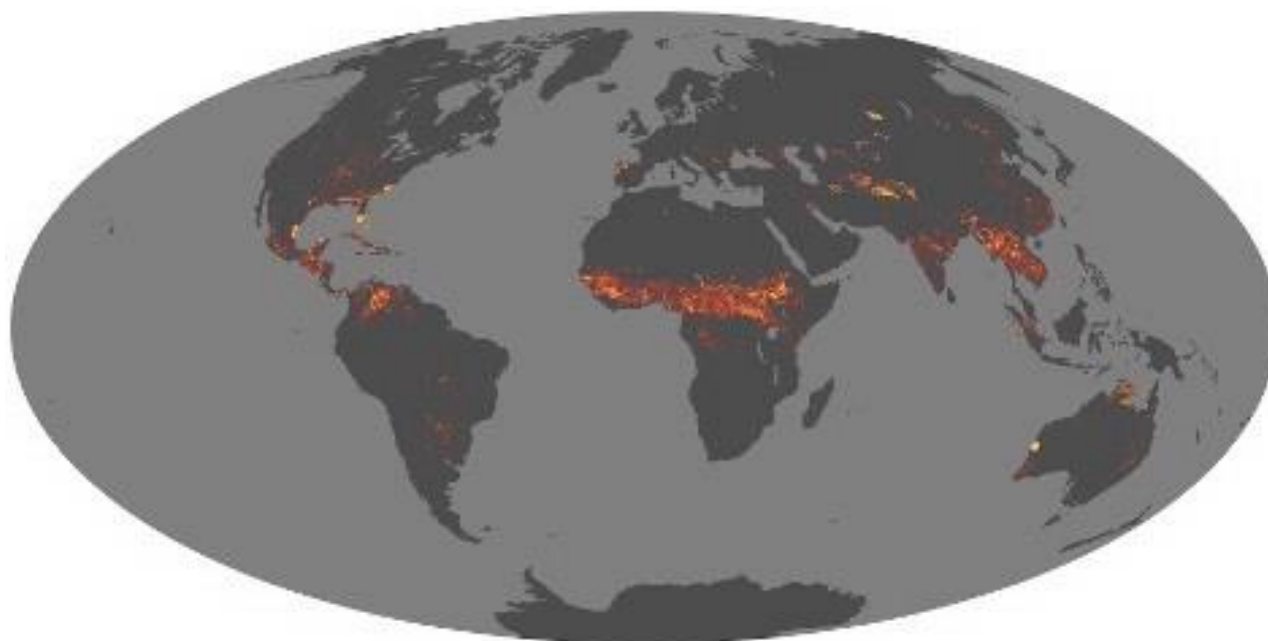


Matematicko-počítačové modelovanie šírenia lesných požiarov

Martin Ambroz

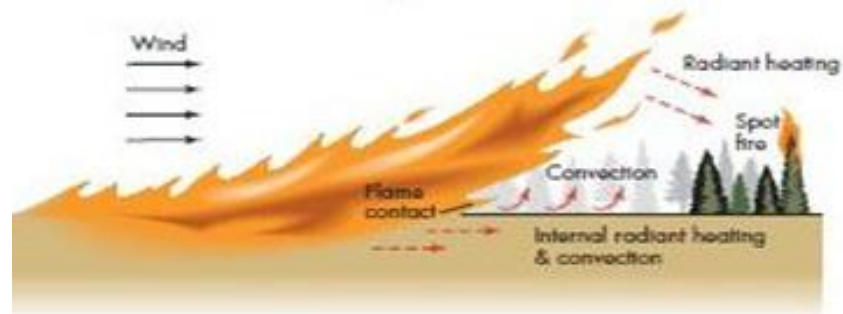
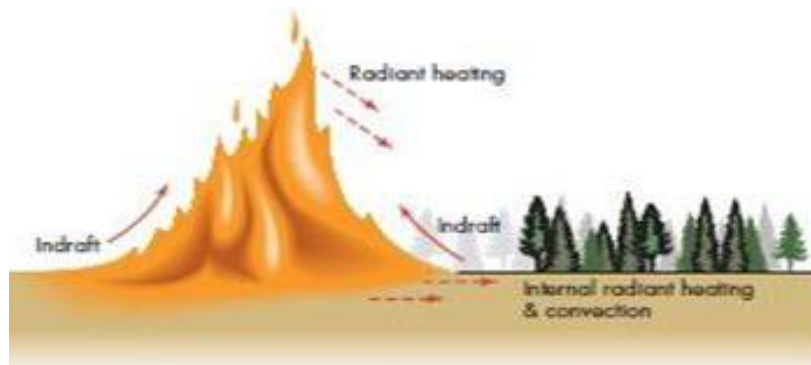
Lesné požiare 2000 - 2017



