

Eindrapport Early Warning Droogte

Versie: 1.0, augustus 2023

Nederlandse Academie voor
Crisisbeheersing en Brandweezorg
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2023

Auteurs	N. Brouwer, J. Ebus en H. Hazebroek
Opdrachtgever	Brandweer Nederland
Contactpersoon	Jelmer Dam (landelijke coördinator natuurbranden)
Datum	augustus 2023

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

Inhoud

	Inleiding	4
1	Methoden	6
1.1	Satellietproducten	6
1.2	Klankbordgroep	8
1.3	Tijdschema van de processtappen	8
2	Resultaten	14
2.1	Resultaten literatuurstudie	14
2.2	Resultaten dagwaarde	15
2.3	Resultaten uurwaarde	16
2.4	Resultaten clusteranalyse	16
2.5	Opstellen leidraad	18
2.6	Resultaten Pilot 2021	18
2.7	Dashboard	20
3	Conclusies	22
4	Aanvullende overwegingen en aanbevelingen	23
4.1	Innovatieproject	23
4.2	Natuurbrandrisico is multifactorieel	23
4.3	Natuurbrandrisico of natuurbrandgevaar?	25
4.4	Aanbevelingen en suggesties voor vervolgonderzoek	26
	Literatuurlijst	28
	Bijlage 1 Data grote natuurbranden	29
	Bijlage 2 Stroomschema natuurbrandrisico	30
	Bijlage 3 Natuurbrandclassificatie	36
	Bijlage 4 Natuurbrandgevaar brandstof (NGB)	37

Inleiding

Aanleiding

Het inmiddels afgeronde project Early Warning Droogte (EWD) maakt onderdeel uit van het programma GBO-SO/NBB van Brandweer Nederland. Het doel van dit innovatieve project is om dagelijks op basis van satellietdata informatie te krijgen over het vochtgehalte van de strooisellaag en de vegetatie om daarmee het natuurbrandrisico¹ beter te kunnen inschatten.

Voor dit project is er een innovatiepartnerschap² doorlopen dat in 2019 afgerond is. De volledige probleemstelling bij aanvang van het innovatiepartnerschap was als volgt:

De kans op het ontstaan van een (onbeheersbare) natuurbrand wordt in de huidige situatie door Brandweer Nederland medebepaald aan de hand van de droogte index M8. De oorsprong van deze index ligt in de Verenigde Staten. De index wordt gevoed door een twintigtal meetstations verspreid over Nederland. De input bestaat uit relatieve vochtigheid van houtmonsters (stokgewicht), luchttemperatuur, luchtvochtigheid en wind. In combinatie met weersverwachting geeft deze index een maat voor het bepalen van de paraatheid en eerste uitruksterkte van de brandweer per regio en input voor de website natuurbrandrisico.nl. De meetstations zijn niet dekkend voor het hele land waardoor deze gegevens niet voor alle natuurgebieden correct zijn. Daarbij hebben er meerdere grote natuurbranden plaatsgevonden op momenten dat de index laag stond. Vanuit operationeel oogpunt is de M8 steeds minder leidend voor de eerste operationele slagkracht. In 2015 heeft er reeds een verkenning plaats gevonden naar alternatieve natuurbrandindexen.

Uit de aanbesteding is de inschrijving van (toenmalig) VanderSat als beste beoordeeld. In datzelfde jaar is gestart met de uitvoering van de ontwikkelfase van dit project. Dit rapport geeft een beschrijving van de reis die is afgelegd na het innovatiepartnerschap.

Doelstelling

De 'proof of concept' uit de aanbesteding innovatiepartnerschap dient verder te ontwikkeld worden om gebruiksklaar te zijn voor toepassing door de regio's. Enerzijds is de viewer waarop de data gepresenteerd worden nog niet gereed voor gebruik, anderzijds is er nog onvoldoende kennis om een juiste duiding te kunnen geven aan de data.

Het doel van dit project is het ontwikkelen van een systeem met actuele informatie, dat een prognose kan geven van het vochtgehalte van de brandstof in de natuur voor de eerstvolgende 48 uur. Meer specifiek gaat het daarbij om het vochtgehalte van de levende vegetatie en de strooisellaag en een bijbehorende leidraad voor het bepalen van het natuurbrandrisico.

¹ In de loop van het project is geconcludeerd dat 'natuurbrandgevaar' een betere benaming is voor hetgeen wordt bedoeld. Hier wordt in hoofdstuk 4.2 nader op ingegaan.

² Een innovatiepartnerschap is een relatief nieuwe procedure om producten te kunnen aanschaffen die nog niet op de markt beschikbaar zijn (Innovatiepartnerschap, 2022).

Het vochtgehalte bepaalt of de vegetatie en de strooisellaag wel of niet brandbaar zijn en geeft daarmee informatie over het kunnen ontstaan van een natuurbrand en de mate van branduitbreiding.

De gewenste situatie is het innovatieve product, waarmee aan de hand van satellietdata voor alle natuurgebieden in Nederland een prognose kan worden gemaakt van de relatieve vochtigheid van de strooisellaag en de levende vegetatie. De prognose moet gelden voor de eerstvolgende 24-48 uur, dagelijks worden geactualiseerd en een samengesteld beeld geven van de actuele situatie en een voorspelling.

De prognose dient voor alle veiligheidsregio's online (via internet) beschikbaar te zijn via een besloten website die in afstemming met de opdrachtgever zal worden vormgegeven. De presentatie van de prognose moet op een gebruiksvriendelijke manier worden afgebeeld op een kaart van Nederland. Hier dient vervolgens op te kunnen worden ingezoomd voor gebied specifieke data. De omvang van de gebieden zal in afstemming met de opdrachtgever verder worden afgestemd.

Het innovatieproject Early Warning Droogte

Het innovatieproject EWD is voortgekomen uit het innovatiepartnerschap Early Warning Droogte. De innovatie is het gebruiken van satellietdata over het vochtgehalte van de brandstof in de natuur om hiermee inzicht te krijgen in het natuurbrandrisico. De omschrijving uit het innovatiepartnerschap voor het ontsluiten van de satellietdata en het gebruiken van deze satelliet-data als een hulpmiddel om het natuurbrandrisico vast te stellen en te voorspellen voor de komende 48 uur is beschouwd als projectopdracht.

Het innovatiepartnerschap was gestart om een nieuwe methodiek voor het bepalen van het natuurbrandrisico te ontwikkelen, evenals een applicatie of dienst die de relatieve vochtigheid van de strooisellaag en de vegetatie kan bepalen voor de komende 24-48 uur, gebaseerd op beschikbare satellietdata en weersverwachting. Het project dient een informatie-systeem op te leveren waarop de beschikbare satellietdata en meteodata van de komende 48 uur inzichtelijk wordt weergegeven, alsmede een bijbehorende leidraad voor de vertaling naar het risico.

Leeswijzer

Een innovatief project vraagt om een andere rapportage dan gebruikelijk. Dit rapport kan worden gezien als een samenvatting van de reis die is afgelegd gedurende het project. Een reis van pionieren, discussiëren en innoveren. Van alle onderzoeken die zijn uitgevoerd tijdens het project zijn de resultaten opgenomen om zo een compleet overzicht te kunnen bieden van alle nieuwe kennis en inzichten die zijn opgedaan. Voor de volledige uitkomsten kan van alle onderzoeken de desbetreffende rapportage gelezen worden.

In hoofdstuk 1 is een omschrijving opgenomen van de satellietproducten die aan het begin van het project centraal stonden en wordt uitleg gegeven over de stappen die zijn genomen en de onderzoeken die zijn gedaan tijdens het project, inclusief een tijdschema. In hoofdstuk 2 worden de resultaten van de verschillende onderzoeken behandeld; hoofdstuk 3 gaat in op de conclusies van het project. Hoofdstuk 4 bevat een discussie en aanbevelingen.

1 Methoden

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op het innovatieproject. Er volgt een uitleg over het traject dat is afgelegd en meer informatie over de verschillende satellietbronnen die zijn gebruikt. De verschillende onderdelen van het tijdspad worden in dit hoofdstuk kort beschreven; de volledige uitleg en de resultaten staan in het volgende hoofdstuk.

1.1 Satellietproducten

In de door Van der Sat ontwikkelde 'webbased viewer' zijn vier verschillende 'producten' van satellietdata beschikbaar; tabel 1.1 bevat daarvan een verkorte omschrijving. In paragraaf 1.3 en 1.4 wordt nader ingegaan op deze producten.

Tabel 1.1 Producten van satellietdata

Product	Range	Omschrijving
X-band	0-1	Satellietmeting van vocht in de bovenste 0,5 cm van de bodem. Indicatie voor het vochtgehalte van de strooisellaag.
Gleam-bodemvocht	0,1-0,5	Satellietmeting van het vochtgehalte in de bovenste 10 cm van de bodem.
MVI	0,3-0,5	Meting van het vochtgehalte in de vegetatie. MVI staat voor Microwave Vegetation Index.
Gleam-vegetatiestress	0-1	Verhouding tussen verdamping en neerslag. Als de werkelijke verdamping lager is dan de potentiële verdamping ontstaat er vegetatiestress.

1.1.1 Het vochtgehalte van de bodem

Voor het vochtgehalte in de bodem wordt onderscheid gemaakt in twee verschillende dieptes. Dit wil zeggen dat er op basis van twee verschillende satellietbronnen met verschillende golflengte informatie beschikbaar is over het vochtgehalte op twee bodemdieptes. Het gaat om een diepte van 0,5 cm en 10 cm. Uit de meting komt een waarde; de mate waarin deze waarde stijgt of daalt geeft het beeld weer van het vochtgehalte.

Strooisellaag

De bovenlaag van de bodem (0,5 cm) wordt voor dit project beschouwd als de strooisellaag. Deze laag wordt gemeten via de zogenaamde X-band. De dikte van de strooisellaag (die ook kan ontbreken) verschilt per locatie. Hier dient rekening mee te worden gehouden bij de interpretatie van de data.

De resolutie van de X-band is 100 meter, waarbij de gemeten waarde loopt van 0 tot 1. Waarbij 0 betekent dat er geen vocht in de bovenste laag van de bodem aanwezig is en 1 dat de bovenste laag volledig verzadigd is. Vanaf het jaar 2014 zijn de data van de X-band-metingen beschikbaar. De waardes kunnen licht verschillen per gebied, bodem en vegetatietype. De foutmarge bedraagt 0.03 m³/m (VanderSat, 2020).

Gleam-bodemvocht

Gleam-bodemvocht is een meting van de bovenste 10 cm van de bodem. De resolutie bedraagt 100 meter en de gemeten waarde loopt van 0,1 tot 0,5, waarbij 0,1 betekent dat de bodemlaag zeer droog is en 0,5 dat deze verzadigd is. Het gaat hierbij om de diepere bodemlaag waar de humuslaag in kan voorkomen. Des te droger de bodem is, des te groter de kans dat er grondvuur kan optreden. Voornamelijk in veengebieden dient hier rekening mee te worden gehouden. De correlatie van het gleam-bodemvochtproduct met grond-sensoren bedraagt gemiddeld 0.83 (VanderSat, 2020).

1.1.2 Het vochtgehalte van de vegetatie

Naast inzicht in de bodem zijn er ook satellietdata die informatie geven over de vegetatie. Er zijn twee producten tijdens dit project geanalyseerd, namelijk de MVI en de gleam-vegetatiestress.

