

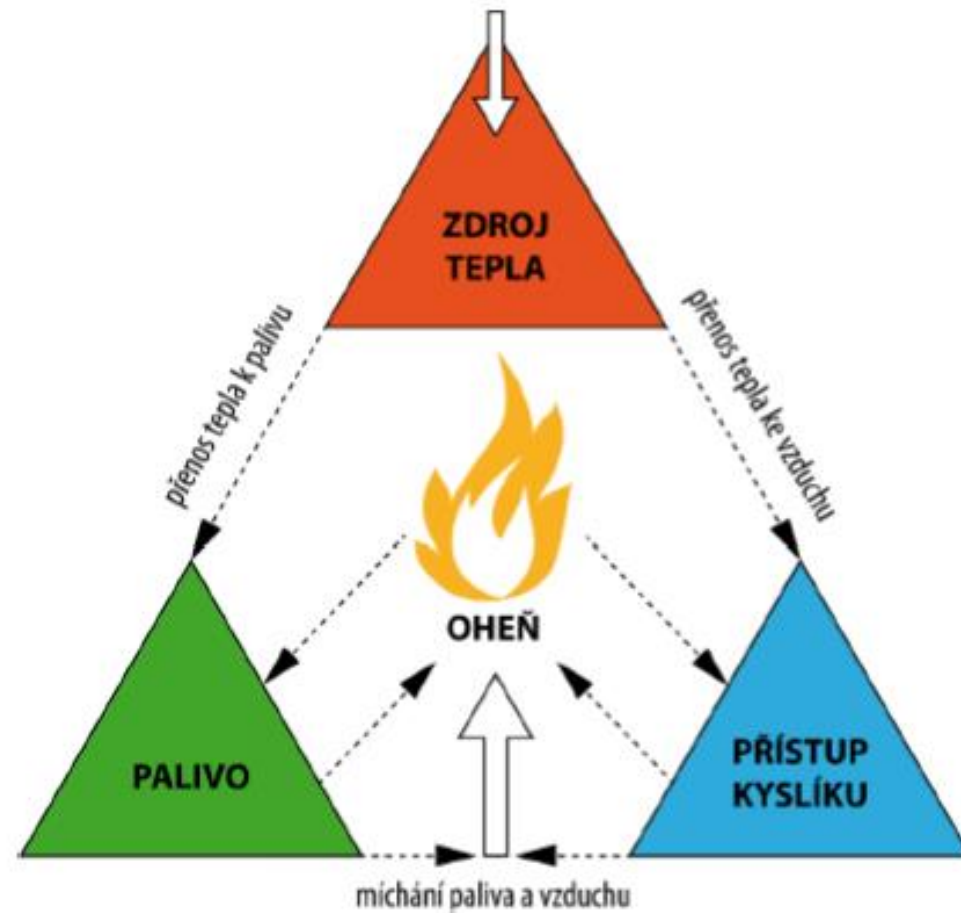
Problematika lesních požárů na kalamitních plochách

Roman Berčák



Co je vlastně hoření?

- **Interakce tří prvků**, které souhrnně nazýváme trojúhelníkem hoření
 - **Palivo** (materiál, který hoří)
 - **Oxidační činidlo** (vzduch)
 - **Zdroj tepla** (nejčastěji člověk – zápalka, nedopalek, ohniště, jiskra od vlaku...)



