

Klimaatrisico's van natuurbranden in Nederland

Een analyse in de context van de herziening van de Nationale Klimaatadaptatie Strategie

C.R. Stoof, M.J.E. van Marle, B. Noyons en A. Cormont

WOT-technical report 300



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Klimaatrisico's van natuurbranden in Nederland

Dit WOT-technical report is gemaakt conform het Kwaliteitsmanagementsysteem (KMS) van de unit Wettelijke Onderzoekstaken (WOT) Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research.

WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) te ondersteunen. WOT Natuur & Milieu zorgt voor rapportages en data voor (inter)nationale verplichtingen op het gebied van agromilieu, biodiversiteit en bodeminformatie, en werkt mee aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving zoals de Balans van de Leefomgeving.

Disclaimer WOT-publicaties

De reeks 'WOT-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor WOT Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Het PBL is een inhoudelijk onafhankelijk onderzoeksinstituut op het gebied van milieu, natuur en ruimte, zoals gewaarborgd in de Aanwijzingen voor de Planbureaus, Staatscourant 3200, 21 februari 2012.

Dit onderzoeksrapport draagt bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals Natuurverkenning, Balans van de Leefomgeving en andere thematische verkenningen.

Het onderzoek is gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN). Vanuit de Wettelijke Onderzoekstaken WOT-04 Natuur & Milieu (project Klimaatrisico's en adaptatie natuur; WOT-04-011-045.01) en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) binnen de SITO-PS thematafel Klimaatadaptatie (KAM13).

Klimaatrisico's van natuurbranden in Nederland

Een analyse in de context van de herziening van de Nationale Klimaatadaptatie Strategie

Cathelijne R. Stoof¹, Margreet van Marle², Benthe Noyons², Anouk Cormont³

1 Wageningen University

2 Deltares

3 Wageningen Environmental Research

BAPS-projectnummer WOT-04-011-045.01

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, maart 2026

WOT-technical report 300

ISSN 2352-2739

DOI 10.18174/711301

Referaat

Stoof, C.R., M.J.E. van Marle, B. Noyons, A. Cormont (2026). *Klimaatrisico's van natuurbranden in Nederland; Een analyse in de context van de herziening van de Nationale Klimaatadaptatie Strategie*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-technical report 300.

Dit rapport beschrijft de huidige klimaatrisico's van natuurbranden in Nederland, en geeft een prognose van de risico's in de toekomst. Om de risico's effectief te kunnen beheersen is systematische dataverzameling van natuurbranden en de gevolgen ervan essentieel. Wettelijke borging van deze statistieken is noodzakelijk om een kennisbasis te garanderen. Adaptatiemaatregelen kunnen dan worden genomen op basis van internationale best practices in wetenschap en praktijk. Nederland is op dit moment onvoldoende voorbereid op natuurbranden van nu en die van de toekomst. Het huidige beleid is vooral gericht op de bestrijding van natuurbranden en in sommige gevallen preventie door waarschuwing. Om in de toekomst beter voorbereid te zijn op de klimaatrisico's die leiden tot natuurbranden, kunnen verschillende beleidskeuzes worden gemaakt. Een integrale aanpak op basis van meerlaagsveiligheid (bewustzijn, preventie, mitigatie, bestrijding, herstel) met een sterke samenwerking tussen sectoren is op basis van internationale lessen waarschijnlijk effectiever dan een technologische benadering.

Dit rapport is tot stand gekomen door een samenwerking tussen Wageningen University & Research en Deltares.

Trefwoorden: natuurbrand, bosbrand, heidebrand, risico, klimaatverandering, klimaatadaptatie.

Abstract

Climate-related wildfire risks in the Netherlands: An analysis for the revision of the National Climate Adaptation Strategy

This report describes the current wildfire risk in the Netherlands due to climate change and gives a prognosis of future risks. To effectively manage this risk, it is essential to systematically collect data on wildfires and their consequences. These statistics must have a statutory basis to secure and maintain a knowledge base. Adaptation measures can then be taken based on international scientifically-based best practices. At the moment, the Netherlands is insufficiently prepared for the wildfires of today and those of the future. Current policy is geared primarily to fire suppression and in some cases prevention by issuing warnings. There are various policy options to improve future preparedness for climate-related wildfire risks. Based on international lessons, an integrated approach rooted in the multiple layers of safety (awareness, prevention, mitigation, response, recovery) with robust multisector cooperation is likely more effective than a technological approach.

This report is a joint product of Wageningen University & Research and Deltares.

Foto omslag: Cathelijne Stoof

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/711301>.

© 2026 **Wageningen Environmental Research**

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 49 92; e-mail: cathelijne.stoof@wur.nl

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (unit binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research),

Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 54 71, info.wnm@wur.nl, www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.



Dit werk is gelicentieerd onder de Creative Commons CC-BY-NC licentie. Zie voor de licentievoorwaarden: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.nl>

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

WOT Natuur & Milieu aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Woord vooraf

Vanuit zes ministeries is het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) gevraagd om in de periode 2022–2026 een nieuwe monitor van huidige én toekomstige klimaatrisico's op te zetten. Op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) wordt daarbij tevens het klimaatadaptatiebeleid gevolgd, zodat inzicht ontstaat in zowel de risico's als de voortgang van adaptatiemaatregelen.

Vanuit bovenstaand kader hebben onderzoekers van Wageningen University & Research (WUR) en Deltares bijgedragen aan het in beeld brengen van de huidige klimaatrisico's van natuurbranden in Nederland. Daarnaast wordt een prognose van de risico's in de toekomst gegeven, evenals inzicht in mogelijke adaptatiestrategieën richting 2050 en 2100. De resultaten leveren een belangrijke bouwsteen voor de verdere ontwikkeling van de integrale klimaatrisicomonitor van het PBL.

Inhoud

Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
1.1 Probleemstelling	13
1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen	14
1.3 Disclaimer	14
2 Natuurbranden in beleid	15
2.1 Huidig beleid	15
2.2 Toekomstig beleid	16
3 Huidig natuurbrandrisico	18
3.1 Natuurbrandrisico's bepalen is complex	18
3.2 Bestaande datasets	20
3.2.1 Natuurbrandrisico.nl	20
3.2.2 Risicokaart.nl	22
3.2.3 Risico Index Natuurbranden (RIN)	23
3.2.4 Klimaateffectatlas	25
3.2.5 Gevoeligheid voor langdurige natuurbranden (>24 uur)	26
3.2.6 Risico en klimaatadaptatie voor bermbranden	27
3.2.7 Analyse van huidige aanpak	28
3.3 Bepalen van huidig natuurbrandrisico	29
3.3.1 Raamwerk voor het bepalen van gevolgen	30
3.3.2 Casussen	33
3.3.3 Resultaten gevolgeninschatting	35
3.3.4 Conclusies huidig klimaatrisico natuurbrandrisico	40
4 Toekomstig natuurbrandrisico	42
4.1 Natuurbrandregime en klimaatverandering	42
4.1.1 Veranderend natuurbrandregime	42
4.1.2 Klimaatverandering	43
4.2 Ruimtelijke verdeling klimaateffecten natuurbrandrisico	45
4.2.1 Ruimtelijke schaal	46
4.2.2 Verwachte verandering in aantal natuurbranden op basis van verandering in neerslagtekort en gemiddeld laagste grondwaterstand (BP18)	47
4.2.3 Veranderingen in brandgevoelige vegetatie	48
4.2.4 Veranderingen in meteorologische kenmerken	49
4.3 Sociaaleconomische ontwikkelingen	52
4.4 Conclusie over toekomstig natuurbrandrisico	53
5 Beleids- en adaptatiemaatregelen voor natuurbrandrisico	56
5.1 Adaptatiemaatregelen	56
5.1.1 Wat is klimaatdreiging, blootstelling, gevoeligheid en adaptatiecapaciteit voor natuurbranden	56
5.1.2 Adaptatiemaatregelen gericht op klimaatdreiging, blootstelling, gevoeligheid, adaptatiecapaciteit	57
5.1.3 Adaptatiemaatregelen gericht op het ontwikkelen van een vuurcultuur	60
5.2 Ruimtelijke verdeling van natuurbrandrisico en adaptatie	61

5.2.1	Adaptatiescenario's: transformeren en intensiveren	63
5.2.2	Effectiviteit van adaptatiemaatregelen	65
5.3	Conclusie over beleids- en adaptatiemaatregelen voor natuurbranden	66
6	Barrières om natuurbrandrisico te bepalen	67
6.1	Afweegkader	67
6.2	Kwantitatieve risicoanalyse	67
6.3	Adaptatie/beleid	67
7	Natuurbrand en andere sectoren	68
	Literatuur	70
	Verantwoording	73

Samenvatting

Vuur is onderdeel van de natuur en heeft een lange geschiedenis in het Nederlandse landschap. Natuurbrand is dus niet iets van de toekomst: er zijn nu al gemiddeld 600 natuurbranden in Nederland per jaar, en gemiddeld 400 hectare verbrand gebied per jaar. Deze branden vinden plaats in de lente (het typische natuurbrandseizoen in onze regio) en tijdens zomerdroogte, met name in heide- en bosgebieden en op de hoge zandgronden. Natuurbranden ontstaan door een complexe mix van klimaatkenmerken, vegetatie en menselijk gedrag, en zijn vaak locatie- en tijdsafhankelijk. De branden op bijvoorbeeld de Edese Heide (2025) en in de Deurnese Peel en Meinweg (2020) laten zien dat natuurbranden nu al tot maatschappelijke impact leiden. Het is de verwachting dat het aantal en de intensiteit zullen toenemen met klimaatverandering. Binnen het PBL-project 'Herijking klimaatrisico's' gaat dit rapport in op 1) de effecten van klimaatverandering op natuurbrandrisico in Nederland, en 2) mogelijke adaptatiestrategieën om deze effecten te beperken. Daarmee geeft dit rapport beleidsinformatie die gebruikt kan worden om Nederland beter voor te bereiden op de natuurbranden van nu en die van de toekomst.

Nadat het natuurbranddossier lange tijd beleidsmatig stil heeft gelegen (het laatste directe natuurbrandbeleid werd in 2002 opgegeven), is het nu sterk in ontwikkeling. Het ministerie van LNV is sinds 2024 stelselverantwoordelijk en beschouwt vuur als een natuurlijk proces waarmee geleefd moet worden, net zoals Nederland leeft met water. Natuurbrandbeheersing is nu al juridisch geborgd in o.a. de Omgevingswet. Er wordt nu gewerkt aan aanvullende normering en aanvulling van wet- en regelgeving om dit te versterken. Desondanks is natuurbrand nog een beleidsarm dossier, waarin op dit moment geen adaptatiemaatregelen zijn belegd. Hoewel het ministerie van LNV inzet op integrale natuurbrandbeheersing rust de huidige aanpak voornamelijk op het bestrijden van natuurbranden; een technologische benadering.

Natuurbrandrisico is gedefinieerd als *de combinatie van de waarschijnlijkheid (kans) en impact (gevolg) van een natuurbrand met een bepaald brandgedrag*. 'Producten' die in Nederland worden gebruikt op het gebied van (onderdelen van) natuurbrandrisico zijn onder andere de website natuurbrandrisico.nl, de Risico Index Natuurbranden en de Klimaateffectatlas. De meeste tools analyseren een beperkt onderdeel van natuurbrandrisico, alleen voor de specifieke casus van bermbrandrisico's wordt adaptatie meegenomen. In Nederland bestaat geen systematische manier om de gevolgen van natuurbranden in te schatten. Daarom hebben we een raamwerk hiervoor ontwikkeld door het PBL-afweegkader te integreren met de zes vormen van zogenaamde natuurbrandpijn (*wildfire suffering*) en gevolgcategorieën zoals die beschreven zijn in het Natuurbrandsignaal '23, met toevoeging van het thema 'publieke waarde/imago'. Het resulterende raamwerk omvat de thema's natuur en milieu, mens (fysiek, mentaal, sociaal), economie, cultuur en publieke waarde/imago. Op basis van een expert-inschatting zijn de gevolgen in kaart gebracht voor drie casussen: een duinbrand bij stedelijk gebied, gelijktijdige natuurbranden in landelijk gebied, en deze beide scenario's tegelijk om inzicht te krijgen in systeemdruk. Deze casussen laten zien dat natuurbrand in Nederland potentieel brede maatschappelijke impact heeft. De impact blijkt het grootst te zijn op natuur en milieu in kwetsbare gebieden, op fysieke gezondheid (zoals rookvorming) en op mentale gezondheid, en op de economie door uitval van vitale infrastructuur. Daarbij is bovenregionale bijstand vaak noodzakelijk. De uitval van vitale infrastructuur, en de hieruit resulterende cascade-effecten vergroten bovendien de regionale gevolgen. Gelijktijdige natuurbranden leiden tot schaarste aan personeel en materieel, zeker wanneer er tegelijkertijd bovenregionale bijstand wordt gevraagd. Deze co-incidentie veroorzaakt vertraagde respons en daarmee vaker grotere branden, wat op zijn beurt kan leiden tot verlies van vertrouwen in hulpdiensten.

Om het toekomstig natuurbrandrisico te kunnen analyseren beschrijven we de indicatoren om het natuurbrandregime in kaart te brengen. Ook bespreken we het effect van veranderingen in klimaat en vegetatie op het vóórkomen van natuurbranden, zowel semi-kwantitatief als kwalitatief. Gevolgen van socio-economische trends worden kwalitatief besproken. Op basis van de verschillende klimaatscenario's wordt vrijwel overal in Nederland een toename verwacht in het aantal natuurbranden. Hierbij zal ook een toename zijn in branden die mogelijk uit kunnen groeien tot langdurige natuurbranden. Daarnaast wordt verwacht dat de branden toenemen in intensiteit, duur en oppervlak. Daarnaast zal extreem brandgedrag door convectieve natuurbranden, waarbij sterke opstijgende luchtstromen het vuur versterken en verspreiden, vaker een

uitdaging zijn. Socio-economische trends vergroten daarbij de risico's: toename in bevolkingsgroei, recreatie, vergroting van het woon- en werkgebied, vergroening van het stedelijk gebied, toename van bos en natuur en afname van waterbeschikbaarheid. Deze vergroten gezamenlijk de kans op het ontstaan, de verspreiding, de intensiteit en de mogelijke onbeheersbaarheid van natuurbranden. Met complexere natuurbranden nemen de gevolgen daarbij hoogstwaarschijnlijk ook toe.

Er zijn verschillende beleids- en adaptatiemaatregelen mogelijk, die zich richten op het verminderen van de klimaatdreiging, blootstelling en gevoeligheid voor natuurbranden en het vergroten van de adaptatiecapaciteit. Voorbeelden van adaptatiemaatregelen zijn het meenemen van natuurbranden in ruimtelijke ordening en landschapsbeheer, een focus op slimme brandbestrijding en het opleiden van brandweermensen en terreinbeheerders, beheer en onderhoud rondom kwetsbare objecten en vitale infrastructuur, en het stimuleren van natuurbrand-adaptief bouwen. Daarnaast wordt adaptatie besproken die gericht is op de ontwikkeling van een vuurcultuur, als basis voor de benodigde verandering.

Om Nederland klimaatbestendig te maken hanteert PBL twee sterk verschillende adaptatiescenario's: 'transformeren' en 'intensiveren'. Bij intensiveren wordt ingezet op het zoveel mogelijk voorkomen en zo snel mogelijk stoppen van natuurbranden door slimme brandbestrijding (niet per se meer materieel, maar vooral meer kennis, data, specialisme), natuurbrand-adaptief bouwen en strategisch brandstofbeheer in de verdedigbare ruimte rondom objecten door lokale initiatieven. Transformeren gaat uit van de integrale benadering volgend op de principes van meerlaagsveiligheid (bewustzijn, preventie, mitigatie, bestrijding, herstel) en integrale natuurbrandbeheersing. Hierbij wordt de focus van voorkomen en stoppen van natuurbranden uitgebreid naar het voorkomen van de effecten van onbeheersbare en ongewenste effecten van natuurbranden. Daarbij wordt samengewerkt tussen overheden en belanghebbenden en worden burgers actief betrokken. Daarnaast wordt ingezet op het accepteren van natuurbranden en preventie. Ook bij ruimtelijke keuzes wordt hierbij rekening gehouden met natuurbranden. Er wordt ook actief rekening gehouden met (re)locaties van kritieke objecten zoals vitale infrastructuur. Transformeren is waarschijnlijk effectiever dan een pure focus op intensiveren.

Het gebrek aan goede langjarige data over natuurbranden in Nederland is een barrière voor het doen van een kwantitatieve risicoanalyse in Nederland. Wettelijke borging en doorontwikkeling van de huidige natuurbrandstatistiek is nodig, specifiek wat betreft de exacte locaties en perimeters, oorzaken, brandgedrag, en de (on)tastbare en (in)directe effecten. Naar de toekomst toe zijn er daarbij goede ruimtelijke kaarten nodig van socio-economische veranderingen, en landsdekkende *open source* brandstofmodellen, *live fuel moisture*, en relevante hydrologische en meteorologische data voor het modelleren van potentieel natuurbrandgedrag en gerelateerde effecten. Wat beleid betreft is het nodig om natuurbranden mee te nemen in toekomstvisies, bijvoorbeeld vanuit inschattingen van de effecten van natuurbranden in scenariostudies (bijvoorbeeld Landbouw-Natuurverkenning, Ruimtelijke Verkenning). Daarnaast wordt aanbevolen om natuurbranden structureel mee te nemen in risicoanalyses, zoals de DPRA en stresstesten. Ook wordt aanbevolen om kennis te ontwikkelen rondom publieks- of buurtinitiatieven om tuinen en huizen weerbaarder te maken.

Er bestaan een aantal dwarsverbindingen tussen natuurbrandrisico en andere sectoren die worden beschouwd in het project 'Herijking klimaatrisico's' (natuur, gezondheid, cultureel erfgoed, infrastructuur en landbouw); we beschrijven kort hoe deze dwarsverbanden verder uitgewerkt kunnen worden.

Samenvattend beschrijft dit rapport de huidige klimaatrisico's van natuurbranden in Nederland, en geeft het een prognose van de risico's in de toekomst. Om de risico's effectief te kunnen beheersen is systematische dataverzameling van natuurbranden en de gevolgen essentieel. Wettelijke borging van deze statistieken is noodzakelijk om een kennisbasis te garanderen waarop adaptatiemaatregelen kunnen worden gebouwd op basis van internationale *best practices* in wetenschap en praktijk. Nederland is op dit moment onvoldoende voorbereid op natuurbranden van nu en die van de toekomst. Het huidige beleid is vooral gericht op de bestrijding van natuurbranden en in sommige gevallen preventie door waarschuwing. Om in de toekomst beter voorbereid te zijn op de klimaatrisico's die leiden tot natuurbranden, kunnen verschillende beleidskeuzes worden gemaakt. Een integrale aanpak op basis van meerlaagsveiligheid met sterke samenwerking tussen sectoren, als onderdeel van een transformeren-scenario is op basis van internationale lessen waarschijnlijk effectiever dan de technologische benadering van een intensiveren-scenario.

Summary

Fire is part of nature and has a long history in the Dutch landscape. Wildfires are not just a thing of the future: on average, there are already 600 wildfires in the Netherlands each year, with 400 hectares burned each year. These fires occur in Spring (the typical fire season in our region) and during Summer drought, particularly on heathland and in forested areas and on high sandy soils. Wildfires are caused by a complex interplay of climatic conditions, vegetation and human behaviour, and are often location and time dependent. For example, the fires on the Edese Heide (2025) and in the Deurnse Peel and Meinweg (2020) show that wildfires already have societal impacts. It is expected that the number and intensity of wildfires will increase as a result of climate change. As part of the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL) project 'Review of climate risks' (Herijking klimaatscenario's), this report examines 1) how climate change affects the risk of wildfires, and 2) possible adaptation strategies to limit these effects. This information informs policymaking to improve preparedness for the wildfires of today and those of the future.

Wildfire policy has been on hold for a long time (the last specific wildfire policy was abandoned in 2002), but is now under significant development. The Ministry of Agriculture, Fisheries, Food Security and Nature has been responsible for policy on wildfires since 2024 and considers fire to be a natural process to live with, in the same way that the Netherlands lives with water. Fire management already has a legal basis in the Dutch Environment and Planning Act; additional standards and supplementary legislation to back this up are in preparation. Nevertheless, there is little policy on wildfires, with no adaptation measures currently in place. Although the ministry is intent on integrated fire management, the current approach consists mainly of fire fighting – a technological approach.

Wildfire risk is defined as the combination of the probability (risk) and impact (consequences) of a wildfire with a specific fire behaviour. 'Products' on (aspects of) wildfire risk that are used in the Netherlands include the natuurbrandrisico.nl website and the Risk Index Wildfires (Risico Index Natuurbranden) and the Climate Impact Atlas (Klimaat-effectatlas). Most tools analyse a limited aspect of fire risk, and adaptation measures are limited to the specific case of roadside fires. In the Netherlands there is no systematic method to estimate fire impacts. We have therefore developed a framework for this by integrating the PBL assessment framework with the six types of 'wildfire suffering', as well as 'public value/image'. The resulting framework encompasses the fields of nature and environment, humans (physical, mental, social), economy, culture and public value/image. Based on expert assessment, the impacts of three scenarios were identified: a wildfire in the dunes near an urban area, simultaneous wildfires in a rural area, and both of these scenarios occurring at the same time to highlight the pressure on the fire management system as a whole. These cases show that wildfires have the potential to cause considerable societal impact in the Netherlands. The impact is greatest on nature and environment in vulnerable areas, on physical health (e.g. smoke) and mental health, and on the economy as a result of the failure of critical infrastructure. In such cases assistance from outside the region is often essential. Moreover, failure of critical infrastructure, and the resulting cascade effects, exacerbate the regional impacts. Simultaneous wildfires lead to a shortage of personnel and equipment, especially when assistance from outside the region is requested. This co-occurrence causes a delayed response and consequently more frequent larger fires, which in turn can lead to the loss of confidence in the emergency services.

To analyse future wildfire risk, we describe the indicators used to characterise the fire regime. We also discuss the effect of changes in the climate and vegetation on the occurrence of wildfires, both semi-quantitatively and qualitatively. The consequences of socio-economic trends are discussed qualitatively. Based on various climate scenarios, we expect an increase in the number of wildfires almost everywhere in the Netherlands. This will include an increase in the number of fires that could develop into longer-duration wildfires. In addition, it is expected that the intensity, duration and size of fires will increase. Furthermore, extreme fire behaviour caused by convective wildfires – where strong updraughts intensify and spread the fire – will become a more frequent challenge. Socio-economic trends exacerbate these risks: population growth, recreation, expansion of residential and employment areas, greening of urban areas, expansion of forest cover and natural areas, and reduced availability of water. Together these factors increase the risk of

the occurrence, spread, intensity and possible uncontrollability of wildfires. As wildfires become more complex, the consequences are also highly likely to increase.

There are various possible policy and adaptation measures to reduce the threat of climate change, and limit exposure and vulnerability to wildfires, and to increase adaptation capacity. Examples of adaptation measures are including wildfires in spatial planning and landscape management, focusing on smart firefighting and training firefighters and land managers, site management around vulnerable objects and critical infrastructure, and encouraging fire-adapted construction. In addition, adaptation geared to the development of a fire culture as a basis for the necessary change is discussed.

PBL works with two very different adaptation scenarios for making the Netherlands climate-resilient: 'transformation' and 'intensification'. Intensification involves maximising prevention and stopping fires as soon as possible through smart firefighting (not necessarily involving more equipment, but mainly through better know-how, data and specialism), fire-adapted construction and local initiatives for strategic fuel management in the defensible space around objects. Transformation is based on an integrated approach according to the principles of multilayer safety (awareness, prevention, mitigation, response, recovery) and integrated fire management. It expands the focus from prevention and stopping wildfires to include preventing the impacts of uncontrollable and undesirable effects of wildfires, involving collaboration between government agencies and stakeholders and the active involvement of the public. It also promotes acceptance and prevention of fire and taking wildfires into account in landscape planning. Locating and relocating critical objects such as vital infrastructure is also actively considered. Transformation is likely more effective than focusing purely on Intensification.

The lack of reliable long-term data on wildfires in the Netherlands is a barrier to conducting a quantifying risk analysis. A statutory basis for and further development of the existing wildfire statistics are needed, specifically concerning the exact locations and perimeters, causes, fire behaviour and (in)tangible and (in)direct impacts. Looking ahead, accurate maps will be needed of socio-economic changes as well as open-source fuel models covering the whole country, live fuel moisture data, and relevant hydrological and meteorological data for modelling potential fire behaviour and related effects. Concerning policy, wildfire should be considered in vision documents, for example based on estimates of the impacts of wildfires in scenario studies (e.g. the Agriculture–Nature Outlook and Spatial Outlook). In addition, it is recommended that wildfires are systematically included in risk analyses, such as the Delta Programme for Spatial Adaptation and stress tests. We also recommend to develop knowledge on public and neighbourhood initiatives to make gardens and homes more fire-resilient.

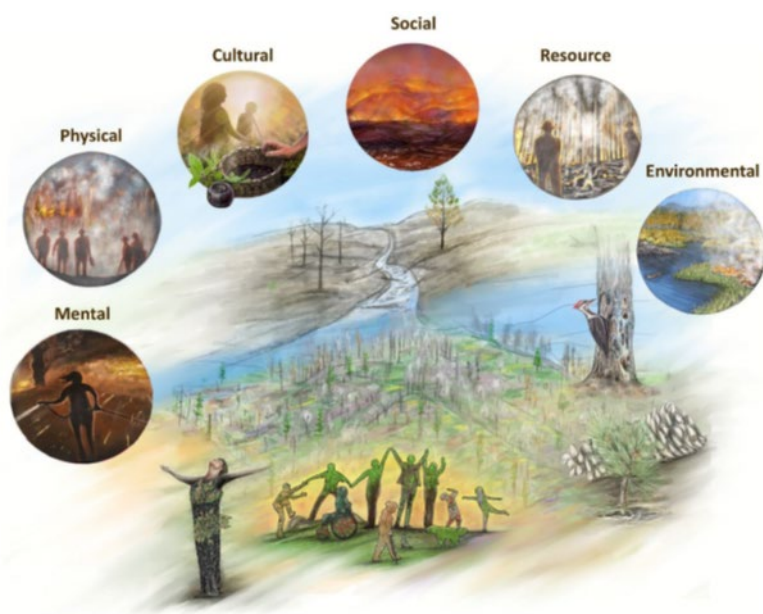
A number of connections exist between wildfire risk and other sectors addressed in the 'Review of climate risks' project (nature, health, cultural heritage, infrastructure and agriculture); we identify these connections and briefly describe how they can be addressed.

In summary, this report describes the current climate-related wildfire risk in the Netherlands and gives a prognosis of future risks. To effectively manage these risks, it is essential to systematically collect data on wildfires and their impacts. A statutory basis for these statistics is needed to secure and maintain a knowledge base for developing adaptation measures based on international scientifically-based best practices. At the moment the Netherlands is insufficiently prepared for wildfires now and in the future. Current policy is geared primarily to fighting fires and in some cases prevention by issuing warnings. There are various policy options to improve future preparedness for the risk of wildfires due to climate change. Based on international lessons, an integrated approach rooted in the multiple layers of safety (awareness, prevention, mitigation, response, recovery) with robust multisector cooperation is likely more effective than a technological approach.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Vuur is onderdeel van de natuur, ook in een relatief nat land als Nederland. Hoewel de meeste mensen natuurbranden associëren met andere delen van Europa, komen er jaarlijks gemiddeld 600 natuurbranden voor in Nederland (Stoof et al. 2024). De verwachting is dat dit toe zal nemen met klimaatverandering (Lambrechts et al. 2024). De meeste van deze branden zijn klein, maar een opsomming van effecten laat zien dat ook kleine branden aanzienlijke gevolgen kunnen hebben (Stoof et al. 2024). De effecten van natuurbranden zijn divers (figuur 1.1). De sociaal-maatschappelijke impact van natuurbrand in Nederland omvat nu al hinder op snelwegen, spoorwegen en scheepvaart, evacuaties van duizenden mensen, rookoverlast, afgebrande huizen, verkeersongelukken, en zelfs dodelijke slachtoffers. Natuurbranden hebben onder andere al geleid tot evacuaties van campings, dorpen, verzorgingshuizen, Nationaal Park de Hoge Veluwe en het Kröller-Müller Museum, een jeugdgevangenis en een daklozenopvang (Stoof et al. 2024). Desondanks is natuurbrand een beleidsarm dossier zonder wet- en regelgeving, al ontwikkelt deze zich recent in een sneltreinvaart. Met de toename van natuurbrandgevaar door klimaatverandering is er een urgentie om natuurbrandrisico toe te voegen aan de Nationale klimaatadaptatiestrategie (NAS) en ander beleid. Dit rapport vormt daar de basis voor.



Figuur 1.1 De effecten van natuurbrand zijn zeer divers (Newman Thacker et al. 2025).

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) voert een langjarig programma uit voor de verkenning en evaluatie van klimaatrisico's en klimaatadaptatiebeleid. Dit programma bestaat uit:

1. analyse van de huidige klimaatrisico's, waarvan de resultaten in 2024 zijn gepubliceerd (Van Gaalen et al. 2024b);
2. verkenning van toekomstige klimaatrisico's;
3. evaluatie van het klimaatadaptatiebeleid, en oplevering van een langetermijnontwerp voor een effectief monitoring- en evaluatiesysteem voor de periode na 2026.

Dit programma levert (nieuwe) informatie voor de herijking van de NAS en een beoogde herziening van het Deltaprogramma Zoetwater – beide voorzien in 2026. Het PBL-programma voor herijking van klimaatrisico's omvat veel verschillende sectoren, dit rapport gaat in op de sector 'natuurbranden'.

1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen

Het doel van dit rapport is inzicht geven in:

1. de effecten van klimaatverandering op natuurbrandrisico in Nederland;
2. mogelijke adaptatiestrategieën om deze effecten te beperken.

Dit rapport kan daarbij de basis vormen voor het toevoegen van natuurbranden in beleid in Nederland, om het land beter voor te bereiden op de natuurbranden van nu en die van de toekomst.

De volgende onderzoeksvragen worden geadresseerd:

1. Welke toekomstige klimaatrisico's moeten worden meegenomen en welke indicatoren kunnen worden gebruikt om deze risico's te beoordelen?
2. Hoe kunnen toekomstige risico's worden beoordeeld (d.w.z. berekend, geschat of beschreven) op basis van verschillende combinaties van context- en beleidsscenario's?
3. Welke beleidsmaatregelen en welke aanpassingsmaatregelen zijn relevant en moeten daarom worden opgenomen in de voorgestelde beleidsscenario's?

1.3 Disclaimer

Dit rapport geeft een zo goed mogelijk overzicht van de huidige kennis van de effecten van klimaatverandering op natuurbrand(risico) in Nederland. Dit vakgebied is in enorm snelle ontwikkeling, zowel nationaal als internationaal. Niet zelden blijkt daaruit dat die impacts en risico's anders zijn en/of zich sneller voordoen dan verwacht. Daarnaast komen ook meer data beschikbaar over natuurbranden in Nederland, en ook beleidsmatig ontwikkelt dit dossier zich erg snel. Een periodieke update van de beschikbare analyses en adviezen is dan ook aan te bevelen, om te voorkomen dat analyses met verouderde data en inzichten worden gevoed.