MVI

De MVI, Microwave Vegetation Index, wordt afgeleid van de Microwave Polarized Difference Index (MPDI). De waarde ligt tussen de 0,3 en de 0,5 (demensieloos) en de resolutie bedraagt 100 meter. Dichte vegetatie (zoals bos) heeft een hoge MVI-waarde en kale grond een lage. Daarnaast heeft vochtige vegetatie een hogere MVI-waarde dan droge vegetatie. Kennis van de aanwezige vegetatie is nodig om een uitspraak te kunnen doen van de toe- of afname van het vochtgehalte.

Bij de meting van de MVI kan onderscheid worden gemaakt in verschillende vegetatietypen op basis van de satellietdata/vegetatiekaart³. Het gaat om de (hoofd) typen duingrasland, grasland, heide en naaldbos. Deze (hoofd)typen komen overeen met de onderverdeling in de Risico Index Natuurbranden (RIN) en het Natuurbrandverspreidingsmodel (NBVM).

Gleam-vegetatiestress

Het product gleam-vegetatiestress geeft de verhouding weer tussen de werkelijke verdamping en de potentiële verdamping, waarbij de potentiële verdamping de hoeveelheid vocht is die verdampt als er voldoende bodemvocht beschikbaar is. Als de werkelijke verdamping lager is dan de potentiële verdamping ontstaat er vegetatiestress. De eenheid is demensieloos en de range loopt tussen 0 en 1. De maximale stress wordt aangeduid met 0 en geen stress met een 1. De resolutie bedraagt 100 meter. Voor de stressfactor wordt er onderscheid gemaakt tussen een kale bodem, lage vegetatie of hoge vegetatie.

³ Een ander deelproject van het GBO-SO/NBB programma was het genereren van een vegetatiekaart op basis van satellietdata, voor meer informatie zie <https://www.brandweernederland.nl/natuurbrandbeheersing-satellietdata-en-vegetatiekaarten/>

1.2 Klankbordgroep

Een klankbordgroep met vertegenwoordigers uit verschillende veiligheidsregio's met kennis en ervaringen over natuurbranden heeft bij elke stap van het project meegedacht, geadviseerd en gereflecteerd. De klankbordgroep is elk kwartaal bijeengekomen en heeft gedurende de pilots (zie 2.6) een actieve rol gespeeld bij het gebruik van de informatie en kennis in de praktijk.

1.3 Tijdschema van de processtappen

Om inzicht te geven in het traject dat is afgelegd is een schematische tijdlijn gemaakt die staat weergegeven in figuur 1.1. Onder de figuur staat een korte uitleg per genomen stap.



Figuur 1.1 Tijdschema innovatietraject Early Warning Droogte

1.3.1 Doorontwikkeling proof of concept

De proof of concept (POC) uit het innovatiepartnerschap was een concept-viewer op een website, waarop de satellietdata kunnen worden geraadpleegd. De viewer diende verder uitgewerkt en online beschikbaar gesteld te worden. De uitvoering van deze stap lag bij de leverancier.

1.3.2 Literatuurstudie

Als onderdeel van het project is er in de literatuur gezocht naar drempelwaarden voor het vochtgehalte van de strooisellaag en de vegetatie waarbij deze brandbaar zijn. Dit is over het algemeen de brandstof die bij het begin van een natuurbrand betrokken is. Het doel was om mede op basis van deze drempelwaarden een inschatting te kunnen maken van het natuurbrandrisico.

In de periode augustus 2019 tot en met juni 2020 is het literatuuronderzoek uitgevoerd. Voor het verzamelen van online beschikbare wetenschappelijke publicaties is gebruikgemaakt van Google, Google Scholar, ScienceDirect, CSIROpublishing en Fire Research Institute. Hierbij zijn diverse zoektermen gebruikt, zoals 'live fuel moisture content', 'wildfire fuel moisture', 'wildfire risk' en 'fire spread'. Er is specifiek gezocht naar bepaalde vegetatietypes in relatie met natuurbranden; dit is ook voor de strooisellaag gedaan. Er is gezocht naar literatuur over de vier vegetatiesoorten heide, pijpenstrootje, helmgras en naaldbomen.

Het aantal onderzoeken waarbij de vier vegetatiesoorten zijn bekeken die hier centraal staan, en die bovendien zijn uitgevoerd in een soortgelijke klimaatzone als die waarin Nederland ligt, is beperkt. Daarom is er ook gekeken naar onderzoeken gericht op de vegetatietypes in andere klimaatzones.

De volgende onderzoeksvraag stond in deze literatuurstudie centraal:

Wat is het maximale vochtgehalte per vegetatietype en strooisellaag, waarbij de brandstof in de natuur tot ontbranding kan worden gebracht en de brand zichzelf in stand houdt?

Met het in stand houden van een brand wordt bedoeld dat, na ontsteking door bijvoorbeeld een vlam, de brandstof blijft branden en de brand zich uitbreidt via aangrenzende brandstof (vegetatie of strooisellaag).

De bijbehorende deelvragen luiden als volgt:

1. Op welke manier beïnvloedt het vochtgehalte van de brandstof het natuurbrandgedrag?
2. Wat is het maximale vochtgehalte waarbij een natuurbrand kan plaatsvinden in de vier hoofdtypen vegetatie:
 - heide
 - pijpenstrootje
 - helmgras
 - naaldbomen
3. Wat is het maximale vochtgehalte waarbij een natuurbrand kan plaatsvinden in de strooisellaag?

1.3.3 Data-analyse dagwaarde

Om inzicht te krijgen in de relatie tussen de satellietdata producten die omschreven zijn in paragraaf 1.1 en de meteodata in relatie tot het natuurbrandrisico zijn er drie verschillende data-analyses uitgevoerd. De eerste concentreerde zich op de relatie tussen natuurbranden en de waarde uit de satellietdata in de periode 2017 tot en met 2020; hierbij is gekeken naar satellietdata en meteodata op basis van dagwaarde.

Als basis voor dit onderzoek is de NIPV-database gebruikt met daarin de natuurbranden die hebben plaatsgevonden tussen 1 januari 2017 en 14 augustus 2020. De beschikbare data in de database zijn verrijkt met satellietdata van VanderSat en meteorologische data van het KNMI. De koppeling heeft plaatsgevonden op basis van de locatie waar de brand heeft plaatsgevonden. In de database staat bij elk incident een straatnaam en plaats. Deze straatnaam is omgezet naar coördinaten. De koppeling tussen de database en de gegevens van VanderSat heeft plaatsgevonden op basis van deze coördinaten. Voor de data van het KNMI is gebruikgemaakt van de data afkomstig van het dichtstbijzijnde weerstation. Om de data te analyseren zijn beschrijvende analyses (frequenties) gebruikt. Vervolgens is er gekozen om een aantal correlaties te berekenen (Spearman correlaties) en een Kruskal-Wallis toets te doen. Op basis daarvan is besloten om twee Mann-Whitney-U-toetsen en een Pearson Chi square toets (met posthoc-toets met gecorrigeerde residuen) uit te voeren om te kijken of er verschillen zijn tussen grote branden (≥ 1 ha) en kleine branden (< 1 ha) wat betreft de satellietdata en meteorologische data.

Dit betreft een exploratieve analyse. Op basis van de beschikbare data en de uitkomsten van de descriptieve analyses is gekozen voor het uitvoeren van vervolganalyses. Er zijn van tevoren geen hypothesen opgesteld.

Introductie Glean

Gedurende de uitvoering van de data-analyse over de dagwaarde is er in 2020 door de leverancier VanderSat aanvullende data voorgesteld met de naam *glean*. Glean bestaat uit twee onderdelen, namelijk glean-bodem en glean-vegetatiestress. Deze aanvullende satelliet data is meegenomen in de analyse en in het verdere traject van dit project.

1.3.4 Data-analyse uurwaarde

Om meer inzicht te krijgen in het exacte tijdstip (de uurwaarde) waarop natuurbranden in Nederland zijn ontstaan, zijn de meteodata die beschikbaar waren (uit 2019 en 2020) geanalyseerd. Voor de dataverzameling zijn als basis dezelfde data gebruikt als voor de eerste analyseslag van de natuurbranden tussen 2017 en 2020. Voor de jaren 2017 en 2018 is niet in de database vastgelegd op welke tijdstippen de branden hebben plaatsgevonden, en daarom zijn deze jaren niet meegenomen in de analyse. Aan de data van 2019 en 2020 zijn de uurwaarden van het KNMI toegevoegd; hiervoor is gebruikgemaakt van de data afkomstig van het dichtstbijzijnde weerstation.

1.3.5 Analyse grote natuurbranden

Er is een verdiepende analyse uitgevoerd naar de grotere natuurbranden die hebben plaatsgevonden. Het doel hiervan was inzicht te krijgen in de condities waarbij een natuurbrand 'groot' wordt (>1 ha). Daarnaast was het de bedoeling om een beter beeld te krijgen van de verschillen tussen de waarde van de parameters bij het voorkomen (ofwel ontstaan) van natuurbranden en onbeheersbare natuurbranden; hiervoor is er specifiek gekeken naar de grotere natuurbranden in de periode 2017 t/m 2020. Per brand is gekeken naar de verschillende satellietbronnen, de M8-index, Fire Weather Index en meteodata. Wat betreft de meteodata is er specifiek gekeken naar de windrichting, windsnelheid (m/s), de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid van de dag en de relatieve luchtvochtigheid van het uur waarop de betreffende brand begonnen is. De resultaten zijn terug te vinden in bijlage 1. Er is gekeken naar de verschillende waarde en de verschillen ten opzichte van alle natuurbranden.

Viewer beschikbaar

VanderSat heeft de eerste versie van de online viewer vanaf eind 2020 beschikbaar gesteld. De deadline van de eerste oplevering van de online viewer is op eind 2020 gesteld zodat deze gebruikt kon worden tijdens de pilot van 2021.

1.3.6 Pilot gebruikersgroep

Gedurende het natuurbrandseizoen van 2021 is er een pilot gedraaid voor het project. Tijdens deze pilot hebben verschillende eindgebruikers uit de veiligheidsregio's de mogelijkheid gekregen om de beschikbare satelliet dataproducten te raadplegen via de online applicatie/viewer EWD die voor dit doel is gemaakt. Het doel van de pilot was om de applicatie/viewer EWD te testen bij potentiële eindgebruikers wat betreft gebruiksgemak en toepasbaarheid en om de concept-vertaalslag (wat betreft interpretatie en toepasbaarheid) uit de eerste data-analyse te toetsen. De veiligheidsregio's zijn gevraagd deel te

nemen aan deze pilot om input te leveren op een groeimodel (innovatie) ten behoeve van risicogerichte paraatheid.

Bij de uitvraag aan deelnemers voor de pilot is gelet op een goede verdeling over de veiligheidsregio's. De deelnemers hadden:

- > affiniteit met natuurbranden
- > waren bereid mee te denken in de ontwikkelingen van het project
- > waren bekend met de M8-index
- > bekend met opstellen uitruksterkte en consignatie voor natuurbranden
- > eventueel een functie als natuurbrandadviseur of waren betrokken bij maatregelen gedurende droogte.

Aan de pilot hebben negen deelnemers meegedaan, van wie er vier ook onderdeel uitmaakten van de projectgroep.

Gedurende de looptijd van de pilot is de groep elke maand (digitaal) bijeengekomen om bevindingen te bespreken. Aan de deelnemers is gevraagd om minimaal drie keer in de week de viewer te gebruiken en hun ervaringen bij te houden. Tevens is aan de pilotgroep gevraagd om, in het geval er in de eigen regio een natuurbrand had plaatsgevonden, een vragenlijst in te vullen, die onder andere vragen bevatte over de meteo en de satellietwaarden.

Tijdens de pilot was er sprake van een relatief nat natuurbrandseizoen, waardoor er relatief weinig leerpunten uit de pilot naar voren zijn gekomen. Daarnaast hebben er in het project in die periode verschillende ontwikkelingen plaatsgevonden. Zoals de data-analyse, eerste leidraad, stroomschema, etc. (zie ook de tijdlijn). Om deze redenen is besloten om ook in 2022 een pilot te draaien.

1.3.7 Clusteranalyse

Om meer inzicht te krijgen in de onderlinge samenhang tussen de verschillende data is er een clusteranalyse uitgevoerd. Het doel hiervan was om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen de verschillende parameters uit de data-analyses genoemd in paragraaf 1.3.3 en 1.3.4. Er is gebruikgemaakt van de data uit de periode 2019 en 2020; alleen de dagen met minimaal drie branden zijn meegenomen.

In een clusteranalyse staan de gelijkens en het verschil tussen verschillende observaties centraal. De observaties worden in clusters verdeeld, die zo worden vormgegeven dat de observaties binnen een cluster gelijkens vertonen. Tussen clusters zijn de observaties juist verschillend van elkaar. Om het optimale aantal clusters te bepalen is de 'silhouette width' bekeken. De volgende variabelen zijn daarbij gebruikt:

- > temperatuur (uur)
- > windsnelheid (uur)
- > windrichting (uur)
- > RH (uur)
- > gleam-bodemvocht
- > gleam-vegetatiestress
- > relatieve vochtigheid strooisellaag nacht
- > relatieve vochtigheid strooisellaag dag

- > microgolf vegetatie-index nacht
- > microgolf vegetatie-index dag
- > maand
- > dagdeel melding (1-6 uur nacht, 7-12 uur ochtend, 13-18 uur middag, 19-24 uur avond).

1.3.8 Stroomschema natuurbranden

Op basis van de verschillende onderzoeken is een stroomschema gemaakt om de samenhang tussen de verschillende parameters die invloed hebben op het natuurbrandrisico inzichtelijk te maken. Dit stroomschema is gebaseerd op het stroomschema van Chuvieco, Aguado & Dimitrakopoulos uit 2004. Zie verder in paragraaf 2.1.

Brainstorm stoplichtmodel

Tijdens de pilot bleek er behoefte te zijn aan een duidelijk systeem waarmee de data eenvoudig geïnterpreteerd kunnen worden. Na de afronding van de pilot hebben er verschillende brainstormmomenten met de klankbordgroep plaatsgevonden om de resultaten uit de data-analyses en de ervaringen uit de pilot om te zetten naar een zogenaamd stoplichtmodel. De resultaten van de verschillende bijeenkomsten zijn als volgt; beschouw elke parameter apart (dus geen optelsom) en focus op de vijf belangrijke parameters:

- > vochtgehalte strooisellaag (x-band)
- > vochtgehalte bodem (gleam)
- > vegetatie (MVI of gleam)
- > windsnelheid⁴
- > relatieve luchtvochtigheid.

Deze resultaten zijn meegenomen in de verdere ontwikkeling van de leidraad.

1.3.9 Leidraad

Voor de ontwikkeling van de leidraad zijn alle resultaten van de verschillende stappen meegenomen. Een van de belangrijkste wensen was het vaststellen van één waarde waarmee het risico bepaald kan worden. Op basis van de literatuurstudie en de data-analyses blijkt echter dat dit niet mogelijk is.

Er is gezocht naar een manier om de beschikbare data te kunnen duiden. Als eerste stap is de selectie beschouwd vanuit de brainstormsessies over het stoplichtmodel van de belangrijkste parameters. Op basis van de pilot is de conclusie getrokken dat elke parameter individueel beoordeeld moet worden en er geen optelsom kan worden gemaakt. Door aan elke parameter een kleur toe te kennen, kan een soort 'stoplichtmodel' gerealiseerd worden. De gedachte hierbij was, dat hoe meer parameters een rode score kregen, hoe hoger het natuurbrandrisico zou zijn. Deze uitgangspunten zijn samen met de resultaten van de data-analyse, pilot, stroomschema, ontwikkeling dashboard en de literatuurstudie gebruikt om de leidraad te ontwikkelen.

1.3.10 Ontwikkeling van een dashboard

De viewer van de leverancier was vrij beperkt wat betreft de mogelijkheid tot het maken van aanpassingen. Daarnaast is bij aanvang van de pilot 2022 de wens breed uitgesproken om

⁴ De windrichting is niet als parameter gebruikt, omdat die mede de relatieve luchtvochtigheid bepaalt (land- of zeewind) en de luchtvochtigheid daarmee een te grote rol zou kunnen gaan spelen in de beoordeling.

in de toekomst meer gegevens uit andere informatiebronnen toe te kunnen voegen aan het systeem. Voor de ontwikkeling van een dashboard is de samenwerking opgezocht met de afdeling informatie en dataservices van NIPV die gespecialiseerd is op dit vlak. Met behulp van het programma PowerBI is er een dashboard ontwikkeld. Het dashboard kan worden geraadpleegd door alle deelnemers van de pilot. In tegenstelling tot de eerste viewer kunnen in het dashboard alleen de data van een vooraf ingesteld gebied bekeken worden.

Op dit dashboard worden de verschillende satellietdata en de metedata, namelijk windsnelheid, windrichting, temperatuur (op zowel grasniveau als leefniveau) en relatieve luchtvochtigheid weergegeven. Per parameter staat een grafiek afgebeeld met daarin de actuele gegevens, de gegevens van de voorgaande dagen én de prognose als dat voor die parameter mogelijk is. De tijdsperiode die in de grafiek wordt weergegeven kan worden ingesteld.

2 Resultaten

In hoofdstuk 1 staan een deel van de resultaten uit de verschillende onderzoeken reeds benoemd om een goede duiding en uitleg te geven over de tijdlijn. In dit hoofdstuk wordt uitgebreider ingegaan op de resultaten van de onderzoeken.

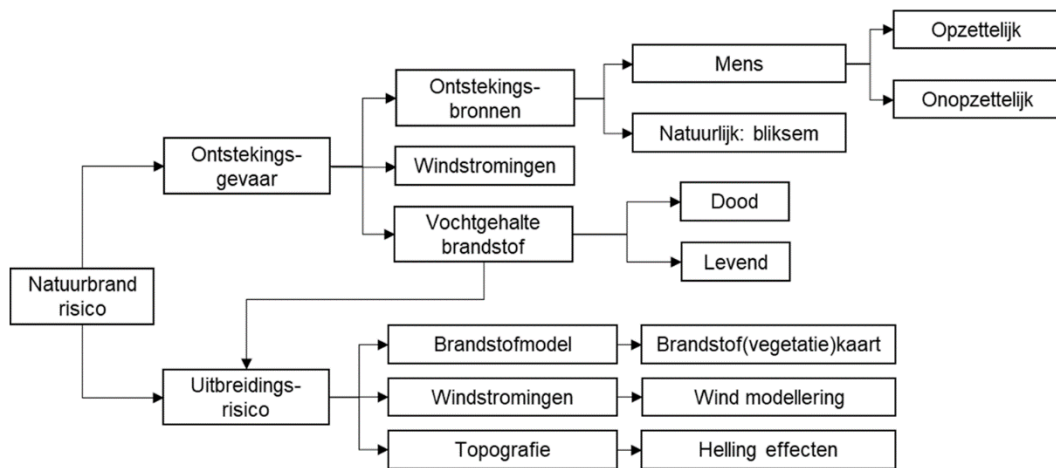
2.1 Resultaten literatuurstudie

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat er geen vaste drempelwaarde voor ontbranding bepaald kan worden voor een vegetatietype of de strooisellaag, maar dat er sprake is van bandbreedtes. Het exacte vochtgehalte waarbij de brandstof (vegetatie of strooisellaag) tot ontbranding kan worden gebracht wordt beïnvloed door diverse andere factoren zoals de wind, het aandeel dood en levend organisch materiaal, de relatieve luchtvochtigheid, en de samenstelling van de vegetatie en de strooisellaag.

Het vochtgehalte van de vegetatie heeft invloed op zowel het ontstekingsgevaar als het uitbreidingsrisico van een natuurbrand. Dit wil zeggen dat het vochtgehalte van de brandstof van invloed is op het kunnen ontstaan van een natuurbrand en daarnaast op de mate van uitbreiding (branduitbreidingssnelheid en brandvermogen).

Hoewel er in de literatuur duidelijke waardes te vinden zijn van het vochtgehalte van de vegetatie en de strooisellaag in relatie tot het voorkomen van natuurbranden, kan een drempelwaarde voor het ontstaan van een natuurbrand in een specifiek vegetatietype of specifieke strooisellaag niet eenduidig bepaald worden. De kans op het ontstaan van een natuurbrand is multifactorieel en de factoren die van invloed zijn, kunnen – als er een ontstekingsbron is – in verschillende mate en in verschillende samenstellingen tot een natuurbrand leiden. Daarmee kan het exacte vochtgehalte waarbij een bepaalde brandstof tot ontbranding kan komen ook verschillen.

De droogte van de vegetatie en de strooisellaag is niet alleen van invloed op het ontstaan van een brand, maar ook op de uitbreidingssnelheid en de bestrijdbaarheid daarvan. Als de vegetatie en/of strooisellaag droog genoeg is om te kunnen branden en de brand zich voort kan planten, is de voortplantingssnelheid afhankelijk van de op dat moment heersende windsnelheid en luchtvochtigheid. Omdat de wind een bepalende factor blijkt te kunnen zijn, ook voor het ontstaan van een natuurbrand, is deze factor toegevoegd aan het stroomschema natuurbrandrisico van Chuvieco, Aguado & Dimitrakopoulos 2004. Dit schema is te vinden in figuur 2.1 op de volgende pagina.



Figuur 2.1 Stroomschema van het natuurbrandrisico, gebaseerd op Chuvieco, Aguado & Dimitrakopoulou 2004

2.2 Resultaten dagwaarde

De bodem en de strooisellaag waren vaak droog bij de analyse van de natuurbranden. Het bodemvocht en het vochtgehalte van de strooisellaag blijken significant samen te hangen. Bij veel branden leek de vegetatie voorafgaand weinig stress te ervaren. Het vochtgehalte van de vegetatie was vaak relatief hoog. De meeste stress had de vegetatie rond juli; het vochtgehalte was het laagst tussen november en december. De vegetatiestress en het vochtgehalte van de vegetatie hingen niet significant samen.

Meer dan een derde van de branden vond plaats in de vegetatietypen gemengd bos, heide, grasland of loofbos. Vegetatietypen leken te verschillen wat betreft gemiddelden en standaarddeviaties ten aanzien van het bodemvochtgehalte, het vochtgehalte van de strooisellaag, de vegetatiestress en het vochtgehalte van de vegetatie. Er kan geen uitspraak worden gedaan of deze verschillen wat betreft vegetatietype significant zijn.

In meer dan de helft van de branden kwam de wind uit het noorden, noordoosten of oosten. Luchtvochtigheid en windrichting hingen significant met elkaar samen. De gemiddelden van de verschillende windrichtingen verschilden over het algemeen significant van elkaar. De lucht was relatief droger bij de windrichtingen noordoost, oost en zuidoost, maar dit kon niet statistisch getoetst worden. Grote en kleine branden verschilden wat betreft windrichting: grote branden (≥ 1 ha) gingen significant vaker gepaard met een oostelijke windrichting en significant minder vaak met een noordwestelijke windrichting dan kleine branden (< 1 ha). Voor de andere satelliet- en meteorologische data werden geen significante verschillen gevonden tussen grote en kleine branden.

2.3 Resultaten uurwaarde

Uit deze analyse blijkt dat de meeste branden aan het eind van de middag en het begin van de avond plaatsvonden. Het gemiddeld tijdstip was ongeveer vier uur 's middags. Er werden geen significante verschillen gevonden wat betreft tijdstip en de maanden van het jaar.

Er is ook gekeken naar de relatieve luchtvochtigheid en windsnelheid op het tijdstip van de brand. Daarbij zijn de uurwaarden op het tijdstip van de brand vergeleken met het uur vóór de brand voor de variabelen temperatuur, windsnelheid en relatieve vochtigheid. Hierbij zijn hoge correlaties gevonden. De windsnelheid had een gemiddelde waarde van 4,0 m/s. en de gemiddelde luchtvochtigheid was 53,6 %. Het minimum was 18 % en het maximum was 99 %.

2.4 Resultaten clusteranalyse

In totaal zijn er zeven clusters onderscheiden; er zijn echter geen sterke verbanden gevonden die tot nieuwe inzichten hebben geleid. Wel heeft de analyse bijgedragen aan een bevestiging van het bestaande beeld. Onderstaande tabel geeft de verdeling weer van het aantal branden per cluster.

Tabel 2.1 aantal branden per cluster

Cluster	Aantal branden
1	141
2	119
3	102
4	73
5	100
6	73
7	74
Totaal	682

Tabel 2.2 op de volgende pagina geeft de samenvatting weer per cluster.

Tabel 2.2 Samenvatting per cluster

Cluster	Maand	Dagdeel	Windrichting	Windsnelheid (m/s)	Luchtvochtigheid (%)	Temperatuur	Gleam-bodem (% indeling ⁵)	Strooisellaag (% indeling ³)	Vegetatiestress	MVI
1	April	Middag	O en NO	>4	30-40	15-25	50-100%	<25%	Weinig tot geen	>0.7
2	April	Avond	NO	>1	>50	0-15	50-100%	<25%	Weinig tot geen	>0.7
3	Mei	Middag	N en W	>4	30-50	15-25	25-75%	<25%	Matig tot geen	>0.7
4	April	Avond	O	>4	>40	0-25	25-75%	<25%	Weinig tot geen	>0.7
5	Mei	Avond	N en mix	>1	>50	0-25	25-75%	<25%	Matig tot geen	>0.7
6	Juli	Middag	ZW	>4	>40	>15	25-50%	<25%	hoog tot geen	>0.7
7	Juni	Middag	O	>4	>25	>15	25-50%	<25%	Hoog tot geen	>0.7

Voor vegetatiestress, waarvan de waarde tussen 0 en 1 ligt, waarbij maximale stress 1 is en geen stress 0, is voor de clusteranalyse de volgende indeling gehanteerd:

1. >0,6 weinig tot geen stress
2. 0.4-0.6 matige stress
3. <0,4 hoog stress niveau

⁵ Zie de indeling in hoofdstuk xx.

Een opvallende uitkomst uit deze analyse is de MVI versus de vegetatiestress. Vegetatiestress komt niet altijd voor, hoge stress is vooral terug te zien in de clusters waarbij de zomermaanden ook sterk naar voren komen. Wat betreft de MVI is er juist sprake van het tegenovergestelde: lagere waarden bij de clusters waarin ook de lentemaanden sterk vertegenwoordigd in zijn (zie hiervoor de tabellen in bijlage 1). Dit is logisch, omdat stress optreedt in periodes met weinig neerslag en veel verdamping – meestal de zomermaanden – en een lagere MVI juist een indicatie is van weinig bladgroen en vocht wat juist in de (vroege) lentemaanden zichtbaar is wanneer de sapstroom en daarmee groei van de planten nog niet volledig op gang is.

2.5 Opstellen leidraad

Op basis van de analyse van zowel de dagwaarde als de uurwaarde is een indeling gemaakt per parameter (zie figuur 2.2). De indeling van de relatieve luchtvochtigheid en windsnelheid is bepaald op basis van een analyse van de uurwaardes van branden uit het verleden. Voor de satellietdata gaat het om dagwaarde. De indeling 1 t/m 6 is gebaseerd op het opdelen van de branden in vier gelijke delen (kwartielen). Zo staat bijvoorbeeld de waarde 5 (zeer ernstig risico) voor 25 % van de branden waarbij deze waarde voorkwam en 2 (normaal risico) voor 100 %. De score zes heeft alleen betrekking op de windsnelheid en is toegevoegd voor het duiden van extreme gevallen. De grens hiervan is gebaseerd op 5 % van de branden uit het verleden waarbij sprake was van deze windsnelheid.

Satelliet-/ meteodata	6 (extreem)	5 (zeer ernstig risico)	4 (ernstig risico)	3 (groot risico)	2 (normaal risico)	1 (gering risico)
gleam-heide	n.v.t.	0-0,11	0,111-0,14	0,141-0,17	0,171-0,30	0,301-0,5
gleam-gras	nv	0-0,08	0,081-0,12	0,121-0,16	0,161-0,34	0,341-0,5
gleam-duingras	n.v.t.	0-0,13	0,131-0,17	0,171-0,22	0,221-0,35	0,351-0,5
Strooisellaag (X- band)	nv	0-0,25	0,251-0,30	0,301-0,38	0,381-0,89	0,891-1
windsnelheid m/s	6,0-12	3,9-5,99	2,7-3,89	1,9-2,69	0,1-1,89	0,09-0
relatieve luchtvochtigheid %*	n.v.t.	<53	53,1-63	63,1-72	72,1-98	98,1-100

Figuur 2.2 Leidraad

Voor het toepassen van de waarde uit gleam dient eerst vastgesteld te worden welk vegetatietype voorkomt in het betreffende natuurgebied. In figuur 2.2 is als uitgangspunt heide genomen en zijn de waarde voor gras en duingras grijs gemaakt. Het idee hierbij is dat zodra het gaat om een gebied met bijvoorbeeld duingras deze rij in de tabel gehanteerd kan worden en de rijen voor heide en gras grijs gemaakt kunnen worden.

2.6 Resultaten Pilot 2021

De feedback van de pilotgroep uit de eerste periode is meegenomen in de ontwikkelingen van het dashboard en de leidraad van EWD. Het gaat om de volgende punten:

1. Prognose satellietinformatie: de prognose van de verschillende metingen wordt onder andere bepaald door de verwachte neerslag uit het KNMI-harmoniesysteem. Uit de groep is de wens gekomen om ook deze informatie inzichtelijk te maken, zodat de prognose beter op waarde geschat kan worden, omdat te zien is waar neerslag wordt verwacht en in welke hoeveelheid. Een voorbeeld: in de zomer komen lokaal vaak buien voor met een grote hoeveelheid neerslag, waarvan de exacte locatie van tevoren lastig te voorspellen is. Door dit inzichtelijk te maken kan de eindgebruiker beter bepalen hoe hierop te anticiperen.
2. Kleurgebruik kaartlagen: de eerste concept leidraad bestaat uit het gebruik van een aantal kleuren, waarbij een bepaalde bandbreedte hoort. Deze bandbreedtes en kleuren komen echter niet overeen met de kleuren in de viewer. De kaarten op de viewer hebben een schaal die een geleidelijke overgang laat zien van blauw (vochtig) naar rood (droog). De wens is om de kleuren van de kaarten overeen te laten komen met de definitieve bandbreedtes en kleuren uit de leidraad.
3. Indeling strooisellaag (X-band): de strooisellaag is ingedeeld in vijf klassen. Uit de pilot blijkt echter dat de waardes per dag sterk kunnen verschillen. Dit komt mede door het feit dat in de meting een foutmarge zit van $0,03 \text{ m}^3/\text{m}^3$, tegenover de verschillen tussen de bandbreedtes variërend tussen $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ en $0,08 \text{ m}^3/\text{m}^3$ dit kan betekenen dat op basis van de foutmarge een andere (kleur) score uit de meting kan komen. De wens is naar voren gekomen om waarde 3 en 4 (geel en oranje) samen te voegen. De foutmarge van de X-band maakt dat er per dag een verschil kan zijn in bandbreedte dat niet te herleiden is naar de omstandigheden buiten. De X-band is hierdoor minder goed bruikbaar dan gedacht.
4. Natuurbrandonderzoek tijdens de pilot: gedurende de pilot is er een brand voorgekomen die nader onderzocht is. Het gaat om een brand op de Leusderheide eind april 2021. Het onderzoek van deze brand is van groot nut geweest om de meerwaarde van praktijkonderzoek te duiden. Eén brand is echter te weinig om conclusies te kunnen trekken voor EWD.
5. Natuurbrandseizoen: aanvullend op punt vier is er in 2021 sprake geweest van een nat voorjaar en zomer, waardoor de pilotgroep EWD onvoldoende heeft kunnen toepassen voor het bepalen van het natuurbrandrisico.

2.6.1 Resultaten pilot 2022

Ter afsluiting van de pilots heeft er een bijeenkomst plaats gevonden om alle leerpunten op te halen. Hiertoe is gekeken naar:

1. aandachtspunten
2. positieve punten
3. wensen voor de toekomst
4. producten en aanvullingen die nodig zijn.

Een van de belangrijkste uitkomsten uit de pilot is de conclusie dat een goede besluitvorming rondom het natuurbrandrisico voort moet komen uit het raadplegen van verschillende bronnen, met name satellietdata en metedata.

Er zijn verschillende punten benoemd die als lastig worden ervaren en die aandacht behoeven. Zo hebben verschillende eindgebruikers regionale bestuurlijke afspraken

gemaakt op basis van het huidige systeem, M8. De output daarvan is één getal. Uit het project EWD is echter naar voren gekomen dat het natuurbrandrisico cq. -gevaar multifactorieel is en niet uit te drukken is in één waarde, wat het maken van afspraken en nemen van besluiten ernstig bemoeilijkt.

Naast 'harde' data blijft volgens de pilotgroep het onderbuikgevoel een belangrijke graadmeter voor interpretatie van het risico, terwijl dit uiteraard beïnvloed wordt door ervaring en omstandigheden. Dit versterkt het pleidooi voor gedegen metingen met een langere tijdreeks.

In het project Early Warning Droogte ligt de focus op de metingen van droogte door satellieten in natuurgebieden en meteodata. In de praktijk is droogte slechts een van de factoren die invloed hebben op het natuurbrandrisico. Het blijkt wél een heel belangrijke factor te zijn. Naast meteorologische omstandigheden spelen echter ook diverse andere factoren een rol. Inzicht krijgen in al deze factoren en het vaststellen wat de voor het gewenste doel de meest bruikbare factoren zijn, kan bijdragen aan een goede besluitvorming.

2.7 Dashboard

De eerste versie van het dashboard is opgeleverd in november 2022 (zie figuur 2.3 op de volgende pagina). De wens van de pilotgroep is om het dashboard door te ontwikkelen, omdat er tijdens de pilot van 2022 nieuwe wensen naar voren zijn gekomen. Het gaat hierbij om de wens tot het verkrijgen van (kennis over):

1. aanvullende meteodata
2. meteodata voor heel Nederland (en niet alleen de pilotgebieden)
3. status consignatie FBO
4. weergave van data van de eigen meetstations van de veiligheidsregio's
5. huidige fase natuurbrandrisico per veiligheidsregio
6. groeifase verschillende soorten vegetatie (het op gang komen van de sapstromen in de lente en de 'stress' in de zomer bij langdurige droogte)
7. gegevens over het vochtgehalte van verschillende soorten vegetatie (dit zijn ook invoer gegevens voor het natuurbrandverspreidingsmodel)
8. het Crossoverconcept (Alberta Forest Service 1985) dat verwijst naar stijgende temperatuur (in °C) en dalende relatieve luchtvochtigheid die het punt 'crossover' bereiken waarop ze gelijk zijn
9. ontstekingsgevaar: bij een omgevingstemperatuur van minimaal 26 °C en een RV <22 % kan een weggegooide sigarettenpeuk een natuurbrand veroorzaken (Kirk's fire investigation 7th ed. 2012)
10. het aantal natuurbrand- en bermbrandmeldingen in Nederland per dag
11. het neerslagtekort in Nederland en het neerslagtekort in een specifiek gebied
12. de mogelijkheid om per factor gebiedsafhankelijke drempelwaarden toe te kunnen voegen aan een grafiek.
13. per grafiek de maximum waarde en de mediaan kunnen tonen.

Ook is er de wens een simulatie uit te voeren van het natuurbrandverspreidingsmodel op basis van de aanwezige condities.



Figuur 2.3 Screenshot dashboard EWD

De mogelijke verdere ontwikkelingen van het dashboard EWD is afhankelijk van de wensen uit het veld en de ontwikkelingen rondom het thema natuurbranden. Voor verdere ontwikkeling van het dashboard is het essentieel om een besluit te nemen over wie gezien worden als de beoogde eindgebruikers. Uit het doorlopen traject is naar voren gekomen dat het kunnen interpreteren van de data en in kunnen schatten van het natuurbrandrisico een specialisme op zichzelf is. Aanbevolen wordt daarom om toe te werken naar het opleiden van natuurbrandspecialisten en -analisten.

3 Conclusies

Het innovatieproject Early Warning Droogte is een traject geweest waaruit veel leerpunten naar voren kwamen, zowel bij de projectgroep, de klankbordgroep als de leverancier. Het traject van innoveren, discussiëren en pionieren was er een waarbij gevoelsmatig soms een stap achteruit werd gezet, om vervolgens weer twee stappen vooruit te maken.

Het gebruik van satellietdata om inzicht te krijgen in het vochtgehalte van de brandstof is van meerwaarde voor het inschatten van het natuurbrandrisico, dat echter niet alleen op basis van deze informatie bepaald kan worden. Om een goede vertaling van het vochtgehalte te kunnen maken naar het natuurbrandrisico dienen er meerdere factoren in acht te worden genomen: droogte, wind, neerslag en relatieve luchtvochtigheid spelen allemaal een belangrijke rol.

De informatie uit de satellietdata kan goed worden gebruikt voor het bepalen van de situatie op het moment dat een natuurbrand woedt; voor een prognose van de komende dagen kan er beter gekeken worden naar meteodata. Daarnaast maken de satellietdata een vergelijk mogelijk tussen de huidige situatie in een bepaald gebied en die van voorgaande jaren.

Bij aanvang van het project zou inzicht in de droogte van de brandstof door gebruik van satellietdata de sleutel zijn naar een gedegen systeem voor het bepalen van het natuurbrandrisico in Nederland. Gaandeweg het project bleek echter dat satellietdata slechts een sleutel is aan een grotere sleutelbos. Hoewel het beoogde eindresultaat dus niet volledig behaald is, heeft het project veel nieuwe kennis opgeleverd en is juist door de discussies die eerder niet gevoerd zijn het natuurbranddossier een stap verder gekomen.

4 Aanvullende overwegingen en aanbevelingen

Dit hoofdstuk gaat in op zowel inhoudelijke als procesmatige discussiepunten. In paragraaf 4.4 volgt een aantal aanbevelingen.

4.1 Innovatieproject

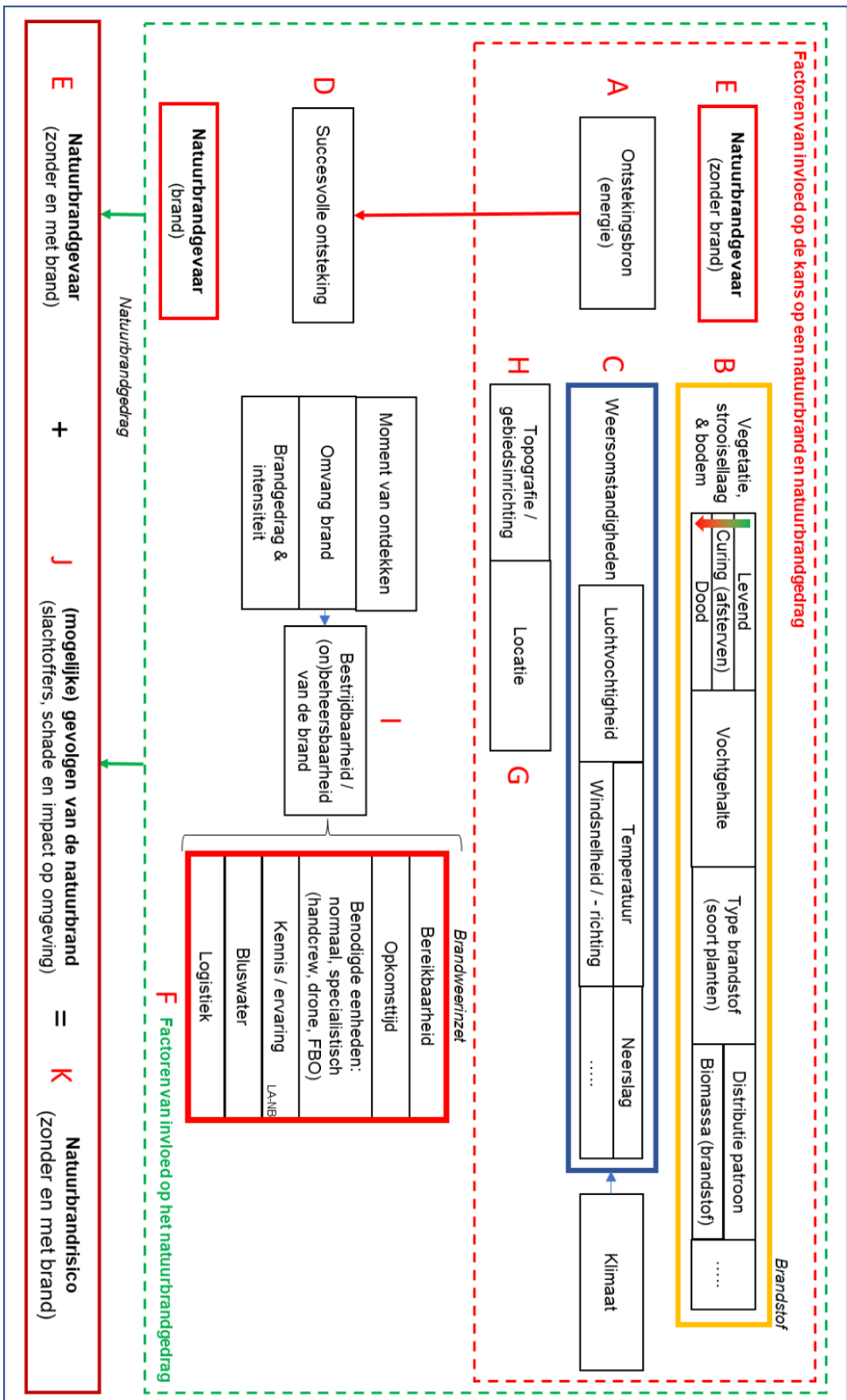
Satellietdata zijn landsdekkend en relatief actueel waardoor een goed beeld kan ontstaan over de situatie in de natuur wat betreft het vochtgehalte. Het is echter nog niet goed mogelijk om aan de hand van de satellietdata tot conclusies te komen als het gaat om duiding van het natuurbrandgevaar. Daarvoor zijn er – zoals gezegd – te veel aanvullende factoren die een rol spelen.

Gedurende het project is er gebruikgemaakt van de relatief recent opgestarte database natuurbranden. Tijdens de analyses (beschreven in paragraaf 2.2 t/m 2.4) waren er beperkte gegevens beschikbaar over natuurbranden in Nederland

4.2 Natuurbrandrisico is multifactorieel

Het natuurbrandrisico is in Nederland tot nu toe altijd teruggebracht tot één getal: de uitkomst van de M8-index. Dit onderzoek heeft aangetoond dat veel meer factoren van invloed zijn op natuurbranden dan tevoren verwacht. Dit betekent dat de uitkomst van de M8-index slechts een puzzelstukje is dat een deel van het volledige natuurbrandrisico weergeeft.

Om de betrokken factoren inzichtelijk te maken die van invloed zijn bij een natuurbrand is een stroomschema opgesteld (zie figuur 4.1 op de volgende pagina). In dit schema staan factoren weergegeven die een duidelijke invloed hebben op het natuurbrandrisico. Er kan echter geen volledig overzicht worden gegeven van alle factoren, mede omdat deze niet allemaal bekend zijn. Met onderstaand stroomschema is getracht om de meest bepalende factoren in kaart te brengen en hiermee duiding te kunnen geven aan de complexiteit van natuurbranden. In het schema wordt een onderscheid gemaakt in de factoren die van invloed zijn op het natuurbrandgevaar en factoren die van invloed zijn op het natuurbrandrisico. Op beide begrippen wordt in paragraaf 4.3 nader ingegaan.



Figuur 4.1 Stroomschema natuurbrandrisico (NIPV, 2022)

Per onderdeel van het stroomschema zijn er een korte toelichting en een omschrijving van de onderlinge verbanden; beide zijn opgenomen in bijlage 2.

Naast bovenstaande speelde er tijdens het project een landelijke discussie over 'natuurbrandrisico' welke nu geduid wordt met fase 1 of fase 2 voor communicatiedoeleinden en daarnaast zijn er verschillen per regio voor het operationele deel. De wens is het kunnen duiden van het natuurbrandrisico of -gevaar. Daarnaast is het wenselijk om het gebruik van de huidige systematiek van fase 1 en 2 voor communicatie doeleneinde en fasering voor operationele besluitvorming te evalueren. Zonder landelijke overeenstemming over gebruik en doel van een systeem voor het duiden van risico of gevaar is de ontwikkeling ervan niet mogelijk.

4.3 Natuurbrandrisico of natuurbrandgevaar?

Binnen brandweer Nederland en NIPV worden verschillende betekenissen gegeven aan de termen natuurbrand, natuurbrandrisico en natuurbrandgevaar. In deze paragraaf wordt een voorstel gegeven voor de definities van natuurbrand, natuurbrandgevaar en natuurbrandrisico.

Natuurbrand

Een natuurbrand is een brand in de natuur, dat wil zeggen in een natuurterrein en/of landbouwgebied⁶ met een natuurlijke habitat (Brandweer Nederland, 2014).

- > Natuurterrein: grond met een houtopstand die de hoofdfunctie natuur heeft, heideveld, ven, hoogveenterrein, zandverstuiving, duinterrein, kwelder, schor, gors, slik, riet- en ruigeland, griend en laagveenmoeras, alsmede grasland of bouwland dat de hoofdfunctie natuur heeft (Besluit gebruik meststoffen, Artikel 1 e).
- > Natuurlijke habitat: geheel natuurlijke of halfnatuurlijke land- of waterzone met bijzondere geografische, abiotische en biotische kenmerken (Wet natuurbescherming artikel 1.1 lid 1).

Natuurbrandgevaar

Het natuurbrandgevaar is de kans op een natuurbrand en de brandeigenschappen zoals uitbreidingsnelheid en intensiteit. Het is een combinatie van vaste en variabele factoren die invloed hebben op ontsteking, uitbreidingsnelheid en de mate waarin een brand onder controle gebracht kan worden (U.S. National Park Service, 2021).

Natuurbrandrisico

Het natuurbrandrisico is het natuurbrandgevaar, de kans op het ontstaan van een natuurbrand en de bijbehorende brandeigenschappen en het mogelijke gevolg van een natuurbrand.

4.4 Aanbevelingen en suggesties voor vervolgonderzoek

We hebben het natuurbrandrisico tot dusver altijd te beperkt bekeken. Het is dus raadzaam om een systeem te ontwikkelen waarin meerdere factoren een plek hebben en worden meegewogen. In afwachting van dit systeem zou de M8-index in combinatie met andere factoren gehanteerd moeten worden zodat alle belangrijke risico's in beeld gebracht worden. Combineer de data van de meetstations met het harmoniemodel van KNMI en betrek zoveel mogelijk factoren bij het bepalen van huidige en verwachte natuurbrandgevaar.

Het dashboard dat is voortgekomen uit dit project is op dit moment een geschikt instrument om te gebruiken voor het verkrijgen van een dagelijks beeld in het natuurbrandrisico voor de gebieden uit de pilot. Voor een juiste duiding van de data wordt de gebruiker zo goed mogelijk geholpen; desalniettemin dient de gebruiker over gedegen kennis van natuurbranden te beschikken om de gegevens correct te kunnen interpreteren. Het wordt dan ook aanbevolen om het gebruik van het dashboard te stimuleren bij gebruikers met kennis van en ervaring met natuurbranden. Daarnaast is het belangrijk om vast te stellen waaraan een gebruiker dient te voldoen wat betreft kennis en ervaring voor gebruik van het dashboard.

Het dashboard zoals dit is bij oplevering van dit project, wordt gezien als eerste versie. Er zijn reeds meerdere wensen uitgesproken, zie paragraaf 2.7. Het wordt aanbevolen om bij verder gebruik van het dashboard deze wensen door te voeren en mogelijke nieuwe wensen verder te verkennen. Het dashboard is op dit moment beschikbaar via PowerBi voor alle gebruikers van de pilot. Voor een verdere uitrol is het belangrijk om de ontwikkelingen rondom het gebruik van PowerBi en het dashboard binnen het veiligheidsdomein te volgen en daarmee te zorgen voor een bredere beschikbaarheid.

Omdat natuurbrandgevaar van zoveel factoren afhangt en kennis hierover schaars is, is het onderwerp een discussie waard: wil Brandweer Nederland een vereenvoudigde vorm van gevaarinschatting en -voorspelling waarmee een deel van het risico mogelijk uit beeld blijft, maar door bijna iedereen geïnterpreteerd kan worden? Of is er behoefte aan gekwalificeerde interpretatie waarmee gevaar over een breder spectrum geduid kan worden, maar waarvoor meer achtergrond, kennis en ervaring noodzakelijk zijn?

Een van de belangrijkste aandachtspunten voor het gebruik van de dashboard is de toekomstige beschikbaarheid van de satellietdata. Enerzijds dient rekening gehouden te worden met de duur van de overeenkomst, anderzijds is er vanuit de leverancier aangegeven dat de beschikbaarheid van de data die op dit moment worden afgenomen onzeker is na 2025. De X-band- en MVI-data zullen na dit jaar niet meer geleverd kunnen worden en voor de gleam-informatie is de levering nog onzeker. Er zijn alternatieven beschikbaar, maar die moeten eerst verkend en geanalyseerd worden. Bij gebruik van nieuwe data is het van belang om te letten op de volgende punten:

1. Beschikbaar tijdreeks: hoe verder terug in de tijd data beschikbaar zijn van de specifieke nieuwe bron, hoe beter.
2. Betrouwbaarheid van de data.
3. De mate van zekerheid over de beschikbaarheid van data in de toekomst. Het gebruik van slechts één bepaalde bron voor satellietdata is altijd onzeker, bijvoorbeeld omdat

satellieten kunnen uitvallen en niet zomaar hersteld zijn. Inzicht in de minimale beoogde beschikbaarheid en mogelijke ondervanging is aanbevolen.

Het gebruik van meteodata blijft gecontinueerd naar de toekomst. Om meer inzicht te krijgen in de Nederlandse situatie is het belangrijk om de analyse van de natuurbranden in relatie met meteo regelmatig te herhalen. Wanneer er om de vijf jaar een analyse wordt uitgevoerd, wordt er niet alleen een gedetailleerder inzicht verkregen, maar worden ook mogelijke veranderingen in relatie tot het klimaat en natuurbranden in Nederland zichtbaar.

Naast inzicht in de data in relatie tot natuurbranden uit het verleden is het belangrijk om gebied specifieke analyses uit te voeren om meer inzicht te krijgen in de waarde per gebied en daarmee uiteindelijk per natuurgebied een goede uitspraak te kunnen doen over het risico. Het natuurbrandverspreidingsmodel kan worden ingezet om deze informatie verder uit te diepen. Tevens kan een classificatiesysteem, zie paragraaf 4.2 ondersteuning bieden bij toekomstige duiding van het risico (of gevaar). Hierbij kunnen de resultaten uit natuurbrandonderzoeken van Brandweer Nederland en het project 'Leren van natuurbranden' van NIPV van meerwaarde zijn.

Niet alleen in Nederland vinden er ontwikkelingen plaats rondom de toepassing van nieuwe systemen en onderzoek naar natuurbrandrisico. Zo is er in 2022 een rapport opgeleverd van de eerste fase van het project Scottish Wildfire Danger Rating System (Institute, 2023). En vindt er een project plaats naar de ontwikkeling van een England and Wales Wildfire Danger Rating System (UKFDRS, 2023). Gedurende het project EWD is er reeds nauw contact geweest met de leden van deze projecten; het wordt aanbevolen om de ontwikkeling van deze projecten nauw te blijven volgen.

Ten slotte, en bijna vanzelfsprekend, wordt aanbevolen om kennisuitwisseling, ontwikkeling over natuurbranden, natuurbrandrisico/gevaar te blijven continueren.

Literatuurlijst

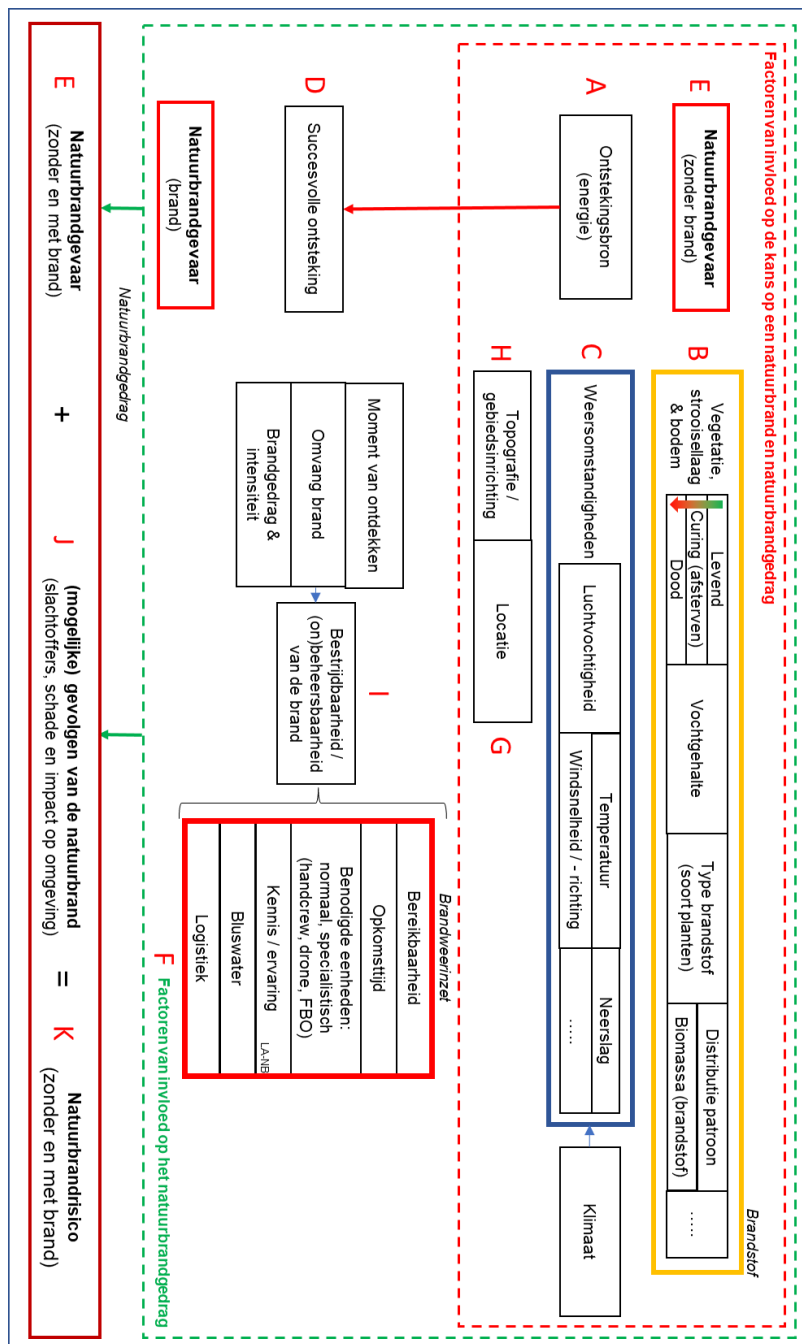
- Innovatiepartnerschap*. (2022, 12 14). Opgehaald van PIANOo:
<https://www.pianoo.nl/nl/inkoopproces/aanbestedingsprocedures/innovatiepartnerschap>
- Institute, J. H. (2023, 01 04). *project overview*. Opgehaald van Scottish fire danger rating system: <https://www.scottishfiredangerratingsystem.co.uk/project/overview>
- UKFDRS*. (2023, 01 04). Opgehaald van UKFDRS: <https://ukfdrs.com/>
- van Dale uitgevers. (2023, 01 04). *gratis-woordenboek*. Opgehaald van van Dale:
<https://www.vandale.nl/gratis-woordenboek/nederlands/betekenis/innovatie#.Y7U-ZnbMJJaQ>
- VanderSat. (2020). (IFV, Interviewer)

Bijlage 1 Data grote natuurbranden

nr	brand	gleam bodem	X band dag	M8 (M8.2)	FWI	FWI (DMC)	WD	WS mean (m/s)	RH mean (%)
1	Ugchelen 2017	0,205	0,312	52			ZW	1,6	62
2	Deurnse peel 2017	0,072	0,192	42			W	4,4	66
3	Deurnsche peel 2018	0,182	0,433	68			ONO	6	55
4	Zinkske 2018	0,16	0,363				ONO	10,9	46
5	Fochteloerveen 2018	0,199	0,485	48			O	4,3	66
7	Hondenven 2018	0,167	0,419	58			OZO	1,2	59
8	Budel 2018	0,078	0,187	72			O	4,1	41
9	ASK 2018	0,061	0,259	58			NO	2,8	64
10	Hoge veluwe 2018	0,061	0,38	72			ZW	2,2	54
11	Wateren 2018	0,061	0,38	72			O	2,6	56
12	Vlieland 2019	0,188	0,631	48			WZW	7,1	66
13	Arnhem 2019	0,184	0,341	48			NO	6,3	57
14	Epe 2019	0,15	0,3	40			N	3	69
15	Leusden 2019	0,141	0,345	92			NO	3,1	53
16	Mensingebos 2020	0,207	0,487				ZO	4,3	47
17	Deurnsche peel 2020	0,16	0,21	82			ONO	8,4	39
18	Meinweg 2020	0,151	0,129	82			O	7,1	39
19	Moergesteel 2020	0,122	0,186				O	7,3	37
20	Tienray 2020	0,143	0,222				O	1,9	47
21	Venray 2020	0,082	0,242	54			NO	1,9	46
22	Heerlen 2020	0,152	0,283	44					
23	Ossenzijl 2020	0,153	0,212				O	7,9	42

Bijlage 2 Stroomschema natuurbrandrisico

Om het natuurbrandrisico en de factoren die hierop van invloed zijn inzichtelijk te maken, is een stroomschema natuurbrandrisico opgesteld. Dit schema wordt weergegeven in figuur B1.1. Het stroomschema is gebaseerd op dat van Chuvieco, Aguado & Dimitrakoploulos uit 2004. Uit het literatuuronderzoek (NIPV, 2022) is gebleken dat het natuurbrandrisico multifactorieel is. In het stroomschema staan factoren weergegeven die een duidelijke invloed hebben op het natuurbrandrisico. Er kan geen volledig overzicht worden gegeven van alle factoren, mede omdat deze ook niet allemaal bekend zijn.



Figuur B1.1 Stroomschema natuurbrandrisico (NIPV, 2022)

Per onderdeel van het stroomschema wordt hieronder een korte toelichting gegeven en worden de onderlinge verbanden weergegeven. Om de positie van de onderdelen in het stroomschema terug te kunnen vinden, zijn de onderdelen voorzien van een letter. Enkele onderdelen uit het stroomschema worden meerdere malen genoemd, omdat ze op verschillende manieren van invloed zijn op het natuurbrandrisico.

De ontstekingsbron (A)

De ontstekingsbron is bij een natuurbrand in Nederland in de meeste gevallen een gevolg van menselijke activiteit. Ontstekingsbronnen zijn er in diverse vormen, zoals bijvoorbeeld een weggegooide lucifer of peuk, vonken afkomstig van een voertuig of een wensballon. Daarnaast kan er sprake zijn van bewuste brandstichting.

Er bestaan ook natuurlijke ontstekingsbronnen, bijvoorbeeld blikseminslag. In Nederland is tijdens onweer vaak sprake van regen, waardoor blikseminslag echter zelden leidt tot een daadwerkelijk brand die zich buiten het ontstaansgebied uitbreidt.

De hoeveelheid energie die de ontstekingsbron afgeeft en de locatie van deze energie ten opzichte van de brandstof zijn medebepalend of er een succesvolle ontbranding kan plaatsvinden.

De eigenschappen van de brandstof (B)

De materiaaleigenschappen van de brandstof, zoals de structuur van het materiaal (afgestorven of niet afgestorven), de vorm, dikte en het vochtgehalte zijn van invloed op het kunnen ontsteken van de brandstof door energieoverdracht vanuit de aanwezige ontstekingsbron en op het brandgedrag.

De weersomstandigheden (C)

De weersomstandigheden zijn van invloed op het kunnen ontsteken van de brandstof door energieoverdracht vanuit de aanwezige ontstekingsbron. Naast het beïnvloeden van de materiaaleigenschappen, zoals het vochtgehalte of de temperatuur, kan bijvoorbeeld de wind een positieve of negatieve invloed hebben op de energieoverdracht vanuit de ontstekingsbron naar de brandstof.

Succesvolle ontsteking (D)

De kans op een succesvolle ontsteking en daarmee het ontstaan van een natuurbrand is afhankelijk van de ontstekingsbron, de eigenschappen van de brandstof en de weersomstandigheden. Als de mens zich mengt of heeft gemengd in de natuur zoals bij recreëren, werkzaamheden of transport het geval is, dan neemt op deze locaties de kans op het ontstaan van een natuurbrand toe. Het brandstoftype, de hoeveelheid brandstof, het distributiepatroon en het vochtgehalte – in combinatie met het weer en de topografie – zijn enkele factoren die van invloed zijn op de mogelijkheid om tot ontbranding kunnen komen van de brandstof als er sprake zou zijn van een energiebron. Er zijn onvoldoende statistische gegevens beschikbaar om waarden te kunnen geven voor de kans op het ontstaan van een brand.

Natuurbrandgevaar (E)

Er is zowel 'met' als 'zonder' brand sprake van natuurbrandgevaar. Natuurbrandgevaar verwijst naar de brandstoffen die op een bepaalde locatie in de natuur aanwezig zijn en het (waarschijnlijke) natuurbrandgedrag als er een ontsteking van deze brandstof plaatsvindt. Het natuurbrandgedrag is afhankelijk van de ontstekingsbron en de omstandigheden voor verbranding zoals het brandstoftype, de hoeveelheid brandstof, het distributiepatroon en het

vochtgehalte in combinatie met het weer en de topografie. Kenmerken van het natuurbrandgedrag zijn intensiteit, verblijftijd (de tijd die nodig is voor de actieve vlamzone om een stationair punt aan het oppervlak van de brandstof te passeren), verspreidings-snelheid en vliegvlam (waarbij de sintelproductie⁷, transportafstand en vuurgrootte een rol spelen). Deze kenmerken bepalen de invloed van de natuurbrand op aangrenzende en omringende brandstoffen binnen en buiten de natuur door straling, convectie en geleiding.

Als het natuurbrandgevaar toeneemt, is er steeds meer brandstof beschikbaar die, afhankelijk van de weersomstandigheden, door een steeds kleinere energiebron tot ontbranding kan worden gebracht. De toename van de beschikbare brandstof en de veranderende materiaaleigenschappen onder invloed van het weer en/of de natuurlijke levenscyclus zijn van negatieve invloed op het natuurbrandgedrag.

Locatie van de brand (G) en topografie (H)

De locatie van de brand en bijbehorende topografie zijn op meerdere manieren van invloed. Enkele daarvan staan hieronder genoemd.

- > De locatie in relatie tot de weersinvloeden: op een zuidhelling wordt de brandstof meer blootgesteld aan de zon en in het open veld kan de wind een grote rol spelen bij het drogen van de brandstof.
- > De locatie in relatie tot de brandverspreiding: een helling kan van invloed zijn op de snelheid van brandverspreiding, maar ook de aanwezigheid van een natuurlijke stoplijn.
- > De locatie in relatie van moment van ontdekken: hoe langer het duurt voordat een brand is ontdekt, hoe langer de brand in omvang kan toenemen.
- > De locatie in relatie tot de mogelijkheden voor een goede waarneming: kan tijdens het ontdekken van de brand worden waargenomen waar de exacte locatie van de brand zich bevindt?
- > De locatie in relatie tot de opkomsttijd: de locatie van de brand ten opzichte van de locatie van de brandweerkazernes is van invloed door de tijd die nodig is om na alarmering de brand te kunnen bereiken.
- > De locatie in relatie tot de bereikbaarheid: als de brand plaatsvindt op een locatie die niet of moeilijk door de brandweereenheden bereikt kan worden, is dit van invloed op de tijd dat de brand ongehinderd kan toenemen in omvang.

Gebiedsinrichting (H)

De gebiedsinrichting is op meerdere manieren van invloed.

- > Type vegetatie: het type vegetatie is van invloed op het brandgedrag. Denk aan de vorm van de vegetatie (fijne of grove structuur) en de mate waarin de vegetatie beïnvloed kan worden door de weersomstandigheden.
- > Het distributiepatroon: de onderlinge afstand van planten ten opzichte van elkaar kan van invloed zijn op de snelheid van brandverspreiding, maar ook op de kans dat een ontstekingsbron zoals een vonk in aanraking komt met brandstof die aldus tot ontbranding kan worden gebracht.
- > Beheer van het gebied: brandstof na onderhoudswerkzaamheden kan worden weggehaald of in de natuur blijven liggen. Er kunnen ook (natuurlijke) stoplijnen zijn gerealiseerd.

⁷ Gloeiende of brandende verbrandingsresten die door luchtstromingen verplaatst kunnen worden.

Bestrijdbaarheid van de brand (I)

Of een natuurbrand effectief kan worden bestreden is van diverse factoren afhankelijk zoals:

- > De bereikbaarheid van de brand (zie gebiedsinrichting): als het vuur niet bereikt kan worden omdat het gebied niet bereikbaar is (bijvoorbeeld door een gebrek aan berijdbare paden), kan het ook niet bestreden worden. Onder bereikbaarheid valt ook het al dan niet beschikken over kaartmateriaal waarop het gebied staat.
- > De omvang en intensiteit van de brand: de omvang van het gebied dat in brand staat is van invloed op het aantal benodigde eenheden, maar ook op de omvang van het vuurfront dat bestreden moet worden. De intensiteit van de brand is van invloed op de hoeveelheid blusmiddel die nodig is, maar ook op de mogelijkheid om bij de brand te kunnen komen.
- > De beschikbare slagkracht, inclusief de inzet van specialistische eenheden: als er onvoldoende eenheden beschikbaar zijn, kan de brand zich blijven uitbreiden. Als er niet direct een handcrew- of FBO-team beschikbaar is, kan een brand in een onbereikbaar gebied pas later worden bestreden.
- > De beschikbare hoeveelheid blusmiddel: als er te weinig bluswater is, kan de brand niet effectief worden bestreden.
- > De kennis en ervaring van het betrokken brandweerpersoneel: een verkeerde inzetstrategie aan het begin van het incident of onbekendheid met het materieel, de blustechnieken of het terrein kunnen van invloed zijn op het verloop van het incident.
- > De mate van overzicht over en het zicht op het betrokken gebied: een slecht overzicht over het bij de brand betrokken gebied is van invloed op het maken van een plan om de brand te bestrijden. Daarnaast kan de brand zich op locaties waar geen zicht op is blijven uitbreiden.
- > De mate van ondersteuning door gebiedsbeheerder(s): personen met kennis van het gebied waar de brand plaatsvindt kunnen noodzakelijke informatie verschaffen.

Weersinvloeden (D)

De weersomstandigheden spelen op diverse manieren een rol bij het natuurbrandgevaar en het natuurbrandrisico. Op enkele belangrijke factoren wordt hieronder een korte toelichting gegeven.

- > Zonlicht: dit is de energiebron die de temperatuur kan laten stijgen. De hoeveelheid energie die per tijdseenheid wordt overgebracht, is van invloed op de temperatuur van vaste stoffen, vloeistoffen en gassen. Dit is weer van invloed op het vochtgehalte van de brandstof.
- > Temperatuur: de temperatuur van de lucht nabij de brandstof is onder andere van invloed op de natuurlijke cyclus van de plant (groeien en afsterven), het vochtgehalte en temperatuur van de brandstof (dood en levend materiaal). Dit is weer van invloed op de benodigde ontstekingsenergie.
- > Windrichting en -snelheid: deze zijn op vele manieren van invloed en bepalen mede:
 - vanuit welk gebied de lucht wordt aangevoerd, en daarmee de (hoofd) uitbreidingsrichting van de brand.
 - samen met de temperatuur de luchtvochtigheid waar de brandstof aan bloot wordt gesteld.
 - de snelheid waarmee lucht wordt aangevoerd, dit heeft mede invloed op de verbranding
 - de snelheid waarmee het vochtgehalte van de brandstof zich aanpast aan de omgevingslucht.

- de kans op een succesvolle ontsteking door de invloed die de wind uitoefent op de ontstekingsenergie.
- > Luchtvochtigheid: dit is van directe invloed op het vochtgehalte van de brandstof.
- > Regen: is van directe invloed op het vochtgehalte.