Obr. 23 - Trojúhelník hoření

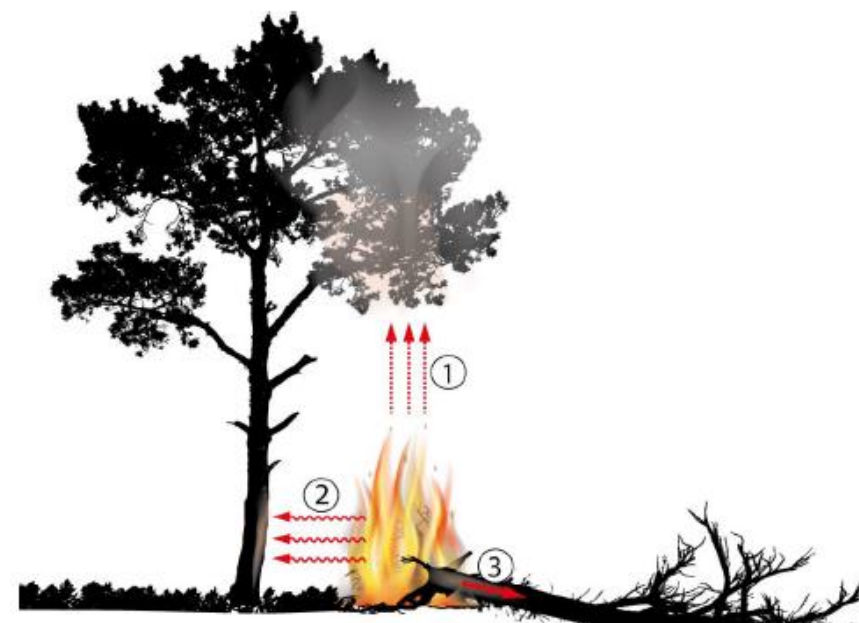
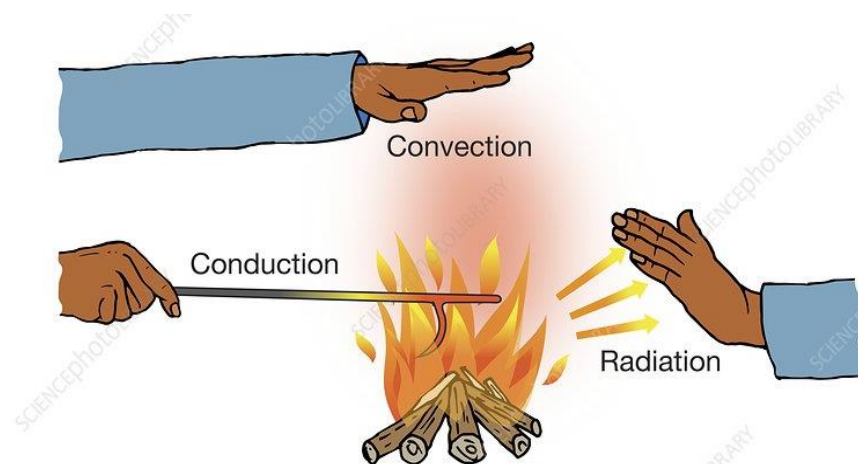
Pokud jeden z prvků chybí, hoření nemůže vzniknout

Jakým způsobem se oheň šíří?

- Šíření ohně je se odvíjí od **intezity přenosu tepelné energie** a s tím související rychlosti předehřívání okolního prostoru kolem místa hoření (tzv. pásmo přípravy hoření)

- Typy přenosu tepla

- Radiace
- Kondukce
- Konvekce



Obr. 22 - Přenos tepla
1 - konvekce, 2 - radiace, 3 - kondukce

Jakým způsobem se oheň šíří?

- Čím více tepelné energie daný požár produkuje, tím rychleji se předehtívá okolní prostor (**úbytek vlhkosti v palivu v tzv. prostoru přípravy hoření**) a tím rychleji se požár šíří

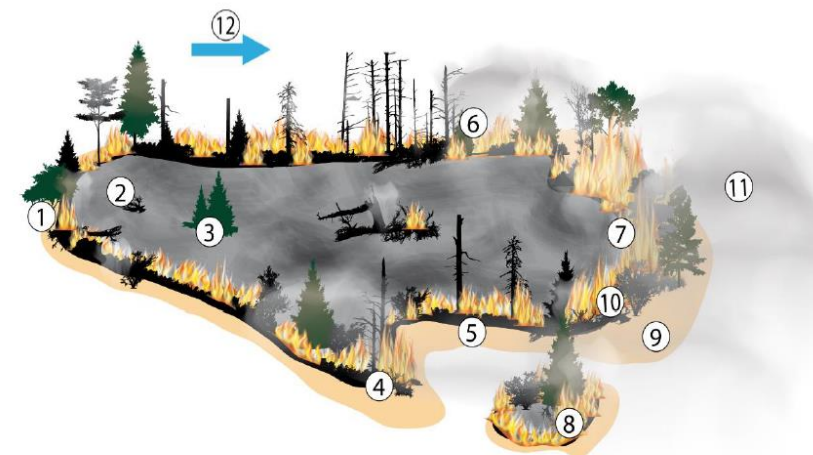
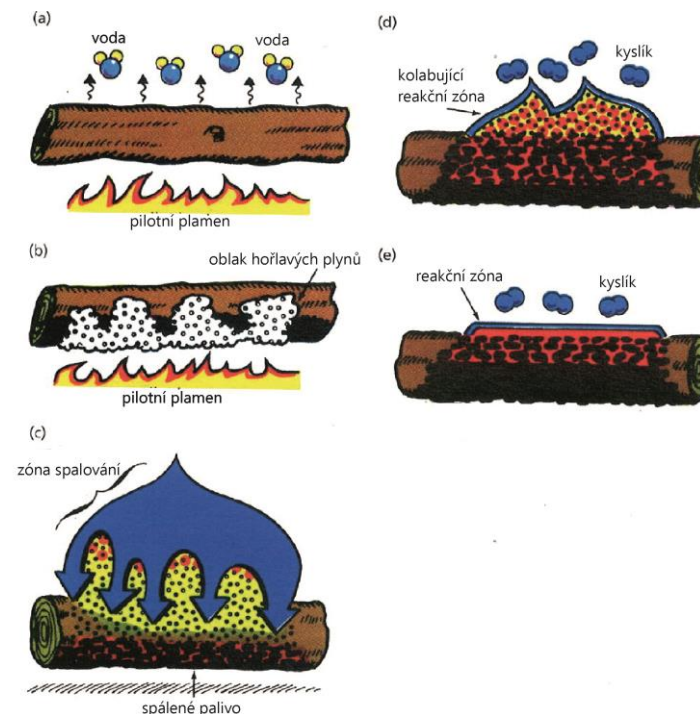
Produkování většího množství tepelné energie

