

Verrijking Klimaateffectatlas Natuurbrandgevoeligheid

Huidige situatie en 2050 WH



Verrijking Klimaateffectatlas Natuurbrandgevoeligheid

Huidige situatie en 2050 WH

Auteur(s)

Margreet van Marle
de heer ir. H.J. Agricola

Verrijking Klimaateffectatlas Natuurbrandgevoeligheid
Huidige situatie en 2050 WH

Trefwoorden	Klimaat Effect Atlas, natuurbranden
--------------------	-------------------------------------

Documentgegevens

Versie	2.0
Datum	09-04-2021
Projectnummer	11206741-002
Document ID	11206741-002-GEO-0001
Pagina's	23
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	dr. M.J.E. van Marle	
	ir. H.J. Agricola	

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
2.0	M.J.E. van Marle	T.J. Bles	R. Pot	
				

Inhoud

1	Achtergrond en Doel	5
2	Aanpak	6
2.1	Uitgangspunten ruimtelijk analyse	7
2.2	Gevoeligheidsanalyse	7
2.3	Vertaling naar 2050	8
3	Resultaten	9
3.1	Toelichting op de kaarten	9
3.1.1	Huidige gevoeligheid	9
3.1.2	Gevoeligheid in 2050	10
4	Validatie	11
5	Adviezen voor gebruik	12
5.1.1	Voorspelkracht	12
5.1.2	Vertaling naar impact	12
6	Aanbevelingen voor verdiepend onderzoek	14
6.1.1	Nieuwe gevoeligheidsfactoren	14
6.1.2	Vertaling naar 2050	14
6.1.3	Vertaling naar impact en handelingsperspectief	14
6.1.4	Vertaling naar een operationeel systeem	15
A	Input data natuurbrand gevoeligheidskaart	16
B	Methodiek brandgevoelige natuur	17

1 Achtergrond en Doel

Elk jaar komen natuurbranden honderden keren ergens voor in het land. De meeste natuurbranden in Nederland ontstaan door menselijke onvoorzichtigheid (weggegooid sigaret, vuurkorven, barbecues) of kwaadwillendheid (brandstichting). Soms ontstaat een brand door een natuurlijke oorzaak, bijvoorbeeld door blikseminslag. Natuurlijke situaties, zoals droogte, hoeveelheid (biomassa) en type vegetatie, en windrichting vergroten de gevoeligheid voor een natuurbrand. Indien het klimaat in de toekomst droger wordt, is ook de verwachting dat de frequentie van natuurbranden groter wordt. Wanneer een natuurbrand voorkomt heeft dit direct effect op levens van mensen, omdat hun leefomgeving wordt bedreigd en ze geëvacueerd moeten worden. Daarnaast heeft het indirecte effecten op veiligheid van bijvoorbeeld rijkswegen, spoor en luchtkwaliteit.

In het kader van het verbeteren van de huidige risico kaart in de klimaat effectatlas (KEA) is Deltares gevraagd om samen met Wageningen University en Research (WUR) de kaart voor natuurbrand gevoeligheid te verbeteren. Voor natuurbranden bestaat geen risico kaart, met name omdat er op dit moment nog te weinig duidelijk is over de herhalingstijden en ruimtelijke variabiliteit in intensiteit. In deze studie is een gevoeligheidskaart voor de huidige situatie gemaakt op basis van vegetatie, klimaat en locatie specifieke eigenschappen gerelateerd aan natuurbranden. Deze eigenschappen zijn door vertaald naar 2050. Op deze manier zijn 2 gevoeligheidskaarten ontwikkeld: Een voor de huidige situatie en een voor de verwachte toekomstige situatie.

Dit rapport geeft een toelichting op de methodiek, de validatie en de resultaten. Daarnaast worden aanbevelingen gegeven voor het gebruik.

2 Aanpak

De aanpak bouwt voort op de RI2DE aanpak. Dit is een aanpak ontwikkeld door Deltares om gevoeligheids- en risicokaarten te ontwikkelen wanneer die nog niet bestaan. Voor bedreigingen waar geen risicokaarten beschikbaar zijn, kan de gevoeligheid worden geschetst met behulp van de Deltares tool Risk Identification for Infrastructure in Data-scarce Environments (RI2DE). De aanpak in deze tool is gebaseerd op de ROADAPT studie ^{1 2}. In deze studie zijn per bedreiging verschillende kenmerken bepaald die sturend kunnen zijn in de mate van gevoeligheid. De RI2DE aanpak is een ruimtelijke analyse die zich richt om zonder uitgebreid modelleren, toch een uitspraak te kunnen doen met betrekking tot de gevoeligheid voor een bedreiging. De datasets zijn veelal afgeleid uit publieke datasets, maar ook specifieke datasets kunnen worden toegevoegd.

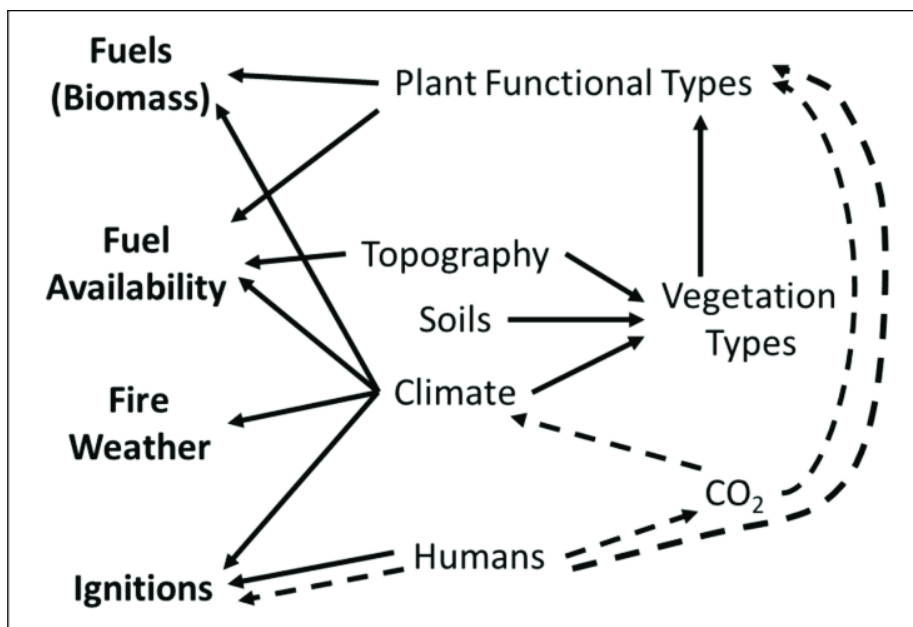
Voor het vaststellen van de relevante kenmerken (gevoeligheidsfactoren), wordt in de basis gebruik gemaakt van de eigenschappen voor het ontstaan en verspreiden van een natuurbrand (Figuur 2.1):

1. Brandbaar materiaal – Vegetatie- en strooisellaag. Er moet voldoende brandbaar materiaal aanwezig zijn om als brandstof te kunnen dienen.
2. Klimaat specifieke eigenschappen – Droogte indicatoren (neerslag tekort, grondwaterstanden, bodemeigenschappen) kunnen ervoor zorgen dat een brand kan ontstaan. Andere eigenschappen zoals wind en topografie kunnen ook iets zeggen over de potentiële verspreiding (impact) van een brand.
3. Locatie specifieke eigenschappen – In Nederland wordt een brand veelal veroorzaakt door menselijke oorzaken. In Nederland komt droge bliksem (bliksem zonder neerslag) zelden voor en ontstaat een brand door onzorgvuldig handelen (hete uitlaat, ontstekingsbronnen in de natuur gooien) of doelbewust (pyromanie).

