergeleken voor stallen van 5.000 m² en 10.000 m² ten opzichte van stallen van 2.500 m².

Aantallen Nederland

Het aantal dode dieren in Nederland is berekend alsof alle dieren, bijvoorbeeld melkvee, in stallen van de betreffende grootte (2.500 m², 5.000 m² of 10.000 m²) worden gehouden. Dit is uiteraard een denkbeeldige situatie. Met grotere stallen zijn er minder stallen nodig, maar het aantal dieren dat omkomt bij een brand in één stal is groter. Zie ook weer tabel 15 voor de vergelijking.

Kans per dier

De kans op overlijden per dier bij een brand. Deze maat geeft per dier aan hoe groot die kans is op overlijden, bij brand, afhankelijk van de stalgrootte waarin het dier zich bevindt. Dit is onafhankelijk van het aantal dieren dat in die stal aanwezig is. Dit is het individuele risico per dier. In deze context zou de eerder genoemde maat, 'het aantal dode dieren per stal per jaar', een soort groepsrisico kunnen zijn. Zie tabel 15 voor de samenvatting.

Effect	Factor ¹⁹ 5.000 m ² t.o.v. 2.500 m ²	Factor 10.000 m ² t.o.v. 2.500 m ²
Aantal dode dieren per stal per jaar		
Melkvee	2,3	6,9
Vleesvarkens	2,2	7,9
Leghennen	2,5	7,4
Aantal dode dieren in Nederland		
Melkvee	1,2	1,7
Vleesvarkens	1,2	1,8
Leghennen	1,2	1,8
Kans op overlijden per dier		
Melkvee	1,1	1,7
Vleesvarkens	1,2	1,8
Leghennen	1,2	1,8

Tabel 15: factor voor toename effecten voor een stal van 5.000 m² en 10.000 m² ten opzichte van een stal van 2.500 m²

Tabel 15 laat zien dat het aantal dode dieren en de kans op overlijden per dier toeneemt met toenemende stalgrootte. Dit leidt tot de hoofdconclusie:

Conclusie:

De brandveiligheid neemt af bij toenemende stalgrootte

De mate waarin hangt echter af van de 'rekeeneenheid' waarvoor gekozen wordt: dode dieren per stal, dode dieren in Nederland of kans op overlijden per dier. De mate van toename varieert van nauwelijks (factor 1,1 bij kans op overlijden van een melkkoe) tot bijna een factor 8 (aantal dode varkens per stal bij een stal van 10.000m²).

Belangrijke kanttekeningen die daar bij kunnen worden gemaakt zijn:

- > In alle berekeningen met het risicomodel, zoals in dit onderzoek is ontwikkeld, zijn veel factoren met een grote onzekerheid aanwezig.
- > De geconstateerde toename (in tabel 15) is voor het aantal dode dieren per stal per jaar van relevante grootte. Ook bij de onzekerheid in de model-factoren. Opgemerkt kan daarbij worden dat bij een grotere stal uiteraard meer dieren kunnen omkomen bij een

¹⁹ Een factor 2,3 betekent dat er 2,3 zoveel maal dode dieren per stal per jaar worden verwacht bij een stal van 5.000 m² t.o.v. een stal van 2.500 m².

brand dan bij een kleinere stal. Ook al hebben beide stallen een vergelijkbare brandveiligheid.

- > Voor het aantal dode dieren in Nederland en de kans op overlijden per dier bij brand wordt ook een toename geconstateerd. Dit is een duidelijk resultaat van het gebruikte risicomodel. Voor de vergelijking van 5.000 m² ten opzichte van 2.500 m² is de toename niet noemenswaardig. Zeker gezien de genoemde onzekerheden.

7 Maatregelen verlagen risico

Om te kunnen beoordelen welk effecten maatregelen hebben op het verlagen van het risico, is voor stallen van 5.000 m² voor een vijftal maatregelen het effect op het risico berekend.

De maatregelen die zijn beoordeeld zijn;

- A. Beperken kans op brand
- B. Automatische detectie
- C. Automatisch blussen
- D. Minder brandbare materialen (lagere branduitbreidingssnelheid)
- E. RWA (rook-warmte-afvoer)

Voor bovenstaande maatregelen is in onderstaande tabel per diersoort bij een stalgrootte van 5.000 m² aangegeven wat de berekende reducties van de risico's zijn.