2 Natuurbranden in beleid

2.1 Huidig beleid

Het natuurbranddossier in Nederland is volop in ontwikkeling. Nadat het laatste directe beleid in 2002 werd opgeheven (figuur 2.1) heeft dit onderwerp lange tijd stilgelegen. Hoewel er geen directe wet- en regelgeving is over bijvoorbeeld natuurbrandbeheersing, statistieken en educatie en voorlichting, bevindt dit dossier zich op dit moment in een stroomversnelling. In 2024 heeft het ministerie van LVVN natuurbrand officieel erkend als hun verantwoordelijkheid. Het dossier was tot dan toe nergens officieel belegd op ministerieel niveau, waardoor eigenaarschap miste. De kamerbrief over preventie en mitigatie van natuurbranden in oktober 2024 (Rummenie 2024) laat de vooruitstrevendheid zien van de overheid wat betreft haar visie op vuur:

"Belangrijk is om hierbij wel ervan bewust te zijn dat alle natuurbranden voorkomen en onderdrukken niet mogelijk is. Er zal een bepaalde mate van risicoacceptatie moeten zijn. Net als water, is vuur onderdeel van de natuur. Vuur volledig uitsluiten kan onbedoelde consequenties hebben en is praktisch onhaalbaar. Vergelijkbaar met de gedachte achter 'Ruimte voor de Rivier', is het streven om vuur op een beheersbare manier onderdeel te laten zijn van het landschap." (Rummenie 2024)

De overheid beschouwt vuur als natuurlijk proces waarmee geleefd moet worden, net zoals Nederland leeft met water. Ruwweg 90% van het geld dat wordt besteed aan natuurbranden wordt uitgegeven aan de bestrijding van brand. Brandbestrijding is echter niet meer genoeg om het risico te beheersen. Een visie over leven met vuur is daarom een innovatieve basis voor proactief beleid over natuurbrandbeheersing, gebaseerd op kennis.

In 2002, 8 years after the collection of dedicated 'forest and nature fire statistics' was halted, the only forest fire policy in the country was abolished (SER 2002), completing the fire prevention paradox. This policy required land owners to maintain fire breaks and a specified road density to ensure forest accessibility to the fire service, while also prescribing a maximum height of forest slash piles and windrows. While this policy did not prescribe management regarding vertical connectivity of fuels, it did have requirements to avoid the use of 'Pinus and other flammable species' in forests adjoining heathland, natural grassland or other flammable vegetation (Bosschap 1962). As outlined in the retraction announcement (SER 2002), the policy was abolished because (1) it only considered forest, not other vegetation types; (2) forest fire was increasingly considered less of a problem, with 'fire suppression being so effective that larger fires practically do not occur anymore', and (3) the Dutch forest was considered increasingly less flammable because 'flammable forest stands are not planted anymore, small-scale forest management, an increasing proportion of deciduous trees in the crown layer, and the development of a vital shrub layer' (SER 2002). Despite a few local initiatives, there is currently no national, regional or local policy instrument regarding wildfire risk or impact prevention, reduction or mitigation.

Figuur 2.1 Opheffing van de bosbrandverordening (Bosschap 1962) in 2002, zoals besloten is door de SER (2002) en beschreven is in Stoof et al. (2024).

De kamerbrief van 5 september 2025 gaat in op de juridische borging van taken en bevoegdheden rondom natuurbranden in Nederland (Rummenie 2025). In deze brief kondigt de staatssecretaris de ontwikkeling aan van wet- en regelgeving, met de mogelijkheid voor bestuurlijke afspraken om de tussenliggende periode te overbruggen. Maar ook nu al is natuurbrandbeheersing juridisch geborgd:

"In de bestaande wet- en regelgeving zijn al relevante taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden geformuleerd die zich toespitsen op het beschermen van de fysieke leefomgeving en de samenleving. Waaronder de zorgplicht zoals deze is geformuleerd in de Omgevingswet, op grond waarvan eenieder voldoende zorg moet

dragen voor de fysieke leefomgeving. Ook in andere wetgeving, zoals de Wet veiligheidsregio's zijn verantwoordelijkheden opgenomen ten aanzien van (natuur)brandbeheersing. Hoewel er al belangrijke taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden zijn vastgelegd, kan aanvullende normering en verdere aanvulling van de wet- en regelgeving het stelsel van natuurbrandbeheersing verder versterken.” (Rummenie 2025)

De zorgplicht voor de fysieke leefomgeving in de Omgevingswet betekent dat er een verplichting is om (zoveel mogelijk) negatieve effecten op de fysieke leefomgeving te beperken. Voor natuurbrand betekent dit in feite dat het risico op natuurbranden, rampen en crises moet worden afgewogen, en preventie, mitigatie en bestrijding moeten worden meegenomen in omgevingsplannen (Tersmette et al. 2023b). Naast de Omgevingswet en de Wet veiligheidsregio's kan natuurbrand ook worden beschouwd in het licht van bijvoorbeeld het droogteprotocol dat binnen Rijkswaterstaat wordt ontwikkeld, en plannen rond waterbeheer en droogte binnen het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW). Natuurbrand moet daarnaast ook goed worden meegenomen in de context van klimaatstresstesten die elke zes jaar door overheden moeten worden uitgevoerd in het kader van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA).

Wat betreft directe initiatieven die gericht zijn op natuurbranden bestaat er een verscheidenheid aan initiatieven die door de sector zijn geïnitieerd. Voorbeelden hiervan zijn lokale initiatieven voor risicocommunicatie en preventie (figuur 2.2), initiatieven rondom natuurbeheer (Newman Thacker et al. 2023, Tersmette et al. 2023a), brandbestrijding (figuur 2.2) en het heropstarten van de verzameling van natuurbrandstatistiek (Stoof et al. 2024).

Natuurbrand is dus een nog beleidsarm dossier, waarin op dit moment geen adaptatiemaatregelen zijn belegd. De voormalige minister van LNV, minister Van der Wal, heeft de wens uitgesproken voor integraal natuurbrandbeheer. De huidige aanpak rust vooralsnog op het bestrijden van natuurbranden, een technologische benadering.



Figuur 2.2 Publiekscampagnes voor natuurbrandpreventie van de gemeente Breda en gemeente Nunspeet en een voorbeeld van innovatie op het gebied van brandbestrijding.

2.2 Toekomstig beleid

De ontwikkeling van toekomstig beleid en de wet- en regelgeving is op dit moment in volle gang. Naast de visie op leven met vuur (Rummenie 2024) wordt daarbij ook het concept van meerlaagsveiligheid (bewustzijn, preventie, mitigatie, bestrijding, herstel) sterk omarmd (Rummenie 2025).

Kernpunten die wij adviseren voor de ontwikkeling van natuurbrandbeleid, wet- en regelgeving zijn:

- integrale natuurbrandbeheersing;
- begrijpen van de situatie: ontwikkeling van beleid op basis van systematische dataverzameling over natuurbranden (waar, wanneer en waarom het brandt, wat er brandt, hoe het brandt) en de gevolgen ervan;
- bewustwording;
- facilitatie van het gebruik van vuur als beheermaatregel;

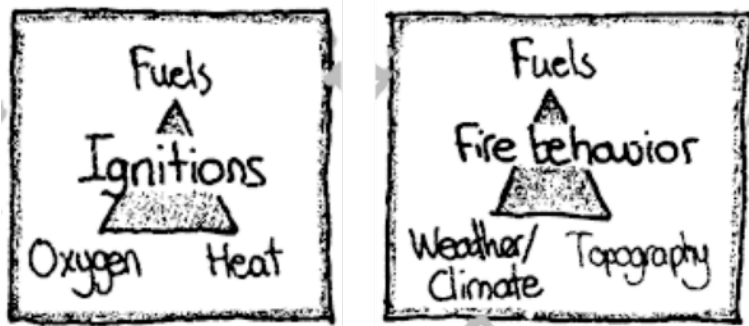
-
- natuurbrand meenemen in ruimtelijke ordening en landschapsbeheer;
 - natuurbrand onderdeel van onderzoek en onderwijsketen;
 - slimme brandbestrijding en opleiden van brandweermensen en terreinbeheerders;
 - beheer en onderhoud rondom (vitale) infrastructuur;
 - het stellen van normen aan bebouwing en vitale infrastructuur wat betreft materiaal eigenschappen.

Hoofdstuk 5 van dit rapport geeft een beknopt overzicht van mogelijke adaptatiemaatregelen die invulling kunnen geven aan dit beleid.

3 Huidig natuurbrandrisico

3.1 Natuurbrandrisico's bepalen is complex

Natuurbrandrisico is een rekbaar begrip, zowel internationaal wetenschappelijk, als in Nederland in de praktijk. Een review van Johnston et al. (2020) beschrijft hoe de term *wildland fire risk* vroeger simpel werd gebruikt voor het aantal natuurbranden, zonder referentie naar de mogelijke effecten. Dit was een stuk anders dan de traditionele definitie van risico in het bredere vakgebied van *natural hazards*, waar risico zowel het vóórkomen als de mogelijke effecten omvat. Johnston et al. (2020) geven aan dat de term 'natuurbrandrisico' nog steeds voor een velerlei doelen wordt gebruikt, maar dat de bredere definitie die wordt gebruikt in de *natural hazards*-discipline toeneemt in natuurbrandstudies. Wij volgen hier die bredere definitie, waarbij **natuurbrandrisico een functie is van de waarschijnlijkheid (kans) en impact (gevolg) van de brand**. De waarschijnlijkheid van die brand gaat specifiek over de waarschijnlijkheid van een variatie aan brandgedrag - *fire behavior probability* (Finney 2005), omdat het effect van een natuurbrand sterk wordt bepaald door hoe het brandt.



Figuur 3.1 Twee vuurdriehoeken die het ontstaan van natuurbranden (links) en het brandgedrag samenvatten: brandstof, zuurstof en een warmtebron (ontsteking), en brandstof, weer/klimaat en topografie (natuurbrandgedrag).

Het ontstaan en de verspreiding van natuurbranden kan worden samengevat in twee veelgebruikte vuurdriehoeken (figuur 3.1), die de belangrijkste factoren achter natuurbranden omvatten: brandstof, weer/klimaat en warmte (ontstekingsbron). Er moet voldoende vegetatie (brandstof) beschikbaar zijn om te verbranden, die brandstof moet droog genoeg zijn om te verbranden (gecontroleerd door weer en klimaat) en er moet een vonk zijn die een brand kan veroorzaken. Gras en dunne takjes vatten gemakkelijker vlam dan dikkere takken of boomstammen. Wind is een belangrijk onderdeel dat de verspreiding van brand aanjaagt. Hoewel natuurbranden ook bij warm weer kunnen voorkomen, kunnen ze zich ook snel verspreiden bij koud weer en zelfs bij temperaturen onder nul (Log, 2016), wat aangeeft dat de rol van de luchttemperatuur niet zo eenvoudig is als soms wordt gedacht. De ontstekingsoorzaak van een natuurbrand kan variëren van natuurlijke oorzaken (bijvoorbeeld bliksem) tot menselijke oorzaken (bijvoorbeeld achtergelaten barbecues, vuurwerk, vonken van treinen of elektrische bedrading en brandstichting (Stoof et al. 2024).

Het is moeilijk te bepalen hoe vaak natuurbranden van een bepaalde intensiteit en duur voorkomen (de zogeheten herhalingstijd), omdat het ontstaan en de verspreiding ervan afhankelijk zijn van veel locatie- en situatie-specifieke factoren, zoals vegetatie en ontstekingsbronnen (figuur 3.1, 3.2). Wanneer ook de vertaalslag naar verspreiding en duur van een brand wordt gemaakt (figuur 3.2), dan is dit een complexe samenloop van een variatie aan factoren:

- vegetatie (die invloed heeft op de zowel de duur als de intensiteit van een brand);
- bodem/ondergrond (die een sterk effect heeft op vegetatietype en -status, en die door de aanwezigheid van organisch materiaal zoals strooisel of veen een bepalend effect heeft op de duur van de brand en de mogelijkheid tot smeulen en langdurige rookoverlast);
- topografie (die van invloed kan zijn op de verspreiding);
- lokale weerkenmerken en droogte (die zowel de ontstekingskans als de brandverspreiding beïnvloeden).

Daarnaast spelen de snelheid van het ontdekken van de brand een rol, de bereikbaarheid van een brandlocatie en de nabijheid van een brandweerpost of getrainde terreinbeheerders. Om het risico vervolgens volledig in beeld te krijgen, is ook inzicht nodig in de gevolgen van een natuurbrand. Die kunnen worden uitgedrukt in bijvoorbeeld kwetsbare objecten/personen, waardevolle natuur en de verliezen/schade door uitval van diensten (figuur 3.2). Het risico zal vervolgens moeten worden afgewogen om te kunnen prioriteren en handelen naar specifieke verwachtingen.



Figuur 3.2 Schematisch overzicht van de kenmerken die een rol spelen in de verschillende onderdelen van een risicoanalyse specifiek voor natuurbranden (Van Marle et al. 2021).

Het bovenstaande geeft aan dat er een grote variatie aan factoren is die van belang zijn bij het bepalen van natuurbrandrisico (figuur 3.1, 3.2), waarvan verschillende componenten kunnen veranderen richting de toekomst. Modelleren van natuurbrandgedrag is een van de manieren waarop locatie- en situatiespecifieke omstandigheden kunnen worden meegenomen in een analyse van het potentiële risico. Voor een Nederlandse casus hebben Stooft et al. (2020) na de brand in de Deurnese Peel met natuurbrandmodelleren geanalyseerd wat het mogelijke effect is van natuurherstel op brandgedrag, nu en in de toekomst. Newman Thacker (2026) gebruikt een vergelijkbare methode voor een aantal natuurgebieden in Europa en de Verenigde Staten, maar alhoewel deze studies een verandering van vegetatie analyseren wordt niet gekeken naar impact.

Internationaal wordt als alternatief voor modelleren van brandgedrag statistische modelleren van toekomstig natuurbrandrisico gebruikt, waarbij opgelet moet worden hoe risico wordt gedefinieerd. An et al. (2015) bijvoorbeeld definiëren risico als de ratio tussen verbrand gebied en het totale oppervlak dat bebost is. Dit is niet geheel in lijn met het concept dat risico de functie is van kans en effect, ondanks dat niet alleen projecties van klimaat, maar ook van bevolkingsdichtheid meegenomen zijn in deze studie. Ook in het werk van Bryant and Westerling (2014) wordt zowel bevolkingsdichtheid als klimaat beschouwd met een statistisch natuurbrandmodel. Het interessante aan deze studie is de manier waarop de kans op natuurbranden (*burn probability*) wordt bepaald met historische natuurbrandstatistieken en de analyse van de kwetsbaarheid van huizen tijdens brand. Littell et al. (2018) doen ook een toekomstanalyse, en gebruiken een ecologisch geïnformeerd klimaat-vuurmodel, maar beschouwen dan weer geen effect op mensen. Zhang et al. (2024) analyseerden het effect van zowel klimaatscenario's als *shared socioeconomic pathways* als maat voor socio-economische veranderingen op wereldschaal, maar focussten zich vervolgens op de grootte van het verbrandde oppervlak. Dus ondanks dat klimaat en maatschappij mee werden genomen in de input werd de maatschappij niet ook betrokken in de output van het model. Hetzelfde lijkt het geval te zijn voor lopend onderzoek in het EU-project FIRE-RES¹. Die studie biedt echter wellicht wel interessante inzichten voor Noordwest-Europa aangezien de analyse wordt toegespitst op de verschillende Europese bioregio's, o.a. gebruikmakend van gegevens over (grotere) natuurbranden, landgebruik, en populatie. Voor Nederland zal het werk waarschijnlijk niet heel veel inzicht geven aangezien alleen natuurbranden groter dan 30 ha worden meegenomen in de analyse, waarvan er maar erg weinig zijn in Nederland.

¹ FIRE-RES - Innovative solutions for fire resilient territories in Europe - FIRE RES

3.2 Bestaande datasets

In Nederland wordt in de praktijk (onderdelen van) natuurbrandrisico op verschillende manieren in kaart gebracht en gecommuniceerd, via de brandweerwebsite natuurbrandrisico.nl, de overheidswebsite Risicokaart.nl en via de Risico Index Natuurbranden (RIN). Daarnaast wordt natuurbrandrisico beschouwd in de Klimaateffectatlas, en zijn de gevoeligheid voor langdurige natuurbranden (>24 uur) en het risico en de klimaatadaptatie voor bermbranden in kaart gebracht. In deze paragraaf bespreken en vergelijken we deze producten wat betreft het doel en gebruik, ruimtelijk detail, publieke beschikbaarheid van data, en methoden. Ook evalueren we in welke mate de producten een analyse maken in de internationale context van risico: de combinatie van het optreden van natuurbranden als de mogelijke effecten.

3.2.1 Natuurbrandrisico.nl

Ontwikkeld door: brandweer²

Doel en gebruik

De website natuurbrandrisico.nl bevat een kaart (figuur 3.3) met de huidige status van het gevaar voor uitbreiding van een natuurbrand: regulier risico (fase 1) en extra alert (fase 2). Deze informatie wordt gebruikt voor verschillende doelen, bijvoorbeeld:

1. als publieksvoorlichting: in sommige natuurterreinen staan bordjes die naar de website verwijzen;
2. voor de inzet van de brandweer: in sommige veiligheidsregio's bepaalt de fase het aantal voertuigen dat standaard uitrukt bij een natuurbrandmelding;
3. als basis voor vergunningverlening voor gebruik van vuur in de open lucht (onthefing van stookverbod)³.



Figuur 3.3 Kaart op de website Natuurbrandrisico.nl.

Ruimtelijk detail

Per veiligheidsregio, met mogelijk harde grenzen tussen fase 1 en 2 voor naastgelegen veiligheidsregio's. Niet landsdekkend: 21 van 25 veiligheidsregio's doen mee (figuur 3.3).

Publieke beschikbaarheid

Er is een website waarop de kaart beschikbaar is die elke dag (rond middernacht) wordt geüpdatet. Een zeer beknopte uitleg wordt gegeven op de website (al mist informatie over het doel van de website en het gebruik ervan); een methodenrapport is niet beschikbaar.

² www.natuurbrandrisico.nl

³ Bijvoorbeeld [Ontheffing stookverbod | Gemeente Dinkelland](#)

Methodie

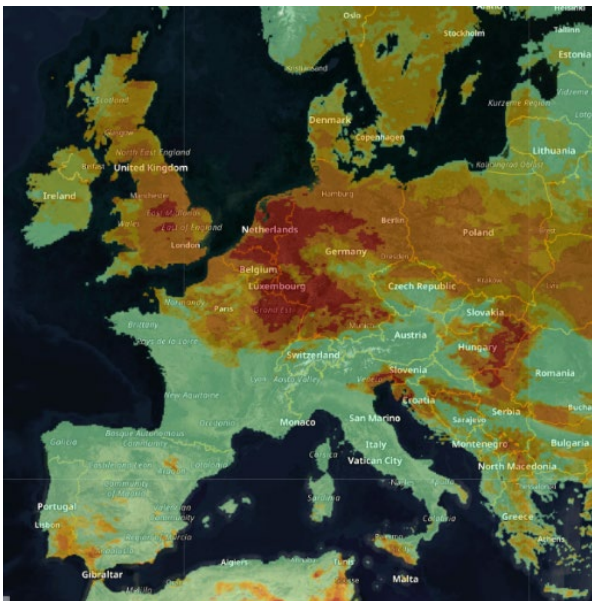
Meetstations in natuurgebieden (in de veiligheidsregio's die aangesloten zijn) meten weersgegevens op basis waarvan een indexwaarde wordt berekend. Een combinatie van indexwaarden, andere informatie en expert-analyse bepaalt de fase. De website vermeldt 'indexwaarden worden dagelijks gevolgd door een getrainde medewerker van de veiligheidsregio', wat suggereert dat de fase niet centraal wordt bepaald, maar door elke deelnemende veiligheidsregio apart.

Geeft het 'risico' weer?

Nee. Ook al heet de website natuurbrandrisico.nl, de informatie die wordt gegeven gaat waarschijnlijk over natuurbrandgevaar. Natuurbrandgevaar (*fire danger*) wordt bepaald op basis van meteorologische gegevens, en is een maat voor het mogelijke ontstaan van een natuurbrand en het mogelijke brandgedrag (snelheid, intensiteit). Het is daarmee een *onderdeel van de waarschijnlijkheid* van brandgedrag, die bepaalt in welke mate brandstof beschikbaar is en hoe snel de brand zich kan verspreiden. De website vermeldt dat de kaart natuurbrandgevaar weergeeft⁴, maar we willen aangeven dat er enige onzekerheid bestaat over de precieze parameter die wordt weergegeven op de kaart. Het is aannemelijk dat het gaat om natuurbrandgevaar vanwege de meteorologische basis van de data, maar omdat de website expliciet aangeeft dat er ook informatie wordt gebruikt van 'natuurbeheerders, [...] brandweerdkundigen uit het veld en eigen waarneming' en niet wordt gespecificeerd wat voor informatie dit is, is het niet mogelijk een harde conclusie te trekken over wat de kaart precies weergeeft.

Uitdagingen

De methode is onduidelijk: de manier waarop het faseniveau wordt bepaald is niet inzichtelijk, de manier waarop de berekening wordt gedaan wordt niet vermeld, de methode voor *expert judgement* niet gegeven en de locatie en het aantal meetstations zijn niet genoemd. Daarom is de methode niet repliceerbaar of controleerbaar. Het schaalniveau is zeer grof met scherpe grenzen, wat in de realiteit anders is. De data zijn niet landsdekkend, vier van de 25 veiligheidsregio's zijn niet aangesloten. Er wordt geen informatie gegeven over validatie van de analyses en of de verwachtingen zijn vergeleken met het voorkomen of de verspreiding van natuurbranden.



Figuur 3.4 Natuurbrandgevaar op 20 april 2020, de dag dat de branden in de Deurnese Peel en Meinweg startten: Initial Spread Index. Bron: EFFIS⁵

⁴ <https://www.natuurbrandrisico.nl/over-deze-site.html>

⁵ <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/>

Naast dat de onderliggende methode van natuurbrandrisico.nl niet duidelijk is, is het niet helder wat precies de reden is dat de website is ontwikkeld of nog wordt gebruikt. De Europese Commissie levert sinds 2007 gratis voor alle EU-landen een publiekelijk toegankelijke analyse van natuurbrandgevaar, inclusief een verwachting enkele dagen vooruit: de European Forest Fire Information System (EFFIS, figuur 3.4). Dit open-access-product valt onder het Copernicus-programma en levert onder andere continu landsdekkende verwachtingen en terugblikken van natuurbrandgevaar, met een wetenschappelijke basis. Informatie over de meerwaarde van natuurbrandrisico.nl is essentieel om een afweging te maken of nu de juiste inzichten worden gebruikt voor analyse van natuurbrandgevaar, en dus voor het bepalen van brandweerinzet en vergunningverlening.

3.2.2 Risicokaart.nl

Ontwikkeld door: Interprovinciaal Overleg (IPO)⁶

Doel en gebruik

De Risicokaart geeft burgers en professionals inzicht in risicosituaties in de woon- en leefomgeving. Deze is ontwikkeld door provincies als uitvloeisel van artikel 45 van de Wet Veiligheidsregio's. Een van de doelen van de kaart is dat het professionals moet helpen bij het voorkomen en bestrijden van rampen en zware ongevallen. De informatie op de kaart wordt onder meer gebruikt bij beleid rondom ruimtelijke ordening en handhaving, voor vergunningverlening en in rampenbestrijding en crisisbeheersing.

Ruimtelijk detail

Continue data, landelijk (figuur 3.5).



Figuur 3.5 Risicokaart.nl.

Publieke beschikbaarheid

De risicokaart is publiekelijk beschikbaar en de data zijn zonder gebruiksbeperkingen downloadbaar. De website geeft goede informatie over het doel en gebruik van de kaarten, evenals de wettelijke grondslag ervoor. De methode wordt duidelijk aangegeven, maar achtergrondinformatie over de motivatie voor de methoden mist. Gegevens over de bronhouder van de kaartgegevens zijn voor de kenners te interpreteren op de website zelf en ze worden expliciet genoemd op de website van de Atlas Leefomgeving⁷.

⁶ [Natuurbrand - Risicokaart](#)

⁷ [Kwetsbare gebieden voor natuurbrand | Atlas Leefomgeving](#)

Methode

Het is een landsdekkende kaartweergave van de locaties van 'brandbare natuurgebieden'. Een natuurgebied is als brandbaar gedefinieerd als het een aaneengesloten omvang heeft van ≥ 100 ha bestaande uit:

1. gemengd bos of naaldbos;
2. heide-, (hoog)veen-, gras- of riet- en duingebied, als een brand in dit gebied een directe bedreiging vormt voor een substantieel bosareaal of bebouwing (vakantieparken of dorpen).

Geeft het 'risico' weer?

Nee. De natuurbrandinformatie op Risicokaart.nl geeft geen informatie over **risico**. In plaats daarvan geeft het informatie over een *onderdeel van de waarschijnlijkheid* van brandgedrag (de aanwezigheid van brandstof). Alleen voor andere vegetatietypen dan bos zit er ook een component van **blootstelling** in (de aanwezigheid van mensen).

Andere uitdagingen

Of een natuurgebied brandbaar is, is niet afhankelijk van de grootte. De gemiddelde natuurbrand in Nederland is 1,5 ha groot. Natuurbranden vinden plaats in velerlei vegetatietypen, in natuur, maar ook buiten natuur in parken, tuinen, bermen en groenstroken. De overheidswebsite waar de onderliggende data van de risicokaart beschikbaar⁸ zijn schrijft letterlijk 'deze dataset bevat bos-, heide- of duingebieden waar een natuurbrand kan ontstaan'. De notie dat er dus geen natuurbranden kunnen ontstaan in kleinere natuurgebieden of in andere typen landgebruik dan natuur suggereert een vorm van schijnveiligheid, die zeer gevaarlijk kan zijn.

Het is onduidelijk op basis waarvan de grens van 100 ha is gekozen. De kaart neemt deels ook blootstelling mee, maar het is onduidelijk waarom dit alleen voor andere vegetatietypen dan bos het geval is. Informatie over deze overwegingen is niet vindbaar, en informatie over validatie van deze kaart is afwezig. In hoeverre het 'risico' dat wordt afgebeeld op de kaarten overeenkomt met natuurbranden die hebben plaatsgevonden en de impact die die branden hebben teweeggebracht is daarom onbekend.

3.2.3 Risico Index Natuurbranden (RIN)

Ontwikkeld door: Brandweer Nederland⁹

Doel en gebruik

De Risico Index Natuurbranden (RIN) geeft inzicht in 'de kans dat een eenmaal ontstane natuurbrand zich ontwikkelt tot onbeheersbare proporties' en gaat in feite over uitbreidingsmogelijkheden van een brand en de mogelijke impact van die brand. In samenspraak met brandweer, terreinbeheerders en andere betrokken partijen wordt de RIN gebruikt bij het ontwikkelen van een gebiedsgerichte aanpak waarbij afspraken worden gemaakt over risicoverlagende maatregelen.

Ruimtelijk detail

Natuurgebieden in Nederland. Resolutie: 1 km² of eventueel 500 of 250 m² bij kleine gebieden, intensief gebruik, of kwetsbare objecten.

Publieke beschikbaarheid

Bepakt. Er is een website en een onderliggend rapport (figuur 3.6), die allebei publiek beschikbaar zijn, maar de werkelijke kaart met risicoclassificaties van de natuurgebieden is alleen toegankelijk voor gebruikers. Er is geen informatie beschikbaar over wie toegang heeft tot de kaart en de onderliggende data en informatie over het doen van een toestemmingsverzoek is niet gegeven. Wel zijn er contactgegevens voor vragen.

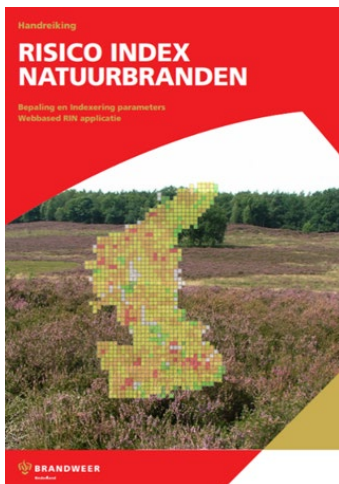
Methode

Voor 17 parameters wordt met kaartgegevens en *expert judgement* een inschatting gemaakt van natuurbrandrisico per kilometer (of kleiner bij een hogere resolutie). Drie hoofdklassen worden beschouwd: vaste factoren (terreineigenschappen, inclusief begroeiing), aanwezigheid van mensen, en brandpreventieve en preparatieve maatregelen. De resulterende scores worden opgeteld tot een score, die bij ruimtelijke variatie in een kilometerhok wordt gemiddeld. Deze score bepaalt de risicoklasse van elk vak door middel

⁸ [Natuurbranden | Data overheid](#)

⁹ [20180515-BrwNL-Handreiking-Risico-Index-Natuurbranden.pdf](#)

van een kleurcode (groen-geel-oranje-rood). Vaak zijn diverse partijen betrokken bij het opstellen van een RIN, naast de brandweer bijvoorbeeld terreinbeheerders, horeca, bouwweigenaren, provincies en gemeenten.



Figuur 3.6 Rapport Risico Index Natuurbranden.

Geeft het 'risico' weer?

Niet helemaal. Van de drie gereedschappen die hier worden beschouwd komt de RIN het dichtst bij risico, maar niet volledig. Er zit een *onderdeel* in van **waarschijnlijkheid** van brandgedrag, namelijk de schatting van de brandbaarheid van de begroeiing door het classificeren van de hoeveelheid biomassa. Daarnaast omvat de RIN **blootstelling**: de aanwezigheid van mensen, ecologische waarden, waardevolle objecten en gevaarlijke stoffen. De RIN omvat ook als enige van de drie geanalyseerde gereedschappen informatie over **adaptatie**, zowel in het instrument zelf (preventieve en preparatieve maatregelen) als ook in de manier waarop het wordt toegepast. Dit gaat om preventieve en reactieve adaptatie.

Uitdagingen

De datasets zijn niet publiek. In het bruikbare achtergrondrapport zijn de methoden niet dusdanig helder opgeschreven dat ze herhaalbaar zijn. Ook wordt in de RIN-classificatie geen onderscheid gemaakt tussen brandgevoeligheids-, intensiteits-, en risico-indicatoren. De resultaten zijn ook niet gevalideerd en resultaten kunnen niet gereproduceerd worden. Daarnaast is niet onderbouwd op welke basis de classificatie van brandbaarheid van vegetatietypen wordt gemaakt. Akkerland wordt als niet-brandbare begroeiing beschouwd ondanks dat in Nederland regelmatig akkerbranden voorkomen (Stoof et al. 2024). Brandpreventieve en preparatieve maatregelen in de RIN omvatten de detectietijd van de natuurbrand, opkomsttijd en de terreinbekendheid van de brandweer, afstand tot waterwinning en de ontsluiting van het gebied. Hoewel begroeiing onderdeel is van de RIN wordt dit beschouwd als een vaste factor die 'niet of moeilijk [is] te veranderen'. Wanneer de RIN gebruikt zou worden voor het afwegen van adaptatie, zal deze laag met betrekking tot begroeiing variabel moeten worden. Slim terreinbeheer speelt namelijk een grote rol in het bepalen van het gedrag en verloop van een natuurbrand, en dus de beheersbaarheid. Het kan op winderige droge dagen het verschil zijn tussen een natuurbrand die wel of niet beheersbaar is op het moment dat de brandweer ter plaatse komt. Natuurbrandgedrag is sterk afhankelijk van vegetatiestructuur, opbouw, samenstelling, en de horizontale en verticale connectiviteit. Slim terreinbeheer is een essentiële maatregel in de gereedschapskist van maatregelen rondom natuurbrandbeheersing, specifiek rond ecologische waarden, waardevolle en kwetsbare objecten en vitale infrastructuur. Daarbij kan de impact van een brand ook worden beperkt door natuurbrandcommunicatie en educatie. Deze onderdelen missen in de RIN.

Het bestaan van een instrument dat betrokken partijen samenbrengt om in gezamenlijkheid natuurbrandrisico te analyseren, bespreken en reduceren is enorm belangrijk en draagt bij aan de bewustwording van risico's en de aanpak ervan. Een effect van de RIN dat in de praktijk wordt geobserveerd is alleen dat dit instrument vanwege zijn opzet en de parameters die erin zitten vaak leidt tot besluiten die de beschikbaarheid van bluswater moeten verbeteren. Dit komt mogelijk doordat de brandpreventieve en preparatieve maatregelen in de RIN hoofdzakelijk zijn gericht op brandbestrijding en de repressieve fase. Maatregelen die gericht zijn op het beheersbaar houden van natuurbrandgedrag en het vergroten van de zelfredzaamheid van burgers worden niet worden meegenomen.