Deze gevoeligheidsfactoren dragen elk in meer of mindere mate bij aan de totale gevoeligheid voor een bepaalde bedreiging.

¹ Bles, T., Bessembinder, J., Chevreuil, M., Danielson, P., Falemo, S., Venmans, A. (2015) ROADAPT, Roads for Today Adapted for Tomorrow.

² Falemo, S., L. Blied, P. Danielsson, GIS-aided vulnerability assessment for roads – Existing methods and new suggestions, Part C of the ROADAPT guidelines, 2014, CEDR project



Figuur 2.1 Invloeden van abiotische biotische factoren (klimaat, bodem, vegetatie, vegetatie types, plant functionele types) op brand regimes via 4 knoppen (brandstof, brandstof beschikbaar, brandklimaat, en ontstekingen). Potentiele effecten van veranderend klimaat, menselijke activiteit en atmosferische CO₂ zijn aangegeven in stippellijnen. Figuur is aangepast naar Bradstock (2010) en gepubliceerd in Chambers (2019) ³

2.1 Uitgangspunten ruimtelijk analyse

In de ruimtelijke analyse wordt vervolgens bekeken per gridcel (in dit geval voor 250x250 m gridcellen) welke gevoeligheidsfactoren spelen. Een gridcel krijgt een hoge totale gevoeligheid voor een bedreiging waar meerdere gevoeligheidsfactoren een hoge/ kritieke waarde hebben. Wanneer een gridcel enkel lage/niet-kritieke resultaten krijgt voor de verschillende factoren krijgt deze gridcel vanzelfsprekend een lage gevoeligheid. Voor een overzicht van de gevoeligheidsfactoren zie Bijlage A.

2.2 Gevoeligheidsanalyse

Alle gevoeligheidsfactoren zijn ingedeeld in 3 categorieën, die elk een bepaald belang hebben. Dit zijn:

- Brandbaar materiaal.
- Droogte/klimaat gerelateerde parameters.
- Kenmerken op een specifieke locatie.

Op deze manier hebben de basis categorieën zoals vegetatie en droogte voldoende waarde wordt behouden wanneer nieuwe parameters beschikbaar worden. Wanneer nieuwe parameters beschikbaar komen of adaptatie maatregelen ingevoerd worden, kunnen deze meteen worden meegenomen in de gevoeligheidsanalyse, maar ook kunnen de verschillende gevoeligheidsfactoren individueel worden gebruikt in de volgende stap naar brandrisico's. De gedetailleerde input data, herclassificatie en bronnen staan in Bijlage A.

³ Chambers, Jeanne & Brooks, Matthew & Germino, Matthew & Maestas, Jeremy & Board, David & Jones, Matthew & Allred, Brady. (2019). Operationalizing Resilience and Resistance Concepts to Address Invasive Grass-Fire Cycles. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 7. 185. 10.3389/fevo.2019.00185.

De opgeleverde kaart beslaat heel Nederland, met uitzondering van het stedelijk gebied en waterlichamen. Landbouwgebieden zijn wel meegenomen, omdat ook daar in en net naast de gebieden branden kunnen voorkomen met de juiste condities.

Tabel 2.1 Overzicht van de categorieën, bijbehorende gevoeligheidsfactoren en op basis van de weging van elke categorie, de relatieve waarde per factor

Weging	Categorie	Gevoeligheidsfactoren		Relatieve waarde per factor	2050 WH data beschikbaar
1	brandbaar materiaal	Brandgevoelige natuur		1	
1	droogte gerelateerd	Potentieel maximaal neerslag tekort (1:10 jaar)		0.33	X
		GLG (Landelijk Hydrologisch Model)		0.33	X
		Bodemtype		0.33	
0.5	object gerelateerd	Recreatiedruk		0.25	
		specifieke locaties	Ecoduct en/of	0.25	
			Verzorgingsplaats		

De voorspelbaarheid van de verschillende parameters is gevalideerd, waarbij voor elke gevoeligheidsfactor de voorspelkracht is getoetst door deze uit de gevoeligheidsberekening te halen. Wanneer een factor uit de analyse wordt gehaald kan dit ook consequenties hebben voor de kolom relatieve waarde per factor (Tabel 2.1). Wanneer een grotere validatie set beschikbaar komt kunnen de relatieve waardes per factor worden bijgesteld.

2.3 Vertaling naar 2050

De vertaling van de gevoeligheidsfactoren naar 2050 is gedaan door dezelfde gevalideerde analyse uit te voeren, maar dan met lagen van de 2050 situatie indien beschikbaar. Hierbij zijn dezelfde klassegrenzen aangehouden als voor de huidige situatie (zoals weergegeven in Bijlage A). Hiervoor is gekozen om de locaties te identificeren waar de brandgevoeligheid zal veranderen fin de toekomst.

3 Resultaten

De uitkomsten van de analyse geven een gevoeligheidsscore tussen 0 en 1, waarbij 1 een hoge gevoeligheid is waarbij alle kenmerken hoog scoren en 0 de locaties zijn waar alle kenmerken zich in de laagste klasse bevinden. Met de resultaten van de validatie is afgeleid dat:

