

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Ekologická a evoluční biologie



Viktor Střeščík

Vliv řízeného vypalování biomasy na vybrané skupiny bezobratlých evropského bezlesí

The impact of controlled biomass burning on selected groups of invertebrates in European non-forest ecosystems

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Petr Šípek, PhD.

Praha, 2024

Poděkování

Rád bych poděkoval svému školiteli Mgr. Petru Šípkovi, Ph.D., za vedení této práce. Velký dík patří také konzultantovi Ing. Tomášovi Hamříkovi, Ph.D. za věcné rady, neskutečnou trpělivost a za to, že nade mnou po prvních stránkách této práce nezlomil hůl. V neposlední řadě bych rád poděkoval RNDr. Milanovi Řezáčovi, Ph.D., za pomoc prakticky se vším od prvního ročníku studia. Dále děkuji svým přátelům a rodině, jmenovitě pak Jakubovi Odrobiňákovi a Davidovi Karpetovi.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité zdroje a literaturu. Umělá inteligence byla využita pouze pro gramatické úpravy. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 28.4.2025

Viktor Střešík

Abstrakt

Tato práce shrnuje poznatky, jak společenstva vybraných skupin bezobratlých (Araneae, Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera) reagují na řízené vypalování biomasy v evropském bezlesí. Práce obsahuje rozbor charakteristik požárových disturbancí, jejich historii a důležitost pro bezlesí. Z hlediska efektu na bezobratlé společenstva jsou zde prezentovány dopady ohně nejen v teoretické rovině, ale jsou shrnuty i metodiky a výsledky mnoha studií napříč evropskými ekosystémy. V práci jsou zdůrazněny chybějící znalosti v této problematice. Řízené vypalování podporuje výskyt vzácných suchomilných a světlomilných druhů pavouků a motýlů vyjma druhu *Hipparchia fagi*. Odpověď společenstev brouků a rovnokřídlých naopak vykazuje smíšené reakce. Řízené vypalování představuje nedoceněnou praxi ve srovnání s jinými managementy a může být cenný nástroj nejen pro ochranu vzácných druhů, ale i pro celkovou péči o ohrožené biotopy.

Klíčová slova: požárové disturbance, řízené vypalování, ochrana přírody, pavouci, brouci, rovnokřídlí, motýli

Abstract

This work summarizes how communities of selected invertebrate groups (Araneae, Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera) respond to controlled biomass burning in European non-forested areas. The paper reviews the current state of knowledge of the characteristics and history of fire disturbance, as well as its significance for these ecosystems. The effects of fire on invertebrate communities are presented not only at a theoretical level, but also through a synthesis of methodologies and results from numerous studies conducted across European ecosystems. Based on this review, existing knowledge gaps are identified. Prescribed burning promotes rare heliophilous and xerophilous species of spiders and butterflies with *Hipparchia fagi* being the only exception. In contrast, the response of beetle and orthopteran communities shows variability. Compared to other management strategies, prescribed fire is an underutilized and represents a valuable tool not only for the conservation of rare species but also for the effective management of threatened habitats.

Key words: fire disturbance, prescribed fire, conservation, spiders, beetles, orthopterans, butterflies

Obsah

1 Úvod	1
2 Oheň v krajině	3
2.1 Historie ohně a příčiny ztráty biodiverzity bezlesí	3
2.2 Ekologie ohně.....	4
2.2.1 Příčiny vzniku požáru.....	5
2.2.2 Režimy požárů	5
3 Běžně využívané nástroje ochrany přírody	7
3.1 Pastva.....	7
3.2 Seč.....	8
3.3 Řízené vypalování.....	8
4.1 Araneae	11
4.2 Coleoptera.....	11
4.3 Orthoptera.....	12
4.4 Lepidoptera	12
5 Efekt ohně na vybrané skupiny bezobratlých	13
5.1 Reakce společenstev pavouků.....	15
5.2 Reakce společenstev brouků.....	17
5.3 Reakce společenstev rovnokřídleho hmyzu	19
5.4 Reakce motýlích společenstev	22
6 Závěr	24
7 Reference	25

1 Úvod

Disturbancí se rozumí narušení v ekosystému, kdy dochází k odstranění biomasy a ke změně jeho funkce a struktury (White a Pickett 1985). Změna z pokročilých sukcesních stadií nebo klimaxového stavu ekosystému na rannější sukcesní stadia uvolní prostor kompetičně slabším druhům a dochází tak k obměně jak rostlinných, tak živočišných společenstev na dané lokalitě (White a Pickett 1985). Zpravidla nedochází k obnovení na úplný sukcesní počátek – disturbance mohou držet nelesní ekosystém v určitém ekvilibriu a jejím odstraněním může dojít k degradaci nebo až k jeho úplnému vymizení (Ložek 2011). Disturbance mohou být jak antropogenního charakteru (urbanizace, zemědělství apod.), tak charakteru přírodního jako například záplavy, sesuvy půd, či požáry (Levin a Paine 1974; Connell 1979). Ve střední Evropě hrál oheň klíčovou roli v dynamice a vývoji vegetace během Holocénu, což naznačuje kolísající koncentrace dřevěného uhlí zaznamenaná v sedimentech (Schwaar 1989; Hölzer a Hölzer 1998). Ze zjištěných dat ovšem nelze vyvodit, zda se jednalo o přírodní, nebo o člověkem založené požáry (Goldammer 2002). Požáry se jako přírodní disturbance ovšem objevovaly v mnoha částech Evropy, a to ještě před příchodem člověka (Feurdean 2012).

Mnoho skupin bezobratlých bezlesí je vázáno na ranné sukcesní stádia a heterogenní prostředí s různými zdroji, a tedy přímo závislé na přítomnosti cyklických disturbancí, ať už se jedná o oheň nebo pastvu velkých herbivorů (Valkó et al. 2016). V dnešní době, zejména v Evropě, tyto disturbance byly potlačeny, nebo kompletně vymizely. Fragmenty bezlesích lokalit přežily dodnes zejména díky lidské činnosti a tradičnímu hospodaření (Konvička et al. 2005). Pro udržení takto ekologicky přizpůsobených druhů je tedy zapotřebí zavést náhradu přirozených disturbancí v podobě disturbancí substitutivních (náhrada za přirozené disturbance v podobě antropogenního managementu) (Ausden 2007). Ochrannářské nástroje nemusí nahrazovat přirozené disturbance *sensu stricto*, ale mohou plnit funkci imitace tradičního hospodaření, které bylo v krajině dlouhodobě přítomné.

Stejně jako pastva či seč bylo řízené vypalování tradičním komponentem péče o krajinu po staletí, avšak v posledních dvou stoletích se od používání ohně kompletně ustoupilo kvůli socio-ekonomickým důvodům (Goldammer 2002; Deák 2014). Opuštění tradiční péče o evropské bezlesí má také za následek akumulování biomasy, což vede nejen k degradaci cenných stanovišť, ale také zvyšuje riziko vzplanutí a nekontrolovaných požárů, zejména v kontextu „schnutí Evropy“ v důsledku klimatické změny (Deák 2014). Klimatická změna

může mít za následek nejen zvýšenou četnost požárů, ale také jejich intenzitu a závažnost (Wasserman a Mueller 2023).

I přes to, že oheň je klíčovým faktorem pro udržování mnoha evropských bezlesích lokalit, jeho vliv na flóru, faunu a strukturu daného habitatu je velmi málo prostudován (Möllenbeck et al. 2009; Valkó et al. 2012). Práci zaměřených na vliv řízeného vypalování na bezobratlé živočichy není mnoho a často postrádají precizní metodiku. Reakce bezobratlých živočichů na oheň může být velmi variabilní (negativní až velmi pozitivní), a to jak napříč jednotlivými řády, tak na druhové úrovni. Důležitými prvky, které ovlivňují odpověď na změnu podmínek jsou druhové vlastnosti, jako je mobilita, vývojové stadium, potravní gilda, a životní strategie nebo vlastnosti či režimy samotných požárů (Kral et al. 2017).

V rámci bezobratlých jsou celosvětově nejčastěji studovanými skupinami v souvislosti s řízeným vypalováním epigeické taxony z řádů Hymenoptera (zejména Formicidae), Coleoptera a Araneae. (např. Prieto-Benítez a Méndez 2011; González et al. 2022; Manuel Vidal-Cordero et al. 2022; Bieber et al. 2023). Cílem této práce je shrnout dostupnou literaturu, která se zabývá dopady řízeného vypalování na společenstva vybraných skupin bezobratlých (Araneae, Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera) v evropském bezlesí, poukázat na problémy a metodologická omezení těchto studií, zhodnotit potenciální praktické využití poznatků v ochraně přírody a upozornit na chybějící znalosti v dané problematice. Pro účely této práce byly vybrány právě tyto skupiny bezobratlých, protože jsou taxonomicky dobře známé, jejich ekologie byla rozsáhle studována, lze je snadno získat ve velkém množství pro robustní analýzy, a proto existuje dostatek literatury zabývající se vlivem řízeného vypalování na jejich diverzitu. Vybrané skupiny bezobratlých navíc rychle reagují na změny v prostředí (např. Perry a Herms 2019), představují důležité indikátory cenných stanovišť (např. Maelfait 2004) a zastupují řadu klíčových ekosystémových funkcí (např. Prather et al. 2013).