3.2.4 Klimaateffectatlas

Ontwikkeld door: Deltares (2021)

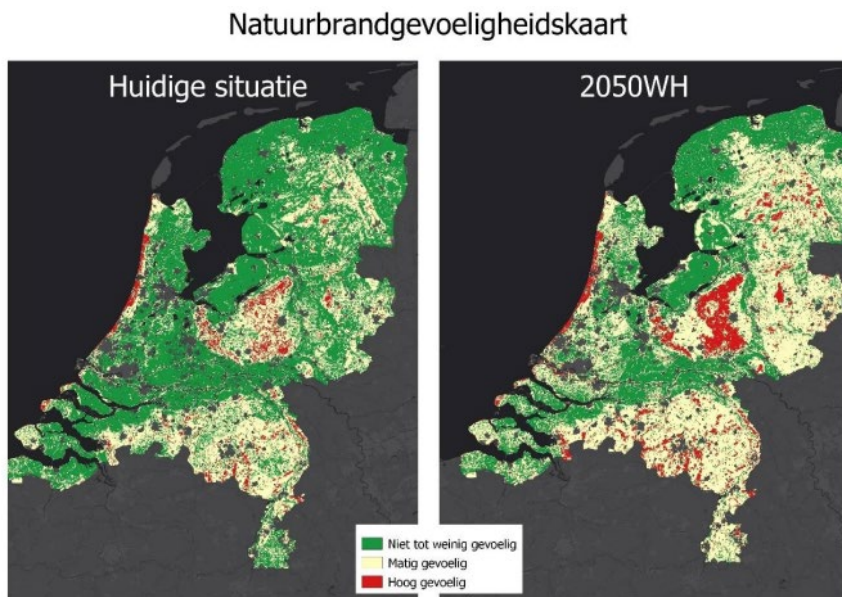
Doel en gebruik

In het kader van het verbeteren van de risicokaart in de Klimaateffectatlas (KEA) heeft Deltares de kaart voor natuurbrandgevoeligheid verbeterd. De kaart is bedoeld om ruimtelijk in beeld te brengen welke locaties een grotere of kleinere mate van natuurbrandgevoeligheid hebben (te vergelijken met de kans op voorkomen) en hoe deze locaties veranderen naar 2050 op basis van de KNMI'14-klimaatscenario's.

In deze exercitie is een gevoeligheidskaart voor de huidige situatie gemaakt op basis van vegetatie, klimaat en locatiespecifieke eigenschappen die gerelateerd zijn aan natuurbranden. Deze eigenschappen zijn doorvertaald naar 2050. Op deze manier zijn twee gevoeligheidskaarten ontwikkeld: een voor de huidige en een voor de verwachte toekomstige situatie.

Ruimtelijk detail

Landsdekkend, 250 meter x 250 meter. Stedelijk gebied en de Waddeneilanden zijn niet beschikbaar (figuur 3.7).



Figuur 3.7 Natuurbrandgevoeligheid uit de Klimaateffectatlas voor de huidige situatie (l) en 2050WH (r) (Van Marle & Agricola 2021).

Publieke beschikbaarheid

Deze kaart is publiek beschikbaar in de nationale Klimaateffectatlas en als GIS-data via de website van de Klimaateffectatlas: www.klimaateffectatlas.nl/natuurbrand

Methode

Deze gevoeligheidskaart toont per gebied wat de kans is op het ontstaan van een natuurbrand. Met deze kaart kan niet iets worden gezegd over brandintensiteit of langdurigheid. De totaalkaart is opgebouwd uit kaartlagen die gaan over brandbaar materiaal, klimaatspecifieke eigenschappen en locatiespecifieke eigenschappen. Voor het vaststellen van de relevante kenmerken (gevoeligheidsfactoren) wordt in de basis gebruikgemaakt van de eigenschappen voor het ontstaan en verspreiden van een natuurbrand:

1. brandstof (vegetatie) en strooisellaag, hierbij is onderscheid gemaakt tussen meer of minder brandbare vegetatie op basis van expertise van het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV) en WENR;
2. klimaatspecifieke eigenschappen, waarbij droogte-indicatoren (neerslagtekort, grondwaterstanden, bodemeigenschappen) er voor kunnen zorgen dat een brand kan ontstaan;
3. locatiespecifieke eigenschappen: in Nederland wordt een brand veelal veroorzaakt door menselijke oorzaken, droge bliksem (bliksem zonder neerslag) komt zelden voor; natuurbranden ontstaan daarmee door onzorgvuldig handelen (hete uitlaat, ontstekingsbronnen in de natuur) of doelbewust (pyromanie).

In de methode is rekening gehouden met recreatiedruk, ecoducten en verzorgingsplaatsen. De resultaten zijn gevalideerd met natuurbrandstatistieken over 2017-2021.

Geeft het 'risico' weer?

Voor natuurbranden bestaat geen risicokaart, met name omdat er op dit moment nog te weinig duidelijk is over de herhalingstijden en de ruimtelijke variatie in brandgedrag. Op de website is wel een voorbeeld is gegeven hoe de kaart op basis van blootstelling gebruikt kan worden.

Uitdagingen

Overall in Nederland kunnen natuurbranden voorkomen, ook op locaties waar een lage natuurbrand-gevoeligheid is. Daarnaast is het belangrijk om de koppeling te maken met verspreiding en gevolgen voordat risico in beeld is. Eigenschappen zoals wind en topografie kunnen ook iets zeggen over de potentiële verspreiding van een brand. Deze zijn niet meegenomen in de methode. De kaarten zijn bedoeld om inzicht te krijgen welke locaties geografische effecten zullen ondervinden van klimaatverandering. Deze kaarten zijn niet bedoeld om te gebruiken in operationele context. De wildland-urban interface en de Waddeneilanden ontbreken.

3.2.5 Gevoeligheid voor langdurige natuurbranden (>24 uur)

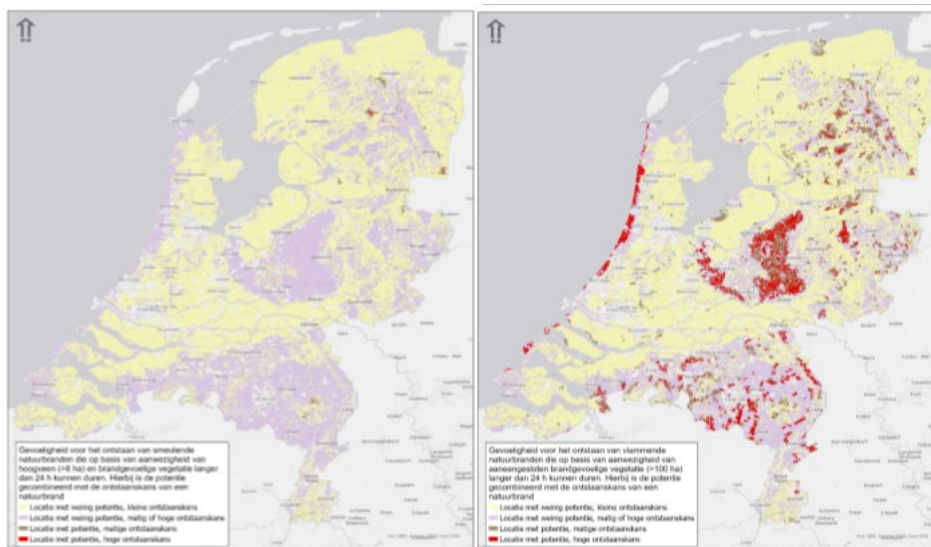
Ontwikkeld door: Deltares en Instituut voor Fysieke Veiligheid (IFV)

Doel en gebruik

De afdeling crisismanagement binnen Rijkswaterstaat (RWS) wil meer inzicht krijgen in natuurbranden die potentieel kunnen zorgen voor een afsluiting van het hoofdwegennet die langer dan 24 uur duurt. Hiervoor zijn door Deltares en NIPV (voorheen Instituut Fysieke Veiligheid; IFV) landsdekkende kaarten (exclusief de Waddeneilanden) ontwikkeld voor smeulende en vlammebranden, die vervolgens vertaald zijn naar gevoeligheid van het hoofdwegennet. Deze exercitie heeft geresulteerd in een eerste ruimtelijk beeld van de locaties die gevoelig zijn voor langdurige natuurbranden.

Ruimtelijk detail

Landelijk (figuur 3.8).



Figuur 3.8 Gevoeligheid voor het ontstaan van langdurige natuurbranden door smeulende en vlammebranden (Van Marle et al. 2021).

Publieke beschikbaarheid

De rapportage is publiek beschikbaar via het Rijkswaterstaat Publicatie Platform¹⁰. De data zijn beschikbaar op aanvraag bij Deltares.

Methode

In deze studie is onderscheid gemaakt tussen de locaties die gevoelig zijn voor met name rookoverlast (smeulende branden) en locaties waar zowel rook als vuur is (vlammende branden). In Nederland komen smeulende branden met name voor in veengebieden, met een relatief klein oppervlak, maar die potentieel wel lang kunnen duren. Vlammebranden vinden eerder plaats op locaties met grootschalige brandgevoelige vegetatie, waar de omvang en intensiteit er voor zorgen dat een brand lang kan duren.

Geeft het 'risico' weer?

Nee. Deze landsdekkende kaarten geven geen informatie over **risico**. In plaats daarvan geven de kaarten informatie over de **waarschijnlijkheid** van het voorkomen van langdurige natuurbranden (smeulende of vlammebranden die langer dan 24 uur duren). Er wordt ook een vertaling gemaakt naar **blootstelling** op het hoofdwegennet door uitval door rookvorming of vlamvorming in de nabijheid van hoofdwegen.

Andere uitdagingen

De kaarten zijn gemaakt op basis van GIS-analyses in combinatie met expert-inschattingen van brandstof-experts binnen het Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid (NIPV, voorheen IFV). De geografische omvang en verspreiding van veen en vlamgevoelige vegetatie is door experts gevalideerd op basis van luchtfoto's. De kaarten zijn specifiek op het hoofdwegennet toegespitst.

De belangrijkste aanbevelingen op basis van dit onderzoek zijn het koppelen van de resultaten aan operationele data (bijvoorbeeld droogte-indicatoren en klimaatmodeloutput) om operationeel de gevoeligheid voor het ontstaan van natuurbranden die langer dan 24 uur duren in beeld te brengen. De gevoeligheidskaarten kunnen niet eenduidig worden vertaald naar een kans op voorkomen en potentiële impact (inclusief de uitval van vitale functies). De kaarten geven nog geen inzicht in de toekomstige situatie van Nederland van natuurbranden (bijvoorbeeld de effecten van klimaatverandering en planologische ontwikkeling). In Nederland zijn gebiedsfuncties sterk verweven met potentieel grote impact en schade van een natuurbrand. De analyse uitbreiden naar de Waddeneilanden (inclusief aanleggebieden en de veerboot) zou waardevol zijn. Met het oog op de bereikbaarheid van deze gebieden en de grootschalige aaneengesloten vegetatielocaties, zijn dit belangrijke gebieden binnen Nederland voor natuurbrandrisico die nu niet beschouwd konden worden.

De belangrijkste aanbevelingen specifiek voor de wegbeheerder zijn om de stap naar impact (van gevoeligheid naar potentiële risico) te maken voor prioritering van locaties: het duiden van de wegsegmenten van het hoofdwegennet waar de impact en het risico groot zijn door natuurbranden. En er moet worden nagedacht over maatregelen. Om een volledig beeld te krijgen moet ook rekening gehouden worden met andere typen branden die langer dan 24 uur zouden kunnen duren en die veel overlast naar de omgeving kunnen geven. Denk hierbij specifiek aan (grote) bedrijfsverzamelgebouwen, afvalverwerkers of zonneparken. Tot slot vereist dit vraagstuk een integrale en proactieve benadering, waarbij vanuit verschillende rollen en belangen wordt deelgenomen aan discussies over de inrichting van natuurgebieden, zodat in de planfase de wederzijdse effecten van natuurbranden en het hoofdwegennet worden geminimaliseerd. De kaarten kunnen gebruikt worden om te identificeren bij welke weggedeelten het nuttig en nodig is om dit te doen.

3.2.6 Risico en klimaatadaptatie voor bermbranden

Ontwikkeld door: Deltares

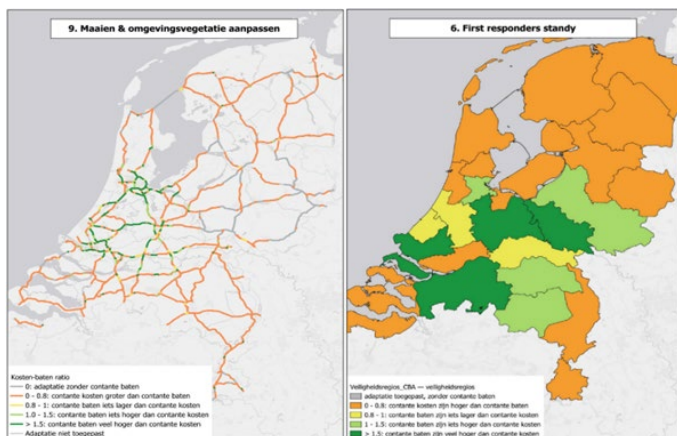
Doel en gebruik

Rijkswaterstaat heeft tot doel gesteld om in 2050 een klimaatbestendig hoofdwegennet te hebben. In dit kader is een stresstest uitgevoerd voor verschillende klimaatdreigingen, inclusief bermbranden.

Ruimtelijk detail

Landelijk. Analyse uitgevoerd per 100 m rijksweg (figuur 3.9).

¹⁰ [Verdieping natuurbrandrisico Nederland: gevoeligheid voor langdurige natuurbranden en vertaling naar het hoofdwegennet \(HWN\) - Rijkswaterstaat Publicatie Platform](#)



Figuur 3.9 Kosten-batenafweging voor verschillende adaptatieopties voor het hoofdwegennet.

Publieke beschikbaarheid

Rapportages zijn publiek beschikbaar via het Rijkswaterstaat Publicatie Platform¹¹. De gevoeligheidsdata zijn beschikbaar binnen de Klimateffectatlas. De data voor de kosten-batenafweging zijn beschikbaar op aanvraag.

Geeft het 'risico' weer?

Ja. Voor bermbranden is eerst de **gevoeligheid** bepaald. Hieraan is een kans gekoppeld en zijn **gevolgen** gekwantificeerd in de vorm van herstel- en stremmingskosten. Daarnaast zijn bredere gevolgen bepaald en gekoppeld aan de bedrijfswaardenmatrix van Rijkswaterstaat. Daarmee is ook het **risico** bepaald. Tot slot is er een handelingsperspectief opgesteld op basis van een kosten-batenafweging met ruimtelijke gegevens waar voor welke adaptatie optie de kosten opwegen de baten.

Andere uitdagingen

Om klimaatrisico's van natuurbranden voor RWS en Nederland te duiden is er behoefte aan de ontwikkeling van een systematische risico-afweging voor berm- en natuurbranden die breder is dan alleen herstel- en stremmingskosten. Mogelijke co-baten rondom bijvoorbeeld biodiversiteit, verminderde inzet hulpdiensten, terreinbeheer en de rol van de weg in het kader van een natuurbrand in de omgeving zijn niet integraal meegenomen. Voor het inschatten van de gevolgen is gebruikgemaakt van statistieken, maar de gevolgen worden op dit moment nog niet structureel gemonitord. Deze zouden gemonitord moeten worden op o.a. aantasting van oppervlak, ecologische effecten, oorzaak en brandweerinzet. Voor een goede besluitvorming en implementatie is het noodzakelijk dat er wordt afgestemd met andere partijen, zoals brandweer, terreinbeheerders, en veiligheidsregio's.

3.2.7 Analyse van huidige aanpak

In deze sectie zijn de drie producten beschreven die in Nederland worden gebruikt voor de inschatting van 'natuurbrandrisico'. Gezien het feit dat het natuurbrandwerkveld in Nederland relatief jong is en een snelle ontwikkeling aan het doormaken is, is het heel waardevol dat deze materialen en methodes er zijn om belanghebbenden te ondersteunen in hun werk. Daarbij draagt het ook bij aan risicobewustzijn en handelingsperspectief. Hoewel het woord 'risico' in drie van de zeven producten wordt gebruikt wordt deze term in een andere context gebruikt dan de internationale wetenschappelijke definitie die de basis is van het project 'Herijking klimaatrisico's' (tabel 3.1). In deze gevallen wordt niet de volledige waarschijnlijkheid van brandgedrag meegenomen, maar slechts een onderdeel (meteorologie, een maat voor de beschikbare brandstof of topografie), terwijl kwetsbaarheid niet wordt beschouwd. De RIN neemt blootstelling consistent mee, de Klimateffectatlas geeft daar een voorbeeld van, en de bermbrandgevoeligheid beschouwt blootstelling voor het hoofdwegennet. Potentiële effecten worden beschouwd door de langdurigebrandenanalyse en de bermbrandgevoeligheid, terwijl adaptatie wordt meegenomen door de RIN en de bermbrandgevoeligheid. Klimateffecten worden meegenomen in de Klimateffectatlas en de bermbrandgevoeligheid.

¹¹ [Handelingsperspectief Bermbranden : kosten-baten afweging van adaptatieopties en verkenning naar bredere gevolgen - Rijkswaterstaat Publicatie Platform](#)

Samenvattend bestaat er geen product in Nederland waarin natuurbrandrisico volledig wordt beschouwd. Er is behoefte aan een *tool* die natuurbrandrisico op een wetenschappelijk onderbouwde manier beschouwt en daarnaast klimaateffecten en adaptatiemaatregelen meeneemt.

Tabel 3.1 *Vergelijking van zeven 'producten' die (onderdelen van) natuurbrandrisico in Nederland beschouwen.*

Aanpak	Waarschijnlijkheid van brandgedrag	Blootstelling, kwetsbaarheid, risico	Adaptatie	Klimaat effecten	Bron
Natuurbrandrisico.nl	Alleen meteorologie: natuurbrandgevaar*	-	-	-	Interprovinciaal Overleg (IPO)
Risicokaart.nl	Alleen brandstof: aanwezigheid van een aaneengesloten natuurgebied van ≥ 100 ha	Aanwezigheid van mensen (alleen buiten bos).	-	-	
Risico Index Natuurbranden (RIN)	Brandstof (schatting van de brandbaarheid van begroeiing op basis van inschatting van biomassa), detectietijd en topografie (hellingshoek). Niet gespecificeerd.	Aanwezigheid van mensen, ecologische waarden, waardevolle objecten, en gevaarlijke stoffen.	Kwalitatief. Repressie.	-	Brandweer Nederland
Klimaateffectatlas	Kans van voorkomen op basis van brandstof, meteorologie en ontsteking.	Een uitgewerkt voorbeeld op de Klimaateffectatlas m.b.t. blootstelling.	-	KNMI'14-scenario	Deltares en WENR (2021)
Gevoeligheid voor langdurige branden (24 uur)	Gevoeligheid op basis van aanwezigheid brandstof (smeulende branden of vlamme branden). Kans van voorkomen op basis van de Klimaat-effectatlas-kaart.	Vertaling naar socio-economische uitval door uitval hoofdwegennet.	-	-	Deltares (2021)
Bermbrandgevoeligheid (klimaatbestendig Hoofdwegennet)	Kans van voorkomen op basis van brandstof, meteorologie en ontsteking.	Blootstelling op het hoofdwegennet (100 m ruimtelijke resolutie) en vertaling naar risico in de vorm van herstel- en stremmingskosten en bredere gevolgen.	Kwantitatief. Kosten-baten-afweging voor verschillende opties: Dreigings-reducerend, gevolgen reducerend.	Bandbreedte van verandering in kans op basis van de KNMI'23-scenario's	Deltares (2024)

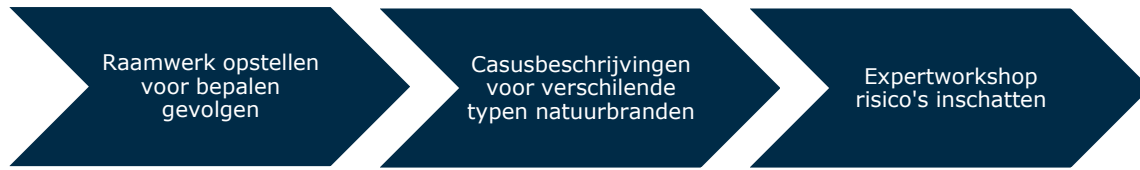
* Waarschijnlijk, zie paragraaf 3.2.2

3.3 Bepalen van huidig natuurbrandrisico

In Nederland bestaat geen systematische manier om de gevolgen van natuurbranden in te schatten. Ook gevoeligheidskaarten, zoals die in de Klimaateffectatlas (Van Marle & Agricola 2021), kunnen een kans weergeven op een natuurbrand. Ze geven echter niet weer hoe groot een potentiële brand kan worden, hoe deze zich verspreidt of wat de impact is.

Om natuurbrandrisico in deze huidige studie in kaart te brengen hebben we gekozen om een raamwerk op te stellen. We bouwen hierbij voort op ontwikkelingen uit de QuickScan-methodologie die ontwikkeld is binnen het ROADAPT-project (Roads for today, aangepast for Tomorrow) (Falemo et al. 2015). Dit is een semi-kwantitatieve benadering om klimaatbedreigingen te vergelijken. De methodologie is tot nu toe vooral toegepast op de weginfrastructuur, maar ook op de vergelijking van verschillende soorten kritieke

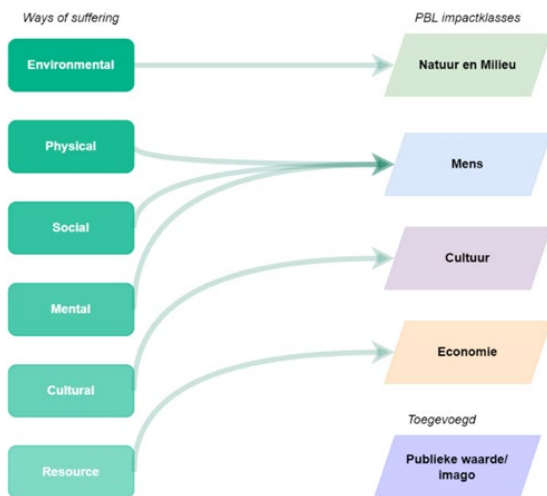
infrastructuur. Een raamwerk voor natuurbrandrisico kan inzicht geven in de natuurbrandgerelateerde klimaatrisico's voor een reeks terugkeerperioden/scenario's. Het voordeel van deze aanpak is dat verschillende scenario's met elkaar kunnen worden vergeleken, ook als de gevolgen niet kwantitatief in kaart zijn gebracht. Een ander voordeel is dat het hierdoor ook mogelijk is om onzekerheden te vergelijken. Dit maakt deze methode zeer geschikt voor gebruik in het kader van natuurbranden in Nederland.



Figuur 3.10 Stappenplan om het huidige risico in te schatten.

3.3.1 Raamwerk voor het bepalen van gevolgen

De basis van het raamwerk is de indeling in de verschillende categorieën van het afweegkader van PBL. PBL maakt gebruik van vier impactklassen: 'Natuur & Milieu', 'Mens', 'Cultuur' en 'Economie'. Aan deze vier klassen hebben we vervolgens de categorie 'Publieke waarde/imago' toegevoegd om ook maatschappelijke onrust en vertrouwen in hulpdiensten mee te kunnen nemen. Deze impactklassen hebben we verder specifiek gemaakt voor natuurbranden volgens de zes 'ways of wildfire suffering' (natuurbrandpijn) van Newman Thacker et al. (2025). Zie figuur 3.11. Binnen deze categorieën hebben we vervolgens specifieke gevolgen ondergebracht, die onder andere volgen uit Natuurbrandsignaal '23 (Verhoeven et al. 2023). Hier wordt zowel directe als indirecte en zowel tastbare als ontastbare schade in meegenomen. Het resultaat van deze integratie is gegeven in het gevolgenraamwerk in figuur 3.12.



Figuur 3.11 De relatie tussen de gevolgcategorieën van de zes types of 'wildfire suffering' (Newman Thacker et al. 2025) en het PBL-afweegkader.

PBL	Natuur en Milieu	Mens			Economie	Cultuur	Publieke waarde/imago
Ways of suffering	Environmental	Physical	Mental	Social	Resources	Cultural	
Gevolg categorieën	Schade aan grondgebieden (omvang)	Gewonden of dodelijke slachtoffers	Schade aan mentale welzijn eerste responders en omwonenden	Evacuaties door naderende dreiging van vuur	Materiele schade (huizen, bedrijven, vitale voorzieningen)	Schade aan cultureel erfgoed	Verlies van vertrouwen in hulpdiensten
	Schade aan ecosystemen (impact)	Gezondheidsschade		Verlies van recreatieve activiteiten en maatschappelijke voorzieningen	Functieverlies en bedrijvuitval (Verlies van inkomsten recreatieve activiteiten, verlies grondstoffen)		Verlies vertrouwen overheid
					Schade en inzetkosten repressie (brandweer, hulpdiensten, terreinbeheerders)		Maatschappelijke onrust Media-aandacht (lokaal, internationaal)

Figuur 3.12 Raamwerk om gevolgen te bepalen.

Een van de doelen van het raamwerk was het kunnen inschatten van de ernst van een brand. Daarom zijn voor de bovengenoemde gevolgen weer impactklassen bepaald, zodat deze in lijn zijn met de impactklassen die PBL gebruikt. PBL heeft voor de impactklassen een hiërarchie gemaakt, onderverdeeld in 'kleiner', 'midden' en 'groter' (PBL, 2026). Deze impactklassen zijn als uitgangspunt gebruikt, waarbij invulling is gezocht binnen de impactcategorieën van de Rijksbrede Risicoanalyse (ANV 2022). Dit heeft geleid tot verschillende gevolgklassen: 'kleiner', 'midden' en 'groter'. Zie tabel 3.2-3.6. Deze indeling is tijdens een expertsessie gevalideerd op 8 mei 2025. Voor deze expertsessie werd een brede groep deskundigen geconsulteerd, werkzaam bij Staatsbosbeheer, RIVM, PBL, NIPV, Brandweer Nederland en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE). Ook het auteursteam (WUR en Deltares) nam deel. De sessie, met in totaal vijftien deelnemers, werd geleid door het Deltares-team.

Indien een gevolg niet specifiek beschreven was in de invulling van de gevolgklassen, werd tijdens deze expertsessie op basis van de expertbeoordeling de meest passendste categorie gekozen. De gevolgklassen worden hieronder per PBL-impactcategorie besproken.

Natuur en Milieu

Binnen het deelonderwerp 'Natuur en Milieu' vallen de gevolgcategorieën 'schade aan grondgebied' en 'schade aan ecosystemen'. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen de 1) de grootte en duur van de brand, en 2) de kwetsbaarheid van de vegetatie in dat gebied (tabel 3.2).

Tabel 3.2 Invulling van de gevolgklassen binnen de impactklasse 'Natuur en Milieu'.

	Schade ecosystemen (omvang)	Schade ecosystemen (soortenverlies flora en fauna)
Kleiner	Lokaal, kortdurend	Broedgebieden weidevogels lokaal Weinig kwetsbare vegetatie (<2 jaar hersteltijd)
Midden	Lokaal >1 week; regionaal <1 week	Broedgebieden weidevogels regionaal Ecologische hoofdstructuur lokaal Matig kwetsbare vegetatie (2-10 jaar hersteltijd)
Groter	Regionaal >1 week of provinciaal	Broedgebied weidevogels >regionaal Ecologische hoofdstructuur regionaal Natura 2000-gebied Kwetsbare vegetatie (>10 jaar hersteltijd of onomkeerbaar)

Mens

Onder het deelonderwerp 'Mens' worden fysieke, mentale en sociale gevolgen geschaard. Fysieke gevolgen worden onderverdeeld in het aantal doden en het aantal mensen met fysieke gezondheidsschade. Hiernaast wordt ook mentale gezondheidsschade meegenomen. Sociale gevolgen worden meegenomen als het aantal evacuaties en het verlies van maatschappelijke voorzieningen en recreatieve activiteiten (tabel 3.3).

Tabel 3.3 Invulling van de gevolklassen binnen de impactklasse 'Mens'.

	Doden	Gewonden en zieken	Schade aan mentaal welzijn
Kleiner	<10	<10	<100
Midden	10-100	10-100	100-1000
Groter	>100	>100	>1000
	Evacuaties	Huis en wonen	Voorzieningen
Kleiner	< 1000 mensen vertrek kortstondig < 1 dag	<10	kortstondige uitval (<1 dag) van functie
Midden	<10.000 vertrek kortstondig < 1 dag	10-100	kortstondige uitval van >2 functies, > 1 dag uitval van 1 functie
Groter	> 10.000 vertrek kortstondig; > 1.000 vertrek langer dan week	>100	> 1 dag uitval van >2 functies

Economie

Economische gevolgen voor de maatschappij kunnen ook op verschillende criteria worden gewogen. Hieronder valt materiele schade aan woningen, voorzieningen en infrastructuur. Ook de gevolgen van de uitval van deze bedrijven en vitale infrastructuur wordt meegenomen, waaronder het verlies van inkomsten. Dit kan bijvoorbeeld gaan over een aantal uren uitval van elektriciteit. Als laatste worden ook de schade en inzetkosten van repressie (brandbestrijding) meegenomen, waaronder de brandweer, hulpdiensten en terreinbeheerders vallen (tabel 3.4).

Tabel 3.4 Invulling van de gevolklassen binnen de impactklasse 'Economie'.

	Fysieke schade			Verliezen door uitval functie	
	Gebouwen	Infrastructuur en vitale objecten	Inzetkosten en materiaal repressie	Gebouwen	Vitale objecten
Kleiner		<0,1 miljard euro		Kortstondige uitval van functie	
Midden		0,1-1 miljard euro		Kortstondige uitval van meerdere diensten of >1 dag uitval van 1 functie	
Groter		>1 miljard euro		>1 dag uitval van meerdere diensten	

Cultuur

Onder culturele gevolgen valt vooral schade aan cultureel erfgoed (tabel 3.5). Hier wordt bijvoorbeeld rekening gehouden met gebouwd erfgoed, zoals rijksmonumenten, collecties (musea, archieven), maar ook met immateriële culturele waarde van een gebied (tradities, religieuze waarde, paasvuren) en archeologie (mogelijk op veengronden).

Tabel 3.5 Invulling van de gevolklassen binnen de impactklasse 'Cultuur'.

	Schade aan cultureel erfgoed
Kleiner	Lokaal en/of omkeerbaar
Midden	Regionaal en/of moeilijk omkeerbaar
Groter	Nationaal en/of onomkeerbaar

Publieke waarde/imago

Deze laatste categorie is toegevoegd omdat een grootschalige natuurbrand impact kan hebben op het vertrouwen van de maatschappij in hulpdiensten, media-aandacht kan trekken en maatschappelijke onrust teweeg kan brengen (tabel 3.6).

Tabel 3.6 Invulling van de gevolklassen binnen 'Publieke waarde/imago'.

Publieke waarde/imago	
Kleiner	Beperkte overlast omgeving, lokale onrust Negatieve media-aandacht (lokaal/regionaal), onrust op sociale media
Midden	Angst, effecten op gedrag; hamsteren, demonstraties; afname van solidariteit, toename van polarisatie, rechtszaken, Landelijke pers
Groter	Brede maatschappelijke angst, woede, afkeer; maatschappelijk wantrouwen; plunderingen, geweldplegingen; Internationale media; Kamervragen

3.3.2 Casussen

Om inzicht te krijgen in de accuraatheid en volledigheid van het gevolgenoverzicht en de gevolklassen zijn de gevolgen met een expertgroep ingeschat. Hiervoor zijn drie casussen ontwikkeld. Deze zijn in een workshopsetting met experts per gevolgcategorie op ernst beoordeeld en ingedeeld in de categorieën 'kleiner', 'midden' of 'groter'. Hiermee kan uiteindelijk een inschatting gemaakt worden van de totale impact van een brand. In de workshop was ook ruimte voor aanscherping en afstemming van deze categorieën.

Tabel 3.7 Bouwstenen voor het ontwikkelen van een natuurbrandcasus.