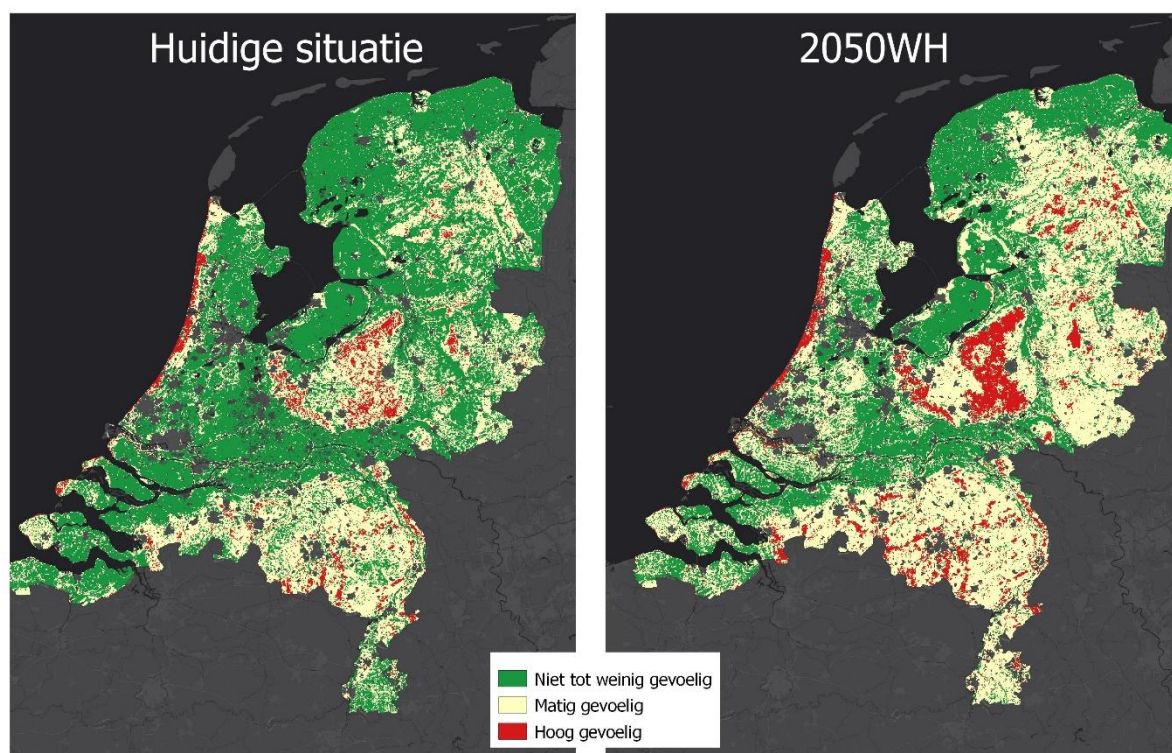
- Een gevoeligheidsscore van minder dan 0,24 wordt weergegeven op de kaart (Figuur 3.1) als 'niet tot weinig gevoelig'.
- Een score tussen 0,24 en 0,47 wordt weergegeven als 'matig gevoelig'.
- Een score van 0,47 en hoger wordt weergegeven als 'zeer gevoelig' – dit zijn de gridcellen die behoren tot de top 5% hoog gevoelig.

3.1 Toelichting op de kaarten

3.1.1 Huidige gevoeligheid

De geïdentificeerde gevoelige locaties liggen verspreid door het land (Figuur 3.1, linkerzijde). Er liggen meer hoog gevoelige locaties aan de kust, op de Veluwe, delen van Oost Nederland/Drenthe en Zuid Nederland. Dit patroon komt ook terug in de verschillende vegetatie en bodemtypen en wordt ook teruggezien in het voorkomen van historische brandlocaties.

Natuurbrandgevoeligheidskaart

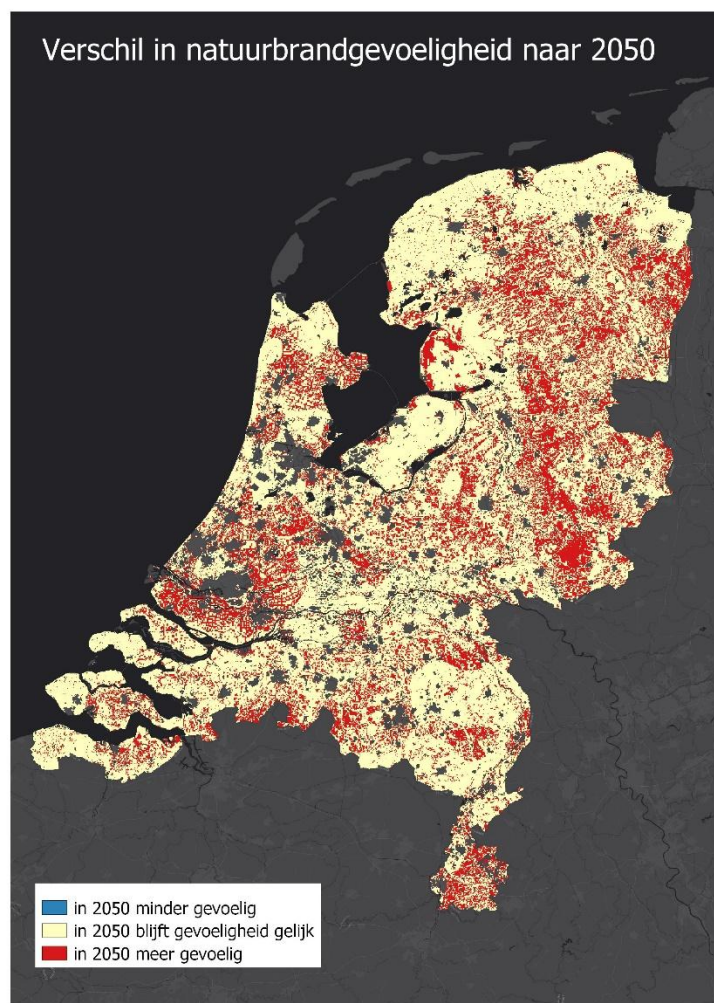


Figuur 3.1 Natuurbrandgevoeligheidskaart voor de huidige situatie (links) en de toekomstige situatie 2050 WH op basis van de RI2DE methodiek. Groene locaties zijn weinig tot niet gevoelig, gele locaties indiceren een matige gevoeligheid en rode locaties zijn aangegeven als hoog gevoelig

3.1.2 Gevoeligheid in 2050

De gevoeligheid naar 2050 is bepaald op klimaatparameters die op basis van modellen ook informatie geven over de 2050 situatie. Dit betreffen de gemiddeld laagste grondwaterstand en neerslagtekort (Tabel 2.1).

Over het algemeen worden de gebieden die in de huidige situatie al hoog gevoelig zijn, meer gevoelig met een stijging aan gevoelige locaties op de Veluwe en aan de kust (Figuur 3.1, rechterzijde). Wanneer de kaarten over elkaar heen worden gelegd, wordt zichtbaar dat bijna geen enkele locatie minder gevoelig wordt (Figuur 3.2). Daarnaast wordt verwacht dat delen van noord Nederland en west Nederland die eerder als weinig tot niet gevoelig waren in 2050 matig of hoog gevoelige locaties zullen worden. Het percentage 'matig' en 'hoog gevoelig' stijgt naar 2050 van 39% tot 63%. Hiervan is het percentage hoog gevoelig verdubbelt van 5% in de huidige situatie naar 9% in de toekomstige situatie.