2 Oheň v krajině

2.1 Historie ohně a příčiny ztráty biodiverzity bezlesí

Oheň hrál významnou roli v historii země, již od Devonu (400 Ma). Právě v této době se začínají objevovat první terestrické rostliny, které sloužily jako palivo. Z nepřetržité přítomnosti uhlíků ve fosilním záznamu je zřejmé, že neustálé požáry jsou podstatným evolučním faktorem, ale i faktorem ovlivňujícím dynamiku prostředí (Bond a Keeley 2005; Pyne 2020; Scott 2000). Velmi častý výskyt požárů můžeme sledovat i z paleoekologických záznamů ve svrchním Karbonu (300 Ma), kde koncentrace kyslíku dosáhla maxima (Keane 2019).

Požáry však formovaly krajinu i v dobách pozdějších. Oheň je jednou z nejstarších a nejefektivnějších metod používaných k transformaci krajiny pro praktické využití. Lidská činnost na nelesních plochách je klíčová pro jejich zachování, protože se zpravidla jedná o relikty kulturně využívané krajiny (Goldammer 2002). Ve starší době kamenné byl oheň používán například k lovu nebo k nalákání zvěře na ohněm upravené pastviny (Goldammer 2002). V pozdním neolitu (mezi 4300 a 2300 př. n. l.) se stal oheň důležitým komponentem pro zemědělství. Jedním z nejčastějších přístupů k přeměně krajiny pro zemědělské účely bylo žďáření, což dokazuje i pylová a uhlíková analýza provedená v západní Evropě (Rösch et al. 2004). Vypalování se v historii běžně používalo i na místech, kde klimatické a edafické podmínky neumožňují pěstování plodin, a to zejména na pastvinách. Oheň sloužil k jejich přípravě a k prodloužení období pastvy (Goldammer 2002). Příkladem toho mohou být vřesoviště s porosty janovce metlatého (*Cytisus scoparius*) a kručinky křídlaté (*Genista sagittalis*) v pohoří Černý les v Německu (Gatter 1996; Wilmanns et al. 1979; Feucht 1907; Bartsch a Bartsch 1940).

Při opuštění tradičního hospodaření lokality následkem sekundární sukcese zarůstají křovinami a dochází tak k úbytku populací druhů přizpůsobených na otevřené habitaty (Goldammer 2002). K postupnému opuštění od tradičního hospodaření dochází v 19. století, zejména kvůli rozmachu modernějších metod v zemědělství. K téměř úplnému vymizení vypalování v Evropě nastává až po druhé světové válce, a to zejména kvůli socio-ekonomickým změnám. Oheň začal být vnímán jako rizikový v mnoha ohledech, ať už z hlediska zdravotního nebo majetkového. Dále také došlo k zavedení nových standardů pro kvalitu ovzduší. Všechny zmíněné skutečnosti vedly ve výsledku k zákazu vypalování v mnoha evropských státech (Goldammer 2002; Sedláček et al. 2015). I přes tento zákaz se vypalování porostů udrželo ve

státech východní Evropy, západního mediteránu a Balkánu. Mnohdy je praktikováno bez jakéhokoliv plánování nebo kontroly, právě kvůli své ilegalitě. To ovšem zvyšuje pravděpodobnost rozsáhlejších požárů, které mohou být z ochránářského hlediska kontraproduktivní (Bruce a Goldammer 2003).

Velmi specifickým, ale nezanedbatelným případem, je bezlesí a požáry založeny v blízkém okolí železnic, kvůli provozu parních lokomotiv. Na jednání 17. schůze České národní rady byly prezentovány statistiky ročních výskytů požárů, přičemž bylo uvedeno, že v roce 1975 bylo evidováno 251 požárů. Příčinou většiny z nich byly právě jiskry z tehdy provozovaných lokomotiv (ČNR 1975). Postupné odstavení parních lokomotiv a přechod na diesellový pohon snížil výskyt takovýchto incidentů na minimum. Příkladem bezlesích lokalit udržovaných provozem parních lokomotiv může být národní přírodní památka Váté písky u Bzence (Mackovčín 2007).

2.2 Ekologie ohně

Na základě frekvence požárů v krajině lze ekosystémy hrubě rozčlenit do kategorií.

První kategorie jsou ekosystémy závislé na přítomnosti ohně. Většina druhů, která se zde vyskytuje je evolučně přizpůsobená na opakované požáry. Zde je oheň důležitým faktorem pro zachování diverzity. Odstranění, popřípadě změna frekvence nebo sezonality této disturbance může nenávratně měnit či zničit tyto ekosystémy. Řadíme sem například savany, temperátní jehličnaté lesy nebo vřesoviště (Shlisky et al. 2007)

Do druhé kategorie spadají ekosystémy na oheň sensitivní. V tomto prostředí je naopak většina druhů na oheň nepřizpůsobená. I když můžou požáry hrát sekundární roli v udržování struktury a funkce, introdukce ekologicky nevhodných požárových režimů může mít za následek negativní dopad na biodiverzitu. Frekventované a intenzivní požáry navíc mohou vytvořit pozitivní zpětnou vazbu. Čím častěji bude hořet, tím se bude zvětšovat pravděpodobnost vznícení v budoucnu, což vede k rychlé degradaci a rapidnímu snižování diverzity. Příkladem ekosystému na oheň senzitivní je tropický deštný prales (Shlisky et al. 2007).

Poslední kategorii jsou systémy na ohni zcela nezávislé, kvůli nevhodnosti podmínek, a to zejména nedostatku paliva. Oheň zde nehraje žádnou evoluční roli. Jedná se například o pouště či tundry (Shlisky et al. 2007).

2.2.1 Příčiny vzniku požáru

V recentní době valná většina (až 95 %) požárů v Evropě je způsobená člověkem. V 51 % případů se jedná o oheň založený úmyslně, ve 44 % se jedná o nehody, popřípadě nedbalost. Pouze v 5 % případů se jedná o přírodní událost, zejména v důsledku blesku (Silva et al. 2010). Pro vznik požárů je zapotřebí specifické podmínky. Důležitou roli pro vznícení hraje typ a množství paliva – akumulace biomasy může mít za následek rozsáhlé divoké požáry (Fernández-Anez et al. 2022), nadmořská výška, reliéf terénu, či klimatické podmínky (Adámek et al. 2018). V případě blesku záleží na polaritě výboje. Blesky, které jsou nabitě pozitivně mají větší pravděpodobnost způsobit požár než ty nabitě negativně. Pozitivní výboje mají vyšší amplitudu proudu, delší trvání a jsou doprovázeny nižším množstvím srážek (Larjavaara et al. 2005; Flannigan a Wotton 1991).

2.2.2 Režimy požárů

Pro definování efektu požáru je zapotřebí mít kategorizaci několika proměnných, kterými lze charakterizovat jeho průběh a chování (Gill 1975). **Frekvence** popisuje počet požárů v určité periodě. Přílišný výskyt požárů nebo naopak nízká frekvence může vést ke snížení diverzity a ke znehodnocování ekosystému. Dalším parametrem je **sezonalita** – ta udává roční období, ve kterém se požáry vyskytují. Roli také hraje druh paliva. Gill toto členění zavedl zejména aby zjednodušil vysvětlení reakce rostlinných společenstev na přítomnost ohně. Později byl tento koncept upraven v práci od Bonda a Keeleyho (2005).

Charakterizovat lze i vlastnosti samotného ohně. Velmi důležitými faktory jsou spotřeba paliva a stratifikace. Obojí je ovlivněno typem paliva. Rozlišit můžeme požáry povrchové (typem paliva jsou traviny, hrabanka nebo opad), pozemní (půdy bohaté na organickou hmotu) popřípadě požár koruny stromů. **Intenzita** udává množství energie (kW/m), které se uvolní při hoření organické hmoty, rychlost šíření a teplotu ohně. **Závažnost** (tzv. severita) naopak popisuje množství odstraněné biomasy, a to jak nadzemní, tak i té podzemní. Tento faktor uvádí, jak intenzita ohně změnila daný ekosystém (Keeley 2009). Závažnost požáru tedy pozitivně koreluje s intenzitou. Kombinací prostorové lokalizace ohně může vznikat heterogenní mozaika mikrohabitátů, která je ovlivněná závažností požáru (Bond a Keeley 2005; New 2014). Závažnost požáru je nejdůležitějším parametrem, který ovlivňuje reakci bezobratlých společenstev (Malmström 2010). I přes klíčovost tohoto faktoru, popisování a zavedení unifikovaného systému na vyhodnocení závažnosti požáru v terénu není jednoduchá úloha (New 2014). Ryan (2002) navrhl schéma pro měření relativní závažnosti požáru na základě vizuálních prvků na lokalitě, přičemž rozeznává mírnou, střední nebo těžkou závažnost. Je

založené na popisu, v jakém stavu se dané prvky (zemina, hrabanka, zbytky vegetace, větve nebo kmeny) nacházejí.

Faktory se však budou lišit u nekontrolovaných divokých požárů a u řízeného vypalování, které má za cíl odstranění biomasy v rámci ochrannářských zájmů.

3 Běžně využívané nástroje ochrany přírody

Ochranářské názory, že nejlepším způsobem udržení cenných bezlesých biotopů je ponechání lokalit přírodě a vyloučit jakoukoliv lidskou intervenci jsou našťastí minulostí. Bezzásahovost má řadu negativních vlivů na bezlesí (Hédl 2009; Ložek 2011). Jedním z problémů absence jakékoliv péče je kumulování opadu a rostlinné biomasy, které brání klíčení světlomilných druhů rostlin typických pro otevřené biotopy (Eckstein a Donath 2005). S tímto také souvisí kumulace alelopatických látek, které taktéž negativně ovlivní výskyt zmíněných druhů (Bonanomi 2006). Dochází tak k homogenizaci rostlinných společenstev, kdy začínají dominovat konkurenčně silnější druhy travin. To vede ke ztrátě mikrohabitátů a snížení diverzity zvířecích společenstev (Öckinger et al. 2006; Gazol et al. 2014; Köhler et al. 2005; Valkó et al. 2016). Změna vegetační struktury neovlivňuje jen rostliny nebo bezobratlé, ale ovlivnění mohou být i např. hlodavci, kdy jejich vymizení může způsobit kaskádu negativních efektů v rámci celého ekosystému (Valkó et al. 2018).

