



○ *Inventarisatie van de  
ontstaans- en escalatierisico's  
van natuurbranden op de  
Veluwe*

*Martijn Boosten, Casper de Groot &  
Jaap van den Briel*

*Wageningen, november 2009*

*Inventarisatie van de  
ontstaans- en  
escalatierisico's van  
natuurbranden op de  
Veluwe*

*Martijn Boosten, Casper de Groot &  
Jaap van den Briel*

*Wageningen, november 2009*

*Boosten, M., Groot, C. de, Briel, J. van den*

Inventarisatie van de ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden op de Veluwe

Wageningen, Stichting Probos  
November 2009



**Stichting Probos, Wageningen 2009**

Postbus 253, 6700 AG Wageningen, tel. 0317-466555, fax 0317-410247  
email: mail@probos.nl; internet: www.probos.nl

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de Commissie Risicobeheersing Natuurbranden  
Veluwe (CRN-Veluwe)

## **VOORWOORD**

Dit rapport beschrijft de resultaten van een studie naar de ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden op de Veluwe. Wij willen Jakob Leidekker (Stichting Het Nationale Park De Hoge Veluwe), Allard van Gulik (Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland), Sander Wijdeven (Staatsbosbeheer) en Bert Stuiver (Hulpverlening Gelderland Midden) bedanken voor deelname aan de begeleidingsgroep en hun kritische blik op het rapport. Daarnaast willen wij Mike Mulder (Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland) bedanken voor zijn commentaar en aanvullingen op het rapport. Tot slot willen wij alle geïnterviewden bedanken voor het delen van hun praktijkkennis.



## INHOUDSOPGAVE

<b>SAMENVATTING.....</b>	<b>7</b>
<b>1 INLEIDING .....</b>	<b>11</b>
1.1 Aanleiding .....	11
1.2 Doelstelling.....	11
1.3 Werkwijze .....	11
1.4 Leeswijzer .....	12
<b>2 NATUURBRANDEN IN NEDERLAND .....</b>	<b>13</b>
2.1 Voorkomen van natuurbranden in Nederland .....	13
2.1.1 Natuurbrandstatistieken.....	13
2.1.2 Bosbrandverzekeringen.....	16
2.2 Het beleid t.a.v. natuurbranden.....	17
<b>3 RISICOPERCEPTIE NATUURBRANDEN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Risicoperceptie ten aanzien van het ontstaan van natuurbranden.....	19
3.2 Risicoperceptie ten aanzien van de escalatie van natuurbranden .....	21
3.3 Perceptie ten aanzien van de toename en afname van risico's in de loop der tijd.....	24
<b>4 HET ONTSTAANS- EN ESCALATIERISICO VAN NATUURBRANDEN IN RELATIE TOT DE VEGETATIETYPEN EN VEGETATIE- EIGENSCHAPPEN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Gedrag van natuurbranden.....	27
4.2 Effect van vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen op het ontstaansrisico van natuurbranden.....	28
4.2.1 Effect van vegetatietypen op het ontstaansrisico .....	28
4.2.2 Effect van vegetatie-eigenschappen op het ontstaansrisico.....	29
4.3 Effect van vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen op het escalatierisico van natuurbranden.....	30
4.3.1 Effect van vegetatietypen op het escalatierisico.....	30
4.3.2 Effect van vegetatie-eigenschappen op het escalatierisico.....	31
4.4 Meest risicovolle vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen.....	34
4.5 Toename en afname van risico's in de loop der tijd.....	35
<b>5 VEGETATIETYPEN EN VEGETATIE-EIGENSCHAPPEN IN DE RISICO- INDEXERING NATUURBRANDEN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Risico- indexering Natuurbranden Veluwemassief en de huidige indeling in vegetatietypen en -eigenschappen.....	37
5.2 Aanbevelingen voor een nieuwe indeling in vegetatietypen en eigenschappen.....	38
5.3 Overige aanbevelingen voor de risico-indexering .....	41
<b>6 PREVENTIEVE MAATREGELEN OM HET ONTSTAANS- EN ESCALATIERISICO VAN NATUURBRANDEN TE VERMINDEREN .....</b>	<b>43</b>
6.1 Terreinbeheer en de terreininrichting.....	43
6.2 Organisatie en training (oefening) van de hulpverlening .....	44
6.3 Overig.....	44

<b>7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....</b>	<b>47</b>
<b>7.1 Conclusies en discussie .....</b>	<b>47</b>
<b>7.2 Aanbevelingen.....</b>	<b>50</b>

<b>BRONNEN .....</b>	<b>51</b>
<b>Literatuur .....</b>	<b>51</b>
<b>Websites.....</b>	<b>54</b>
<b>Geraadpleegde deskundigen.....</b>	<b>54</b>

**BIJLAGE I – OVERZICHT GEÏNTERVIEWDE PERSONEN**

**BIJLAGE II – VRAGENLIJST INTERVIEWS**

**BIJLAGE III – RISICO- INDEXERING NATUURBRANDEN VELUWEMASSIEF**

## SAMENVATTING

Binnen de Interregionale Commissie Risicobeheersing Natuurbranden Veluwe (CRN-Veluwe) is er geen eenduidig beeld over het natuurbrandgevaar van diverse vegetatietypen en de invloed van factoren die het natuurbrandgevaar verder bepalen. Probos heeft daarom in opdracht van de CRN-Veluwe de bestaande kennis over natuurbranden geanalyseerd en de 'Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief' verder uitgediept en onderbouwd.

Aan de hand van een literatuurstudie en interviews met vertegenwoordigers uit de hulpverleningssector (brandweer) en de natuurbeheersector (terreinbeheerders) is bepaald welke vegetatietypen en -eigenschappen in welke mate van belang zijn voor enerzijds het ontstaansrisico (ontvlambaarheid) van natuurbranden en anderzijds voor het escalatierisico (voortplantingssnelheid en vuurintensiteit) van natuurbranden. Bij de literatuurstudie is voor een groot deel gebruik gemaakt van buitenlandse literatuur, die is vertaald naar de Nederlandse situatie. Deze informatie is aangevuld met Nederlandse praktijkervaringen. De belangrijkste conclusies die hieruit naar voren komen zijn:

- Droge heide en in iets mindere mate vegetaties met buntgras en pijpenstrootje, droog schraalgrasland en naaldbos met den komen naar voren als de meest risicovolle vegetatietypen voor het ontstaan van natuurbranden;
- In de literatuur is geen bevestiging gevonden voor de stelling dat tak- en tophout in de Nederlandse situatie het ontstaansrisico verhoogt;
- Zowel uit de interviews als de literatuur blijkt dat naaldbos met den verreweg het meest risicovolle vegetatietype voor de escalatie van natuurbranden is, omdat in dit bostype onbeheersbare kroonbranden kunnen ontstaan;
- Uit de literatuur blijkt dat tak- en tophout alleen een probleem vormt voor de escalatie van branden wanneer het op stapels ligt die voldoende hoog zijn om loopvuur over te brengen naar de boomkronen;
- Er is nauwelijks kwantitatieve informatie gevonden over de schaal waarop factoren een rol spelen.

Het ontstaan van natuurbranden is niet gebonden aan het vegetatietype of de vegetatie-eigenschap 'an sich', maar is sterk afhankelijk van de aanwezigheid van mensen, aangezien het overgrote deel van de branden een menselijke oorzaak hebben. Het precieze effect van menselijke aanwezigheid (zoals recreatiedruk) op het ontstaan van natuurbranden is onduidelijk. Precieze gegevens ontbreken hierover. Een hogere concentratie recreanten betekent bijvoorbeeld niet dat het ontstaansrisico van natuurbranden ook automatisch wordt verhoogd. Sociale controle en de kans op ontdekking van branden nemen immers ook toe. Veel branden worden daarnaast vaak moedwillig aangestoken op meer afgelegen plekken.

Uit de gegevens van het Meetnet Functievervulling Bos in combinatie met de gevonden literatuur kan worden vastgesteld dat de bossen in Nederland (en op de Veluwe) wat betreft de soortensamenstelling en ontwikkelingsfase over het algemeen minder brandbaar zijn geworden in de afgelopen 20 tot 30 jaar. Dit proces zal naar alle waarschijnlijkheid doorzetten.



Op basis van de kennis uit de literatuurstudie en interviews zijn een aantal veranderingen voor de vegetatiefactoren in de ‘Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief’ voorgesteld. De belangrijkste aanbevelingen zijn:

- Uitbreiding van de factor ‘begroeiing’ in de index met een klein aantal vegetatietypen en een onderverdeling van bos in mate van ondergroei;
- Uitbreiding van de factor ‘uitbreidingskans’ waarbij mee wordt gewogen welke vegetatie aan de verschillende zijden van een “vak” aanwezig is;
- Aanpassing van de schaal van de index.

Het zou daarnaast goed zijn om de overige factoren in de risico-indexering, zoals bijvoorbeeld de recreatiedruk (aanwezigheid bezoekers/ bewoners), kritisch te bekijken en waar nodig verder uit te diepen. De risico-indexering zou bovendien jaarlijks moeten worden geactualiseerd, zodat situaties met een hoog escalatierisico beter in beeld worden gebracht en er preventieve maatregelen kunnen worden genomen om het risico te verlagen. Daarnaast zouden ook de natuurbeherende instanties en recreatieondernemers de risico-indexering kunnen gebruiken.

In deze studie is ook de risicoperceptie van de hulpverleningssector (brandweer) en de natuurbeheersector (terreinbeheerders) ten aanzien van natuurbranden in beeld gebracht. Sinds de jaren 70 van de 20<sup>e</sup> eeuw is in het Nederlandse natuurbeheer een verandering ingezet, waarbij er meer aandacht is voor natuurlijkheid. Uit de interviews komt naar voren dat natuurbeheerders van mening zijn dat het ontstaans- en escalatierisico van natuurbranden op de Veluwe per saldo licht is afgenomen als gevolg van het veranderd terreinbeheer van de afgelopen decennia. De hulpverleners vinden daarentegen dat de risico’s de afgelopen 20 tot 30 jaar wel zijn toegenomen. Volgens hen veroorzaakt een toename van het aandeel tak- en tophout een hoger ontstaansrisico. Dit wordt echter niet bevestigd door de natuurbrandstatistiek en de literatuur.

Het escalatierisico is volgens de hulpverleners toegenomen omdat het aantal wegen en paden en de kwaliteit van de wegen en paden is afgenomen en daardoor een eenmaal uitgebroken brand minder snel kan worden beheerst. De natuurbeheerders vinden de verslechterde ontsluiting momenteel nog geen probleem, maar erkennen wel dat nog verdere verslechtering van de ontsluiting op termijn wel het escalatierisico kan verhogen. De toegankelijkheid van het bos is afgenomen door het afsluiten van wegen en door (dik) dood hout dat op deze afgesloten wegen blijft liggen. Dit wordt mede veroorzaakt door het vervallen van de Bosbrandverordening van het Bosschap. Het wordt echter uit interviews en literatuur niet duidelijk wat maatgevende criteria zijn voor een voldoende ontsluiting.

Daarnaast is een aantal maatregelen voorgesteld om het ontstaans- en escalatierisico te verminderen. Deze maatregelen hebben betrekking op het terreinbeheer en de terreininrichting en op de training en organisatie van de hulpverleners. In de buurt van risicovolle vegetaties kunnen bijvoorbeeld maatregelen worden genomen die de kans op aansteken, vandalisme of ongelukken verkleinen door het aantal recreatieve voorzieningen (wandelpaden, parkeerplaatsen, picknickplaatsen, campings en horecaondernemingen) te zoneren of te beperken. Daarnaast kan er in de buurt van picknickplaatsen of hangplekken waar veel jongeren samenkomen in een straal van bijvoorbeeld 10 meter makkelijk brandbaar strooisel en tak- en tophout worden verwijderd of kan de structuur dicht worden gehouden, zodat het strooisel en de vegetatie langer vochtig blijven. Rondom picknickplaatsen en parkeerplekken en naast wandelpaden kan ook een strook heide- of grasvegetatie van 10 tot 20 meter

vaker worden geplagd, gemaaid of preventief gebrand om het aandeel brandbaar materiaal te verminderen.

Uit de interviews blijkt dat bij de hulpverleningsdiensten (brandweer) vaak de terreinbekendheid ontbreekt. Hierdoor kan de inzet van de hulpverleningsdiensten onnodig worden vertraagd en wordt de kans dat een brand escaleert groter. Het is daarom noodzakelijk dat de hulpverleningsdiensten regelmatig de natuurterreinen in hun regio bezoeken, zodat ze een goed en actueel beeld hebben welke wegen en paden voldoende bereikbaar en bereidbaar zijn voor de brandweervoertuigen en op welke plekken zich de bluswatervoorzieningen bevinden.

Tot slot is het belangrijk dat in de toekomst de natuurbrandstatistieken weer nauwkeurig worden bijhouden, zodat kwantitatieve informatie over het ontstaan, de oorzaak en de omvang van natuurbranden boven tafel komt. Met deze informatie zou bijvoorbeeld de risico-indexering kunnen worden geactualiseerd.



## **1 INLEIDING**

### **1.1 Aanleiding**

De gemeentelijke en regionale brandweerorganisaties van Veiligheidsregio Noord-Oost Gelderland (VNOG) en Hulpverlening Gelderland Midden (HGM), de Veluwe natuurbeheerders en -ondernemers, de Provincie Gelderland, de Recron en het Boschap voeren gezamenlijk overleg in de Interregionale Commissie Risicobeheersing Natuurbranden Veluwe (CRN-Veluwe) over het onderwerp natuurbranden. Binnen de CRN-Veluwe en haar leden is er geen eenduidig beeld over het natuurbrandgevaar van diverse vegetatietypen en de invloed van factoren die het natuurbrandgevaar verder bepalen. Met name de factoren vegetatie en beheer zijn onderwerp van discussie. Zo is er bijvoorbeeld geen eenduidig beeld van de risico's van dood hout (tak- en top hout en stamhout), is er behoefte aan een verdere uitdieping en verfijning van de factor begroeiing in de risico-indexering en aan een onderbouwing van de natuurbrandrisico's in relatie tot verschillende vegetatietypen en ontwikkelingsstadia van de vegetatie. Tevens is er behoefte aan een overzicht van mogelijke preventieve maatregelen voor risicosituaties.

De CRN-Veluwe heeft Probos gevraagd om bestaande kennis over natuurbranden te analyseren en de 'Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief' (hierna: de risico-indexering, zie paragraaf 5.1) verder uit te diepen en te onderbouwen. Hierbij is met name gekeken naar het risico op een onbeheersbare natuurbrand (escalatierisico) in relatie tot de vegetatie (factor 'D' in de risico-index) en het terreinbeheer. Daarnaast is Probos gevraagd om met aanbevelingen te komen voor preventieve maatregelen in het terreinbeheer. Hiertoe zijn, naast de bestaande factoren voor het escalatierisico uit de risico-indexering, ook factoren voor het risico op het ontstaan van een natuurbrand (ontstaansrisico) onder de loep genomen.

### **1.2 Doelstelling**

Deze studie heeft tot doel om (1) een overzicht te scheppen van de beschikbare literatuur en praktijkkennis over de ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden in relatie tot de factoren vegetatie, ontsluiting en terreinbeheer en (2) aanbevelingen te geven voor aanscherping en/of aanpassing van de 'Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief' en mogelijke preventieve maatregelen voor risicosituaties.

Hoewel de studie in beginsel gericht is op de natuurbrandrisico's en preventieve maatregelen voor de Veluwe, zijn de uitkomsten ook toepasbaar op andere bos- en natuurgebieden in Nederland.

### **1.3 Werkwijze**

Aan de hand van een literatuurstudie en interviews met vertegenwoordigers uit de hulpverleningssector (brandweer) en de natuurbeheersector (terreinbeheerders) is bepaald welke vegetatietypen en -eigenschappen in welke mate van belang zijn voor de ontstaansrisico (ontvlambaarheid) van natuurbranden en welke vegetatietypen en -eigenschappen van belang zijn voor het escalatierisico (voortplantingssnelheid en vuurintensiteit) van natuurbranden. Hierin is meegenomen hoe de brandeigenschappen van de verschillende vegetatietypen wordt beïnvloed in een

brandgevaarlijke periode met droogte en hoge temperaturen. De dagelijkse meteorologische invloeden zijn echter buiten het kader van deze studie gelaten. Ook is er rekening gehouden met het schaalniveau waarop het natuurbrandrisico wordt vastgesteld. Ter wille van de overzichtelijkheid en de efficiëntie is de vegetatie onderverdeeld in een beperkt aantal vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen. De effecten van de factoren ontsluiting en veranderend terreinbeheer (verloofing, laten liggen dood hout, vervangen exoten door inheemse boomsoorten etc.) op de ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden zijn op dezelfde wijze in kaart gebracht. Met behulp van de interviews is tevens de risicoperceptie t.a.v. natuurbranden in beeld gebracht.

Op basis van de uit de literatuurstudie en interviews verzamelde informatie zijn aanbevelingen gegeven voor aanscherping en/of aanpassing van de 'Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief' en mogelijke preventieve maatregelen voor risicosituaties.

In totaal zijn 18 personen geïnterviewd (10 personen vanuit de hulpverleningssector en 8 personen vanuit de natuurbeheersector). Een overzicht van de geïnterviewde personen is opgenomen in bijlage I. De volledige vragenlijst met de gehanteerde indeling in vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen die bij de interviews is gebruikt, is opgenomen in bijlage II.

#### **1.4 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 beschrijft in het kort het voorkomen van natuurbranden in Nederland en het beleid t.a.v. natuurbranden. In hoofdstuk 3 wordt beschreven in hoeverre de factoren vegetatie en ontsluiting volgens de geïnterviewden bijdragen aan het ontstaans- en escalatierisico van natuurbranden (risicoperceptie). Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van de literatuurstudie naar de effecten van vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen op de ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden weer. Aan het eind van dit hoofdstuk worden mede op basis van de resultaten van de interviews een overzicht gegeven van de meest risicovolle vegetatietypen en -eigenschappen. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de 'Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief'. In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gegeven voor aanpassing van de Risico-indexering. Hoofdstuk 6 beschrijft mogelijke preventieve maatregelen om het ontstaans- en escalatierisico van natuurbranden te verminderen. Tot slot worden in hoofdstuk 7 de belangrijkste conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek gegeven.

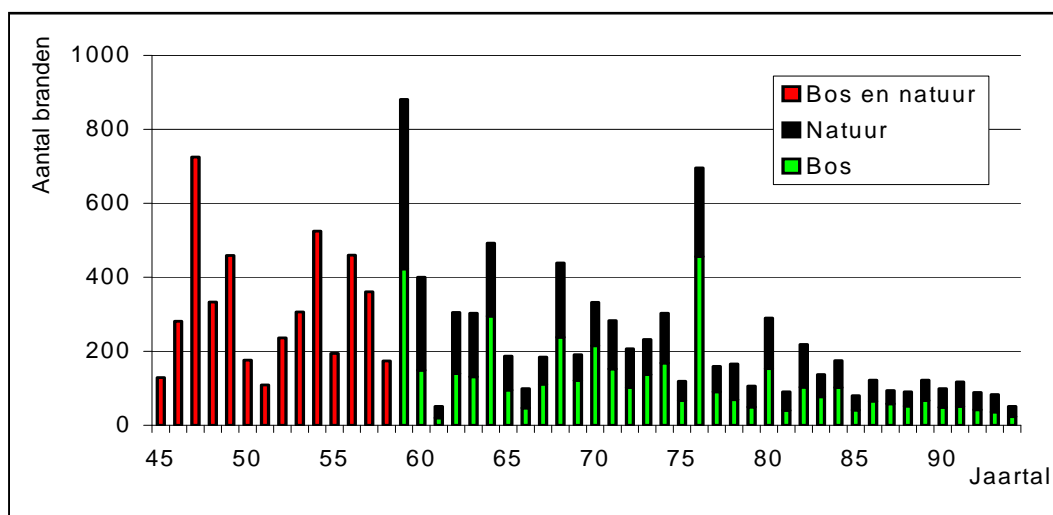
## 2 NATUURBRANDEN IN NEDERLAND

Dit hoofdstuk beschrijft in het kort het voorkomen van natuurbranden in Nederland (statistieken en bosbrandverzekeringen) en het beleid t.a.v. natuurbranden.