Figuur 3.2. Verschil in klassen tussen het 2050WH scenario en de huidige situatie. Rode locaties geven aan dat ze meer gevoelig worden in de toekomst. Gele locaties blijven in dezelfde gevoeligheidsklasse en blauwe locaties (enkele punten) worden minder gevoelig

4 Validatie

De resultaten van de analyse zijn gevalideerd aan de hand van de geregistreerde natuurbranden over 2017-2020. In totaal zijn 1124 natuurbranden genoteerd. Hiervan is het mogelijk geweest om 937 brandlocaties op kaart te plaatsen (geo-refereren) waar gevoeligheid is berekend. Van 187 punten is dit niet gelukt. Dit heeft verschillende oorzaken. De belangrijkste oorzaak is daarvoor is dat 1 of meerdere van de gevoeligheidsparameters geen informatie bevatten, omdat deze informatie niet vlakdekkend voor Nederland beschikbaar. Een voorbeeld hiervan zijn de waddeneilanden, waar 27 validatiepunten liggen en geen informatie over de GLG of potentieel maximaal neerslag tekort beschikbaar zijn en daardoor geen gevoeligheid is bepaald. Van alle locaties is bepaald wat de dichtstbijzijnde weg is, daardoor kan de locatie van de brand afwijken van de werkelijke natuurbrand. Doordat de pixelgrootte 250 m is, is de kans op een mismatch klein, maar wel aanwezig.

Er moet een afweging gemaakt worden tussen zogenaamde “false positives” en “false negatives”. False positives zijn locaties die zijn aangemerkt als gevoelig, maar waar geen brand is geregistreerd. Als alle gridcellen in Nederland als gevoelig wordt aangeduid is er daardoor geen voorspelkracht meer. False negatives daarentegen zijn locaties waar wel een brand is geregistreerd, maar waar geen gevoeligheid wordt berekend.

De validatie is als volgt uitgevoerd:

- Het RI2DE model voor natuurbranden is voor 13 scenario's uitgerekend. Eerst is bepaald welke van de 3 vegetatie kaarten (LGN, NHBT, combinatie daarvan) de beste voorspelkracht heeft.
- Daarna is bepaald of de ‘droogterisico kaart’ of een combinatie van ‘GLG, Neerslag of Bodem’ een betere voorspelkracht heeft.
- Vervolgens is steeds 1 van de kenmerken verwijderd uit de analyse en is ook de relatieve waarde per factor daardoor aangepast. Bijvoorbeeld als het kenmerk “recreatiedruk” uit de analyse wordt gehaald, betekent dit dat de relatieve waarde van verzorgingsplaatsen/ecoducten wijzigt van 0.25 naar 0.5.
- Voor alle 250 meter pixels in Nederland is de gevoeligheid uitgerekend in de analyse en is het percentage van het alle pixels in Nederland uitgerekend dat als gevoelig wordt berekend.
- Tevens is er bepaald hoeveel brandlocaties als gevoelig zijn geduid. Dit is eveneens uitgedrukt in een percentage van goed voorspelde brandlocaties.
- Ten slotte zijn beide percentages door elkaar gedeeld. Op die manier wordt inzicht verkregen in de voorspelkracht van het model. Immers, het model kan wellicht alle brandlocaties goed voorspellen, maar als dan alle pixels in Nederland als gevoelig worden aangeduid is de voorspelkracht toch laag.
- Om het effect van de 3 hoofdcategorieën (Vegetatie, Klimaat, Locatie specifieke eigenschappen) zijn deze uiteindelijk ook een voor een uit de analyse gehouden. Hieruit bleek dat de kaart een gelijke of slechtere voorspelkracht kreeg (Bijvoorbeeld bij het weglaten van de locatie specifieke eigenschappen). Op basis hiervan is besloten om alle hoofdcategorieën mee te nemen in de uiteindelijke kaart.

Uit de validatie is gebleken dat bij een drempel van 0.24 75% van de brandlocaties goed wordt voorspeld, terwijl 39% van de pixels in Nederland als matig of hoog gevoelig is geduid. Bij een drempel van 0.47 worden nog 178 locaties (19%) goed voorspeld, terwijl minder dan 5% procent van alle 250 m gridcellen in Nederland als hoog gevoelig wordt aangeduid.

5 Adviezen voor gebruik

5.1.1 Voorspelkracht

Met de uitgevoerde validatie is een voorspelkracht gebleken. Zo wordt 75% van de opgetreden branden goed voorspeld indien deze locatie matig of hoog gevoelig wordt getoond op de kaart. Tegelijkertijd betekent dit dat 25% van de brand locaties is opgetreden in een gebied dat op de kaart als 'weinig gevoelig' wordt aangeduid. Dit kan deels worden verklaard doordat de validatiepunten zijn geduid naar de meest dichtstbijzijnde weg (en niet de actuele locatie van de brand).

Gezien bovenstaande wordt aanbevolen de kaart te gebruiken om aandacht te geven aan locaties die als 'zeer gevoelig' zijn aangeduid. De classificatie tussen laag, matig en hoog gevoelig helpt om te prioriteren, maar dat wil niet zeggen dat branden niet voor kunnen komen op locaties geduid als 'weinig gevoelig'. Met de juiste omstandigheden (voldoende brandstof om te branden, droogte, wind en een ontvlaming) zijn deze plekken uiteindelijk ook gevoelig en dus zullen deze locaties (in mindere mate) ook aandacht behoeven.

5.1.2 Vertaling naar impact

Deze kaarten geeft een beeld van de locaties die gevoelig zijn voor het ontstaan van een brand. Daarmee kunnen gebieden worden geïdentificeerd die op dit moment een hogere of lagere gevoeligheid hebben voor het ontstaan van een brand (kans van voorkomen) en daarnaast hoe deze in de toekomst kunnen gaan veranderen. Hoog gevoelige locaties zeggen echter niet noodzakelijkerwijs dat de duur of intensiteit van een brand hoog is. Om een kans van voorkomen te vertalen naar impact moet ook informatie bekend zijn over de potentiële impact die een brand kan hebben. Het kan namelijk zo zijn dat een weinig of matig gevoelig locatie, potentieel een groter effect kunnen hebben dan een hoog gevoelige locatie. Dit is afhankelijk van de locatie, type/hoeveelheid beschikbaar brandbaar materiaal (in de omgeving), type brand (smeulende/vlammende brand), en weersomstandigheden (droogte, wind) die allemaal kunnen bijdragen aan de impact. Grote impact kan ook bereikt worden doordat vitale en kwetsbare functies geraakt worden.

Als gebruiker van deze kaart verwijzen we in het kaartverhaal daarom ook door naar:

- Risico Index Natuurbranden (RIN). De Risico Index Natuurbranden (RIN) ⁴ is in 2013 ontwikkeld door het Instituut voor Fysieke Veiligheid (IFV) en herzien in 2018 waarbij een landelijke kaart is ontwikkeld met veelal geautomatiseerde parameters. Het doel van de RIN is om de risico's van brand in natuurgebieden zichtbaar te maken. Hierbij is de kans op het ontstaan van een brand buiten beschouwing gelaten. Er wordt niet gekeken naar de ontstaansansen, maar naar de potentiële effecten en uitbreidingsmogelijkheden doordat belangrijk objecten in de omgeving staan. De RIN laat de kans zien dat een eenmaal ontstane natuurbrand zich ontwikkelt tot onbeheersbare proporties. Het is een statische kaart die gebruikt wordt in de planvorming en er wordt geen rekening gehouden met weersomstandigheden.
- Vitale en Kwetsbare Functies⁵. Denk daarbij aan functies zoals de energievoorziening, de hoofdinfrastructuur, ziekenhuizen en telecom. Doordat uitval van deze belangrijke functies tot ernstige gevolgen kan leiden, noemen we ze vitaal en kwetsbaar. Daarnaast kunnen vitale en kwetsbare functies noodzakelijk zijn voor evacuatie of om een gebied te herstellen, denk aan weg infrastructuur. Er is vaak samenhang tussen verschillende vitale en kwetsbare functies. Uitval van één functie leidt vaak tot uitval van een andere functie.