Ponechání lokalit sukcesnímu zarůstání, popřípadě zabránění disturbancím aktivitám v rámci ochranářských snah, velmi často vede k změnám vegetační struktury a díky expanzi dřevin může vést až k úplnému vymizení bezlesí. Dřeviny mohou lokalitu celkově zarůst během pouhých 20 let (Hansson a Fogelfors 2000).

Pro zachování přírodních rozmanitosti nelesních biotopů je nezbytné chránit nejen biotopy samotné, ale i mechanismy, které tyto biotopy udržovaly (ať už se jednalo o přírodní disturbance nebo náhradní antropogenní managementy). Mezi nejčastější prostředky pro udržení takovýchto biotopů patří pastva, seč a řízené vypalování.

3.1 Pastva

Pastva, podobně jako oheň, hrála důležitou roli v udržování bezlesích lokalit. Na území České republiky byla pastva praktikována již od neolitu (Háková et al. 2004).

Rozeznáváme dva základní přístupy pastvy, a to kontinuální a rotační (Mládek et al. 2006). Rotační pastva je založena na principu dvou a více oddělených oplůtků, ve kterých se býložravci přesouvají v závislosti na dorůstání vegetace (Mládek et al. 2006). Kontinuální pastva, jak už z názvu vyplývá, je prováděna celoročně. Na rozdíl od rotační pastvy je aplikovatelná na větší rozloze. Výhodou tohoto přístupu je zejména finanční nenáročnost. Nevýhoda spočívá v nemožnosti kontroly kvality pastvy (Mládek et al. 2006).

Mezi nejčastěji používaná pastevní zvířata patří skot, ovce, kozy a koně. Při plánování pastvy je třeba si uvědomit, že jednotlivé druhy zvířat mají své typické potravní preference (jak v rámci preferencí určitých rostlinných druhů, tak v prostorovém rozložení samotného pásání), sešlapu a míře odstraňování dřevin (Ausden 2007).

Podob pastvy a různých přístupů k ní je mnoho. Odpověď na otázku, kdy, kde a jaký přístup zvolit vysoce záleží na okolnostech a požadovaným výsledkem. Ve velmi obecné rovině však platí, že z hlediska bezobratlých společenstev pastva může být pro bezlesí škodlivá ve dvou případech, a to v případě její kompletní absence nebo naopak při její přílišné intenzitě. V případě, že je pastva příliš intenzivní, bude vznikat homogenní a nestrukturované prostředí. Dalším rizikem při špatně zvolené intenzitě může být eutrofizace lokality, kvůli trusu. S tímto problémem souvisí plošné využívání antiparazitik. Přítomnost těchto toxinů narušuje funkčnost koprofágních společenstev. Trus pak na pastvinách dlouhodobě přetrvává, což vede k lokálnímu nadbytku dusíku (Jirků et al. 2022).

3.2 Seč

Seč lze rozdělit na různé typy.

Nejstarším, nejprimitivnějším a zároveň nejnáročnějším typem seče je seč za použití kosy či srpu. Z hlediska bezobratlých se jedná o nejšetrnější typ, přímá mortalita a zranění jedinců je v porovnání s ostatními typy péče minimální (Humbert et al. 2012). V dnešní době ruční seč kosou slouží k managementu maloplošných lokalit, nebo míst, kde okolnosti nedovolují použití techniky (Tälle et al. 2016).

Druhým typem jsou seče mechanizací. Rozdělit je můžeme podle velikosti plochy. Na prostorově malých areálech lze využít křovinořezy a ruční sekačky. Výhodou této metody je, že je aplikovatelná i na nerovném terénu či v mokřadech. Na velkoplošné seče je využíváno řada různých typů sekaček, které se liší rychlostí a výkonem a mechanismem seče (příkladem mohou být sekačky rotační, lištové, bubnovité, cepové atd.). Velkoplošná seč ve srovnání s předešlými typy péče způsobuje vysokou míru mortality bezobratlých (Rothová 2023; Batáry 2007; Humbert 2010).

3.3 Řízené vypalování

Řízeným vypalováním se rozumí kontrolované využití ohně za specifických podmínek. Celý průběh je kontrolován a prováděn za přítomnosti hasičů. Jedním z cílů může být ochrana biodiverzity pomocí modifikování podmínek na určité lokalitě. Dochází tak k zvýšení

heterogenity v daném ekosystému, obměně druhové skladby, a odstranění nakumulované biomasy (Valkó a Deák 2021).

I když je řízené vypalování globálně využívaná metoda, zejména v regionech jižní Afriky (Clark et al. 2020), mediteránních stepích v Austrálii (Russell-Smith et al. 2020), v různých částech jižní Ameriky (Durigan 2020), nebo v severoamerických prériích (Cummins et al. 2023), v evropském bezlesí je aplikovaná minimálně (Valkó a Deák 2021).

Aplikace ohně do krajiny se může lišit na požadovaném výsledku a na velikosti vypáleného areálu. Požadovaným výsledkem může být udržení diverzity druhů, udržení nejproduktivnějšího stavu ekosystému nebo právě introdukce disturbance pro vytvoření ranných sukcesních stadií (Goldammer et al. 2008). Rozlišujeme rozsáhlé vypálení velkého areálu, popřípadě vypalování řady menších ploch pro zvýšení heterogenity a diverzity struktury daného habitatu známé jako dynamické mozaikovitě vypalování (Goldammer et al. 2008; Brockett et al. 2001; Parr a Andersen 2006). Zvýšení heterogenity lze také dosáhnout aplikováním různých požárových režimů. Ve spojení s rozrůzněnou prostorovou limitací ohně lze zvýšit takzvanou pyrodiverzitu a zamezit tak favorizování nebo naopak potlačení určitých taxonů (New 2014).

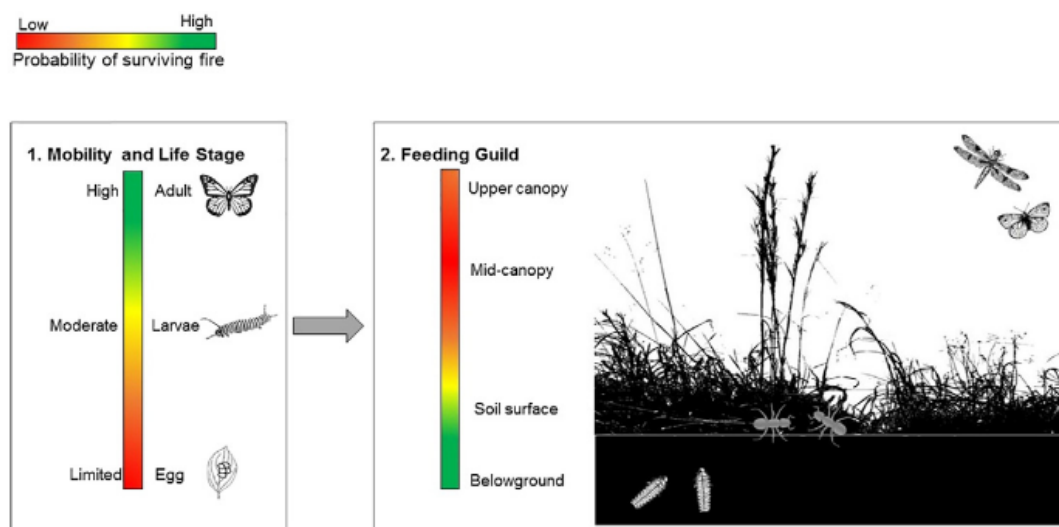
Efekty řízeného vypalování můžeme rozdělit do dvou kategorií na základě časového rámce. Efekt prvního řádu zahrnuje přímé důsledky působení samotného ohně. Zařadit zde můžeme mortalitu jedinců, poškození rostlin, zvětšení plochy odhalené půdy a celkové snížení biomasy. Do efektu druhého řádu řadíme následné nepřímé důsledky ohně, které na dané lokalitě způsobují změny v určitých charakteristikách. Jedná se o změnu mikroklimatu, dostupnost živin a struktury stanoviště (Valkó a Deák 2021).

Výhody řízeného vypalování ve srovnání s ostatními managementy spočívají zejména v efektivitě při podpoře vzácných a ohrožených druhů bezobratlých (Hamřík a Košulič 2021), v odstraňování invazních druhů, rychlosti provedení a také ve finanční nenáročnosti. Řízené vypalování oproti jiným nástrojům představuje levnou metodu udržování cenných bezlesích lokalit (Clemmensen et al. 2015; Sedláček 2015).

4 Indikační potenciál bezobratlých

Reakce společenstev bezobratlých na přítomnost ohně závisí na mnoha faktorech, a to jak ze strany vlastností ohně, na změnách prostředí v důsledku požáru, ale také na samotných vlastnostech daných taxonů (Kral et al. 2017). Swengel (1996) ve své práci zaměřené na vliv ohně na společenstva motýlů na prériích ve státě Illinois definovala 5 biologických proměnných, které udávají, jak daná společenstva budou reagovat. Tyto kategorie neplatí pouze u motýlů, ale lze je aplikovat napříč všemi řády (New 2014).