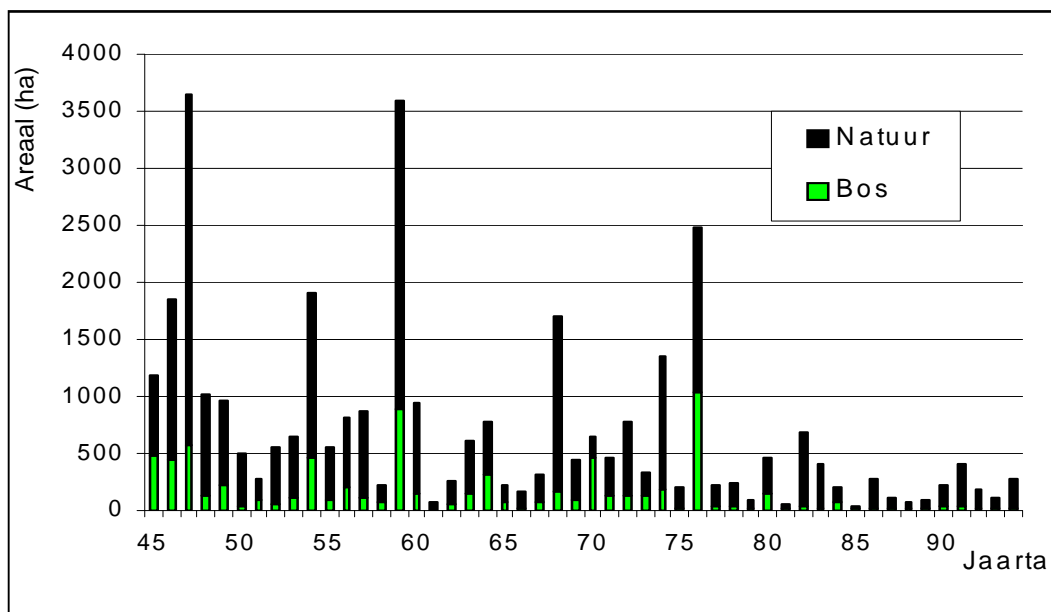
### 2.1 Voorkomen van natuurbranden in Nederland

#### 2.1.1 Natuurbrandstatistieken

Bos- en natuurbranden werden in Nederland tussen 1922 en 1994 geregistreerd door achtereenvolgens de afdeling statistiek van Staatsbosbeheer, de Directie Bos- en Landschapsbouw en door het Informatie- en KennisCentrum (IKC). Gemiddeld kwamen er in deze periode 300 tot 500 branden per jaar voor. Afb. 2.1 laat zien dat het aantal branden in de periode 1945 tot 1994 geleidelijk is teruggelopen. De drie pieken in de jaren 1947, 1959 en 1976 zijn direct terug te herleiden naar het weer in de betreffende jaren. De neerslag lag onder het gemiddelde niveau en het aantal zonuren lag ver boven het gemiddelde. Ook het verbrande areaal is in de loop der tijd sterk teruggelopen (Afb. 2.2). Opvallend is dat het hierbij vooral om natuurgebieden gaat (met name heide) en niet om bos (Jansen & Oldenburger, 2006).

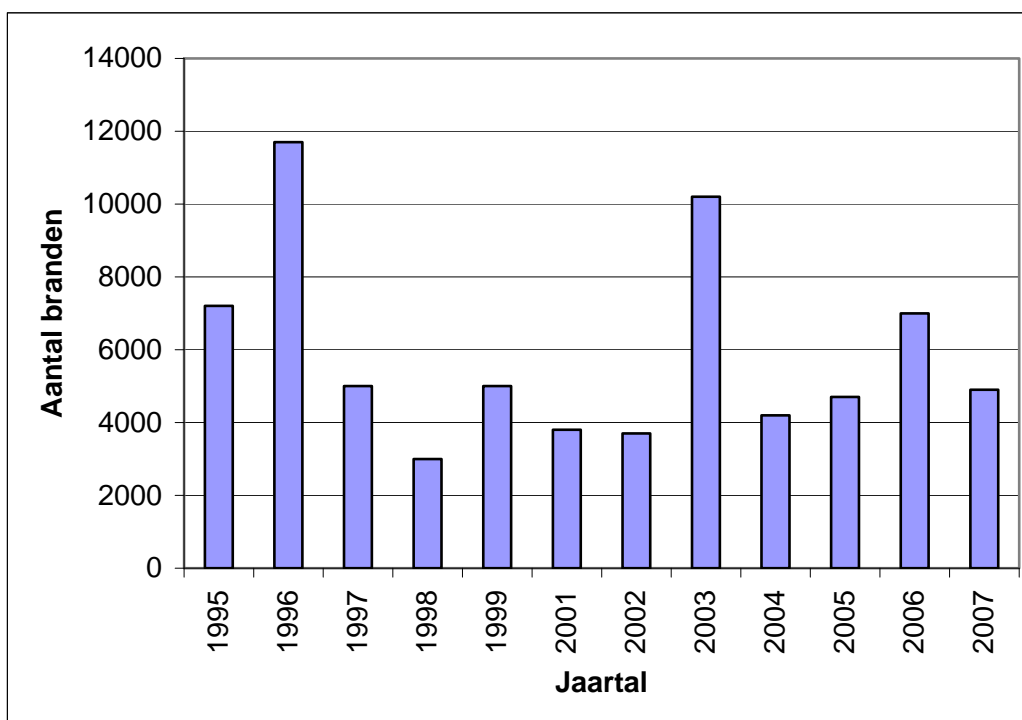


Afb. 2.1 Aantal bos- en natuurbranden in Nederland in de periode 1945 tot en met 1994 (Jansen & Oldenburger, 2006)



Afb. 2.2 Verbrand areaal bos en natuur in Nederland in de periode 1945 tot en met 1994 (Jansen & Oldenburger, 2006)

Na 1994 is het aantal 'bos-, heide-, berm- en natuurterreinen' bijgehouden door het CBS. Volgens deze statistiek, komen er in deze periode jaarlijks gemiddeld 3000 tot 10.000 branden voor (zie afb. 2.3). In de periode 1995 tot 2007 is het aantal branden vrijwel gelijk gebleven met twee pieken in 1996 en 2003, die verband houden met meer zonuren met name in 2003 en minder neerslag in 1996 en 2003. Helaas is in deze periode het verbrande areaal niet bijgehouden. Van het jaar 2000 zijn geen gegevens bekend.

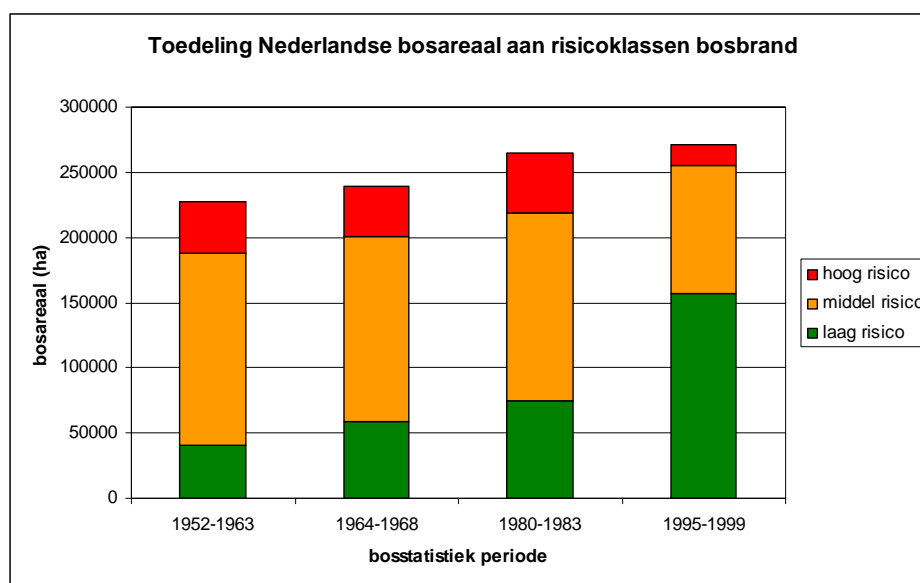


Afb. 2.3 Aantal bos-, heide-, berm- en natuurbranden in Nederland in de periode 1995 tot en met 2007 (bron: Centraal Bureau voor de Statistiek)

Het aantal branden in de periode 1995-2007 is aanzienlijk hoger dan het aantal branden dat tot 1994 werd geregistreerd. Dit verschil wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het verschil in registratiemethoden. Voor 1995 werden de branden geregistreerd door medewerkers van Staatsbosbeheer en het IKC aangevuld met informatie van de beide Onderlinge Bossen Verzekeringen (zie paragraaf 2.1.2) (IKC, 1992). De cijfers vanaf 1995 zijn gebaseerd op het aantal meldingen dat binnenkomt (Kooijman, pers. med.). Bij het oude registratiesysteem moet er rekening mee worden gehouden dat branden niet werden gemeld (IKC, 1992), terwijl bij het huidige registratiesysteem waarschijnlijk veel dubbeltellingen zijn, omdat iedere brand meerdere keren gemeld kan worden. Hierdoor kunnen de statistieken van beide periodes niet worden vergeleken.

Op basis van de statistieken kan worden gesteld dat het aantal natuurbranden in Nederland vanaf de jaren 40 tot aan de jaren 90 van de 20<sup>e</sup> eeuw sterk is afgenomen. Hoewel de natuurbrandstatistieken die vanaf 1995 zijn bijgehouden niet vergelijkbaar zijn met de statistieken uit de jaren daarvoor, kan er wel worden gesteld dat het aantal natuurbranden sinds 1995 niet significant is gestegen of gedaald.

Een kwantitatieve analyse van bosbrandrisico's in Nederland door Wijdeven & Schelhaas (Claessens, 2007) laat zien dat de risico's op omvangrijke bosbranden in het ecosysteem bos afneemt. In deze analyse werden de bosbrandrisico-classes (zie paragraaf 2.1.2) van de Onderlinge Bossen Verzekering (OBV) geprojecteerd op de nationale bosstatistieken van de afgelopen eeuw (zie afbeelding 2.4). Hieruit blijkt dat het areaal met een hoog brandrisico flink is afgenomen en het areaal met een laag risico sterk is toegenomen.



Afb. 2.4 Areaal Nederlandse bos in de verschillende bosbrandrisicoklassen van de OBV volgens Wijdeven en Schelhaas (Claessens, 2007).

Verkaik *et al.* (2009) hebben recent voor 2907 plots verspreid over bosgebieden in heel Nederland de brandgevoeligheid geïnventariseerd. Plots bestaande uit loofhout en plots bestaande uit loof- en naaldhout zijn hierbij beschouwd als niet vatbaar voor de eerste stadia van bosbrand. Plots met voornamelijk naaldhout werden beschouwd als gemiddeld vatbaar voor de eerste stadia van bosbrand en plots met voornamelijk



dennen die dateren van na 1975 werden als zeer vatbaar voor de eerste stadia van brand beschouwd. Het grondvlak werd gebruikt om te bepalen in welke categorie een plot viel: naaldbos, gemengde bossen of naaldbos gedomineerd door dennen. Plots werden ingedeeld in de categorie naaldbos als het grondvlak van alle naaldbhoutsoorten samen meer dan 70% bedroeg. Plots waarbij het grondvlak van dennensoorten meer dan 70% bedroeg werden benoemd als naaldbos gedomineerd door dennensoorten. Voor slechts 3% van de plots wordt de brandgevoeligheid hoog bevonden, 42% was gemiddeld brandgevoelig en 55% heeft een lage brandgevoeligheid. In zuidelijk Limburg, oostelijk Gelderland, de kustgebieden en de provincie Flevoland blijken de meeste plots niet gevoelig voor brand te zijn. De plots met een gemiddelde tot hoge brandgevoeligheid bevinden zich voornamelijk op de zandgronden in het noordoostelijk, zuidelijk en centrale deel van het land. In deze gebieden komen echter ook veelvuldig weinig tot niet brandgevoelige plots voor.

In Nederland wordt ongeveer de helft van de natuurbranden veroorzaakt door de mens. Met name brandstichting en vandalisme zijn met 40% een belangrijke oorzaak van natuurbranden. Van ongeveer 45% van de branden is de oorzaak onbekend (zie tabel 4.1). Het is echter aannemelijk dat een groot deel hiervan ook een menselijke oorzaak kent.

**Tabel 2.1. Oorzaken berm-, bos-, heide- en natuurbranden in percentages voor de periode 2001-2007 (bron: Centraal Bureau voor de Statistiek)**

Jaar	Brandstichting	Vandalisme	Spelende kinderen	Afbranden bermen / verbranden afval	Ongeluk / aanrijding	Andere	Onbekend
2001	22,6	18,7	8,3	3,7	0,2	7	39,5
2002	23,1	19,8	7,8	3,5	0,4	6,3	39,1
2003	22,5	13,7	5	4,3	0,2	7,3	46,9
2004	25,5	14,8	5,9	5,4	0,2	7,7	40,5
2005	26,4	14,7	5,5	3,3	0,1	8,9	41,1
2006	23,2	12,3	4,5	3,3	0,2	9	47,5
2007	27,7	11,7	5	2,6	0,2	8,6	44,3

### 2.1.2 Bosbrandverzekeringen

De Onderlinge Bossen Verzekering (OBV) verzekert al meer dan honderd jaar het risico van schade aan bossen. Meer dan 2.000 boseigenaren hebben gezamenlijk ongeveer 56.000 hectare bos bij OBV verzekerd tegen brand-, storm- of ijzel en sneeuwdrukschade. De verzekerden zijn particuliere landgoed- en boseigenaren, gemeenten, recreatiebedrijven, agrariërs en natuurbeschermingsorganisaties. In deze verzekering wordt onderscheid gemaakt tussen drie brandrisicoklassen (OBV, 2007), waarbij klasse 3 het meest brandgevaarlijk is. Deze indeling is gebaseerd op de schademeldingen in het verleden (Van der Waart, pers. med.). Verzekerde bossen worden in een bepaalde risicoklasse ingedeeld waar een premie aan vast zit. Wanneer het verzekerde object door de ligging (ontsluiting), hoedanigheid (vegetatie-eigenschappen) of enige andere omstandigheid een meer dan gemiddeld brandrisico oplevert, kan de premie worden verhoogd (OBV, 2007).

### Brandrisicoklasse 1

- Bossen van populier en/of wilg van 10 jaar en ouder en overig opgaand loofhout van 25 jaar en ouder;
- Bossen van naaldhout, geen pinussoorten zijnde, van 25 jaar en ouder;
- Bossen van pinussoorten van 70 jaar en ouder.

### Brandrisicoklasse 2

- Bossen van populier en/of wilg jonger dan 10 jaar en overig opgaand loofhout jonger dan 25 jaar;
- Bossen van hakhout;
- Bossen van naaldhout, geen pinussoorten zijnde, jonger dan 25 jaar;
- Bossen van pinussoorten van 25 tot 70 jaar.

### Brandrisicoklasse 3

- Bossen van pinussoorten jonger dan 25 jaar;
- Kerstboomcultures.

Ook de Onderlinge Gemeentelijke Bosbrandverzekering (OGB) verzekert bossen in Nederland tegen brand en storm. Momenteel zijn 69 gemeenten, 8 stichtingen en samenwerkingsverbanden en 3 waterleidingbedrijven, verspreid over de provincies Noord-Brabant, Limburg, Gelderland en Overijssel met gezamenlijk ruim 21.500 hectare bos verzekerd bij OGB. Bij deze verzekering wordt onderscheid gemaakt tussen 2 categorieën te weten (1) naaldbos en gemengd loofbos en (2) loofbos, die vervolgens zijn onderverdeeld in 5 leeftijdsklassen (OGB, 2006). Deze indeling is gebaseerd op een analyse die de OGB in samenwerking met Staatsbosbeheer in 1992 heeft uitgevoerd. Het aantal meldingen ligt gemiddeld op 3 per jaar (Van Nistelrooij, pers. med.).

## **2.2 Het beleid t.a.v. natuurbranden**

Er is in Nederland geen nationaal overheidsbeleid t.a.v. natuurbrandrisico's. De enige specifieke beleidsmaatregel was de in 2002 opgeheven Bosbrandverordening (zie kader). Het enige wettelijke instrument dat veiligheidsregio's momenteel kunnen hanteren voor het beperken van de risico's op natuurbranden is de wettelijk geregelde adviesrol risicobeheersing (Brandweernet 1985, GHOR<sup>1</sup>-wet, Wetsvoorstel-veiligheidsregio) en in beperkte mate de benutting van bestaande instrumenten (APV<sup>2</sup>, gebruiksvergunningen, BEVI<sup>3</sup>). Er is bovendien geen wettelijk geregelde invloed op ruimtelijke ordening en inrichting van natuur en recreatie ter voorkoming en beperking van natuurbrandrisico's en effecten (Van Gulik, 2008).

### **Bosbrandverordening**

Het Bosschap kende tot 2002 een bosbrandverordening. De bosbrandverordening schreef bosbeheerders maatregelen voor ter voorkoming en bestrijding van bosbrand. Zo waren boseigenaren met meer dan 5 hectare bos verplicht om ervoor te zorgen dat in hun bossen of in de onmiddellijke nabijheid daarvan geen hopen of rillen van naaldhouttakken hoger dan 1,50 meter aanwezig waren. Voor eigenaren met meer

<sup>1</sup> Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen en Rampen

<sup>2</sup> Algemene Plaatselijke Verordening

<sup>3</sup> Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen

dan 35 hectare bos gold dat het bos geen plaatsen mocht kennen die meer dan 300 meter van een weg verwijderd waren. Bovendien moesten deze wegen dusdanig vrij worden gehouden van voorwerpen dat de doortocht van brandweervoertuigen zonder noemenswaardig oponthoud was verzekerd. Daarbij werd een doorrijhoogte van 3,60 meter aangehouden. De teruggang van het aantal branden was voor het Bosschap aanleiding om in 2002 haar bosbrandverordening op te heffen. Bij de opheffing van de verordening speelden verschillende overwegingen een rol. Ten eerste was de bosbrandverordening alleen van toepassing op bos en niet op andere natuurterreinen, terwijl daar juist het overgrote deel van de branden plaatsvindt. Ook werd in de 'Verordening van het Bosschap tot intrekking van de Bosbrandverordening Bosschap 1978' geconstateerd dat bosbrand steeds minder als een probleem wordt gezien en de brandbestrijding voldoende effectief is om grotere branden te voorkomen. Bovendien oordeelde men in diezelfde verordening dat het Nederlandse bos in toenemende mate minder brandgevoelig is door onder andere een toename van het aandeel loofhout en struiken (Bosschap, 1978; Jansen & Oldenburger 2006).

### 3 RISICOPERCEPTIE NATUURBRANDEN

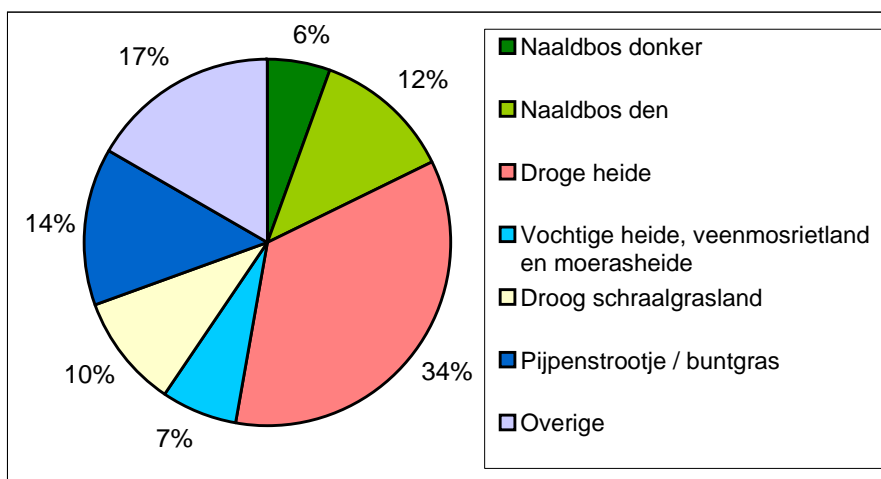
In dit hoofdstuk wordt beschreven in hoeverre de factoren vegetatie en ontsluiting volgens de geïnterviewden bijdragen aan het ontstaans- en escalatierisico van natuurbranden (risicoperceptie). Daarnaast wordt aangegeven in hoeverre de risico's in de loop der tijd zijn toe- of afgenomen.