⁴ <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20180515-BrwNL-Handreiking-Risico-Index-Natuurbranden.pdf>

⁵ <https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/vitale-kwetsbare/>

We noemen dat keteneffecten. Uitval van stroom heeft bijvoorbeeld gevolgen voor het verkeer: stoplichten vallen uit en bruggen kunnen niet meer worden bediend.

De gebruiker zou deze informatie bronnen als volgt kunnen combineren (zie ook Tabel 5.1):

1. Bekijk of locatie waarin de gebruiker geïnteresseerd is gevoelig is voor ontstaan van branden.
2. Onderzoek het risico niveau in de RIN.
3. Combineer deze gegevens om begrip te krijgen over de potentiële impact indien een brand zich voordoet.
4. Indien de potentiële consequenties hoog zijn, breng dan ook de keteneffecten in kaart.

Tabel 5.1 Overzicht van de categorieën, bijbehorende gevoeligheidsfactoren en op basis van de weging van elke categorie, de relatieve waarde per factor

Gevoeligheid (Deze studie)	RIN	Combinatie met RIN	Acties
Hoog	Hoog risico	Groot risico met hoogste prioriteit. Kans van voorkomen hoog en heeft grote potentiële consequenties indien oncontroleerbaar.	- Hoogste prioriteit - Kijk zowel naar kans reductie, alsmede gevolg reductie door bijvoorbeeld de grootste gevolgen in kaart te brengen.
Laag	Hoog risico	Kleine kans op voorkomen brand, maar indien deze oncontroleerbaar is heeft het grote consequenties	- Focus op gevolg reductie. Breng de grootste gevolgen in kaart t.b.v. gevolg reductie. - Indien in 2050 gevoeligheid hoog, hebben deze locaties hogere prioriteit.
Hoog	Laag Risico	Grote kans op voorkomen. Indien voorkomt relatief lage consequenties.	- Focus op de kansreductie - Indien in 2050 gevoeligheid in het gebied nog hoger, hebben deze locaties ook prioriteit
Laag	Laag Risico	Laag Risico: Kleine kans op voorkomen brand, indien voorkomen waarschijnlijk klein gevolg.	- Laagste prioriteit. - Indien in 2050 gevoeligheid hoog. Focus op reduceren van kans van voorkomen.

6 Aanbevelingen voor verdiepend onderzoek

6.1.1 Nieuwe gevoeligheidsfactoren

Hoewel de natuurbrand gevoeligheidskaart een zekere mate van voorspelbaarheid kent, wordt aanbevolen nader onderzoek uit te voeren indien het risico voor deze bedreiging onaanvaardbaar groot wordt bevonden. Verbeterpunten in de gevoeligheidsfactoren zouden meer voorspelbaarheid kunnen toevoegen.

Klimaat gerelateerd

Hierbij kan gedacht worden aan het toevoegen van extra klimaat parameters zoals wind of meer gespecificeerde fire weather indices (FWIs); wind en de windrichting kunnen ervoor zorgen dat een brand makkelijker ontvlamt door de snelheid, maar ook door de potentieel lagere luchtvochtigheid. Hoe dit proces precies werkt is daarentegen nog niet precies duidelijk. In een vervolgstudie zou de rol van wind duidelijk moeten worden uitgezocht, zodat deze meegenomen kan worden als gevoeligheidsfactor. Daarnaast is in deze studie gebruikt gemaakt van droogte parameters over het gehele seizoen, omdat deze data beschikbaar waren voor de huidige en toekomstige situatie. Natuurbranden zijn daarentegen gevoelig in bepaalde seizoenen (in het voorjaar of juist in de zomer). In een toekomstige studie zou hier rekenen mee kunnen worden gehouden door gebruik te maken van bijvoorbeeld de lengte van het droge seizoen of het neerslagtekort tijdens het droge seizoen.

Locatie specifieke

Andere gevoeligheidsfactoren waaraan gedacht kan gedacht worden zijn gericht op locatie-specifiek, bijvoorbeeld ontvlaming nabij tracés van rail infrastructuur; deze taluds zijn vaak relatief droog en vonken van de treinen zouden potentieel voor een relatief snelle ontvlaming kunnen zorgen. Wij bevelen aan om deze bijdrage te toetsen in een vervolgstudie met validatie. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de locaties van wissels, aanwezigheid van sloten en andere spoor specifieke eigenschappen.

6.1.2 Vertaling naar 2050

Voor de 2050 situatie is nu enkel gebruik gemaakt van de beschikbare klimaatparameters in 2050. Dit betekent niet dat andere gevoeligheidsfactoren zoals vegetatie, recreatiedruk niet zullen wijzigen. Wanneer deze gevoeligheidsfactoren worden geüpdatet, betekent dit ook dat met meer zekerheid kan gezegd worden hoe de gevoeligheid voor natuurbranden gaat veranderen. Op basis van de huidige analyse kan al wel concluderen dat het waarschijnlijk is dat ze frequenter zullen voorkomen.

6.1.3 Vertaling naar impact en handelingsperspectief

Deze gevoeligheidskaart differentieert niet tussen verschillende intensiteiten en duur van branden. Differentiëren tussen kleine branden van korte duur en potentiële oncontroleerbare branden is een verbeterslag die direct gebruikt kan worden bij het vertalen van de natuurbrandgevoeligheid naar risico en impact. Dit vergt een nieuwe analyse. Ook potentiële keteneffecten waarbij afhankelijke vitale en kwetsbare functies uit kunnen vallen door natuurbranden moeten hierin worden meegenomen.

We bevelen aan dat in een vervolgstudie ook nagedacht wordt over hoe de gevoeligheids- en impact kaart dan gebruikt kan worden in de vertaling naar handelingsperspectief. Denk hierbij aan het ontwikkelen van natuurbrand specifieke risico diagrammen. Op deze manier kunnen de acties beschreven in Tabel 5.1 beter gespecificeerd kunnen worden en kunnen acties voor gebruikers beter worden beschreven.

In de Klimaateffectatlas wordt de stap naar impact gedemonstreerd via een kaartverhaal, waarbij de gebruiker stap voor stap wordt meegenomen. Andere manier die wij zien is bijvoorbeeld het maken van een animatie, zodat duidelijk wordt wat wel en niet mogelijk is met deze kaarten en ook hoe potentiële vervolgstappen gezet kunnen worden naar het bepalen van impact en handelingsperspectief.