První kategorií je míra ekologické specializace. V případě, že daný taxon je vysoce specializovaný (například na výskyt hostitelské rostliny) jeho zranitelnost při aplikaci substitučních disturbancí roste. Druhou kategorií je vagilita. Vysoká mobilita je klíčová, jak při schopnosti uniknout přímým efektům ohně, tak i při následné rekolonizaci spáleniště. Další kategorie se týká lokalizace jedinců v čase požáru. Přirozeně, taxony vyskytující se v průběhu požáru nad zemí, budou znevýhodněny v porovnání s taxony ukrytými pod povrchem půdy. Pravděpodobnost přežití pod povrchem může být variabilní a je ovlivněna řadou faktorů. Schopnost materiálu izolovat před žářem se bude lišit zejména v závislosti na vlhkosti a jeho množství (Reichert a Reeder 1972). S mobilitou a lokalizací jedinců úzce souvisí také vývojové stadium, ve kterém se zvířata nachází v čase požáru (Obr. 2). Lze předpokládat, že vajíčka a larvy nacházející se nad povrchem přímo exponované ohni budou náchylnější kvůli jejich omezené mobilitě (Kral et al. 2017; Anderson et al. 1989). Příkladem korelace mezi stadiem a lokalizací může být studie zabývající se dvěma druhy sarančat *Opeia obscura* a *Aulocara ellioti* (Branson a Vermeire 2013). Oba druhy se liší v délce kladélka, a tudíž i hloubkou, do které jsou vajíčka kladeny. Mortalita vajíček u druhu *O. obscura* byla díky velké hloubce kladení (1,6 až 2,2 cm) výrazně nižší než u druhu *A. ellioti*, který vajíčka klade v menší hloubce. Mortalita vajíček u *A. ellioti* dosahovala až 76 %. Kategorií čtvrtou je voltinismus. Druhy, které produkují v rámci jednoho roku více generací mají vyšší pravděpodobnost úspěšné rekolonizace. Poslední kategorií je závislost na dostupnosti potravy po požáru (Obr. 1).



Obr. 1 Schéma ukazující pravděpodobnost přežití požárů na základě vlastností bezobratlých. Rozdělení mobility a životních stadií naznačuje, že právě tyto vlastnosti jsou vlivnější než potravní gildy. Převzato z Kral et al. 2017

4.1 Araneae

Pavouci napříč skupinami vykazují rozličné ekologické, etologické a morfologické charakteristiky (Cardoso et al. 2011; Wolff et al. 2022). Klíčové druhové vlastnosti zahrnují zejména schopnost disperze a lokomoce (např. sedentární druhy, druhy schopné „balooningu“), lovecké strategie (např. stavba sítí, strategie, „sit and wait“, aktivní lov) a vázanost na mikrostanoviště (např. život na povrchu/pod povrchem). Na základě těchto vlastností lze rozdělit pavouky do gild, kdy druhy v rámci stejné gildy budou mít na disturbance podobné odpovědi (McLean et al. 2023). Lze předpokládat, že největší negativní dopad bude u druhů žijících v opadu (New et al. 2010). Naopak druhy, které žijí v podzemí (příkladem mohou být stepníci (Eresidae), sklípkanci (Atypidae) nebo někteří zástupci slíďákovitých (Lycosidae)) mohou být chráněny povrchem a vyhnou se tak přímým efektům ohně (Carrel 2008). Pavouci jsou také velmi citliví na změny v prostorové struktuře vegetace (Langellotto a Denno 2004; Buchholz 2010). Po změně prostředí budou jinak reagovat skupiny, které vegetační pokryv vyžadují z důvodu stavby sítí nebo potravní specializace na opylovače (Robinson 1981), například křížákovití (Araneidae) nebo někteří zástupci běžníkovitých (Thomisidae). Jinak budou reagovat skupiny, které jsou aktivními lovci a vyžadují odhalenou půdu (Hamřík a Košulič 2021), jako jsou například skálovkovití (Gnaphosidae) nebo někteří slíďákovití (Lycosidae).

4.2 Coleoptera

Brouci jsou nejrozmanitější skupinou členovců na světě. Rozeznáváme přes 200 čeledí a před 400 000 popsanych druhů, s nichž se okolo 30 000 vyskytuje na území Evropy (Audisio et al.

2015). Není tedy překvapením, že diverzita životních strategií a druhových vlastností bude nepřeborná. Životní strategie se liší nejen na druhové úrovni, ale i u různých vývojových stadií (Warren et al. 1987). Rozeznat lze druhy fytofágní – např. mandelinkovití (Chrysomelidae), nosatcovití (Curculionidae), koprofágní – hnojníkovití (Geotrupidae) nebo vrubounovití (Scarabidae), nekrofágní – hrobaříkovití (Silphidae) nebo kožojedovití (Dermestidae), detritofágní – maločelncovití (Cryptophagidae), predátory – střevlíkovití (Carabidae) nebo dokonce v některých stadiích formy parazitické – např. majkovití (Meloidae). V závislosti na těchto potravních gildách lze předpokládat různé dopady ohně. Výsledek bude velmi ovlivněn sezónou, ve které se bude vypalovat (Warren et al. 1987). Dalším důležitým faktorem bude také místo vývoje larev – endofytické (např. Curculionidae), epigeické (např. Carabidae), edafonní (např. Scarabaeidae) apod. (Hann et al. 2015).

4.3 Orthoptera

Rovnokřídli mimo jiné vykazují diverzitu v mobilitě – formy přizpůsobené na let (většina zástupců) × formy nepřizpůsobené k letu (např. někteří zástupci čeledi Tettigoniidae nebo Acrididae). Dále v již zmíněné stratifikaci kladení vajíček (Branson a Vermeire 2013) a potravní strategii (predátoři, herbivoři – polyfágní, oligofágní nebo monofágní). Všechny tyto vlastnosti budou hrát roli v jejich odpovědi na oheň (Warren et al. 1987).

4.4 Lepidoptera

Reakce motýlích společenstev také nelze generalizovat na úrovni řádu. Stejně jako předešlé řády mají různá stadia různou míru mobility. Imaga motýlů mají o řádově větší šanci uniknout přímým efektům ohně než larvální stadia (Swengel 1996). Ovšem celá řada druhů je jednak specializována na jeden druh rostliny (New 2014) nebo tvoří mezidruhové interakce. Příkladem takových interakcí mohou být zástupci čeledi modráskovitých (Lycaenidae) a jejich asociace s mravenci (Warchola et al. 2015). Diverzita mezidruhových interakcí této čeledě sahá od fakultativního nedruhově specifického mutualismu po obligátně druhově specifický parazitismus (Pierce et al. 2002; Fiedler 2006). Jedná se tedy o skupinu, kde reakce populace nemusí závislá čistě na změně prostředí, ale také může záviset na reakci jiných bezobratlých společenstev (Warchola et al. 2015). Dalším příkladem rozdílných druhových charakteristik, které mohou ovlivnit reakci na přítomnost požárů na lokalitě je topografie zakuklení. Většina druhů motýlů se kuklí na vegetaci a jsou tak přímo exponované ohni (Warchola et al. 2015), ovšem u některých druhů se mohou mladší vývojová stadia vyskytovat pod povrchem půdy a být tak chráněny před žářem (Selfridge et al. 2019).