Diersoort	Maatregelen												5000 m ²	
	Beperken kans op brand zie paragraaf 7.1		Autodetectie zie paragraaf 7.2		Autoblussing zie paragraaf 7.3		Verlagen BUS zie paragraaf 7.4		RWA/detectie zie paragraaf 7.5		Zonder maatregel			
	Aantal dode dieren per jaar in NL	Kans dood per dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar	Kans dood per dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar in NL	Kans dood per dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar in NL	Kans dood per dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar	Kans dood per dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar in NL	Kans dood per dier/jaar		
Melkvee	28	0,859 10 ⁻⁵	12	0,355 10 ⁻⁵	11	0,324 10 ⁻⁵	50	1,52 10 ⁻⁵	Nvt	Nvt	57	1,72 10 ⁻⁵		
Vleesvarkens	479	3,99 10 ⁻⁵	477	3,98 10 ⁻⁵	211	1,76 10 ⁻⁵	686	5,71 10 ⁻⁵	249	2,07 10 ⁻⁵	958	7,58 10 ⁻⁵		
Leghennen	10486	1,12 10 ⁻⁵	12138	1,35 10 ⁻⁴	4485	0,462 10 ⁻⁴	9882	1,02 10 ⁻⁴	7151	0,73 10 ⁻⁴	21653	2,24 10 ⁻⁴		

Tabel 16: verlaging van risico per maatregel t.o.v. 5000 m² stal

7.1 Beperken kans op brand

In overleg met de klankbordgroep wordt gesteld dat de zelfredzaamheid van dieren in stallen verwaarloosbaar is en dat het redden van dieren in veel gevallen (met name bij varkens en kippen) niet echt mogelijk is. Dit betekent dat er vooral ingezet moet worden op het voorkomen van brand (het Bouwbesluit 2012 richt zich hier niet op). Het beperken van de kans op brand geeft immers de grootste reductie van het brandrisico.

Het beperken van de kans op brand heeft rechtstreeks en lineair invloed op het aantal dode dieren bij brand en het daarbij ontstane dierenleed. Een tweemaal zo kleine kans op het

ontstaan van brand zal dus het aantal dode dieren per jaar per stal met de helft verminderen. Het beperken van de kans op het ontstaan van brand kan gerealiseerd worden door de oorzaken op het ontstaan van brand weg te nemen.

De belangrijkste oorzaken op het ontstaan van brand zijn volgens een onderzoek van Wageningen Universiteit: 'elektriciteit (kortsluiting; zelfontbranding), verwarming met open verbrandingssystemen en brandgevaarlijke werkzaamheden. Binnen de bestaande veehouderijpraktijken zijn diverse verbetermaatregelen mogelijk waarmee het risico op ²⁰ ontstaan van stalbrand wordt verkleind'.

In een vroeg stadium van brand kan de vrijkomende rook al relatief van grote invloed zijn op de overlevingskansen van de dieren. Volgens de WUR rapportage (met een verwijzing naar de Van Hall rapportage en uit data van verzekeraars) is de volgende top 3 van oorzaken van stalbranden voor zowel de rundvee-, varkens- en pluimveehouderij te distilleren:

1. Elektriciteit/ kortsluiting
Oorzaak ligt vaak in zelf installeren van kwalitatief onvoldoende elektrische apparatuur, uitbreiding van apparatuur met als gevolg overbelasting/oververhitting van groepen, beschadiging kabels e.d.;
2. Werkzaamheden
Lassen en slijpen zijn hier de meest genoemde oorzaken, daarnaast ook afvalverbranding, dakdekken e.d., vaak uitgevoerd door de veehouder zelf;
3. Zelfontbranding/ oververhitting
Het gaat hier om apparatuur en/of machines (tractors e.d.) die door oververhitting in brand vliegen.'

Het ligt dus voor de hand om in deze oorzaken oplossingen te zoeken die de kans op brand verlagen. Voorbeelden van oplossingen zijn:

- > Verbeteren van het risicobewustzijn en kennis van de gebruikers. Brandveiligheid staat voor een belangrijk deel van de veehouders niet hoog op de agenda (zie WUR-rapport). Zeker wordt het niet geassocieerd met brandgevaarlijke werkzaamheden in de stal, zoals lassen en slijpen. Een goede voorlichting en preventieve brandveiligheid bij scholing van veehouders kan hierin verbetering brengen.
- > Door nieuwe technische mogelijkheden worden er ook steeds meer brandveiliger materialen en installaties op de markt gebracht. Daardoor kan het gebruik van bijvoorbeeld open verbrandingstoestellen in stallen mogelijk ook sterk worden verminderd, elektrische installaties veiliger worden gemaakt zodat vonkvorming door sluiting vrijwel wordt uitgesloten (toepassen van een Arc-fault-circuit-interrupter) en 'losse' machines steeds minder gebruikt worden in stallen. Vooral het onbeheerd achterlaten van verbrandingsmotoren moet worden voorkomen, net als het stallen/parkeren van dergelijke voertuigen in een stal.
- > Door brandgevaarlijke werkzaamheden (zoals lassen en slijpen) in een stal goed te reguleren en controles na de werkzaamheden kan veel ellende voorkomen worden.