6.1.4 Vertaling naar een operationeel systeem

Tot slot is voor de gevoeligheidsgebruik gemaakt van kenmerken met langjarige gemiddelden. Een aanvulling op deze kaart om deze meer operationeel te maken zou zijn om deze kaart te koppelen aan te identificeren droogte indicatoren die actueel gemonitord kunnen worden bijvoorbeeld via modeloutput en weer observaties.

A Input data natuurbrand gevoeligheidskaart

Tabel A.1 Overzicht van gebruikte gevoeligheidsfactoren, redenen, en klassegrenzen voor de analyse: gevoeligheidskaart natuurbranden t.b.v. Klimaat Effect Atlas

Gevoeligheid factor	Reden voor meenemen van factor	1	2	3	Bron
Brandgevoelige natuur	Het type vegetatie heeft invloed op de gevoeligheid voor natuurbranden. Dit heeft te maken met de ontvlambaarheid van de vegetatie	Laagste brandbaarheid	Gemiddeld brandbaarheid scoorde van de vegetatie	Hoogste brandbaarheid score van vegetatie	LGN2019 (WEnR), uitleg over interpretatie in Bijlage B
Potentieel maximaal neerslagtekort (1:10 jaar)	Een groter neerslag tekort zal leiden tot een droge omgeving dat gemakkelijker vlam vat.	< 240mm	240 – 270 mm	> 270 mm	KNMI/KEA
Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)	De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand, wordt gezien als een maat voor de droogte van de omgeving. Hoe droger de omgeving, des te gemakkelijker het vlam vat.	<1 m onder maaiveld	1-2 m onder maaiveld	>2 m onder maaiveld	Landelijk Hydrologisch Model/ KEA
Bodentype	Het soort bodem kan de gevoeligheid voor natuurbranden beïnvloeden. Dit heeft te maken met de hoeveelheid vocht die de bodem kan vasthouden.	Klei/ Water	Veen/ Löss	Zand	Bodem typenkaart 2015
Recreatiedruk	De recreatiedruk kan een indicatie zijn voor de kans dat een brand ontstaat door onzorgvuldigheid door het achterlaten van brandende materialen.	<500 fietstochten/ km fietsmogelijkheid	500-2000 fietstochten/ km fietsmogelijkheid	>2000 fietstochten/ km fietsmogelijkheid	Potentiele fietsdruk op fietspaden en wegen (Goossen, 2004)
Aanwezigheid ecoduct of verzorgingsplaats	Ecoducten hebben een dunnere bodem en zijn gevoeliger voor het ontstaan van branden. Ze kunnen ook als geleider dienen voor natuurbranden om van de ene kant van de weg, over te slaan op de andere kant van de weg.	Geen ecoduct of verzorgingsplaats aanwezig		Ecoduct en/of Verzorgingsplaats aanwezig	RWS
	Een verzorgingsplaats/parkeerplaats kan een indicatie zijn dat iemand brandend materiaal achter laat door onzorgvuldigheid of door een hete uitlaat.				RWS DISK icm NISv

B Methodiek brandgevoelige natuur

Voor het bepalen van de brandbaarheid van de vegetatie zijn de brandstofmodellen van IFV als uitgangspunt genomen⁶ (zie Tabel B.1.) Omdat de vegetatiekaart die IFV gebruikt niet openbaar is, is als alternatief het bestand Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN)⁷ genomen. In samenspraak met IFV zijn de vegetatietypen van het LGN bestand vervolgens vertaald naar de brandstofmodellen/ vegetatietypen die IFV hanteert voor de Risico Index Natuurbranden. In het project is ook gekeken naar de Natuurtypenkaart⁸ als onderlegger voor vegetatietypen. De natuurtypenkaart is echter voor wat betreft vegetatie minder onderscheidend dan LGN en bovendien veel lastiger om te vertalen naar de brandstofmodellen van IFV. Om die reden is besloten om de Natuurtypenkaart hier niet te gebruiken.

Tabel B.1 Kenmerken brandstofmodellen IFV

Code	Omschrijving vegetatietype	Struiklaag (incl. heide)	Grassoorten, kruidachtige planten	Strooisel- en humuslaag	Brandbaarheid score
(OD1)	Open duin 1; heeft een open structuur en wordt voornamelijk gevormd door helm(gras) en biestarwegras.	--	hoogte:30 cm; invloed op brandgedrag: hoog	--	2
(OD2)	Open duin 2; wordt gevormd door helmgras met een relatief dichte structuur, in verhouding met Open duin 1. Open duin 2 is een kenmerkend type voor de eerste duinrij en draagt bij aan de kustbescherming.	--	hoogte:80 cm; invloed op brandgedrag: zeer hoog	--	3
(DG1)	Duingrasland 1 ,de ondergroei wordt grotendeels gevormd door helm- of biestarwegrassen. Kruidachtige planten, zoals mos en zegge, komen in dit type voor. Ook kan er in dit type een beperkte hoeveelheid laag groeiende struiksoorten voorkomen zoals de braam en duinroos.	hoogte: 5 cm: invloed op brandgedrag: laag	hoogte:50 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	--	4
(DG2)	Duingrasland 2 wordt gevormd door verschillende grassoorten. Daarbij zijn buntgras en rood zwenkgras de dominante soorten. In beperkte mate kunnen er struikachtige soorten zoals braam en duindoorn voorkomen. Dit type onderscheidt zich van duingrasland 1 doordat de vegetatie meer ontwikkeld is (hogere biomassa) en lage struiken aanwezig zijn, zogenaamd verruigd duingrasland.	hoogte: 40 cm: invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte:70 cm; invloed op brandgedrag: hoog	--	3

⁶ <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20180401-IFV-Informatiegids-Brandstofmodellen-en-vegetatietypen.pdf>

⁷ <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Environmental-Research/Faciliteiten-tools/Kaarten-en-GIS-bestanden/Landelijk-Grondgebruik-Nederland.htm#>.