5 Efekt ohně na vybrané skupiny bezobratlých

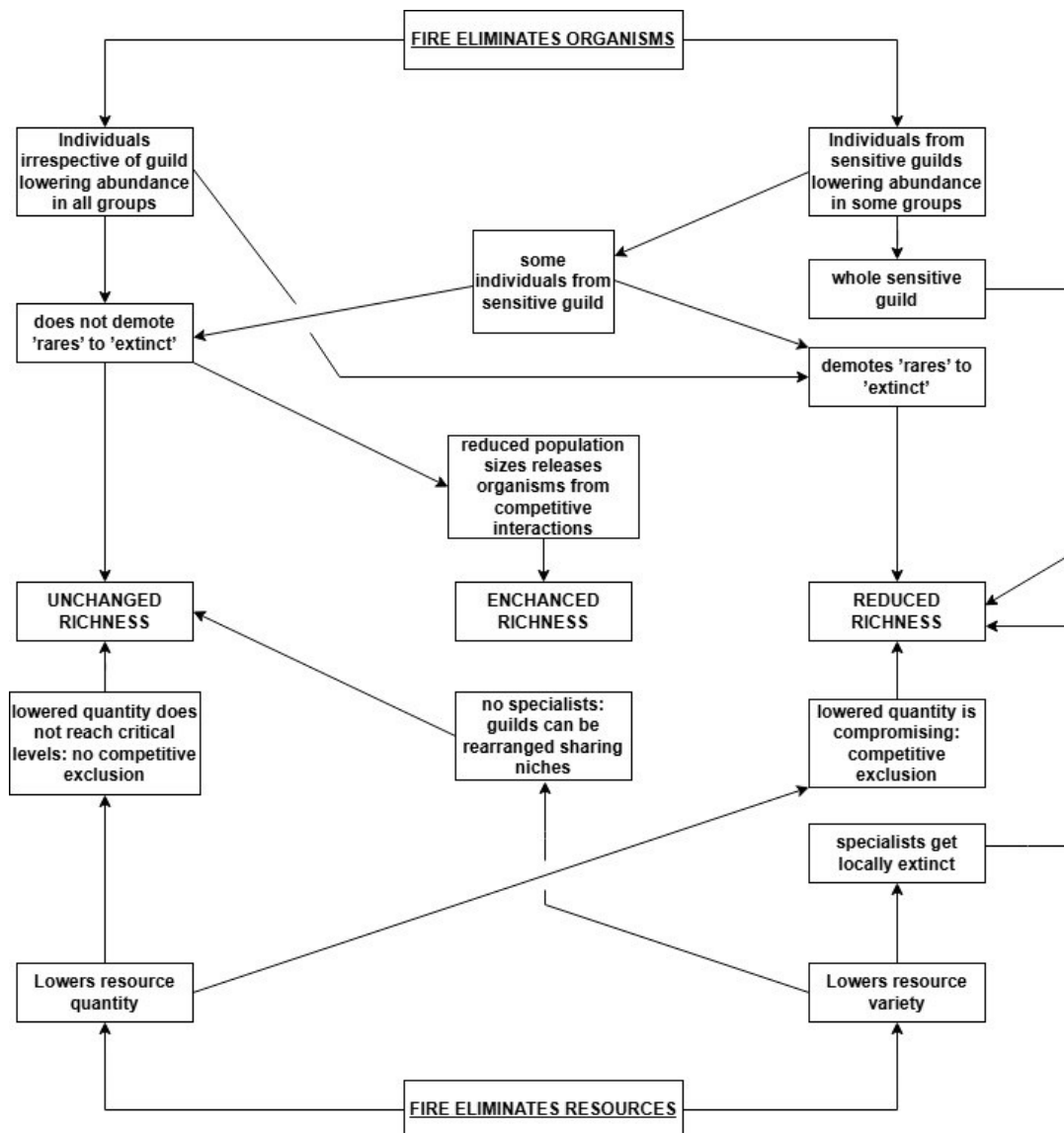
Odpověď na otázku, jak oheň ovlivňuje společenstva bezobratlých záleží na mnoha faktorech, jak bylo uvedeno v předchozí kapitole. Společenstva bezobratlých mají na výskyt ohně v prostředí mnohdy variabilní a velmi komplexní reakci. Vliv řízeného vypalování na členovce vykazuje rozporuplné výsledky (Tab. 2), jelikož závisí na taxonu, vlastnostech druhů, ekosystému a charakteristikách ohně (Barber et al. 2017; Mason et al. 2021; Bieber et al. 2023; McLean et al. 2023). Jedním z problémů studia dopadů řízeného vypalování nejen na bezobratlé společenstva v Evropě je fakt, že tento nástroj ochrany přírody je zřídka praktikován, a tudíž je v této souvislosti nedostatek údajů (Valkó et al. 2014). Dalším problémem je nemožnost generalizace jednotlivých zjištění kvůli velké diverzitě bezlesích systémů a různých klimatických podmínek od alkalických stepí (Valkó, Deák, et al. 2016) po mezické louky (Milberg et al. 2014; Polchaninova et al. 2019).

Je třeba zmínit, že reakce bezobratlých se budou diametrálně lišit u řízeného vypalování a u divokých požárů. Rozdíly jsou zejména v severitě a intenzitě ohně (vyšší u divokých požárů), prostorové limitaci (striktní vymezení u řízeného vypalování, což zajišťuje zanechání refugií pro rychlejší a jednodušší rekolonizaci) a délce samotného požáru. Přímé efekty ohně tedy budou u řízeného vypalování mírnější (Pastro et al. 2011).

Přímý efekt ohně, tedy mortalita jedinců následkem vystavení organismů přímému žáru a vysokým teplotám, taktéž může být variabilní na základě různých proměnných, zejména rychlosti větru, vlhkosti, množství a typu paliva. U požárů s vysokou severitou (zejména u požárů divokých) přímý efekt na krátké časové škále může být natolik závažný, že některé druhy bezobratlých živočichů potřebují více než rok na to, aby se dostaly na původní abundanci před požárem (Kral et al. 2017). O mnoho větší vliv mají však efekty nepřímé, vyplývající ze změn prostředí, zejména v důsledku úbytku biomasy a změn ve vegetační struktuře (Vogel et al. 2010).

I když jsou nepřímé efekty považované za důležitější, není na místě zanedbávat vliv efektů přímých. DeSouza et al. (2003) ve své práci představuje diagram různých scénářů, jak přímé efekty ohně mohou ovlivnit společenstva bezobratlých (Obr. 2). Diagram bude ovšem ve vyšší míře aplikovatelný na divoké požáry, protože mají vyšší intenzitu a severitu než řízené vypalování. Schéma zobrazuje jak mortalitu jedinců (zobrazeno nahoře), tak i ztrátu zdrojů (zobrazeno dole). Uprostřed diagramu jsou znázorněny možné důsledky v případě, že druhová

bohatost společnosti zůstane nezměněna, sníží se nebo zvýší. Šipky znázorňují možný sled událostí vedoucí k určitému výsledku. Z diagramu vychází, že ke zvýšení druhové bohatosti společností vede jediná teoretická linie, a to v případě, že oheň sníží populaci na tolik, že dojde ke snížení kompetitivních vztahů mezi jedinci. Ze strany zdrojů žádný scénář nekončí zvýšenou bohatostí, ale dochází buďto ke snížení, nebo bohatost společností zůstává stejná v porovnání s iniciálním stavem.



Obr. 2 Diagram ukazuje teoretické scénáře, jak přímé efekty ohně mohou ovlivnit druhovou bohatost bezobratlých společností. Konečný stav je vyobrazen ve středu diagramu. Vrchní část ukazuje možný sled událostí důsledkem mortality jedinců. Dolní část ukazuje možný sled událostí důsledkem eliminace zdrojů. Převzato a upraveno z DeSouza et al. 2003.

Jak již bylo naznačeno v kapitole 2.2.3. je důležité rozdělit nepřímé efekty ohně na časovou osu. Rozlišit můžeme efekty krátkodobé a dlouhodobé.

Krátkodobý efekt na bezobratlé je ve většině případů negativní, protože snižování populací pokračuje i po samotném ohni. Nastává takzvaná šoková fáze, kdy jedinci umírají zejména na ztrátu nik a nedostatek potravy (Swengel 2001; Warren et al. 1987; Sedláček 2015). Délka šokové fáze se může lišit, a to v závislosti na sezóně, klimatických podmínkách a úspěšnosti rekolonizace rostlin (Warren et al. 1987).

Dlouhodobé efekty velmi závisí na frekvenci vypalování. Každoroční vypalování lokality má za výsledek snížení množství akumulované biomasy, ale zároveň snižuje diverzitu a potlačuje populace rostlinných i živočišných druhů (Valkó a Deák 2021). Při řízeném vypalování je správné načasování klíčové. Špatná doba realizace může být pro taxony s krátkým životním cyklem kritická (New 2014; Bond a Keeley 2005; Keeley 2009). Při správném načasování zprvu dochází k favorizování xerofilních společenstev v důsledku změny struktury vegetace (Hamřík a Košulič 2021). Změna vegetační struktury přispívá ke zvýšení heterogenity prostředí vytvářením mikrostanovišť. Lokalita má zároveň prostor pro postupnou regeneraci, což vede k obměně sukcesních stadií a tím i k vyšší dostupnosti ekologických nik (Malmström 2010).

5.1 Reakce společenstev pavouků

Krause a Assmann (2016) využili řízené vypalování na vřesovištích v Německu. Studovaná lokalita byla rozdělena na kontrolní plochy s vřesovými porosty a vypálenou plochu o rozloze 220 × 200 metrů. Vypálení bylo provedeno na podzim, sběr pavouků pak následující rok. Na spáleništi byl evidován nižší počet jedinců a druhů než na ohněm neošetřené ploše. Vzácné druhy preferovaly vypálené plochy, objevovaly se ovšem (až na výjimky) v relativně nízkých počtech. Spáleniště si také vedla lépe v počtu druhů z Červeného seznamu. Rozdíl v počtu jedinců z Červeného seznamu pavouků Dolního Saska a Brém (Finch 2004) ovšem signifikantní nebyl. Mezi evidovanými pavouky se také objevily dva druhy, které jsou klasifikované jako specializované na vřesoviště *Steatoda albomaculata* a *Ozyptila scrabricula*. Oba druhy preferovaly vypálené plochy a objevovaly se ve vyšších počtech. Na spáleništi se taky v 6 jedincích objevil *Theridion uhligi*, který do té doby nebyl z Dolního Saska znám. Výsledky této studie naznačují, že řízené vypalování má pozitivní vliv na vzácné a ohrožené druhy pavouků. Mnoho z těchto druhů bylo evidováno ve vyšších počtech na vypálených než na kontrolních plochách, včetně druhů specializovaných na vřesoviště.

Na rozdíl od ostatních studií efektu řízeného vypalování na společenstva bezobratlých Hamřík a Košulič (2021) nevyužívají ke zhodnocení pouze změny v druhové bohatosti a abundanci, ale jsou vzaty v potaz i druhové vlastnosti (velikost těla, lovecká strategie,

preferenci vlhkosti) a jejich diverzita. Experiment byl provedený v suchých trávnících v České republice. Vypálené plochy byly o velikosti 4 × 5 metrů. Vypalování bylo provedeno začátkem března ve dvou po sobě jdoucích letech společně s mechanickým narušením travního drnu a sečí. Sběr pavouků probíhal během dvou let. V prvním roce nemělo řízené vypalování na epigeické společenstva žádný signifikantní vliv. V následujícím roce bylo ovšem zjištěno, že vzácné a ohrožené druhy preferovaly vypálené plochy (obr. 5). Mezi nimi se objevily ve větší početnosti suchomilné a světlomilné druhy, jako je například kriticky ohrožená *Alopecosa striatipes* nebo ohrožený *Thanatus arenarius*. Zmíněné druhy vyžadují odhalenou půdu s řídkou vegetací (Buchar a Růžička 2002). Řízené vypalování přesně tyto podmínky zaručilo. Není překvapením, že druhy závislé na vegetaci reagovaly na vypalování již první rok a jejich druhová bohatost byla nejvyšší na nevypálených plochách. Přes to však ohrožená *Evarcha laetabunda* preferovala vypálené plochy. Tento druh se vyskytuje v bylinném podrostu na xerothermních stanovištích (Buchar a Růžička 2002). Z hlediska diverzity druhových vlastností nebyl zjištěn signifikantní rozdíl. Výsledky této práce ukazují pozitivní vliv řízeného vypalování v rámci ochrany ohrožených druhů pavouků. Práce navíc ukazuje rozdíly mezi různými nástroji ochrany přírody. Autoři upozorňují na skutečnost, že management pomocí běžně využívané seče měl méně pozitivní dopad. Řízené vypalování podle autorů představuje levnou a lepší alternativu dnes běžně využívaných ochrannářských nástrojů.