²⁰ Bedoeld wordt 'kans op'

Bij het verlagen van de kans op brand met 50% worden de berekende risico's:

- > Melkvee
28 dieren dood in heel Nederland.
Kans dood per koe per jaar $0,859 \cdot 10^{-5}$
- > Vleesvarkens
479 dieren dood in heel Nederland.
Kans dood per dier per jaar $3,99 \cdot 10^{-5}$
- > Leghennen
10486 dieren dood in heel Nederland.
Kans dood per dier per jaar $1,12 \cdot 10^{-4}$

7.2 Automatische detectie

Hoewel branddetectiesystemen (rookmelders) in dierverblijven vaak niet goed functioneren door het aanwezige stof, de ammoniak en het vocht, met als gevolg corrosie van de apparatuur, zijn er zijn ontwikkelingen in systemen die wel goed werken in veestallen. Aspiratiemelders, waarbij een cycloonfilter in de aanzuigleiding de stof en het vocht uit de luchtstroom haalt, lijken veelbelovend voor een effectieve branddetectie in een stal. Ook zouden mogelijk als alternatief, klimaatsensoren die gekoppeld zijn aan een centrale bedrijfscomputer, benut kunnen worden om vroegtijdige ontdekking van brand mogelijk te maken [WUR].

Het toepassen van een automatisch detectiesysteem heeft alleen effect als er ook een 'gegarandeerde' opvolging op de melding is geregeld. (Nb. Het is hiervoor wel noodzakelijk dat er voldoende personeel binnen 'beperkte afstand' aanwezig is gedurende het gehele jaar om deze actie te kunnen uitvoeren.)

In die situaties heeft automatische detectie rechtstreeks invloed op kansen op een succesvolle handblussing en het eventueel in gang zetten van tijdige evacuatie.

Door automatische detectie is er ook een sterk verhoogde kans op tijdige alarmering van externen zoals de brandweer ²¹ maar ook personeel voor ondersteuning van evacuatie. Door een snelle melding is de kans groter dat de brandweer bij aankomst een lokale brand aantreft en dus slaagt in haar bluspoging. Bij autodetectie wordt alleen uitgegaan van rookdetectie, temperatuurdetectie zal in voorkomende gevallen 'te laat' reageren.

De verhoogde kans op een succesvolle, handblussing, blussing door de brandweer van een lokale brand en evacuatie zijn in de risicoberekening meegenomen als belangrijkste effect van autodetectie.

Berekende risico's en effecten bij toepassen automatische detectie

- > Melkvee
12 dieren dood in heel NL
Kans dood per koe/jaar $3,55 \cdot 10^{-6}$

²¹ Let wel: automatische detectie betekent nog geen automatische doormelding naar de brandweer.

> Vleesvarkens

477 dieren dood in heel NL

Kans dood per dier/jaar $3,98 \cdot 10^{-5}$

> Leghennen

13138 dieren dood in heel NL

Kans dood per dier/jaar $1,35 \cdot 10^{-4}$

7.3 Automatisch blussen

Bij automatisch blussen moet gedacht worden aan een sprinklerinstallatie of een zogenaamde 'watermistinstallatie'. Daarnaast kunnen nieuwe technische mogelijkheden, die in eerste instantie niets te maken hebben met brandveiligheid, een bijdrage leveren. Zo zou een watermistinstallatie – die bedoeld is om onder andere fijnstof af te vangen – wellicht ook ingezet kunnen worden om een (beginnende) brand te bestrijden of dieren (ook in een naastgelegen compartiment) koel te houden [WUR]

Onderdeel van een automatische blusinstallatie is ook een detectiesysteem. Om de installatie in werking te stellen is een detectiesysteem noodzakelijk. Bij sprinkler- systemen is die detectie ingebouwd in de sprinklerkop (smeltzekering), bij watermistsystemen zal in veel gevallen voor een apart detectiesysteem worden gekozen. De automatische blussing is dus volgend op detectie. Hoewel automatische blussing niet 100% zal functioneren heeft de statistiek wel geleerd dat bij een sprinklerinstallatie de zekerheid van goed en effectief functioneren bijna 100 % is.²² Bij de beoordeling is dan ook van dat gegeven uitgegaan. Door deze lage faalkans is automatisch blussen dus zeer effectief, en geeft een zeer grote kans op blussing of tenminste op onder controle houden van de brand, zodat de brandweer in vrijwel alle gevallen een goed te blussen lokale brand aantreft. Bij een automatische blusinstallatie zal de mogelijkheid van een blussing met een handblusmiddel toch noodzakelijk blijven, bij een kleine beginnende brand zal de installatie mogelijk nog niet geactiveerd worden. Een aanwezige persoon kan de brand dan al wel ontdekken en een blusactie ondernemen. Ook bij het niet slagen van die blusactie blijft de evacuatie van de aanwezige dieren (als evacuatie technisch mogelijk is) toch erg succesvol omdat deze wordt ondersteund door een geactiveerde blusinstallatie.