Omvang gebied	Type vegetatie	Type brand	Klimaat-effecten	Locatie	Ondergrond	Weersomstandigheden	Bereikbaarheid en bestrijdbaarheid	Aantal branden gelijktijdig	Duur (in dagen)	Getroffenen	Cultureel erfgoed	Kwetsbare objecten in de nabijheid	Kwetsbare vitale objecten
Basis	Loofbos	Dynamisch/snel	Groot verschil tov huidig	Nabij stedelijk gebied	Zand	Warm	Hoog	Enkele	< 1 dag	<10.000	Museum	Wonen	Hoog spanning
Regionaal	Naaldbos	Langzamer, langdurig	Matig verschil tov huidig	Natuur gebied	Veen	Droog	Midden	Meerdere	1 dag	<100.000	Collecties	School	Kern reactor
Boven regionaal	Gemengd bos		Weinig verschil tov huidig	Landelijk	Klei	Lage luchtvochtigheid	Laag		2 dagen of meer	>100.000	Archieven	Zorg instelling	Data centra
	Duinvegetatie			Nabij Natura2000		Grote wind snelheid					(Rijks) monumenten	Gevangenis	Vitale infrastructuur
	Heide										Land goederen	Camping	Grondwater winning
	Gras										Archeologie		Zendmasten (UMTS, GSM)
	Veen										Immaterieel erfgoed		

Hiervoor zijn eerst bouwstenen geïdentificeerd (tabel 3.7), die gekozen zijn op basis van kenmerken die relevant zijn voor de risicoinschatting. Met de bouwstenen kan een zo volledig mogelijk overzicht verkregen worden van de verschillende aspecten van een brand, om zo casussen onderling te kunnen vergelijken. De bouwstenen zijn (enkel) relevant voor branden op Nederlands grondgebied. Hiervoor hebben we zoveel mogelijk voortgebouwd op kenmerken van de bouwstenen uit de Rijksbrede Risicoanalyse (ANV 2022) en de scenario-analyse van Kok et al. (2023). Paragraaf 3.3.2.1 geeft een beknopte uitleg voor de verschillende categorieën. De definitieve casussen zijn ontwikkeld in overleg met NIPV, PBL en RCE. Hierbij zijn de keuzes zodanig gemaakt dat de branden representatief zijn voor: een brand met een snel/dynamisch verloop op zandgrond en een brand met een langzamer en langduriger brandgedrag op veengrond. De derde casus is een combinatie van beide branden, waarbij helder moet worden wat het effect is van het gelijktijdig voorkomen van beide branden. De casussen zijn beschreven in paragraaf 3.3.2.1.

3.3.2.1 Korte toelichting bij de bouwstenen

Hieronder worden de bouwstenen kort toegelicht:

- De **omvang** van een gebied waarin een brand plaatsvindt wordt gecategoriseerd als 'basis', 'regionaal' of 'bovenregionaal'. Dit is gebaseerd op Kok et al. (2023) en bepaalt de mate van inzet van repressie.
- De **typen vegetatie** die worden meegenomen slaan op vegetatietypen die relevant zijn voor natuurbranden, aangezien het vegetatietype een groot effect heeft op brandgedrag.
- Het **type brand** kan invloed hebben op de inzet van repressie en wordt daarom onderverdeeld in dynamisch/snel en langzamer/langdurig.
- **Klimaat effecten**: er zijn binnen Nederland gebieden waar natuurbrandgevaar sterk kan veranderen met klimaatverandering, en gebieden waar het verschil minder groot zal zijn met de huidige situatie. Deze categorisering komt voort uit interpretatie van scenario's van Lambrechts et al. (2024).
- De **locatie** van de natuurbrand wordt gecategoriseerd als 'nabij stedelijk gebied', 'in een natuurgebied', 'in een landelijk gebied' en/of 'nabij Natura 2000'. Er zijn ook locaties in Nederland waar er meerdere opties tegelijk mogelijk zijn.
- **Ondergrond** kan erg relevant zijn voor het brandgedrag en de duur. Zo kan een ondergronds doorsmeulen.
- **Weersomstandigheden** bepalen de condities waarbij een natuurbrand sneller kan ontstaan of zich makkelijker kan verspreiden: bij warm, droog weer met een lage luchtvochtigheid en grote windsnelheid.
- De bouwsteen **bereikbaarheid** en **bestrijdbaarheid** slaat op de gebiedskenmerken die het makkelijker of moeilijker maken om de brand te bestrijden. Dit kan door de gebiedsinrichting komen, maar ook bijvoorbeeld door een slappe bodem of de aanwezigheid van infrastructuur. De **gelijktijdigheid** van branden kan hier ook in meespelen, bij simultane natuurbranden kan de capaciteit van de repressie in het gedrang raken, waardoor een brand minder goed kan worden bestreden.
- De **duur** gaat over het aantal dagen dat de brand duurt (<1 dag, 1 dag of >2 dagen), en het aantal **getroffenen** gaat over het aantal mensen dat is getroffen door de brand (<10.000, <100.000, of >100.000). Met getroffen wordt het aantal mensen bedoeld dat fysiek of mentale effecten ervaart, moet evacueren of dagelijkse activiteiten niet meer kan uitvoeren.
- De nabijheid van **cultureel erfgoed** kan worden bepaald met de Erfgoedatlas van RCE. Niet al het erfgoed is in dezelfde mate gevoelig voor natuurbrand, en herstelmogelijkheden kunnen ook verschillen.
- Andere **kwetsbare objecten**, zoals scholen, zorginstellingen en woningen horen ook in deze casusontwikkeling, en ten slotte ook **kwetsbare vitale objecten** zoals drinkwatervoorzieningen en spanningsmasten.

Er is bij het ontwikkelen van de natuurbrandcasussen voor gekozen om twee verschillende scenario's te kiezen met allebei een redelijk frequente kans van voorkomen, maar met verschillende landschapskenmerken en socio-economische gevolgen. Voor de derde casus is een combinatie gekozen van de eerste twee casussen om zo de gevolgen van gelijktijdigheid van natuurbranden en capaciteitsproblematiek met de expertgroep te kunnen bespreken. De bedoeling was dat de casussen specifiek werden benaderd, maar grotendeels representatief zijn voor verschillende plekken in Nederland. De casussen zijn hypothetisch, maar zijn gevoed met situaties die bij eerdere natuurbranden in Nederland zijn voorgekomen.

3.3.2.2 Beschrijving casussen

Casus 1 is een regionale brand van <100 ha, in een duingebied nabij stedelijk gebied (tabel 3.8). In dit geval is gekozen voor het duingebied nabij Den Haag en Scheveningen, rondom Meijendel. Het is een toeristisch gebied en aangezien het een zomerdag is, is er een hoge recreatiedruk. In de nabijheid liggen Scheveningen en Den Haag met bijbehorende woonfunctie. In dit gebied vindt grondwaterwinning plaats en ligt een productielocatie van drinkwater. De weersomstandigheden zijn droog en warm met een lage luchtvochtigheid en hoge windsnelheid. Het gaat om een snelle, dynamische natuurbrand die zich snel verspreidt, maar wel binnen een dag is geblust. De ondergrond bestaat uit zand en de vegetatie uit duingrasland en gemengd bos. Het is een Natura 2000-gebied. In dit gebied staat Museum Voorlinden met een waardevolle kunstcollectie en zijn er verschillende rijksmonumenten zoals boerderijen, kastelen en het Oranjehotel. In het nabije stedelijk gebied zijn woningen, een hotel en een gevangenis. Iets verderop is ook een attractiepark.

Tabel 3.8 Natuurbrand casus 1 uitgedrukt in bouwstenen.

Omvang gebied	Type vegetatie	Type brand	Klimaat-effecten	Locatie	Ondergrond	Weersomstandigheden	Bereikbaarheid en bestrijdbaarheid	Aantal branden gelijktijdig	Duur (in dagen)	Getroffenen	Cultureel erfgoed	Kwetsbare objecten in de nabijheid	Kwetsbare vitale objecten
Regionaal	Gemengd bos	Dynamisch/snel	Matig verschil tov huidig	Nabij stedelijk gebied	Zand	Warm	Midden	Enkele	< 1 dag	<10.000	Museum	Wonen	Vitale infrastructuur
	Duingrasland			Nabij Natura2000		Droog				<100.000	Collecties	Gevangenis	Grondwaterwinning
						Lage luchtvochtigheid					(Rijks) monumenten		Zendmasten (UMTS, GSM)
						Grote windsnelheid							

Casus 2 is geïnspireerd op de gelijktijdige en langdurige branden bij De Meinweg en de Deurnese Peel. In deze casus vinden beide branden plaats in landelijk gebied (tabel 3.9), in zowel gemengd bos als naaldbos, heide en veen. Deze combinatie van branden spreidt zich uit over een groot grondgebied van meer dan 900 ha en vindt plaats in verschillende veiligheidsregio's en is daarmee bovenregionaal. De weersomstandigheden zijn droog, warm en er is een hoge windsnelheid. De ondergrond van de Deurnese Peel bestaat uit veen en van de Meinweg uit zand. De branden zijn niet snel geblust, pas na vier tot vijf dagen, en in de Peel smeult het door de veenondergrond nog lang door. Beide gebieden vallen onder Natura 2000 en het hoogveen van de Peel is uiterst zeldzame natuur. In de landelijke omgeving is er wonen, een camping, een zorginstelling en vitale infra, zoals spoor, wegen en hoogspanning. Cultureel erfgoed in de omgeving bestaat vooral uit boerderijen, landgoederen, kastelen met kasteeltuinen en archeologisch erfgoed.

Tabel 3.9 Natuurbrand casus 2 uitgedrukt in bouwstenen.

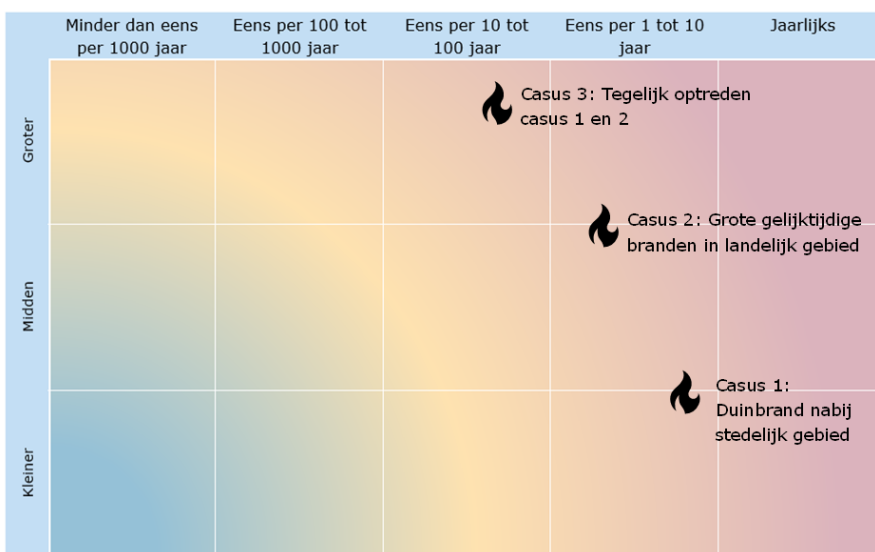
Omvang gebied	Type vegetatie	Type brand	Klimaat-effecten	Locatie	Ondergrond	Weersomstandigheden	Bereikbaarheid en bestrijdbaarheid	Aantal branden gelijktijdig	Duur (in dagen)	Getroffenen	Cultureel erfgoed	Kwetsbare objecten in de nabijheid	Kwetsbare vitale objecten
Boven regionaal	Naaldbos	Langzamer, langdurig	Groot verschil tov huidig	Natuur gebied	Zand	Warm	Laag	Meerdere	2 dagen of meer	<10.000	(Rijks) monumenten	Wonen	Vitale infrastructuur
	Gemengd bos			Landelijk	Veen	Droog				<100.000	Landgoederen	Zorginstelling	
	Heide			Nabij Natura2000		Grote windsnelheid					Archeologie	Camping	
	Veen												

3.3.3 Resultaten gevolgeninschatting

Om de gevolgen van de drie casussen in te schatten zijn tijdens de expertsessie de deelnemers in twee groepen verdeeld. Elke groep nam één van de twee casussen door en plaatste gevolgen in categorieën. Deze groepen werden ook gevraagd om een inschatting te maken van de kans van voorkomen. De discussie werd genotuleerd en de uitkomsten zijn vervolgens plenair besproken en vergeleken. De knelpunten die optreden bij het gelijktijdig voorkomen van beide casussen, werden ingeschat in de vorm van casus 3.

Na deze expertsessie hebben we de uitkomsten van de risico-inschatting in de PBL-ricomatrix geplaatst (figuur 3.13). Zowel de dynamische duinbrand op zandgrond nabij stedelijk gebied (casus 1) als de grote gelijktijdige branden in landelijk gebied op zand en veengrond (casus 2) zijn ingeschat op een herhalingsstijd van eens in de 1 tot 10 jaar. Hierbij is in de plenaire terugkoppeling geconcludeerd dat de waarschijnlijkheid van casus 1 groter is dan van casus 2. De gevolgen voor de branden in landelijk gebied zijn ingeschat als

'midden-groter', terwijl dat voor casus 1 in de klasse 'kleiner' is geplaatst. Bij het gelijktijdig optreden van casus 1 en 2 (casus 3) zijn de gevolgen in vele categorieën groter, maar wel met een kleinere kans. Een uitgebreid overzicht van de uitkomsten van de workshop is beschreven in paragraaf 3.3.3.1 tot en met 3.3.3.3.



Figuur 3.13 Risico-inschatting van de drie casussen in de PBL-risicomatrix.

3.3.3.1 Uitwerking gevolgeninschatting 'duinbrand nabij stedelijk gebied' (casus 1)

De inschatting van de mogelijke gevolgen van casus 1 (duinbrand nabij stedelijk gebied) zijn samengevat in tabel 3.10 en worden hieronder per gevolgcategorie kort beschreven.

Natuur en Milieu

Deze casus gaat om een klein (<100 ha) grondgebied en een kortdurende brand. Waarschijnlijk worden daarom de wortelstructuren van de vegetatie niet aangetast. Wel is het deels Natura 2000-gebied. Aangezien het gebied in deze casus ook een waterwingebied betreft, is het voor bluswagens niet altijd toegestaan om het gebied te betreden. Dit heeft als positief effect dat er geen bodemverdichting optreedt door brandbestrijdingswerkzaamheden met zwaar materieel. Het heeft ook tot gevolg dat de brandweer andere methoden moet gebruiken zoals vuur met vuur bestrijden, te voet blussen en het gebruik van vuurzwepen.

Mens

In dit scenario verwachten de experts geen doden, tenzij mensen worden opgesloten in een gebied. Andere fysieke schade zoals gezondheidsklachten door rook kunnen voorkomen, maar worden ingeschat als kleiner. Ook de mentale schade blijft beperkt, vooral door de korte duur. Er is wel hoge recreatiedruk in dit gebied. Het is aannemelijk dat in deze casus het strand, omwonenden en eventueel zelfs attractiepark Duinrell moet worden geëvacueerd of ontruimd. Er is hier maar een beperkte evacuateroute van 5000 personen per dag. De experts geven aan dat een NL-alert om te waarschuwen voor rook en aan te sporen ramen en deuren te sluiten wordt vrijwel zeker verstuurd.

Economie

Op economisch vlak wordt de totale inzet van de repressie op 1 miljoen euro geschat. Er zal materiele schade zijn aan de camping, musea en Meijendel. Ook zijn er gedeerde inkomsten door het sluiten van recreatievoorzieningen. Uitval van infrastructuur kan voorkomen, maar zal maximaal een aantal uur duren. Hieronder valt ook tijdelijke uitval van de drinkwatervoorziening, maar aangezien hier noodvoorraden voor zijn aangelegd heeft een tijdelijke verstoring geen enorme impact. Als er na de brand zuivering van de watervoorziening moet plaatsvinden kunnen de kosten in een keer enorm oplopen, dit wordt geacht op meer dan 1 miljard euro.

Cultuur

Schade aan cultureel erfgoed blijft beperkt (klein) voor relatief ongevoelige gebouwen zoals de watertoren, maar kan toch een categorie hoger worden (midden) voor bijvoorbeeld de collectie in Museum Voorlinden en

historische buitenplaatsen en kwetsbaardere rijksmonumenten. Dit geldt dan echt voor het afbranden van objecten, niet zozeer om rookschade, want deze wordt omkeerbaar geacht.

Publieke waarde/imago

Schade aan publieke waarde wordt ingeschat als klein of midden. Er zal wel media-aandacht voor zijn, maar die zal meevallen. Als er schade optreedt aan de watervoorziening kan als een cascade-effect daarvan bij mensen hamstergedrag optreden.

Kans

De geschatte herhalingstijd van een dergelijke brand wordt ingeschat tussen jaarlijks en eens in de tien jaar. Aangezien deze brand zich afspeelt in de buurt van stedelijk gebied met veel recreatie wordt er verwacht dat in de toekomst niet alleen klimaatverandering, maar ook een hogere recreatiedruk tot een hogere kans op voorkomen kan leiden. Denk hierbij ook aan het toenemend gebruik van elektrische fietsen in dergelijke gebieden die mogelijk de kans op een brand vergroten.

Andere kanttekeningen en opmerkingen voortkomend uit de expertsessie

- In het voorjaar is de schade op fauna minder zwaar, omdat bijvoorbeeld slangen en salamanders dan minder actief zijn.
- Op weekenddagen zal er meer recreatie zijn, waardoor zowel de kans op het ontstaan van brand omhoog gaat als het aantal getroffen. Ook zullen er minder terreinbeheerders actief zijn. In vakanties spelen deze effecten ook mee.
- De meeste slachtoffers vallen doorgaans bij evacuatie. Hoe een eventuele evacuatie verloopt, kan dus in grote mate meespelen in de ernst van de gevolgen.
- De herstelkosten van materiaal van de brandweer kunnen ook oplopen. In principe zou het materiaal hier tegen bestand moeten zijn. De kosten kunnen dan snel oplopen. Een nieuwe tankautospuit zou bijvoorbeeld ongeveer 500.000 euro kosten.

Tabel 3.10 Samenvatting inschatting gevolgen casus 1 'duinbrand nabij stedelijk gebied'.

	Natuur en Milieu	Mens	Economie	Cultuur	Publieke waarde/imago
Kleiner	Grootte grondgebied en duur	Geen doden, gewonden door rook, beperkte mentale schade door angst	Inzet repressie: 1 miljoen Schade aan camping, musea en Meijendel Gederfde inkomsten recreatie Uitval drinkwatervoorziening Incidententeam kosten Cultureel erfgoed Niet veel herplantingskosten (of uitvoering)	Eventueel rookschade aan collecties Relatief ongevoelige gebouwen (watertoren)	Mogelijk nieuwsbericht op landelijke media
Midden		Evacuaties: dagrecreatie strand en duinen, museum		Kunst in Voorlinden Historische buitenplaatsen en rijksmonumenten	Mogelijk hamstergedrag door schade aan waterlevering
Groter	Zeldzame vegetatie Natura 2000				

3.3.3.2 Uitwerking gevolgeninschatting 'gelijktijdige brand in landelijk gebied' (casus 2)

De inschatting van de mogelijke gevolgen van casus 2 ('gelijktijdige natuurbranden in landelijk gebied') zijn samengevat in tabel 3.11 en worden hieronder per gevolgcategorie kort beschreven.

Natuur en Milieu

Door het grote grondgebied en het bovenregionale karakter van de brand in deze casus wordt het effect op natuur en milieu al gauw ingeschat in de klasse 'groter'. Ook door de lange duur van de brand, is het aannemelijk dat ondergrond en wortelsystemen worden geraakt. In de Deurnese Peel is dit uiterst relevant,

aangezien het hier om veengrond gaat, en in het bijzonder om hoogveen. Dit wordt geclassificeerd als uiterst zeldzaam en kwetsbaar. De ingeschatte hersteltijd van dergelijke natuur is >10 jaar of zelfs onomkeerbaar.

Mens

De experts schatten in dat in deze casus geen dodelijke slachtoffers vallen. Door rookvorming en de lange inzet van brandweerpersoneel zijn er echter veel longklachten bij hulpverleners en omwonenden en ontstaan er auto-ongelukken door rook. Er worden 4.500 personen geëvacueerd in Herkenbosch (net als in de werkelijkheid). Mentale schade door evacuaties, angst, verlies van bedrijf en dieren wordt hoog ingeschat.

Economie

In dit gebied is er een relatief lagere bebouwingsgraad. Daarom is er minder schade aan woningen en bedrijven. Er is wat verlies van hout als grondstof, maar mede doordat bos meestal verzekerd is, valt de economische schade hiervan mee. Schade aan boerenbedrijven door verlies van oogst of vee kan echter wel oplopen. Het bungalowpark en de woningen in de omgeving worden in deze casus geprioriteerd door de brandweer. Daarom is de schade beperkt, maar valt toch in de midden-categorie. Door de lange duur en de grootte van het gebied vallen er voor een langere tijd meerdere functies uit, zoals een weg en een spoorweg. In de buurt is een hoogspanningsmast. In werkelijkheid is deze niet geraakt, maar het risico bestaat wel. Als deze wordt geraakt, lopen de kosten door de cascade-effecten snel op.

Cultuur

Schade aan cultureel erfgoed wordt in dit geval geclassificeerd als 'midden'. Er zijn verschillende rijksmonumenten in de omgeving, zoals boerderijen. Deze zijn niet goed bestand tegen vuur, en schade zal moeilijk omkeerbaar zijn.

Publieke waarde/imago

Publieke waarde en imago werden niet aangetast in deze casus. Er was wel internationale media-aandacht, maar de boodschap was positief, voorbeeld een spandoek met 'hulddiensten bedankt'.

Kans

De kans op een dergelijke brand werd ingeschat op eens in de 1-10 jaar, wegens de gelijktijdigheid en omvang.

Andere kanttekeningen en opmerkingen voortkomend uit de expertsessie

- In Nederland leiden *de gebruikte natuurbrandscenario's* al snel tot landelijke media-aandacht. Dit hoeft niet direct te betekenen dat de gevolgen in de klasse groter geplaatst hoeven te worden. De experts geven aan dat de kans op Kamervragen bij een grote natuurbrand ook hoog is.
- De impact op de houtvoorraad wordt nog niet meegenomen. Dit is een grote bron van inkomsten voor terreinbeheerders, die ook kosten maken bij het bestrijden van een brand. Dit leidt tot een hogere impact.

Tabel 3.11 Samenvatting inschatting gevolgen voor casus 2 'gelijktijdige brand in landelijk gebied'.

	Natuur en Milieu	Mens	Economie	Cultuur	Publieke waarde/imago
Kleiner		Geen doden	Door lage bevolkingsdichtheid in dit gebied geen enorme schade Verlies van grondstoffen: houtwinning, landbouw (let op verzekeraarbaarheid van bos)		Spandoeken: 'hulpdiensten bedankt!' Wel internationale media
Midden		4.500 mensen geëvacueerd	Bungalowpark en wonen enigszins geraakt maar door prioritering brandweer niet in de ergste categorie	Moeilijk omkeerbaar: Landgoederen zijn aangelegd, kunnen op-nieuw worden aangelegd, kasteel Herkenbosch kan meer hebben, boerderijen zijn onomkeerbaar	
Groter	Groot grondgebied en langdurig. Uiterst zeldzame en kwetsbare natuur: hoogveen Natura 2000	Longklachten hulpverleners en omwonenden door rook, auto-ongelukken door rook, mentale schade door evacuatie en angst	Door lange duur en grootte van het gebied meerdere functies uitval > 1 dag. Nabijheid hoogspanningsmast, hoog risico op uitval vitale infra, afsluiting weg en spoorweg		

3.3.3.3 Uitwerking gevolgeninschatting 'gelijktijdig optreden van casus 1 en 2' (casus 3)

De derde casus is het gelijktijdig optreden van casus 1 en casus 2. De samenvatting van de gevolgeninschatting staat in tabel 3.12. De druk die door casus 3 op de repressie komt te liggen kan in sommige gevallen tot grotere gevolgen leiden, aangezien er maar beperkte capaciteit is. Dit geldt zowel voor schade aan natuur als schade aan woningen, gebouwen en infra. Er kunnen door deze gelijktijdigheid ook meer gewonden en dodelijke slachtoffers vallen. Functies en bedrijven vallen uit en langdurig optreden van vrijwillige brandweermensen leidt ook tot gederfde inkomsten. Cultureel erfgoed komt lager in de prioritering, waardoor er meer onomkeerbare schade op kan treden. De strategie van de brandweer in een dergelijke situatie is grotere branden laten gaan om kleine branden klein te houden. De reactie en angstgevoelens van omwonenden kunnen hierdoor een stuk ernstiger worden dan in andere casussen.

Andere kanttekeningen en opmerkingen

Hoewel gelijktijdigheid zowel in de lente als in de zomer voorkomt, schatten de experts in dat gelijktijdigheid vooral in de zomer zal zijn. In deze periode zijn er door vakantie ook minder professionele hulpverleners als vrijwilligers beschikbaar, en vinden er meer evenementen plaats, die wellicht moeten worden afgelast door hoog risico. Een landelijke integrale aanpak is hierbij een groot goed, aangezien meerdere veiligheidsregio's andere regio's moeten helpen en er toch restcapaciteit over moet blijven.

Tabel 3.12 Samenvatting verandering in gevolgen voor gelijktijdig optreden van casus 1 en casus 2.

	Natuur en Milieu	Mens	Economie	Cultuur	Publieke waarde/imago
Kleiner					
Midden			Meer functieverlies, bedrijvuitval en recreatieverlies Ook gederfde inkomens van vrijwilligers van de brandweer door hoge vraag en langdurig optreden		
Groter	Grotere branden misschien laten gaan om kleine branden klein te houden, dus groter grondgebied.	Mogelijk meer doden/gewonden vanwege de druk op repressie en minder restcapaciteit. Kamerbrand kan makkelijker een woningbrand worden.	Als men branden laat gaan: meer schade aan gebouwen en infra	Komt lager in de prioritering van de brandweer: mogelijk meer onomkeerbare schade. Dit kan ook hoge kosten meebrengen.	Bij vertraagde respons of laten gaan grote branden, eerder verlies in vertrouwen in hulpdiensten.

3.3.4 Conclusies huidig klimaatrisico natuurbrandrisico

De drie casussen tonen aan dat natuurbranden in Nederland, mede door klimaatverandering en toenemende menselijke activiteit, een reëel en groeiend risico vormen met potentieel brede maatschappelijke impact. Zowel in stedelijke duingebieden als in landelijke natuurgebieden kunnen natuurbranden leiden tot schade aan kwetsbare ecosystemen, verstoring van vitale infrastructuur en risico's voor de volksgezondheid. Naast de directe gevolgen voor natuur, mens, economie, cultuur en publieke waarde, laat casus 3 zien dat gelijktijdigheid van incidenten een versterkend effect heeft op de ernst van de gevolgen.

De uitkomsten van bovenstaande analyse vatten we hieronder samen voor de klimaatrisico's die kunnen worden geconcludeerd uit deze natuurbrandscenario's (casus 1 en 2), en het effect van gelijktijdigheid en systeemdruk (casus 3).

3.3.4.1 Klimaatrisico's op basis van natuurbrandscenario's

Natuur en Milieu

In beide casussen is sprake van schade aan kwetsbare natuur. In stedelijke duingebieden blijft de ecologische schade beperkt door het verbod op blusvoertuigen, maar Natura 2000-gebieden en zeldzame vegetatie kunnen alsnog geraakt worden door de brand. In landelijke gebieden zoals De Peel is de impact aanzienlijk groter door langdurige branden op veengrond, met mogelijk onomkeerbare schade aan hoogveen en wortelstructuren. Hersteltijden kunnen oplopen tot meer dan tien jaar.

Mens

Hoewel er geen dodelijke slachtoffers vallen, zijn er wel gezondheidsklachten door rook, vooral bij hulpverleners en omwonenden. In beide casussen zijn grootschalige evacuaties noodzakelijk (tot 4.500 personen) met mentale schade door angst, verlies van bezit en onzekerheid. Recreatiedruk en beperkte evacuatie routes vergroten het risico in stedelijke gebieden.

Economie

Economische schade varieert per casus. In stedelijke gebieden zijn de kosten vooral gerelateerd aan repressieve inzet (1 miljoen euro), schade aan recreatievoorzieningen en mogelijke zuiveringskosten van drinkwater (>1 miljard euro). In landelijke gebieden is de schade aan bebouwing beperkt, maar agrarische bedrijven kunnen zwaar getroffen worden. Uitval van infrastructuur zoals wegen, spoor en mogelijk vitale energievoorzieningen kan leiden tot cascade-effecten met hoge kosten.

Cultuur

Cultureel erfgoed loopt in beide casussen risico. In stedelijke gebieden betreft dit vooral rookschade aan museale collecties en historische buitenplaatsen. In landelijke gebieden zijn rijksmonumenten zoals boerderijen kwetsbaar en moeilijk herstelbaar bij brandschade.

Publieke waarde en imago

De impact op publieke waarde is wisselend. In stedelijke gebieden kan schade aan drinkwatervoorziening leiden tot maatschappelijke onrust. In landelijke gebieden leidt het scenario tot nationale media-aandacht, maar met een positief sentiment richting hulpdiensten. Toch kunnen landelijke incidenten leiden tot politieke aandacht en Kamervragen.

Kans

De kans op herhaling van dergelijke natuurbranden wordt in beide casussen geschat tussen eens per jaar en eens per tien jaar. Klimaatverandering, toenemende recreatiedruk en het gebruik van elektrische vervoersmiddelen vergroten deze kans, vooral in kwetsbare en drukbezochte natuurgebieden.

3.3.4.2 Effect van gelijktijdigheid en systeemdruk

Wanneer meerdere natuurbranden gelijktijdig optreden, zoals in casus 3, ontstaat er een **druk op repressieve capaciteit**. Door beperkte repressieve capaciteit moeten keuzes worden gemaakt, waarbij men grotere branden soms bewust laat gaan om kleinere beheersbaar te houden. Dit vergroot de kans op escalatie, schade aan gebouwen en infrastructuur, en verhoogt het risico op slachtoffers. Cultureel erfgoed komt mogelijk lager in de prioritering, waardoor onomkeerbare schade kan optreden. Ook vrijwilligers worden langdurig ingezet, wat leidt tot gederfde inkomsten en verminderde beschikbaarheid, zeker in vakantieperiodes.

Daarnaast ontstaan er **cascade-effecten**: uitval van één vitale functie, zoals elektriciteit of waterzuivering, kan leiden tot bredere systeemverstoringen. Vertraging in reguliere inzet kan ertoe leiden dat een keukenbrand uitgroeit tot een woningbrand met grotere impact. Elektrische voertuigen die in brand raken kunnen de bestrijding bemoeilijken.

Tot slot schatten de experts in dat de kans op gelijktijdigheid het hoogst is in de zomer wanneer droogte en hitte de brandbaarheid van de natuur verhogen. Extra kwetsbaarheid kan ontstaan wanneer er hoge recreatiedruk is of er evenementen plaatsvinden. Daarnaast is er vaak beperkte vrijwillige inzet door vakantieperiodes. Deze samenloop van omstandigheden vergroot de kwetsbaarheid van het systeem en vraagt om een **landelijke, integrale aanpak** met voldoende restcapaciteit en interregionale samenwerking.

4 Toekomstig natuurbrandrisico

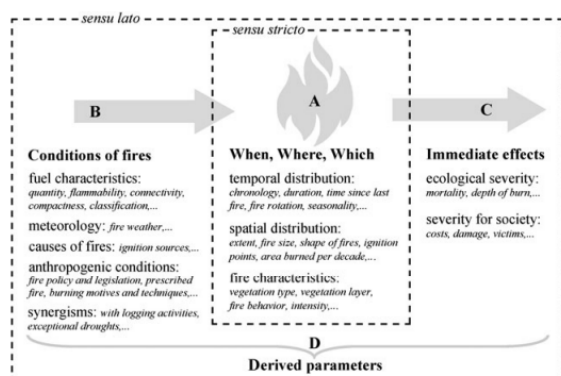
Klimaatverandering heeft gevolgen voor de frequentie, intensiteit en verspreiding van natuurbranden in Nederland. In dit hoofdstuk wordt verkend hoe het natuurbrandrisico zich in de toekomst kan ontwikkelen onder invloed van veranderende klimatologische omstandigheden, ruimtelijke kenmerken en sociaal-economische trends. We starten met een algemene beschouwing van de verwachte klimaatveranderingen en de implicaties daarvan voor natuurbrandrisico (paragraaf 4.1). Vervolgens wordt in een ruimtelijke analyse onderzocht hoe de kans op natuurbranden verandert op basis van verschillende fysieke kenmerken, zoals meteorologie, bodemvocht en vegetatie (paragraaf 4.2). Daarnaast wordt ingegaan op sociaal-ruimtelijke ontwikkelingen, zoals verstedelijking en landgebruik, die het toekomstige risico mede bepalen (paragraaf 4.3). Dit hoofdstuk eindigt met een conclusie die inzicht geeft waar en waarom het natuurbrandrisico verandert, en vormt een basis voor het hoofdstuk over adaptatiemaatregelen.