Nepublikovaná studie Hamřík et al. (unpubl.) také ukazuje pozitivní vliv vypalování na společenstva pavouků suchých trávníků v Česku. Vypálené plochy měly velikost od 0,1 do 0,15 hektaru. Plochy byly vypáleny v pozdní zimě, sběr pavouků probíhal tentýž rok. Spáleniště byly preferována vzácnými a ohroženými suchomilnými a světlomilnými druhy. Díky převažujícím suchomilným a světlomilným druhům však došlo k signifikantnímu snížení diverzity druhových vlastností (preferenci vlhkosti, tolerance k zastínění, preferenci vegetačního patra). Srovnány byly také vypálené a kontrolní plochy s porosty *Crataegus monogyna*. Roztroušený *C. monogyna* poskytoval podmínky vlhkomilnějším druhům a druhům s vyšší tolerancí k zastínění. Mezi těmito druhy byly i vzácné a ohrožené druhy, a tím zvyšoval celkovou diverzitu pavouků. Výsledky studie ukázaly, že vypalování v kombinaci se zachováním roztroušené vegetace (hlohů) zvyšuje diverzitu pavouků suchých trávníků.

Valkó et al. (2016) se ve své práci nezaměřují pouze pavouky, ale využili multi-taxa přístup. Experiment byl proveden ve slaniskových trávnících na jihu Maďarska. Studované plochy byly o rozměrech 50 × 50 metrů, vypalování bylo provedeno v listopadu, sběr studovaných skupin pak následující rok. Autoři demonstrují, že podzimní vypalování nesnížilo početnost ani

druhovou bohatost členovců. Nebyl změněn ani Shannonův index diverzity napříč všemi studovanými epigeickými skupinami. Signifikantní rozdíl byl nalezen pouze u *Titanoeca veteranica*, kdy abundace byla vyšší na spáleništích, pravděpodobně v důsledku vytvoření podmínek vhodných pro tento světlomilný druh. Naproti tomu u *Trochosa robusta* byla abundace nižší, což může souviset s mortalitou zimujících jedinců na povrchu půdy. V závěru práce je řízené vypalování doporučováno. I když mělo vypalování neutrální efekt na diverzitu a abundanci členovců, vegetace na lokalitě vykazovala na vypálených plochách vyšší diverzitu.

Naopak Polchaninova (2013) uvádí pozitivní výsledky řízeného vypalování. Ve zmíněné práci se neobjevuje přesné datum, přesná lokalita ani bližší charakterizace biotopu. Je ovšem uvedeno, že se jednalo o step, která byla vypálená pouze jednou a pavoučí společenstva byly monitorovány v následujících dvou letech. V prvním roce byla na spáleništi vyšší druhová bohatost, ale nižší abundace ve srovnání s kontrolní plochou. Na vypálené ploše dominovaly suchomilné a světlomilné druhy, jako *Alopecosa solitaria* a *Eresus kollari*. Následující rok signifikantní rozdíly mezi plochami zmizely, nicméně na vypálených plochách byla signifikantně vyšší abundace druhu *E. kollari*, který na vypálených plochách zůstal početnější i v druhém roce. Autorka rovněž porovnávala místa periodických neřízených požárů s místy vypalovanými a zaznamenala, že v místech neřízených periodických jarních a podzimních požárů společenstva pavouků byly signifikantně chudší při srovnání s kontrolními plochami.

Z uvedených studií vyplývá, že na úrovni celých společenstev je reakce pavouků na vypalování neutrální až pozitivní. Studie nicméně jednoznačně ukázaly, že řízené vypalování podporuje výskyt vzácných a ohrožených suchomilných a světlomilných druhů pavouků.

5.2 Reakce společenstev brouků

Nunes et al. (2006) studovala vliv řízeného vypalování na zástupce čeledi střevlíkovitých (Carabidae) na vřesovištích v centrálním Portugalsku. Studovaná plocha tvořila 1 hektar, vypálení bylo provedeno v březnu roku 1998. Monitoring pak probíhal v následujících třech letech. V prvním roce byly abundance a druhová bohatost vyšší na kontrolních plochách než na spáleništích. V druhém roce byla abundance na spáleništích vyšší, autorka ovšem uvádí, že se jednalo o dominanci druhu *Petrophilus brevipennis*. Z celkových 28 druhů se 25 % objevovalo jak na kontrolních, tak spálených plochách, 50 % druhů bylo vázáno čistě na plochy kontrolní. Zbýlých 25 % druhů bylo nalezeno pouze na spáleništi. Vzácné druhy preferovaly plochy kontrolní. Výsledky práce jsou nicméně zatíženy ztrátami pastí v důsledku velkého úhrnu srážek či zničení divokou zvěří. Autorka v diskusi uvádí, že ztráta vzácných druhů

z vypálených ploch může být zapříčiněna změnami v mikroklimatu, snížením vlhkosti půdy a nedostatkem úkrytů, což mohlo ovlivnit larvální stadia v důsledku jejich zvýšené expozici predátorům.

Bargmann et al. (2015) nevypalovali lokality de novo, ale využili vřesoviště v Norsku (ostrovy Lygra a Lurekalven), kde se řízeně vypalovalo a páslo od roku 1992. Studované plochy byly rozděleny do 3 kategorií na základě času uplynulého od posledního požáru a sukcesního stadia, ve kterém se vegetace nacházela. První kategorií byly plochy, kde od posledního požáru uplynulo 0–5 let. Druhou kategorií tvořily lokality se stářím 6–14 let. Třetí kategorie zahrnovala plochy 15–25 let. Plochy měly velikost od 0,02 do 20 hektarů. Ve většině případů bylo vypalování provedeno v zimě. Sběr brouků probíhal během dvou let. Výsledky ukazují že druhová bohatost byla nejvyšší na recentně vypálených plochách. Také zde bylo evidováno několik druhů (*Amara lunicollis*, *Bradycellus caucasicus*, *Cicindela campestris*, *Poecilus lepidus*, a *Olisthopus rotundatus*), které jsou vázány na otevřenější biotopy, nebo na vřesoviště. Tyto druhy se vyskytovaly pouze na lokalitách, kde od posledního ohně uplynulo méně než 12 let. Na lokalitách, kde uplynulo více než 20 let od posledního požáru, byly evidovány pouze dva druhy vázané na vřesoviště, a to *Nebria salina* a *Pterostichus nigrita*. Zmíněné druhy se však vyskytovaly i na recentně vypálených plochách. V závěru práce autoři řízené vypalování doporučují, upozorňují na důležitost udržení mozaikovitě struktury biotopů. Naznačují také, že na dané lokalitě by bylo vhodné intervaly mezi požáry zkrátit, protože nejlepší výsledky byly zaznamenány v rozmezí 0–14 let po požárů.

Další experiment zabývající se stejnou problematikou byl proveden také v Norsku. Kerdoncuff et al. (2023) porovnávali aktivitu brouků na recentně vypálených a zarůstajících plochách vřesovišť na ostrově Hopøyna. Společně s vypalováním na ostrově probíhá i pastva ovčí. Studované plochy měly velikost od 0,05 do 0,1 hektaru. Vypálení ploch proběhlo časně na jaře ve dvou po sobě jdoucích letech. Bylo zjištěno, že 1–2 roky po vypálení se snížila druhová bohatost, ale β diverzita mezi plochami se nezměnila. Nepřekvapivě, suchomilné druhy byly více aktivní na recentně vypálených plochách, zatímco druhy vyžadující vyšší vlhkost byly ve vyšších abundancích na vřesovištích v pozdějších sukcesních stadiích. Co se týče vzácných druhů z Červeného seznamu (Artsdatabanken 2021), byly nalezeny pouze dva druhy, a to *Enalodroma hepatica* a *Cymindis vaporariorum*. Oba druhy byly evidovány pouze na nevypálených plochách, v obou případech šlo ovšem o jednoho jedince. Inklinace k vypáleným plochám byla zjištěna pouze u suchomilného a světlomilného druhu *Dyschirius globosus*. Rozdílné abundance se objevily u taktéž suchomilného a světlomilného druhu

Poecilus versicolor, který byl na vypálených plochách zaznamenán ve více než 100 jedincích, zatímco na plochách kontrolních v méně než 10 jedincích. V závěru práce autoři zdůrazňují důležitost kombinace faktorů jako jsou druhové vlastnosti a ekologické preference taxonů při studování vlivu ohně na bezobratlé.

V již zmíněné práci v kapitole o reakci pavoučích společenstev Valkó et al. (2016) zjistili, že řízené vypalování signifikantně neovlivnilo abundanci, druhovou bohatost ani Shannonův index diverzity u zástupců čeledi Carabidae. Podobně Hamřík et al. (unpubl.) zjistili, že spálené plochy měly pouze nižší podíl druhů tolerujících zastínění než plochy kontrolní, zatímco ostatní studované proměnné nebyly signifikantně ovlivněny.