Berekende risico's en effecten bij toepassen automatische blussing

> Melkvee

11 dieren dood in heel NL

Kans dood per koe/jaar $3,24 \cdot 10^{-6}$

— Op het moment van aankomst van de brandweer zal door de automatische blusinstallatie de brand worden gecontroleerd. Het blussen door de brandweer zal dan in bijna alle gevallen beperkt blijven tot een lokale en goed te blussen brand, waardoor evacuatie altijd succesvol kan worden geacht.

— De dode dieren zijn dieren die mogelijk bij het begin van een brand zouden kunnen omkomen. Er is ook uiteindelijk personeel nodig voor evacuatie uitvoering.

Kans op succesvolle evacuatie, bij voldoende personeel aanwezig, 99,6 %

²² John R. Hall, U.S. Experience With Sprinkler, NFPA Fire Analysis And Research (juni, 2013) stelt: 'Sprinklers operated in 91% of all reported structure fires large enough to activate sprinklers, excluding buildings under construction and buildings without sprinklers in the fire area. When sprinklers operated, they were effective 97% of the time'.

Bij vleesvarkens en leghennen is evacuatie niet of vrijwel niet mogelijk. Autoblussen heeft bij deze categorie geen effect op de evacuatiemogelijkheden.

- Door het toepassen van autoblussen zal de kans dat de ventilatie uitvalt, door aantasting van de elektrische installatie door brand, veel kleiner worden. In de berekeningen is de kans op uitval bij brand van de ventilatie door autoblussen verlaagd van 0,8 naar 0,9.

Door het toepassen van autoblus zal 'het blussen door de brandweer' in bijna alle gevallen een lokale omvatten, die goed is te blussen, Hierdoor wordt kans op dode dieren door brand sterk verlaagd.

- > Vleesvarkens
211 dieren dood in heel NL
Kans dood per dier/jaar $1,76 \cdot 10^{-5}$
- > Leghennen
4485 dieren dood in heel NL
Kans dood per dier/jaar $0,462 \cdot 10^{-4}$

7.4 Minder brandbare materialen (lagere branduitbreidingsnelheid, BUS)

Stallen gebouwd volgens het Bouwbesluit 2012 (incl. wijzigingen per 1-04-2014) zijn uitgevoerd met materialen die aan de binnenzijde van de stal moeten voldoen aan klasse B. Door het toepassen van materialen met een lagere brandontwikkelsnelheid (Klasse A of A1) of alle materialen aan de binnenzijde van het gebouw volledig uitvoeren in klasse B, (dus geen constructies waarbij klasse B wordt gehaald door de manier van opbouw²³), geeft een grotere kans dat een beginnende brand smoot (zich niet ontwikkelt en uitgaat), een grotere kans op een succesvolle blussing met een handblusmiddel en grotere kans op blussen van een lokale brand door brandweer en veel minder rookontwikkeling bij een eventuele brand. Een langzaam ontwikkelende brand zal wel later worden ontdekt omdat brandverschijnselen minder snel zichtbaar zijn. Door een verbeterde BUS verandert de kans op een succesvolle evacuatie niet rechtstreeks. Een succesvolle evacuatie is namelijk afhankelijk van de kans op succes van 'blussen'.

Berekende risico's en effecten bij toepassen minder brandbare materialen.

- > Melkvee
50 dieren dood in heel Nederland
Kans dood per koe/jaar $1,52 \cdot 10^{-5}$
Bij uitvoeren van de stal met minder brandbaar materiaal zal, de kans op een succesvolle blussing wordt groter worden. Daarmee zal de kans op evacuatie ook iets worden vergroot (aangenomen is 3 % grotere kans).
- > Vleesvarkens
686 dieren dood in heel NL
Kans dood per dier/jaar $5,71 \cdot 10^{-5}$
- > Leghennen
9882 dieren dood in heel NL
Kans dood per dier/jaar $1,02 \cdot 10^{-4}$

²³ Zoals bijvoorbeeld sandwichpanelen met een klasse-B buitenzijde en een vulling van met een lagere klasse.

Volgens de berekeningen heeft het toepassen van brandveiligere materialen nauwelijks invloed op het totale effect.²⁴

Bij uitvoeren van een stal voor vleesvarkens en leghennen met minder brandbaar materiaal zal de kans op handblussing ook groter worden.

Het strooisel op de vloer moet bij die keuze ook voldoen aan tenminste klasse B. De kans op uitval bij brand door verbeterde materialen verlaagt ook de kans op uitval van de ventilatie door brand, er is sprake van een minder snelle ontwikkeling van de brand. De kans op uitval van de ventilatie wordt geschat op 5%.

Door de invoering van de nieuwe eisen bij stallen is de mogelijkheid op een flashover, door brand in constructiematerialen sterk verminderd. Uit de berekeningen blijkt dat het totale effect van het verbeteren van de BUS ten opzichte van de eisen van het Bouwbesluit 2012 (april 2014) een klein verschil uitmaakt in het totale berekende risico. Daarentegen heeft het verslechteren van de brandbaarheid (klasse van brandvoortplanting) van de constructiematerialen zeer waarschijnlijk een toename van het aantal dode dieren bij brand tot gevolg. Met andere woorden: bij een hogere branduitbreidingsnelheid van de materialen ligt het voor de hand dat als het brandt de kans op het omkomen van meer dieren groter is.

7.5 RWA (in combinatie met detectie)

Het toepassen van RWA (rook-warmte-afvoer) kan op verschillende manieren. Er kan voor gekozen worden om een combinatie te nemen van dagelijkse ventilatie die bij brand omschakelt naar RWA of voor een apart RWA systeem naast de dagelijkse ventilatie. Bij de berekeningen is uitgegaan van de eerste keuze. Omdat RWA moet worden aangestuurd bij brand is ook een temperatuursdetectiesysteem noodzakelijk om de RWA automatisch te kunnen inschakelen.

Als er brand uitbreekt in een gebouw kan door RWA de rook en warmte snel afgevoerd worden. Door een goede RWA kan de stal gedurende een langere tijd op vloerniveau tot ongeveer 2,5 meter boven dat niveau (zo goed als) rookvrij zijn. Hierdoor is er een betere kans op het succesvol blussen met een handblusmiddel (beter benaderbare brand), er is minder tot geen last van de rook gedurende de evacuatie tijd voor dieren, maar ook voor de optredende brandweer, waardoor het succes op het blussen van een lokale brand groter wordt (ook in combinatie met een vroegere melding door detectie).

Berekende risico's en effecten bij toepassen RWA:

- > Melkvee
Hiervoor is RWA niet relevant. Koeien staan al in een sterk geventileerde stal (bijna te vergelijken met niet besloten ruimte).
- > Varkens
249 dieren dood in heel Nederland.
Kans dood per dier $2,07 \cdot 10^{-5}$

²⁴ Dit heeft echter wel invloed op het ontstaan van een ontwikkelde brand, zie paragraaf 5.1.1.

Door de soort bouw van varkensstallen (verlaagde plafonds) zal er voor RWA slechts een beperkte rookberging beschikbaar zijn. Hierdoor zullen hoge ventilatievouden noodzakelijk zijn (hogere kosten) om de RWA goed te laten functioneren.

> Leghennen

7151 dieren dood in heel Nederland.

Kans dood per dier $0,73 \cdot 10^{-4}$

- Kippen zijn zeer gevoelig voor rook en zullen zelfs een relatief geringe rookinademing vaak niet overleven. Het effect van rook is groter wanneer kippen in rijen van twee of zelfs drie 'verdiepingen' boven elkaar gehouden worden. RWA kan hierbij mogelijk te laat effect sorteren. Rookgassen zullen in het begin zowel in statische rooklaag aanwezig zijn maar ook gedeeltelijk in de laag daaronder. Dat onderdeel, de verdeling van de rook onder de statische rooklaag is niet in te schatten door het IFV

8 Conclusies

Bij het toepassen van een risicovergelijking van de brandveiligheid van stallen groter dan de maximaal in het Bouwbesluit 2012 toegestane oppervlakte van brandcompartimenten met de brandveiligheid van stallen tot 2.500 m² (de grens van het huidige Bouwbesluit 2012) zal eerst een risicobeoordeling moeten worden gemaakt van stallen welke volledig zijn gebouwd overeenkomstig de regelgeving.

Bij de berekeningen voor het bepalen van risico's is in overleg met de klankbordgroep gekomen tot drie soorten veel voorkomende stalsoorten: melkvee, vleesvarkens en leghennen. Voor deze drie stalsoorten zijn risicoberekeningen, om te bepalen hoe groot de kans op 'dierenleed' is, gemaakt voor stallen van respectievelijk 2.500, 5.000 en 10.000 m². Hierbij is niet letterlijk naar dierenleed gekeken (dit valt immers nauwelijks te kwantificeren), maar naar de kans op overlijden van dieren ten gevolge van brand. Aangenomen wordt dat meer sterfte door brand ook meer dierenleed impliceert.

Bij stallen groter dan 2.500 m² is het risico groter dan bij stallen tot 2.500 m², onderstaande tabellen geven hiervan een overzicht.