#### 3.1 Risicoperceptie ten aanzien van het ontstaan van natuurbranden

Het ontstaan van natuurbranden is volgens alle geïnterviewden, zowel hulpverleners als natuurbeheerders, sterk afhankelijk van de aanwezigheid van mensen. Vrijwel alle geïnterviewden geven aan dat dit niet noodzakelijk betekent dat een hogere concentratie recreanten het risico op het ontstaan van natuurbranden automatisch verhoogt. Sociale controle en de kans op ontdekking van branden nemen immers ook toe. Het feit dat het overgrote deel van de mensen tegenwoordig een mobiele telefoon op zak heeft zorgt er bovendien voor dat branden veel sneller gemeld worden. Daarnaast geeft men aan dat de grotere branden vaak ontstaan doordat deze moedwillig worden aangestoken op meer afgelegen plekken. Volgens de geïnterviewden vinden personen die uit zijn op brandstichting altijd wel een 'geschikte' plek hiervoor. Er zijn in de interviews geen specifieke risicovolle locaties genoemd anders dan de plekken met hoge concentraties recreanten.

Volgens de geïnterviewden zijn de tijd van het jaar en de daarbij behorende weersomstandigheden meer van belang voor het ontstaan van natuurbranden dan het soort vegetatie of de vegetatie-eigenschappen. In de maanden maart en april neemt de luchtvochtigheid snel af, is er veel droge brandbare vegetatie en maar weinig blad en groene vegetatie, waardoor gemakkelijker branden ontstaan.

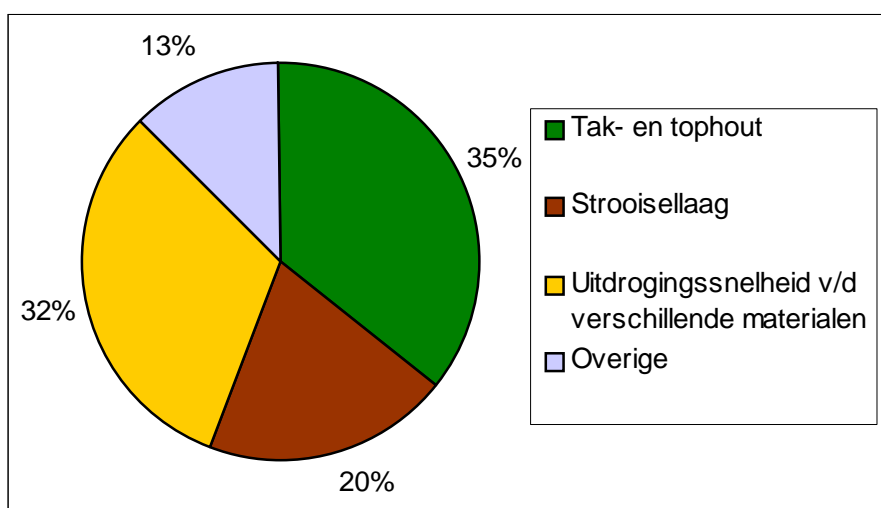
Uit de interviews is naar voren gekomen dat zowel hulpverleners als beheerders droge heide verreweg als het meest risicovolle vegetatietype voor het ontstaan van branden beschouwen (Afb. 3.1). Hierbij wordt vergrassing van de heide als een risicoverhogende factor gezien. Verder worden vegetaties gedomineerd door pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en/of buntgras (*Corynephorus canescens*), naaldbos met dennensoorten en droog schraalgrasland genoemd als vegetatietypen met een hoger risico op het ontstaan van branden. Enkele geïnterviewden noemden nog riet en jeneverbesstruwelen als risicovolle vegetatietypen. Loofbos, donker naaldbos, vochtige heide en vochtige graslanden worden over het algemeen als weinig risicovol beschouwd voor het ontstaan van branden.



**Afb. 3.1 Perceptie van alle geïnterviewden van de meest risicovolle vegetatietypen voor het ontstaan van natuurbranden**

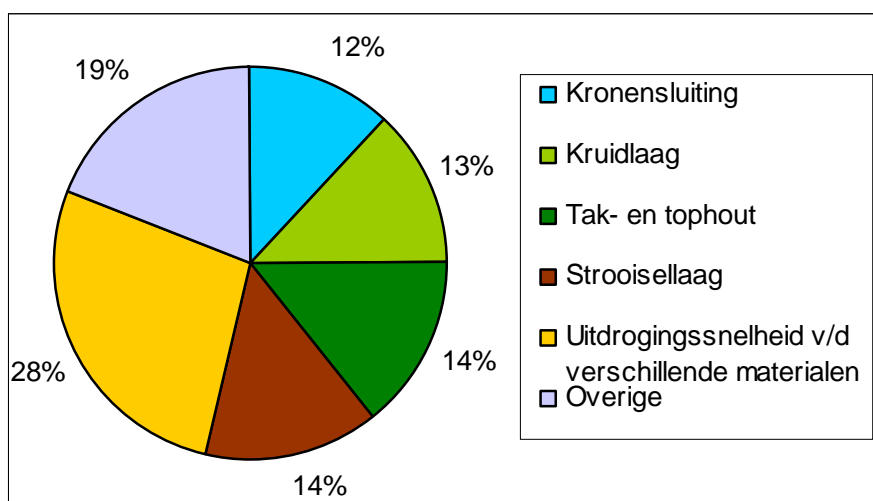
Met betrekking tot de vegetatie-eigenschappen zijn er duidelijke verschillen in risicoperceptie waar te nemen tussen de hulpverleners en de natuurbeheerders.

De geïnterviewde hulpverleners noemen vooral het tak- en tophout en strooisel in combinatie met de uitdrogingsnelheid van het brandbare materiaal als belangrijkste factoren voor het ontstaansrisico van natuurbranden (Afb. 3.2). Het tak- en tophout wordt vooral als zeer risicoverhogend beschouwd een jaar na velling als de naalden zeer droog zijn. Enkele geïnterviewden stellen dat brandbaar materiaal sneller opdroogt in open bossen. Ten aanzien van het ontstaan van brand op en rond campings wordt door de meeste geïnterviewden aangegeven dat met name “coniferen” weinig tot geen risico vormen, terwijl een ander van mening is dat deze juist zeer brandgevaarlijk zijn.



**Afb. 3.2 Perceptie van hulpverleners van de meest risicovolle vegetatie-eigenschappen voor het ontstaan van natuurbranden**

De geïnterviewde natuurbeheerders noemen de uitdrogingsnelheid van het brandbare materiaal als belangrijkste vegetatie-eigenschap voor het ontstaansrisico van natuurbranden (Afb. 3.3). Daarnaast benadrukken de beheerders dat weliswaar een combinatie van factoren als kruidlaag, kronensluiting, tak- en tophout en strooisellaag van belang kunnen zijn voor het ontstaansrisico van een natuurbrand, maar dat het voornaamste risico in Nederland toch wordt gevormd het door de menselijke aanwezigheid. Strooisel is volgens de ervaring van enkele beheerders een risicofactor voor het ontstaan van brand, aangezien strooisel lang kan nasmeulen en later nieuwe brandhaarden kan vormen. Enkele geïnterviewden benadrukken daarom dat voor het ontstaansrisico de locatie van het brandbare materiaal (biomassa) meer van belang is dan de hoeveelheid brandbaar materiaal. Eén persoon stelde dat een gesloten kronendak zorgt voor een hoger ontstaansrisico ten opzichte van een bos met mozaïek, waar open plekken vaak vochtig zijn en daardoor het risico juist verlagen. Meerdere geïnterviewde natuurbeheerders geven aan dat in natuurbos (met ‘nietsdoen-beheer’), half-natuurlijk en multifunctioneel bos het ontstaansrisico lager is door een toenemende mozaïekstructuur en een toenemende hoeveelheid loofhout, wat volgens hen ook wordt bevestigd door de afname van het aantal natuurbranden sinds de introductie van deze beheervormen.

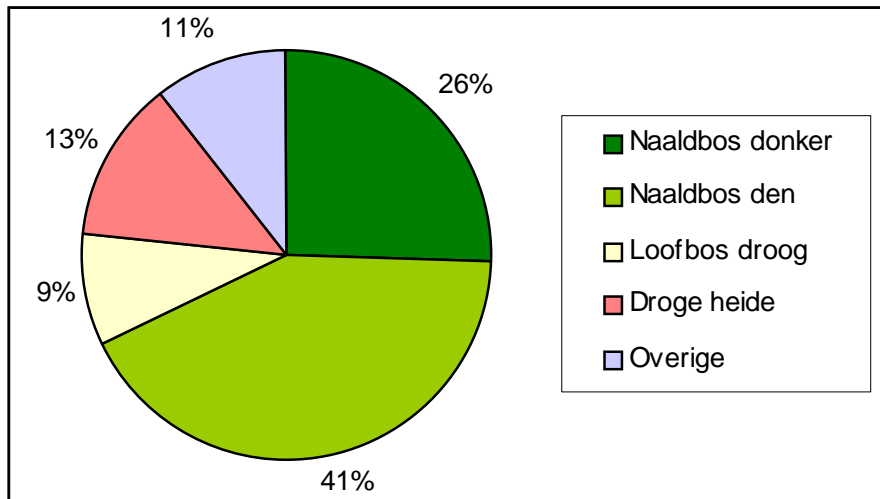


**Afb. 3.3 Perceptie van natuurbeheerders van de meest risicovolle vegetatie-eigenschappen voor het ontstaan van natuurbranden**

### 3.2 Risicoperceptie ten aanzien van de escalatie van natuurbranden

Alle geïnterviewden benadrukken dat het escalatierisico van natuurbranden vooral samenhangt met het seizoen en de weersomstandigheden. Wat betreft de vegetatietypen vinden de geïnterviewden dat het risico op escalatie het grootst is in naaldbos met dennensoorten, gevolgd door donkere naaldbossen en droge heide (Afb. 3.4). Kronenbranden in (naald)bossen worden door de meeste geïnterviewden als onbeheersbaar beschouwd. Hierbij wordt opgemerkt dat er voor het ontstaan van een kronenbrand een brandgevoelige struiklaag, laaghangende takken of lage kronen nodig zijn. Een heidebrand op zich wordt over het algemeen als beheersbaar beschouwd. Het risico op het onbeheersbaar worden van een heidebrand ligt volgens de geïnterviewden vooral in het feit, dat een brand zich op de heide zeer snel kan voortplanten en kan overslaan naar aangrenzende bossen. Volgens een aantal geïnterviewden is dit risico vooral groot indien er bij aangrenzende (naald)bossen aan

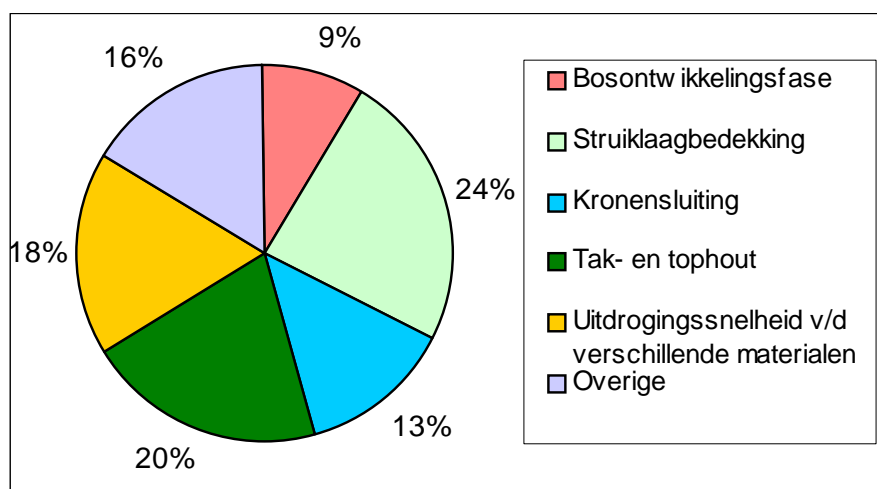
de bosrand ‘een oplopend profiel’ van vegetatie aanwezig is (een structuurrijke bosrand), waardoor de brand kan overslaan naar het kronendak. Andere geïnterviewden zijn echter van mening dat een brand niet snel van de heide het bos ‘inloopt’, aangezien bosranden veelal uit loofhout bestaan en daarmee moeilijk vlam vatten. Loofhout dat in blad staat wordt over het algemeen gezien als minder brandbaar. De meningen over de mate waarin loofhout, in bijvoorbeeld brandsingels, een remmende werking kan hebben op het verspreiden van natuurbranden lopen echter uiteen.



**Afb. 3.4 Perceptie van alle geïnterviewden van de meest risicovolle vegetatietypen voor de escalatie van een natuurbrand**

Wat betreft de vegetatie-eigenschappen is er geen eenduidig beeld (Afb. 3.5) over welke eigenschap(en) het meest bepalend zijn voor het risico op escalatie. Wat vooral duidelijk wordt is dat vele factoren van invloed zijn bij het groter worden van een brand. De verschillen tussen de geïnterviewde hulpverleners en natuurbeheerders zijn wat dat betreft niet groot. Hulpverleners noemen iets vaker struiklaagbedekking en tak- en tophout als belangrijke eigenschappen. De struiklaagbedekking wordt gezien als een belangrijke factor, aangezien deze laag als ‘ladder’ voor een kronenvuur kan fungeren, met name als zich in deze laag voornamelijk naaldbos bevindt. Een struiklaag van loofhout wordt over het algemeen als minder risicovol gezien. Met name de hulpverleners zijn van mening dat grote geconcentreerde hoeveelheden tak- en tophout het risico op escalatie vergroten, omdat dit tak- en tophout wanneer het eenmaal brand voor een hoge intensiteit van het vuur kan zorgen. Bij de natuurbeheerders worden ook menging en strooisellaag van belang geacht. Meerdere beheerders geven aan dat naaldbos in de stakenfase, met name als er nog niet gedund is, zeer brandgevaarlijk is. Men benadrukt echter dat deze situatie steeds minder voorkomt op de Veluwe (en in Nederland). Hier wordt ook bij opgemerkt dat vitale naaldbomen minder escalatierisico hebben dan kwijnende naaldbomen. Een aantal beheerders zijn van mening dat zogenaamde ‘holle (productie) bossen’ (opstanden met een kronendak van één leeftijd met een lage ondergroei van één leeftijd) een hoger ontstaans- en escalatierisico hebben, aangezien er veel zon en wind van de zijkant de opstand in komt, waardoor de vegetatie sneller uitdroogt. Een andere uitspraak is dat homogeniteit voor zowel heide als bos het hoogste escalatierisico met zich mee brengt. Met betrekking tot de kronensluitingsgraad in bossen wordt nog gezegd dat bij weinig wind een hoge

kronensluiting nodig is voor een kronenvuur, maar dat bij veel wind de kronensluitingsgraad niet van invloed zal zijn op de escalatie van natuurbranden.



**Afb. 3.5 Perceptie van alle geïnterviewden van de meest risicovolle vegetatie-eigenschappen voor de escalatie van een natuurbrand**

De hulpverleners beschouwen de ontsluiting van een natuurterrein als een belangrijke factor voor het bestrijden van natuurbranden en daarmee het voorkomen van escalatie. De meningen zijn echter verdeeld over wat een goede ontsluiting precies inhoudt. Ongeveer de helft van de geïnterviewde hulpverleners vindt dat een relatief grof netwerk van goed onderhouden en voor brandweervoertuigen begaanbare paden voldoende is om escalatie van natuurbranden te voorkomen. De andere helft van de geïnterviewden vindt dat er een meer fijnmazig netwerk nodig is. Een uitspraak hierover is dat *“een zeer fijnmazig netwerk niet van essentieel belang is, omdat de brandweer bij de bestrijding liever geen mensen het bos in stuurt over kleine paadjes. Hier kan vaak niet of moeilijk gekeerd worden met de wagens en dit kan gevaar voor de mensen opleveren. Bovendien is het moeilijk om een brand vanaf die paden te bestrijden. Een goed onderhouden netwerk van hoofdpaden van waaruit makkelijk geopereerd kan worden lijkt dan ook meer van belang.”* Verder speelt volgens de geïnterviewden de grootte van de blusvoertuigen een belangrijke rol. De Nederlandse brandweer heeft vrijwel geen speciale blusvoertuigen voor moeilijk begaanbaar terrein. Doordat de blusvoertuigen in alle omstandigheden moeten kunnen worden ingezet en daarmee multifunctioneel moeten zijn, hebben deze een vrij grote omvang en zijn zwaar. Hierdoor zijn de eisen die aan wegen en paden in natuurterreinen worden gesteld hoog.

Ook de beheerders zien ontsluiting als een belangrijke factor bij het voorkomen van escalatie. Men vindt over het algemeen dat een grof netwerk van goed onderhouden brede paden belangrijker is dan fijnmazigheid.

Tot slot wordt door geïnterviewden genoemd dat de terreinbekendheid van de brandweer van belang is voor het voorkomen van escalatie. Deze terreinbekendheid ontbreekt vaak. De brandweer moet weten welke wegen en paden voor hen begaanbaar zijn. Verder worden het ontbreken van een centrale verzamelplaats bij een grote brand en het gebrek aan geschikt materiaal bij de brandweer genoemd als factoren die een negatief effect hebben op de escalatie van natuurbranden.



### 3.3 Perceptie ten aanzien van de toename en afname van risico's in de loop der tijd

Uit de antwoorden van de geïnterviewde hulpverleners blijkt dat men over het algemeen vindt dat het ontstaansrisico en met name het escalatierisico in de afgelopen 20 tot 30 jaar is toegenomen als gevolg van een veranderd (meer natuurvolgend) terreinbeheer. Daarnaast verwacht men voor de toekomst nog een verdere toename van de risico's. Meerdere geïnterviewde hulpverleners zijn van mening dat het huidige terreinbeheer zorgt voor operationele problemen voor de brandweer. In het beheer wordt volgens hen te weinig rekening gehouden met de balans die er moet zijn tussen (brand)veiligheid en de natuurfuncties.

De toegenomen ontstaansrisico's worden volgens hulpverleners vooral veroorzaakt door een toename van het aandeel tak- en tophout in natuurterreinen. Het escalatierisico is volgens de hulpverleners vooral verhoogd door een afgenomen kwaliteit en kwantiteit van wegen en paden. Vrijwel alle geïnterviewde hulpverleners vinden dat de ontsluiting in het gebied waarvoor zij verantwoordelijk zijn (en op de Veluwe in het algemeen) is afgenomen. Daarbij wordt door een aantal personen wel aangetekend, dat in veel gebieden de algemene ontsluiting van hoofdwegen (het grove netwerk) gelijk is gebleven, maar dat het fijne netwerk is verslechterd.

In mindere mate worden factoren als vergrassing, de toename van het areaal heide en de verwijdering van niet-inheemse loofhoutsoorten (als barrières tegen brand) als risicoverhogende factoren genoemd. Verder wordt benadrukt dat de verloofing van het bos het escalatierisico doet afnemen, maar dat men denkt dat het rendement van verloofing momenteel nog niet erg groot is en pas over een jaar of 20-30 het risico werkelijk zal verlagen.

Hulpverleners constateren dat door een toename van de recreatie in natuurterreinen het ontstaansrisico is toegenomen. Maar zoals in paragraaf 3.1 is genoemd zijn hierdoor ook de sociale controle op mogelijke brandstichters en de ontdekkingskans van branden groter. Bovendien is de snelheid van melding hoger en de plaatsbepaling beter doordat een groot deel van de mensen tegenwoordig een mobiele telefoon op zak heeft.

Door een aantal hulpverleners wordt aangegeven dat het voor de brandweer op zich niet uitmaakt dat er bijvoorbeeld meer tak- en tophout in het terrein blijft liggen of dat er paden en wegen worden afgesloten, als hier maar rekening mee wordt gehouden in het terreinbeheer. De terreinbeheerder moet zich bijvoorbeeld realiseren dat bepaalde vormen van terreinbeheer, waarbij bijvoorbeeld de hoeveelheid fijne brandstoffen wordt verhoogd en het aantal paden afneemt, een verhoogd risico op brand met zich mee brengt en dat bepaalde terreintypen of delen van een terrein bij een brand verloren kunnen gaan. Er wordt daarnaast bijvoorbeeld geen rekening gehouden met het natuurbrandrisico bij de plaatsing van bijzondere objecten door behorende instanties en recreatieondernemers.