4.1 Natuurbrandregime en klimaatverandering

Het recente rapport 'Klimaatrisico's in Nederland, de huidige stand van zaken' (Van Gaalen et al. 2024a) beschreef voor negen sectoren de huidige klimaatrisico's. Hoewel natuurbrandrisico wordt aangestipt door de auteurs was dit niet uitgewerkt in een achtergrondrapport. De klimaatrisico's voor natuurbranden in Nederland zijn dus nog niet eerder vastgesteld. Deze paragraaf gaat in op veranderingen in het natuurbrandregime en beschrijft kwalitatief de effecten van klimaatverandering (droger, warmer, natter, zeespiegelstijging en andere klimaateffecten) op natuurbranden.

4.1.1 Veranderend natuurbrandregime

Wereldwijd is er een verandering zichtbaar in de patronen, frequenties en intensiteiten van natuurbranden. In de 'typische' natuurbrandlanden zijn natuurbranden steeds onbeheersbaarder en steeds minder gebonden aan het natuurbrandseizoen. Natuurbranden komen daarnaast steeds vaker voor in de 'verkeerde' landen, zoals Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk, in een context van een hoge bevolkingsdichtheid en een laag bewustzijn en voorbereiding (Depicker et al. 2020, Belcher et al. 2021, Stoof et al. 2024). De term 'natuurbrandregime' (*fire regime*) wordt op verschillende manieren gebruikt. Wij hanteren hier de definitie van Krebs et al. (2010) in de strikte zin (*sensu stricto*), waarbij het natuurbrandregime beschrijft wanneer, waar en wat er brandt (figuur 4.1). In de minder strikte zin (*sensu lato*) kan het ook de omstandigheden van de natuurbranden en de directe effecten beschrijven (Krebs et al. 2010). Effecten van natuurbranden beschouwen wij hier als gevolgen van het natuurbrandregime.



Figuur 4.1 Wat is een natuurbrandregime (Krebs et al. 2010).

Tabel 4.1 geeft een samenvatting van de indicatoren om veranderingen in het natuurbrandregime te meten, inclusief een voorstel voor de bijbehorende parameters. De dataverzameling rond natuurbranden staat in

Nederland nog in de kinderschoenen. Natuurbrandstatistieken zijn aanwezig maar om continuïteit te garanderen is het noodzakelijk dat deze wettelijk worden geborgd (Stoof et al. 2024). Daarnaast is verbetering van de dataverzameling nodig voor brandoppervlak, locatie, brandgedrag, atmosferische koppeling en impact. Het meten van de brede impact van natuurbranden is complex, en zelfs internationaal zijn er geen landen die dit goed geborgd hebben.

Tabel 4.1 Mogelijke indicatoren voor het meten van het effect van klimaatverandering op natuurbranden, en wat er nodig is om de databeschikbaarheid en -kwaliteit te verbeteren.

Indicator	Hoe te monitoren	Actie nodig voor betere data
Aantal en oppervlak natuurbranden	Aantal natuurbranden per jaar Totaal verbrand oppervlak per jaar (hectare) Gemiddelde oppervlak per natuurbrand (hectare) (Stoof et al. 2024)	Zorg voor wettelijke borging van de natuurbrandstatistieken. Verbeter de dataverzameling van het brandoppervlak en locatie.
Verandering van brandgedrag	Verspreidingsnelheid (m/s) Intensiteit (kW/m) Aantal en duur van natuurbranden die convectief gedrag vertonen (sterke opstijgende luchtstromen versterken en verspreiden het vuur) Aantal natuurbranden die een pyrocumulus wolk veroorzaken (een door vuur veroorzaakte stapelwolk)	Breid natuurbrandstatistieken uit met informatie over brandgedrag en het optreden van pyroCb.
Gelijktijdigheid en langdurigheid van natuurbranden	Aantal natuurbranden dat op dezelfde dag brandt Duur van de vlamfase en nasmeulen (tijd)	Zorg voor wettelijke borging van de natuurbrandstatistieken.
Impact van natuurbranden	Mentaal, fysiek, cultureel, sociaal, economisch, en omgevingslijden, zoals: <ul style="list-style-type: none"> • aantal gewonden • aantal dodelijke slachtoffers • gezondheidseffecten (fysiek en mentaal) • kosten van brandbestrijding (€) • kosten van natuurherstel (€) • kosten van vertraging voor het wegverkeer, spoor, scheepvaart (€) • gedorven inkomsten van ondernemers (bijv. horeca, agrariërs) (€) • kosten van herstel fysieke schade aan huizen, gebouwen, voertuigen, infrastructuur (€) • cascadekosten (tastbaar en niet tastbaar) (€) 	Zorg voor wettelijke borging van natuurbrandstatistieken. Breid natuurbrandstatistieken uit met directe en indirecte effecten, zowel tastbaar als niet tastbaar.

4.1.2 Klimaatverandering

Klimaatverandering beïnvloedt op verschillende manieren de kans op het ontstaan van natuurbranden, evenals de verspreiding en beheersbaarheid van deze branden. Daarnaast kan het indirect ook het mogelijke effect van deze branden beïnvloeden. Deze paragraaf beschrijft het effect van een droger, warmer, natter klimaat, zeespiegelstijging en ook andere klimaateffecten.

Droger

De verwachte toename van langere periodes van droogte leidt naar verwachting tot uitdroging van vegetatie en organisch materiaal (strooisellagen, humuslagen, veen) en ook sterfte van vegetatie. Hierdoor neemt niet alleen het vochtgehalte van beschikbare brandstoffen af, maar neemt ook de hoeveelheid beschikbare brandstof toe. Het effect daarvan is:

- Toename van het aantal en oppervlak van natuurbranden: door het jaar heen en specifiek in de zomerperiode. Het natuurbrandseizoen in Nederland is normaal gesproken de lente; zomerbranden vinden alleen plaats tijdens langdurige droogte, zoals in de zomer van 2018 (Stoof et al. 2024). Dergelijke zomerbranden zullen dus in de toekomst vaker optreden.

- Toename in de langdurigheid van natuurbranden, rookoverlast en brandbestrijding. Een natuurbrand in droge perioden zal dieper organische lagen (strooisel, veen) intrekken. Dit materiaal kan lang smeulen en is moeilijk detecteerbaar, wat de brandbestrijding lastig en langdurend maakt. Smeulen kan leiden tot langdurige rookoverlast, en ook tot het opnieuw oplaaien van natuurbranden over langere periodes (Stoof et al. 2020).
- Verandering van natuurbrandgedrag, met een verwachte toename in intensiteit en verspreidingsnelheid.
- Toename in de gelijktijdigheid van natuurbranden, waardoor de kans toeneemt dat meerdere significante natuurbranden op het zelfde moment plaatsvinden in Nederland of in Europa. In Nederland was gelijktijdigheid een grote uitdaging tijdens de branden in de Deurnese Peel en Meinweg in april 2020. In Europa was 2022 een serieus voorbeeld, toen natuurbranden voor het eerst tegelijk plaatsvonden in Zuidwest-, Zuidoost- en Noord-Europa. Natuurbranden die tegelijk plaatsvinden leiden tot verminderde capaciteit en bereidwilligheid van regio's en landen om elkaar te helpen. Gelijktijdigheid legt daarbij grote druk op de crisisbeheersing en vereist een goede voorbereiding en zelfredzaamheid, zodat ook op kritieke momenten de crisisbeheersing overeind blijft.

Warmer

Door de verwachte toename in temperatuur zal natuurbrandrisico zowel toenemen als afnemen:

- Toename in aantal en oppervlak natuurbranden door lastiger brandgedrag (toename van intensiteit en verspreidingsnelheid) als gevolg van drogere vegetatie en dus grotere brandstofbeschikbaarheid. Hogere temperaturen zorgen voor sneller uitdrogen van brandstof, maar het effect van klimaatverandering op droogte is naar verwachting groter dan het effect van warmer weer.
- Afname van de kans op natuurbranden veroorzaakt door extreme vorst. Doordat extreme vorst minder vaak gaat voorkomen verkleint ook de kans op vegetatiesterfte door vorst. Daardoor zou een brandseizoen zoals in 1929 minder vaak voor kunnen komen. Toen ontstonden er zeer veel, zeer grote natuurbranden doordat extreme vorst door grote vegetatiesterfte tot brandstofbeschikbaarheid had geleid (Blokhuys et al. 1930).

Natter

De verwachte toename van regenval kan natuurbrandrisico zowel doen afnemen als toenemen:

- Kortdurende afname van natuurbrandrisico in zeer natte periodes of natte jaren.
- Toename van natuurbrandrisico als deze regenval tot meer brandstofopbouw leidt of voorkomt dat er beheer (brandbeheer of anderszins) wordt toegepast, zoals in 2024 het geval was op de heide bij 't Harde, waar het gras 1,5 tot 2 m hoog stond.
- Toename van natuurbrandrisico als zeer natte jaren er toe leiden dat de aandacht verslapt voor natuurbranden en van de agenda verdwijnt, en daardoor preventieve maatregelen of investeringen afnemen¹².

Bovenstaande meteorologische veranderingen in klimaat hebben direct effect op het aantal dagen per jaar met verhoogd natuurbrandgevaar (Lambrechts et al. 2024), zie figuur 4.6.

Zeespiegelstijging

Op het moment dat zeespiegelstijging leidt tot migratie van laag Nederland naar hoog Nederland kan dit tot een toename van natuurbrandrisico leiden. Natuurbranden komen in Nederland vooral voor op de hoge zandgronden en worden grotendeels door de mens veroorzaakt (Stoof et al. 2024). Een toename van de bevolkingsdichtheid en recreatie in dit gebied kan daardoor niet alleen leiden tot meer ontstekingen, maar ook grotere mogelijke effecten van natuurbranden.

Het effect van zeespiegelstijging op de brandbaarheid van vegetatie en de verspreiding ervan is nog onduidelijk. Om dit inzichtelijk te maken is kennis nodig over het effect van zeespiegelstijging op de distributie van plantensoorten en de staat van die plantensoorten, bijvoorbeeld door effecten op verzilting of grondwaterniveaus. Dit kan niet los worden gezien van andere klimaateffecten op planten en de brandbaarheid van de vegetatie, en wij adviseren daarom om dit als geheel te analyseren.

Andere klimaateffecten

Naast de effecten van 'droger', 'warmer', 'natter' en 'zeespiegelstijging' spelen ook veranderende processen in de atmosfeer een grote rol in veranderende natuurbrandregimes. Door pyroconvectie (door brand veroorzaakte opstijgende hete lucht) en atmosferische koppelingsprocessen kunnen natuurbranden op grote

¹² Droogte leidt niet automatisch tot méér aandacht.

schaal complexe interacties vertonen tussen de brand en de atmosfeer. Daardoor kunnen branden ontstaan die zeer snel, intens, onvoorspelbaar en zeer variabel gedrag vertonen (Castellnou et al. 2022). Dit type branden wordt daarom extreme natuurbranden of *extreme wildfire events* genoemd (figuur 4.2). Let hierbij op dat het woord 'extreem' is gekozen vanuit specifiek gedefinieerde internationale context en dus niet verward mag worden met het 'extreem' dat in de volksmond wordt gebruikt voor branden die anders zijn dan gebruikelijk, zoals bijvoorbeeld de grote brand in de Deurnese Peel in 2020.

Extreme Wildfire Events (EWE) are defined as wildfires with large-scale complex interactions between fire and atmosphere generating pyroconvective behaviour, coupling processes, that results in fast, intense, uncertain, and fast-paced changing fire behaviour.

- It results in fire behaviour exceeding the technical limits of control (fireline intensity 10.000 kW/m; rate of spread >50 m/min; spotting distance >1 km and exhibiting prolific to massive spotting based on Tedim et al. 2018 [Fig. 14], and extreme growth of rate (surface per hour, ha/h) values).
- At the same time, given current operational models, this extreme fire behaviour is unpredictable, with moments of observed fire behaviour well surpassing the expected. This overwhelms the decision-making capabilities from the emergency system (firefighter crews and emergency managers, infrastructure managers and civilian population).

It may represent a heightened threat to crews, population, assets, and natural values, as well as have relevant negative socioeconomic and environmental impacts.

Figuur 4.2 Definitie van een extreme natuurbrand (Castellnou et al. 2022).

Extreem brandgedrag is al geobserveerd in Nederland: bij de branden op de Strabrechtse Heide in 2010 en het Artillerie Schietkamp bij 't Harde in 2018 zijn pyrocumuli (door brand veroorzaakte stapelwolken) waargenomen (Stoof et al. 2024). In Noordwest-Europa ligt de atmosferische grenslaag lager dan in Middelen-Europa, wat de ontwikkeling van pyrocumuli vergemakkelijkt. De grenslaag zal naar verwachting verder verlagen met klimaatverandering, dus het is zeer waarschijnlijk dat extreme, onvoorspelbare en onbeheersbare natuurbranden in de toekomst vaker gaan voorkomen in Nederland. Zal deze verandering geleidelijk zijn of zeer abrupt? Wat klimaatverandering betreft, wordt het toekomstig klimaat in Nederland vaak vergeleken met dat van Bordeaux in Zuidwest-Frankrijk. In de zomer van 2022 werd die regio geconfronteerd met extreme natuurbranden (Lanet et al. 2024). Daar kwam de toekomst ineens heel snel.

4.2 Ruimtelijke verdeling klimaateffecten natuurbrandrisico

Bestaande studies over toekomstig natuurbrandrisico zijn beperkt. De enige studie die bekend is naar toekomstig natuurbrandrisico is gerelateerd aan de gevolgen voor bermbranden (Bles et al. 2019, Van Marle 2020) (paragraaf 3.2.6). Wat betreft de gevoeligheid van Nederland voor natuurbranden hebben Van Marle and Agricola (2021) een gevoeligheidskaart gemaakt op basis van vegetatie, klimaat en terreineigenschappen. Dit is uitgevoerd voor zowel de huidige situatie als voor 2050 (WH-scenario), en suggereert een toename in natuurbrandgevoeligheid door het hele land (paragraaf 3.2.4).

Aangezien op dit moment geen kwantitatieve modellering bestaat die alle kenmerken integraal meeneemt gebruiken we hier een semi-kwantitatieve aanpak. In de ruimtelijke analyse hebben we onderzocht wat een verwachte verandering kan zijn in de kans van voorkomen en of er ruimtelijke verschillen zichtbaar zijn. Tabel 4.2 geeft een overzicht van verschillende indicatoren die van invloed zijn op de kans op ontstaan van branden en of deze indicatoren beschikbaar zijn voor de verschillende KNMI-klimaatscenario's (2050Hd, 2100Hd, 2100Ln) en op welke basisprognoses deze zijn gebaseerd (Basisprognose '24 (BP24) is gebaseerd op KNMI'23 scenario's en Basisprognose '18 (BP18) is gebaseerd op de KNMI'18 scenario's). Het is op dit moment te complex om daarbij ook brandverspreiding mee te nemen. Natuurbrandverspreiding is desalniettemin wel belangrijk wanneer rekening gehouden moet worden met de inschatting van gevolgen van de brand.

Tabel 4.2 Beschikbaarheid van indicatoren voor het ontstaan van natuurbranden voor verschillende toekomstscenario's en hoe deze zijn meegenomen in de ruimtelijke analyse, de cursiefgedrukte variabelen zijn buiten beschouwing gelaten.

	Indicator	2050 (Hd)	2100 (Hd, Ln)	Meegenomen in deze studie (bron)	Procentuele bijdrage aan kans*
Vegetatie	Vegetatielaag	BP24	BP24	Ja, kwalitatief op basis van LGN (DPZW).	40%
	Neerslagtekort	BP24	BP24	Nee, invoer nationaal watermodel, maar er ontbreekt vertaling naar relatie natuurbrandgevoeligheid.	40%
	Droogte bodem/strooisellaag	BP18	BP18	Nee, mogelijk gebruik van proxy voor in de vorm van verdampingstekort ETact-ETpot. Gezien de indirecte afleiding en complexe wisselwerking niet meegenomen.	
Droogte/Bodem	Meteorologische droogte: Optie 1: aantal dagen met hoogbrandgevoelige dagen	BP18 (Hd)	BP18 (Hd, Ln)	Ja, kwalitatief op basis van Lambrechts et al. (2024).	
	Optie 2: Dagen met relatieve vochtigheid (RH) <50%	BP24	BP24	Ja, kwalitatief op basis van aanpak beschreven in Schasfoort et al. (2024).	
	Hydrologische droogte: Klimaat-effectatlas: Neerslagtekort en GLG	BP18	-	Ja, semi-kwantitatief op basis van Van Marle & Agricola (2021).	
	Bodemtype	N.v.t.	N.v.t.	Geen verandering naar toekomst verwacht.	
	Socio-economische ontwikkelingen: recreatiedruk	Laag 2050 Hoog 2050		WLO (bevolking 65+, ruimtegebruik, aantal huishoudens). Deze kenmerken zijn relevant voor gevolgen, maar niet voor kans van voorkomen.	20%

*De procentuele bijdrage aan de kans is een indicatie en op basis van de waarden gebruikt voor het model in de Klimaat-effectatlas (Van Marle & Agricola, 2021).

4.2.1 Ruimtelijke schaal

Voor deze analyse hebben we gebruik gemaakt van een ruimtelijk schaalniveau dat grover is dan de klimaatdatasets zelf. Daar zijn een aantal overwegingen in meegenomen:

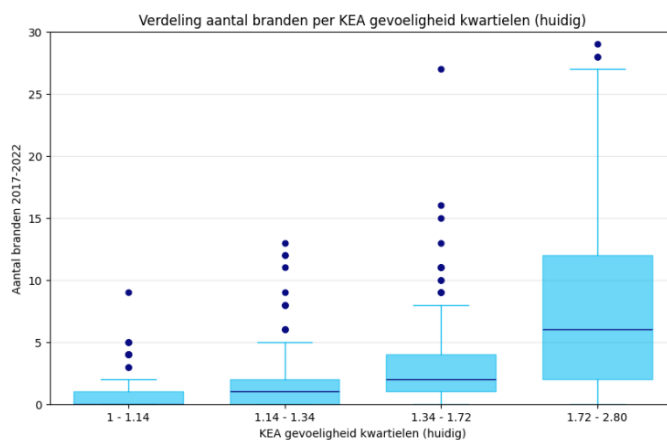
1. Allereerst zijn we op zoek naar de grootschalige patronen.
2. Daarnaast zijn de modellen en datasets die we gebruiken niet geschikt voor gebruik op puntlocatie. Door met een grovere resolutie te werken is meteen duidelijk dat dit doeleinde niet is beoogd, en dat niet op huishoudniveau vergeleken kan worden met de resultaten van de klimaatgevoeligheidsanalyses.
3. De dataset met natuurbrandstatistieken (Stoof et al. 2024) beslaat een tijdsperiode van zes jaar. Een vergelijking met klimaatvariabelen is lastig als alleen puntlocaties worden beschouwd. Het kan namelijk zo zijn, dat locaties wel gevoelig zijn, maar dat er nog geen natuurbrand heeft plaatsgevonden. Door te werken met een grovere resolutie willen we een betrouwbaar beeld geven.

Dit overwegende zijn we uitgekomen op een gridcel-grootte van 7,5 x 7,5 km in hexagonvorm. Dit is dezelfde grootte als die door Stoof et al. (2024) gebruikt is in een analyse van de Nederlandse natuurbrandstatistieken.

4.2.2 Verwachte verandering in aantal natuurbranden op basis van verandering in neerslagtekort en gemiddeld laagste grondwaterstand (BP18)

Wat betreft de gevoeligheid van Nederland voor natuurbranden hebben Van Marle & Agricola (2021) een gevoeligheidskaart gemaakt op basis van vegetatie, klimaat en terreineigenschappen. Dit is uitgevoerd voor zowel de huidige situatie als voor 2050 (WH-scenario). De klimaateffecten zijn gebaseerd op veranderingen in de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en neerslagtekort. Veranderingen in deze variabelen kunnen vertaald worden naar een verandering in gevoeligheid. Op basis van de gevoeligheid is een toename te zien in vrijwel het gehele land (paragraaf 3.2.1).

In deze studie hebben we de natuurbrandgevoeligheidskaarten vertaald naar een verandering in een kans. Dat hebben we gedaan op basis van een correlatie (figuur 4.3) tussen de gevoeligheid en aantal natuurbranden (over 2017-2022). Gezien de beperkte validatiedataset en de mogelijkheid dat er gevoelige locaties zijn, waar in zes jaar geen natuurbrand heeft plaatsgevonden zijn de gridcellen verdeeld in vier gelijke groepen op basis van de natuurbrandgevoeligheidswaarden (Klimaateffectatlas gevoeligheid kwartielen). Voor deze gridcellen is onderzocht wat de spreiding was van het aantal geobserveerde natuurbranden tussen 2017 en 2022. Hieruit blijkt dat 82% van de geobserveerde natuurbranden kan worden verklaard met de 50% hoogst gevoelige locaties in Nederland en 60% van de natuurbranden in de top 25% hoogst gevoelige locaties (figuur 4.3, tabel 4.3).



Figuur 4.3 Analyse van geobserveerde natuurbranden tussen 2017-2022 in relatie tot natuurbrandgevoeligheid in de Klimaateffectatlas (KEA) (Van Marle and Agricola 2021).

Tabel 4.3 Relatie tussen gevoeligheid in de Klimaateffectatlas (KEA) en de geobserveerde natuurbranden tussen 2017 en 2022 (zie ook figuur 4.3).

Klimaat- Spreiding van geobserveerde branden 2017-2022 effectatlas											
Kwartiel KEA-gevoeligheid	min	25 %	Mediaan (50%)	75%	max	Gebruikt in model	Aantal geobserveerde branden	Percentage van totaal	Aantal branden (huidig, model)	Aantal branden (2050, model)	Toename (factor)
25%	0	0	0	1	9	0,5	180	6%	104	385	x 3,7
50%	0	0	1	2	13	1,5	353	12%	310,5	864	x 2,7
75%	0	1	2	4	44	3	646	22%	621	1587	x 2,5
100%	0	2	6	12	56	9	1736	60%	1863	1863	N/A
Totaal							2915		2898,5	4699	x 1,6

4.2.2.1 Gemodelleerde gebeurtenissen

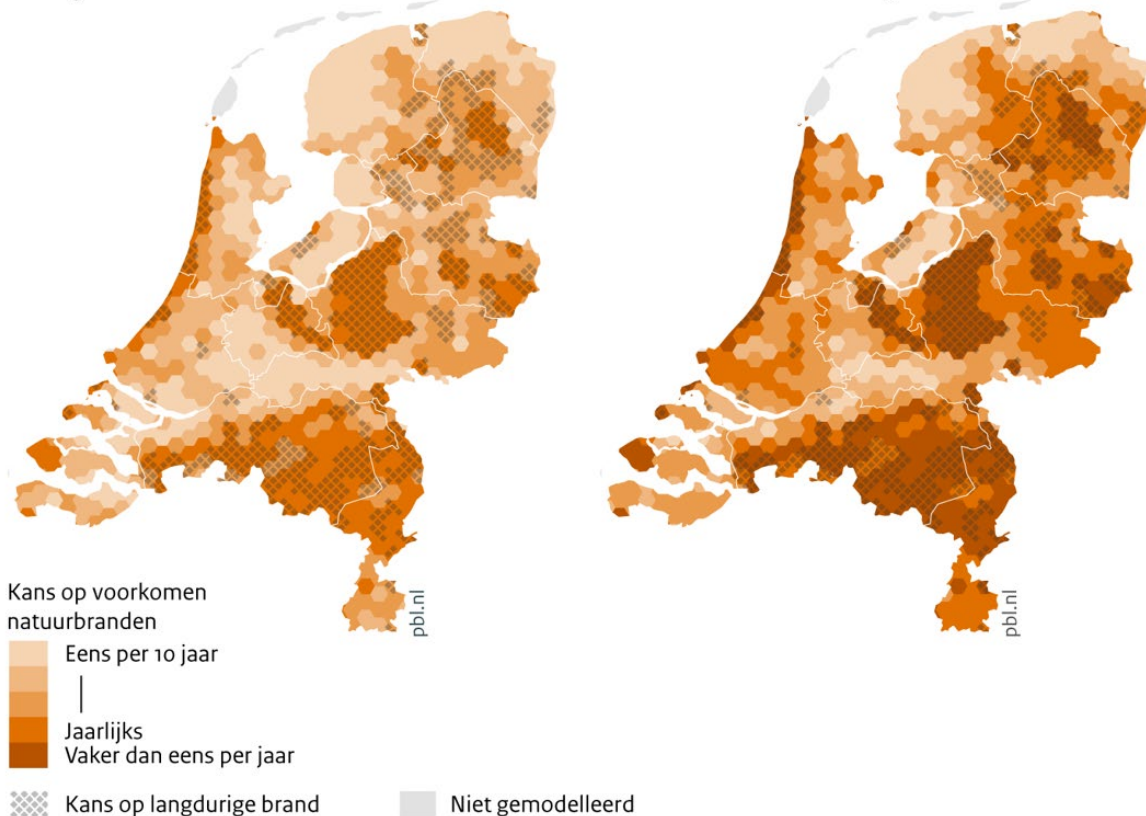
Met de relatie tussen de gevoeligheidskaart en de geobserveerde branden blijkt dat het aantal natuurbranden het beste kan worden benaderd door het gemiddelde tussen de mediaan en het derde kwartiel van het aantal branden te gebruiken (tabel 4.3). Hiermee zijn vervolgens kaarten gemaakt van hoe vaak verwacht wordt dat een brand voorkomt in een 7,5 x 7,5 hexagon voor het huidige klimaat en voor 2050 (figuur 4.4). Daarnaast is ook bekeken of de nieuwe gevoelige locaties mogelijk kunnen leiden tot langdurige branden (figuur 4.4, grijze puntjes).

Het aantal locaties in Nederland met de hoogste gevoeligheid zal in de toekomst verdubbelen. Locaties waar de gevoeligheid leidt tot de grootste verwachte toename in het aantal natuurbranden liggen met name in Drenthe, Overijssel en Gelderland, maar ook locaties in West-Nederland en Zeeland zullen een toename ondervinden. Veel van de plekken waar de kans waarschijnlijk gaat toenemen, zijn ook locaties die mogelijk langdurig kunnen branden (figuur 4.4, grijze puntjes). Daarmee worden de gevolgen naar verwachting ook groter, inclusief de effecten die genoemd worden ten gevolge van gelijktijdigheid. Deze methode is gelimiteerd tot een maximumgevoeligheid, daarom is aangenomen dat de locaties die al hoog gevoelig waren in het huidige klimaat in de toekomst vaker last zullen ondervinden van natuurbranden.

Schatting voorkomen natuurbranden

Huidig klimaat

Klimaatsscenario sterk 2050



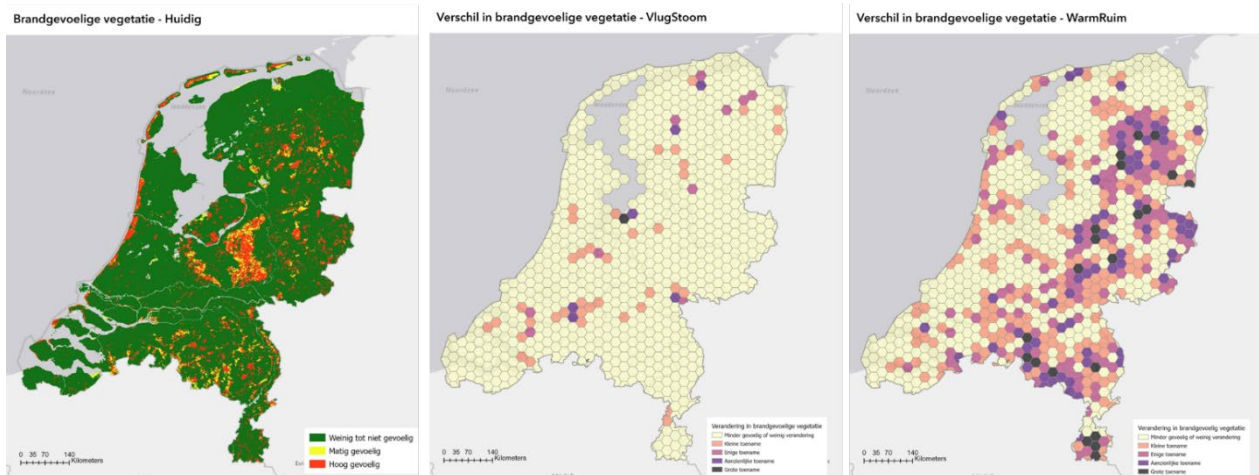
Figuur 4.4 Op basis van de relatie tussen het aantal branden over 2017-2022 en de bestaande natuurbrandgevoeligheidskaarten zijn de toekomstige natuurbranden gemodelleerd. De huidige schatting is op basis van de natuurbrandgevoeligheidskaart uit de Klimaateffectatlas (Van Marle & Agricola 2021). Daarom ontbreken de Waddeneilanden. Deze kaarten zijn gebaseerd op veranderingen in het KNMI '14 WH-scenario. Ook is er geen rekening gehouden met veranderingen in relatieve luchtvochtigheid en vegetatie. De kans op voorkomen is gebaseerd op het voorkomen in een hexagon van 7,5 x 7,5 km.

4.2.3 Veranderingen in brandgevoelige vegetatie

Vegetatie kan naar de toekomst ook veranderen en heeft effect op de natuurbrandgevoeligheid. In de eerdere studie voor de Klimaateffectatlas is deze naar de toekomst statisch gebleven (Van Marle and Agricola 2021). In een studie voor het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) is onderzocht of ook LGN250 (Landelijk

Grondgebruik Nederland met een resolutie van 250 bij 250 meter) gebruikt kan worden. Voor deze vegetatielaag is zowel informatie beschikbaar voor de referentieperiode (1991-2020, representatief voor de huidige situatie), alsmede de verschillende toekomstige scenario's. Hierbij is een vertaling gemaakt van gevoeligheid per vegetatietype in LGN250 (zie tabel B-2, Schasfoort et al. 2024).

Ook voor de gevoeligheid hebben we de verandering naar de toekomst voor de Deltascenario's VlugStoom en WarmRuim (LGN250) op hexagon ruimtelijke resolutie geprojecteerd. Dit is het netto-effect van zowel de veranderingen naar minder brandgevoelige vegetatie als naar meer brandgevoelige vegetatie. Hieruit blijkt dat voor VlugStoom een beperkt aantal gridcellen een iets hogere gevoeligheid krijgt, maar het scenario WarmRuim leidt tot hogere brandgevoeligheid voor vegetatie in met name Drenthe, delen van Overijssel en Gelderland, Noord-Brabant en Zuid-Limburg (figuur 4.5). Daarnaast worden sommige delen van de Nederlandse kust gevoeliger op basis van vegetatieveranderingen (figuur 4.5).



Figuur 4.5 De verandering in brandgevoelige vegetatie op basis van het LGN250 voor de huidige situatie (links), VlugStoom (midden), WarmRuim (rechts). De vertaling van vegetatietype naar brandgevoeligheid is op basis van de effectmodule natuurbranden in het DPZW (Schasfoort et al. 2024).