Společenstva brouků v evropském bezlesí vykazují variabilní odpověď na aplikaci řízeného vypalování. Z důvodu nedostatku publikované literatury nelze odpověď generalizovat. Ve dvou případech ze čtyř byla druhová bohatost na spálených plochách vyšší než na kontrolní, v jednom případě pak nižší a vzácné druhy preferovali plochy kontrolní. Ve dvou studiích byla zaznamenána neutrální reakce.

5.3 Reakce společenstev rovnokřídlého hmyzu

Hochkirch a Adorf (2007) studovali efekt řízeného vypalování a divokých požárů na rašeliništích v Německu v Dolním Sasku. Dvě lokality byly vypáleny v únoru a později na jaře téhož roku byly dvě zbývající lokality zasaženy divokým požárem. Velikost řízeně vypálených ploch činila 35 a 21 hektarů, u divokých požárů pak 15,5 a 4,1 hektarů. Bylo zjištěno, že na vypálených plochách byla abundance rovnokřídlého hmyzu signifikantně vyšší. Nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl mezi řízeným vypalováním a divokým požárem. Většina druhů měla na oheň neutrální odpověď vyjma suchomilného druhu *Omocestus rufipes*, který se vyskytoval téměř exkluzivně na vypálených plochách. *O. rufipes* je v Dolním Sasku (Grein 2005) a celkově v Německu (Ingrisch a Köhler 1998; Maas et al. 2002) veden jako ohrožený. V závěru práce autoři uvádějí, že společenstva rovnokřídlého hmyzu nejsou ohroženy ohněm, a že řízené vypalování může být využito k ochraně ohrožených druhů. Autoři nicméně varují před negativním vlivem změny vegetační struktury rašelinišť. Přes počáteční negativní efekt vypalování na populace *Molinia caerulea*, může v dlouhodobém měřítku druh z vypalování profitovat, což může vést až k degradaci stanoviště. (Brys et al. 2005).

Také Gardiner et al. (2005) se zaměřili na rovnokřídlé. Experiment byl proveden na vlhkých loukách v Anglii. Srovnávali čtyři lokality, dvě byly v minulosti upraveny k zemědělství (zorány a odvodněny), na zbylých dvou k těmto úpravám nikdy nedošlo. Na

všech lokalitách byla v minulosti přítomna pastva. Lokality byly vypáleny v únoru. Velikost ploch v práci uvedená není, každopádně autoři uvádí, že šlo o maloplošné vypalování. Monitoring byl prováděn téhož roku. Bylo zjištěno, že abundance na spáleništích byla vyšší než na kontrolních plochách. Tento rozdíl ovšem nebyl signifikantní. Na spáleništích byly evidovány dva druhy, a to *Chorthippus parallelus* a *Omocestus viridulus*. Na plochách kontrolních se objevovaly druhy čtyři (*Ch. parallelus*, *O. viridulus*, *Tetrix subulata* a *Tetrix undulata*). V závěru autoři navrhují možná vysvětlení malé druhové bohatosti na lokalitě, zejména nešetrný zemědělský přístup. Ovšem také uvádí, že výsledky práce je potřeba brát s určitou opatrností, kvůli malému rozsahu studie.

Lemonnier-Darcemont (2003) provedla obdobný experiment na jihovýchodě Francie. Studované byly tři plochy. První byla vypálena v zimě roku 1995 a 1996. Není uvedený přesný biotop, ovšem je zmíněno, že vegetační pokryv tvořily zejména byliny, ale byla přítomná i keřovitá vegetace. Druhá plocha byla vypálena také v zimě, ale v letech 1996 a 1997. Poslední plocha byla ponechána bez žádného zásahu a fungovala jako plocha kontrolní. Na první lokalitě v prvním roce po ohni byla abundance rovnokřídlých nejvyšší ze všech sledovaných lokalit. V druhém roce abundance klesla, ovšem druhová bohatost se zvýšila. V posledním sledovaném roce byla biomasa rovnokřídlého hmyzu vyšší v porovnání s ostatními plochami, a to zejména kvůli vysokému počtu druhů patřících do rodů *Ephippiger* a *Calliptamus*. Druhá lokalita v prvním roce vykazovala zanedbatelně vyšší druhovou bohatost než lokalita předešlá. Rozdíly v abundanci byly minimální. Na lokalitě byl také zaznamenán úbytek, nebo úplné lokální vymizení druhů vázaných na dřevinnou vegetaci (*Pholidoptera fallax* a *Yersinella raymondii*). Kontrolní plocha v prvním roce vykazovala nízkou druhovou bohatost i biomasu. V následujícím roce došlo k signifikantnímu nárůstu druhové bohatosti. Autorka tento vzrůst vysvětluje tak, že plocha byla mnoha druhy využita jako refugium po zimním vypálení. V posledním monitorovaném roce diverzita prudce klesá. Autorka se v závěru práce k řízenému vypalování staví skepticky, zejména kvůli faktu, že oheň na místě může podporovat populace druhů *Ulex europaeus* a *Betula verrucosa*. Uvádí, že favorizování těchto druhů tvoří hrozbu pro některé druhy rovnokřídlých.

Zatímco abundance rovnokřídlých společenstev po řízeném vypalování ve všech případech vzrostla, diverzita vykazuje smíšené reakce. Z důvodu malého počtu studií nelze udělat jednoznačný závěr, zda je řízené vypalování vhodným managementem pro ochranu ohrožených druhů rovnokřídlých.

	Studie	Země	Sezóna vypálení	Biotop	Počet monitorovaných let
Araneae	Krause a Assmann (2016)	Neměcko	Podzim	Vřesoviště	1
Araneae	Hamřík a Košulič (2021)	Česko	Pozdní zima	Suché trávníky	2
Araneae	Hamřík et al. (unpubl)	Česko	Pozdní zima	Suché trávníky	1
Araneae	Valkó et al. (2016)	Maďarsko	Podzim	Slaniskové trávníky	1
Araneae	Polchaninova (2013)	Ukrajina	–	Stepi	2
Coleoptera	Nunes et al. (2006)	Portugalsko	Pozdní zima	Vřesoviště	3
Coleoptera	Bargman et al. (2015)	Norsko	Zima	Vřesoviště	2 roky, lokality rozdělny na základě počtu let uplynulých od posledního vypálení (0–25 let)
Coleoptera	Kerdoncuff et al. (2023)	Norsko	Jaro	Vřesoviště	2
Coleoptera	Hamřík et al. (unpubl)	Česko	Pozdní zima	Suché trávníky	1
Coleoptera	Valkó et al. (2016)	Maďarsko	Podzim	Slaniskové trávníky	1
Orthoptera	Hochkirch a Adorf (2007)	Německo	Pozdní zima	Rašeliniště	1
Orthoptera	Gardiner et al. (2005)	Anglie	Pozdní zima	Vlhká louka	1
Orthoptera	Lemonnier-Darcemont (2003)	Francie	Zima	Suché trávníky s křovinami	3

Tab. 1 Srovnání metodiky studií popsanych v kapitolách 5.1–5.3, studie na reakce motýlů nejsou zahrnuty z důvodu zahrnutí mnoha různých biotopů, nesjednoceným přístupem monitorování a chybějících údajů

	Studie	Abundance (R/V) na S	Druhová bohatost (R/V) na S		Druhy z ČS		Diverzita druhových vlastností na S
Araneae	Krause a Assmann (2016)	nižší	nižší		Preference S ploch		–
Araneae	Hamřík a Košulič (2021)	–	Epigeické druhy	Druhy na vegetaci	Epigeické druhy	Druhy na vegetaci	bez změny
			1/bez změny 2/bez změny	1/nižší 2/bez změny	1/bez změny 2/preference S ploch	1/preference S ploch 2/bez změny	
Araneae	Hamřík et al. (unpubl)	bez změny	bez změny		Preference S ploch		nižší
Araneae	Valkó et al. (2016)	bez změny	bez změny		bez změny		–
Araneae	Polchaninova (2013)	1/nižší 2/ vymizení rozdílů (vyjma čeledi Eresidae)	1/vyšší 2/vymizení rozdílů		–		–
Coleoptera	Nunes et al. (2006)	1/nižší 2/vyšší (dominance jednoho druhu) 3/–	1/nižší 2/nižší 3/–		Preference K ploch		–
Coleoptera	Bargman et al. (2015)	–	Nejvyšší na recentě vypálených plochách		–		–
Coleoptera	Kerdoncuff et al. (2023)	Vyšší u xerothermních druhů, nižší u stínomilných druhů	1/nižší 1/nižší		Dva druhy v jednom jedinci na K plochách		–
Coleoptera	Hamřík et al. (unpubl)	bez změny	bez změny		bez změny		bez změny
Coleoptera	Valkó et al. (2016)	bez změny	bez změny		bez změny		–
Orthoptera	Hochkirch a Adorf (2007)	vyšší	–		Preference S ploch		–
Orthoptera	Gardiner et al. (2005)	1/vyšší (nesignifikatni)	1/nižší		–		–
Orthoptera	Lemonnier-Darcemont (2003)	1/vyšší 2/vyšší 3/vyšší	1/bez změny 2/vyšší 3/–		–		–

Tab. 2 Srovnání výsledků studií popsanych v kapitolách 5.1–5.3., reakce motýlů nejsou zahrnuty, protože studie jsou zaměřené na konkrétní druhy a nejsou řešeny na úrovni společenstva, vyhodnocení nižší, vyšší bez změny značí porovnání s kontrolními plochami, použité zkratky: R/V – rok/ výsledek, S – spálené plochy, K – kontrolní plochy, ČS – Červený seznam

5.4 Reakce motýlích společenstev

Lewis a Hurford (1997) studovali efektivitu různých nástrojů ochrany přírody na populaci ohroženého *Eurodryas aurinia* na jihu Spojeného království. Jednalo se o lokality s polopřirozeným loukami. Bylo zjištěno, že řízené vypalování na mnoha lokalitách podpořilo výskyt *E. aurinia*. Výsledky ukazují, že za určitých podmínek jsou larvy schopny přežít přímé efekty ohně. Na druhou stranu autoři dochází k podobným závěrům jako v pracích uvedených výše. Oheň favorizoval růst populace *M. caerulea* na vypalovaných plochách, což z dlouhodobého hlediska může populace těchto motýlů ohrozit kompetitivní vytlačení živých rostlin *Cirsium dissectum* a *Succisa pratensis*. Autoři tedy doporučují řízené vypalování pouze v případě, že není možnost využití pastvy.