⁸ <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/>

Code	Omschrijving vegetatietype	Struiklaag (incl. heide)	Grassoorten, kruidachtige planten	Strooisel- en humuslaag	Brand- baarheid score
(GR1)	Grasland (droog) 1, de meest voorkomende grasachtige zijn buntgras of pijpenstrootje. Kenmerkend is de lage groei van de grassen (<30cm)	--	hoogte:30 cm; invloed op brandgedrag: hoog	--	2
(GR2)	Grasland (droge zandgrond) 2 bestaat voornamelijk uit pijpenstrootje met een maximale hoogte van 1 meter. Een andere soort die voor kan komen is buntgras.	hoogte: 20 cm: invloed op brandgedrag: laag	hoogte:60 cm; invloed op brandgedrag: hoog	--	3
(GR3)	Grasland (droge zandgrond) 3 bestaat vooral uit pijpenstrootje, eventueel in combinatie met buntgras. Tevens kan er sporadisch heide voorkomen. De grassen zijn hoger dan 1 meter.	hoogte: 20 cm: invloed op brandgedrag: laag	hoogte:110 cm; invloed op brandgedrag: hoog	--	4
(GR4)	Grasland (nat) 4 komt voornamelijk pijpenstrootje voor. Let op begaanbaarheid van dit type gebied i.v.m. veengrond of moerasachtig terrein	hoogte: 15 cm: invloed op brandgedrag: laag	hoogte: 15 cm; invloed op brandgedrag: hoog	aanwezig; invloed op brandgedrag: hoog	2
(GR5)	Grasland (nat) 5, soorten die voorkomen zijn Pitrus en eenarig wollegras. Tevens kan er een humus/veenlaag aanwezig zijn. Let op begaanbaarheid van dit type gebied i.v.m. veengrond of moerasachtig terrein	--	hoogte: 50 cm; invloed op brandgedrag: hoog	aanwezig; invloed op brandgedrag: laag	3
(H1)	Jonge heide (droge zandgrond), voornamelijk komt hier struikheide voor lager dan 30 cm. Sporadisch kunnen er pijpenstrootje en zaailingen van grove den voorkomen.	hoogte: 25 cm: invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte: 15 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	--	2
(H2)	Vergraste heide (droge zandgrond) bestaat uit een mix van heide en grassen, met name struikheide en pijpenstrootje.	hoogte: 45 cm: invloed op brandgedrag: hoog	hoogte: 25 cm; invloed op brandgedrag: laag	hoogte: 1,0 cm; invloed op brandgedrag: laag	3
(H3)	Oude heide, de struikheide is ruim 30 centimeter hoog. Er kan sporadisch pijpenstrootje voorkomen, of andere grassen, en jeneverbes.	hoogte: 60 cm: invloed op brandgedrag: hoog	hoogte: 35 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte: 4 cm; invloed op brandgedrag: laag	4
(H4)	Veenheide, met name heidesoorten zoals struik, dop of kraaiheide, in combinatie met eenarig wollegras. Let op: door eventueel aanwezig veen kan het terrein slecht toegankelijk zijn!	hoogte: 40 cm: invloed op brandgedrag: hoog	hoogte: 30 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte: 1.5 cm; invloed op brandgedrag: laag	3
(ST1)	Laag (duin) struweel kan bestaan uit verschillende laag groeiende struiken, zoals op de foto links duinroos of de foto hierboven duindoorn, met eventueel enkele grassen.	hoogte: 60 cm: invloed op brandgedrag: hoog	hoogte: 45 cm; invloed op brandgedrag: hoog	hoogte: 0,5 cm; invloed op brandgedrag: klein	1

Code	Omschrijving vegetatietype	Struiklaag (incl. heide)	Grassoorten, kruidachtige planten	Strooisel- en humuslaag	Brand- baarheid score
(ST2)	(duin) Struweel, ten opzichte van ST1 bevat dit type hoge struiken (1 á 2 meter) zoals eensteilige meidoorn, wilde liguster en duindoorn. Laatst genoemde is een soort waarvoor men bij brand extra alert dient te zijn.	hoogte: 150 cm; invloed op brandgedrag: hoog	hoogte: 45 cm; invloed op brandgedrag: geen	--	1
(N1)	Open naaldbos, gras ondergroei; de boomsoorten zijn grove den of zwarte den met in de ondergroei voornamelijk grassen, zoals pijpenstrootje. Boomlaag > 10m.)	hoogte: 30 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte: 35 cm; invloed op brandgedrag: hoog	hoogte: 6 cm; invloed op brandgedrag: laag	3
(N2)	Open naaldbos met lage struiken; ten opzicht van N1 kunnen er lage struikachtige soorten voorkomen zoals varens en blauwe bosbes en grasachtige zoals pijpenstrootje. Boomlaag > 10m.)	hoogte: 30 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte: 25 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte: 16 cm; invloed op brandgedrag: hoog	1
(N3)	Open naaldbos met dichte struik; de ondergroei kan bestaan uit zaailingen van onder andere grove den, of zaailingen van loofbomen. Er kan een struiklaag aanwezig zijn van bijvoorbeeld Amerikaanse vogelkers en/of lijsterbes. Er kan tevens tak- en tophout op de bodem liggen. Boomlaag > 10m.)	hoogte: 153 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte: 15 cm; invloed op brandgedrag: gemiddeld	hoogte: 10 cm; invloed op brandgedrag: hoog	4
(N4)	Dicht naaldbos zonder ondergroei; dit type is een dicht naaldbos van bijvoorbeeld fijnspar. Door de dichte groei is er nagenoeg geen ondergroei. Wel is er tak- en tophout aanwezig. Boomlaag > 10m.)	--	--	hoogte: 8 cm; invloed op brandgedrag: hoog	2
(L1)	Loofbos; de boomlaag kan bestaan uit soorten zoals beuk, eik of berk. De strooisellaag is relatief dicht. Boomlaag > 10m.)	--	--	hoogte: 20 cm; invloed op brandgedrag: laag	1

Brandbaarheid score	Omschrijving
1	Laag brandbaar
2	Brandbaar
3	Verhoogd brandbaar
4	Zeer brandbaar

Tabel B.2 geeft de legenda van het LGN2019 bestand. De afzonderlijke eenheden zijn eerst geclassificeerd naar gebiedstypen. Voor natuurbrandgevoeligheid is besloten om naast natuur ook het gebiedstype landbouw mee te nemen omdat ook op of aan de randen van landbouwgronden (natuur)branden voorkomen. De eenheden die onder deze gebiedstypen

vallen zijn vervolgens vertaald naar de brandstofmodellen van IFV. De daar van afgeleide brandbaarheid score (1-4) is voor deze studie vertaald naar een 10 punts schaal.