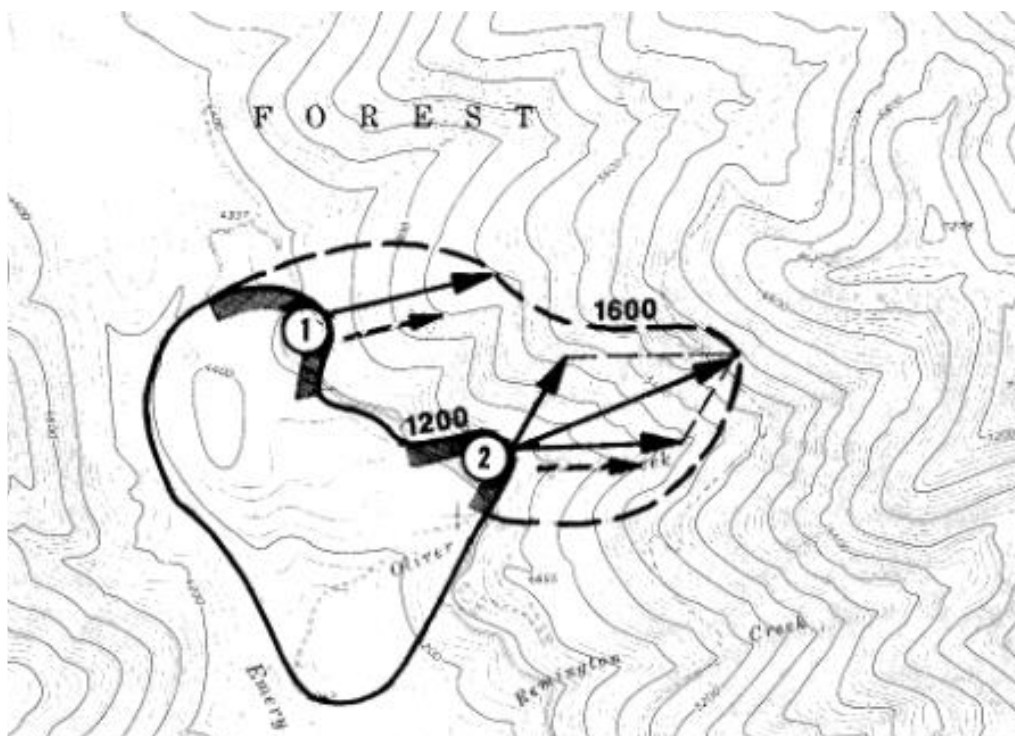
Hranica požiaru



Čo vplýva na ďalšie šírenie?