Ook uit eerder gepubliceerde stukken en artikelen blijkt dat de hulpverleningsdiensten (brandweer) een probleem zien in de verslechterde bereikbaarheid van natuurgebieden door een afnemend aantal toegangen en wegen/paden en een toename van het aandeel dood hout en tak- en tophout. Hierdoor wordt volgens de hulpverleners het escalatierisico van natuurbranden vergroot. De kans op het ontstaan van brand blijft vrijwel gelijk op korte termijn en neemt op de lange termijn (de komende 20 jaar) af (Hazebroek & Helsloot, 2001).

De geïnterviewde natuurbeheerders zijn van mening dat het escalatierisico vrijwel is afgenomen door het terreinbeheer van de afgelopen decennia. Zij delen over het algemeen de mening van de hulpverleners over de invloed van de toegenomen recreatiedruk in natuurterrein op het ontstaansrisico van natuurbranden. De meeste beheerders zeggen dat grote hoeveelheden tak- en tophout het escalatierisico enigszins zouden kunnen verhogen, maar dat de hoeveelheden tak- en tophout niet of nauwelijks zijn veranderd in vergelijking met 30 jaar geleden. Daarnaast zeggen beheerders dat het aantal monoculturen met jonge dennen sterk is afgenomen, waardoor het escalatierisico is gedaald. De verloofing van het bos wordt als een risicoverlagende factor beschouwd. Volgens de beheerders wordt het escalatierisico ook verlaagd doordat de struiklaag minder brandbaar is en wordt het ontstaansrisico verlaagd doordat de omstandigheden op de bosbodem vochtiger worden. Verder zorgt bosontwikkeling er op den duur voor dat de graslaag onder naaldbossen verdwijnt, wat zowel het ontstaans- als het escalatierisico verkleint.

De beheerders vinden dat op dit moment de enigszins verslechterde kwaliteit en kwantiteit van de ontsluiting het escalatierisico niet verhoogd. Ze zijn wel van mening dat bij verdere verslechtering van de ontsluiting het escalatierisico kan toenemen. Alle geïnterviewde beheerders vinden dat de ontsluiting op de Veluwe in het algemeen is verslechterd, maar dat het terrein waarvoor zij verantwoordelijk zijn voldoende begaanbaar is voor de hulpverleningsdiensten. Als positief effect van een verminderde ontsluiting wordt genoemd dat het ontstaansrisico omlaag gaat doordat recreanten op minder plaatsen kunnen komen.



## 4 HET ONTSTAANS- EN ESCALATIERISICO VAN NATUURBRANDEN IN RELATIE TOT DE VEGETATIETYPEN EN VEGETATIE-EIGENSCHAPPEN

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van de literatuurstudie naar de effecten van vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen op de ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden. Aan het eind van dit hoofdstuk (paragraaf 4.4) wordt mede op basis van de resultaten van de interviews een overzicht gegeven van de meest risicovolle vegetatietypen en -eigenschappen.

### 4.1 Gedrag van natuurbranden

Uit meer dan 80 jaar onderzoek naar natuurbranden is gebleken dat het gedrag (intensiteit, voortplantingssnelheid en het effect) wordt bepaald door een combinatie van de volgende factoren: (1) brandstof (compositie, hoeveelheid, structuur, vochtigheid en dood organisch materiaal), (2) terreinkenmerken (hellingsgraad, hoogte, structuur, bodem etc.), (3) weer (wind, vochtigheidsgraad, neerslag etc.) en (4) klimaat (Larsen, 1921; Wells & Campbell, 1979; Rothermel, 1983; Chandler *et al.*, 1991; Debano *et al.*, 1998; Robichaud *et al.*, 2003). Doordat al deze factoren sterk variëren in tijd en plaats en er een oneindige mogelijkheid van combinaties bestaat, is het gedrag en effect van iedere brand vrijwel uniek. Deze studie beperkt zich tot het in kaart brengen van de effecten van vegetatietype en vegetatie-eigenschappen (brandstof) op het ontstaans- en escalatierisico. Het escaleren betekent in deze dat een eenmaal ontstane brand zich ontwikkelt tot onbeheersbare proporties. Een brand is door het NIBRA (2003) in de 'Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief' gedefinieerd als onbeheersbaar indien voldaan wordt aan één of meerdere van de volgende aspecten:

- Een natuurbrand die qua omvang dermate groot is dat deze niet of nauwelijks te bestrijden valt met het op de Veluwe aanwezige bosbrandpotentieel;
- Een natuurbrand waarbij meerdere dodelijke slachtoffers vallen;
- Een natuurbrand waarbij uit vrees voor het verlies van levens een grootschalige ontruiming in gang moet worden gezet.

Van Gulik (2008) stelt dat een zeer grote brand uitstekend beheersbaar kan zijn. Hij definieert een onbeheersbare brand als volgt: *Een onbeheersbare brand is niet met het beschikbare repressieve materieel en materiaal te compartimenteren.* Dit betekent dat een brand onbeheersbaar is als branduitbreiding niet of slechts in beperkte mate is te voorkomen.

Bij natuurbrand wordt onderscheid gemaakt tussen grondvuur, loopvuur en kroonvuur. Grondvuur zit in de grond in veen- of humuslagen. Loopvuur verspreidt zich dicht bij de grond via (heide)struiken, tak- en tophout en jonge vegetatie. Van Wagner (1977) definieert 3 soorten kroonvuur: (1) passief kroonvuur, waarbij de vlammen plaatselijk overslaan op de kronen en daarbij de kronen verbranden, maar het vuur zich niet in de aangrenzende kronen kan handhaven; (2) actief kroonvuur waarbij het vuur op de kronen overslaat en zich daar verspreidt in aangrenzende kronen, gesteund door een loop- of grondvuur met hoge intensiteit; en (3) onafhankelijk kroonvuur, dat zich in de kronen kan handhaven zonder loop- of grondvuur. Dit gaat vaak gepaard met een harde wind. Een bekend fenomeen bij kroonvuur is vliegvuur, waarbij de wind brandende delen vegetatie vaak honderden

meters ver draagt waardoor op de plekken waar deze neerkomen nieuwe branden kunnen ontstaan (USDA 2004). In de praktijk komt het erop neer dat een brand onbeheersbaar wordt als er een kroonvuur ontstaat, een loop- of grondvuur zonder kronenvuur wordt vrijwel altijd als beheersbaar beschouwd.

## **4.2 Effect van vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen op het ontstaansrisico van natuurbranden**

Onder het ontstaansrisico wordt verstaan de kans dat de vegetatie tot ontbranding komt.

### **4.2.1 Effect van vegetatietypen op het ontstaansrisico**

De literatuur bevestigt het beeld uit de interviews dat naaldbossen een hoger ontstaansrisico hebben dan loofbossen. Loofbomen zijn moeilijker ontvlambaar, omdat ze een hoger vochtgehalte in de bladeren hebben dan naaldbomen (Meijer zu Schlochtern & Koop, 2000). Grove den (*Pinus sylvestris*) heeft van alle boomsoorten in de Nederlandse bossen het laagste ontbrandingspunt, gevolg door de andere dennensoorten (*Pinus spp.*), fijnspar (*Picea abies*), douglas (*Pseudotsuga menziesii*), reuzen zilverspar (*Abies grandis*), esdoorn (*Acer spp.*), beuk (*Fagus sylvatica*), lariks (*Larix kaempferi/europea*) en eik (*Quercus robur/petreae*) (Van Busschbach, 1950; Missbach, 1973).

Uit onderzoek van Hille (2006) naar bosbrandecologie in grove dennen bossen in Noordwest Europa is gebleken dat over het algemeen de frequentie van branden hoger is in bos op voedselrijke bodems doordat de hoeveelheid brandstof daar sneller opbouwt. Goldammer (1979) stelt echter dat ook opstanden op droge arme zandgronden een hoog ontstaansrisico hebben. Aangezien grove den op de Veluwe vaak op zulke gronden voorkomt, worden de ontstaansrisico's vergroot door zowel de droge omstandigheden als de hoge brandbaarheid van grove den.

In droge/dorre grasvegetaties ontstaat gemakkelijk vuur en kan het vuur bovendien grote snelheden bereiken (Van Busschbach, 1950). Edlin (1958) noemt pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en buntgras (*Corynephorus canescens*) seizoensgevaarlijk. Zolang het nog groen en levend is levert het weinig gevaar, maar in het vroege voorjaar en eind van de zomer als de planten verdord zijn, branden deze grassen gemakkelijk (Van Busschbach, 1950; Edlin, 1958). Dit bevestigt het beeld van de geïnterviewden dat een vegetatie van pijpenstrootje, buntgras en droog schraalgrasland (in het voorjaar) een hoog ontstaansrisico kent en dat het ontstaansrisico voor droge heide door vergassing wordt verhoogd. Den Breejen (1992) onderschrijft dit effect van vergassing van heideterreinen. Een andere soort die veel voorkomt op vergaste heide is bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*). In de literatuur is geen specifieke informatie gevonden over de brandbaarheid/ontvlambaarheid van bochtige smele, maar er kan worden aangenomen dat deze in het voorjaar min of meer overeenkomt met de andere grassoorten.

Ook heidevegetaties zelf worden als brandgevaarlijk beschouwd. Struikhei (*Calluna vulgaris*) en dophei (*Erica spp.*) zijn volgens Edlin (1958) het hele jaar brandgevaarlijk, maar het meest tijdens droge perioden. Blauwe bosbes (*Vaccinium myrtillus*) is het meest brandbaar in de herfst wanneer de bladeren verdorren. Rode bosbes of vossebes (*Vaccinium vitis-idaea*) is daarentegen altijdgroen en is het meest brandgevaarlijk tijdens een droog voorjaar. Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) is seizoensgevaarlijk in de periode tussen het verdorren en afsterven van de

bovengrondse delen en het weer uitlopen van de planten. In de vegetatieperiode vormen de planten een scherm tegen ontbranden van de eronder liggende dorre massa. Andere varens vormen niet echt een gevaar. Een mat van zwenkgras (*Festuca spp.*) kan dienen als barrière voor vuur (Edlin, 1958).

Van de struiken zijn vooral brem (*Cytisus scoparius*), gaspeldoorn (*Ulex europaeus*), jeneverbes (*Juniperis communis*) en hulst (*Ilex aquifolium*) het gehele jaar door zeer brandbaar (Edlin, 1958).

Het ontstaan van branden in vegetatie wordt daarnaast sterk beïnvloed door het seizoen. In de maanden maart en april neemt de luchtvochtigheid snel af, het hout droogt uit en er is nog maar weinig blad en groene vegetatie aanwezig, waardoor gemakkelijker branden kunnen ontstaan (Jansen & Oldenburger, 2006).

#### **4.2.2 Effect van vegetatie-eigenschappen op het ontstaansrisico**

De kans op een natuurbrand is voornamelijk afhankelijk van de hoeveelheid, de aard en de conditie van de aanwezige brandstof. Soortensamenstelling, verspreiding, vochtgehalte, hoeveelheid en structuur (grootte, verteringsstadium, leeftijd enz.) van brandbare stoffen (levende en dode vegetatie en dood organisch materiaal) bepalen hoe deze stoffen branden (USDA, 2004; Agee *et al.*, 2002). Het is bekend dat een hoge vochtigheidsgraad, een hoge weefseldichtheid en een laag volume per oppervlakte-eenheid de tijd tot ontbranding verhogen (Montgomery & Cheo, 1971; Blackmarr, 1972; Gill *et al.*, 1978; Gardner & Thomson, 1991). De fijne brandstoffen zijn het lichtst ontvlambaar en verhogen de voortplantingssnelheid (Van Busschbach, 1950). De tijd van het jaar is hierbij een bepalende factor doordat de vochtigheid van de brandstof (levend en dood), en daarmee de ontvlambaarheid sterk verschilt tussen de seizoenen (Albini, 1976; Van Wagner, 1983; Johnson, 1992).

De kans op ontbranding van de (fijnere) brandstoffen is sterk afhankelijk van het vochtgehalte, de temperatuur en de hoeveelheid direct zonlicht die de brandstof ontvangt (Rothermel, 1983). Deze factoren worden op hun beurt weer in sterke mate beïnvloedt door de vegetatiestructuur. Over het algemeen is er een warmer en droger microklimaat in open vegetaties in vergelijking met dichtere vegetaties. Voor bossen betekent dit dat bosopstanden met een hoog kronendak, een lage kronensluiting en lage ondergroei hebben een verhoogd risico op het ontstaan van branden, omdat er meer wind en direct zonlicht in de opstand kunnen komen en de vegetatie sneller uitdroogt (Countryman, 1955; Albini, 1976; Stocks *et al.*, 1989; Weatherspoon, 1996; Kunkel, 2001). In dichte opstanden zijn door het beperkte doordringen van zonlicht in de opstand de relatieve luchtvochtigheid en het vochtgehalte van de brandstof op de bosbodem vaak hoger. Daarnaast zijn de luchttemperatuur en de temperatuur van de brandstof doorgaans lager (Andrews, 1986). Hierdoor is het risico op het ontstaan van branden in dit soort opstanden laag. Ook opstanden met een dichte ondergroei van struiken of jonge bomen en een onregelmatige kroonlaag kennen een laag ontstaansrisico door het typische vochtige microklimaat op de bosbodem. In ongelijkjarige opstanden met een gevarieerde verticale structuur wordt de windbeweging gereduceerd, waardoor de uitdroging van de fijne brandstoffen op de bosbodem effectief wordt tegengegaan (Van Busschbach, 1950).

Ook het type strooisel is van invloed op het ontstaansrisico van branden in bossen. Van de naaldhoutsoorten zijn de naalden van de *Pinus* soorten het meest brandgevaarlijk, omdat zij in bosjes van twee, drie of vijf (al naar gelang de soort)

vallen en dus een goed doorlucht tapijt vormen. Bovendien kan het lang duren voordat deze naalden vergaan (Schuetz, 1982). Eikenbladeren hebben ten opzichte van blad van andere loofhoutsoorten een hogere ontbrandingskans, omdat ze in droge omstandigheden oprollen waardoor ze weinig contact maken met de grond en gemakkelijk drogen (Schuetz, 1982).

De weersomstandigheden (relatieve vochtigheid, wind en neerslag) zijn bepalend voor de mate waarin de brandbare stof vatbaar is voor een brand. De weersomstandigheden op korte termijn is de belangrijkste bepalende factor voor de brandbaarheid van de fijnere brandstoffen zoals mossen, strooisel, dunne takken en twijgen (Albini, 1976; Stocks *et al.*, 1989). Het vochtgehalte van dennennaalden is bepalend voor de ontstekings temperatuur (Meijer zu Schlochtern & Koop, 2000). Het weer op lange termijn bepaalt de vochtigheidsgraad en brandbaarheid van de diepere humuslaag en dik dood hout (Stocks *et al.*, 1989). Een dik humuspakket met lage vochtigheid en een luchtige opbouw is uitermate brandbaar (Johnson, 1992).

Het vochtgehalte van de brandstof wordt daarnaast bepaald door de afmetingen van de brandstof. Zo is de tijdsduur (tijdsverloop) waarin een bepaalde brandstof zich aanpast aan de omringende luchtvochtigheid afhankelijk van de grootte van een stuk brandbaar materiaal. In de Verenigde Staten worden voor houtige biomassa de volgende brandstofcategorieën onderscheiden (Den Breejen, 1992):

- 1 uur tijdsverloop, brandstof met een diameter kleiner dan 0,64 cm;
- 10 uur tijdsverloop, brandstof met een diameter tussen 0,64 en 2,54 cm;
- 100 uur tijdsverloop, brandstof met een diameter tussen 2,54 en 7,62 cm;
- 1000 uur tijdsverloop, brandstof met een diameter groter dan 7,62 cm.

Per categorie is het aantal uren aangegeven waarin een brandstof zich voor ongeveer 80% aanpast aan de relatieve luchtvochtigheid. Dus voor brandstof in de klasse van 1 uur met een vochtgehalte van 50% en een relatieve luchtvochtigheid van 30% geldt dat:

- Na 1 uur: vochtgehalte =  $50\% - 30\% = 20\%$  verschil tussen luchtvochtigheid en vochtigheid materiaal. 80% van 20 is 16%, dus het vochtgehalte van de brandstof is na 1 uur 34%;
- Na 2 uur: vochtgehalte =  $34\% - 30\% = 4\%$  verschil tussen luchtvochtigheid en vochtigheid materiaal. 80% van 4 is 3,2%, dus het vochtgehalte van de brandstof is na 2 uur 30,8%.

### **4.3 Effect van vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen op het escalatierisico van natuurbranden**

Onder het escalatierisico wordt verstaan de kans dat een eenmaal ontstane natuurbrand uitgroeit tot een brand van onbeheersbare proporties.

#### **4.3.1 Effect van vegetatietypen op het escalatierisico**

Diverse auteurs beschrijven dat een natuurbrand zich makkelijk verspreid in naaldhout, droge heidevelden en droge graslanden (Graham *et al.*, 2004; Butry *et al.*, 2008). Hiermee kennen deze vegetatietypen ook een hogere kans op escalatie van natuurbranden. Volgens Edlin (1958) is het escalatierisico in bossen met voornamelijk loofboomsoorten zeer klein. Ook Van Wagner (1973), Alexander *et al.* (1984) en Johnson (1992) stellen dat de verspreidingsnelheid van een brand omlaag gaat bij een toenemend aandeel loofhout. Bij het vaststellen van het effect van loofhout op het escalatierisico van bosbranden, is het belangrijk om ook het seizoen in ogenschouw te nemen. In het Canadese Forest Fire Behavior Prediction System

(FBP) worden voor loofbossen twee fasen onderscheiden op basis van de variatie in brandbaarheid tussen seizoenen. In de zomer, als de bomen vol in het blad staan, is de voortplantingssnelheid volgens het FBP aanzienlijk lager. De voortplantingssnelheid is in deze periode mogelijk een vijfde van de snelheid in het voor- en najaar onder dezelfde omstandigheden (Van Wagner, 1973; Alexander *et al.*, 1984).

In de literatuur worden naaldbossen met name door de aanwezigheid van harsen en etherische oliën over het algemeen beschouwd als het vegetatietype met het hoogste escalatierisico. Grove den heeft van alle boomsoorten in de Nederlandse bossen het hoogste intensiteitspotentieel, gevolgd door de andere dennensoorten, fijnspar, douglas, reuzen zilverspar, esdoorn, beuk, lariks en eik (Van Busschbach, 1950; Missbach, 1973). Japanse lariks wordt door Edlin (1958) beschouwd als de minst brandgevaarlijke van de naaldhoutsoorten. De Japanse lariks is door de Forestry Commission in Groot-Brittannië vaak langs brandgevaarlijke houtsoorten geplant als barrière tegen vuur (Edlin, 1958).

Uit het in paragraaf 4.2.1 genoemde onderzoek van Hille (2006) blijkt dat in grove dennenbossen op voedselrijke bodems niet alleen de frequentie van branden hoger is dan op armere gronden, maar dat ook de intensiteit van de branden groter is door een verhoogde accumulatie van brandstof. Ook in droge “donkere” dennenbossen gedomineerd door bijvoorbeeld douglas of fijnspar, kan de intensiteit van een brand sterk vergroot worden door grote hoeveelheden brandbare stof in de strooisellaag bestaande uit twijgen, naalden en rottend hout (USDA, 2004).

Van de in paragraaf 4.2.1 genoemde brandgevaarlijke kruiden en struiken zijn met name pijpenstrootje en buntgras gevaarlijk voor het escalatierisico. In het vroege voorjaar en eind van de zomer als de planten verdord zijn, branden deze grassen zeer fel, waardoor brandende stukken vliegvuur kunnen vormen en secundaire branden kunnen veroorzaken (Van Busschbach, 1950; Edlin, 1958). Ook brem (*Cytisus scoparius*) en gaspelidoorn (*Ulex europaeus*) hebben een hoger escalatierisico aangezien hun twijgen wasachtige stoffen bevatten die hen als fakkels doen branden (Edlin, 1958)

Tot slot moet nog worden opgemerkt dat het uitgroeien van het escaleren van een brand sterk afhankelijk is van de verspreiding en ligging van brandbare en minder brandbare vegetaties op gebiedsniveau/landschapsniveau (USDA, 2004).