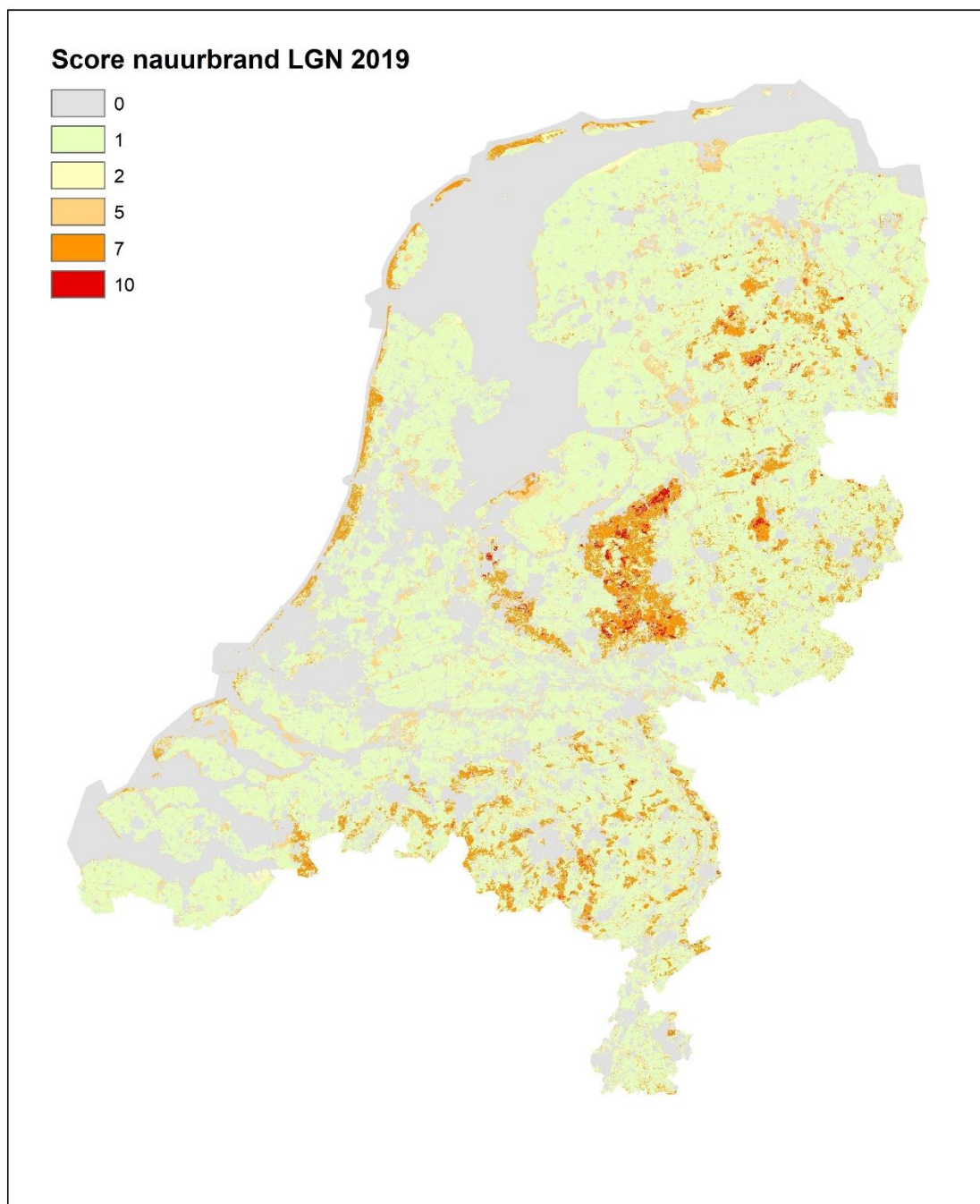
Tabel B.2 Brandbaarheidsscore legenda eenheden LGN 2019

	Gebiedstype	Brandstof model IFV	Brandbaarheid score	
			1-4 IFV	0-10
1 - Agrarisch gras	Landbouw	-	-	1
2 - Mais	Landbouw	-	-	1
3 - Aardappelen	Landbouw	-	-	1
4 - Bieten	Landbouw	-	-	1
5 - Granen	Landbouw	-	-	1
6 - Overige gewassen	Landbouw	-	-	1
8 - Glastuinbouw	Tuinbouw	-	-	0
9 - Boomgaarden	Tuinbouw	-	-	0
10 - Bloembollen	Tuinbouw	-	-	0
11 - Loofbos	Natuur	N1	3	7
12 - Naaldbos	Natuur	L1	1	2
16 - Zoet water	Water	-	-	0
17 - Zout water	Water	-	-	0
18 - Bebouwing in primair bebouwd gebied	Bebouwd	-	-	0
19 - Bebouwing in secundair bebouwd gebied	Bebouwd	-	-	0
20 - Bos in primair bebouwd gebied	Bebouwd	-	-	0
22 - Bos in secundair bebouwd gebied	Bebouwd	-	-	0
23 - Gras in primair bebouwd gebied	Bebouwd	-	-	0
24 - Kale grond in primair bebouwd gebied	Bebouwd	-	-	0
25 - Hoofdwegen en spoorwegen	Bebouwd	-	-	0
26 - Bebouwing in buitengebied	Bebouwd	-	-	0
27 - Overig grondgebruik in buitengebied	Bebouwd	-	-	0
28 - Gras in secundair bebouwd gebied	Bebouwd	-	-	0
30 - Kwelders	Natuur	GR1	2	5
31 - Open zand in kustgebied	Natuur/ geen vegetatie	-	-	0
32 - Duinen met een lage vegetatie (<1m)	Natuur	ST1	1	2
33 - Duinen met een hoge vegetatie (>1m)	Natuur	ST2	1	2
34 - Duinheide	Natuur	H1 of H3	2 en 4	7
35 - Open stuifzand en/ of rivierzand	Natuur / geen vegetatie	-	-	0
36 - Heide	Natuur	H3	4	10

	Gebiedstype	Brandstof model IFV	Brandbaarheid score	
			1-4 IFV	0-10
37 - Matig vergraste heide	Natuur	H2	3	7
38 - Sterk vergraste heide	Natuur	H2	3	7
39 - Hoogveen	Natuur	H4	3	7
40 - Bos in hoogveengebied	Natuur	L1	1	2
41 - Overige moerasvegetatie	Natuur	GR4	2	5
42 - Rietvegetatie	Natuur	GR5	3	7
43 - Bos in moerasgebied	Natuur	L1	1	2
45 - Natuurgraslanden	Natuur	GR4	2	5
46 - Gras in kustgebied	Natuur	DG2	3	7
47 - Overig gras	Natuur	GR1	2	5
61 - Boomkwekerijen	Tuinbouw	-	-	0
62 - Fruitkwekerijen	Tuinbouw	-	-	0
321 - Struikvegetatie in hoogveengebied (laag)	Natuur	ST1	1	2
322 - Struikvegetatie in moerasgebied (laag)	Natuur	ST1	1	2
323 - Overige struikvegetatie (laag)	Natuur	ST1	1	2
331 - Struikvegetatie in hoogveengebied (hoog)	Natuur	ST2	1	2
332 - Struikvegetatie in moerasgebied (hoog)	Natuur	ST2	1	2
333 - Overige struikvegetatie (hoog)	Natuur	ST2	1	2

Door herclassificatie van de LGN2019 legenda eenheden naar de 10 punts schaal voor brandbaarheid ontstaat het volgen ruimtelijk beeld voor brandbaarheid van de vegetatie (Figuur B.1).

Als input voor het in dit project gehanteerde model is de kaart van Figuur B.1 vergrid van 25m naar 250m. Daarbij zijn de scores van de 25m cellen (0 -10) bij elkaar opgeteld. Voor de 250m cellen levert dit cel waarden op die variëren tussen 0 en 1000. Ten slotte heeft daarna nog een herclassificatie plaatsgevonden van de 250m cellen met de waarden; 1: 1-333 = weinig tot niet brandbaar ; 2 : cel waarden 333-666= matig brandbaar; 3: cel waarden 666-1000=hoog brandbaar;



Figuur B.1. Ruimtelijke verdeling gevoeligheid vegetatie voor natuurbrand LGN2019

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl