

# Edukacja i Badania Pożarowe w Interdyscyplinarnym Centrum Badań Pożarowych (WIRC)

Adam Kochanski

Akademicko-Branżowo Kooperacyjne Centrum Badawcze,  
Narodowej Fundacji Nauki (Amerykański KBN)





# Interdyscyplinarne Centrum Badań Pożarowych



National Science Foundation (Krajowa Fundacja Nauki)  
Akademicko-Branżowo Kooperacyjne Centrum Badawcze

## Badania na rzecz wdrożeń operacyjnych:

Rozwiązania interdyscyplinarne i badania w celu ulepszenia narzędzi i polityki dla społeczności i organizacji branżowych na całym świecie.

## Szkolenie zróżnicowanej siły roboczej:

Przygotowanie siły roboczej w nauce i zarządzaniu pożarami.

## Tematy Badawcze

- Pogoda pożarowa
- Prognoza pożarów
- Dynamika i zachowanie pożarów
- Teledetekcja pożarowa
- Prognozowanie rozprzestrzeniania dymu
- Zarządzanie pożarami i zasady prawne
- Nauki społeczne
- Ekologia Pożarowa
- Odporność społeczności na ryzyko związane z klimatem i pożarami

## Partnerzy

(Branżowa Rada Doradcza)



## Eksperti Tematyczni

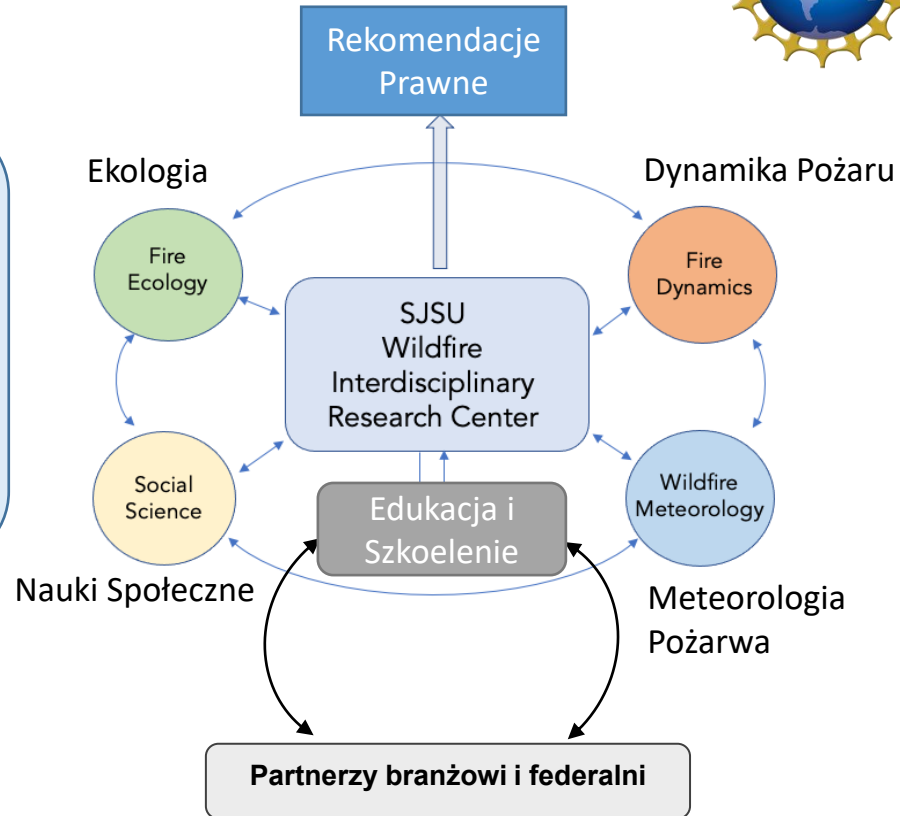




**Od badań do Wdrożenia:** WIRC pomaga organizacjom branżowym rozwiązywać problem związane z rosnącą aktywnością pożarową

### Szkolenie zróżnicowanej siły roboczej:

Przygotowanie przyszłej kadry do pracy w instytucjach zarządzających gospodarką leśną i pożarami, firmach energetycznych i jednostkach meteorologicznych



## Modelowanie Pożarowe



**Dr. Craig Clements**  
Director, fire weather



**Dr. Adam Kochanski,**  
Wildfire Behavior and  
Modeling



**Dr. Ali Tohidi,**  
Mechanical Engineering,  
Fire Dynamics



**Dr. Miguel Valero,**  
Wildfire Remote  
Sensing

## Ryzyko Pożarowe i Zmiany Klimatu



**Dr. Patrick Brown,**  
Climate Science,  
Wildfire Risk



**Dr. Minghui Diao**  
Air quality, Smoke and  
Climate,  
cloud microphysics



**Dr. Indu  
Jeyachandran,** Civil  
and Environmental  
Engineering

## Zarządzanie Pożarami i Zasady Prawne



**Dr. Amanda M.  
Stasiewicz,** Wildfire  
Management,  
Community  
resilience



**Dr. Kate Wilkin,**  
Fire Ecology &  
Management



**Dr. Frances L.  
Edwards,**  
Emergency  
management



**Dr. A. J. Faas,**  
Disaster  
Management



**Dr. Will Russell,**  
Forest and Fire  
Ecology



**Dr. Matthew Holian,**  
Economics

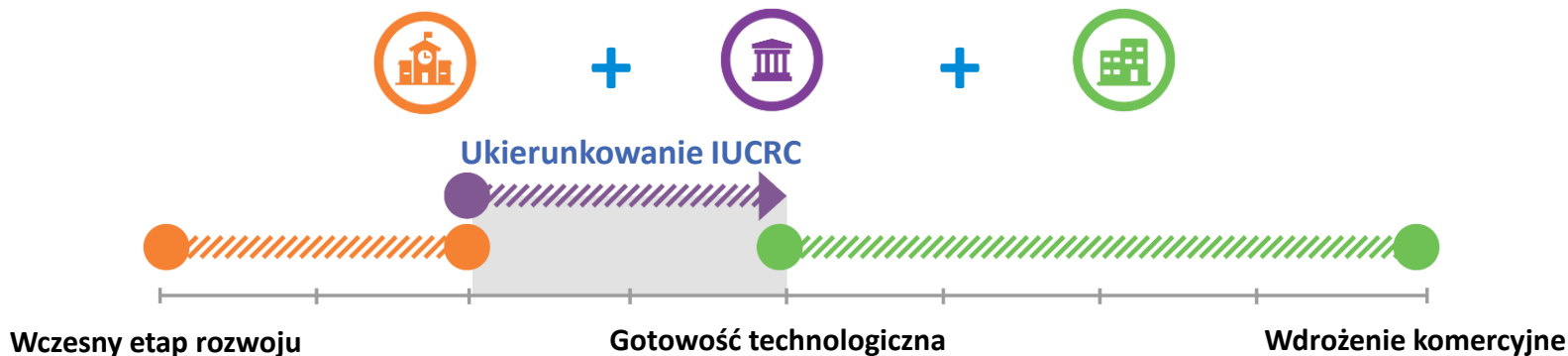
## CZYM JEST IUCRC?

**IUCRC to program Akademicko-Branżowo Kooperacyjnych Centrów Badawczych**

Partnerstwo między przemysłem, uniwersytetami (SJSU) i rządem (NSF)

Koncentruje się na wypełnieniu luki między wczesnymi badaniami akademickimi a gotowością komercyjną

*Sprawdzony mechanizm umożliwiający zrównoważone i istotne dla przemysłu przedkonkurencyjne badania i rozwój technologii wśród partnerów w określonym obszarze tematycznym*



# IUCRC – Komponenty Programu

## Branżowa Rada Doradcza (IAB)

Fundusze IAB płacą za badania  
Tylko 10% opłat ogólnych pobrana  
przez uniwersytet

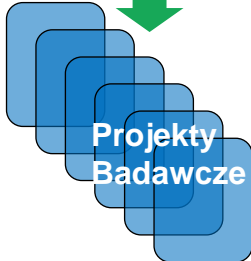


Wspólne opłaty członkowskie



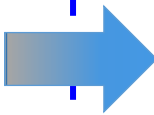
NSF płaci za  
administradora  
Centrum

Wspólne portfolio  
projektów  
Wspólnie  
zdefiniowane i  
wybrane



Projekty  
Badawcze

Odpowiedź na  
wspólne potrzeby  
IAB



Wartość Centrum:

- 1. Wyniki badań
- 2. Lewarowane Finansowanie
- 3. Bezpłatny dostęp to IP
- 4. Dostęp do talentów

Uniwersytety zapewniają:  
infrastrukturę i talent



kapitał intelektualny oraz  
Miejsce interakcji  
z partnerami z branży

## IUCRC

### Member

### ROI:

Each member dollar leverages ~23 additional dollars



### Dostęp do talentów

Mentor talentów studenckich z umiejętnościami do pracy w Przemysle.



### Dźwignia badawczo-rozwojowa

Wysoki zwrot z inwestycji dzięki wspólnemu modelowi finansowania projektów



### Redukcja ryzyka badawczo-rozwojowego

Przełomowe technologie na wczesnym etapie dzielona z innymi.



### Networking

Miejsce współpracy dla Interakcja z innymi członkami, konkurentami, organami regulacyjnymi



### Redukcja Kosztu Badań

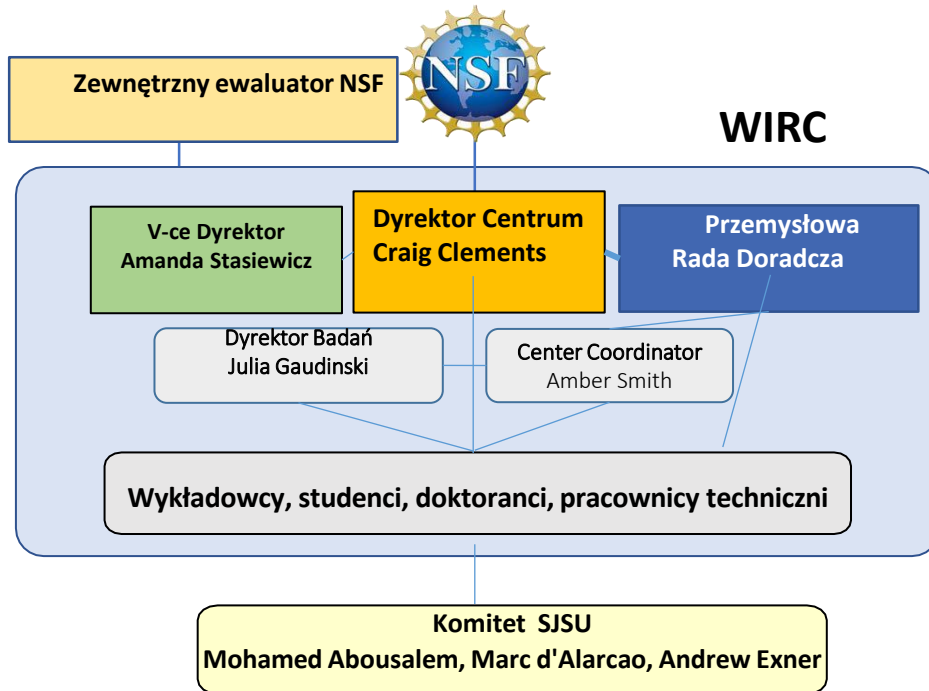
Niski koszt kapitału ludzkiego. Dostęp do obiektów. Oszczędzanie na kosztach badań wewnętrznych.



### Dostęp do własności intelektualnej

Bez opłat, wyłączne licencje na IP produkowane w Centrum.





## Członkowie IAB

*Pełne członkostwo: \$ 50k / rok*

- Pełny dostęp do rozwiązań
- Pełny dostęp do prac badawczo-rozwojowych przed publikacją
- 90% środków przeznaczają się na projekt(y)
- Bezpośredni dostęp do talentów

## Rada Przemysłowa

- *\$50k/rok = Pełne głosy na projekt*
- *\$100k/rok = Podwójne głosy na projekt (maks.)*
- Definiuje i głosuje nad projektami/działaniami
- Spotkania 2x/rok, zarządzana przez WIRC
- Projekty (głosowanie) wybierane 1x/rok



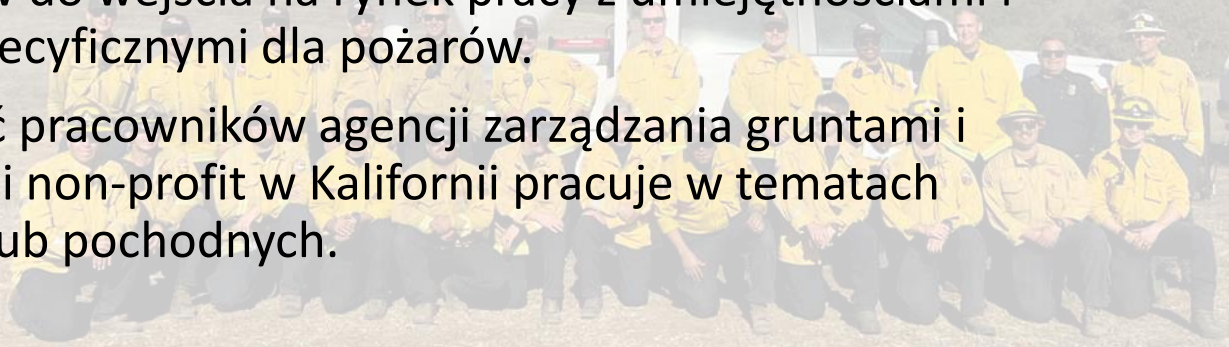
# Przykładowi Członkowie Centrów IUCRC w USA



# Edukacja Pożarowa na SJSU



- Wydział Meteorologii i Nauk o Klimacie oferuje specjalizację w naukach o pożarach, która uzupełnia ścieżki kariery, w których ważne jest zrozumienie nauki o pożarach i ryzyka pożarowego.
- Jest to szczególnie istotne dla dziedzin związanych ze środowiskiem i zmianami klimatu i przygotowuje studentów do wejścia na rynek pracy z umiejętnościami i wiedzą specyficznymi dla pożarów.
- Większość pracowników agencji zarządzania gruntami i organizacji non-profit w Kalifornii pracuje w tematach pożarów lub pochodnych.



# Edukacja Pożarowa na SJSU



## Wymagania ogólne (20-22 jednostek)

### Wymagane kursy ogólne (14 jednostek):

- BIOL 111 - Ekologia pożarowa 4 jednostki.
- ENVS 175 - Polityka i zarządzanie pożarami 3 jednostki
- METR 115 - Pożar w systemie Ziemi 3 jednostki
- Systemy Informacji Geograficznej (GIS) (4 jednostki)

### Dodatkowo jeden z poniższych kursów:

- ENVS 179A - Podstawy GIS dla urbanistyki 4 jednostki
- GEOL 137 - Wprowadzenie do GPS/GIS do zastosowań geologicznych 4 jednostki
- URBP 179A - Podstawy GIS dla urbanistyki 4 jednostki
- URBP 179B - Zaawansowany GIS dla urbanistyki 4 jednostki.
- Każdy inny zatwierdzony przez opiekuna kurs GIS



# Edukacja Pożarowa na SJSU



## Dodatkowo dwa kursy z poniższej listy:

BIOL 20 - Biologia ekologiczna: 3 jednostki

BIOL 150 - Badania terenowe w historii naturalnej 1-2 jednostki

BOT 104 - Taksonomia roślin 4 jednostki

BOT 165 - Zbiorowiska roślinne Kalifornii 4 jednostki

BIOL 143 - Biogeografia 3 jednostki

BIOL 156 - Projektowanie i analiza próbek ekologicznych 3 jednostki

BIOL 160 - Ekologia 4 jednostki

BIOL 163 - Biologia konserwatorska 3 jednostki

BIOL 164 - Ekologiczne metody polowe 3 jednostki

BIOL 190 - Badania terenowe w biologii 1-4 jednostki

ENVS 161 - Dzikie tereny w Kalifornii 4 jedn.

ENVS 173 - Ekologia i ochrona lasu 4 jedn.

GEOG 1 - Geografia fizyczna 3 jednostka(y)

GEOG 181 - Wprowadzenie do teledetekcji (pomiar satelitarne) 3 jedn.

GEOL 6 - Geologia Kalifornii 3 jednostka(-i)

METR 10 - Pogoda i klimat 3 jedn.

METR 112 - Globalne zmiany klimatu 3 jedn.

METR 113 - Zanieczyszczenie powietrza 3 jedn.

METR 155 - Teledetekcja 3 jedn.

METR 164 - Wprowadzenie do pogody pożarowej 3 jedn.

Biologia

Nauki Środowiskowe

Geografia

Meteorologia

# Edukacja Pożarowa na SJSU

## Kierunek Magisterski (30 jednostek):

- METR 115 – Pożary w Systemie Ziemi 3 jednostki
- METR 155 – Zdalne monitorowanie pożarów 3 jedn.
- METR 164 – Wprowadzenie do pogody pożarowej 3 jedn.
- METR 209 – Zawansowane Zachowanie Pożarowe 3 jedn.
- METR 240 – Modelowanie numeryczne 3 jedn.



# Obszary badań nad pożarami

- Modelowanie i prognozowanie pogody pożarowej
- Zagrożenie pożarowe i przewidywanie ryzyka
- Predykcje i monitorowanie zachowania pożaru WRF-SFIRE
- Zarządzanie pożarami i polityka w zakresie pożarów-przystosowywanie Społeczności do pożarów / badania odporności
- Zmiany klimatu i ryzyko pożarowe
- STEM edukacja pożarowa i działania społeczne
- Ekologia Pożarowa w Zmiennym Środowisku



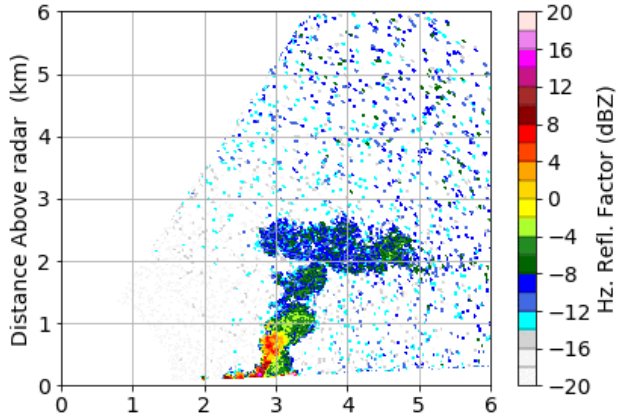


# WIRC's Możliwości Obserwacyjne Jedyny Mobilny Radar Dopplera w zachodnich stanach

- Obserwacje pożarowe z frontu pożarowego.
- Członkowie z certyfikatami pożarowymi FF1
- Zasięg krajowy (jesteśmy zarejestrowani w krajowym systemie zasobów pożarowych)
- Dane dla zespołów zarządzania incydentami pożarowymi



SJSU Radar Dopplera



Camp Fire, 2018

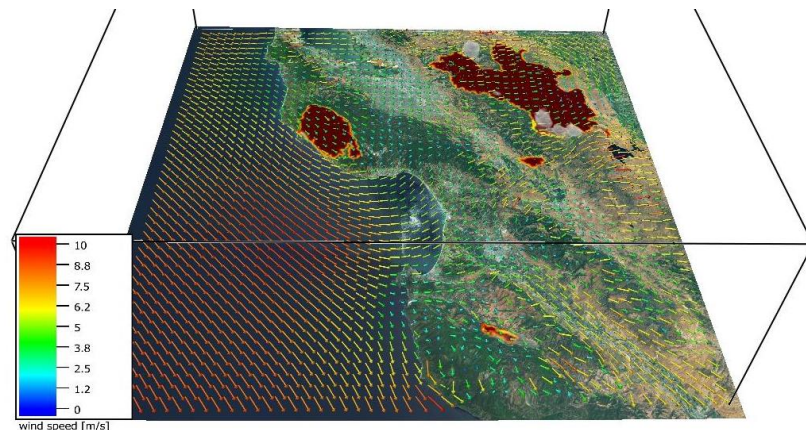


Wykorzystanie w trakcie incydentów

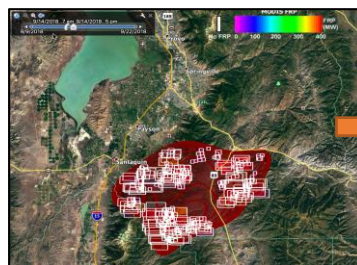


# Modelowanie Atmosferyczno-Pożarowe w WIRC

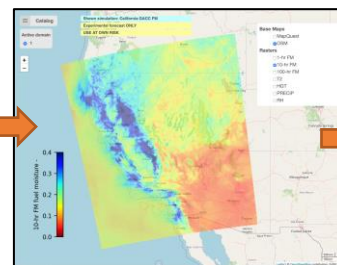
- Grupa modelowania pożarowego w WIRC wykorzystuje najnowocześniejsze sprzężone modele atmosfery pożarowej, aby lepiej zrozumieć zachowanie pożarowe i sposób, w jaki pożary tworzą własną pogodę.
- Nadrzędnym celem grupy modelowania pożarowego w WIRC jest poprawa obecnych możliwości prognozowania pożaru, dymu i pogody poprzez budowę nowych sprzężonych modeli atmosfery pożarowej uwzględniających wpływ pożaru na lokalne warunki pogodowe i jakość powietrza
- Budujemy najnowocześniejsze systemy prognozowania i asymilacji danych wykorzystujące obserwacje naziemne i dane satelitarne, aby zapewnić szacunki wilgotności paliwa, a także wsparcie modelowania pożaru i dymu dla zdarzeń pożarowych i zalecanych wypałów



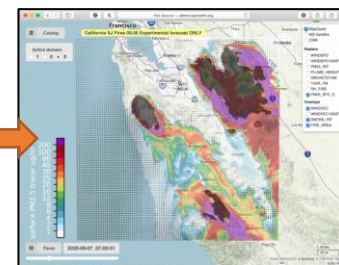
Coupled fire-atmosphere modeling



Satellite fire detections



Fuel moisture estimates



Fire and Smoke Forecasting

# IAB Funded WIRC Projects

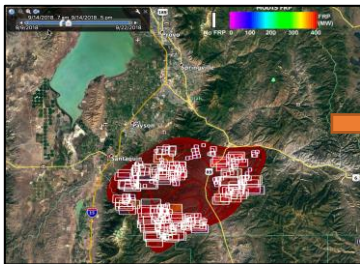


Temat Projektu (2023)	Dyrektor Projektu	Year
Pierwszy Krok w Kierunku Nowej Generacji Modeli Pożarowych	Costes i Kochanski	2023
Szybki Model Rozprzestrzeniania się Ognia Wykorzystujący Sztuczną Inteligencję	Kochanski	2023
Implementacje Transportu Żagwii w WRF-SFIRE	Tohidi i Kochanski	2023
Climatologia Wilgotności Żywego Paliwa w Californii	Farguell Caus i Kochanski	2023
Erupcja Pożarów w Kanionach w Wyniku Interakcji Pożaru z Atmosferą	Clements	2023
Platforma do Eksploracji Danych do Badań Przeciwożarowych	Reed i Kochanski	2023
W kierunku Jednostek i Społeczności Odpornych na Pożar Poprzez Ograniczanie Domowych Stref Zapłonu	Wilkins i Stasiewicz	2023
Promowanie Odporności Społeczności na Pożary na Obszarach Wysokiego Ryzyka: Badanie Możliwości Energetyki i Ubezpieczeń	Stasiewicz	2023

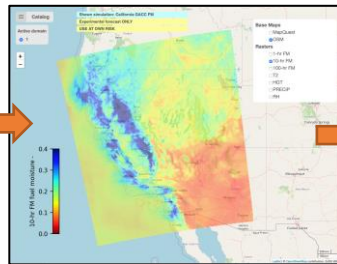
## Przykłady Projektów Produktowych:

1. Prognozowanie pożarowe zintegrowanym modelem atmosferyczno pożarowym WRF-SFIRE i systemem WRFx
2. Wykorzystanie satelitów do budowania modeli pożarowych opartych na sztucznej inteligencji
3. Określanie wilgotność paliwa żywego na bazie sztucznej inteligencji

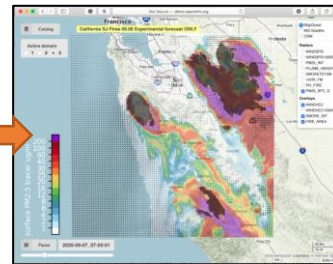
Coupled fire-atmosphere modeling



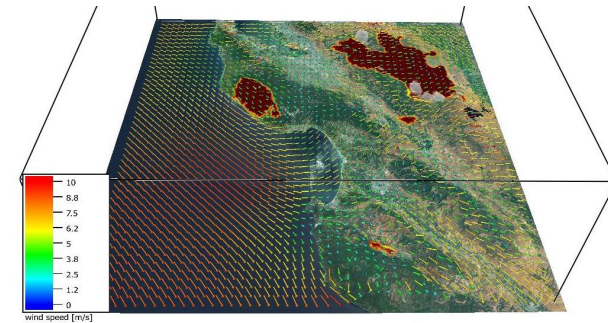
Detekcje Satelitarne



Mapy Wilgotności



Prognozy Pożarów i Dymu



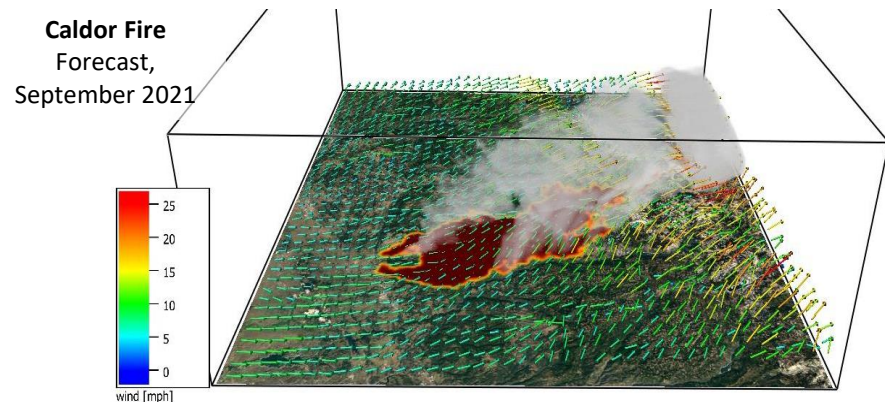
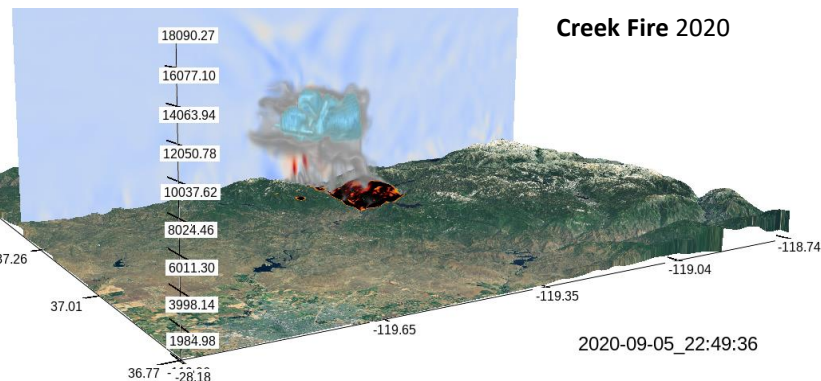
wind speed [m/s]

# Prognozowanie pożarowe zintegrowanym modelem atmosferyczno-pożarowym WRF-SFIRE i systemem WRFx

Prognozowanie operacyjne z WRF-SFIRE and WRFx:

- W trakcie sezonu pożarowego 2022 dostarczone było ponad 100 prognoz z wykorzystaniem WRF-SFIRE
- Prognozy długości 48h generowane dwa razy dziennie dla następujących incydentów:

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| • Mosquito Fire     | • Four Corners Fire: |
| • Cedar Creek Fire: | • McKinney Fire:     |
| • Fairview Fire:    | • SRF Complex Fire:  |
| • Radford Fire:     | • Oak Fire:          |
| • Mountain Fire:    | • Washburn Fire:     |
| • Mill Fire:        | • Marshall Fire:     |
| • Rum Fire:         | • Alisal Fire:       |
| • Route Fire:       | • Windy Fire:        |





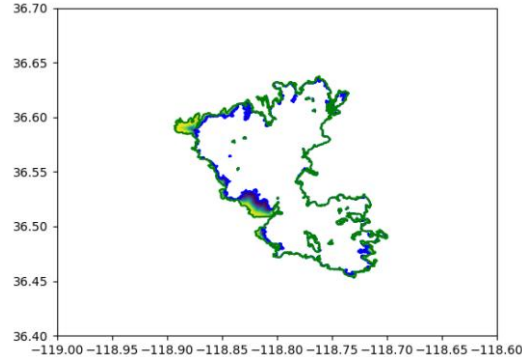
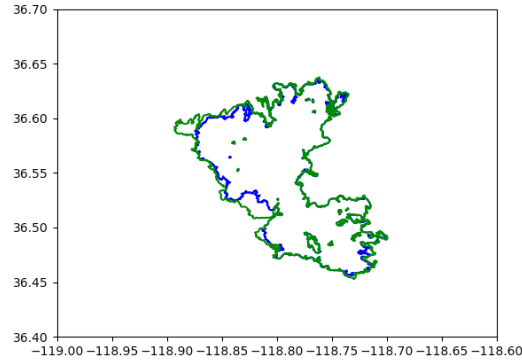
# Prognozowanie pożarowe zintegrowanym modelem atmosferyczno-pożarowym

## WRF-SFIRE i systemem WRFx

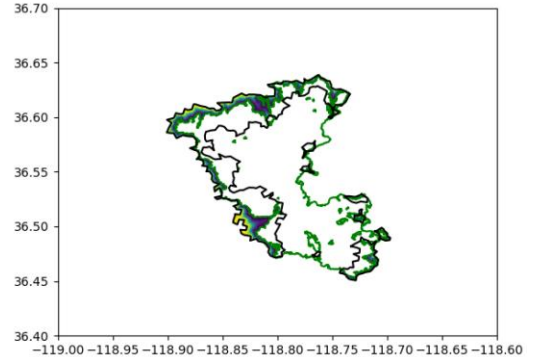
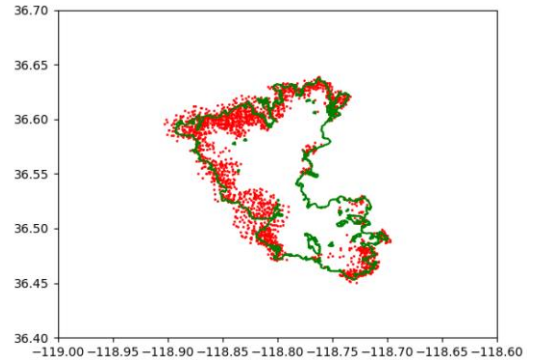
1. Asymilacja danych satelitarnych wykorzystujących uczenie maszynowe (support vector machines – SVM)



2. Asymilacja obszarów pożarowych z samolotów zwiadowczych



3. Metoda hybrydowa wykorzystująca dane samolotowe i satelitarne



# Wykorzystanie satelitów do budowania modeli

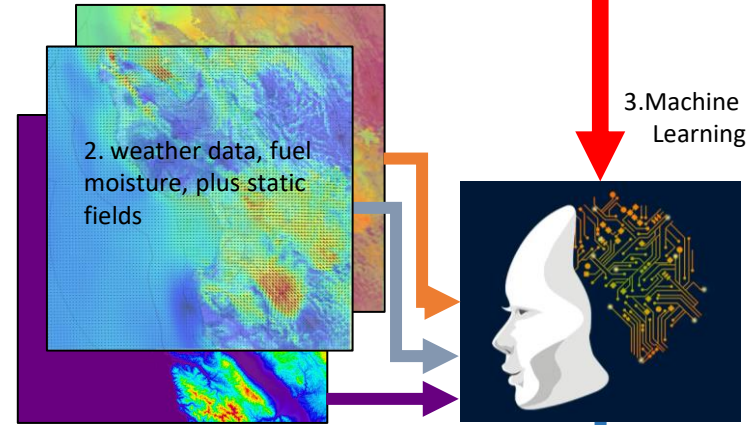
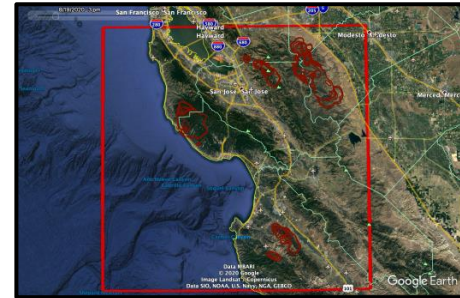
## Cel: pożarowych opartych na sztucznej inteligencji

Ulepszenie operacyjnych predykcji rozprzestrzeniania pożarowego i ryzyka pożarowego, poprzez budowę modelu alternatywnego w stosunku do modelu Rothermela z 1972.

### Podejście:

1. Generacja historii postępu pożaru na podstawie danych satelitarnych i obliczenie lokalnego tempa rozprzestrzeniania się.
2. Szacowanie danych meteorologicznych o wysokiej rozdzielczości przy użyciu sprzężonego modelu atmosferyczno-pożarowego
3. Stworzenie danych wilgotności paliwa oraz danych statycznych (rodzaje paliw, topografia itp.)
4. Trening modelu ML, korzystający z historycznych danych dotyczących progresji pożaru i charakterystyki środowiska pożarowego (wiatrów, topografii, wilgotności paliwa itp.)
5. Ocena znaczenie parametrów wejściowych i wyprowadzenie funkcjonalnej zależności między predyktorami a szybkością rozprzestrzeniania
6. Implementacja modelu

### 1. Historical fire progression



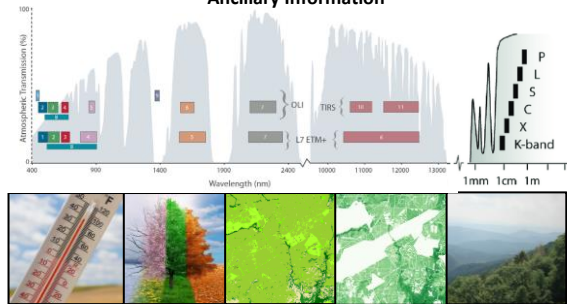
### ML-based Fire Spread Model



# Wilgotność paliwa żywego na bazie sztucznej inteligencji

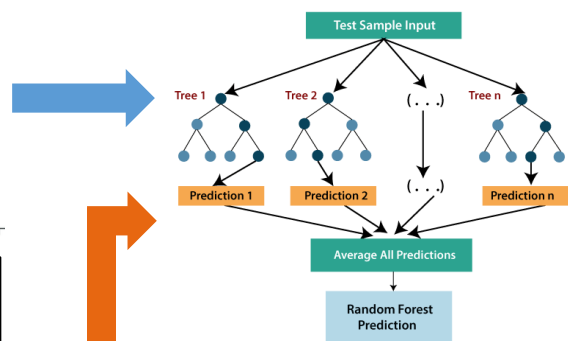
## Dane Satelitarne

Landsat 8 Surface Reflectance and Temperature  
 Sentinel-1 SAR backscattering  
 Weather data  
 Ancillary information



## Uczenie Maszynowe

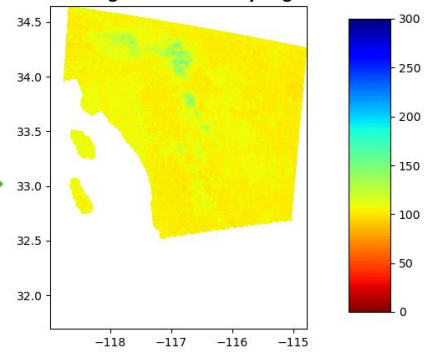
Losowy Las Decyzyjny



Obserwacje Wilgotności Żywego Materiału Palnego

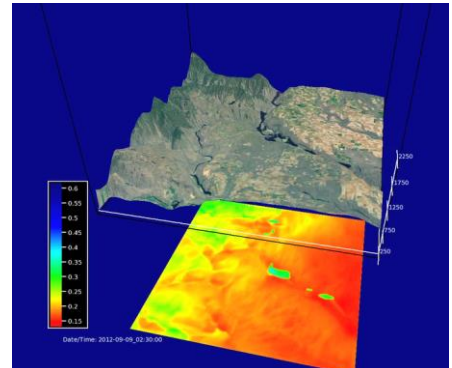
## Predykcja

Wilgotność Paliwa Żywego

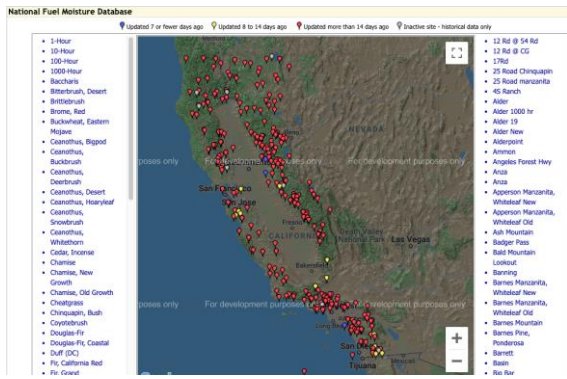


Aplikacja

Modelowanie pożarowe i ocena ryzyka



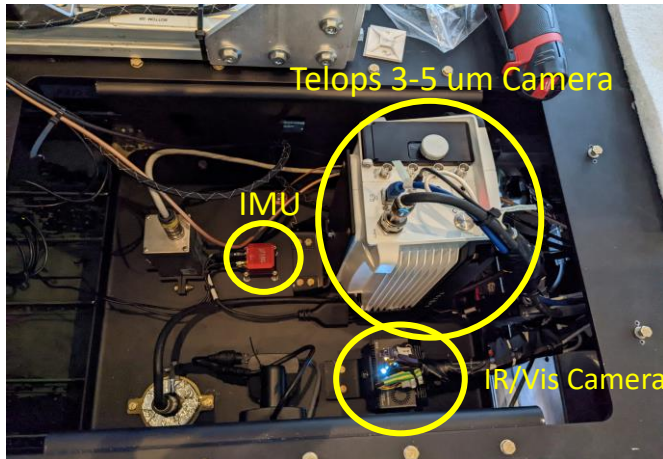
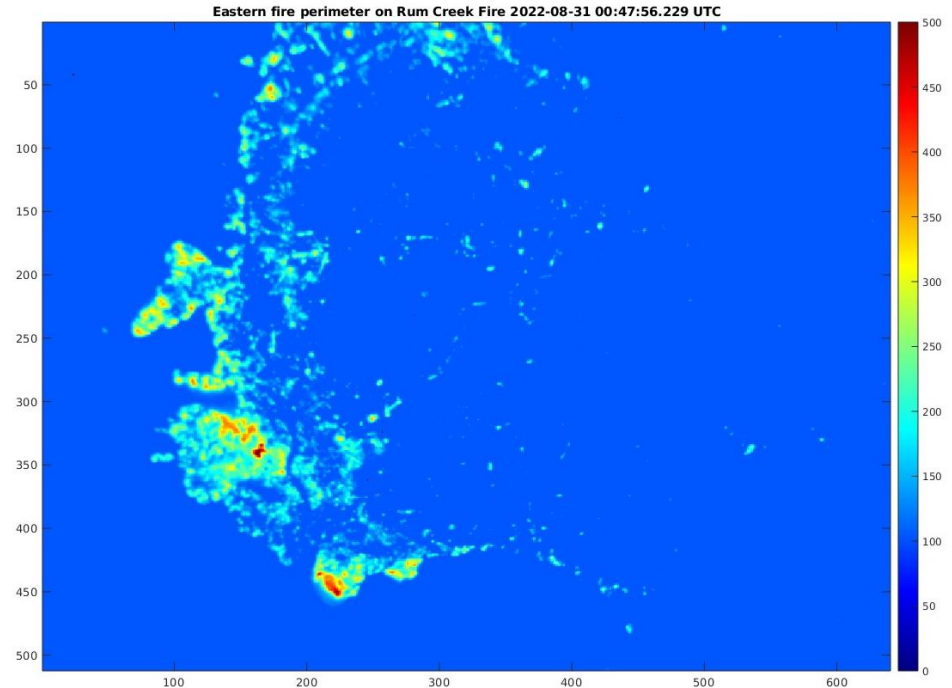
Wykorzystując współczynnik odbicia powierzchni z Landsat-8, rozpraszanie wsteczne z SAR Sentinel-1 a także dane pogodowe i pomocnicze trenujemy losowy las decyzyjny (Random Forest)





# SJSU System Obrazowania Pożarowego (SWIS)

- System do monitorowanie pożarów w czasie rzeczywistym oferuje wysoką rozdzielczość oraz oprogramowanie do szacowania parametrów pożarowych
- Nie podlega wysyceniu i dostarcza dane temperaturowe z frontu pożarowego.



# Kalifornijski Eksperyment w Kanionie

24 October 2022

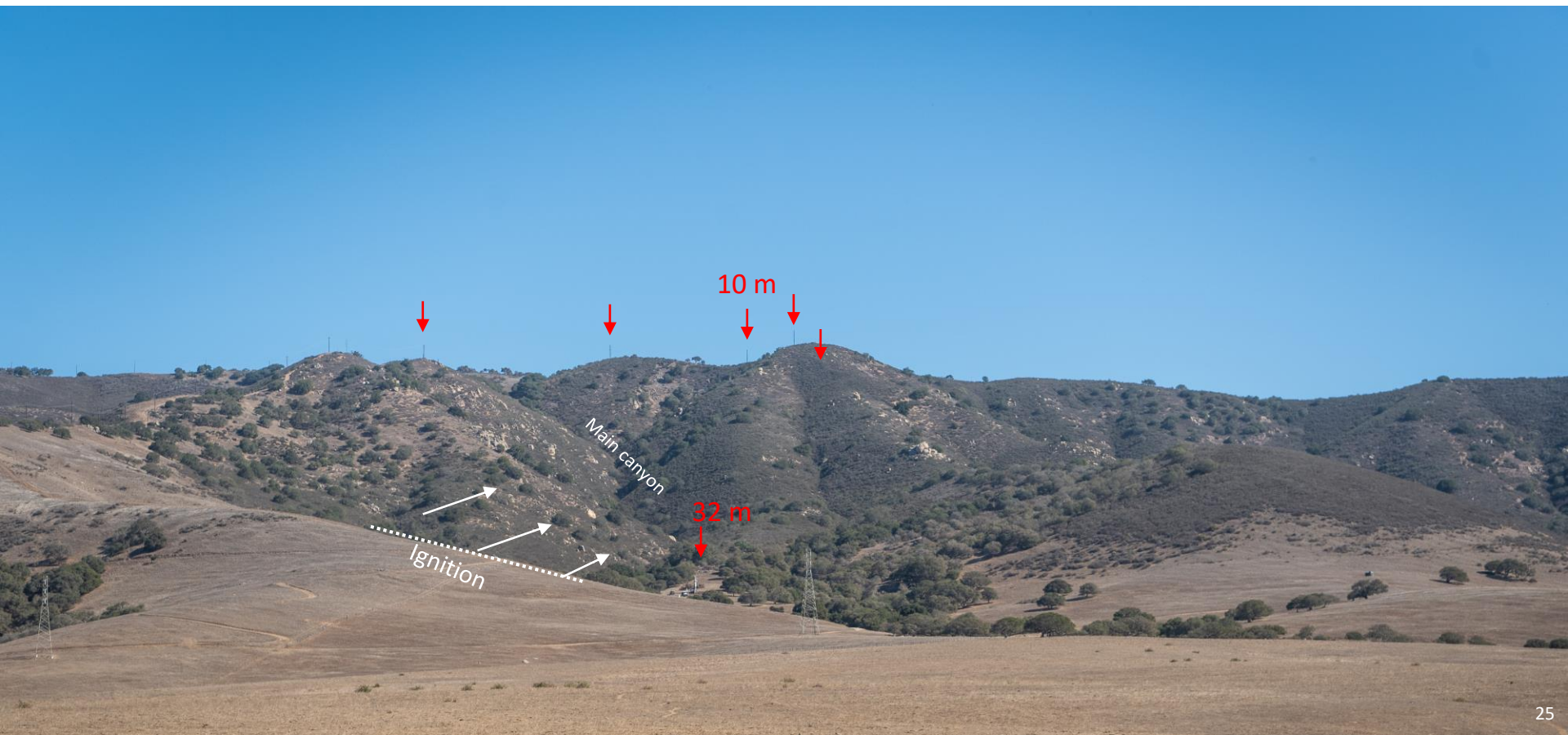


24





# Kalifornijski Eksperyment w Kanionie

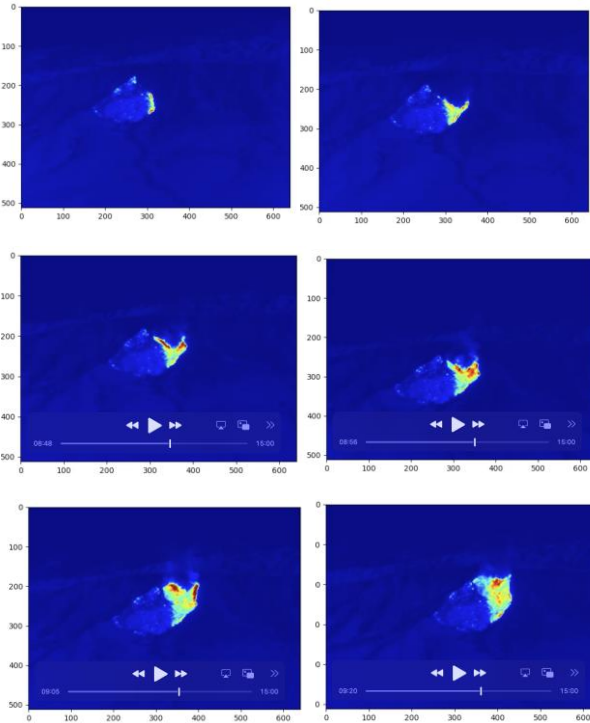


# Kalifornijski Eksperyment w Kanionie



# Erupcja Pożaru w Kanionie

A first—observations of complete fire eruption;  
helicopter and UAV IR observations





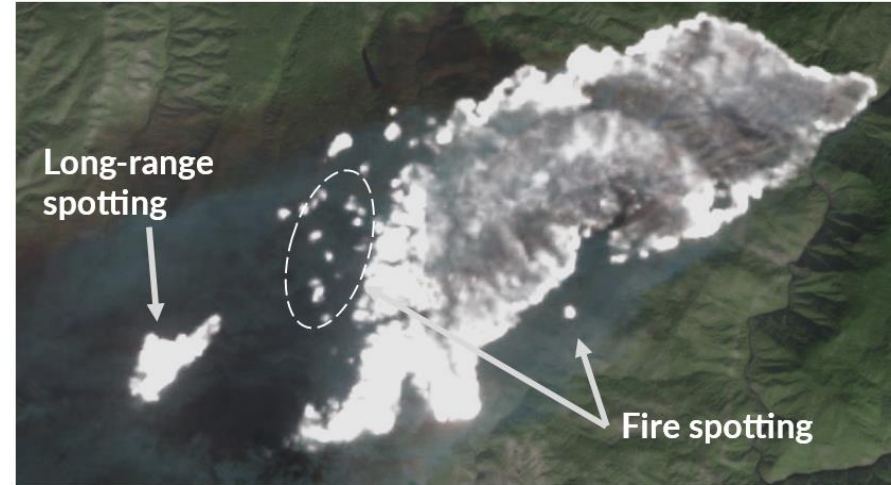
# Zachowania pożarów wielko-obszarowych

Wildfire smoke plume



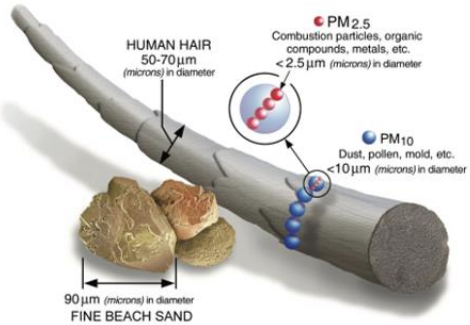
Shark Creek fire in New South Wales, Australia (2019); image source: *Orbital Horizon/Copernicus Sentinel Data/Gallo Images/Getty Images*, available via <https://www.vox.com/2020/1/3/21048700/australiafires-2019-map-satellite-smoke-pollution>

Firebrand showers



Camp fire 2018, California, USA; image credit: Generated using the combination of OLI sensor on the Landsat 8 satellite, its visible bands, and the thermal infrared sensor.

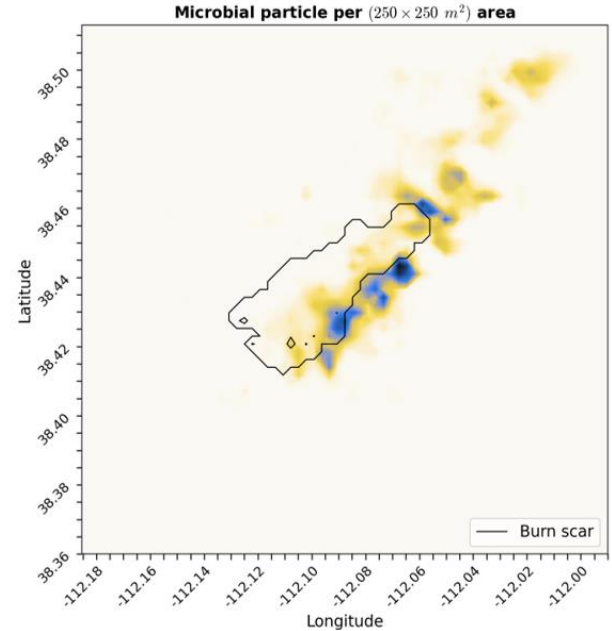
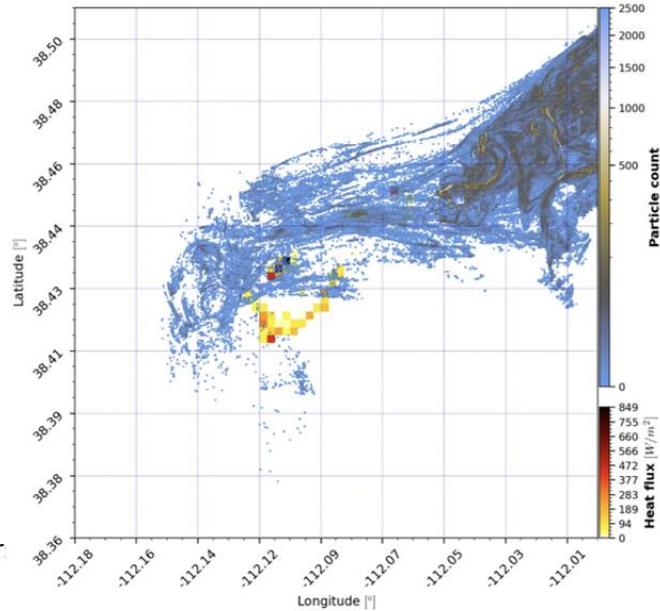
# Transport aerozoli, żagwi i rozprzestrzenianie pożarów



Schematic comparison between the size of particulate matter PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> with human hair; source: <https://www.epa.gov/pmpollution/>

$$m_p \frac{dv}{dt} = \mathbf{F}^{(DR)} + \mathbf{F}^{(ext)} + \mathbf{F}^{(B)}$$

- Force balance regime based on the diffusive and momentum Knudsen number
- Accounts for particle inertia, turbulent diffusion, field forces such as gravity, and Brownian (molecular) motion
- Particle range 95% between 1- 10 μm and 5% between 10- 50 μm
- Density range is 1200 - 1600 kg/m<sup>3</sup>



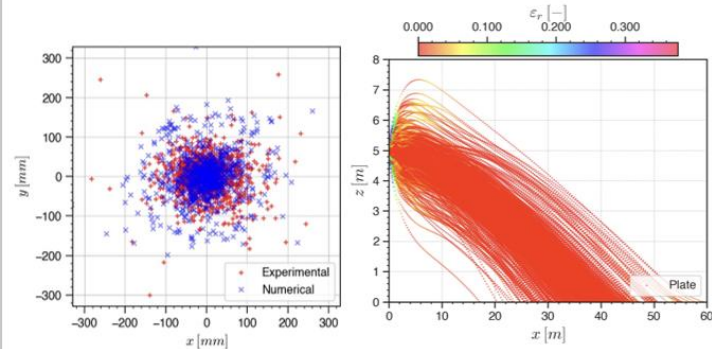
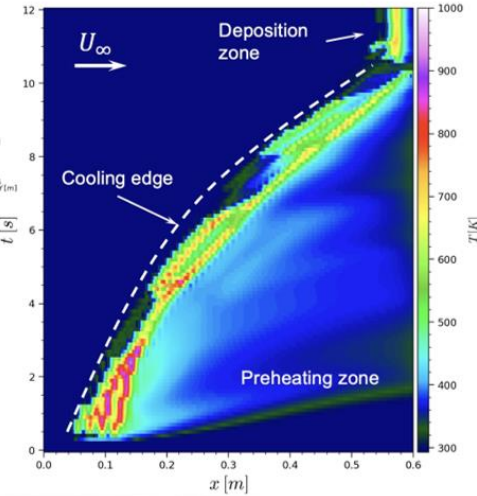
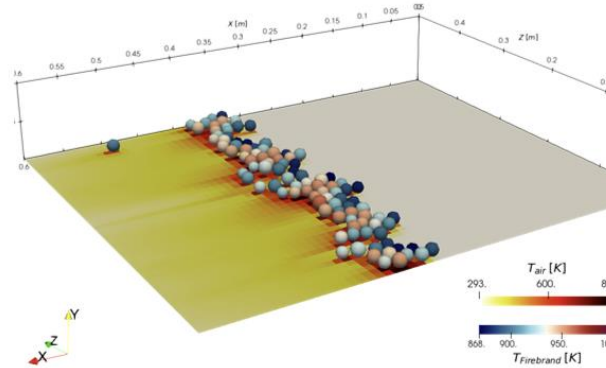
Simulation of Manning Creek Burn: (left) aerosolized particles in the boundary layer and (right) number of deposited particles on the ground



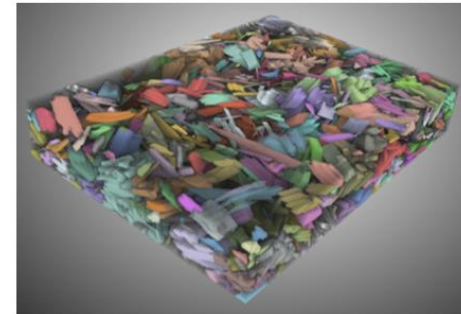
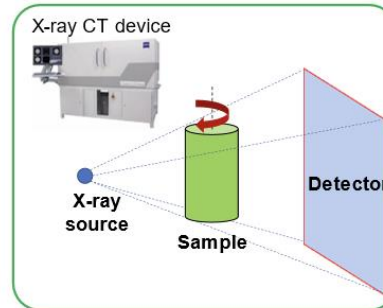
# Modelowanie wpływu żagwi na dynamikę pożarów



Schematic of the three main phases of the firebrand shower, i.e. (1) firebrand generation, (2) firebrand transport and (3) thermal exposure and spot fire ignition.



Comparison of the landing distributions estimated by the firebrand transport module with the experimental data from Tohidi & Kaye (2017).