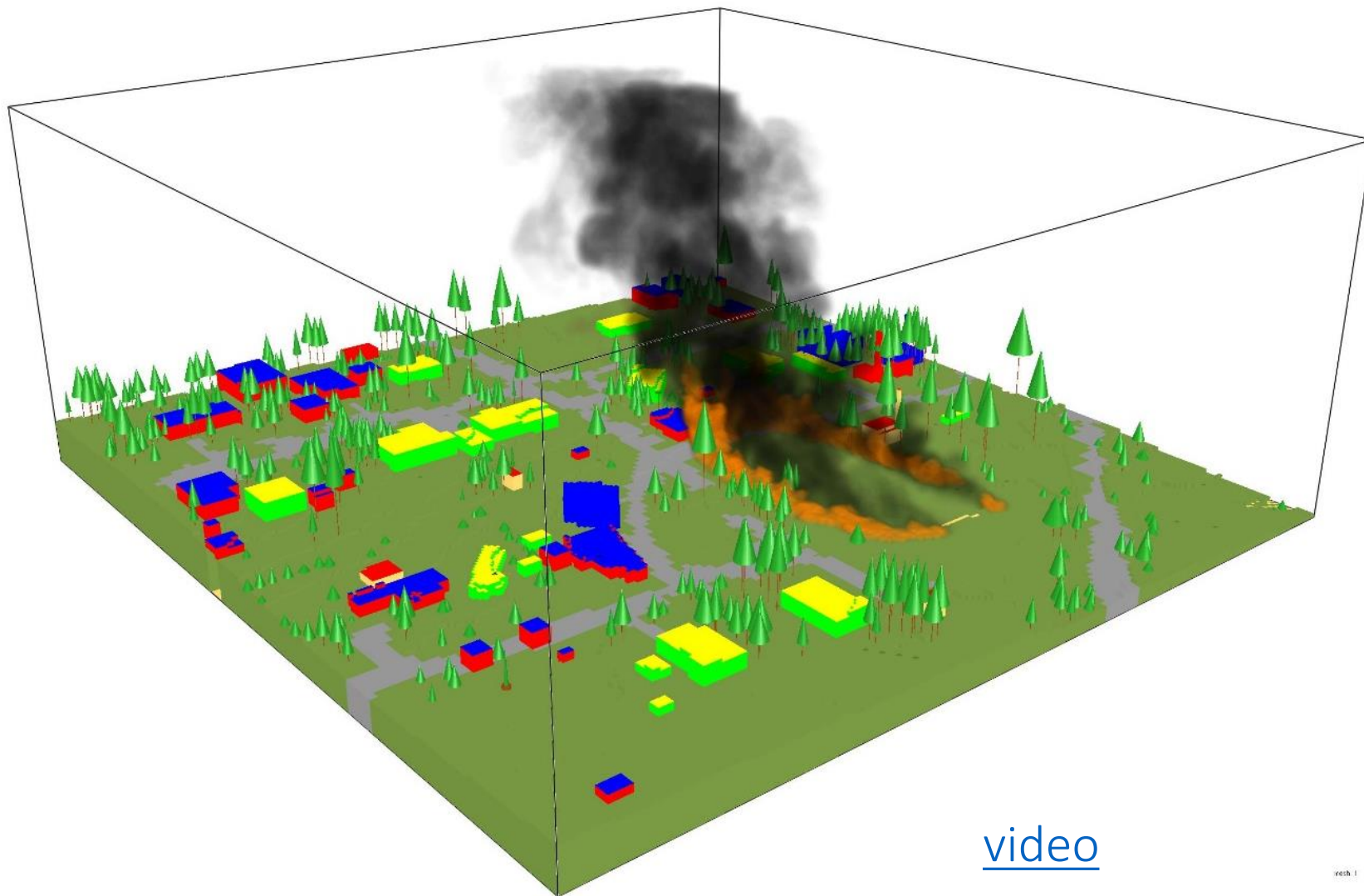
Ako sa dá predpovedať šírenie?



Ako sa dá predpovedať šírenie?

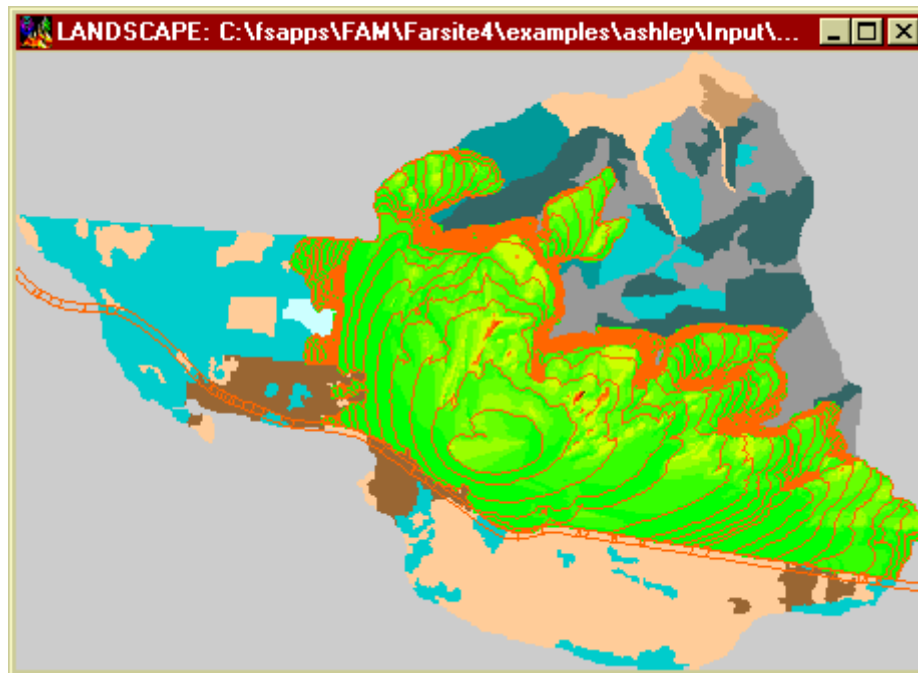
- V súčasnosti simuláciami
 - rôzne modely
 - fyzikálne – na základe fyzikálnych princípov
 - empirické – na základe odpozorovaných vlastností požiaru
 - na oboch modeloch je založených množstvo softvérov

Fyzikálny model

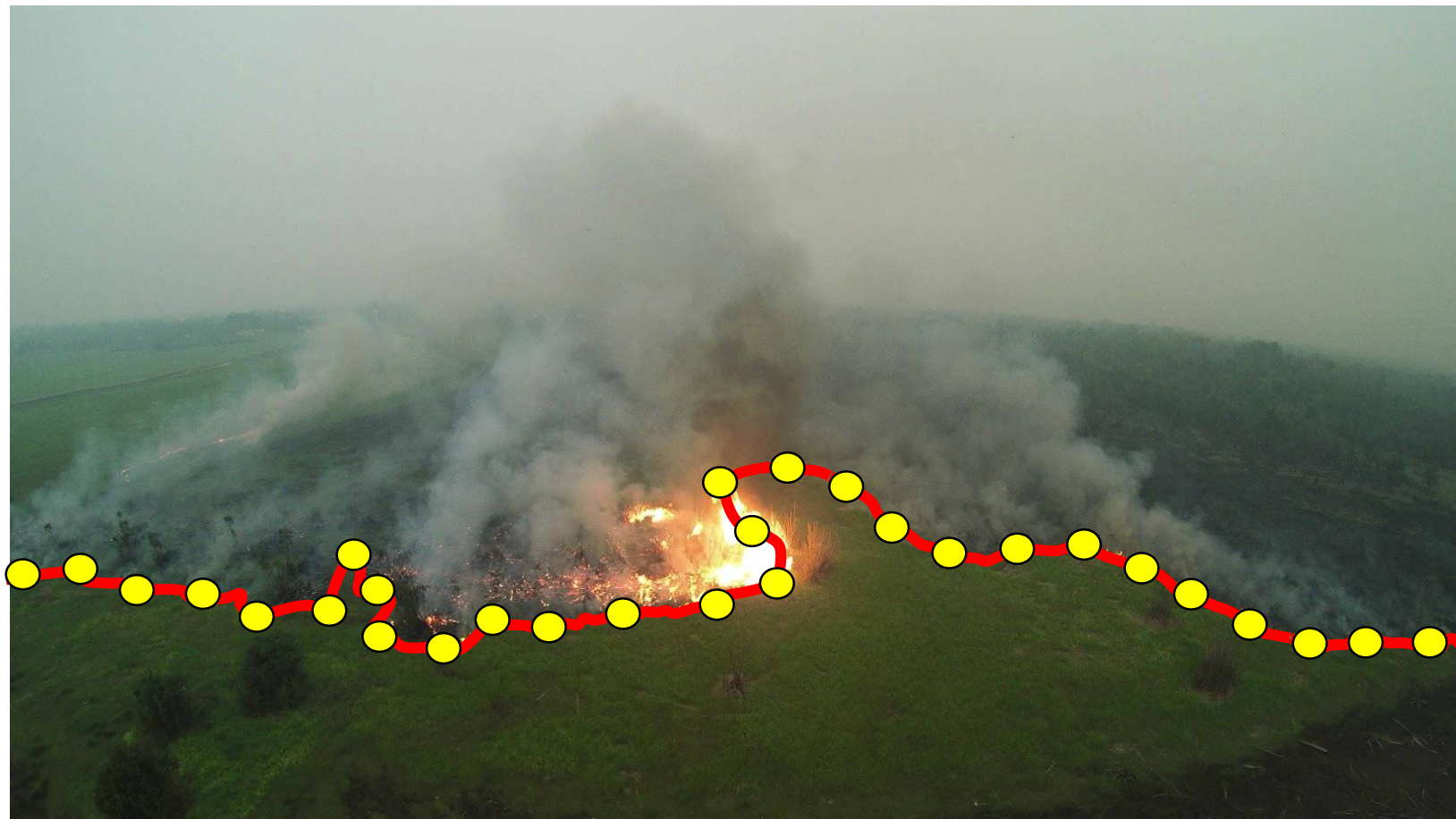


[video](#)

Empirický model

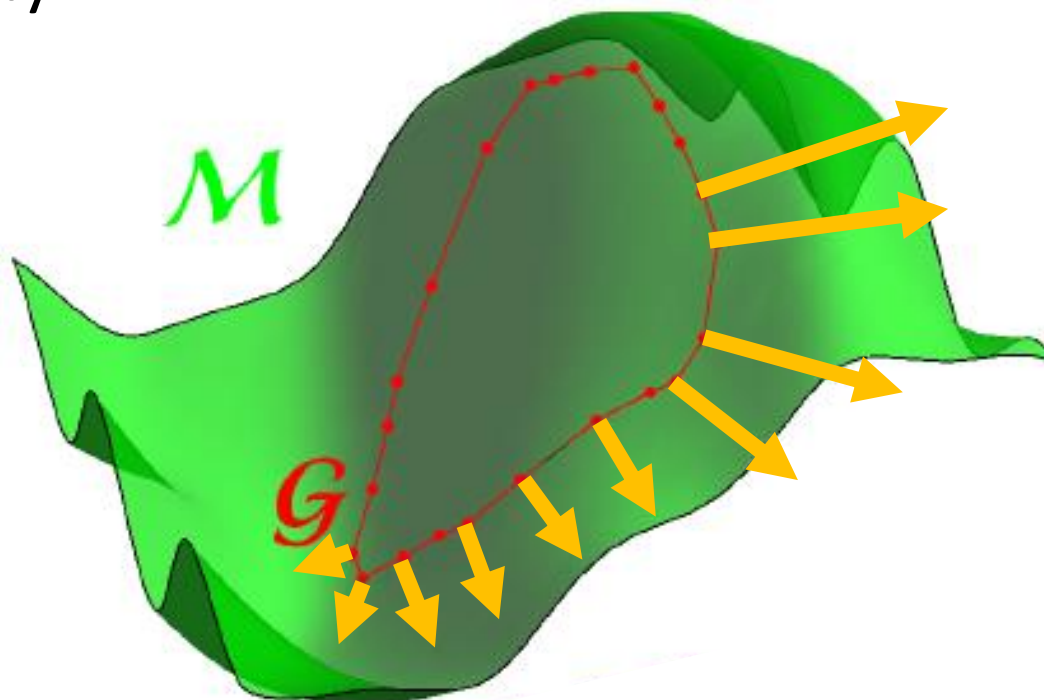


Matematická reprezentácia

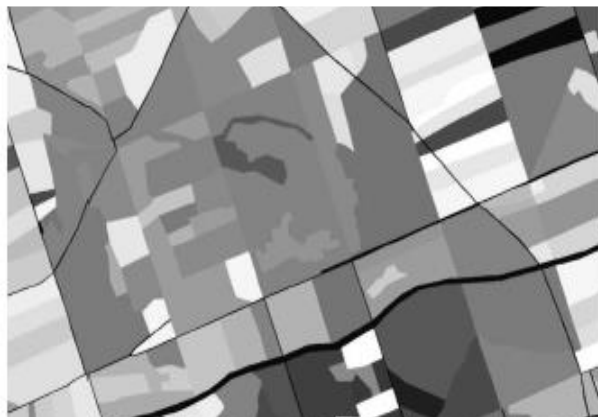


Predpovedanie ďalšieho šírenia

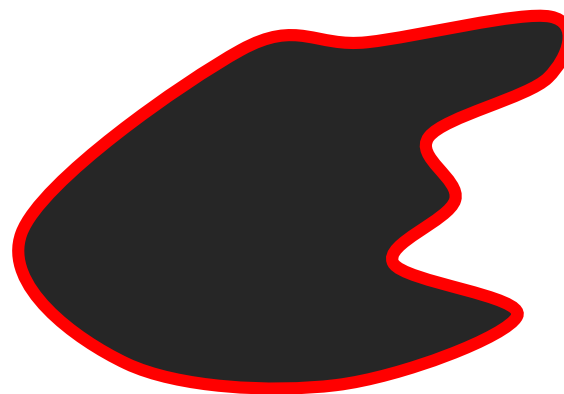
- pomocou tzv. matematického modelu určujeme rýchlosť šírenia pre každý bod krivky \mathcal{G} v smere normály



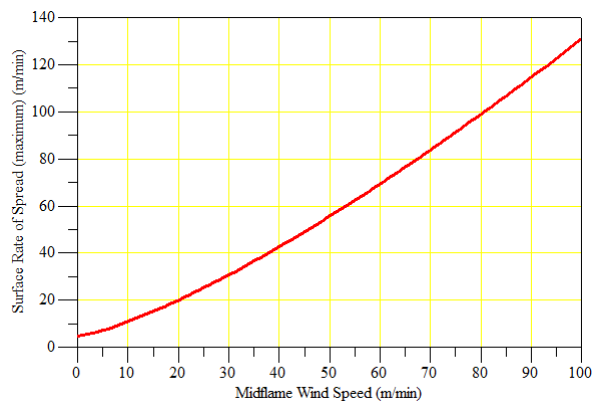
Matematický model



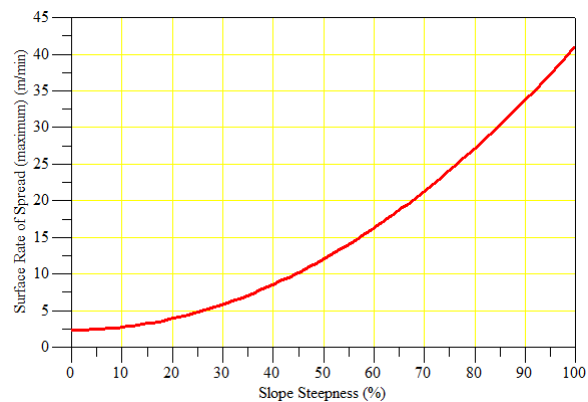
horľavosť paliva



tvar hranice požiaru



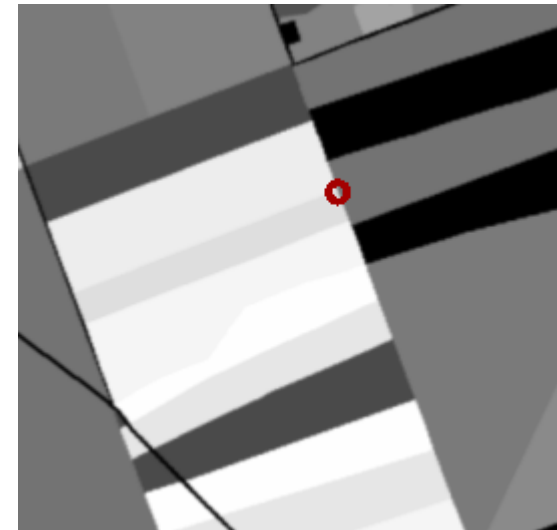
sklon terénu



vietor

Horľavosť paliva

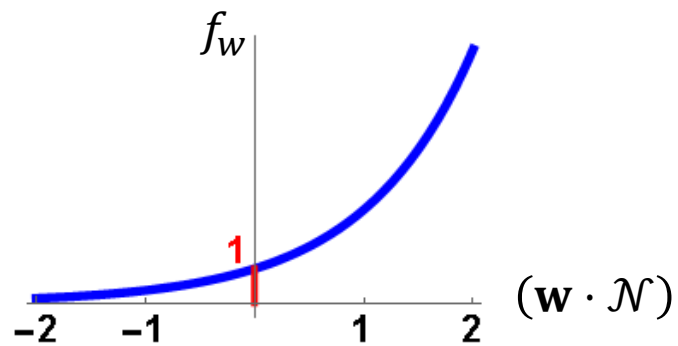
- Rýchlosť šírenia požiaru je rôzna v dôsledku nerovnomerného rozloženia paliva
- Mapa horľavosti
 - čiernobiely obrázok
 - Vytvorená kombináciou
 - veku
 - druhu
 - hustoty
 - ďalšie dostupné údaje



Vietor

- Exponenciálna funkcia

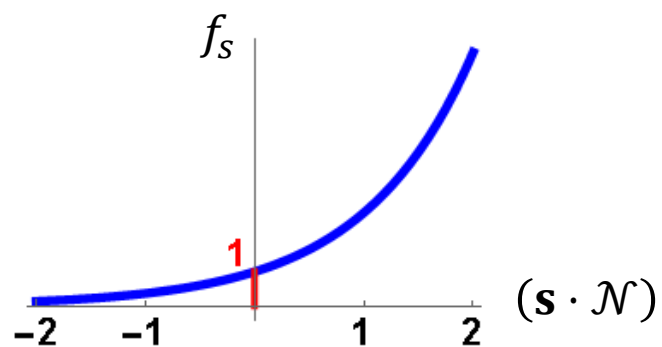
$$f_w = e^{\lambda_w(\mathbf{w} \cdot \mathcal{N})}$$



Sklon terénu

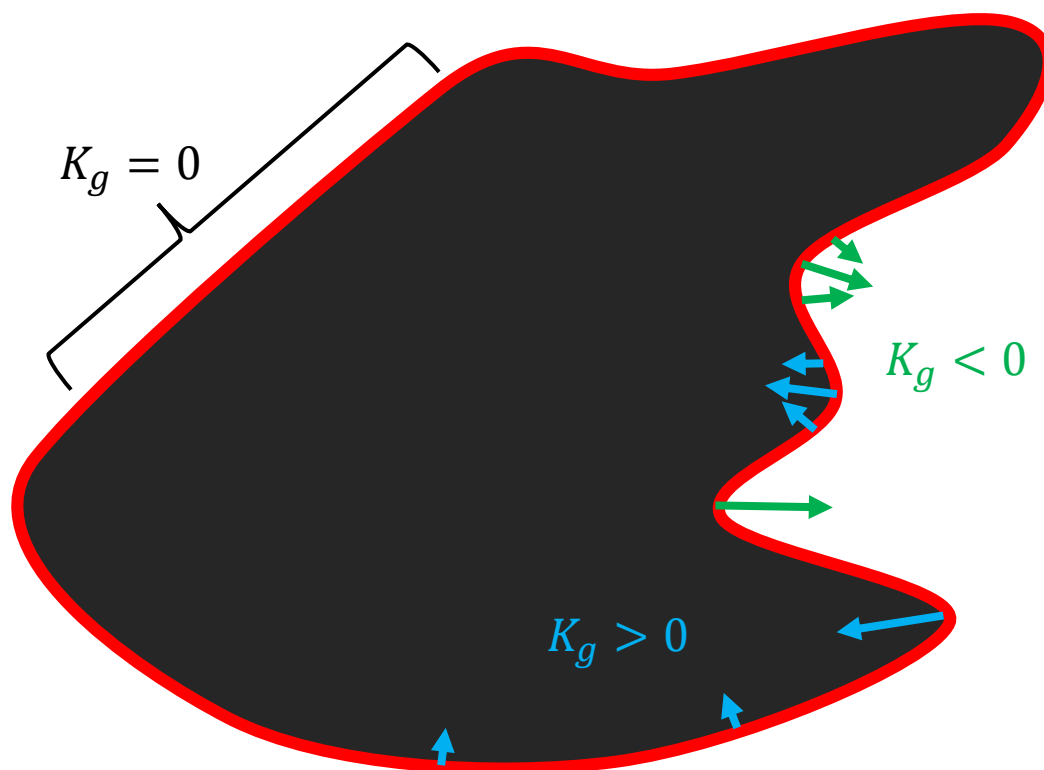
- Exponenciálna funkcia

$$f_s = e^{\lambda_s(\mathbf{s} \cdot \mathcal{N})}$$



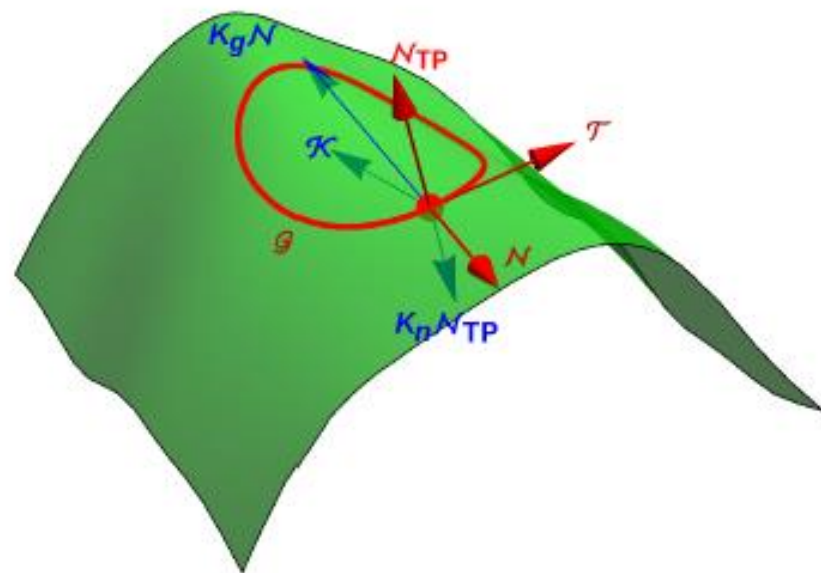
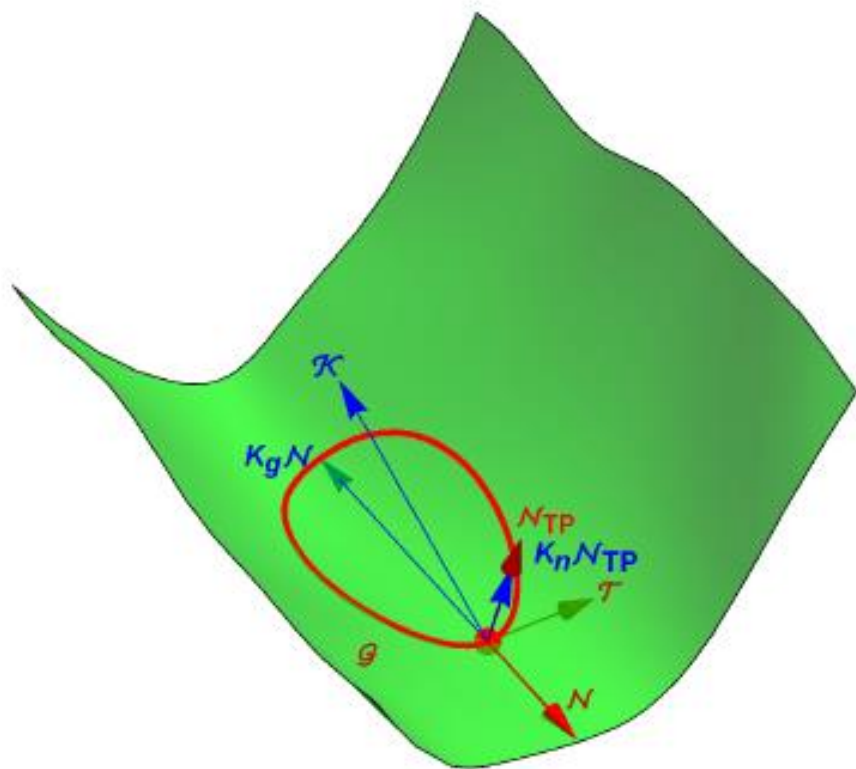
Vplyv tvaru hranice požiaru

$$\mathcal{V} = \mathcal{F}(1 - \delta_g K_g + \delta_n K_n)$$



Vplyv tvaru hranice požiaru

$$\mathcal{V} = \mathcal{F}(1 - \delta_g K_g + \delta_n K_n)$$

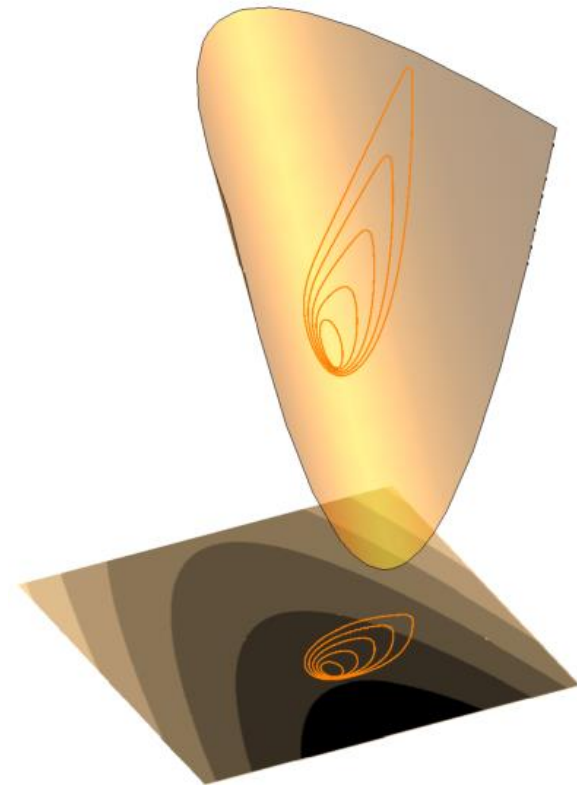


Numerické experimenty

1. Demonštrácia vplyvu parametrov
2. Rekonštrukcia požiaru
3. Veľkorozmerová simulácia

Demonštrácia vplyvu parametrov

- Povrch v tvare kaňonu daný funkciou
 - $\varphi(x, y) = 0.1x^2 + y$
- Vývoj riadený
 - sklonom povrchu
 - rôznym vetrom



Rekonštrukcia požiaru (cvičenie HaZZ)



Priebeh požiaru nahrávaný kvadkoptérou



Fotogrametricky upravené snímky a manuálna segmentácia hranice požiaru

Veľkorozmerová simulácia

- Heterogénne palivo → rôzne rýchlosti šírenia [4]
 - Čierna 0 m min⁻¹ (cesty, rieky..)
 - Tmavo šedá 0.46 m min⁻¹ (listnatý les)
 - Svetlo šedá 0.76 m min⁻¹ (zmiešaný les)
 - Biela 1 m min⁻¹ (ihličnatý les)
- Členitý horský terén (Staré hory)
- Konštantný severozápadný vietor
- Topologické zmeny (spájanie a delenie požiarov)

[4] S. J. Prichard, D. V. Sandberg, R. D. Ottmar, et. al. , Fuel Characteristic Classification System version 3.0: technical documentation, Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-887. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2013, 79 pp.

Ďakujem za pozornosť