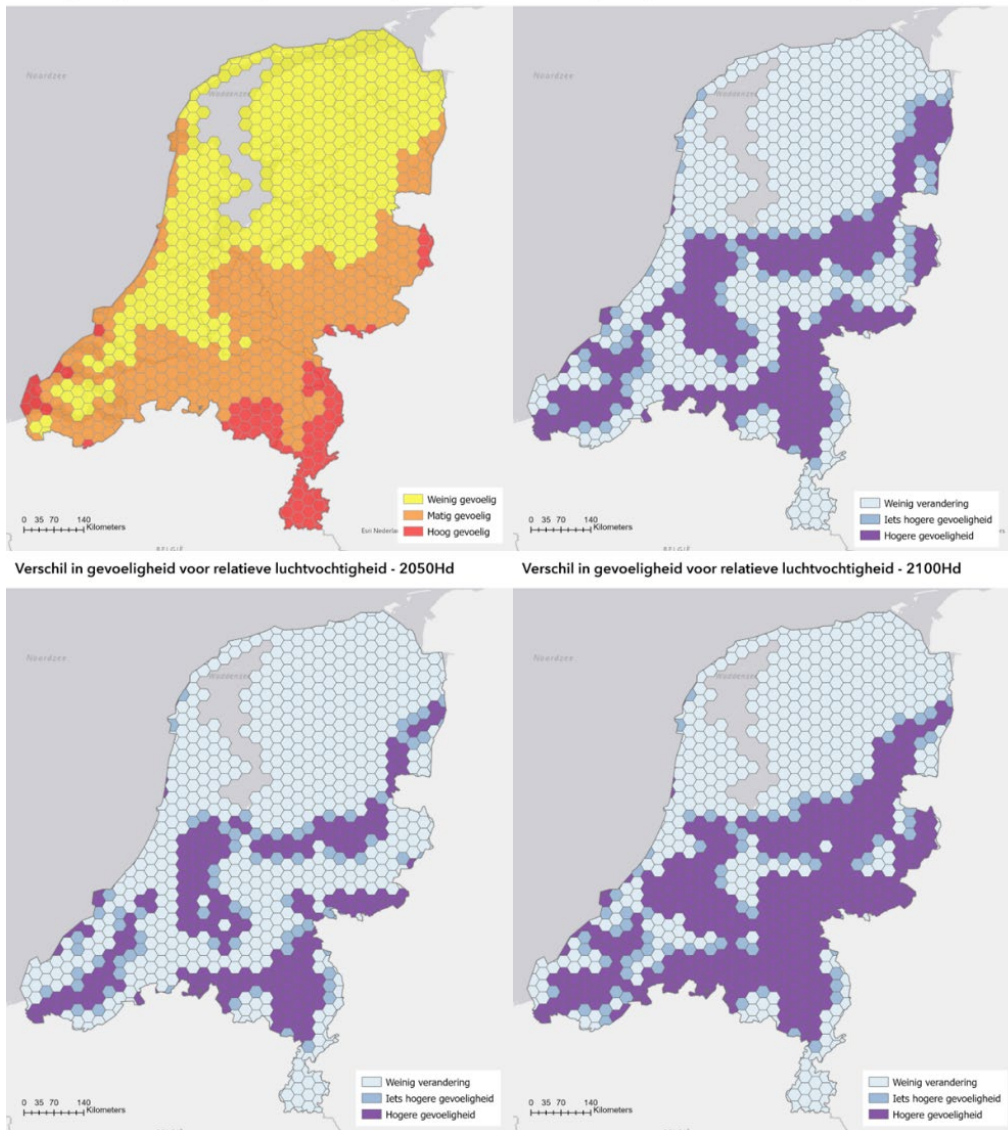
4.2.4 Veranderingen in meteorologische kenmerken

Tot slot is er ook nog gekeken naar veranderingen in meteorologische kenmerken. De belangrijkste relevant kenmerken die we hier onderzocht hebben zijn relatieve vochtigheid en dagen met brandgevaarlijk weer.

4.2.4.1 Veranderingen in relatieve luchtvochtigheid

Op basis van literatuur kan worden aangenomen dat op dagen met een minimale relatieve luchtvochtigheid van <50% de natuurbrandgevoeligheid hoger wordt (Wagner 1972, Flannigan and Harrington 1988). Binnen de deltasenario's worden dagelijks gemiddelde waarden gegeven. Daarom is voor de eerder genoemde studie binnen het DPZW (Schasfoort et al. 2024) geanalyseerd hoe de dagelijks geobserveerde minimum relatieve luchtvochtigheid zich verhoudt tot dagelijks gemodelleerde waarden. De tijdsperiode die gebruikt is, is 30 jaar (1991-2020). Van weerstation De Bilt zijn de minimale dagelijkse relatieve luchtvochtigheid, de gemiddelde dagelijkse relatieve luchtvochtigheid over het voorjaar (maart, april, mei) en zomer (juni, juli augustus) meegenomen.

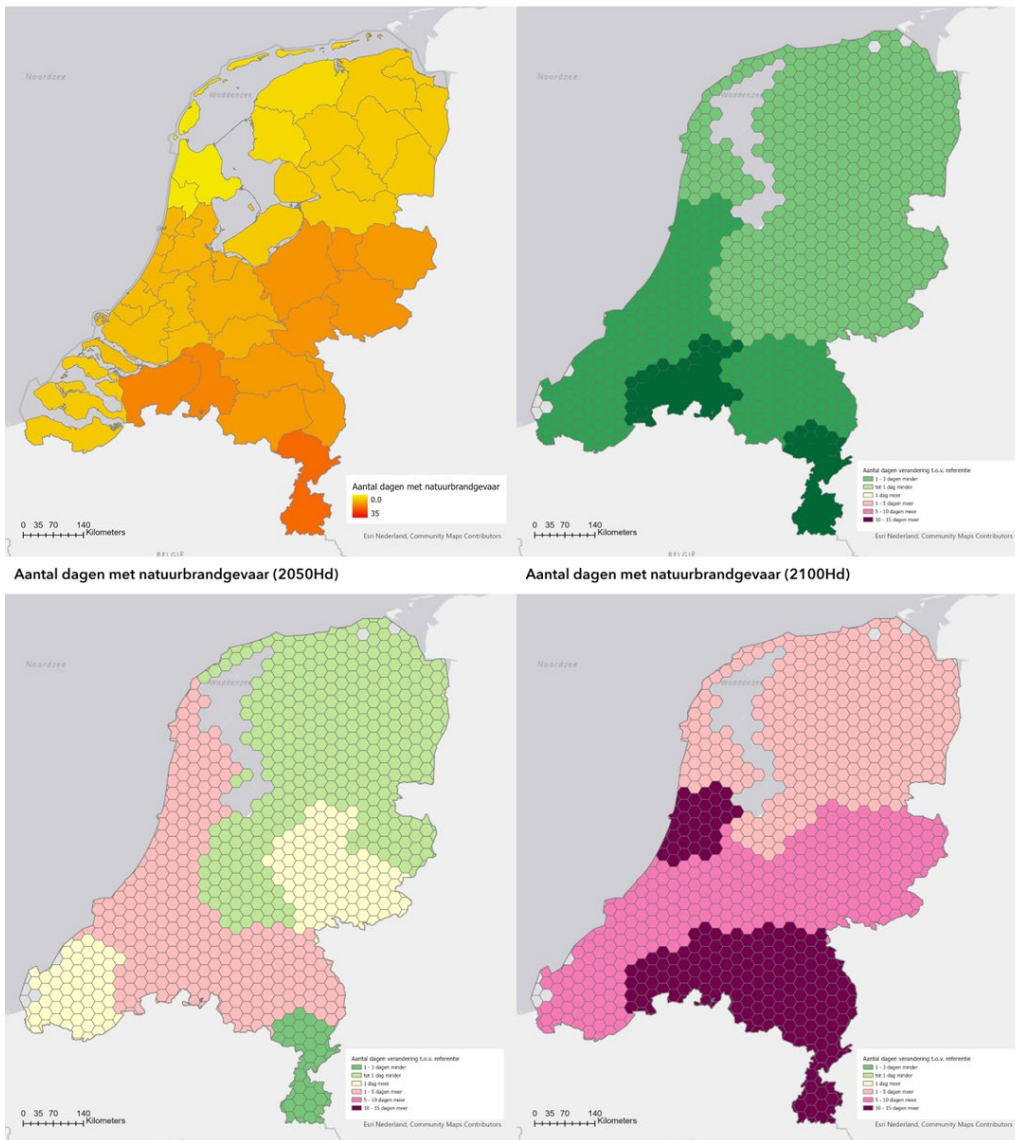
Hieruit blijkt dat de minimale dagelijkse gemodelleerde en geobserveerde waarden goed vergelijkbaar zijn met een Pearson-correlatie ($r=0.89$). De correlatie doet het minder goed bij met name de laagste minimale luchtvochtigheidswaarden. Hierbij geeft de gemiddelde dagelijkse waarde een lichte overschatting bij observaties lager dan 50% luchtvochtigheid. Op basis van de gevonden relaties is de gemodelleerde relatieve vochtigheid omgezet naar weinig, matig en hoog gevoelig voor de referentieperiode (figuur 4.6, linksboven). Daarnaast is ook de verandering gevisualiseerd voor 2100Ln, 2050Hd en 2100Hd. Hieruit blijkt dat de grootste veranderingen zichtbaar zijn voor een strook tussen Zeeland tot Oost-Drenthe. Noot: in deze analyse zijn de locaties die al als hooggevoelig zijn gedeut (zoals delen van Limburg, Zeeland en grensgebieden in Gelderland en Overijssel) niet gemarkeerd als nog hoger gevoelig.



Figuur 4.6 Verandering in het aantal dagen met een luchtvochtigheid <50% vertaald naar brandgevoeligheid voor de huidige situatie (linksboven), Ln 2100 (rechtsboven) en Hd (2050, 2100, onder). Volgend op aanpak van Schasfoort et al. (2024).

4.2.4.2 Dagen met brandgevaarlijk weer

Recent is ook een studie gepubliceerd over toekomstig natuurbrandgevaar. Lambrechts et al. (2024) gebruikten historische weergegevens, natuurbrandstatistieken, de KNMI'14-klimaatscenario's, en het internationaal veel gebruikte Canadian Fire Weather Index System om trends te analyseren in natuurbrandgevaar in Nederland. Omdat de Fine Fuel Moisture Code (FFMC) een betere voorspeller van het aantal natuurbranden bleek dan de Fire Weather Index waarde zelf (FWI) is FFMC gebruikt voor analyse van toekomstig natuurbrandgevaar. Deze analyse liet zien dat het aantal dagen met verhoogd natuurbrandgevaar in Nederland is toegenomen in de afgelopen decade (2011-2020). In het laag-emissiescenario wordt een lichte afname verwacht in heel Nederland, met de grootste afname (5 dagen of meer) in het zuidelijkste deel van Limburg en het westelijk deel van Brabant. In het hoog-emissiescenario zijn de verwachte veranderingen in 2050 nog klein: slechts enkele dagen meer of minder natuurbrandgevaar dan in de referentieperiode (figuur 4.7, linksonder). Een enkele dag verandering valt binnen de onzekerheidsmarge van de analyse. Desondanks zou een kleine afname in natuurbrandgevaar ondanks een toename van het neerslagtekort worden verklaard door het feit dat FFMC vooral gevoelig is voor veranderingen in temperatuur en relatieve luchtvochtigheid, en weinig gevoelig is voor neerslag (Arnell et al. 2021). In het hoog-emissiescenario wordt in 2100 voor heel Nederland een toename in het aantal dagen met verhoogd natuurbrandgevaar verwacht, met een aanzienlijke toename in Noord-Brabant en delen van Noord-Holland.



Figuur 4.7 Verandering in aantal dagen met natuurbrandgevaar op basis van de Fine Fuel Moisture Code (FFMC) van de Canadian Fire Weather Index voor de huidige situatie (linksboven), Ln 2100 (rechtsboven) en Hd (2050, 2100, onder) (Stoof and Lambrechts 2023).

Wat betreft lessen uit het buitenland hebben Dupuy et al. (2020) zich ook gericht op natuurbrandgevaar, maar dan voor het Middellandse Zeegebied in Europa. Zij benoemden verschillende oorzaken van onzekerheid in de analyse van toekomstige natuurbranden: klimaatprojecties, natuurbrandmodellen waar klimaat in zit, het effect van vegetatie (brandstof), terugkoppelingen tussen vuur en vegetatie, en de effecten van de mens op de relatie tussen vuur en klimaat. Deze onzekerheden maken dat ook het maken van projecties over toekomstig natuurbrandrisico complex zijn. Een analyse van de wetenschappelijke literatuur suggereert dat er weinig studies zijn die naar de toekomst kijken en zowel veranderingen in klimaat als maatschappelijke veranderingen beschouwen. Het zou waardevol zijn om met een natuurbrandverspreidingsmodel het effect van klimaat en andere toekomstige veranderingen te modelleren en dan voor een groot aantal hypothetische natuurbranden het brandgedrag en de mogelijke effecten te analyseren. Dit soort studies vereist echter een grote hoeveelheid ruimtelijke data, die vaak niet beschikbaar zijn.

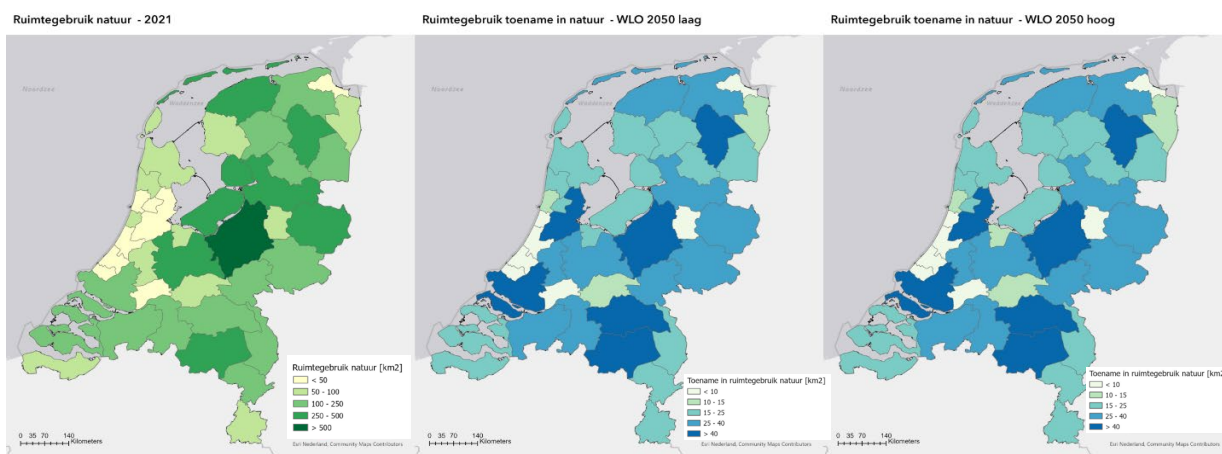
4.3 Sociaaleconomische ontwikkelingen

Bij natuurbranden speelt niet alleen het klimaat in Nederland een rol; er zijn ook een aantal andere factoren die de uiteindelijke risico's voor de omgeving bepalen (Stoof and Lambrechts 2023). Dat gaat zowel om onderdelen uit de contextscenario's die door PBL zijn gedefinieerd (bevolkingsgroei, recreatie, landgebruik, waterbeschikbaarheid, verhitting van steden), als ontwikkelingen op het gebied van beleid.

Contextscenario's: toekomstige sociale, ruimtelijke en economische ontwikkelingen

Mensen veroorzaken de meeste natuurbranden. Een toename in **bevolkingsgroei** of **recreatie** (beperkt en sterk verhogend) zorgt daarom voor een toename van de ontstaanskans van natuurbranden. Daarnaast zorgen meer mensen ook voor een toename in het risico, ook omdat het woon- en werkgebied toeneemt in de toekomst (beperkt en sterk verhogend).

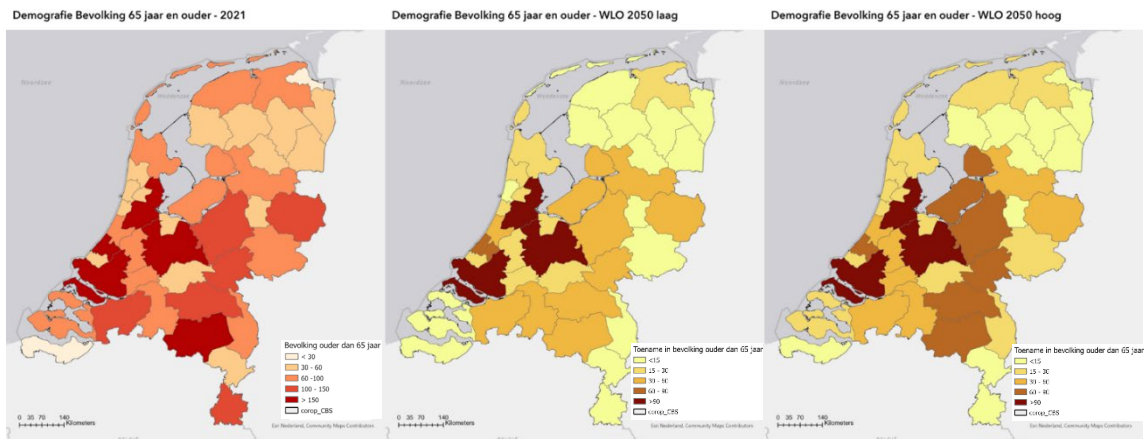
De toename van **oppervlak bos** en vooral **natuur** (beperkt verhogend) (figuur 4.8) zal naar verwachting leiden tot een toename van de hoeveelheid en continuïteit van biomassa. Meer brandstof en meer aaneengesloten brandstof zorgt voor een toename in de verspreidingssnelheid en intensiteit van natuurbranden. Bij een snelle ontwikkeling zullen detectietijden en opkomsttijden kort moeten zijn om de beheersbaarheid van de brand bij het ter plaatse komen van de brandweer te garanderen. Als dit niet het geval is, kan een toename in biomassa leiden tot een grotere kans op onbeheersbare branden.



Figuur 4.8 Verwachte toename van het ruimtegebruik natuur in [km²], uit de toekomstverkenning van de Welvaart en Leefomgeving (WLO).

In de context van een toename in brandstof is het aannemelijk dat de toename in bevolkingsgroei en recreatie een nog groter effect hebben op het ontstaan van natuurbranden en het risico dat ze kunnen brengen. Dit wordt vervolgens nog versterkt door een afname van de **waterbeschikbaarheid** (beperkt, sterk verhogend). Dit betekent dat zeker in periodes van langdurige droogte er mogelijk onvoldoende water beschikbaar is om zonder restricties branden te blijven blussen. Dit benadrukt de noodzaak van slimmere repressie die meer is gericht op het beheersen van brandstof dan op het blussen van vlammen. De toenemende **verhitting van steden** kan leiden tot een grotere vraag naar stedelijk groen inclusief groene daken en groene muren. Dit zou kunnen leiden tot een grotere waarschijnlijkheid van natuurbranden (ontstaan en verspreiding) en dus natuurbrandrisico in steden.

Vergrijzing van de bevolking (figuur 4.9) kan de zelfredzaamheid van burgers verkleinen, waardoor hun kwetsbaarheid toeneemt. Dit speelt zowel op individueel niveau als op groepsniveau, waar vergrijzing zorgt voor een toename van verzorgingshuizen of ziekenhuizen die vaak zijn gesitueerd in het groen.



Figuur 4.9 Verwachte verandering van demografie: bevolking van 65 jaar en ouder (x1000) in 2100 (links) en de toename van aantal bevolking ouder dan 65 jaar (x1000) voor 2050 WLO laag (midden) en WLO hoog (rechts) (Bron: WLO).

Ontwikkelingen in beleid

Het besluit tot ontwikkeling van wet- en regelgeving voor natuurbrandbeheersing in Nederland (Rummenie 2025) biedt een kans om de Nederlandse natuurbrandstatistieken (Stoof et al. 2024) wettelijk te borgen. Daarmee kan de kennisbasis van het natuurbrandregime verzekerd worden die nodig is om het natuurbranddossier te voeden met wetenschappelijk gevalideerde kennis.

Tegelijkertijd zijn er ook beleidsontwikkelingen die juist een negatief effect kunnen hebben op natuurbrandrisico, zoals het voornemen tot het planten van miljoenen bomen voor het klimaat (zonder slim onderhoud is de kans aanwezig dat dit onbedoeld tot meer branden leidt) en het uit productie nemen van landbouwgronden zonder dat er een andere vorm van onderhoud wordt voorzien.

Rol van ruimtelijke variatie

De mate waarin deze ontwikkelingen het natuurbrandrisico naar de toekomst toe beïnvloeden is afhankelijk van eventuele ruimtelijke variatie in deze ontwikkelingen. Voorbeelden zijn leegloop van rurale gebieden en stedelingen die in het groen gaan wonen – patronen die ook internationaal heel zichtbaar zijn. We adviseren om de verscheidenheid van ruimtelijke variatie verder uit te diepen.

4.4 Conclusie over toekomstig natuurbrandrisico

De analyse laat zien dat de natuurbrandgevoeligheid in Nederland in de toekomst aanzienlijk zal toenemen (tabel 4.4), mede als gevolg van klimaatverandering en veranderingen in vegetatie. Het aantal locaties met een hoge gevoeligheid voor natuurbranden verdubbelt, waarbij vooral gebieden in Drenthe, Overijssel en Gelderland een sterke toename laten zien. Ook delen van West-Nederland en Zeeland worden gevoeliger. Opvallend is dat veel van deze locaties niet alleen vaker getroffen zullen worden, maar ook een verhoogd risico kennen op langdurige natuurbranden. De modellering van natuurbrandkans is complex en kent beperkingen. Zo is de maximale gevoeligheid in het model begrensd, waardoor de werkelijke toename in natuurbranden mogelijk wordt onderschat.

Daarnaast is vegetatie een belangrijke factor in de brandgevoeligheid, maar in eerdere studies bleef deze statisch. Nieuwe inzichten, zoals uit het Deltaprogramma Zoetwater, tonen aan dat vegetatieveranderingen in scenario's als WarmRuim kunnen leiden tot een verhoogde gevoeligheid in onder andere Drenthe, Noord-Brabant en Zuid-Limburg, evenals delen van de kust. De ruimtelijke projecties van brandgevoeligheid en relatieve vochtigheid bevestigen dat de grootste veranderingen optreden in een strook van Zeeland tot Oost-Drenthe. Locaties die nu al als zeer gevoelig zijn aangeduid, worden in de analyse echter niet als nog gevoeliger gemarkeerd. Dit wijst wederom op een mogelijke onderschatting van de verandering in kans. Internationale studies, zoals die van Dupuy et al. (2020), onderstrepen de complexiteit van het voorspellen van natuurbrandrisico's. Onzekerheden in klimaatprojecties, vegetatieveranderingen, terugkoppelingen tussen vuur en vegetatie, en menselijke invloeden maken het lastig om betrouwbare toekomstscenario's te

ontwikkelen. Hoewel het gebruik van natuurbrandverspreidingsmodellen waardevol zou zijn, vergt dit type onderzoek uitgebreide ruimtelijke data die vaak niet beschikbaar is.

Naast de toename in risico door klimaatfactoren zal ook het risico toenemen als gevolg van socio-economische ontwikkelingen. De ontstaanskans van natuurbranden zal toenemen met een toename in bevolkingsgroei en recreatie, omdat natuurbranden in Nederland grotendeels door mensen worden veroorzaakt. Vergroting van het woon- en werkgebied en vergroening van stedelijk gebied (als manier om de verhitting van steden te beperken) kan daarbij natuurbrand makkelijker in urbane gebieden brengen, zowel qua ontstaan als qua impact. Met een verwachte toename in het oppervlak bos en natuur neemt de hoeveelheid en aaneengeslotenheid van biomassa toe, en daarmee de verspreidingsnelheid, intensiteit en mogelijke onbeheersbaarheid van natuurbranden. Deze toename in lastige natuurbranden staat in de context van een grotere kwetsbaarheid van de bevolking door toegenomen vergrijzing, en mogelijke waterschaarste voor brandbestrijding door afname van de waterbeschikbaarheid. Beleidsontwikkelingen die deze uitdagingen kunnen versterken zijn de grootschalige aanplant van nieuw bos en mogelijk het uit productie nemen van landbouwgronden. Adaptatie is nodig om deze uitdagingen in goede banen te leiden en de gevolgen te beperken.

Tabel 4.4 *Samenvatting huidig en toekomstig natuurbrandrisico.*

Scenario	Kans	Gevolgen
Huidige situatie	<p>Kortdurend, dynamisch: Jaarlijks</p> <p>Langdurig, langzamer: 1:1 – 1:10 jaar</p> <p>Simultaan optreden: 1:10 – 1:100 jaar</p>	<p>Natuur: gevolgen zijn het grootst voor natuur en milieu, waarbij snel een omvang groter dan 100 ha wordt gehaald, maar ook Natura 2000-gebieden of kwetsbare (hoogveen)-gebieden zullen grote gevolgen ondervinden</p> <p>Mens: rookvorming resulteert in fysieke impact (longklachten, maar ook indirect door auto-ongelukken). Daarnaast mentale impact op omwonenden en hulpverleners.</p> <p>Economie: vitale functies kunnen snel uitvallen, omdat in Nederland deze functies nauw verweven zijn. Denk hierbij aan afsluiting van wegen en spoorwegen, maar ook mogelijk uitval van elektriciteit. Bovenregionale bijstand is vaak nodig. Totale schade/gevolgen zullen per gebeurtenis niet snel groter zijn dan 1 miljard euro.</p> <p>Gevolgen door uitval van vitale infrastructuur en cascade-effecten zorgen voor grotere regionale effecten buiten het direct afgebrande gebied.</p> <p>Cultuur: rijksmonumenten en landgoederen kunnen mogelijk leiden tot moeilijk omkeerbare schade. Rookvorming kan leiden tot collectieschade, maar deze is vaak ook omkeerbaar. Gevolgen eindigen snel in de midden-categorie, maar meestal niet in de groter-categorie. Indien sprake is van coïncidentie (het tegelijkertijd optreden van branden op verschillende locaties) en schaarste aan brandweermaterieel binnen de respons zal cultureel erfgoed mogelijk minder prioritair zijn en daardoor leiden tot grotere gevolgen.</p> <p>Imago: Er zal waarschijnlijk media aandacht zijn, maar dit hoeft niet direct negatief te zijn voor het imago. Uitzondering is dat indien door coïncidentie en vertraagde respons doden vallen natuurbranden kunnen leiden tot een verlies in de hulpdiensten.</p>
2050Hd	<p>Aantal branden: verwachte toename minimaal 2x zo vaak op basis van GLG en neerslagtekort. Hierbij worden de gebieden waar nu al veel branden plaatsvinden (Veluwe, Noord-Brabant, duingebieden) uitgebreid. De kans op langdurige branden neemt ook toe, met name op locaties die ook langdurig kunnen branden in Oost-Nederland (Drenthe, Overijssel en Gelderland).</p>	<p>Door een vrijwel zekere toename in meteorologische gevoeligheid zullen de gevolgen groter worden door een toename in aantal branden. Ook door een grotere kans op gelijktijdigheid van branden zullen ten gevolge van een tekort aan personeel en materieel in bijv. de repressie de gevolgen meer dan lineair toenemen.</p> <p>Doordat ook locaties getroffen worden die nu niet met vuur te maken hebben, zullen zij ook geïntroduceerd worden met</p>

Scenario	Kans	Gevolgen
	<p>Relatieve luchtvochtigheid leidt tot toename in natuurbrandgevoeligheid voor een gebied tussen Zeeland en Drenthe, daarnaast zijn al delen van Limburg en Zeeland als hooggevoelig geduid.</p> <p>Aantal dagen met brandgevoelig weer leidt tot beperkte veranderingen (tot 5 dagen toename in Noord-, Zuid-Holland en Noord-Brabant en tot 3 dagen afname in noordelijke provincies).</p>	<p>een fenomeen waar ze niet op voorbereid zijn. Dit kan tot grotere gevolgen leiden.</p> <p>Door een toename in kans op langdurige (en mogelijk onbeheersbare) branden zullen de gevolgen groter worden. Met name op de fysieke leefomgeving kan dit effecten hebben en daarmee direct mens, natuur en cultuur beïnvloeden. Tegelijkertijd leidt dit economisch ook tot grotere inzet van repressie en meer kans op uitval van vitale functies en cascade-effecten.</p> <p>Kwetsbare groepen/ouderen lopen bij crises per definitie meer risico, dus de impact op deze groepen zullen sterker toenemen dan bij de algehele bevolking. Een groter aandeel senioren en een grotere populatie dragen aanvullend bij aan een groter risico.</p> <p>Minder vitale natuur kan daarbij bijdragen aan een grotere hoeveelheid biomassa (brandstof) voor natuurbranden.</p>
2100Hd	<p>Voor 2100Hd is geen integraal model beschikbaar dat de kans van voorkomen voor natuurbranden modelleert.</p> <p>Enkel op basis van meteorologische eigenschappen zal de kans op natuurbranden vrijwel zeker toenemen naar 2100Hd.</p> <p>Er zal een toename zijn in relatieve vochtigheid voor 2100Hd. Deze toename is voor dezelfde regio's als voor 2050Hd, maar wel met grotere intensiteit.</p> <p>Waar voor 2050Hd de toename in aantal dagen met brandgevoelig weer nog beperkt is in aantal en gebied, zal deze in heel Nederland leiden tot een toename, waarbij de zuidelijke helft van Nederland een toename van 5 of meer dagen per jaar heeft. De grootste toename (meer dan 10 dagen per jaar) wordt gezien in Limburg, Noord-Brabant en een deel van Noord-Holland.</p>	<p>De trend van toename in gevolgen voor scenario 2050Hd, zal voor 2100Hd groter zijn door een hogere gevoeligheid. Er zullen meer locaties zijn die nu nog niet te maken hebben met natuurbranden en op de locaties waar natuurbranden nu al voorkomen, zullen ze vaker voorkomen en mogelijk ook intensiever.</p> <p>Door een grotere toename in aantal branden zal verwacht worden dat er grotere druk zal komen op de repressie door gelijktijdigheid van inzet. Dit betekent ook dat er een wisselwerking is met andere taken van de hulpdiensten die hierbij in het geding komen en mogelijk tot grotere gevolgen kunnen leiden.</p>
2100Ln	<p>Enkel op basis van meteorologische eigenschappen is niet zeker hoe de kans zal veranderen. Enkel op relatieve luchtvochtigheid wordt voor een groot deel van Nederland een toename in gevoeligheid verwacht. Tegelijkertijd laat het aantal dagen met brandgevaarlijk weer zien dat er waarschijnlijk een afname is in meteorologisch gevoelige eigenschappen, met de grootste afname (>5 dagen) afname in het zuidelijk deel van Nederland.</p> <p>Tegelijkertijd ontstaan natuurbranden door een complexe wisselwerking in meteorologie, vegetatie en ontvlaming en omdat voor 2100Ln geen integraal model beschikbaar is dat de kans van voorkomen voor natuurbranden modelleert, is de verandering in kans moeilijk te voorspellen.</p>	<p>Ondanks dat de effecten van lagere luchtvochtigheid en mogelijk meer brandgevaarlijk weer op de aanwezigheid van natuurbranden onduidelijk zijn, nemen de effecten van natuurbranden toe als gevolg van een grotere populatie, en een groter aandeel senioren. Kwetsbare groepen en ouderen lopen daarbij groter risico.</p> <p>Kwetsbare groepen/ouderen lopen bij crises per definitie meer risico, dus de impact op deze groepen zullen sterker toenemen dan bij de algehele bevolking. Een groter aandeel senioren en een grotere populatie dragen aanvullend bij aan een groter risico.</p> <p>Minder vitale natuur kan daarbij bijdragen aan een grotere hoeveelheid biomassa (brandstof) voor natuurbranden.</p>
VlugStoom/ WarmRuim	<p>Rekening houdend met veranderingen in vegetatie is afhankelijk van VlugStoom: beperkte toename of WarmRuim: met name toename in oostelijke helft van Nederland</p>	<p>n.v.t.</p>

5 Beleids- en adaptatiemaatregelen voor natuurbrandrisico

5.1 Adaptatiemaatregelen

Er zijn een heel aantal adaptatiemaatregelen die mogelijk en nodig zijn om Nederland beter voor te bereiden op natuurbranden, niet alleen in de toekomst, maar ook nu. Deze adaptatiemaatregelen zijn aan de ene kant gericht op de ontwikkeling van een vuurcultuur, aan de andere kant zijn ze specifiek gericht op het verminderen van de klimaatdreiging, blootstelling, en gevoeligheid voor natuurbranden en het vergroten van de adaptatiecapaciteit. Op dit moment zijn deze adaptatiemaatregelen niet in wetten of beleidspakketten vastgelegd.