De brandstof (C)

Met brandstof wordt alles bedoeld dat in de natuur aanwezig is, zoals dode of levende vegetatie, de strooisellaag, humus, maar ook voorwerpen die door de mens in de natuur zijn gebracht. Er zijn diverse factoren die van invloed zijn op het tot ontbranding kunnen komen van de brandstof en de bijdrage daarvan aan het brandverloop:

- > Het brandstoftype: het soort materiaal (vegetatie), vorm, structuur, dichtheid, vochtgehalte, etc. Een dun takje (1 en 10 hour fuel) is eerder droog en voorzien van voldoende energie om tot ontbranding te kunnen komen dan een boomstam (100 en 1000 hour fuel). Er is brandstof die binnen een uur zo droog kan worden dat het materiaal tot ontbranding kan worden gebracht, maar ook brandstof die daar vele uren (>100) voor nodig heeft. De totale hoogte van het brandstofpakket is van invloed op de vlamlengte; daarnaast is de verdeling ('luchtigheid') binnen het brandstofpakket van invloed op de ontbranding en uitbreiding.
- > De hoeveelheid brandstof (biomassa) is van invloed op de brandduur en het brandvermogen.
- > Het distributiepatroon: de onderlinge afstand tussen de (soorten) brandstof is van invloed op de snelheid van brandverspreiding. Hoe dichter het materiaal bijeen staat, hoe sneller er voldoende warmteoverdracht kan plaatsvinden om het materiaal deel te laten nemen aan de brand. Ook kunnen er door de positionering van brandstof trapjes aanwezig zijn die grondvuur laten overgaan naar kroonvuur.

In het onderstaande kader wordt beschreven op welke wijze de plant (brandstof) een rol speelt bij het natuurbrandgevaar.

De plant als factor bij het natuurbrandgevaar

In welke mate er sprake is van natuurbrandgevaar hangt van veel factoren af. De plant (brandstof) is één van die factoren.

Voor het opstellen van de vegetatiekaart (zie paragraaf 1.1.2) zijn verschillende vegetatietypen vastgesteld. Elk brandstoftype (vegetatie) kan in een verschillende mate invloed hebben op de intensiteit van de brand en daarmee op het natuurbrandgevaar. Daarbij kan per periode in het jaar de mate waarin de plant bijdraagt aan het natuurbrandgevaar verschillen.



Afbeelding B1.2 Afgestorven bladeren en nieuwe bladeren van de adelaarsvaren (Bron: Team natuurbrandonderzoek Brandweer Nederland)

Een voorbeeld hiervan is de adelaarsvaren die bij de brand in de Deurnese Peel in 2020 in belangrijke rol heeft gespeeld door haar invloed op de intensiteit en uitbreidingssnelheid van de brand. De varen komt in verschillende gebieden voor, zoals open veld of loofbos. Als de plant in het voorjaar is opgekomen, zijn de bladeren groen en vol met vocht. Als ze zijn afgestorven, ofwel door het seizoensgebonden natuurlijke proces ofwel versneld door een periode van droogte, blijft er een laag zeer fijn en makkelijk ontbrandbaar materiaal over. De compactheid van deze laag wordt onder andere beïnvloed door de weersomstandigheden. Regen en wind kunnen het materiaal richting de grond duwen.

De kleine diameter van de takjes en de dunne blaadjes die het curingproces⁸ hebben ondergaan, kunnen maar beperkt vocht bevatten en vormen een zogenaamde '1-uurs-brandstof'. Afhankelijk van de weersomstandigheden kan dit materiaal binnen een uur zodanig uitgedroogd zijn (ofwel: een voldoende laag vochtgehalte hebben) dat het brandbaar is. Het distributiepatroon van de brandstof, met veel lucht ertussen, zorgt ervoor dat een beginnende brand zich snel verspreiden langs de afgestorven bladeren van de adelaarsvaren. Het materiaal is bovendien zo fijn, dat het door vliegvuur eenvoudig tot ontbranding kan worden gebracht. Er is tijdens de brand in de Deurnese Peel daadwerkelijk sprake geweest van branduitbreiding via vliegvuur; het vermoeden is dat de adelaarsvaren hierbij een rol heeft gespeeld. Door de aanwezigheid van aaneengesloten stukken adelaarsvaren in zowel het open veld als in het loofbos van de Deurnese Peel was er sprake van een hoog natuurbrandgevaar binnen het gebied.

Gevolgen van een natuurbrand (J)

Een natuurbrand kan overlast of schade veroorzaken en een bedreiging vormen. Als er geen sprake is van een brand, kunnen de mogelijke gevolgen van een natuurbrand inzichtelijk worden gemaakt met de Risico Index Natuurbrand en het natuurbrandverspreidingsmodel. Om de gevolgen van een daadwerkelijke natuurbrand te kunnen registreren, wordt er een classificatie voorgesteld. Deze is te vinden in bijlage 2.

Natuurbrandrisico (K)

Het natuurbrandrisico wordt gevormd door het (mogelijke) natuurbrandgevaar en het (mogelijke) gevolg van een natuurbrand.

⁸ De jaarlijks of seizoensgebonden cyclus van het afsterven en uitdrogen van (delen van) de plant.

Bijlage 3

Natuurbrandclassificatie

Tijdens het traject is de wens naar voren gekomen om de natuurbranden in Nederland te kunnen classificeren. In de onderstaande tabel B 2.1 wordt het voorstel voor een natuurbrandclassificatiemodel weergegeven. De natuurbranden zijn ingedeeld in vijf categorieën (classificaties). De classificatie kan gebruikt worden bij de analyse van natuurbranden.

De classificatie waarin een natuurbrand valt, wordt bepaald door drie factoren: de omvang van de brand (< 1 ha of > 1 ha), de tijdsduur van het incident of de overlast (<24h of > 24h) en de mate van overlast. De brand heeft een bedreiging gevormd voor mens, dier, gebouw of infrastructuur als er door hulpdiensten is ingezet op ontruiming. Als er sprake is van schade als gevolg van de brand bij burger(s), dier(en), gebouw(en) of aan infrastructuur wordt er een + toegevoegd aan de classificatie.

Natuurbrandgevolg classificatie 1	Natuurbrandgevolg classificatie 2	Natuurbrandgevolg classificatie 3	Natuurbrandgevolg classificatie 4	Natuurbrandgevolg classificatie 5	Natuurbrandgevolg classificatie +
Brandomvang < 1 ha	Brandomvang > 1 ha	Brandomvang > 1 ha	Brandomvang < of > 1 ha	Brandomvang < of > 1 ha	Schade als gevolg van brand bij burger(s), dier(en), gebouw(en) of infrastructuur.
< 24 h	< 24 h	> 24 h	< 24 h	> 24 h	
(mogelijke) rookoverlast in omgeving	(mogelijke) rookoverlast in omgeving	(mogelijke) rookoverlast in omgeving	Bedreiging mens, dier, gebouw of infrastructuur door vuur en/of rook (noodzaak tot ontruimen)	Bedreiging mens, dier, gebouw of infrastructuur door vuur en/of rook (noodzaak tot ontruimen)	

Tabel B2.1 Natuurbrandgevolgclassificatie (NIPV, 2022)

Bijlage 4 Natuurbrandgevaar brandstof (NGB)

Om het natuurbrandgevaar beter te kunnen duiden, is er een indeling gemaakt die de bijdrage van de brandstof aan het natuurbrandgevaar (NGB) inzichtelijk maakt. Deze indeling kan gebruikt worden als hulpmiddel bij het dashboard. De indeling is voornamelijk gebaseerd op het vochtgehalte van de beschikbare brandstof, dat onder andere wordt beïnvloed door het curingproces⁹ en de weersomstandigheden.

NGB1 Het kan (bijna) niet branden.

Het vochtgehalte in zowel de dode als de levende vegetatie, de strooisellaag en de grond is zodanig dat de brandstof alleen tot ontbranding kan worden gebracht als er veel energie wordt toegevoegd. De brand heeft door het vochtgehalte van de brandstof onvoldoende energie om aangrenzende brandstof te ontsteken. Er is geen of nauwelijks branduitbreiding.

NGB2 Het kan branden.

Er is gecurede (afgestorven) vegetatie aanwezig. Het vochtgehalte in de afgestorven vegetatie en de strooisellaag is laag genoeg om deze brandstof met een open vlam tot ontbranding te kunnen brengen. Door het aanwezige vochtgehalte in zowel de dode als de levende vegetatie en de strooisellaag is er sprake van een lage intensiteit en voortplantingssnelheid.

NGB3 Het brandt 'goed'.

Er is gecurede (afgestorven) vegetatie aanwezig. Het vochtgehalte in de afgestorven vegetatie en de strooisellaag is laag genoeg om deze brandstof met een open vlam *snel* tot ontbranding te kunnen brengen. Door de beschikbare hoeveelheid afgestorven vegetatie en het lage vochtgehalte van deze vegetatie is er voldoende energie aanwezig om levende vegetatie tot ontbranding te brengen. Het vochtgehalte in de levende vegetatie is nog niet laag genoeg om zonder energie afkomstig van de brandende afgestorven vegetatie of de strooisellaag zelfstandig door te kunnen branden. De intensiteit van de brand en de voortplantingssnelheid zijn afhankelijk van het type vegetatie en het percentage aan gecurede vegetatie.

NGB4 Het brandt 'zeer goed'

Er is veel gecurede (afgestorven) vegetatie aanwezig. Het vochtgehalte in de afgestorven vegetatie en de strooisellaag is laag genoeg om deze brandstof met een vonk of open vlam tot ontbranding te kunnen brengen. Het vochtgehalte in de nog levende vegetatie is laag genoeg om deze vegetatie met een open vlam tot ontbranding te kunnen brengen en het vuur zich met een beperkte branduitbreidingssnelheid via de nog levende vegetatie te laten verspreiden. Door de beschikbare hoeveelheid afgestorven vegetatie en het lage vochtgehalte hiervan is er voldoende energie aanwezig om levende vegetatie tot ontbranding te brengen. Het vochtgehalte in de levende vegetatie is laag genoeg om zonder energie afkomstig van de brandende afgestorven vegetatie of de strooisellaag zelfstandig door te kunnen branden. De intensiteit van de brand en de voortplantingssnelheid zijn afhankelijk

⁹ De jaarlijks of seizoensgebonden cyclus van het afsterven en uitdrogen van (delen van) de plant.

van het type vegetatie en het percentage aan gecurede vegetatie. Er kan in beperkte mate sprake zijn van kroonvuur.

NGB5 Extreem brandgedrag

Er is zeer veel gecurede (afgestorven) vegetatie aanwezig. Het vochtgehalte in de afgestorven vegetatie en de strooisellaag is zo laag dat deze brandstof eenvoudig met een vonk of open vlam tot ontbranding gebracht kan worden. Het vochtgehalte in de nog levende vegetatie is eveneens zo laag dat deze vegetatie eenvoudig met open vlam tot ontbranding kan worden gebracht en het vuur zich via de nog levende vegetatie snel kan verspreiden. De intensiteit van de brand en de voortplantingssnelheid zijn afhankelijk van het type vegetatie en het percentage aan gecurede vegetatie. Er is sprake van branduitbreiding via kroonvuur.

Invloed van de wind

De wind is niet alleen van invloed op de snelheid van uitdrogen van de brandstof en daarmee de brandbaarheid daarvan, maar ook op de snelheid waarmee het vuur zich door of over de brandstof kan verplaatsen. De branduitbreidingssnelheid is een belangrijk onderdeel van het natuurbrandgevaar. Om deze factor te kunnen duiden, wordt voorgesteld om vanaf classificatie NGB3 de invloed van de wind inzichtelijk te maken. Vanaf een nog vast te stellen windsnelheid wordt de classificatie van het natuurbrandgevaar één niveau hoger dan het geval is bij gelijke condities zonder een windsnelheid boven de x meter per seconden.