De escalatie van branden in vegetatie wordt daarnaast sterk beïnvloed door het seizoen. De kans op een kronenvuur neemt toe bij een lage luchtvochtigheid en een afname van het vochtgehalte van naalden in het midden en einde van de zomer (Van Wagner, 1977; Johnson, 1992; Alexander, 1998; Scott & Reinhardt 2001).

#### **4.3.2 Effect van vegetatie-eigenschappen op het escalatierisico**

##### *Bosontwikkelingsfase en -structuur*

Belangrijke kenmerken van de bosstructuur die van grote invloed zijn op het escaleren van een brand door middel van een kroonvuur zijn de kroonhoogte (kroonbasis), de hoeveelheid brandstof (dichtheid van de kroon) en de continuïteit van de kroonlaag (Albini, 1976; Rothermel, 1991; Meijer zu Schlochtern & Koop, 2000). Ook USDA (2004) stelt dat het gedrag van branden mede afhankelijk is van de horizontale en verticale continuïteit van brandstoffen. Volgens van Busschbach



(1950) kan bijvoorbeeld een plenterweld-achtige (ongelijkjarige) opbouw van het bos de loopsnelheid van een brand verminderen doordat de kronen verder van elkaar staan. Het nadeel is echter dat een loopvuur gemakkelijker in een kronenvuur overgaat doordat er meer verticale structuur is. Echter als de struiklaag voornamelijk uit loofhout bestaat heeft dit eerder een remmende werking. Bovendien wordt de windbeweging in ongelijkjarige opstanden gereduceerd, waardoor de uitdroging van tak- en tophout en strooisel effectief wordt tegengegaan (Busschbach, 1950).

Volgens Van Busschbach (1950) is er vooral in naaldbossen vanaf het begin van de sluitingsfase tot het eind van de stakenfase een zeer grote kans op escalatie. Bijvoorbeeld bij de brand in Kootwijk in 1995 was de bosstructuur van invloed op het brandpatroon. Het grondvuur kon zich hier tot een kroonvuur met hoge intensiteiten ontwikkelen, doordat het aanwezige bos in de uitgestoven laagten niet hoger was dan 11 meter en een hoge sluitingsgraad had (Meijer zu Schlochtern & Koop, 2000). Heinselman (1981) en Schimmel (1993) stellen dat branden in bossen in de jonge (dichte) fase niet of nauwelijks voorkomen. Hier moet bij worden opgemerkt dat beide studies in boreale bossen zijn uitgevoerd.

In open opstanden zorgen lage vochtigheid van de brandstof, hogere temperaturen en veel direct zonlicht voor een hogere verspreidingssnelheid van loopvuur terwijl in dichte opstanden deze snelheid juist lager ligt (Rothermel 1983; Andrews, 1986; Wijdeven *et al.*, 2006). Bovendien stimuleren de omstandigheden in open bos de accumulatie van fijne brandstof (gras, kruiden en kleine bomen en struiken) meer dan in dichte bossen (Wijdeven *et al.*, 2006).

### *Menging*

Zoals eerder is vermeld in paragraaf 4.3.1 neemt de kans op escalatie van een brand af bij een toenemend percentage loofhout (Johnson, 1992; USDA, 2004). Er is echter niet bekend bij welke percentages loofhout in een opstand, die kans substantieel toedien wel afneemt. De werking van loofhout verschilt per loofboomsoort en per opstand waar het loofhout zich in bevindt. Bovendien speelt de leeftijd van de opstand een rol. Zo zal bijvoorbeeld de remmende werking van een aandeel beuk in een douglas-opstand groter zijn dan van hetzelfde percentage berk in een jonge grove dennenopstand. In de brandrisicoklassen van de OBV wordt ervan uitgegaan dat >25% loofhout in een naaldhoutopstand een remmende werking heeft (Van der Waart, pers. med.).

In tegenstelling tot de repressieve werking van loofhout in menging in een opstand, wordt de uitwerking van loofhoutstroken en brandsingels (stroken loofhout van 10 tot 20 meter breedte) veelal in twijfel getrokken. Volgens Van Busschbach (1950) wordt de werking van brandsingels veelal overschat, de golf hete lucht die de brand voor zich uit stuwt doet het loof, met name aan het einde van de zomer als de vochtgehaltes lager zijn, verzengen. In de jaren dertig had men in de praktijk al ervaren dat brandsingels- en stroken bij ongunstige omstandigheden niet in staat waren een brand te stuiten, vooral als er sprake was van een kroonvuur (Jansen & Van Benthem, 2005). Toch vormen loofhoutsingels, vooral als het in blad staat, tenminste enige bescherming tegen het overslaan van branden (Schütz & Van Tol, 1982).

### *Struiklaagbedekking*

Het ontstaan van een kronenvuur is afhankelijk van de aanwezigheid van brandstof vanaf de bosbodem tot aan de boomkronen. Er is een grotere kans op kronenbranden als er voldoende brandstof aanwezig is op de bosbodem die de struiklaag en/of lagere kronen kan doen ontvlammen (USDA, 2004). Deze struiklaag dient vervolgens als de verticale structuur (een 'ladder') om het vuur naar de kronen te transporteren (Van Wagner, 1977; Van Wagner, 1983). Jonge loofbomen en -struiken zullen minder makkelijk als 'ladder' fungeren door de geringe ontbrandbaarheid (Wijdeven *et al.*, 2006). Zij kunnen bovendien hitte tegenhouden waardoor de kronen niet kunnen ontvlammen (Meijer zu Schlochtern & Koop, 2000). De op zich makkelijk brandbare Pinus-soorten komen door hun lichteisende karakter vooral in grotere open plekken voor (Wijdeven *et al.*, 2006). Zij kunnen dan in de randen wel als ladder dienen om loopvuur over te brengen op aangrenzende kronen. Afhankelijk van de dichtheid van de kroon van het aangrenzende bos kan er een onbeheersbaar kroonvuur ontstaan. In een bos met een open kroonstructuur en lage ondergroei van grove den, zal de kans op een onbeheersbaar kroonvuur echter klein zijn omdat het kronenvuur zich moeilijk kan voortplanten. Donkere naaldboomsoorten kunnen, wanneer ze voorkomen in de tussenetage, eventueel als ladder fungeren naar de boomkronen (Wijdeven *et al.*, 2006).

Bij vegetatie met een ontbrekende struiklaag ontstaat moeilijker een kronenvuur (Meijer zu Schlochtern & Koop, 2000). Een kroonbrand kan dan alleen ontstaan bij een intens loopvuur (een loopvuur van langere duur waarbij de brandstof in de kronen uitdroogt voordat het ontvlamt) of bij een zogenaamd vliegvuur over een grote oppervlakte (Byram, 1966).

### *Kruidlaag*

De kruidlaag is vooral van belang voor de intensiteit en duur van loopvuur. Loopvuur kan zich zeer snel verplaatsen door grasvegetatie (USDA, 2004), zoals pijpenstrootje en buntgras. Een dichte bedekking door kruiden (grassen, dwergstruiken zoals struikheide en bosbes) verhoogt met name in het groeiseizoen het vochtgehalte waardoor de intensiteit van loopvuur weer afneemt. In droge periodes en buiten het groeiseizoen (vooral in het voorjaar) draagt een dichte vegetatiebedekking aan de hoeveelheid brandstof (Missbach, 1973), waarmee de intensiteit van loopvuur weer kan worden verhoogd.

### *Strooisellaag*

De strooisellaag bestaat veelal uit fijne brandstoffen die doorlopend verspreid zijn over de bodem. Dit type brandstoffen kan een veel snellere verspreiding van een brand veroorzaken dan grotere houtachtige brandstoffen (Van Wagner, 1983). Het zijn ook vooral de fijnere brandstoffen die de intensiteit aan de vuurlijn bepalen (Van Wagner, 1983; Rothermel, 1983). Brandstof in de strooisellaag smeult vaak meer dan dat het brand en kan zo uren, dagen of soms weken doorsmeulen (Frandsen, 1991; Hungerford *et al.*, 1991). In Nederland komt dit in de praktijk echter weinig voor. Bij de brand in Kootwijk (1995) heeft een dik droog humusprofiel plaatselijk voor een hoge intensiteit van de brand gezorgd (Meijer zu Schlochtern & Koop, 2000).

### *Dik staand en liggend dood hout*

Dik dood hout kan weliswaar zorgen voor een hogere vuurintensiteit en deze langer vasthouden (Van Busschbach, 1950), maar deze brandstoffen ontbranden zeer moeilijk door het hoge vochtgehalte. Bovendien komt het dikkere dode hout maar in relatief geringe volumes voor. Vooral na natte periodes is het vochtgehalte van verterend hout zeer hoog (in veel gevallen hoger dan 200% van het drooggewicht) (Jagers op Akkerhuis *et al.*, 2005). In droge periodes fungeert het dikkere hout (>20 cm in diameter) op de bosbodem bijvoorbeeld nog geruime tijd als vochtleverancier voor varens en mossen (Wijdeven *et al.*, 2006). Bovendien bevat rottend hout minder cellulose en meer lignine (Den Breejen, 1992). Lignine heeft wel een hogere verbrandingswarmte dan cellulose, maar doordat het niet gemakkelijk brandt, heeft het minder invloed op de verspreiding van de brand (Den Breejen, 1992).

### *Tak- en top hout*

Tak en tophout kan de uitbreidingssnelheid van een brand bevorderen en de intensiteit van het vuur verhogen, mits dit materiaal in voldoende mate aanwezig is en gelijkmatig verdeeld is over de bosbodem (Van Busschbach, 1950; USDA 2004). Als tak- en tophout niet gelijkmatig verdeeld is over een bosopstand maar is geconcentreerd op stapels onder de kroonlaag, draagt dit materiaal slechts in geringe mate bij aan de uitbreidingssnelheid van een brand, maar is er wel gevaar voor het overbrengen van een brand naar de kronen. Gedurende de eerste 1 à 2 jaar na (zelf)dunning wordt het brandgevaar verhoogd door het laten liggen van tak- en tophout (Van Busschbach, 1950). Dit dunnere dode hout (<10 cm diameter) verteert wel betrekkelijk snel (binnen enkele jaren) en maakt vervolgens deel uit van het humusprofiel (Wijdeven *et al.*, 2006).

## **4.4 Meest risicovolle vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen**

Uit zowel de interviews als de literatuur komt naar voren dat zowel heide als grasvegetaties van pijpenstrootje en buntgras een hoog ontstaansrisico voor branden kennen. Bij pijpenstrootje en buntgras is dit vooral het geval in het vroege voorjaar en aan het eind van de zomer. Daarnaast worden ook naaldbossen van met name (grove) den als risicovol aangeduid. Voor het escalatierisico blijkt zowel uit de interviews als literatuur dat vooral naaldbossen van (grove) den het meest risicovol zijn, gevolgd door naaldbossen met donker naaldhout. In deze bostypen kunnen onbeheersbare kroonbranden ontstaan. De literatuur geeft daarnaast aan dat ook grasvegetaties van pijpenstrootje en buntgras een verhoogd escalatierisico kennen.

Voor het ontstaansrisico is vooral de beschikbaarheid van (zeer) fijn en droog (brandbaar) materiaal van belang. Hierdoor zijn factoren als een luchtige strooisellaag en een open structuur (bijvoorbeeld) open kronendak risicovol. In de interviews werd door hulpverleners genoemd dat tak- en tophout een verhoogd risico op het ontstaan van natuurbranden met zich mee brengt. In de literatuur is hiervoor echter geen bewijs gevonden. De interviews en de literatuur laten zien dat voor het ontstaan van onbeheersbare branden in bossen met name de bosstructuur van belang is. Een goed ontwikkelde kruid en struiklaag kunnen ervoor zorgen dat loopvuur overgaat in kroonvuur. Een dichte kronensluiting zorgt vervolgens voor een verspreiding van het kroonvuur. Tak- en tophout kan een loopvuur snel verspreiden, mits het materiaal in voldoende mate aanwezig is en gelijkmatig is verdeeld over de bosbodem.

#### 4.5 Toename en afname van risico's in de loop der tijd

Uit het Meetnet Functievervulling Bos blijkt dat het aandeel loofbos (gemengd en ongemengd samen) in het Nederlandse bos is toegenomen van ongeveer 37% in 1983 naar ongeveer 42,5% in 2005. Ook het percentage gemengd naaldbos nam in die periode aanzienlijk toe, van 8% naar 19%. Gemengd bos wordt hierbij gedefinieerd als loof- of naaldbos met een aandeel van meer dan 20% respectievelijk naald- en loofhout. Grove-dennenbos is nog steeds één van de belangrijkste bostypen in Nederland (en op de Veluwe). Het aandeel ongemengde naaldbossen is sinds 1983 echter sterk teruggelopen van ongeveer 46% naar 30% (Dirkse *et al.*, 2007). Hieruit kan dus worden geconcludeerd dat het aandeel risicovolle bostypen (naaldbos) is afgenomen. Deze trend zal in de toekomst verder doorzetten, aangezien het beheer van bossen zich steeds meer richt op het bevorderen van (inheemse) loofhoutsoorten. (Dirkse *et al.*, 2007). Bij de OBV is men van mening dat het risicoprofiel van het Nederlandse bos als geheel de afgelopen decennia is afgenomen door het ouder worden van het bos, maar dat er wel degelijk bosgebieden zijn met een hoog escalatierisico door verruiging, een verminderde ontsluiting en klimaatverandering (Van der Waart, pers. med.).

Het areaal heide is tussen 1983 en 2000 afgenomen. Ook de oppervlakte aan droge graslanden is tussen 1975 en 1998 afgenomen (Milieu- en Natuurcompendium, 2009). Naar verwachting zal het areaal van deze vegetatietypen in de toekomst weer licht stijgen. De Nederlandse heide is de laatste jaren als gevolg van vermessing steeds verder vergrast. Dit betekent dat soorten als pijpenstrootje en bochtige smele de plaats van de heide innemen (Milieu- en Natuurcompendium, 2009). Dit geeft wel een verhoogd ontstaansrisico op natuurbranden.

In het Nederlandse bos is de afgelopen decennia de hoeveelheid dik dood hout (dikker dan 5 cm) toegenomen (Wijdeven *et al.*, 2006). Zoals uit de bovenstaande paragrafen is echter gebleken dat dik dood hout geen ontstaansrisico met zich meebrengt en dat het nauwelijks een effect heeft op het escalatierisico. Er zijn geen gegevens over hoeveelheden dun dood hout (tak- en tophout) in de Nederlandse bossen, maar over het algemeen bestaat de indruk dat dit niet of nauwelijks is toegenomen in de laatste 30 jaar, aangezien het vroeger niet geoogst werd uit het bos en nu nog steeds niet.

De verjonging van het bos steeds meer plaats via kleinschalige verjongingseenheden (Wijdeven *et al.*, 2006). Hierdoor zijn er minder grote oppervlaktes van gelijkjarige aaneengesloten kronen, waardoor de kans op een snelle verspreiding/uitbreiding van een kronenbrand afneemt. Alleen wanneer verjongingseenheden van naaldhoutsoorten aan de rand van een heideterrein of vergrast terrein voorkomen is er een verhoogd risico op escalatie, omdat op deze plekken 'ladders' ontstaan waardoor loopvuur kan overspringen naar de kronen. In steeds meer Nederlandse bossen heeft zich de laatste jaren een struiklaag (van loofhoutsoorten) ontwikkeld (Wijdeven *et al.*, 2006). Dit zorgt voor een toegenomen luchtvochtigheid en daarmee voor een lager ontstaans- en escalatierisico van branden.

Samenvattend kan worden vastgesteld dat de bossen in Nederland en op de Veluwe wat betreft de soortensamenstelling en ontwikkelingsfase over het algemeen minder brandbaar zijn geworden in de afgelopen 20-30 jaar en dat dit proces naar alle waarschijnlijkheid zal doorzetten. Toch zijn er bossen met een tijdelijk hoog escalatierisico.



## **5 VEGETATIETYPEN EN VEGETATIE-EIGENSCHAPPEN IN DE RISICO-INDEXERING NATUURBRANDEN**

### **5.1 Risico- indexering Natuurbranden Veluwemassief en de huidige indeling in vegetatietypen en -eigenschappen**

Voor het inschatten van de risico's van natuurbranden op de Veluwe wordt door de hulpverleningsdiensten gebruik gemaakt van zogenaamde risicokaarten. Deze risicokaarten zijn inmiddels gemaakt voor de veiligheidsregio's Hulpverlening Gelderland Midden (HGM) en Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland (VNOG). De kaart bestaat uit vakken van 1x1 kilometer waarvoor het natuurbrandrisico is vastgesteld op basis van de 'Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief'. De risico-index is in 2003 door het Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding (NIBRA) opgesteld in samenspraak met de verschillende belanghebbenden, zoals terreinbeheerders en de brandweer. De risico-index is onlangs door de VNOG verder bewerkt.

De risico-indexering is gericht op het bepalen van de kans dat een eenmaal ontstane brand zich ontwikkelt tot onbeheersbare proporties (het escalatierisico) en dus niet gericht op de kans op het ontstaan van natuurbranden (het ontstaansrisico). Hierbij wordt gekeken naar de omgevingsrisico's, maatschappelijke belangen, de effecten, de uitbreidingsmogelijkheden en de factoren die van belang zijn bij de bestrijding van een natuurbrand. De risico-indexering bevat een set factoren (variabelen), die zijn onderverdeeld in (1) Vaste factoren, zoals begroeiing, hellingspercentage etc.; (2) Aanwezigheid bezoekers/bewoners; en (3) Brandpreventieve en -preparatieve maatregelen. Deze factoren zijn op hun beurt weer onderverdeeld in verschillende categorieën. Aan elke categorie is een indexering (score) gekoppeld, die aangeeft hoe zwaar een bepaalde categorie meetelt in het bepalen van het natuurbrandrisico. De volledige risico-indexering is opgenomen in bijlage III.

De risico-index en de bijbehorende risicokaarten worden momenteel nauwelijks gebruikt door de beide veiligheidsregio's. VNOG is wel voornemens om de index en kaart actiever te gaan gebruiken. Men wil de gegevens die ten grondslag liggen aan de index duidelijker in kaart brengen en jaarlijks actualiseren, zodat situaties met een hoog escalatierisico beter in beeld worden gebracht en er preventieve maatregelen kunnen worden genomen om het risico te verlagen. Ook de natuurbeherende instanties en recreatieondernemers gebruiken de risico-index, voor zover bekend, niet of nauwelijks.

De huidige indeling van de factor begroeiing in de risico-index is gebaseerd op een zestal vegetatietypen (tabel 5.1). De scorebepaling voor deze factor verschilt tussen de twee veiligheidsregio's HGM en VNOG. Bij HGM is gekozen om aan een kilometervak de indexering toe te kennen die hoort bij de begroeiingscategorie die overheerst in dit kilometervak. VNOG heeft daarentegen gekozen om aan een kilometervak een gewogen gemiddelde toe te kennen op basis van de in het kilometervak voorkomende begroeiingscategorieën.

**Tabel 5.1 Indeling van de factor begroeiing in de Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief (NIBRA, 2003)**

Factor	Categorieën	Indexering
D. Begroeiing	Loofbos	20
	Gemengd bos	30
	Heide	50
	Gemengd bos / heide	60
	Open naaldbos	80
	Dichtbegroeid naaldbos	100

## 5.2 Aanbevelingen voor een nieuwe indeling in vegetietypen en eigenschappen

De basis van de huidige indeling in vegetietypen/begroeiingscategorieën in de risico-index is in principe goed. Echter, op basis van deze studie kan worden geconcludeerd dat de categorie naaldbos anders moet worden ingedeeld. Uit zowel de literatuur als de interviews blijkt dat donkere naaldbossen (met douglas, lariks, fijnspar, zilverspar, etc.) een lager escalatierisico hebben dan de naaldbossen van den. Ook zou droge grasvegetatie, met name van soorten als pijpenstrootje en buntgras, aan de index moeten worden toegevoegd. Aangezien het uit de literatuur niet duidelijk is bij welke percentages naald- en loofhout in de kroonlaag het escalatierisico in gemengde bossen toe- of afneemt, verdient het aanbeveling om een veilige grens aan te houden Gemengde bossen met een aandeel naaldhout van meer dan 50% (op basis van kroonprojectie) dienen hierbij te worden geclassificeerd als naaldbos. Hierbij wordt ervan uit gegaan dat bij een aandeel naaldhout in de kroonlaag van meer dan 50% een kronenbrand zich nog relatief gemakkelijk kan voortplanten.

Op dit moment is als enige vegetatie-eigenschap de openheid van het bos opgenomen voor naaldbos. Alhoewel de kronensluiting volgens de literatuur en de geïnterviewden een belangrijke factor is voor het escalatierisico, blijkt het niet mogelijk om de factor kronensluiting goed te kwantificeren. Het is dan ook weinig zinvol om deze onderverdeling verder te handhaven. Ook de factor tak- en tophout is onder bepaalde omstandigheden van invloed op het escalatierisico. Echter doordat deze factor sterk varieert in ruimte en tijd is het niet mogelijk om deze op te nemen in de index. Het escalatierisico kan sterk worden beïnvloedt door het al dan niet aanwezig zijn van een struiklaag van naaldhout. In de aangepaste indeling wordt daarom voorgesteld om deze factor op te nemen. Binnen de categorieën “Naalbos (donker en den) zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout”, vallen ook de naaldbossen met een struiklaag/ondergroei van overwegend loofhout. In tabel 5.2 wordt de voorgestelde aangepaste indeling weergegeven.

**Tabel 5.2 Voorgestelde aanpassing van de factor begroeiing in de Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief**

Factor	Categorieën	Indexering
D. Begroeiing	Loofbos	10
	Gemengd bos < 50% naald zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	20
	Gemengd bos < 50% naald met een goed ontwikkelde struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	30
	Droog grasland met pijpenstrootje en buntgras	50
	Heide	50
	Naaldbos donker zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	60

	Naaldbos donker met een goed ontwikkelde struiklaag/ondergroei van overwegend naaldbout	70
	Naaldbos den zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldbout	90
	Naaldbos den met een goed ontwikkelde struiklaag/ondergroei van overwegend naaldbout	100
<b>Opm. Gemengde bossen met een aandeel naaldbout van meer dan 50% dienen te worden geclassificeerd als naaldbos.</b>		

In de huidige indeling van de risico-index mist het combinatie-effect van risicovolle vegetatie-eigenschappen. De index bevat weliswaar de factor 'F. Kans op uitbreiding', maar hierbij wordt enkel gekeken naar het aantal zijden waar naartoe een brand zich vanuit een bepaald kilometervak kan uitbreiden (zie tabel 5.3). Er wordt geen rekening gehouden met het soort vegetatie in de aangrenzende vakken. Het is dus onduidelijk hoe groot de kans is dat een geëscaleerde brand nog verder kan escaleren door over te slaan naar de aangrenzende vegetatie. Het is daarom aan te bevelen om de risico-index zodanig aan te passen dat wel rekening wordt gehouden met de vegetatietypen in de aangrenzende vakken zoals voorgesteld in tabel 5.4.

**Tabel 5.3 De huidige indeling van factor F. Kans op uitbreiding in de risico-index.**

Factor	Categorieën	Indexering
F. Kans op uitbreiding	Klein (naar 1 zijde)	10
	Gemiddeld (naar 2 zijden)	20
	Groot (naar 3 of 4 zijden)	40
<b>Kans op uitbreiding:</b> De kans wordt bekeken vanuit het kilometervak wat je aan het beoordelend bent. "Klein" betekend; uitbreiding van het kilometervak wat je beoordeeld naar één ander kilometervak (zijde). Naar twee zijden betekent; vanuit het kilometervak wat je aan het beoordelen bent naar twee andere kilometervakken rondom het kilometervak (2 zijde). Diagonale liggende vakken worden niet meegenomen!		

**Tabel 5.4 Voorgestelde aanpassing van de factor 'Kans op uitbreiding' in de Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief**

Factor	Vegetatietype in opnamevak	Vegetatietype in aangrenzend vak	Kans op uitbreiding	Indexering
F. Kans op uitbreiding	Loofbos / Gemengd bos < 50% naald zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldbout	Heide of Droog grasland met pijpenstrootje en buntgras	Zeer klein	10
		Loofbos / Gemengd bos < 50% naald met of zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldbout	Gemiddeld	30
		Naaldbos donker/den met of zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldbout	Groot	40
	Loofbos / Gemengd bos < 50% naald met een goed ontwikkelde struiklaag/ondergroei van overwegend naaldbout	Heide of Droog grasland met pijpenstrootje en buntgras	Klein	20
		Loofbos / Gemengd bos < 50% naald met of zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldbout	Gemiddeld	30



		Naaldbos donker/den met of zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Groot	40
Heide / Droog grasland met pijpenstrootje en buntgras		Loofbos / Gemengd bos < 50% naald zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Zeer klein	10
		Gemengd bos < 50% naald met een goed ontwikkelde struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Klein	20
		Heide of Droog grasland met pijpenstrootje en buntgras	Gemiddeld	30
		Naaldbos donker/den zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Groot	40
		Naaldbos donker/den met een goed ontwikkelde struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Zeer groot	50
		Heide of Droog grasland met pijpenstrootje en buntgras	Zeer klein	10
Naaldbos donker/den zonder een struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout		Loofbos / Gemengd bos < 50% naald met of zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Gemiddeld	30
		Naaldbos donker/den met of zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Zeer groot	50
		Heide of Droog grasland met pijpenstrootje en buntgras	Klein	20
Naaldbos donker/den met een goed ontwikkelde struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout		Loofbos / Gemengd bos < 50% naald met of zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Gemiddeld	30
		Naaldbos donker/den met of zonder struiklaag/ondergroei van overwegend naaldhout	Zeer groot	50
		Heide of Droog grasland met pijpenstrootje en buntgras	Klein	20
<b>Indien rondom het opnamevak meerdere vegetatietypen voorkomen, dient er een gewogen gemiddelde van de kans op uitbreiding naar alle aangrenzende vakken te worden berekend</b>				

### 5.3 Overige aanbevelingen voor de risico-indexering

Ongeveer de helft van de geïnterviewden geeft aan dat het goed zou zijn als de risicokaart op een kleiner schaalniveau zou worden vastgesteld in plaats van de huidige indeling in kilometervakken. De redenen hiervoor zijn dat de vegetatietypen (maar ook andere factoren in de risico-index) erg kunnen variëren binnen een kilometervak. Bij een index met een fijner grid kan nauwkeuriger worden bepaald waar de daadwerkelijke risicoverhogende vlakken liggen. Vanwege het niveau waarop gegevens beschikbaar zijn lijkt een indeling in vakken van 500x500 meter het best werkbaar. Mogelijk is zelfs een indeling op hectare-niveau haalbaar. Een alternatief is om alleen voor de meest risicovolle km<sup>2</sup>-vakken lokaal te bekijken waar de exacte risicovolle situaties liggen.

Vrijwel alle geïnterviewden vinden dat de risico-index zijn doel dient als algemene indicator van de gebieden met hogere escalatierisico's. Men vindt echter wel dat de index moet worden geëvalueerd, aangepast en dat het escalatierisico voor ieder vak opnieuw moet worden vastgesteld. Niet alleen de factor vegetatie moet hierbij worden herzien, ook naar alle andere factoren moet kritisch worden gekeken. Door middel van een gevoeligheidsanalyse kan duidelijker worden bepaald hoe de verschillende factoren interacteren. Daarnaast is men van mening dat er één index moet worden vastgesteld die op de gehele Veluwe wordt toegepast, zodat de verschillen tussen HGM en VNOG worden opgeheven. Aan de hand van de aangepaste factoren en criteria moet voor de gehele Veluwe op dezelfde wijze de risicokaart worden ingevuld. Deze aangepaste en uniforme risicokaart moet dan dienen als middel om de communicatie over natuurbranden tussen de veiligheidsregio's, de beheerders en recreatieondernemers te verbeteren.



## **6 PREVENTIEVE MAATREGELEN OM HET ONTSTAANS- EN ESCALATIERISICO VAN NATUURBRANDEN TE VERMINDEREN**

### **6.1 Terreinbeheer en de terreininrichting**

In deze paragraaf zullen preventieve maatregelen worden behandeld voor situaties met het hoogste risicoprofiel.

Een groot deel van de branden wordt moedwillig aangestoken of ontstaat door vandalisme. Een kleiner deel ontstaat vooral door onoplettendheid van recreanten en andere ongelukken. Uit de interviews en de literatuur is gebleken dat de vegetatietypen droge heide, vegetaties met buntgras en pijpenstrootje, droog schraalgrasland en (jong) naaldbos met den het hoogste risico op het ontstaan van natuurbranden hebben. Een meer open structuur van deze vegetatie (bijvoorbeeld een open kronendak) zorgt bovendien voor een hogere uitdrogingsnelheid van het brandbare materiaal. Ook de aanwezigheid van fijn en droog materiaal, zoals een luchtige strooisellaag van dennennaalden, verhoogt het risico op het ontstaan van brand. In de buurt van deze risicovolle vegetaties kunnen maatregelen worden genomen die de kans op aansteken, vandalisme of ongelukken verkleinen. Zo kan bijvoorbeeld het aantal recreatieve voorzieningen, zoals wandelpaden, parkeerplaatsen, picknickplaatsen, campings en horecaondernemingen zoveel mogelijk worden gezoned en/of beperkt. Indien er wel recreatieve voorzieningen aanwezig zijn, dienen de factoren die het ontstaan van branden kunnen bevorderen te worden verminderd. Zo kan er in de buurt van picknickplaatsen of hangplekken waar veel jongeren samenkomen in een straal van bijvoorbeeld 10 meter makkelijk brandbaar strooisel en tak- en top hout worden verwijderd of kan de structuur dicht worden gehouden, zodat het strooisel en de vegetatie langer vochtig blijven. Rondom picknickplaatsen en parkeerplekken en naast wandelpaden kan ook een strook heide- of grasvegetatie van 10 tot 20 meter vaker worden geplagd, gemaaid of preventief gebrand om het aandeel brandbaar materiaal te verminderen.

Naaldbos met den en in mindere mate donker naaldbos, droge heide en grasvegetaties van pijpenstrootje en buntgras worden gezien als vegetatietypen met een hoog escalatierisico. In gebieden waarin deze vegetaties grenzen aan vegetatietypen waarin makkelijk branden ontstaan, kunnen dezelfde preventieve maatregelen worden genomen, zoals die hierboven worden omschreven. Aangezien een struiklaag van met name naaldhoutsoorten een risico vormt voor het overslaan van loopvuur naar onbeheersbaar kroonvuur, dienen er in overgangszones tussen heide- en droge grasvegetaties en naaldbossen bosranden of ondergroei van naaldhoutsoorten die een 'ladder' vormen tussen de bodem en de boomkronen te worden vermeden. Op deze plekken kan ook actief de ontwikkeling van een bosrand of ondergroei van loofhout worden gestimuleerd. In overgangszones dient tak- en top hout niet op stapels te worden gelegd en bij voorkeur te worden verwijderd.

In het verleden werden in natuurgebieden zogenaamde brandsingels van loofhout en brandstroken (onbegroeide stroken) aangelegd die branden moesten stoppen dan wel afremmen. Brandstroken waren gemiddeld 5 tot 10 meter breed. Brandsingels hadden een breedte van 10 tot 20 meter (Jansen & Van Benthem, 2005; Schütz & Van Tol, 1982). In de literatuur en door een aantal geïnterviewden worden brandsingels en brandstroken genoemd als preventieve maatregel rondom risicovolle terreintypen en percelen. Deze maatregelen kunnen met name een rol spelen bij het remmen van

beginnende branden. Bij grote kroonbranden wordt het nut van brandsingels en – stroken echter in twijfel getrokken, doordat hier vaak veelvuldig vlieg vuur bij voorkomt. Stukken brandende vegetatie worden daarbij vaak honderden meters ver gedragen en op de plekken waar deze neerkomen kunnen nieuwe branden ontstaan. (Van Busschbach, 1950; USDA, 2004; interviews).

In risicovolle terreintypen die moeilijk bereikbaar zijn met grote blusvoertuigen met watertanks, is het van belang dat er voldoende bluswatervoorzieningen aanwezig zijn in de vorm open water of waterputten.

## **6.2 Organisatie en training (oefening) van de hulpverlening**

Uit de interviews blijkt dat bij de hulpverleningsdiensten (brandweer) vaak de terreinbekendheid ontbreekt. Hierdoor kan de inzet van de hulpverleningsdiensten onnodig worden vertraagd en wordt de kans dat een brand escaleert groter. Het is daarom noodzakelijk dat de hulpverleningsdiensten regelmatig de natuurterreinen in hun regio bezoeken, zodat ze een goed en actueel beeld hebben welke wegen en paden voldoende bereikbaar en bereidbaar zijn voor de brandweervoertuigen en op welke plekken zich de bluswatervoorzieningen bevinden. Het is raadzaam om dit in meerdere jaargetijden te doen, zodat men bij een brand niet verrast wordt door onbegaanbare wegen vanwege langdurige regenval in de herfst of opgedroogde bluswatervoorzieningen als gevolg van langdurige droogte in de zomer. Dit zou door de brandweer op schrift moeten worden vastgelegd. Door een groot aantal geïnterviewden is genoemd dat (een gedeelte van) de oefeningen in samenwerking met de natuurbeheerders zou moeten plaatsvinden.

Een ander punt dat wordt genoemd in de interviews is dat het bij de brandweer vaak ontbreekt aan speciaal materieel dat kan worden ingezet in moeilijk bereidbare terreinen. Voor de echt moeilijk bereikbare en risicovolle terreinen dient er ofwel een betere ontsluiting te worden aangelegd ofwel tot de aanschaf van speciale blusvoertuigen te worden overgegaan.

Ook zouden er voor iedere regio up-to-date lijsten moeten worden bijgehouden met contactpersonen van alle betrokken partijen in geval van brand. Daarbij zal moeten worden vastgesteld wie waarvoor verantwoordelijk is en op welk moment. Verder is van belang dat VNOG en HGM op uniforme wijze werken op het gebied van externe communicatie naar betrokken partijen en in de praktijk met brandbestrijding. Dit creëert duidelijkheid naar buiten toe en voorkomt misverstanden in het geval van brand in overgangsgebied tussen de twee veiligheidsregio's.

## **6.3 Overig**

Over het algemeen is een betere communicatie tussen de hulpverleners en de natuurbeheerders wenselijk, zodat zij van elkaar begrijpen waar de prioriteiten liggen in de natuurbrandpreventie dan wel het realiseren van natuurbeheerdoelen.

Volgens de geïnterviewde hulpverleners wordt er momenteel in het terreinbeheer te weinig rekening gehouden met effecten die bepaalde inrichtings- en beheermaatregelen, zoals afsluiten van wegen en paden en het laten liggen van grote hopen tak- en tophout kunnen hebben op de natuurbrandrisico's. Er wordt dan ook voor gepleit dat natuurbeheerders bij het opstellen van inrichtings- en beheerplannen de ontstaans- en escalatierisico's meenemen. Per maatregel of terreintype moet men zich afvragen of dit het risico op (onbeheersbare) natuurbranden verhoogd of

verlaagd. Een aantal van de geïnterviewde hulpverleners geeft aan dat zij op zich geen problemen hebben met risicovolle vegetatietypen of beheersmaatregelen die het risico op natuurbranden verhogen, zolang de natuurbeheerders en de hulpverleners in die regio zich ook bewust zijn van de risico's en er op basis van deze risico's aanvullende preventieve maatregelen worden genomen, zoals het aanleggen van extra bluswatervoorzieningen in het terrein of het aanleggen van brandsingels of andere bufferzones rondom deze risicovolle vegetaties.

Aangezien er geen eenduidig beeld is te schetsen van de mate van ontsluiting waarbij natuurbranden het meest effectief kunnen worden bestreden, verdient het aanbeveling dat de hulpverleningsdiensten samen met de natuurbeheerders per gebied kijken naar de gebiedsdelen met een hoog escalatierisico en de bereikbaarheid en ontsluiting van deze gebiedsdelen.



## 7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 7.1 Conclusies en discussie

Op basis van de statistieken kan worden gesteld dat het aantal natuurbranden en het areaal afgebrande natuur in Nederland vanaf de jaren 40 tot aan de jaren 90 van de 20<sup>e</sup> eeuw sterk is afgenomen. Hoewel de natuurbrandstatistieken die vanaf 1995 zijn bijgehouden niet vergelijkbaar zijn met de statistieken uit de jaren daarvoor, kan er wel worden gesteld dat het aantal natuurbranden sinds 1995 niet significant is gestegen of gedaald. Uit de statistieken blijkt dat de helft van de natuurbranden wordt veroorzaakt door de mens. Ook in de interviews wordt de mens als de belangrijkste veroorzaker van branden aangeduid. Volgens de statistieken wordt ca. 40% van alle natuurbranden moedwillig aangestoken.

Zowel de geïnterviewde hulpverleners als natuurbeheerders noemen de droge heide en in iets mindere mate vegetaties met buntgras en pijpenstrootje, droog schraalgrasland en naaldbos met den als de meest risicovolle vegetatietypen voor het ontstaan van natuurbranden. Dit beeld wordt bevestigd door de literatuur. Ten aanzien van de vegetatie-eigenschappen is er echter een verschil in inzicht tussen de geïnterviewden. De hulpverleners zien vooral de aanwezigheid van tak- en tophout en de uitdrogingsnelheid van de materialen en in mindere mate strooisel als belangrijkste factoren voor het ontstaansrisico. De natuurbeheerders zien daarentegen de uitdrogingsnelheid van het materiaal als de belangrijkste vegetatie-eigenschap, gevolgd door tak- en tophout, strooisel, kruidlaag en kronensluiting. Volgens de literatuur wordt de uitdrogingsnelheid van het materiaal en daarmee het ontstaansrisico vooral bepaald door de structuur van de vegetatie. Een meer open structuur (bijvoorbeeld een open kronendak) geeft over het algemeen een hogere uitdrogingsnelheid. Daarnaast blijkt uit de literatuur dat (zeer) fijn en droog materiaal van belang is voor het ontstaan van natuurbranden. Hierdoor is met name een luchtige strooisellaag van bijvoorbeeld dennennaalden brandgevaarlijk. In de literatuur is geen bevestiging gevonden voor de uitspraak dat tak- en tophout het ontstaansrisico verhoogt.

De geïnterviewden vinden naaldbos met den verreweg het meest risicovolle vegetatietype voor de escalatie van natuurbranden, omdat in dit bostype het gemakkelijkst onbeheersbare kroonbranden kunnen ontstaan. In mindere mate noemen zij donker naaldbos en droge heide als risicovolle vegetatietypen voor escalatie. Ook in de literatuur worden naaldbossen van den beschouwd als het vegetatietype met het hoogste escalatierisico. Daarnaast worden grasvegetaties van pijpenstrootje en buntgras in de literatuur gezien als vegetatietypen met een hoog escalatierisico. Over het algemeen worden door de geïnterviewden de vegetatie-eigenschappen struiklaagbedekking, aanwezigheid van tak- en tophout, uitdrogingsnelheid van materialen en kronensluiting genoemd als belangrijke factoren die het escalatierisico van natuurbranden bepalen. Volgens de literatuur is met name de struiklaag van belang voor het overbrengen van loopvuur naar de boomkronen, waardoor onbeheersbare kroonbranden kunnen ontstaan. Voor de verspreiding van de kroonbranden is vervolgens de kroonsluiting van belang. Hoe dichter het kronendak, hoe makkelijker het vuur zich verspreid. Uit de literatuur blijkt dat tak- en tophout alleen een probleem vormt voor de escalatie van branden wanneer het op stapels ligt die voldoende hoog zijn om loopvuur over te brengen naar de boomkronen.



De onderstaande tabel geeft per vegetatietype een korte samenvatting van de belangrijkste redenen waarom het vegetatietype een hoog dan wel laag ontstaans- of escalatierisico heeft. Voor de achtergronden bij deze tabel wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

**Tabel 7.1** Overzicht van de belangrijkste redenen waarom een vegetatietype een hoog dan wel laag ontstaans- of escalatierisico heeft.