Stalgrootte	2500 m ²	5000 m ²	10.000 m ²
Aantal koeien per stal	175	350	700
Aantal dode koeien per jaar per stal	0,0026	0,006	0,018
Aantal dode koeien in NL	49	57	85
Kans per koe op dood	1,50 10 ⁻⁵	1,72 10 ⁻⁵	2,58 10 ⁻⁵

Tabel 17: melkvee, resultaten dode dieren door brand

Stalgrootte	2500 m ²	5000 m ²	10.000 m ²
Aantal varkens per stal	2.500	5.000	10.000
Aantal dode varkens per jaar per stal	0,164	0,355	1,29
Aantal dode varkens in NL	785	958	1.440
Kans per varken op dood	6,52 10 ⁻⁵	7,58 10 ⁻⁵	12,0 10 ⁻⁵

Tabel 18: vleesvarkens, resultaten dode dieren door brand

	2500 m ²	5000 m ²	10.000 m ²
Aantal kippen per stal	22.500	45.000	90.000
Aantal dode kippen per jaar per stal	4,10	10,06	30,26
Aantal dode kippen in NL	17.690	21.653	32.616
Kans per kip op dood	1,82 10 ⁻⁴	2,24 10 ⁻⁴	3,36 10 ⁻⁴

Tabel 19: leghennen, resultaten dode dieren door brand

1. Bij melkvee wordt het berekende risico op 'dierenleed' van een stal van 5.000 m² ten opzichte van een stal van 2.500 m² ongeveer 1,15 maal zo groot²⁵ (1,72/1,50); bij een stal van 10.000 m² gaat het om een factor 1,76.
2. Bij vleesvarkens wordt het risico op 'dierenleed' van een stal van 5.000 m² t.o.v. een stal van 2.500 m² ongeveer 1,16 maal zo groot; bij een stal van 10.000 m² gaat het om een factor 1,84.
3. Bij leghennen melkvee wordt het risico op 'dierenleed' van een stal van 5.000 m² t.o.v. een stal van 2.500 m² ongeveer 1,23 maal zo groot; bij een stal van 10.000 m² gaat het om een factor 1,85.

Door het nemen van specifieke brandveiligheidsmaatregelen kan het risico's van grotere stallen verlaagd worden. In onderstaande tabel is aangegeven hoeveel het risico in een stal van 5.000 m² verlaagd wordt door het nemen van bepaalde maatregelen.²⁶

Diersoort	Maatregelen										5000 m ²	
	Beperken kans op brand zie paragraaf 7.1		Autodetectie zie paragraaf 7.2		Autoblussing zie paragraaf 7.3		Verlagen BUS zie paragraaf 7.4		RWA/detectie zie paragraaf 7.5		Zonder maatregel	
	Aantal dode dieren per jaar in NL	Kans dood per dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar	Kans door dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar in NL	Kans dood per dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar in NL	Kans dood per dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar	Kans door dier/jaar	Aantal dode dieren per jaar in NL	Kans dood per dier/jaar
Melkvee	28	0,859 10 ⁻⁵	12	0,355 10 ⁻⁵	11	0,324 10 ⁻⁵	50	1,52 10 ⁻⁵	N.v.t.	N.v.t.	57	1,72 10 ⁻⁵
Vleesvarkens	479	3,99 10 ⁻⁵	477	3,98 10 ⁻⁵	211	1,76 10 ⁻⁵	686	5,71 10 ⁻⁵	249	2,07 10 ⁻⁵	958	7,58 10 ⁻⁵
Leghennen	10486	1,12 10 ⁻⁵	12138	1,35 10 ⁻⁴	4485	0,462 10 ⁻⁴	9882	1,02 10 ⁻⁴	7151	0,73 10 ⁻⁴	21653	2,24 10 ⁻⁴

Tabel 20: risicoreductie per maatregel.

Door bijvoorbeeld het nemen van de maatregel automatische detectie zal het risico per koe bij melkvee ongeveer $0,355 \cdot 10^{-5}$ bedragen. Terwijl het risico in een stal van 2.500 m² zonder die extra veiligheidsvoorziening $1,5 \cdot 10^{-5}$ bedraagt.

Zoals aangegeven kan er ook gekozen worden voor het gebruik van onbrandbare materialen (klasse A in plaats van klasse B). Uit deze risicoberekening blijkt echter niet dat dit tot een relevante verlaging van het risico leidt. Bij een stal van 5000 m² leidt dit tot een verlaging

²⁵ NB: Gezien de onzekerheid van de getallen die zijn gebruikt in deze risicoanalyse (door gebrek aan voldoende statistisch materiaal), kan niet gesteld worden dat dit een significant verschil is.