Bouwend op eerdere studies (Bles et al. 2016, Schoennagel 2020, Bles and Sardjoe 2021, Sample et al. 2022, Canadas et al. 2023, Peregrina Gonzalez et al. 2023, De Paor et al. 2024, Peregrina Gonzalez et al. 2024, Newman Thacker et al. 2025) zijn voorbeelden van adaptatiemaatregelen:

- het meenemen van natuurbranden in ruimtelijke ordening en landschapsbeheer;
- een focus op slimme brandbestrijding en het opleiden van brandweermensen en terreinbeheerders;
- beheer en onderhoud rondom kwetsbare objecten en vitale infrastructuur;
- en het stimuleren van natuurbrandadaptief bouwen.

In de toekomst zouden adaptatiemaatregelen ook in een *multi-hazard*-setting kunnen worden beschouwd, en in de context van mogelijke ketenafhankelijkheid en gevolgen van natuurbranden.

5.1.1 Wat is klimaatdreiging, blootstelling, gevoeligheid en adaptatiecapaciteit voor natuurbranden

De termen klimaatdreiging, blootstelling, gevoeligheid en adaptatiecapaciteit zijn complex en worden soms op verschillende manieren geïnterpreteerd. In onderstaand overzicht definiëren we deze termen daarom in de context van natuurbranden, gebaseerd op de standaard PBL-methodiek (Witmer et al. 2023) en vervolgens aangescherpt met PBL-collega's in mei 2025.

- **Klimaatdreiging:** het directe effect van weer/klimaat op het mogelijk optreden van een natuurbrand (zowel het ontstaan van een natuurbrand als het gedrag). Volgens Witmer et al. (2023) betreft klimaatdreiging alleen *directe klimaatgerelateerde* effecten. Klimaatdreiging van natuurbranden omvat daarom slechts een deel van de vuurdriehoek van het samenspel tussen brandstof, ontsteking, en weer/klimaat. Omdat alleen de *directe* klimaatgerelateerde effecten worden beschouwd bij de klimaatdreiging vallen ook de indirecte effecten van weer/klimaat op bijvoorbeeld de vegetatie (aanwezigheid, hoeveelheid, beschikbaarheid en brandbaarheid) buiten beschouwing.
- **Blootstelling:** de aanwezigheid van iets van waarde (een 'object') dat in gevaar kan worden gebracht door een klimaatdreiging, zoals mensen, diersoorten, ecosystemen, infrastructuur of economische, sociale of culturele belangen. Voor natuurbranden betreft blootstelling daarmee de aanwezigheid van mensen, waardevolle flora en fauna, en de ligging van bijvoorbeeld gebouwen, wijken, recreatie, evenementen of vitale infrastructuur in een gebied waar natuurbranden kunnen plaatsvinden, zoals bij natuurgebieden, in parken en langs bermen.
- **Gevoeligheid:** de mate waarin iets van waarde (een 'object') negatief of positief beïnvloed wordt door natuurbranden, bijvoorbeeld het gemak waarmee vonkenregens waardevolle zaken kunnen doen ontbranden. Dit wordt bepaald door de inrichting van de ruimte direct rondom (verticale en horizontale connectiviteit van vegetatie), en de brandbaarheid van het object, de materialen die zijn gebruikt en eventueel de constructie (kan vliegvluur binnendringen via openingen en zo van binnenuit een brand veroorzaken?).

Blootstelling en *gevoeligheid* lijken sterk op elkaar, maar verschillen qua schaal en focus. Blootstelling gaat over de kans op een natuurbrand en de beheersbaarheid daarvan in het algemeen in de omgeving.

Gevoeligheid daarentegen gaat over een specifiek object (iets van waarde) en de vraag of dit object brandt, de manier waarop het brandt, en wat de consequenties daarvan zijn. De blootstelling voor natuurbrand is daarmee iets wat meer over de landschapsschaal gaat, terwijl de gevoeligheid voor natuurbrand specifiek gaat over het object zelf, dus een kleinere schaal.

- **Adaptatiecapaciteit:** het vermogen van systemen, instituties, mensen of organismen om zich aan te passen aan mogelijke schade, te reageren op gevolgen of kansen te benutten, dus de mogelijkheid om de negatieve effecten van natuurbranden te beperken. Bijvoorbeeld door vooraf huizen en tuinen 'firewise' te maken, persoonlijke voorbereiding (weten wat je moet doen als er brand is, en dat ook kunnen doen), en slimme brandbestrijding. Met adaptatiecapaciteit kan risico worden verlaagd, door de blootstelling en/of de gevoeligheid te verminderen. Bij adaptatiecapaciteit speelt ook mee in hoeverre het mogelijk is om adaptatiemaatregelen toe te passen (is er voldoende kennis, middelen, hoe lastig is het?). Het toepassen van firewise-concepten is bijvoorbeeld makkelijker dan het verplaatsen van een gevangenis in het groen.

5.1.2 Adaptatiemaatregelen gericht op klimaatdreiging, blootstelling, gevoeligheid, adaptatiecapaciteit

Verminderen van klimaatdreiging

De klimaatdreiging bij natuurbranden gaat specifiek over de directe effecten van weer/klimaat op het ontstaan en het gedrag van natuurbrand (paragraaf 3.1). De enige adaptatiemaatregel die de klimaatdreiging van natuurbranden aanpakt is daarom het tegengaan van klimaatverandering door terugdringing van de uitstoot van broeikasgassen.

Verminderen van blootstelling

De blootstelling aan natuurbranden gaat over de aanwezigheid van kwetsbare objecten (mensen, waardevolle flora en fauna, ligging van gebouwen, wijken, recreatie, evenementen of vitale infrastructuur) in een gebied waar natuurbranden kunnen plaatsvinden. Blootstelling kan verminderd worden door waardevolle objecten te vermijden in risicogebieden, maar ook door het beïnvloeden van brandgedrag. Adaptatiemaatregelen om blootstelling te verminderen zijn daarom:

- het meenemen van natuurbranden in ruimtelijke ordening en landschapsbeheer;
- het nemen van maatregelen in de omgeving van waardevolle objecten in risicogebieden (tabel 5.1).

De mogelijkheid om de blootstelling aan natuurbranden te verlagen is een gedeelde verantwoordelijkheid van de eigenaar van het risico (een camping, verzorgingshuis, woonwijk, of transformatorstation) en de omliggende eigenaren. Als risico-eigenaren slechts een klein stuk land bezitten kan hun adaptatiecapaciteit om de blootstelling te beperken daarom beperkt zijn. We adviseren dat hier vanuit de overheid aandacht voor komt om deze complexiteit te adresseren.

Een grote beleidskans is de Nota Ruimte die op dit moment in ontwikkeling is, die de Nationale Omgevingsvisie¹³ opvolgt. Natuurbrand was afwezig in de huidige Omgevingsvisie. Gezien de huidige en toekomstige natuurbrandrisico's in Nederland raden wij sterk aan om natuurbranden in de nieuwe Nota Ruimte wel mee te nemen.

¹³ [Nationale Omgevingsvisie | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

Tabel 5.1 Adaptatiemaatregelen om blootstelling aan natuurbranden te beperken.

Beleid	Adaptatiemaatregel	Relevantie	Verantwoordelijkheid	Intensiveren/ transformeren	Implementeerbaarheid
Neem natuurbrand mee in ruimtelijke ordening	Natuurbrandrisico wordt onderdeel van afwegingen over ruimtelijke planning van wonen, werken, landbouw, natuur en infrastructuur.	Reduceren van gevolgen van natuurbranden.	Plekken waar ruimtelijke ordening is belegd	Transformeren	Nota Ruimte wordt op dit moment ontwikkeld
Maatregelen voor/ rondom mensen en kwetsbare objecten en activiteiten, zoals huizen, woonwijken, gevangenis, zorginstelling, camping, evenement of vitale infrastructuur	Ontmoedig het (her)bouwen van kwetsbare objecten in risicogebied.	Reduceren van gevolgen van natuurbranden: minder kwetsbare objecten/ activiteiten betekent lager risico.	Rijk/provincie	Transformeren	
	Overweeg vitale functies of kwetsbare objecten te verplaatsen uit risicogebied.		Rijk/provincie	Transformeren	
	Neem natuurbrandgevaar en natuurbrandrisico mee in vergunningverlening van evenementen.		Gemeente	Intensiveren	
	Pas strategisch brandstof-beheer toe in de omgeving van kwetsbare objecten om de kans op natuurbrand te beperken, het potentiële brandgedrag beheersbaar te houden of maken en overslag van natuurbranden te verminderen.	Beperken van het ontstaan en de verspreiding van natuurbranden, en het vergroten van de beheersbaarheid.	Rijk/provincie/ gemeente/ grondeigenaar, en eventueel de eigenaren van aanliggende terreinen	Transformeren	
Neem natuurbrand mee in landschapsbeheer	Beïnvloed natuurbrandgedrag in het landschap door het verminderen of veranderen van de hoeveelheid en structuur van brandstof in natuur, bos en landbouwgebieden. Door bijvoorbeeld uitdunnen, verwijderen van ondergroei, brandgangen, mozaïeken van een variatie van landgebruikstypes, omvorming van brandbare opstanden naar minder brandbare opstanden (bijv. van naaldbos naar loofbos).	Beperken van het ontstaan en de verspreiding van natuurbranden, en het vergroten van de beheersbaarheid.	Plekken waar landschapsbeheer is belegd	Transformeren	Korte en lange termijn

Verminderen van de gevoeligheid

De gevoeligheid voor natuurbranden gaat over de mate waarin iets van waarde (een 'object') negatief of positief beïnvloed wordt door natuurbranden, en dus door de vraag of dit object brandt, de manier waarop het brandt, en wat de consequenties daarvan zijn. Gevoeligheid kan daarom verminderd worden door op objectniveau de kans te verkleinen *dat* iets brandt, te beïnvloeden *hoe* iets brandt, en de *impact* daarvan te verkleinen. Adaptatiemaatregelen om blootstelling te verminderen zijn daarom het stimuleren van natuurbrand-adaptief bouwen en gebruik van natuurbrand-adaptieve bouwmaterialen, en het toepassen van firewise-groenbeheer rondom waardevolle objecten en vitale infrastructuur (tabel 5.2).

Tabel 5.2 Adaptatiemaatregelen om de gevoeligheid voor natuurbranden te beperken.

Beleid	Adaptatiemaatregel	Relevantie	Verantwoordelijkheid	Intensiveren/ transformeren	Implementeerbaarheid
Stimuleer natuurbrand-adaptief bouwen en het gebruik van soortgelijke bouwmaterialen	Stel normen aan bebouwing en vitale infrastructuur m.b.t. materiaal-eigenschappen. Het gebruik van minder brandbare materialen of het versterken van materialen verkleint de kans op schade en daarmee uitval.	Verlagen van de kans dat bebouwing en vitale infrastructuur brandt, beïnvloeden van de manier waarop het brandt, en reduceren van uitvalstijd.	Nationale overheid, EU, (net)beheerders Verzekeringsmaatschappijen	Intensiveren	Korte termijn
Stimuleer de toepassing van firewise-groenbeheer bij de inrichting van de ruimte direct rond waardevolle objecten	Beïnvloed natuurbrandgedrag direct rondom kwetsbare objecten door het verminderen of veranderen van de hoeveelheid en structuur van brandstof tot 30 m rond het object. Bereik dit via voorlichtingscampagnes, en/of stimuleer dit via de verzekeringsbranche.	Verlagen van de kans dat waardevolle objecten branden, beïnvloeden van de manier waarop het brandt, en beperken van de consequenties daarvan.	Eigenaar, en eventueel de eigenaren van aanliggende terreinen Rijk (voorlichting) Verzekeringsmaatschappijen	Transformeren	Korte termijn
Beheer en onderhoud rondom (vitale) infrastructuur	Het hebben van een duidelijk onderhoud van vegetatie die zich naast infrastructuur bevindt (bijv. regelmatig maaien van bermen naast wegen of spoorwegen of het toepassen van firewise-groenbeheer rondom kritieke objecten) vermindert de hoeveelheid brandbaar materiaal en kan het ontstaan en de verspreiding van branden in de buurt van infrastructuur voorkomen.	Verlagen van de kans dat waardevolle objecten branden, beïnvloeden van de manier waarop het brandt, en beperken van de gevolgen van natuurbranden	Rijkswaterstaat, ProRail, netbeheerders, provincie en Rijk Verzekeringsmaatschappijen	Intensiveren, mogelijk transformeren	Korte termijn en lange termijn. Dit omvat meerdere opties

Vergroten van adaptatiecapaciteit

De adaptatiecapaciteit voor natuurbranden gaat over het vermogen van systemen, instituties, mensen of organismen om de negatieve effecten van natuurbranden te beperken. Adaptatiemaatregelen om de adaptatiecapaciteit te vergroten zijn bijvoorbeeld het stimuleren van zelfredzaamheid, slimme brandbestrijding, en proactieve aandacht voor herstel en welzijn. Dit is uitgewerkt in tabel 5.3. Ook de adaptatiemaatregelen gericht op het verminderen van blootstelling en gevoeligheid (zie boven) vergroten de adaptatiecapaciteit.

Bij adaptatiecapaciteit speelt ook mee in hoeverre er voldoende kennis en financiële middelen zijn om de adaptatiemaatregelen te implementeren. Op dit moment staat het vakgebied natuurbranden in Nederland nog in de kinderschoenen. Ondanks dat er ontzettend veel is bereikt in de afgelopen 10-15 jaar, is er op dit moment in Nederland onvoldoende kennis en expertise op het gebied van natuurbranden voor de transformatie die nodig is. De internationale kennis op dit gebied moet dus worden vertaald naar en toegepast op de Nederlandse situatie. Hiervoor is kennis nodig zowel van natuurbranden als van het Nederlandse landschap en de maatschappij.

Tabel 5.3 Adaptatiemaatregelen om de adaptatiecapaciteit voor natuurbranden te vergroten.

Beleid	Adaptatiemaatregel	Relevantie	Verantwoordelijkheid	Intensiveren/ transformeren	Implementeerbaarheid
Stimuleren zelfredzaamheid burgers	Stimuleren van algehele zelfredzaamheid in het geval van rampen, incl. noodpakket, discussie van hoe om te gaan met eventuele evacuatie van de mensen/dieren in je huishouden, hoe je jezelf kan helpen, hoe je je burens kan helpen.	Algemene zelfredzaamheid versterkt de veerkracht van burgers en vermindert de druk op hulpdiensten en de overheid. Het beperkt de gevolgen van een eventuele ramp.	Burgers, gestimuleerd door het Rijk	Transformeren	Korte termijn
Slimme brandbestrijding/opleiden brandweer en terreinbeheerders	Innovatie van natuurbrandbestrijding: niet per se meer materieel maar vooral meer kennis, data, specialisme om het vuur te gaan begrijpen en veilige en effectieve plekken en momenten te zoeken waarop met slimme inzet van diverse methoden de brand beheerst kan worden.	Natuurbranden zijn anders dan gebouwbranden en vereisen een andere aanpak. Dit kan niet worden opgelost met meer water/voertuigen/vliegtuigen. Effectievere respons en daardoor minder grote gevolgen.	Veiligheidsregio's, landschapsbeheer	Intensiveren	Korte termijn
Ontwikkel herstelplannen	Ontwikkel herstelplannen en fondsen voor landbouwgrond en agrarische productie (bijv. akkerbouw, veeteelt, bijenteelt), voor natuurgebieden, horeca (vangnetten, hulpvragen, etc.)	Proactieve aandacht voor herstel versterkt de veerkracht na een eventuele ramp.	Rijk	Transformeren	Korte termijn
Zorg voor welzijn	Zorg voor fysiek en mentaal welzijn van hulpverleners, omwonenden, en andere getroffen	Proactieve aandacht voor welzijn versterkt de veerkracht	Rijk	Transformeren	Korte termijn

5.1.3 Adaptatiemaatregelen gericht op het ontwikkelen van een vuurcultuur

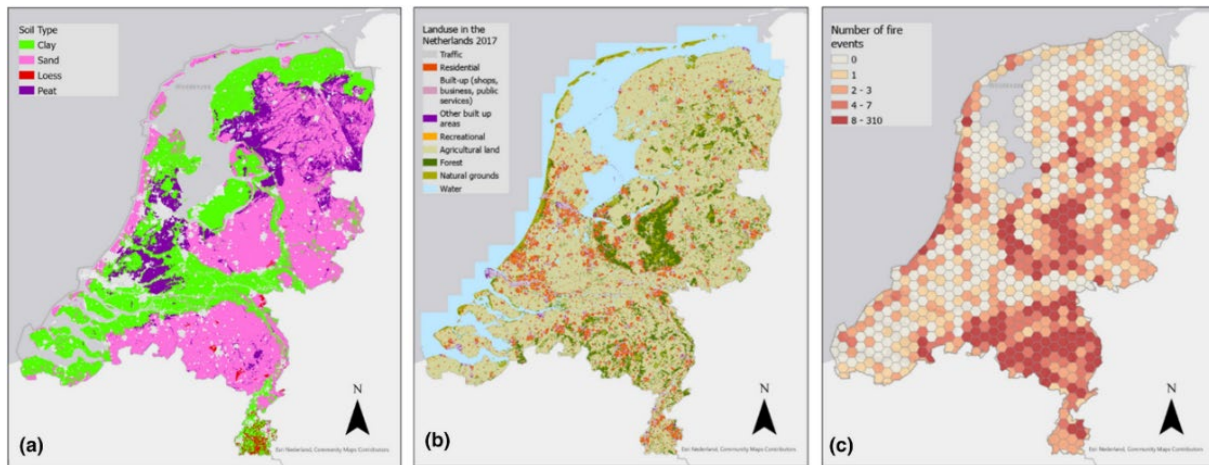
Omdat het vakgebied natuurbranden in Nederland nog in de kinderschoenen staat zijn de adaptatiemaatregelen uit tabel 5.1, 5.2 en 5.3 niet toereikend om natuurbrandrisico in Nederland afdoende te beperken. Het verminderen van blootstelling en gevoeligheid en het vergroten van de adaptatiecapaciteit voor natuurbranden is alleen mogelijk als er een bredere basis wordt geschept en een vuurcultuur wordt ontwikkeld, met een aanpak van integraal natuurbrandbeheer, dat gebaseerd is op het goed begrijpen van de situatie en het bewustzijn van de risico's. Onderwijs en training zijn hier een belangrijk onderdeel van (tabel 5.4).

Tabel 5.4 Adaptatiemaatregelen voor het ontwikkelen van een vuurcultuur.

Beleid	Adaptatiemaatregel	Relevantie	Verantwoordelijkheid	Intensiveren/transformeren	Implementeerbaarheid
Integraal natuurbrandbeheer	Ontwikkelen van beleid voor integraal natuurbrandbeheer, gericht op preventie, voorbereiding, respons en herstel	Een integrale aanpak die zich richt op meer dan brandbestrijding is nodig om niet alleen de vlammen aan te pakken, maar vooral de onderliggende oorzaken van de vlammen	Rijk, provincies	Transformeren	Korte en lange termijn
Begrijpen van de situatie	Systematische monitoring van natuurbrandstatistieken: waar, wanneer, waarom, wat, hoe groot, brandgedrag, effecten	Begrip is essentieel als basis van de inschatting van risico's, trends, en hoe de risico's aan te pakken	Rijk	Goede monitoring is de basis voor intensiveren en transformeren	Korte termijn
Bewustwording	Voorlichtingscampagnes met het doel om mensen bewust te maken van: <ul style="list-style-type: none"> dat er natuurbranden zijn in Nederland wat men kan doen om geen natuurbrand te veroorzaken (ontstekingspreventie) wat te doen om de kans te vergroten dat je huis een natuurbrand doorstaat (voorbereiding) wat te doen als er een natuurbrand is (voorbereiding, respons). 	Vergroten van zelfredzaamheid, Voorkomen van natuurbranden door sneller handelen van burgers, evenals verkleinen van de kans tot optreden van onbeheersbare branden. Het voorkomen van het ontstaan van natuurbranden vermindert ook de middelen die moeten worden besteed aan brandbestrijding evenals het gevaar waarmee betrokkenen tijdens het proces worden geconfronteerd. Reductie van aantal getroffen.	Rijk	Transformeren	Korte termijn
Natuurbrand onderdeel van onderzoek en onderwijsketen	Natuurbrand onderdeel maken van de hele onderwijsketen Systematische financiering van toegepast en fundamenteel wetenschappelijk onderzoek	Opbouwen van een basis van kennis en expertise op basis waarvan risico's effectief worden gereduceerd	Rijk, onderwijs, financieringsinstaties	Transformeren	Lange termijn

5.2 Ruimtelijke verdeling van natuurbrandrisico en adaptatie

Natuurbranden in Nederland hebben een sterk ruimtelijk patroon. Dit komt doordat natuurbranden sterk afhankelijk zijn van landgebruik en vegetatietype, wat weer in grote mate wordt bepaald door de bodem die eronder ligt (figuur 5.1). Hetzelfde geldt voor smeulbranden. Vanwege variatie in de *drivers* en de effecten van natuurbranden varieert natuurbrandrisico zowel op grote als op kleinere schaal. Omdat alle vegetatie kan branden (in natuurgebieden, maar ook in parken, tuinen, berm) zijn beleids- en adaptatiemaatregelen om natuurbrandeffecten te beperken relevant voor heel Nederland. Vanwege een groter aantal natuurbranden op de hoge zandgronden en in de duinen is de noodzaak voor beleids- en adaptatiemaatregelen daar urgenter is dan elders.



Figuur 5.1 Bodem (a), landgebruik (b) en ruimtelijke verdeling van natuurbranden (c) van 2017 t/m 2022 (Stoof et al. 2024).

Grote schaal

Natuurbranden komen in Nederland voornamelijk voor in heide en andere open landschapstypen, op de hoge zandgronden (figuur 5.1). De regio's die er uitspringen zijn Noord-Brabant/Limburg, de Veluwe/Drenthe/Overijssel en de strook duinen langs de Noordzeekust.

Kleine schaal

Op kleinere schaal wordt natuurbrandrisico bepaald door de horizontale en verticale connectiviteit van vegetatie en de aanwezigheid van waardevolle 'objecten': ecologische waarden, mensen, dieren, bebouwing, vitale functies, etc.

- Wat **effecten op natuur** betreft is natuurbrandrisico afhankelijk van het brandgedrag, en de mate waarin flora en fauna zijn aangepast voor vuur. In het geval van flora heeft de mate van aanpassing ook te maken met de leeftijd van de plant: jonge heide kan bijvoorbeeld goed opnieuw uitlopen na brand, terwijl oude heide alleen via de zaadbank kan regenereren. Oude heide komt daardoor veel trager terug na brand dan jonge heide. Jeneverbes daarentegen, een naaldboom die vaak op de heide voorkomt, houdt helemaal niet van vuur.



Figuur 5.2 Deurnese Peel in juni 2020, zes weken na de grote brand: door snelle teruggroei van varens en grassen is bijna niet te zien dat hier brand is geweest.

- Wat **effecten op de mens** betreft is natuurbrandrisico in de eerste plaats sterk afhankelijk van de aanwezigheid van mensen, bebouwing en vitale functies. Op het juiste moment kan een natuurbrand in vergraste heide of bramenstruweel voor de natuur heel welkom zijn, maar sociaal-maatschappelijk een uitdaging als er bijvoorbeeld een grondwaterpompstation, transformatorhuis, gevangenis, museum, camping of psychiatrisch ziekenhuis in de buurt is. Hetzelfde geldt voor de aanwezigheid van cultureel of archeologisch erfgoed.

Of een waardevol 'object' een natuurbrand doorstaat, is niet alleen afhankelijk van het omringende landschap maar ook van het huis zelf en de paar meter eromheen (figuur 5.3). Beleids- en adaptatiemaatregelen kunnen zich daarom zowel richten op overheden (Rijk, provincies, gemeenten) als ook op het vergroten van de kennis en het handelingsperspectief van burgers, organisaties en bedrijven. Verlaging van natuurbrandrisico is een soort vaccinatie, mensen helpen zichzelf ermee en als veel mensen het doen helpen mensen ook elkaar.



Figuur 5.3 Dit houten huis doorstond de natuurbrandramp in Lahaina, Hawaii, door simpele keuzes in bouwmaterialen en tuinrichting, zoals een metalen dak en stenen als grondbedekking direct tegen het huis aan (bron: NPR, [link](#)).

Temporele variatie

Naast de ruimtelijke variatie van natuurbrandrisico is er logischerwijs ook een sterk temporele variatie in dit risico, zowel door het jaar heen als tussen de jaren. Vanwege fenologie en klimaat varieert natuurbrandgevaar door het jaar heen (Cardil et al. 2023), met een grotere kans op het ontstaan en de verspreiding van natuurbranden tijdens de lente en gedurende zomerdroogte, voornamelijk bij harde wind. Dit zijn ook periodes waarin gelijktijdigheid van branden kan optreden (Stoof et al. 2024). Ook rookoverlast is vaak meer aanwezig tijdens zomerdroogte dan in het voorjaar, als de bodem nog nat is.

Er is vaak voornamelijk aandacht voor natuurbranden op het moment dat het brandt, en de aandacht verslapt vaak tijdens (een opeenvolging van) natte jaren. Voor langdurige inzet op preventie en adaptatie is langdurige aandacht voor dit dossier belangrijk, om te voorkomen dat beleid wordt gestopt zoals in de jaren 90 tot 00 (Stoof et al. 2024).

5.2.1 Adaptatiescenario's: transformeren en intensiveren

Om Nederland klimaatbestendig te maken, ook richting de toekomst, hanteert PBL twee sterk verschillende adaptatiescenario's: intensiveren en transformeren. Bij intensiveren is de nadruk op het 'in stand houden van de huidige ruimtelijke strategie, activiteiten en omstandigheden', gebaseerd op meer vertrouwen in de techniek. Transformeren richt zich op een 'systemische aanpak met ruimtelijke veranderingen, met meer belang voor het zoeken naar synergie en afstemming tussen sectoren in ruimte en tijd'.

Bij de uitwerking van de adaptatiescenario's sluit PBL aan bij drie eerdere scenariostudies: de Landbouwnatuurverkenning (LNVK), de Ruimtelijke verkenning (RV) en NL2120. Omdat natuurbrand ontbreekt in al deze studies geven wij hieronder zelf invulling aan de twee adaptatiescenario's, op basis van de door PBL gedefinieerde uitgangspunten van de scenario's (PBL, in prep).

Transformeren

In het scenario 'transformeren' wordt ingezet op 'robuuste systemen, die beter bestand zijn tegen verschillende effecten van klimaatverandering'. Het voorzorgsprincipe heeft een belangrijke rol, en het natuurlijke systeem wordt benut 'door aanpassing van landgebruik, structuren en/of functies, passend bij het water- en bodemsysteem en het veranderende klimaat'. Het uitgangspunt is meebewegen, en natuurlijke de ruimte geven aan natuurlijke processen.

Voor natuurbrand betekent dit acceptatie van de aanwezigheid van vuur in het landschap. In plaats van alle natuurbranden proberen te voorkomen, is het doel om onbeheersbare natuurbranden en ongewenste effecten van natuurbranden te voorkomen. Op verschillende bestuursniveaus en in samenwerking met de relevante belanghebbenden in het landschap worden keuzes gemaakt over welke natuurbrandrisico's acceptabel zijn als basis voor de ontwikkeling van beleid, beheer en adaptatie. De basis van natuurbrandbeheersing is integraal vuurbeheer gericht op meerlaagsveiligheid (bewustzijn, preventie, mitigatie, bestrijding, herstel). Net als in overstromingsgevoelige gebieden wordt niet of aangepast gebouwd in natuurbrandgevoelige gebieden. Burgers worden actief betrokken, geïnformeerd en ondersteund om ongewenste natuurbranden te voorkomen, de kans te vergroten dat huizen een brand doorstaan, en zelfredzaamheid en herstel te vergroten.

De ruimtelijke veranderingen in het scenario 'transformeren', zoals water en bodem sturend, zijn uitgebreid en hebben impact op meerdere sectoren. Veranderingen in andere sectoren beïnvloeden daarbij ook het natuurbrandrisico. Hydrologisch herstel kan de kans op ontstaan en verspreiding van natuurbranden beperken, doordat vegetatie tijdens ernstige droogtes in het groeiseizoen minder snel doodgaat en brandbaarder wordt. Ook kan hydrologisch herstel leiden tot verandering in vegetatietype. In de Deurnese Peel leidt dit naar verwachting tot een grote terugdringing van het areaal aan pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en adelaarsvarens en daarmee tot een vergroting van de beheersbaarheid van natuurbranden (Stoof et al. 2020). Vernatting van hoogveen verkleint daarnaast de kans dat vegetatiebranden overgaan in smeulende veenbranden, waarbij veel CO₂ vrijkomt, rookoverlast plaatsvindt, en brandbestrijding erg lastig is. Andere ruimtelijke veranderingen daarentegen kunnen het natuurbrandrisico juist mogelijk vergroten. Meer natuur en een grotere verbondenheid van natuurgebieden biedt ruimte aan potentieel meer, grotere en langdurige natuurbranden. Meer groen in de stad, verbondenheid van groen en groene daken en muren kunnen ook het risico vergroten. Een toename in bebouwd gebied vergroot de blootstelling voor natuurbranden, en bij gebruik van (voormalig) landbouwgebied voor energieopwekking zijn er risico's wat betreft het overslaan van brand van zonnepanelen naar droog gras, en vice versa. Als laatste is natuurbrandrisico belangrijk in de context van nieuwe landbouwgewassen voor biograndstoffen zoals *Miscanthus* (olifantsgras), dat bij een akkerbrand vanwege de grote hoeveelheid biomassa en de daarbij behorende vuurlast al tot uitdagingen heeft gezorgd in brandbestrijding.

In de context van zowel de veranderingen in klimaat en sociaal-maatschappelijke omstandigheden, als de combinatie van ruimtelijke veranderingen in het scenario 'transformeren' is er een variatie aan adaptatiemaatregelen die ingezet kunnen worden om natuurbrandrisico te beheersen. Deze maatregelen zijn samengevat in tabel 5.5.

Tabel 5.4 5Relevante adaptatiemaatregelen bij het scenario 'transformeren'.

Gebied	Maatregelen
Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> • Integrale natuurbrandbeheersing • Systematische monitoring natuurbranden • Bewustwording vergroten over natuurbranden, risicomitigatie, ontstekingspreventie en handelingsperspectief • Natuurbrand wordt meegenomen in ruimtelijke ordening en landschapsbeheer • Strategisch brandstofbeheer wordt toegepast in de omgeving van kwetsbare objecten • Vitale functies of kwetsbare objecten worden buiten risicogebieden geplaatst, bestaande functies en objecten worden verplaatst • Herstelplannen en fondsen zijn beschikbaar voor beter herstel • Er is proactief zorg voor fysiek en mentaal welzijn van hulpverleners, omwonenden, en andere getroffen
Hoge zandgronden	Urgentie voor bovengenoemde adaptatiemaatregelen, specifiek waar groen en recreatie/huizen/vitale infrastructuur verweven zijn
Kust	In het duingebied urgentie voor bovengenoemde adaptatiemaatregelen, specifiek waar functies verweven zijn

Intensiveren

In het scenario 'intensiveren' wordt ingezet op doorontwikkeling en intensivering van het huidige beleid. De nadruk ligt op 'technische maatregelen om de systemen op orde te houden of te verbeteren voor de activiteiten en het ruimtegebruik in 2050', waarbij ruimtelijke maatregelen vanuit het adaptatiebeleid gelimiteerd zijn. Dit komt neer op *business as usual* met als aanvulling het doen van 'gerichte maatregelen om zo weinig mogelijk effect van klimaatverandering te ervaren'. Er is vertrouwen in de techniek met de focus op zelfredzaamheid en eigen verantwoordelijkheid. Omdat bescherming tegen natuurbranden (net als bescherming tegen extreme neerslag, droogte en hitte) lokaal kan worden opgelost, wordt het overgelaten aan lokale initiatieven. Adaptatie in gebieden met grote economische waarde wordt centraal gestuurd maar decentraal geregeld. Verder zijn individuen zelf verantwoordelijk.