Naaldhout	Loofhout	Gras (buntgras/pijpenstrootje)	Heide
Het lagere vochtgehalte in de naalden en de aanwezigheid van etherische oliën en harsen maken naaldhout makkelijker ontvlambaar (hoog ontstaansrisico) en zorgen voor een snelle (explosieve) verspreiding van het vuur (hoog escalatierisico)	Het relatief hoge vochtgehalte in de bladeren zorgen voor een moeilijke ontvlambaarheid en een trage voortplanting van het vuur.	Grasvegetaties zijn zolang ze groen zijn in het late voorjaar en de vroege zomer moeilijk ontvlambaar.	Heide is het hele jaar door makkelijk ontvlambaar (maar toch het meest in het vroege voorjaar en de late zomer als de planten verdord zijn) (hoog ontstaansrisico). Het vuur plant zich dan ook snel voort. Bovendien is er risico op vliegvuur, waardoor het vuur zich over grote afstanden kan verspreiden (hoog escalatierisico)
De vaak droge omstandigheden onder de kroonlaag van naaldbossen met den zorgen voor een snelle uitdroging van brandbaar materiaal (hoog ontstaans- en escalatierisico).	De vaak vochtige omstandigheden onder de kroonlaag van loofbossen beperken de kans op ontstaan en voortplanting van vuur	Grasvegetaties zijn makkelijk ontvlambaar in het vroege voorjaar en de late zomer als de planten verdord zijn (hoog ontstaansrisico). Het vuur plant zich dan ook snel voort. Bovendien is er risico op vliegvuur, waardoor het vuur zich over grote afstanden kan verspreiden naar bijvoorbeeld naaldhoutopstanden (hoog escalatierisico)	

Uit de literatuur en de interviews is naar voren gekomen welke vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen het ontstaans- en escalatierisico van natuurbranden bepalen. Hierbij gaat het met name om kwalitatieve informatie. Er is echter nauwelijks kwantitatieve informatie gevonden over de schaal waarop factoren een rol spelen. Zo is het bijvoorbeeld niet duidelijk bij welke percentages struiklaagbedekking (van naaldhout) of kronensluitingsgraad het escalatierisico wordt verhoogd. Het is ook niet duidelijk bij welk aandeel loofhout in naaldbossen het escalatierisico wordt verlaagd.

De geïnterviewden zijn het erover eens dat een goede ontsluiting van natuurgebieden belangrijk is om een eenmaal uitgebroken brand snel te kunnen beheersen. Men verschilt echter van mening over het soort ontsluiting dat nodig is. Waar de natuurbeheerders en de helft van de hulpverleners een grof netwerk van goed onderhouden en voor brandweervoertuigen begaanbare paden en wegen voldoende achten om een brand effectief te bestrijden, is volgens een deel van de hulpverleners een fijnmazig netwerk van begaanbare paden nodig om branden effectief te bestrijden. Uit de interviews wordt echter niet duidelijk wat er onder een grof of fijnmazig netwerk wordt verstaan. In de literatuur is hierover nauwelijks informatie gevonden. Alleen Goldammer (1979) noemt voor Duitse staatsbossen een optimale padenstructuur van 35 m pad per hectare.

Sinds de jaren 70 van de 20<sup>e</sup> eeuw is in het Nederlandse natuurbeheer een verandering ingezet, waarbij er meer aandacht is voor natuurlijkheid. Als gevolg hiervan worden er met name in bosgebieden gestreefd naar een hoger aandeel dood hout, meer inheemse loofhoutsoorten, meer structuurvariatie en een afname van het aandeel uitheemse boomsoorten. Daarnaast worden in sommige gebieden wegen- en paden afgesloten om recreanten te weren uit terreintypen waar geen verstoring van flora en fauna mag plaatsvinden. Uit de interviews komt naar voren dat natuurbeheerders van mening zijn dat het ontstaans- en escalatierisico van natuurbranden op de Veluwe per saldo licht is afgenomen als gevolg van het veranderd terreinbeheer van de afgelopen decennia. De hulpverleners vinden daarentegen dat de risico's de afgelopen 20 tot 30 jaar wel zijn toegenomen. Volgens hen veroorzaakt een toename van het aandeel tak- en top hout een hoger ontstaansrisico. Dit wordt echter niet bevestigd door de natuurbrandstatistieken en de literatuur. Er zijn geen gegevens over hoeveelheden dun dood hout (tak- en top hout) in de Nederlandse bossen, maar over het algemeen bestaat de indruk dat dit in de laatste 30 jaar niet of nauwelijks is toegenomen.

Het escalatierisico is volgens de hulpverleners toegenomen omdat het aantal wegen en paden en de kwaliteit van de wegen en paden is afgenomen. De natuurbeheerders vinden de verslechterde ontsluiting momenteel nog geen probleem, maar erkennen wel dat nog verdere verslechtering van de ontsluiting op termijn wel het escalatierisico kan verhogen. Wijdeven *et al.* (2006) concluderen dat de toegankelijkheid van het bos is afgenomen door het afsluiten van wegen en door (dik) dood hout dat op deze afgesloten wegen blijft liggen. Dit wordt mede veroorzaakt door het vervallen van de Bosbrandverordening van het Bosschap. Het wordt echter uit interviews en literatuur niet duidelijk of de ontsluiting in de huidige situatie voldoende is en wat maatgevende criteria zijn voor een voldoende ontsluiting.

Beide partijen erkennen dat de toegenomen verlooping van de bossen een positief effect kan hebben op de risico's van natuurbranden, maar zowel onder hulpverleners als terreinbeheerders zijn de meningen verdeeld of de verlooping op de Veluwe op dit moment al dusdanig sterk is dat daardoor de escalatierisico wordt verlaagd.

Uit de gegevens van het Meetnet Functievervulling Bos (Dirkse *et al.*, 2007) in combinatie met de gevonden literatuur kan worden vastgesteld dat de bossen in Nederland en op de Veluwe wat betreft de soortensamenstelling en ontwikkelingsfase over het algemeen minder brandbaar zijn geworden in de afgelopen 20-30 jaar en naar alle waarschijnlijkheid zal dit proces doorzetten. Dit wordt bevestigd door de bosbrandstatistieken (Jansen & Oldenburger, 2006) en de bosbrandrisico-analyse van Wijdeven en Schelhaas (Claessens, 2007).

In hoofdstuk 6 worden preventieve maatregelen beschreven om ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden te verminderen. Het gaat hierbij om maatregelen in het terreinbeheer en maatregelen in de organisatie- en training van de hulpverlening. Bij de hulpverlening is het van groot belang dat er voldoende terreinbekendheid is. De onderstaande tabel geeft een samenvatting van de belangrijkste maatregelen die terreinbeheerders kunnen nemen voor situaties met een hoog risicoprofiel. Dit betekent overigens niet dat de terreinbeheerders als enige verantwoordelijk zijn voor het nemen van preventieve maatregelen.

**Tabel 7.2. Overzicht van mogelijke preventieve maatregelen in het terreinbeheer**

Waar?	Mogelijke preventieve maatregelen
<p><u>Vegetaties met een hoog ontstaansrisico:</u> droge heide, vegetaties met buntgras en pijpenstrootje, droog schraalgrasland en (jong) naaldbos met den</p>	<p>Beperken of zoneren van recreatieve voorzieningen (wandelpaden, parkeerplaatsen, picknickplaatsen, campings en horecaondernemingen) op risicovolle plekken om de kans op (on)opzettelijke brandstichting te voorkomen.</p> <p>Verwijderen van fijn brandbaar materiaal rondom picknickplaatsen of hangplekken van jongeren.</p> <p>Gesloten (en daarmee vochtig) houden van de bosstructuur rondom recreatieplekken, zodat het aanwezige brandbare materiaal minder snel uitdroogt.</p> <p>Frequenter maaien/plaggen of preventief branden van gras- en heidevegetaties naast recreatieroutes om de ophoping van brandbaar materiaal te verminderen.</p>
<p><u>Vegetaties met een hoog escalatierisico:</u> naaldbos met den, donker naaldbos, droge heide en vegetaties van pijpenstrootje en buntgras</p>	<p>Vermijden van een struiklaag of ondergroei van naaldhoutsoorten op overgangsgebieden tussen heide/grasvegetaties en naaldbos (voorkomen dat loopvuur kan overgaan in kroonvuur).</p> <p>Voorkomen van stapels tak- en tophout tot aan het kronendak.</p> <p>Aanleggen van brandstroken en brandsingels.</p>

## 7.2 Aanbevelingen

In de huidige natuurbrandstatistieken wordt niet bijgehouden hoe groot het areaal aan verbrande natuur is. Er wordt bovendien geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende terrein-/vegetatietypen. Om goed zicht te houden op de ontwikkeling van natuurbranden in Nederland, verdient het aanbeveling om in de toekomst weer te registreren in welke vegetatietypen de meeste branden voorkomen en op welke schaal de branden voorkomen.

Het verdient aanbeveling om meer kwalitatieve informatie te verzamelen over de effecten van vegetatietypen en vegetatie-eigenschappen op het ontstaan en de escalatie van natuurbranden. Zo zou er bijvoorbeeld na iedere natuurbrand een korte omschrijving kunnen worden gemaakt van het brandgedrag. Bij de terreinbeheerder kan vervolgens navraag worden gedaan naar het vegetatietype en de vegetatie-eigenschappen die in het getroffen terrein voorkomen (voorkwamen). Op deze wijze kan een set waardevolle praktijkinformatie worden verzameld zonder dat er langdurig en veelal kostbaar onderzoek hoeft plaats te vinden.

Ook kan er worden gedacht aan het preventief branden ten behoeve van gericht onderzoek naar bepaalde vegetatietypen. Dit zou uitstekend kunnen worden gecombineerd met onderzoek van het Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid (NIFV), dat ook voornemens is preventieve branden uit te gaan voeren om onderzoek te doen ten behoeve van een te ontwikkelen brandverspreidingsmodel.

## BRONNEN

### Literatuur

- Agee, J.K., C.S. Wright, N. Williamson, M.H. Huff. 2002. Foliar moisture content of Pacific Northwest vegetation and its relation to wildland fire behavior. *Forest Ecology and Management*. 167; 1-3, 57-66.
- Agee, J.K. & M.H. Huff. 1987. Fuel succession in a western hemlock / Douglas-fir forest. *Canadian Journal of Forest Research*. 17; 7, 697-704.
- Albini, F. 1976. *Estimating wildfire behavior and effects. General Technical Report INT-3*. Ogden, United States Department of Agriculture Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Alexander, M.E. 1998. *Crown fire thresholds in exotic pine plantations of Australia. Ph.D. thesis*. Canberra, Australian National University..
- Alexander, M.E., B.D. Lawson, B.J. Stocks. & C.E. Van Wagner. 1984. *User Guide to the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System: Rate of Spread Relationships*. Edmonton, Canadian Forestry Service.
- Andrews, P.L. 1986. *BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system – BURN subsystem, part 1. General Technical Report INT-194*. Ogden, United States Department of Agriculture Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Blackmarr, W. H. 1972. *Moisture Content Influences Ignitability of Slash Pine Litter*. Asheville, United States Department of Agriculture, Forest Service Southeastern Forest Experiment Station.
- Boschop. 1978. *Bosbrandverordening Boschop*. 's Gravenhage, Boschop.
- Breejen den, E. 1992. *Bosbrand; gedrag, preventie, detectie en bestrijding in Nederland, Europa en de Verenigde Staten. Afstudeerscriptie Landbouwwuniversiteit, vakgroep Bosbouw (AV 92-32)*. Wageningen, Landbouwhogeschool, vakgroep Bosbouw.
- Busschbach, E.J. van. 1950. *Bosbrand. Scriptie Landbouwhogeschool afdeling houtteelt*. Wageningen, Landbouwhogeschool, afdeling houtteelt.
- Butry, D.T., M. Gumpertz & M. Genton. 2008. *The economics of Forest Disturbances: Wildfires, Storms and Invasive Species*. Springer Science and Business Media. Hoofdstuk 5; p79-106.
- Byram, G.M. 1966. Scaling laws for modeling mass fires. *Pyrodynamics*. 4; 271-284.
- Chandler, C., P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud & D. Williams. 1991. *Fire in forestry. Volume 1. Forest fire behavior and effects*. Malabar, F.L.: Krieger Publishing Company.
- Chrosciewicz, Z. 1986. Foliar moisture content variations in four coniferous trees species of central Alberta. *Canadian Journal of Forest Research*. 16; 157–162.
- Claessens, B. 2007. Oppassen voor kroonbrand. Het bosbrandseizoen is weer aangebroken. *Vakblad Natuur Bos Landschap*. 4; 4, 2-6.
- Countryman, C.C. 1955. Old-growth conversion also converts fire climate. pp. 158-160. In: Society of American Foresters (Ed.). *Proceedings of Society of American Foresters Annual Meeting*. Portland, Society of American Foresters.
- DeBano, L.F., D.G. Neary, & P.F. Ffolliott. 1998. *Fire: its effect on soil and other ecosystem resources*. New York, John Wiley & Sons.
- Dirkse, G.M., W.P. Daamen, H. Schoonderwoerd, M. Japink, M. van Jole, R. van Moorsel, P. Schnitger, W.J. Stouthamer & M. Vocks. 2007. *Meetnet*

- Functieervulling Bos 2001-2005. Vijfde Nederlandse Bosstatistiek. Rapport DK. Nr. 065.* Ede, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit - Directie Kennis.
- Edlin, H.L. 1958. Forest fires: what burns and when. *Quarterly Journal Forestry*. 52; 299-304.
- Frandsen, W.H. 1991. Burning rate of smoldering peat. *Northwest Science*. 65; 166-172.
- Gardner, W. D. & C.R. Thomson. 1991. Ignitability and heat-release properties of forest products. *Fire and Materials* 15; 1, 3-9.
- Gill, A.M., S.W. Trollope & D.D. MacArthur. 1978. *Australian Journal for Forestry Research*. 8; 199-208.
- Goldammer, J.G. 1979. Der Einsatz von kontrolliertem Feuer im Forstschutz. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*. 150; 41-44.
- Graham, R.T., S. McCaffrey & T.B. Jain. 2004. *Science basis for changing forest structure to modify wildfire behaviour and severity*. Rocky Mountain Research Station, report RMRS-GTR-120. Fort Collins, U.S. Forest Service Rocky Mountain Research Station.
- Gulik, A.T.W. van. 2008. *Natuurbrand, een Onderschat Risico. Kwantitatieve en kwalitatieve benadering om te komen tot bestuurlijke en operationele prioritering in risico's in de Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland. Scriptie in het kader van de Master of Public Safety Delft TopTech*. s.l., s.n.
- Hazebroek, H. & I. Helsloot. 2001. *Modern terreinbeheer in natuurgebieden; Brandrisico's en brandbestrijding. Nibra publicatiereeks, nr. 12*. Arnhem, Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding.
- Heinselman, M.L. 1981. Fire intensity and frequency as factors in the distribution and structure of Northern ecosystems. pp. 7-57. In: H.A. Mooney *et al.* *Fire regimes and ecosystem properties. proceedings of the conference : December 11-15, 1978, Honolulu, Hawaii*. United States Department of Agriculture Forest Service, General Technical Report WO-26. 7-57. s.l., United States Department of Agriculture Forest Service.
- Hille, M. 2006. *Fire ecology of Scots pine in Northwest Europe. PhD Thesis*. Wageningen, Wageningen University.
- Hungerford, R.D., M.G. Harrington, W.H. Frandsen, K.C. Ryan, & G.J. Niehoff. 1991. Influence of fire on factors that affect site productivity. pp. 32-50. In: A.E. Harvey & F.L. Neuenschwander (Eds.). *Proceedings – Management and productivity of western-montane forest soils. April 1990 – Missoula* Ogden, United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- IKC. 1992. *Statistiek van branden in bos- en natuurterrein in 1991. Werkdocument IKC-NBLF nr. 7*. Utrecht, Informatie- en KennisCentrum Natuur, Bos, Landschap en Fauna.
- Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., S.M.J. Wijdeven, L.G. Moraal, M.T. Veerkamp & R.J. Bijlsma. 2005. *Dood hout en biodiversiteit; een literatuurstudie naar het voorkomen van dood hout in de Nederlandse bossen en het belang ervan voor de duurzame instandhouding van geleedpotigen, paddenstoelen en mossen*. Alterra-rapport 1320. Wageningen, Alterra.
- Jansen, P. & J. Oldenburger. 2006. Bosbranden hot item. *Vakblad Natuur Bos Landschap*. 3; 7, 15.
- Jansen, P. & M. van Benthem. 2005. *Historische boselementen. Geschiedenis, herkenning en beheer*. Zwolle, Waanders Uitgevers.
- Johnson, E.A. 1979. Fire recurrence in the subarctic and its implications for vegetation composition. *Canadian Journal of Botany*. 57; 1374-9.

- Johnson, E.A. 1992. *Fire and vegetation dynamics: Studies from the North American boreal forest*. Cambridge, University Press.
- Kunkel, K.E. 2001. Surface energy budget and fuel moisture. pp. 303-350. In: E.A. Johnson & K. Miyanishi (Eds.). *Forest fires; behavior and ecological effects*. San Francisco, Academic Press.
- Larsen, J.A. 1921. *Sunshine and air temperature in relation to forest fires*. *Applied Forestry Note*. 9. Missoula, USDA Forest Service, Northern Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Meijer zu Schlochtern, M. & H.G.J.M. Koop. 2000. *Effecten van brand in bos op arme zandgronden*. *Alterra-rapport 160*. Wageningen, Alterra
- Missbach, K. 1973. *Waldbrand. Verhütung und Bekämpfung*. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- Montgomery, K.R. & P.C. Cheo. 1971. Effect of leaf thickness on ignitibility. *Forest Science*. 17; 475-478.
- NIBRA. 2003. *Risico-indexering Natuurbranden Veluwemassief*. Arnhem, Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding.
- OBV. 2007. *Verzekeringsreglement Onderlinge Bossen Verzekering*. Arnhem, Onderlinge Bossen Verzekering.
- OGB. 2006. *Verzekeringsreglement Onderlinge Gemeentelijke Bosbrandverzekering*. Rosmalen, Onderlinge Gemeentelijke Bosbrandverzekering.
- Robichaud, P., L. MacDonald, J. Freeouf, D. Neary, D. Martin, & L. Ashmun. 2003. Postfire rehabilitation of the Hayman Fire. pp. 293-313. In: R.T. Graham (Ed.). *Hayman Fire Case Study. General Technical Report RMRS-GTR-114*. Ogden, United States Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Rothermel, R.C. 1983. *How to predict the spread and intensity of forest and range fires*. *General Technical Report INT-143*. Ogden, United States Department of Agriculture Forest Service Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Rothermel, R.C. 1991. *Predicting behavior and size of crown fires in the Northern Rocky Mountains*. *Research Paper INT-438*. Ogden, United States Department of Agriculture Forest Service Intermountain Research Station.
- Schimmel, J. 1993. *On Fire; fire behavior, fuel succession and vegetation response to fire in the swedish boreal forest*. *Dissertation in Forest Vegetation Ecology* 5. Umeå, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Schuetz, P.R. 1982. *Bosbrandrisicosystemen: een literatuurstudie*. *Scriptie Landbouwhogeschool Wageningen, vakgroep Boshuishoudkunde*. Wageningen, Landbouwhogeschool, vakgroep Boshuishoudkunde.
- Schütz, P.R. & G. van Tol. 1982. *Aanleg en beheer van bos en beplantingen*. Wageningen, Pudoc.
- Scott, J.H. & E.D. Reinhardt. 2001. *Assessing crown fire potential by linking models of surface and crown fire behavior*. *Research Paper RMRS-RP-29*. Fort Collins, United States Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Stocks, B.J., B.D. Lawson, M.E. Alexander, C.E. Van Wagner, R.S. McAlpine, T.J. Lynham & D.E. Dube. 1989. The Canadian forest fire danger rating system: an overview. *The Forestry Chronicle*. 65; 4, 258-265.
- United States Department of Agriculture. 2004. *Science Basis for Changing Forest Structure to Modify Wildfire Behavior and Severity*. *General Technical Report RMRS-GTR-120*. Fort Collins, United States Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

- Van Wagner, C.E. 1973. *Rough prediction of fire spread rates by fuel type. Information Report. PS-X-42.* Ontario, Canadian Forest Service, Petawawa Forest Experiment Station.
- Van Wagner, C.E. 1977. Conditions for the start and spread of crown fire. *Canadian Journal of Forest Research.* 7; 23-34.
- Van Wagner, C.E. 1983. Fire behavior in northern conifer forests and shrublands. pp. 65-80. In: R.W. Wein & D.A. MacLean (Eds.). *The Role of Northern Circumpolar Ecosystems.* New York, John Wiley & Sons
- Verkaik, E., L.G. Moraal, & G.J.M.M. Nabuurs. 2009. *Potential impacts of climate change on Dutch forests. Alterra-rapport 1761.* Wageningen, Alterra.
- Weatherspoon, C.P. & C.N. Skinner. 1996. Landscape-level strategies for forest fuel management. pp. 1471-1492. In: Centers for Water and Wildland Resources University of California (Ed.). *Sierra Nevada Ecosystem Project; Final report to Congress vol. II: Assessments and scientific basis for management options.* Davis, University of California, Centers for Water and Wildland Resources
- Wells, C.G. & R.E. Campbell. 1979. *Effects of fire on soil: a state of knowledge review. GTRWO-7.* Washington, Forest Service.
- Wijdeven, S.M.J., M.J. Schelhaas, A.F.M. Oltshoorn, R.J. Bijlsma & K. Kramer. 2006. *Bosbrand en terreinbeheer – een verkenning. Kennisvraag.* Wageningen, Alterra.