²⁶ Uiteraard kunnen vergelijkbare berekeningen worden gemaakt voor een stal van 10.000 m². De uitkomsten hiervan zullen iets verschillen, zoals hiervoor is aangetoond.

van "de kans op dood per dier" van $1,72 \cdot 10^{-5}$ naar $1,52 \cdot 10^{-5}$. Dit lijkt een significante verlaging (hiermee krijgt een stal van 5000m² namelijk een overeenkomstig risico als een stal van 2.500 m²), maar opgemerkt moet worden dat dit 'slechts' een factor 1,13 verschilt. Gezien de onzekerheid van de getallen waarmee de risicoberekening gedaan is, kan niet gesteld worden dat dit verschil significant is.

Conclusie

4. De brandveiligheid van stallen van 5.000 m² kan met maatregelen worden verbeterd. Het veiligheidsniveau dat kan worden bereikt is vergelijkbaar of beter dan bij stallen van 2.500 m², waarbij die maatregelen niet zijn genomen.
5. Met kwantitatieve risicoberekeningen kan het niveau van brandveiligheid voor stallen worden vastgesteld. En ook het effect op de veiligheid van eventueel te nemen maatregelen. De kwantificering, uitgedrukt in kansen en effecten, is slechts deels onderbouwd door casuïstiek. Bij de vergelijking van de brandveiligheid tussen verschillende stalgrootten en te nemen maatregelen, gaat het vooral om de relatieve verandering van de veiligheid van de ene stal ten opzichte van de andere. De precieze waarde van kansen en effecten is daarbij minder van belang.

Bijlage 1

Melkvee

stal 2500 m2

dieren in stal

350 Koeien

Overlevende

dieren	Value	Evac3	Brw blust deelcomp	Evac2	Brw blust lokaal	Evac1	Handblus	Detectie	Brand omvang	Ventilatie	Scen nr
1.00	350								br smoot	vent succes	1
1.00	350						handblus succes	detect auto	br begin	vent succes	2
1.00	350	evac3 succes		evac2 succes		evac1 succes	handblus faalt	detect auto	br begin	vent succes	3
	0	evac3 faalt		evac2 succes		evac1 succes	handblus faalt	detect auto	br begin	vent succes	4
	0	evac3 succes		evac2 faalt		evac1 succes	handblus faalt	detect auto	br begin	vent succes	5
	0	evac3 faalt		evac2 faalt		evac1 succes	handblus faalt	detect auto	br begin	vent succes	6
1.00	350	evac3 succes		evac2 succes		evac1 faalt	handblus faalt	detect auto	br begin	vent succes	7
	0	evac3 faalt		evac2 succes		evac1 faalt	handblus faalt	detect auto	br begin	vent succes	8
0.99	346.5	evac3 succes		evac2 faalt		evac1 faalt	handblus faalt	detect auto	br begin	vent succes	9
0.10	35	evac3 faalt		evac2 faalt		evac1 faalt	handblus faalt	detect auto	br begin	vent succes	10
1.00	350						handblus succes	detect na 15 min	br begin	vent succes	11
1.00	350	evac3 succes		evac2 succes		evac1 succes	handblus faalt	detect na 15 min	br begin	vent succes	12
	0	evac3 faalt		evac2 succes		evac1 succes	handblus faalt	detect na 15 min	br begin	vent succes	13
	0	evac3 succes		evac2 faalt		evac1 succes	handblus faalt	detect na 15 min	br begin	vent succes	14
	0	evac3 faalt		evac2 faalt		evac1 succes	handblus faalt	detect na 15 min	br begin	vent succes	15
1.00	350	evac3 succes		evac2 succes		evac1 faalt	handblus faalt	detect na 15 min	br begin	vent succes	16
	0	evac3 faalt		evac2 succes		evac1 faalt	handblus faalt	detect na 15 min	br begin	vent succes	17
0.99	346.5	evac3 succes		evac2 faalt		evac1 faalt	handblus faalt	detect na 15 min	br begin	vent succes	18
0.10	35	evac3 faalt		evac2 faalt		evac1 faalt	handblus faalt	detect na 15 min	br begin	vent succes	19
1.00	350						handblus succes	detect aanw pers	br begin	vent succes	20