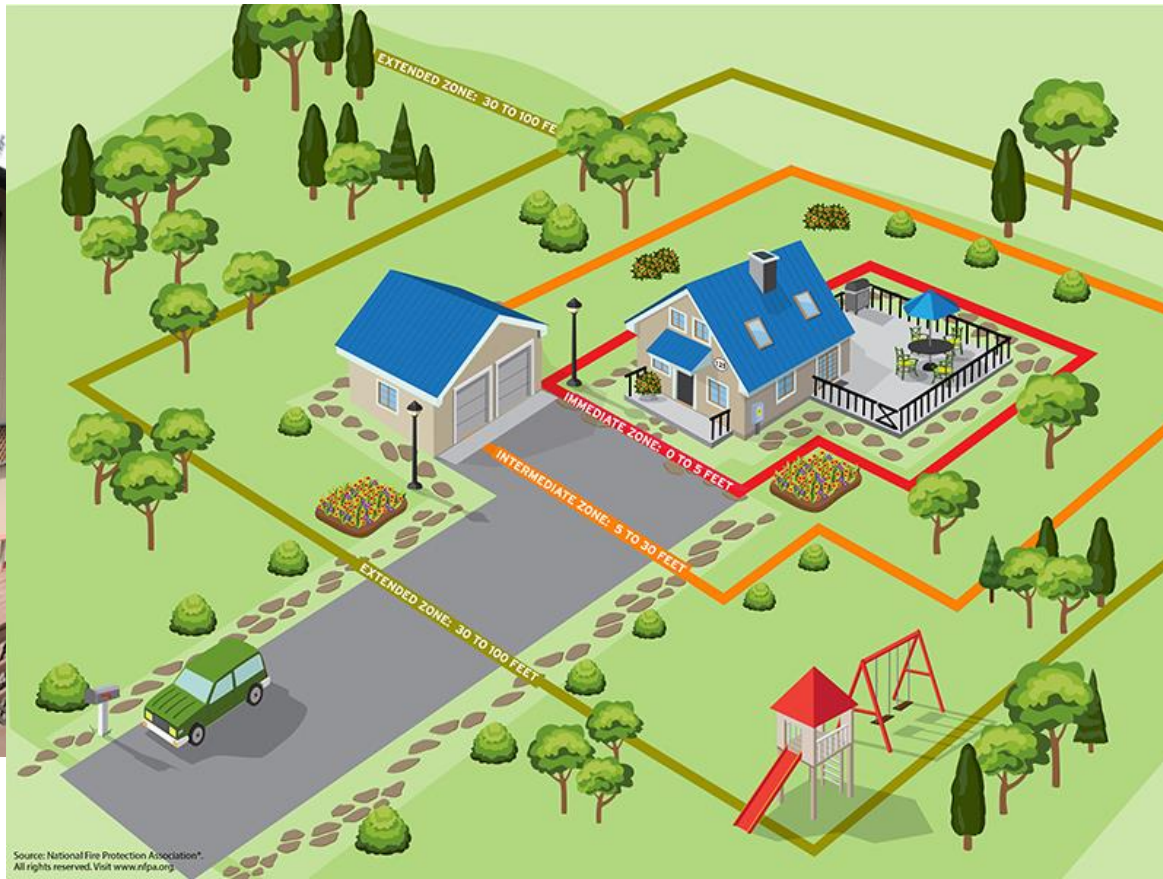
Metody  
Kontroli  
Materiału  
Palnego





# Redukcja Domowych Stref Zapłonu

Oceny terenu, wywiady, teledetekcja\* lub GoogleStreet Car\*



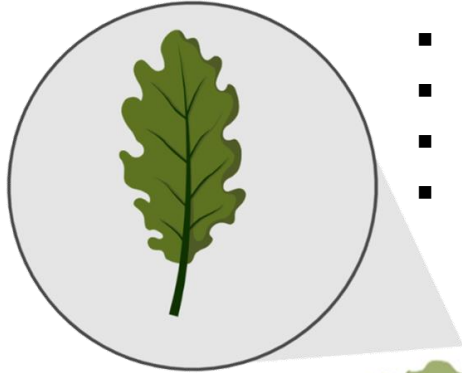
Source: National Fire Protection Association\*  
All rights reserved. Visit [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)

jako  
wo przez IBHS

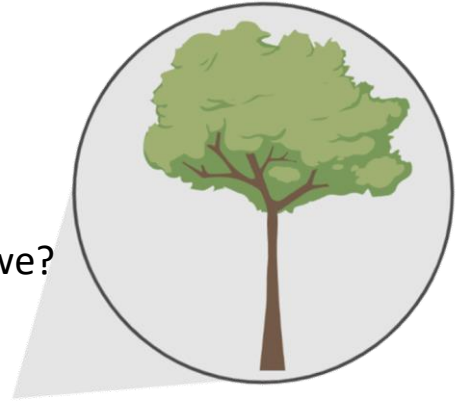


# Redukcja Domowych Stref Zapłonu

Wilgotność paliwa w stanie żywym\*, akumulacja paliwa martwego\*,  
charakterystyka spalania



- jaka roślinność przydomowa?
- gdzie?
- jak trudna w utrzymaniu?
- jak odpowiadająca na podwyższone ryzyko pożarowe?



# Amanda Stasiewicz: Polityka i zarządzanie pożarami

## Planowanie ewakuacyjne

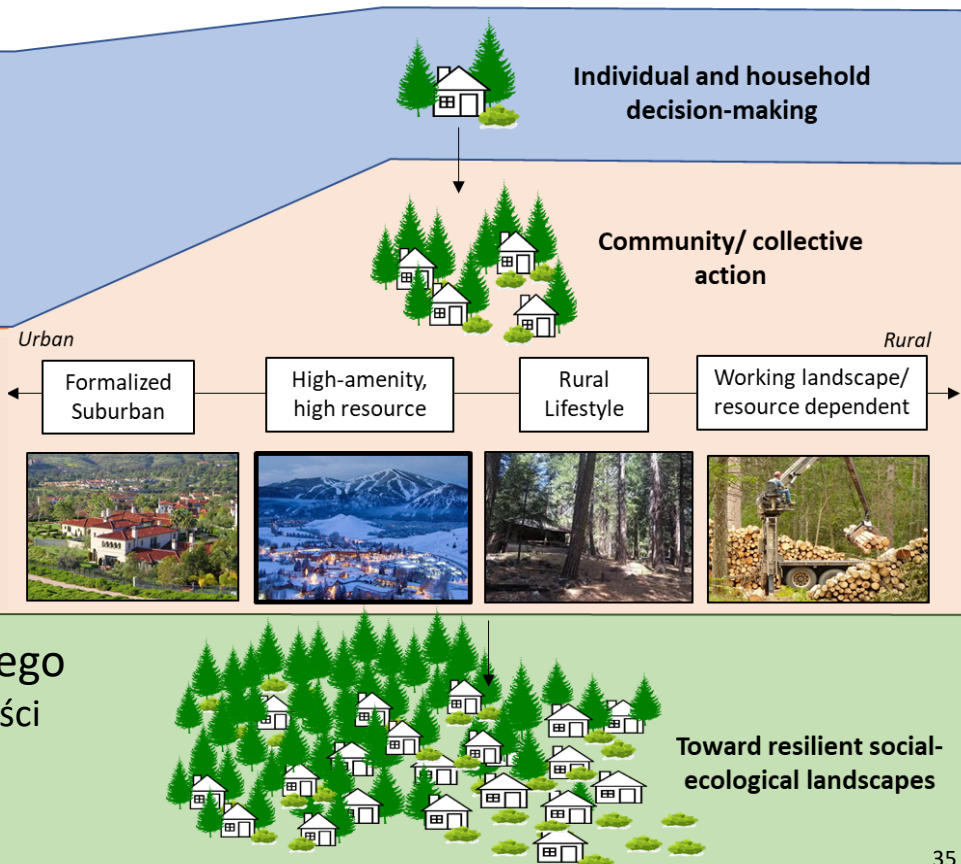
- Intencje mieszkańców
- Wpływ mieszkańców na akcje gaśnicze
- Pogoda pożarowa i komunikacja niebezpieczeństw

## Wspieranie społeczności zaadoptowanych

- Tworzenie programów dla specyficznych społeczności
- Innowacyjność legislacyjna i współpraca

## Kooperacja w trakcie przygotowania pożarowego

- Tworzenie programów dla specyficznych społeczności
- Kooperacja w trakcie operacji gaśniczych
- Redukcja akumulacji materiału palnego





# Członkowie WIRC - Partnerzy Biznesowi i Branżowi (Przemysłowa Rada Doradcza)







# Dziękuję za uwagę!