=

Rychlejší ztráta vlhkosti jemného paliva v okolí a zároveň schopnost připravit na hoření i větší palivo

=

Rychlejší a intenzivnější šíření požáru

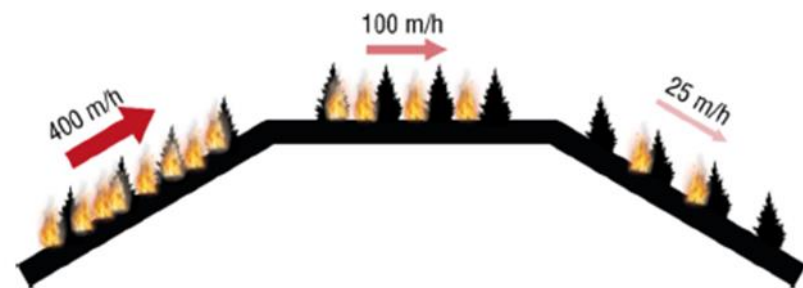


Obr. 20 - Anatomie lesního požáru

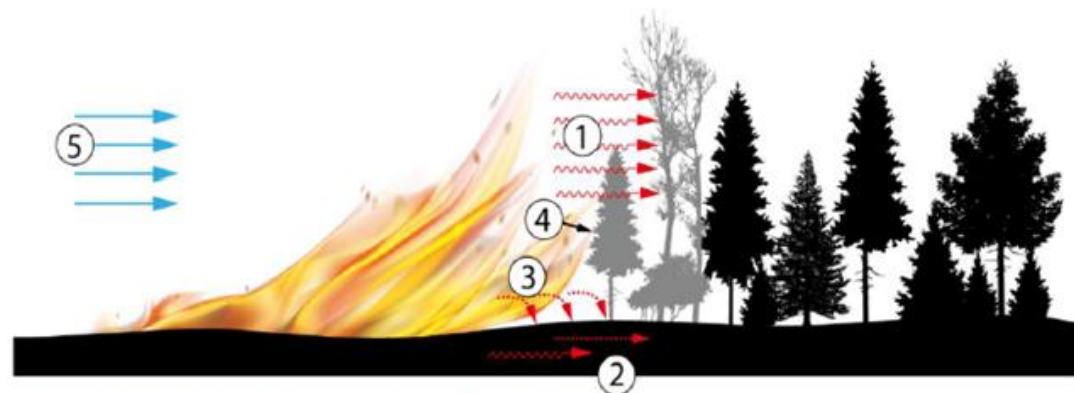
1 – týl požáru, 2 – ohniště požáru, 3 – ostrov, 4 – prst požáru, 5 – pravé křídlo, 6 – levé křídlo, 7 – čelo požáru (fronta), 8 – bod požáru, 9 – pásma přípravy hoření, 10 – pásma hoření, 11 – pásma zadýmení, 12 – směr větru

Faktory ovlivňující šíření požáru

- Meteorologické podmínky
 - Topografické podmínky
 - Palivo
-
- Lesní požár je tím specifický, že tyto **podmínky se neustále v prostoru a čase mění**
 - Nelze však dávat za vinu šíření požáru pouze jednomu z faktorů, vždy je to kombinace faktorů



Obr. 29 - Příklad změny rychlosti šíření lesního požáru ve svahovitém terénu



Obr. 25 - Přenos tepla fronty požáru při větrném počasí

1 – intenzivní radiace působící na palivo a porost, 2 – vnitřní přenos tepla radiací a konvekcí

3 – konvekce, 4 – dotyk plamene, 5 – směr větru

Palivo

• Struktura paliva

- **Drobné materiály ztrácejí vodu rychleji**, proto se také rychleji připraví na hoření (odpaření vody) a začnou hořet (snadno zapalitelné) (traviny, byliny, jehličí), **rychle uvolní teplo do prostoru**, ale také velmi **rychle vyhoří**
- **Větší materiály** (typicky kus dřeva) **ztrácí vodu pomaleji**, je třeba **více energie pro přípravu na hoření** (odpaření vody), rychlost **vyhořívání je však pomalejší**, což souvisí i s **plynulým déletrvajícím uvolňováním tepla**.
- Při hoření větších materiálů a jejich degradaci také dochází k **uvolňování žhavých, nedokonale spálených kousků**, které jsou vlivem teplého vzduchu unášeny vzhůru