1.00	350	evac3 succes		evac2 succes		evac1 succes	handblus faalt	detect aanw pers	br begin	vent succes	21
	0	evac3 faalt		evac2 succes		evac1 succes	handblus faalt	detect aanw pers	br begin	vent succes	22
	0	evac3 succes		evac2 faalt		evac1 succes	handblus faalt	detect aanw pers	br begin	vent succes	23
	0	evac3 faalt		evac2 faalt		evac1 succes	handblus faalt	detect aanw pers	br begin	vent succes	24
1.00	350	evac3 succes		evac2 succes		evac1 faalt	handblus faalt	detect aanw pers	br begin	vent succes	25
	0	evac3 faalt		evac2 succes		evac1 faalt	handblus faalt	detect aanw pers	br begin	vent succes	26
0.99	346.5	evac3 succes		evac2 faalt		evac1 faalt	handblus faalt	detect aanw pers	br begin	vent succes	27
0.10	35	evac3 faalt		evac2 faalt		evac1 faalt	handblus faalt	detect aanw pers	br begin	vent succes	28
0.00	0							detec uitslaand	br begin	vent succes	29
1.00	350					evac1 succes		detect auto	br lokaal	vent succes	30
				Brw blust lokaal succes		evac1 faalt		detect auto	br lokaal	vent succes	31
1.00	350			evac2 succes	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect auto	br lokaal	vent succes	32
			Brw blust deelcomp succes	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect auto	br lokaal	vent succes	33
0.90	315		Brw blust deelcomp succes	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect auto	br lokaal	vent succes	33
0.99	346.5	evac3 succes	Brw blust deelcomp faalt	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect auto	br lokaal	vent succes	34
			Brw blust deelcomp faalt	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect auto	br lokaal	vent succes	35
0.10	35	evac3 faalt	Brw blust deelcomp faalt	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect auto	br lokaal	vent succes	35
1.00	350					evac1 succes		detect na 15 min	br lokaal	vent succes	36
				Brw blust lokaal succes		evac1 faalt		detect na 15 min	br lokaal	vent succes	37
1.00	350			evac2 succes	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect na 15 min	br lokaal	vent succes	38
			Brw blust deelcomp succes	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect na 15 min	br lokaal	vent succes	39
0.90	315		Brw blust deelcomp succes	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect na 15 min	br lokaal	vent succes	39
0.99	346.5	evac3 succes	Brw blust deelcomp faalt	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt		detect na 15 min	br lokaal	vent succes	40

0.10	35	Brw blust deelcomp faalt	Brw blust lokaal faalt	evac2 faalt	evac1 faalt	detect na 15 min	br lokaal	vent succes	41	
1.00	350				evac1 succes	detect aanw pers	br lokaal	vent succes	42	
1.00	350		Brw blust lokaal succes		evac1 faalt	detect aanw pers	br lokaal	vent succes	43	
1.00	350			evac2 succes	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect aanw pers	br lokaal	vent succes	44
0.90	315	Brw blust deelcomp succes		evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect aanw pers	br lokaal	vent succes	45
0.99	346.5	Brw blust deelcomp faalt		evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect aanw pers	br lokaal	vent succes	46
0.10	35	Brw blust deelcomp faalt		evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect aanw pers	br lokaal	vent succes	47
0.00	0					detec uitslaand	br lokaal	vent succes	48	
1.00	350				evac1 succes	detect auto	br deelcomp	vent succes	49	
1.00	350		Brw blust lokaal succes		evac1 faalt	detect auto	br deelcomp	vent succes	50	
1.00	350			evac2 succes	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect auto	br deelcomp	vent succes	51
0.90	315	Brw blust deelcomp succes		evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect auto	br deelcomp	vent succes	52
0.99	346.5	Brw blust deelcomp faalt		evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect auto	br deelcomp	vent succes	53
0.10	35	Brw blust deelcomp faalt		evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect auto	br deelcomp	vent succes	54
1.00	350				evac1 succes	detect na 15 min	br deelcomp	vent succes	55	
1.00	350		Brw blust lokaal succes		evac1 faalt	detect na 15 min	br deelcomp	vent succes	56	
1.00	350			evac2 succes	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect na 15 min	br deelcomp	vent succes	57

0.90	315		Brw blust deelcomp succes	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect na 15 min	br deelcomp	vent succes	58
0.99	346.5	evac3 succes	Brw blust deelcomp faalt	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect na 15 min	br deelcomp	vent succes	59
0.10	35	evac3 faalt	Brw blust deelcomp faalt	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect na 15 min	br deelcomp	vent succes	60
1.00	350					evac1 succes	detect aanw pers	br deelcomp	vent succes	61
1.00	350				Brw blust lokaal succes	evac1 faalt	detect aanw pers	br deelcomp	vent succes	62
1.00	350			evac2 succes	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect aanw pers	br deelcomp	vent succes	63
0.90	315		Brw blust deelcomp succes	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect aanw pers	br deelcomp	vent succes	64
0.99	346.5	evac3 succes	Brw blust deelcomp faalt	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect aanw pers	br deelcomp	vent succes	65
0.10	35	evac3 faalt	Brw blust deelcomp faalt	evac2 faalt	Brw blust lokaal faalt	evac1 faalt	detect aanw pers	br deelcomp	vent succes	66
0.00	0						detec uitslaand	br deelcomp	vent succes	67
0.00	0							br comp	vent succes	68

Documentbeheer

**EINDE
DOCUMENT**