Voor natuurbrand betekent intensiveren dat wordt ingezet op het zoveel mogelijk voorkomen en het zo snel mogelijk stoppen van natuurbranden. Innovatie op het gebied van brandbestrijding betekent dat er wordt ingezet op slimme brandbestrijding: niet per se meer materieel, maar vooral meer kennis, data, specialisme om het vuur te gaan begrijpen en veilige en effectieve plekken en momenten te zoeken waarop met slimme inzet van diverse methoden de brand beheerst kan worden. Door natuurbrand-adaptief bouwen en selectie van de juiste bouwmaterialen wordt (ook bij bestaande objecten, infrastructuur en datacenters) de weerbaarheid van objecten tegen natuurbrand vergroot. Zowel dit adaptieve bouwen als het strategisch brandstofbeheer in de verdedigbare ruimte rondom objecten wordt overgelaten aan lokale initiatieven.

De ruimtelijke veranderingen in het scenario 'intensiveren' zijn beperkter dan in het scenario 'transformeren', maar alsnog zijn er verschillende dwarsverbanden tussen de sectoren. Door de lichte toename in het areaal natuur en groen in de stad kan het natuurbrandrisico toenemen. Uitbreiding van het gebouw gebied met 10% vergroot de blootstelling van mensen en vitale functies vanwege een vergroting van de *rural-urban interface*, de mate waarin natuur en groen en de bebouwde omgeving samenkomen. Gebieden met een hoog economische waarde worden natuurbrandadaptief ingericht. Bij nieuwe natuurgebieden vermengd met woningbouw of verblijfsrecreatie ligt de verantwoordelijkheid voor natuurbrandadaptatie bij de bewoners of ondernemers zelf. Risico wordt afgedekt met verzekeringen.

De adaptatiemaatregelen die passen bij het scenario 'intensiveren' zijn samengevat in tabel 5.6.

Tabel 5.6 Relevante adaptatiemaatregelen bij het scenario 'intensiveren'.

Gebied	Maatregelen
Algemeen	Systematische monitoring natuurbranden Bewustwording vergroten Slimme brandbestrijding/opleiden brandweer en terreinbeheerders Aanpassen beheer en onderhoud rondom (vitale) infrastructuur Het stellen van normen aan bebouwing en vitale infrastructuur m.b.t. materiaal eigenschappen en constructie Verzekeringen Natuurbrandrisico en -gevaar meenemen in vergunningsverlening van evenementen
Hoge zandgronden	Urgentie voor bovengenoemde adaptatiemaatregelen, specifiek waar groen en recreatie/huizen/vitale infrastructuur verweven zijn
Kust	In het duingebied urgentie voor bovengenoemde adaptatiemaatregelen, specifiek waar functies verweven zijn

5.2.2 Effectiviteit van adaptatiemaatregelen

Gezien het feit dat natuurbrand een vakgebied is dat in Nederland nog in de kinderschoenen staat, is het niet mogelijk de effectiviteit van de adaptatiemaatregelen te kwantificeren. Het is wel mogelijk om lessen te leren uit andere landen, voornamelijk wat betreft de balans tussen brandbestrijding, preventie en herstel. Wereldwijd is de dominante aanpak van natuurbranden gericht op bestrijding van vuur en het tegengaan van vuur

in het landschap. De dominantie van brandbestrijding voldoet niet langer als oplossing om natuurbrandrisico te beheersen (Castellnou et al. 2019). Het is ook economisch niet effectief: Snider et al. (2006) analyseerden het Amerikaanse beleid van de systematische onderbetaling van natuurbrandpreventie (Steelman & Burke 2007). Ze concludeerden dat dit beleid geen rationeel economisch beleid is, omdat preventie zichzelf uitbetaalt door het reduceren van toekomstige kosten van brandbestrijding. Het is daarom waarschijnlijk dat inzetten op integrale natuurbrandbeheersing en transformeren effectiever is dan een pure focus op technische maatregelen of intensiveren.

5.3 Conclusie over beleids- en adaptatiemaatregelen voor natuurbranden

De in dit hoofdstuk beschreven beleids- en adaptatiemaatregelen richten zich op het verminderen van de klimaatdreiging, blootstelling en gevoeligheid voor natuurbranden, en op het vergroten van de adaptatiecapaciteit. Dit kan onder meer door natuurbranden structureel mee te nemen in ruimtelijke ordening en landschapsbeheer, te investeren in slimme brandbestrijding en opleiding, het beheer rond kwetsbare objecten en vitale infrastructuur te versterken en natuurbrandadaptief bouwen te stimuleren, evenals door het ontwikkelen van een bredere vuurcultuur. In het adaptatiescenario 'intensiveren' ligt de nadruk op het zoveel mogelijk voorkomen en snel beheersen van branden via kennisgedreven brandbestrijding en strategisch brandstofbeheer in de verdedigbare ruimte door lokale initiatieven. Het scenario 'transformeren' gaat uit van een integrale benadering volgens de principes van meerlaagse veiligheid en integrale natuurbrandbeheersing, waarbij naast het bestrijden van branden ook het voorkomen van onbeheersbare effecten centraal staat en overheden, stakeholders en burgers gezamenlijk optrekken. Daarbij wordt natuurbrand expliciet meegenomen in ruimtelijke keuzes, inclusief mogelijke (re)locatie van vitale functies, waardoor transformeren naar verwachting effectiever is dan een eenzijdige focus op intensiveren.

6 Barrières om natuurbrandrisico te bepalen

6.1 Afweegkader

Momenteel bestaat er geen afweegkader voor natuurbrandrisico. In deze studie hebben we een aanzet gedaan voor een eerste raamwerk om de gevolgen te bepalen. Hiermee hebben we voor drie natuurbrand-casussen de risico's ingeschat en deze getoetst aan het afweegkader dat PBL gebruikt in deze studie. Tijdens de workshop is gebleken dat de indeling van dit afweegkader werkt om voor specifieke scenario's de gevolgen te bepalen.

6.2 Kwantitatieve risicoanalyse

Kwantitatieve risicoanalyse van natuurbranden vereist data die systematisch verzameld zijn, van hoge kwaliteit en idealiter van lange duur. Dit soort systematische en langjarige dataverzamelingen is wereldwijd een uitdaging, in de context van bezuinigingen op wetenschappelijk onderzoek en door verslapping van de urgentie (figuur 2.1). Het gebrek aan goede langjarige data over natuurbranden in Nederland is een barrière voor het doen van een kwantitatieve risicoanalyse in Nederland. De goede meetreeks die sinds 2017 is opgebouwd is zeer waardevol, maar doorontwikkeling is nodig om de kwaliteit te verbeteren van de **exacte locaties en perimeters** van natuurbranden om een goede inschatting te maken van het verbrande oppervlak en vegetatietype (zie ook tabel 4.1). Kennis over de **oorzaken van natuurbranden** is essentieel om voor toekomstscenario's een goede inschatting te maken van welke maatschappelijke veranderingen kunnen bijdragen in het ontstaan van natuurbranden. Kennis over **brandgedrag** is nodig om impact te kunnen koppelen met hoe de brand gebrand heeft, en goede projecties te kunnen maken van veranderingen in impact die gepaard gaan met veranderingen in het natuurbrandregime. Om tot een goede risico-inschatting te komen is naast kennis systematische dataverzameling nodig van de verschillende **effecten van natuurbranden**, inclusief tastbare en ontastbare, directe en indirecte effecten.

Voor het doen van toekomstanalyses is als laatste goede **ruimtelijke kaarten nodig van socio-economische veranderingen**, evenals landsdekkende en open source **brandstofmodellen** en **live fuel moisture**-data voor het modelleren van natuurbrandgedrag en gerelateerde effecten.

6.3 Adaptatie/beleid

Natuurbrand is een dossier dat zoals eerder aangegeven is volop in ontwikkeling is. Waar eerder werd ingezet op de ontwikkeling van een nationaal convenant waarin bestuurlijke afspraken zouden worden vastgelegd, besloot de staatssecretaris in september 2025 dat er specifieke wet- en regelgeving ontwikkeld gaat worden om 'het stelsel van natuurbrandbeheersing te versterken' (Rummenie 2025). Er ligt daarom een grote kans om risico en adaptatie, en beleidskeuzes rondom transformeren of intensiveren mee te nemen in de ontwikkeling van deze wet- en regelgeving. Een relevante kennisleemte is daarbij dat natuurbrand vaak ontbreekt in scenariostudies (zoals de Landbouw-Natuurverkenning, Ruimtelijke Verkenning), waardoor toekomstvisies op het onderwerp nog ontwikkeld moeten worden. Het ontbreken van natuurbrand in stress-testen beperkt de implementatie van adaptatiemaatregelen voor natuurbranden op overheidsniveau. Wat betreft burgers en andere eigenaren wordt natuurbrandadaptatie gehinderd door een gebrek aan kennis over het onderwerp en een gebrek aan publieks- of buurtinitiatieven om tuinen en huizen weerbaarder te maken.

7 Natuurbrand en andere sectoren

Er bestaan een groot aantal dwarsverbindingen tussen natuurbrandrisico en andere sectoren die worden beschouwd in het project 'Herijking klimaatrisico's'. Hieronder gaan we in op de dwarsverbindingen tussen natuurbrand en natuur, gezondheid, cultureel erfgoed, infrastructuur en landbouw. We adviseren om deze dwarsverbanden verder uit te werken.

Natuur

Wat

Verandering van natuurbrandregime door veranderende plantengemeenschappen.

Hoe

WENR analyseert effecten van klimaatverandering op soortendistributie van flora en fauna. Deze soortenverandering heeft waarschijnlijk gevolgen voor het natuurbrandregime. Dit is niet alleen een mogelijke bedreiging (bijv. ecosysteemdegradatie), maar ook een kans, want nieuwe soorten kunnen mogelijk veerkrachtiger zijn tegen vuur.

Gezondheid

Wat

Fysieke en mentale gezondheid.

Hoe

Vuur en rook kunnen de lichamelijke en geestelijke gezondheid aantasten. Er is behoefte aan kennis over wie hierdoor getroffen worden, wat de effecten zijn, wat de behoeften van de mensen zijn, hoe de impact gemonitord kan worden, en wat mogelijke manieren zijn om deze impact te beheersen.

Cultureel erfgoed

Wat

Natuurbrandrisico voor monumenten.

Hoe

Dit is opgepakt door de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed die met een GIS-analyse het natuurbrandrisico voor monumenten beoordeelt. Zie voor meer informatie De Boer et al. (2026).

Infrastructuur

Wat

Ontstaan van natuur- en bermbranden kunnen leiden tot sociaaleconomische effecten. Daarnaast kunnen bermbranden zorgen voor een verhoogde kans op grootschalige natuurbranden in de omgeving.

Hoe

Nabij spoor- en weginfrastructuur ontstaan jaarlijks honderden bermbranden. Deze branden kunnen leiden tot sociaaleconomische effecten als gevolg van verstoring van de mobiliteit. Daarnaast kan de mobiliteit verstoord worden door natuurbranden uit de omgeving door rookvorming.

Er zijn kaarten beschikbaar over de rook- en brandgevoeligheid van snelwegen op basis van de huidige (berm)brandgevoeligheidskaarten, alsmede een adaptatieoverzicht waar kosten en baten worden afgewogen voor bermbranden (Van Marle 2020, Van Marle et al. 2021, Van Marle et al. 2024).

In bosrijke omgevingen kunnen bermbranden leiden tot natuurbranden in het geval van brandgevoelige vegetatie in de omgeving. Dit zijn locaties waar de bermbrandgevoeligheid hoog is en er grootschalige aaneengesloten brandgevoelige vegetatie in de omgeving is. Zie voor meer informatie de PBL-achtergrond-rapportage voor infrastructuur.

Landbouw

Wat

Akkerbranden.

Hoe

Natuurbranden in de landbouw zijn een onderbelicht fenomeen, en zeer simpel te voorkomen. Om risico's te beheersen heeft dit verdere aandacht.

Literatuur

- An, H., J. Gan & S.J. Cho. 2015. Assessing climate change impacts on wildfire risk in the United States. *Forests* 6:3197-3211.
- ANV 2022. Themarapportage klimaat- en natuurrampen. Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid, Analistennetwerk Nationale Veiligheid.
- Arnell, N.W., Freeman, A. & Gazzard, R. (2021). The effect of climate change on indicators of fire danger in the UK. *Environmental Research Letters*, 16(4), 044027.
- Belcher, C., I. Brown, G. Clay, S. Doerr, A. Elliott, R. Gazzard, N. Kettridge, J. Morison, M. Perry & C. Santin. 2021. UK wildfires and their climate challenges: Expert Led Report Prepared for the third Climate Change Risk Assessment.
- Bles, T., J. Bessembinder, M. Chevreuil, P. Danielsson, S. Falemo, A. Venmans, Y. Ennesser & H. Löfroth. 2016. Climate change risk assessments and adaptation for roads—results of the ROADAPT Project. *Transportation Research Procedia* 14:58-67.
- Bles, T., M. Bel, M. van Marle & A. Aboufirass. 2019. Impact van klimaatverandering op wegherstel en verkeersstremming: Uitkomst landelijke klimaatstresstest HWN. Deltares. Projectreferentie 11203738-003-BGS-0001.
- Bles, T. & N. Sardjoe. 2021. Klimaatbestendige Netwerken Hoofdwegennet Maatregelenoverzicht. Deltares studie uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat.
- Blokhuis, J.L.W., G. Houtzagers & M. De Koning. 1930. Verslag over het onderzoek naar de schade in den winter 1928 - 1929 door vorst aan houtgewassen veroorzaakt. Pages 33-45 *Nederlands bosbouw tijdschrift*. 1930.
- Boschap. 1962. Verordening van het bosschap ter beveiliging van bossen tegen brand. 1962.
- Bryant, B.P. & A.L. Westerling. 2014. Scenarios for future wildfire risk in California: links between changing demography, land use, climate, and wildfire. *Environmetrics* 25:454-471.
- Canadas, M.J., M. Leal, F. Soares, A. Novais, P.F. Ribeiro, L. Schmidt, A. Delicado, F. Moreira, R. Bergonse, S. Oliveira, P.M. Madeira & J.L. Santos. 2023. Wildfire mitigation and adaptation: Two locally independent actions supported by different policy domains. *Land Use Policy* 124:106444.
- Cardil, A., V.M. Tapia, S. Monedero, T. Quiñones, K. Little, C.R. Stoof, J. Ramirez & S. de-Miguel. 2023. Characterizing the rate of spread of large wildfires in emerging fire environments of northwestern Europe using Visible Infrared Imaging Radiometer Suite active fire data. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 23:361-373.
- Castellnou, M., E. Nebot, L. Estivill, M. Miralles, M. Rosell, T. Valor, P. Casals, A. Duane, M. Piqué, E. Górriz-Mifsud, L. Coll, M. Serra, E. Plana, C. Colaço, C. Sequeira, I. Skulska & P. Moran. 2022. FIRE-RES Transfer of Lessons Learned on Extreme wildfire Events to key stakeholders. Deliverable D1.1 FIRE-RES project.119.
- Castellnou, M., N. Prat-Guitart, E. Arilla, A. Larrañaga, E. Nebot, X. Castellarnau, J. Vendrell, J. Pallàs, J. Herrera & M. Monturiol. 2019. Empowering strategic decision-making for wildfire management: avoiding the fear trap and creating a resilient landscape. *Fire Ecology* 15:1-17.
- de Boer, G., J. Knegtel & K. Santifort. 2026. Klimatrisico's voor Cultureel Erfgoed - Ons verleden in zwaar weer, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort
- de Paor, C., L. Connolly, T. Bles, M. Woning, M. van Marle, A. de Jonge, C. Gunaratne, I.B. Gregersen, S. Dybkjær, S. Vicente & M. Lamb. 2024. Guidelines providing an overview of and characterisation of adaptation options, with recommendations on implementation. ICARUS Deliverable D2.3.
- Depicker, A., B. De Baets & J.M. Baetens. 2020. Wildfire ignition probability in Belgium. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 20:363-376.
- Dupuy, J.-I., H. Fargeon, N. Martin-StPaul, F. Pimont, J. Ruffault, M. Guijarro, C. Hernando, J. Madrigal & P. Fernandes. 2020. Climate change impact on future wildfire danger and activity in southern Europe: a review. *Annals of Forest Science* 77:1-24.
- Falemo, S., L. Blid & P. Danielsson. 2015. ROADAPT: Roads for today, adapted for tomorrow.in *Guideline—Part C: GIS-aided vulnerability assessment of roads—Existing methods and new suggestions*. Final version: 05.2015. Conference of European Directors of Roads (CEDR).

- Finney, M.A. 2005. The challenge of quantitative risk analysis for wildland fire. *Forest Ecology and Management* 211:97-108.
- Flannigan, M. & J. Harrington. 1988. A study of the relation of meteorological variables to monthly provincial area burned by wildfire in Canada (1953–80). *Journal of Applied Meteorology* (1988–2005):441-452.
- Johnston, L. M., X. Wang, S. Erni, S.W. Taylor, C.B. McFayden, J.A. Oliver, C. Stockdale, A. Christianson, Y. Boulanger, S. Gauthier, D. Arseneault, B. M. Wotton, M.-A. Parisien & M. D. Flannigan. 2020. Wildland fire risk research in Canada. *Environmental Reviews* 28:164-186.
- Kok, E., S. Schouten, J. Dam & R. Fikke. 2023. Scenario's natuurbranden. Report Brandweer Nederland.
- Krebs, P., G.B. Pezatti, S. Mazzoleni, L.M. Talbot & M. Conedera. 2010. Fire regime: history and definition of a key concept in disturbance ecology. *Theory in Biosciences* 129:53-69.
- Lambrechts, H.A., R.D.H. Sooijs, S. Paparrizos, F. Ludwig & C.R. Stoof. 2024. Increasing fire danger in the Netherlands due to climate change. *INTERNATIONAL JOURNAL OF WILDLAND FIRE* 33:-.
- Lanet, M., L. Li, A. Ehret, S. Turquety & H. Le Treut. 2024. Attribution of summer 2022 extreme wildfire season in Southwest France to anthropogenic climate change. *npj Climate and Atmospheric Science* 7:267.
- Littell, J.S., D. McKenzie, H.Y. Wan, and S.A. Cushman. 2018. Climate change and future wildfire in the western United States: an ecological approach to nonstationarity. *Earth's Future* 6:1097-1111.
- Log, T. 2016. Cold Climate Fire Risk; A Case Study of the Lærdalsøyri Fire, January 2014. *Fire Technology* 52:1825–1843.
- Newman Thacker, F.E. 2026. Fire resilient landscapes. PhD thesis, Wageningen University.
- Newman Thacker, F.E., M. Castellnou Ribau, H. Bartholomeus & C.R. Stoof. 2023. What is a fire resilient landscape? Towards an integrated definition. *Ambio* 52:1592-1602.
- Newman Thacker, F.E., K. Uyttewaal, T. Quiñones, R. Leemans, B. Hannah & C.R. Stoof. 2025. In this current wildfire crisis, acknowledge widespread suffering. *Ambio*.
- PBL. in prep. Toekomstige klimaatrisico's in Nederland
- Peregrina Gonzalez, D., A. de Leeuw, M. van Marle & K. van Ginkel. 2023. Review of adaptation options for Critical Infrastructure (CI) reducing hazard intensity. *MIRACA Deliverable D4.1*.
- Peregrina Gonzalez, D., L. Srikanth, M. van Marle, K. van Ginkel, A. Karatzetzou, F.S., S. Karafagka & E. Koks. 2024. Review of asset-level adaptation options for Critical Infrastructure (CI) *MIRACA Deliverable D4.2*.
- Rummenie, J. 2024. Investeren in de preventie en mitigatie van natuurbranden (Investing in the prevention and mitigation of landscape fires), Letter to Parliament.
- Rummenie, J. 2025. Samen sterker tegen natuurbranden.
- Sample, M., A.E. Thode, C. Peterson, M.R. Gallagher, W. Flatley, M. Friggens, A. Evans, R. Loehman, S. Hedwall, L. Brandt, M. Janowiak & C. Swanston. 2022. Adaptation Strategies and Approaches for Managing Fire in a Changing Climate. *Climate* 10:58.
- Schasfoort, F., T. Woerkom, R. Melman, B. Knaake, M. Korff, N. Nappo, E. Meijers, G. Pijcke, G. Geerling, S. Boerlijst, I. America-Van der Heuvel, R. Van Wijk, M. Woning & M. van Marle. 2024. Maatschappelijke effecten van veranderende zoetwaterbeschikbaarheid en watervraag – Methode-ontwikkeling en proeftoepassing voor het Deltaprogramma Zoetwater
- Schoennagel, T. 2020. Wildfire trends in the US and adaptation strategies to increasing wildfire. *The National Smokejumper Association*:18-22.
- SER. 2002. Verordening tot intrekking van de Bosbrandverordening Bosschap 1978. Sociaal-Economische Raad.
- Snider, G., P. Daugherty & D. Wood. 2006. The irrationality of continued fire suppression: an avoided cost analysis of fire hazard reduction treatments versus no treatment. *Journal of Forestry* 104:431-437.
- Stelman, T.A. & C.A. Burke. 2007. Is wildfire policy in the United States sustainable? *Journal of Forestry* 105:67-72.
- Stoof, C.R., E. Kok, A. Cardil Forradellas & M. J. E. van Marle. 2024. In temperate Europe, fire is already here: The case of The Netherlands. *Ambio* 53:604-623.
- Stoof, C. R., and H.A. Lambrechts. 2023. Natuurbranden. KNMI Klimaatsignaal '23.
- Stoof, C.R., V.M. Tapia, A.L. Marcotte, J.J. Stoorvogel & M.C. Ribau. 2020. Relatie tussen natuurbeheer en brandveiligheid in de Deurnese Peel: onderzoek naar aanleiding van de brand in de Deurnese Peel van 20 april 2020. Wageningen University & Research.
- Tersmette, P., M. Brosschot, T. Brouwer & C. Stoof. 2023a. Kennis voor de praktijk terreinbeheer: Effectieve preventie van onbeheersbare natuurbranden. Wageningen University & Research.

-
- Tersmette, P., C. Stoof & I. Heitkonig. 2023b. Exploring Landscape Fire and Wildfire in the Netherlands in Laws, Regulations, Policies, and Forest and Nature Management Plans. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- van Gaalen, F., R. Franken, F. Kirkels, S.I. Ibrahim, A. Bouwman, M. Vonk & J. van Minnen. 2024a. Klimaatrisico's in Nederland. De huidige stand van zaken. Page 167.
- van Gaalen, F., R. Franken, F. Kirkels, S.I. Ibrahim, A. Bouwman, M. Vonk & J. van Minnen. 2024b. Klimaatrisico's in Nederland: De huidige stand van zaken. Planbureau voor de Leefomgeving. Rapport 5359.
- van Marle, M. 2020. Bermbrandgevoeligheid van het hoofdwegennet, Door Deltares in opdracht van RWS. Rapportreferentie: 11205274-014-BGS-0002.
- van Marle, M. & H. Agricola. 2021. Verrijking Klimaateffectatlas Natuurbrandgevoeligheid. Huidige situatie en 2050 WH. Deltares.
- van Marle, M., N. Brouwer, H. Hazebroek & R. van Buren. 2021. Verdieping natuurbrandrisico Nederland: Gevoeligheid voor langdurige natuurbranden en vertaling naar het hoofdwegennet (HWN) Deltares rapportage, uitgevoerd door Deltares en Instituut voor Fysieke Veiligheid (IFV).
- van Marle, M.J.E., L.G. Meijer, B.C. Noyons & W.A. van Veggel. 2024. Handelingsperspectief Bermbranden : kosten-baten afweging van adaptatieopties en verkenning naar bredere gevolgen. Deltares rapportage in opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS, WVL).
- Verhoeven, B., M. van Marle, H. Hazebroek, C. Stoof, P. Siegmund, N. Brouwer, S. Veraverbeke, L. Egberts & R. Sluijter. 2023. Natuurbrandsignaal '23. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV).
- Wagner, C. v. 1972. Equilibrium moisture contents of some fine forest fuels in eastern Canada.
- Witmer, M., R. Franken, F. van Gaalen, J. van Minnen, E. Beije & F. Kirkels. 2023. Nationale klimaatrisico-analyse 2022-2026: uitwerking analysemethodiek. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- Zhang, G., M. Wang, B. Yang & K. Liu. 2024. Current and Future Patterns of Global Wildfire Based on Deep Neural Networks. *Earth's Future* 12:e2023EF004088.

Verantwoording

WOT-technical report: 300

BAPS-projectnummer: WOT-04-011-045.01

Dit project werd begeleid door Rogier Pouwels (Wageningen University & Research, WOT Natuur & Milieu) en Frank van Gaalen, Jelle van Minnen en Arno Bouwman (Planbureau voor de Leefomgeving). De werkwijze werd met hen – en de bredere projectgroep voor de monitor klimaatrisico's – afgestemd, zodat het paste bij de andere projecten die uitgevoerd werden door andere onderzoeksinstituten in het kader van de monitor klimaatrisico's. Judith Kaspersma (Deltares) heeft een eerdere versie van het rapport gereviewd. Deskundigen van overheidsinstellingen, terreinbeherende organisaties en kennisinstellingen hebben bijgedragen aan een workshop voor het inschatten van natuurbrandrisico's.

De auteurs bedanken allen voor hun bijdrage aan het tot stand komen van deze rapportage.

Dit rapport en het werk dat is beschreven in dit rapport is uitgevoerd en geschreven door echte mensen. Artificial Intelligence is niet gebruikt.

Akkoord Extern contactpersoon

functie: Senior wetenschappelijk onderzoeker - Sector Water, Landbouw en Voedsel

naam: Frank van Gaalen

datum: 25-2-2026

Akkoord Intern contactpersoon

naam: Rogier Pouwels

datum: 26-2-2026

Recent verschenen WOT-technical reports

277	Glorius, S.T., A. Meijboom en C. Sonneveld (2025). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; periode 1995 tot en met 2023.</i>	290	Vries, S. de (2025). <i>De betekenis van natuur in en om de stad voor de kwaliteit van leven; Met bijzondere aandacht voor haar relationele waarde.</i>
278	Baren, S.A. van, E.J.M.M. Arets, G. Erkens, H. Kramer, J.P. Lesschen & M.J. Schelhaas (2025). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands; Methodological background, update 2025.</i>	291	Sanders, M.E., G.W.W. Wamelink, E. van Elburg en H.D. Roelofsen (2025). <i>Milieukwaliteit van landnatuur: stikstofdepositie, 1994-2023; Technische achtergrond bij CLO-indicator 1592.</i>
279	Caldas Paulo, M.J., M.E. Lof, B. de Knegt (2025). <i>Natural Capital Model: towards status A for pest control and pollination.</i>	292	Berkhof, M., P.J.F.M. Verweij, A. Cormont (2025). <i>Methodiekbeschrijving voor het gestructureerd en transparant uitwerken van beleidsscenario's; Technieken gebaseerd op causal loop-diagrammen en Bayesiaanse netwerken.</i>
280	Schalkwijk, L. van, E.T. Schotanus, A. Gröne, & L.L. IJsseldijk (2025). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2024. Biologische gegevens, gezondheids-status en doodsoorzaken.</i>	293	Speijer, F. (2025). <i>Technologische innovaties met potentieel grote impact op landbouw, natuur- en waterbeheer. Een rapport ter ondersteuning van de Landbouw- en Natuurverkenningen 2025.</i>
281	Thomas, D.D.M., E. van Elburg, M.E. Sanders, H.A.M. Meeuwse & V. Mensing (2025). <i>Basisbestand Natuur en Landschap v2.0; Geactualiseerde en verbeterde methode ten behoeve van Status A.</i>	294	Sanders, M.E., M.J.J. Berkhof, D.A. Kamphorst, E. Van Elburg, R. Michels, L.T.P. Grabijn, T.A. de Boer en J.V. Zwartkruis (2025). <i>Samenhang biodiversiteit en beleid voor urgente leefomgevingsopgaven; Achtergrondinformatie voor de Balans van de Leefomgeving 2025.</i>
282	Bikker, P., L.B. Šebek, M.H. Bruinenberg, J. van Harn, C. van Bruggen & M.A. van der Most (2025). <i>Stikstof- en fosfaatexcretie van gangbaar en biologisch gehouden landbouwhuisdieren. Herziening excretieforfaits Meststoffenwet 2025.</i>	295	Keizer, M. de, E. van Elburg, H.L.E. de Groot, (2025). <i>WebVeldGIS voor veldkartering van bodem en terreinvormen.</i>
283	Most, M. van der, & C. van Bruggen, A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, H.J.C. van Dooren, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, K. Oltmer, M.B.H. Ros, L. Schulte-Uebbing, G.L. Velthof en T.C. van der Zee (2025). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2023.</i>	296	Grashof-Bokdam, C.J., B. de Knegt, S. Vellekoop, J. Beirnaert, C. van Swaay, C. Kampichler, H. Sierdsema, R. Verweij (2025). <i>Naar een instrumentarium voor evaluatie van Basiskwaliteit Natuur; Het verkennen van basiscondities voor algemene natuur in stedelijk en landelijk gebied.</i>
284	Roelofsen, H.D. (2025). <i>Opgaande elementen, openheid van het landschap en zichtbaarheid van windturbines; Ontwikkelingen en toepassingen rondom het ViewScope model.</i>	298	Baren, S.A. van, E.J.M.M. Arets, Y. Berger Barnett, G. Erkens, N.E. Kelly, H. Kramer, & J.P. Lesschen (2026). <i>Greenhouse Gas Reporting of the LULUCF sector in the Netherlands; Methodological background, update 2026.</i>
285	Berkhout, P., R.H. Pessers, E.C. Alblas, M.J.J. Berkhof, D.A. Kamphorst, W. Nieuwenhuizen (2025). <i>Reflecties op de Landbouw- en Natuurverkenning; Landbouweconomische gevolgen en juridische interpretatie Vogel- en Habitatrichtlijn.</i>	299	Henkens, R.J.H.G., A. Cormont, M. Hellegers & S. Vellekoop (2026). <i>Toekomstige risico's en kansen van klimaatverandering voor de Nederlandse natuur; Effecten van klimaatadaptatie bij beperkte en sterke klimaatverandering op de haalbaarheid van doelen voor VHR, KRW, ecosysteemdiensten en algemene biodiversiteit in 2050 en 2100.</i>
286	Van Dijk, W, E.M.P.M. van Boekel, T. Brussée, D.W. Bussink, N.J.M. van Eekeren, M.K. van Ittersum, J.C. van Middelkoop, G.L. Velthof (2025). <i>Actualisering stikstofgebruiksnormen voor gewassen op zand- en lössgrond in Nederland; Advies van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet.</i>	300	Stoof, C.R., M.J.E. van Marle, B. Noyons, A. Cormont, (2026). <i>Klimaatrisico's Natuurbranden. Een analyse in de context van de herziening van de Nationale Klimaatadaptatie Strategie.</i>
287	Grabijn, L.T.P., H. Sierdsema, C. Kampichler, C. van Swaay, L. Sparrius & I.M. Bouwma (2025). <i>Actualisatie CLO-indicator 'Ecosysteemkwaliteit'; Beschrijving van methoden en resultaten.</i>		
288	Ho, W.W.S. (2025). <i>Win-winkansen? Governance voor sociaal inclusieve natuur in de stad.</i>		
289	Harkema, T.T.L., C. Teuling en F.B.T. Assinck (2025). <i>Bodemkundige grondsoortenkaart van Nederland.</i>		



**Thema Periodieke Verkenning
Natuurbeleid**

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 54 71
E info.wnm@wur.nl
wur.nl/wotnatuurenmilieu

ISSN 2352-2739



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.900 medewerkers (7.100 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 12.700 studenten en 80.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.