#### Websites

- Centraal Bureau voor de Statistiek. Geraadpleegd 25 juni 2009 [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- Milieu- en Natuurcompendium. Geraadpleegd 21 juli 2009 via [www.milieuennatuurcompendium.nl](http://www.milieuennatuurcompendium.nl).

#### Geraadpleegde deskundigen

- Marijke Bentvelzen, Hulpverlening Gelderland Midden  
 Cor Kooijman, Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)  
 Erik van Nistelrooij, Onderlinge Gemeentelijke Bosbrandverzekering (OGB)  
 Adri van der Waart, Onderlinge Bossen Verzekering (OBV)

## BIJLAGE I – OVERZICHT GEÏNTERVIEWWDE PERSONEN

Willem van Ark	Staatsbosbeheer – Districtshoofd Zuid-Veluwe
Rinus Boortman	Gemeente Ede – Bosbeheerder
George Borgman	Borgman Beheer Advies
Arnoud Buiting	Veiligheidsregio Noord-Oost Gelderland (VNOG)
Allard van Gulik	Veiligheidsregio Noord-Oost Gelderland (VNOG)
Hans Hazebroek	Brandweer Arnhem
Michel Kamphuis	Brandweer Ede – Commandant
Jakob Leidekker	Nationaal Park De Hoge Veluwe – Hoofd Bedrijfsvoering
Mike Mulder	Veiligheidsregio Noord-Oost Gelderland (VNOG) – Adviseur Risicobeheersing
Klaas Noorland	Brandweercluster Veluwe West – Commandant
Tieke Poelen	Kroondomein Het Loo – Terreinbeheeder
Henk Siebel	Vereniging Natuurmonumenten – Bosecoloog
Jan Slakhorst	Hulpverlening Gelderland Midden – Hoofd Afdeling Rampenbestrijding en Grootschalig Optreden / Voorzitter CRN-Veluwe
Esther Stalenhoef	Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra
Bert Stuiver	Hulpverlening Gelderland Midden, sector Brandweer – Medewerker Rampenbestrijding Planvorming / Oefenen
Brand Timmer	Ministerie van Defensie, ASK 't Harde – Terreinbeheerder
Sander Wijdeven	Staatsbosbeheer – Bosecoloog
Willem Wolfswinkel	Brandweer Hoenderloo





## BIJLAGE II – VRAGENLIJST INTERVIEWS

### Gegevens geïnterviewde

Naam:

Organisatie:

Functie:

Datum interview:

Plaats interview:

### Effect terreinbeheer

1. Heeft veranderend terreinbeheer (overgang van traditioneel bosbeheer naar geïntegreerd bosbeheer) volgens u effect (positief/negatief) op het **ontstaans- en escalatierisico** (=het risico op een onbeheersbare natuurbrand) van natuurbranden in Nederland en in het bijzonder de Veluwe?
  - a. Welke van de volgende aspecten, die door veranderingen in het beheer kunnen worden beïnvloed, zijn hierbij van belang?
    1. aandeel dood hout/tak- en top hout
    2. hoeveelheid biomassa
    3. kwaliteit en kwantiteit van wegen en paden
    4. aandeel loofhout in het bos
    5. anders, namelijk: ...
  - b. Waarop baseert u deze uitspraken (praktijkervaring, literatuur, best expert guess, etc)?

### Effect vegetatietype

2. Zet de onderstaande lijst van vegetatietypen in volgorde van afnemend (of een top 5) **ontstaansrisico** van natuurbranden (dus meest risicovolle type bovenaan):
  1. Naaldbos – donker (douglas, lariks, fijnspar, zilverspar, thuja, tsuga, ...)
  2. Naaldbos – den (grove den, Oostenrijkse den, Corsicaanse den, weymouthden, zeeden, ...)
  3. Loofbos – droog (eik, beuk, berk, Amerikaanse eik)
  4. Loofbos – vochtig/Broekbos en bronbos (es, els)
  5. Loofbos – hakhout (bos waar nog actief hakhoutbeheer plaatsvindt)
  6. Droge heide
  7. Vochtige heide/Veenmosrietland en moerasheide
  8. Droog schraalgrasland
  9. Vochtig en Nat schraalgrasland
  10. Voedselrijke grasland (hooiland, bloemrijk grasland, ...)
  11. Open duin (structuurrijke begroeiingen en deels onbegroeide delen van zeeduinen)
  12. Duinheide (droge tot natte heiden in de zeeduinen)
3. Mist u nog risicovolle vegetatietypen?
4. Waarop baseert u deze uitspraken (praktijkervaring, literatuur, best expert guess, etc.)?
5. Zet de onderstaande lijst van vegetatietypen in volgorde van afnemend (of een top 5) **escalatierisico** van natuurbranden (dus meest risicovolle type bovenaan):
  1. Naaldbos – donker (douglas, lariks, fijnspar, zilverspar, thuja, tsuga, ...)
  2. Naaldbos – den (grove den, Oostenrijkse den, Corsicaanse den, weymouthden, zeeden, ...)

3. Loofbos – droog (eik, beuk, berk, Amerikaanse eik)
  4. Loofbos – vochtig/Broekbos en bronbos (es, els)
  5. Loofbos – hakhout (bos waar nog actief hakhoutbeheer plaatsvindt)
  6. Droge heide
  7. Vochtige heide/Veenmosrietland en moerasheide
  8. Droog schraalgrasland
  9. Vochtig en Nat schraalgrasland
  10. Voedselrijke grasland (hooiland, bloemrijk grasland, ...)
  11. Open duin (structuurrijke begroeiingen en deels onbegroeide delen van zeeduinen)
  12. Duinheide (droge tot natte heiden in de zeeduinen)
6. Mist u nog risicovolle vegetatietypen?
  7. Waarop baseert u deze uitspraken (praktijkervaring, literatuur, best expert guess, etc.)?

### Effect vegetatie-eigenschappen

8. Welke van de onderstaande vegetatie-eigenschappen, eventueel in combinatie met andere factoren zoals droogte of ontsluiting, zijn volgens u het meest bepalend voor het **ontstaansrisico** van natuurbranden (zet in volgorde van hoog naar laag, of maak een top 5) en waarom?
  1. Bosontwikkelingsfasen
  2. Menging
  3. Verjonging
  4. Kruidlaag
  5. Struiklaagbedekking
  6. Kronensluiting
  7. Dik staand en liggend dood hout
  8. Tak- en top hout
  9. Strooisellaag
  10. Uitdrogingsnelheid van de verschillende brandbare materialen
9. Mist u nog risicovolle vegetatie-eigenschappen?
10. Waarop baseert u deze uitspraken (praktijkervaring, literatuur, best expert guess, etc.)?
11. Welke van de onderstaande vegetatie-eigenschappen, eventueel in combinatie met andere factoren zoals droogte of ontsluiting, zijn volgens u het meest bepalend voor het **escalatierisico** van natuurbranden (zet in volgorde van hoog naar laag, of maak een top 5) en waarom?
  1. Bosontwikkelingsfasen
  2. Menging
  3. Verjonging
  4. Kruidlaag
  5. Struiklaagbedekking
  6. Kronensluiting
  7. Dik staand en liggend dood hout
  8. Tak- en top hout
  9. Strooisellaag
  10. Uitdrogingsnelheid van de verschillende brandbare materialen
12. Mist u nog risicovolle vegetatie-eigenschappen?
13. Waarop baseert u deze uitspraken (praktijkervaring, literatuur, best expert guess, etc.)?

### Effect ontsluiting

14. Is het natuurterrein/gebied (waarvoor u verantwoordelijk bent als beheerder/hulpverlener) voldoende begaanbaar voor de brandweer?
15. Is de toegankelijkheid van het natuurterrein/gebied waarvoor u verantwoordelijk bent als beheerder/hulpverlener veranderd in de afgelopen 15-20 jaar? De toegankelijkheid is:
  1. sterk verslechterd
  2. verslechterd
  3. gelijk gebleven
  4. verbeterd
  5. sterk verbeterd
16. Is de toegankelijkheid van de Veluwe als geheel in de afgelopen 15-20 jaar? De toegankelijkheid is:
  1. sterk verslechterd
  2. verslechterd
  3. gelijk gebleven
  4. verbeterd
  5. sterk verbeterd
17. Welke andere ontsluitingsfactoren (bijvoorbeeld fijnmazigheid wegennetwerk en begaanbaarheid paden) waren hierbij van belang?
18. Waarop baseert u deze uitspraken (praktijkervaring, literatuur, best expert guess, etc.)?
19. Verandert een grote concentratie recreanten het ontstaansrisico van een brand?
20. Verandert een grote concentratie recreanten de ontdekkingskans van een brand?
21. Zijn er bepaalde plaatsen of typen gebruik waar het ontstaansrisico op natuurbranden groot is?

### Preventie

22. Welke maatregelen zouden er volgens u door welke partijen (beheerders, brandweer, overheid, etc.) kunnen worden genomen om het risico op het **ontstaan** van natuurbranden te verminderen? Mogelijke preventieve maatregelen voor:
  - a. terreinbeheer en terreininrichting
  - b. de organisatie en training (oefening) van de hulpverlening
  - c. voorlichting en communicatie tussen de betrokken partijen
  - d. anders, namelijk: ...
23. Welke maatregelen zouden er volgens u door welke partijen (beheerders, brandweer, overheid, etc.) kunnen worden genomen om het risico op **escalatie** van een natuurbrand te verminderen? Mogelijke preventieve maatregelen voor:
  - a. terreinbeheer en terreininrichting
  - b. de organisatie en training (oefening) van de hulpverlening
  - c. voorlichting en communicatie tussen de betrokken partijen
  - e. anders, namelijk: ...

### Risico-index

24. Kent u de 'risico-index natuurbranden Veluwemassief'?
  - a. Maakt u gebruik van deze index?
  - b. Zo ja, op welke wijze?
  - c. Zo ja, is de index makkelijk in gebruik en in de praktijk toepasbaar?
25. Zijn er factoren die missen in de index of juist factoren die er wat u betreft uit zouden moeten t.a.v. het escalatierisico?
26. Is de weging van de verschillende factoren van de index goed afgestemd op de mate van belangrijkheid per factor t.a.v. het escalatierisico?

Factor 'Instandhoudingsnoodzaak'

27. Is het wat u betreft mogelijk dat een brand in een natuurgebied, waar brand ecologisch gezien niet ongewenst is en geen gevaar voor mensen ontstaat, gecontroleerd mag doorbranden?
28. Is er op dit moment voor de brandweer een verschil in belangrijkheid van instandhouding tussen verschillende natuurgebieden bij de bestrijding van natuurbranden?

Algemeen

29. Wat zijn wat u betreft de punten waarop veiligheidsorganisaties en terreinbeheerders fundamenteel van mening verschillen?
  - a. Waaruit komen deze verschillen voort?
  - b. Waar liggen de kansen om op deze punten tot overeenstemming te komen?
30. Heeft u verder nog opmerkingen over dit onderwerpen of suggesties voor literatuur, deskundigen of andere informatiebronnen?

### BIJLAGE III – RISICO- INDEXERING NATUURBRANDEN VELUWEMASSIEF

De onderstaande risico-index is in 2003 opgesteld door het Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding (NIBRA) is onlangs verder aangepast door de Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland (VNOG).

#### Vaste factoren

Factor	Categorieën	Indexering	Score
<b>D. Begroeiing</b>	Loofbos	20	
	Gemengd bos	30	
	Heide	50	
	Gemengd bos / heide	60	
	Open naaldbos	80	
	Dichtbegroeid naaldbos	100	
<b>Begroeiing:</b> Ten opzichte van de scorebepaling zoals die voor de natuurbrandrisicokaart 2003 in HGM is gehanteerd, is de scorebepaling veranderd. Er is niet gekozen voor de overheersende categorie, maar er is per kilometervak een gewogen gemiddelde vastgesteld op basis van de vaste scores van de categorieën. Een vak met bijvoorbeeld 33,3 % loofbos (score 20), 33,3 % gemengd bos (30) en 33,3 % dicht naaldbos (100) levert een gewogen gemiddeld op van 50. Deze score wordt vervolgens, indien nodig, afgerond naar een bestaande score die het dichtst in de buurt ligt (20, 30, 50, 60, 80 of 100). In dit voorbeeld wordt de score dus 50. Men mag dit natuurlijk niet verwarren met een kilometervak dat (vrijwel) geheel uit heide bestaat en ook een score van 50 oplevert. Verder is, ten opzichte van 2003, voor naaldbos een afwijkende scorebepaling aangehouden: wanneer > 40% van een kilometervak bestaat uit naaldbos, dan wordt de score voor naaldbos genomen (80). Wanneer > 50% van het areaal uit dicht naaldbos bestaat, dan wordt de score voor dicht naaldbos aangehouden.			
<b>E. Hellingspercentage</b>	0 – 5%	5	
	5- 10%	10	
	Meer dan 10%	40	
<b>F. Kans op uitbreiding</b>	Klein (naar 1 zijde)	10	
	Gemiddeld (naar 2 zijden)	20	
	Groot (naar 3 of 4 zijden)	40	
<b>Kans op uitbreiding:</b> De kans wordt bekeken vanuit het kilometervak wat je aan het beoordelend bent. “Klein” betekent; uitbreiding van het kilometervak wat je beoordeeld naar één ander kilometervak (zijde). Naar twee zijden betekent; vanuit het kilometervak wat je aan het beoordelen bent naar twee andere kilometervakken rondom het kilometervak (2 zijde). Diagonale liggende vakken worden niet meegenomen!			
<b>G. Nabijheid waardevolle objecten (+ zwp'n)</b>	Dichter dan 1 km	10	
	Verder dan 1 km	5	
<b>Waardevolle objecten;</b> De definitie van een waardevol object is: objecten welke op de natuurbrandkaart aangegeven worden als zijnde een “zwp”. Het aantal “zwp’n” is bij deze beoordeling niet van belang. Bij de beoordeling gaat het om de aanwezigheid van een zwp in het te beoordelen vak. De andere definitie is dat er geen zwp in het te beoordeelde vak ligt, maar wel in het aangrenzende vak. Diagonale vakken worden niet meegenomen!			
<b>H. Nabijheid gevaarlijke stoffen</b>	Dichter dan 1 km	20	
	Verder dan 1 km	5	
<b>Gevaarlijke stoffen;</b> Bij gevaarlijke stoffen wordt gedacht aan bedrijven, propaan opslagen en zwembad chemicaliën. De boordeling gaat op dezelfde wijze als de waardevolle objecten			

### Aanwezigheid bezoekers/ bewoners

Factor	Categorieën	Indexering	Score
<b>I. Vaste bewoners</b>	Weinig (0-10)	10	
	Middel (10-50)	20	
	Veel (>50)	40	
<b>Vaste bewoners;</b> zijn mensen die in het natuurgebied <b>wonen</b> . Ook mensen in zorginstellingen. Het betreft mensen binnen het te beoordelen kilometervak.			
<b>J. Aantal campinggasten binnen straal van 2 km</b>	Weinig (0 – 200)	40	
	Middel (200 – 1000)	60	
	Veel (> 1000 )	100	
<b>Campinggasten;</b> Zijn mensen die onbekend zijn in het gebied, maar een tijdelijke verblijfplaats hebben. Het gaat ook om mensen in logiesverblijven, vakantiehuisjes etc. Omdat deze mensen zich veel verplaatsen in de omgeving (wandelen, fietsen etc.) wordt dit aantal bepaald vanuit het te beoordelen kilometervak en de daarbij omliggende kilometervakken. Het aantal campinggasten wordt beoordeeld aan de hand van de vergunde capaciteit (max. capaciteit). Diagonale grenzende vakken worden niet meegenomen!			
<b>K. Aanwezige dagrecreanten</b>	Weinig (0-200)	20	
	Middel (200-1000)	40	
	Veel (>1000)	60	
<b>Dagrecreanten;</b> Dit zijn dagjes mensen, maar ook bezoekers van campinggasten en bezoekers van zorginstellingen. Deze mensen zijn onbekend of meer bekend met de omgeving, maar hebben geen verblijfplaats. Deze mensen “waaien” ook uit in de omgeving. Het aantal wordt dan ook op dezelfde wijze bepaald als de campinggasten.			

### Brandpreventieve en –preparatoire maatregelen

Factor	Categorieën	Indexering	Score
<b>L. Afstand tot primaire waterwinning</b>	Tot 1 kilometer	20	
	1 – 2 kilometer	40	
	Meer dan 2 kilometer	60	
<b>Waterwinning;</b> Wordt bepaald vanaf het midden van het te beoordeelde vak. 1 km is een ww in het km-vak. Bij 1 - 2 km. Lig de ww in het aangrenzend vak, met de mogelijkheid om de ww ook te kunnen bereiken vanuit dat vak. Meer dan 2 km. Is van toepassing indien de andere twee niet van toepassing zijn.			
<b>M. Afstand tot secundaire waterwinning</b>	Tot 1 kilometer	10	
	1- 3 kilometer	20	
	Meer dan 3 kilometer	40	
<b>N. Opkomsttijd 1<sup>e</sup> TS</b>	< 10 minuten	20	
	10 – 15 minuten	40	
	> 15 minuten	80	
<b>Opkomsttijd;</b> Dit wordt beoordeeld aan de hand van het dekkingsplan, vanuit het hart van het vak.			
<b>O. Opkomsttijd 1<sup>e</sup> peloton</b>	< 20 minuten	10	
	20 – 25 minuten	20	
	> 25 minuten	40	
<b>P. Kans op snelle ontdekking en melding</b>	Groot	5	
	Middel	10	
	Klein	20	
<b>Ontdekking;</b> De kans op een snelle ontdekking neemt toe indien er veel mensen en wegen zich in het gebied bevinden. De hoeveelheid mensen in het gebied is bij J en K bepaald. Bij veel mensen is de kans groot, bij gemiddeld aantal mensen is de kans gemiddeld en bij weinig mensen is de kans klein.			
<b>Q. Aantal ontvluchtingroutes</b>	1	40	
	2	20	
	Meer dan 2	10	
<b>Ontvluchtingroutes;</b> Ontvluchtingroutes wordt beoordeeld vanuit een zwv, in hoeverre deze onafhankelijke vluchtwegen hebben. Indien in het te beoordelen vak geen zwv aanwezig zijn kan de algemene ontsluiting van het vak meegenomen worden.			
<b>R. Terreinbekendheid brandweer</b>	Ruim aanwezig	10	
	Aanwezig	20	

	Nauwelijks aanwezig	40	
<b>Terreinbekendheid;</b> Is afhankelijk hoe bekend het terrein is bij alle bevelvoerders en chauffeurs van het korps en of er in het kilometervak jaarlijks geoefend wordt of niet.			
<b>S. Kwaliteit /kwantiteit</b> ontsluiting	Fijn netwerk	-40	
	Grof netwerk	20	
	doorgaande route (geen netwerk)	40	
<b>Kwaliteit ontsluiting;</b> Wordt de toegankelijkheid van het vak beoordeeld. Hoe worden de berijdbare paden beheerd, doodlopend of niet, netwerk van de paden, breed of smal pad etc. Een fijn netwerk is een netwerk van 250 * 250 m of kleiner. Een grof netwerk is van 250 – 500 m * 250 – 500 m.			
<b>T. Instandhouding-</b> noodzaak	Wel	40	
	Niet	0	
<b>Instandhoudingnoodzaak;</b> In het kilometervak bevindt zich een stuk natuur wat behouden moet blijven of niet.			