• Množství paliva

- Čím **více hořlavého materiálu** se na ploše nachází, tím je daný požár schopen produkovat **více tepelné energie**, tím rychleji dokáže **rychleji vypařovat vodu** z okolního hořlavého materiálu, a to nejen drobného a logicky **intenzivněji šířit požár**



Palivo

- **Prostorové rozmístění paliva**

- Pokud je v určitých částech hořícího porostu z nějakého důvodu nahromaděné množství hořlavého materiálu, dochází v těchto místech k intenzivnějšímu hoření.
- Typicky se může jednat například o hromady klestu po těžbě

- **Vlhkost paliva**

- **Čím větší vlhkost** v daném palivu (hořlavém materiálu) je, **tím více potřebuji tepelné energie** pro přípravu hoření (odpaření vody z materiálu nebo z jeho povrchu)
- **Čím intenzivněji** (produkuje více tepla) **lesní požár hoří**, **tím dokáže na hoření připravit větší množství materiálu za kratší dobu** (dokáže tak vysušit větší hořlavé materiály, silnější vrstvu hrabanky apod.)



Proč hořel i zelený les?

- Hořet může jakékoliv lesní prostředí, pokud k tomu existují příhodné podmínky (**přítomnost všech prvků trojúhelníku hoření**)
- **Čím příhodnější podmínky** pro hoření v daném lese (faktory ovlivňující hoření) jsou, tím je požár **snadněji zapálitelný** (palivo, sucho), **rychleji se šířící** (palivo, terén, sucho) **intenzivnější** (palivo) a **náročnější na uhašení**.
- Schopnost šíření požáru, pohlcování větších kusů hořlavého materiálu nebo náročnost uhašení mj. závisí na intenzitě tepla, který daný požár produkuje
- S intenzitou uvolňování tepla při požáru a hořením větších kusů hořlavého materiálu také souvisí nepříjemné jevy jako **bodový požár**, ojediněle konvekční sloupec



Kůrovcová kalamita a palivo

- Vlivem uhynutí stromů a jejich **postupné degradaci** dochází k **postupnému zvyšování množství hořlavého materiálu na povrchu půdy** (asimilační aparát, drobné větévky, větší větévky, zlomy, vývraty)

=> zvyšování množství hořlavého materiálu na povrchu půdy

=> předpoklad vyšší míry uvolňování tepla při požáru

=> intenzivnější hoření požáru

- Opadem jehličí dochází ke změnám světelných podmínek na povrchu půdy, kde dříve nebo později **začínají dominovat velmi snadno zapalitelné traviny, byliny**
- V hospodářském lese dojde k **odtěžení mrtvých stromů, což drasticky zmírní požární zatížení dané lokality** (redukce hořlavého materiálu na ploše)
- **Co se stane v případě ponechání lesa samovolnému vývoji?**



Kůrovcová kalamita a samovolný vývoj

- Vlivem strategie samovolného vývoje **nedochází zpracováním dřevní hmoty k redukci paliva na ploše**
- S růstem travin, které v suchých letních (podzimních) měsících usychají a zároveň s neustále přibývajícím množstvím hořlavého materiálu na ploše vlivem degradace stromů se vytváří extrémně nebezpečný koktejl snadno zapalitelných travin doprovázené enormním množstvím hořlavého materiálu z degradujících stromů
- **Hlavní rizikové období je v prvních 5ti letech po kalamitě**
- Za absolutně **nejrizikovější období považujeme 2.-3. rok** po kalamitě
- Po deseti, patnácti, případně i více letech v závislosti na přirozené obnově, charakteristikách stanoviště se daný prostor stává relativně bezpečný v oblasti vzniku a šíření lesního požáru.



Potenciální tepelná energie na ploše

- **Holina – zpracování zdravého porostu, úklid klestu**
 - 0.36 kg vegetace (byliny, traviny, mechy) na 1m² = 3600 kg/ha * 17 MJ/kg = 61 200 MJ/ha
 - 0.54 kg drobného dřeva na 1 m² = 5400 kg/ha * 19 MJ/kg = 102 600 MJ/ha
 - 1.55 kg hrabanka na 1 m² = 15 500 kg/ha * 18 MJ/kg = 279 000 MJ/ha
 - Celkově se **při požáru jednoho hektaru zpracované holiny** může dle výsledků výzkumu uvolnit **až 442 800 MJ tepelné energie**
- **Holina – zpracovaná kůrovcová kalamita, úklid klestu**
 - Při výskytu kůrovcové kalamity a jejímu zpracování, bude **množství dostupné tepelné energie vyšší z důvodu uvolnění hořlavého materiálu z degradujících stromů** do doby jejich zpracování (asimilační aparát, částečně kůra, drobné větve)



Potenciální tepelná energie na ploše

- **Ponechaná kůrovcová kalamita**

- (50 %) 0.18 kg vegetace (byliny, traviny, mechy) na 1m² = 1800 kg/ha * 17 MJ/kg = 30 600 MJ/ha
- 0.54 kg drobného dřeva na 1 m² = 5400 kg/ha * 19 MJ/kg = 102 600 MJ/ha (vlivem degradace dojde k nárůstu, množství neznáme)
- 1.55 kg hrabanka na 1 m² = 15 500 kg/ha * 18 MJ/kg = 279 000 MJ/ha (vlivem degradace dojde k nárůstu, množství neznáme)
- Průměrná zásoba hroubí (průměr +7 cm) lesních porostů v Ústeckém kraji dle NIL II je 224,3 m³/ha
- Smrk v suchém stavu váží přibližně 405 kg/m³
- 224,3 m³/ha * 405 kg/m³ = 90 841 kg * 19 MJ/kg = 1 725 988 MJ/ha
 - Celkově na 1 hektaru nezpracované kůrovcové kalamity **může být dostupné až 2 138 188 MJ, což může znamenat 4.82x větší intenzitu požáru**
- + **větve a špička stromů** (nedokážeme v současnosti kalkulovat)
- + **asimilační aparát** – jehličí, které spadne z odumřelého stromu
- Akumulovaná tepelná energie na kalamitní ploše může být tak ještě mnohem vyšší (NP Bialowieza 10x více paliva, 6x větší intenzita)

Krutost požáru (Fire severity)

- udává míru vyhoření dostupného hořlavého materiálu na ploše
- Používá se pro hodnocení míry zničení ekosystému – při vysoké fire severity shoří téměř veškerý hořlavý materiál na ploše, a proto je regenerace velmi pomalá
- Pro naše účely můžeme použít pro množství vyhoření paliva
- Čím vyšší je fire severity požáru, tím více se uvolňovalo teplo, tím docházelo k intenzivnějšímu šíření požáru, k intenzivnímu spottingu (bodové požáry)

Measures of fire severity



Top and middle photos: Stephen Fitzgerald, © Oregon State University
Bottom photo: Dave Powell, Umatilla National Forest

Množství uvolněného tepla na základě „fire severity“

- **Nízká krutost (25 %)**

- 100% vyhoření vegetace = 30 600 MJ
- 25% vyhoření zbytku = $2\,107\,588 * 0,25 = 526\,897$
- Celkově 557 497 MJ/ha uvolněného tepla (1.26x vyšší intenzita hoření než při požáru holiny)

- **Střední krutost (50 %)**

- 100% vyhoření vegetace = 30 600 MJ
- 50% vyhoření zbytku = $2\,107\,588 * 0,50 = 1\,053\,794$
- Celkově 1 084 394 MJ/ha uvolněného tepla (**2,45x vyšší intenzita** hoření než při požáru holiny)

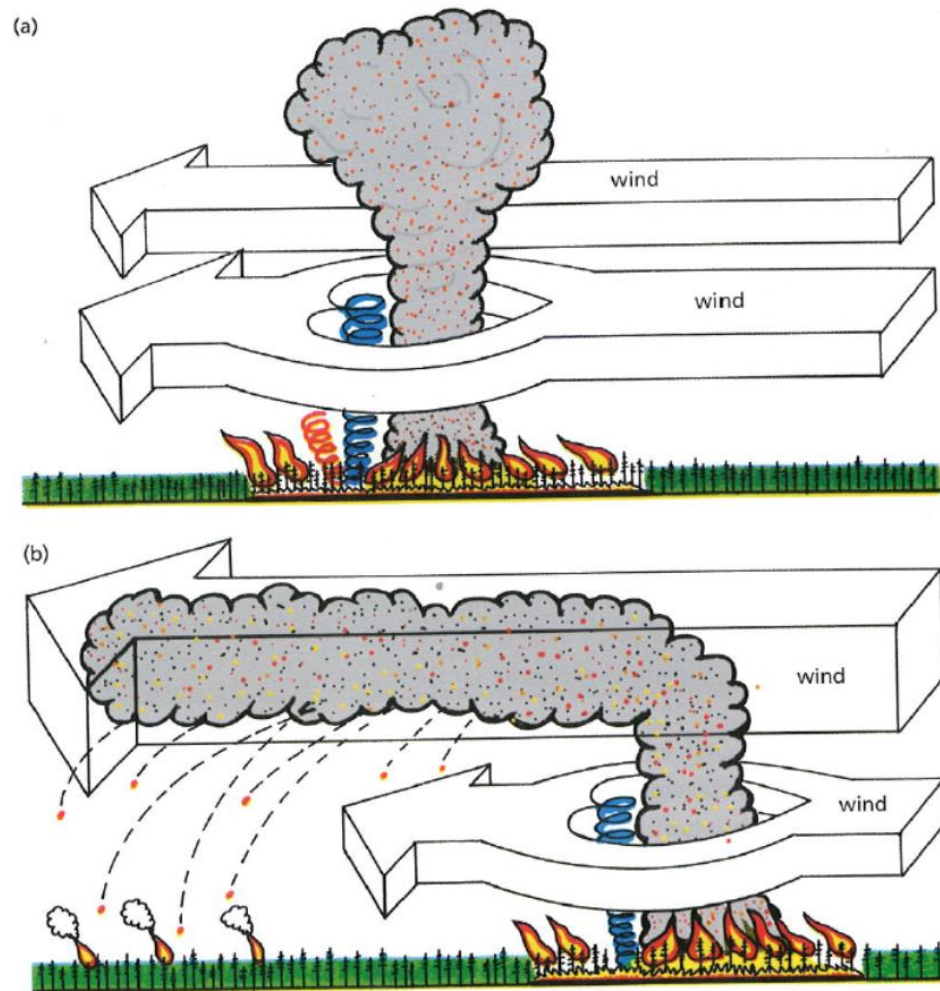
- **Vysoká krutost (75 %)**

- 100% vyhoření vegetace = 30 600 MJ
- 75% vyhoření zbytku = $2\,107\,588 * 0,75 = 1\,580\,691$
- Celkově 1 611 291 MJ/ha uvolněného tepla (**3,64x vyšší intenzita** hoření než při požáru holiny)



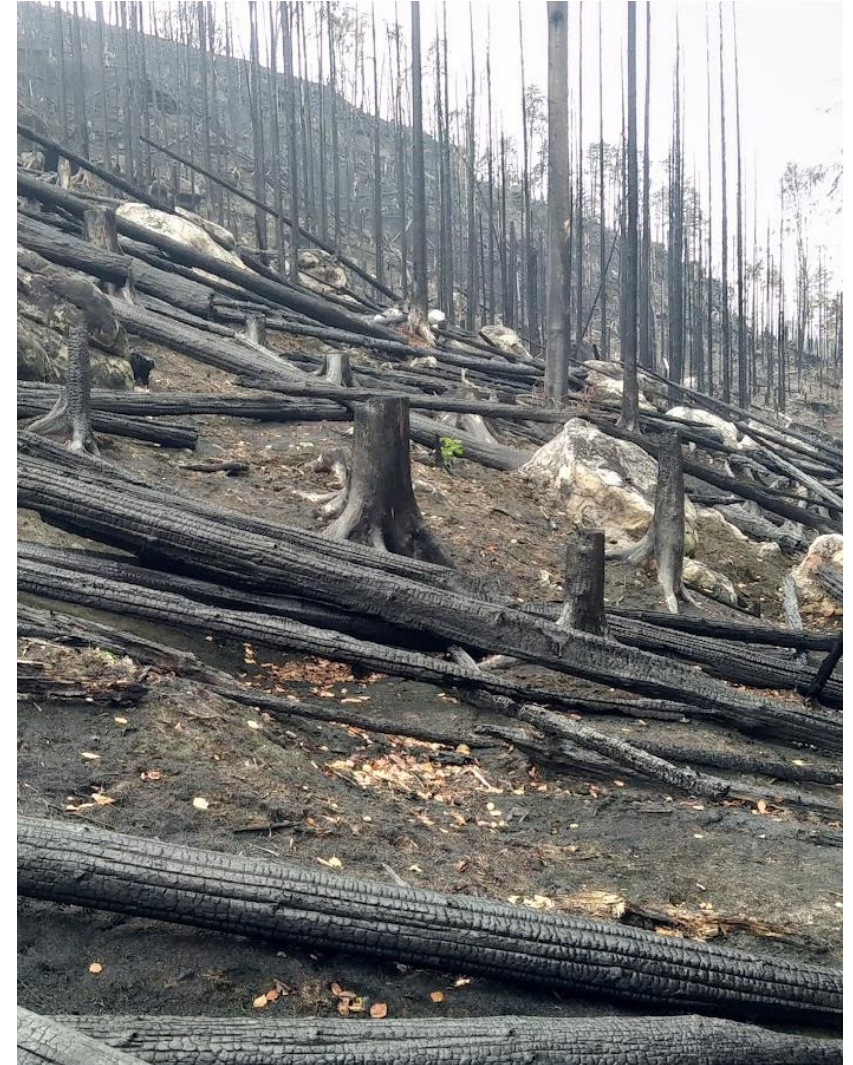
Bodové požáry (spot fires, spotting)

- S intenzitou požáru se schopností produkovat teplo roste i intenzita tepla, která se s požáru uvolňuje formou kondukce
- Tento kondukční přenos (plynné látky unikající z hoření) je schopen unášet mj. saze a drobný žhavý materiál směrem vzhůru, kde dochází vlivem vanutí větru k od fouknutí daného žhavého materiálu mimo požár
- Čím více tepla požár produkuje, tím je kondukce schopna vynášet větší kusy do větší výšky, a tedy dostávat žhavý materiál mimo prostor hoření – v tomto okamžiku vzniká tzv. bodový požár (vznik nového ohniska požáru mimo původní požářiště)
- Pravděpodobně jeden z největších hnacích motorů celého požáru, zejména z oblasti Pravčického dolu.

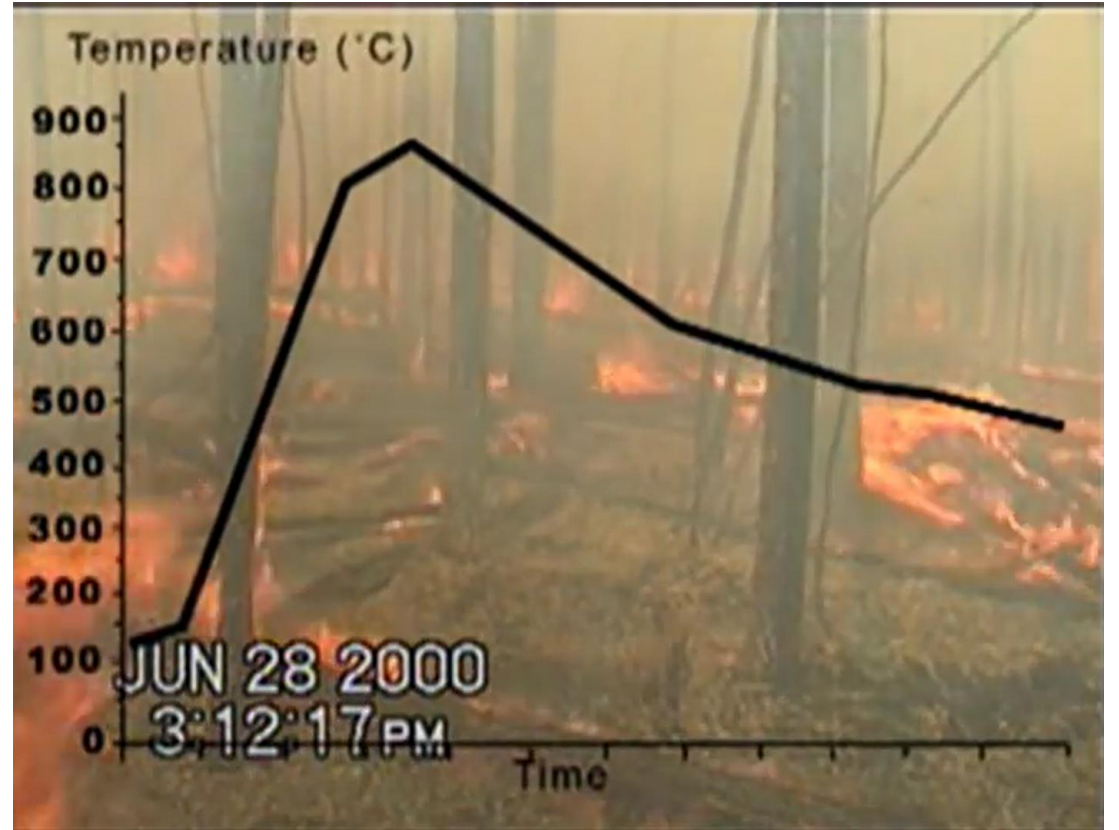


Shrnutí, co je problémem požáru kalamitní plochy

- **Větší intenzita hoření**
- **Větší potřeba vody pro uhašení**
- **Větší pravděpodobnost bodových požárů**, v nejhorším případě tvorba konvekčního sloupce
- **Větší zadýmení** vlivem přípravy kůrovcového dříví na hoření
- **Hrozba celoplošného nekontrolovatelné hoření** – viz Pravčický důl – prakticky nemožné uhasit, hoří všechno a všude, neexistuje fronta požáru
- **Špatná pohyblivost na požářišti** způsobující komplikace při hašení
- **Omezená možnost protipožární obrany, možné zahoření ústupových cest** (bodové požáry)



Video – požár kalamitní plochy



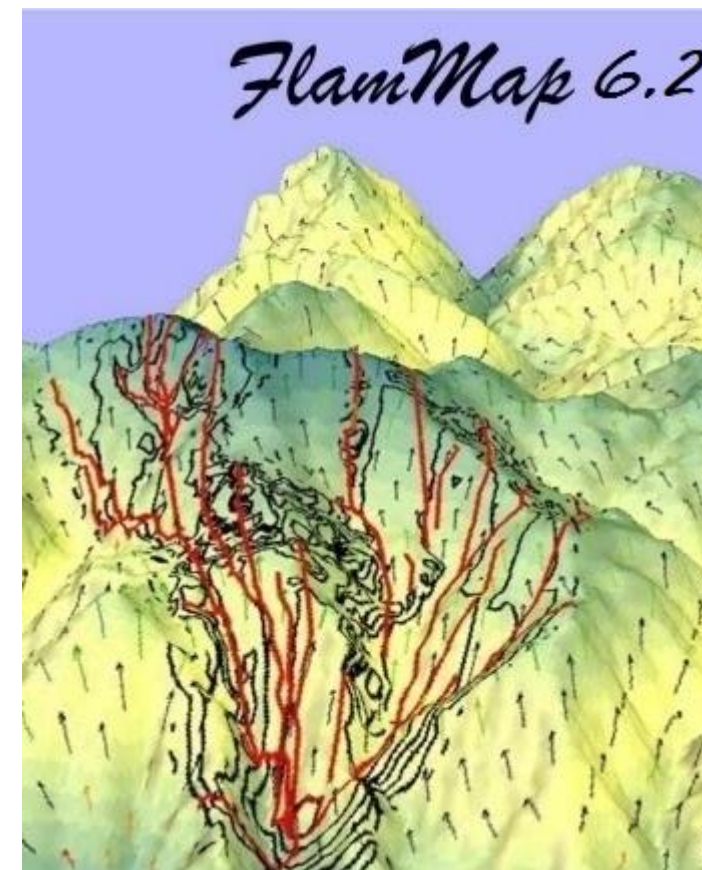
Požár po požáru

- Riziko požáru v NPČŠ začne **opětovně narůstat v pozdním létě letošního roku**, i v místech, kde došlo k hoření a zmiňovaná krutost požáru nebyla tak vysoká
- Letošní vegetační **sezónu narostou na prosvětlených plochách traviny, byliny, které v případě suchého léta zaschnou a vytvoří tak opětovně snadno zapalitelné prostředí**, doprovázené množstvím hořlavého materiálu, které během loňského požáru nevyhořel a zejména materiál, který se postupně během roku uvolnil z degradujících stromů (větve, špičky stromů, vývraty, zlomy)



Software Farsite (FlamMap)

- **Jediný použitelný software pro tyto účely, ale...**
 - Vytvořeno zejména pro účely analyzování velkých požárů (tisíce ha), např. mimo obydlené oblasti (v Kanadě se například požáry nad 60° rovnoběžky nehasí)
 - V kalkulaci využity palivové modely simulující přírodu Severní Ameriky, nikoliv střední Evropy
 - Palivový model „Souše“ není dále specifikován, je rozdíl jestli souše má deset let nebo rok, jestli je uvažováno množství vyvrácených stromů na ploše atd.
 - Při modelu souše pravděpodobně nejsou uvažovány traviny na této ploše vznikající
 - Software nebyl v podmínkách ČR validován
 - Není popsáno, jaké dosahovaly shody reálného požáru a simulace při základním nastavení
 - Není popsáno o kolik se plocha požářiště zvětšila při simulaci požáru holiny
- ...A stejně je na výsledku těchto simulací postaven stěžejní závěr studie!**



Proč tedy holina může hořet rychleji?

- Vzhledem k tomu, že na holině nejčastěji **dominují právě traviny a byliny, které nemají schopnost v sobě držet velké množství vody**, a proto se z tohoto materiálu při požáru z velmi rychle odpařuje a **požár travnaté plochy (holiny) postupuje velmi vysokým tempem**
- **Intenzita požáru je však násobě nižší**, teplo je uvolňováno rychlým tempem, nikoliv plynule
- **Tedy i schopnost uhašení** (vč. množství vody potřebné k uhašení) **je snadnější** (v některých případech se požáry travnatých ploch hasí pomocí fukarů na listí)
- **Ležící kalamitní dřevo jako takové tvoří přirozené překážky při šíření ohně po povrchu** (traviny, hrabanka), proto může být šíření pomalejší, stále je však intenzivnější (hoří i kalamitní dříví)



A photograph of a forest after a fire. The foreground is filled with charred tree trunks and some green ferns. The background shows a dense forest of tall, thin trees, many of which are also charred. The sky is clear and blue. The text "Děkuji za pozornost" is overlaid in the center of the image.

Děkuji za pozornost