Möllenbeck et al. (2009) studovali, zda může být řízené vypalování vhodným managementem pro ochranu *Hipparchia fagi*. Experiment byl proveden v Německu v pohoří Kaiserstuhl se stepními svahy a vinicemi. Maloplošné mozaikovitě vypalování bylo provedeno v zimě za účelem odstranění dřevin. Analýza preferencí mikrohabitátů larválních stádií odhalila, že řízené vypalování není vhodným managementem pro ochranu těchto motýlů, jelikož 95 % vajíček a housenek bylo pozorováno na nevypálených plochách. *H. fagi* je vázán na *Bromus erectus*. Zimní řízené vypalování ovšem favorizuje růst rostlin jako jsou *Brachypodium pinnatum*. Ty následně mohou populace *B. erectus* vykompetovat. Autoři v závěru zmiňují, že okáči ve výsledku řízeným vypalováním ohroženi přímo nejsou, ovšem se nejedná o správný přístup k jejich ochraně. Autoři tedy doporučují využití seče popřípadě méně účinnější pastvy.

U motýlů se mnoho prací zabývá otázkou, jak jednotlivý druh na oheň reaguje a zda je řízené vypalování pro daný taxon vhodný přístup. Příkladem může být *Boloria euphrosyne*, kdy Barnett a Warren (1995) zjistili určitou variabilitu napříč lokalitami v Anglii. Vypalování kombinované s pastvou na lokalitě Dartmoor mělo na populaci pozitivní vliv. Zvýšila se abundance hostitelské rostliny (*Viola* spp.) i abundance samotného motýla. Opačný výsledek byl však zjištěn na lokalitě Clwyd, kde na studovaných plochách došlo ke snížení početnosti. Autoři tyto změny vysvětlují rozdílnou frekvencí požárů.

Dalším příkladem může být studie, kde Warren (1991) rozebírá různé způsoby managementu mnoha lokalit a jejich dopad na *Mellicta athalia*. Jednou z nich je lokalita Exmoor v jihovýchodní Anglii, kde je řízené vypalování aplikované v cyklech trvajících 6 až 12 let a kombinováno s pastvou. Na první studované ploše dva roky před vypálením bylo

evidováno 280 dospělých jedinců. V létě dva roky po vypálení plochy nebyl evidován jediný exemplář tohoto druhu. V následujícím roce se objevilo jedinců pouze 17. Autor uvádí, že se mohlo jednat o fragment populace, který přežil, nebo se mohlo jednat o migraci z nedaleké lokality, která se nacházela odhadem půl kilometru od studované plochy. Populace hostitelské rostliny (*Melanpyrum* sp.) se po ohni zotavila a v následujících letech tak došlo i k nárustu evidovaných jedinců monitorovaného druhu motýla. Na ostatních studovaných plochách po vypálení zůstala řada nespálených ploch sloužících jako refugium. Abundance motýla nebyla zprvu ovlivněna. V následujících letech pak došlo k nárustu. Na sledovaných neošetřených plochách byla abundance motýla kriticky nízká na pokraji vymizení druhu. Výsledky této studie ukazují, že řízené vypalování je velmi efektivní metodou pro podpoření populací druhu *M. athalia*. Autor v závěru upozorňuje na důležitost ponechání nevypálených ploch v rámci lokalit, pro efektivnější rekolonizaci spálenišť.

Pozitivní dopady řízeného vypalování byly zjištěny také u druhu *Coenonympha tulila* na rašeliníštích, v případě že se jednalo o oheň s nízkou intenzitou (Dennis a Eales 1997) nebo u druhu *Phengaris alcon* na mnoha lokalitách napříč Evropou (Maes et al. 2004; Mouquet et al. 2005; Arnaldo et al. 2014).

Z uvedených studií vyplývá, že řízené vypalování je velmi efektivním managementem v rámci druhové ochrany motýlů. Z výsledků monitoringu populace *M. athalia* také vyplývá důležitost správného nastavení frekvence řízeného vypalování, kdy populace vzrostla až po několika letech po vypálení lokality. Pouze jedna ze studií poukazuje na negativní vliv tohoto managementu, a to konkrétně u druhu *Hipparchia fagi*. Často zmiňovanou překážkou je ovšem fakt, že oheň favorizuje růst rostliny druhu *Molinia caerulea*, což v dlouhodobém hledisku může populace motýlů ohrozit.

6 Závěr

Práce shrnuje poznatky o roli ohně v evropských nelesních ekosystémech a jak společenstva vybraných bezobratlých reagují na zavedení řízeného vypalování. Je zde prezentováno, že odpověď na řízené vypalování se liší v závislosti na druhových vlastnostech vybraných bezobratlých napříč nižšími taxonomickými úrovněmi.

Ze syntézy všech dostupných studií zabývajících se touto problematikou vyplývá hned několik skutečností. Ve valné většině případů bylo řízené vypalování efektivním managementem, kdy při zavedení této substitutivní disturbance došlo ke zvýšení druhové bohatosti nebo abundance ohrožených druhů. V mnoha případech se jedná o druhy s preferencí na xerothermní stanoviště s řídkou vegetací a s vyšším podílem odhalené půdy.

Při srovnání popsaných metodik je patrná nejednotnost okolností, za nichž je řízené vypalování prováděno. Variabilita je evidentní zejména pro roční období (jaro/podzim), frekvenci (jednorázové/opakované) a velikost plochy (maloplošné/velkoplošné). Nesjednocený přístup platí také pro monitoring dopadů, kdy se často liší doba odchyť. V mnohých pracích také chybí důležité údaje. Jedná se zejména o studie sledující vliv řízeného vypalování na motýly, kdy není v metodice uvedena velikost plochy, na kterou byl oheň aplikován. Celkově chybí studie zaměřené na velikost vypalovaných ploch a na srovnání účinků tohoto managementu mezi různými typy biotopů, například v závislosti na úživnosti stanovišť. Tyto výzkumné aspekty by bylo vhodné do budoucna cíleně prozkoumat.

V současnosti je stále nedostatečné množství dostupné literatury zaměřující se na vliv řízeného vypalování na bezobratlé v bezlesí Evropy, což je oblast, která není v současné vědecké literatuře dostatečně pokryta. Vzhledem k tomuto omezenému množství relevantních studií nebylo možné uvést širší výčet literatury. Zároveň z dostupných studií vyplývá, že i přes efektivitu tohoto managementu představuje řízené vypalování v evropském bezlesí zřídka využívanou metodu.

7 Reference

- Adámek, Martin, Zuzana Jankovská, Věroslava Hadincová, Emanuel Kula, and Jan Wild. 2018. 'Drivers of Forest Fire Occurrence in the Cultural Landscape of Central Europe'. *Landscape Ecology* 33 (11): 2031–45. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0712-2>.
- Andersen, Alan N., Garry D. Cook, Laurie K. Corbett, Michael M. Douglas, Robert W. Eager, Jeremy Russell-Smith, Samantha A. Setterfield, Richard J. Williams, and John C. Z. Woinarski. 2005. 'Fire Frequency and Biodiversity Conservation in Australian Tropical Savannas: Implications from the Kapalga Fire Experiment'. *Austral Ecology* 30 (2): 155–67. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2005.01441.x>.
- Andersen, Alan N., Relena R. Ribbons, Magen Pettit, and Catherine L. Parr. 2014. 'Burning for Biodiversity: Highly Resilient Ant Communities Respond Only to Strongly Contrasting Fire Regimes in A Ustralia's Seasonal Tropics'. Edited by Don Driscoll. *Journal of Applied Ecology* 51 (5): 1406–13. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12307>.
- Anderson, Roger C., Theresa Leahy, and Shivcharn S. Dhillion. 1989. 'Numbers and Biomass of Selected Insect Groups on Burned and Unburned Sand Prairie'. *The American Midland Naturalist* 122 (1): 151–62. <https://doi.org/10.2307/2425692>.
- Arnaldo, Paula Seixas, Darinka Gonzalez, Irene Oliveira, Frank Van Langevelde, and Irma Wynhoff. 2014. 'Influence of Host Plant Phenology and Oviposition Date on the Oviposition Pattern and Offspring Performance of the Butterfly Phengaris Alcon'. *Journal of Insect Conservation* 18 (6): 1115–22. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9721-x>.
- Artsdatabanken. 2021. *Norsk rødliste for arter 2021 [Norwegian Red List for Species 2021]*. <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/>. Accessed April 23, 2025.
- Audisio, Paolo, Miguel-Angel Alonso Zarazaga, Adam Slipinski, Anders Nilsson, Josef Jelínek, Augusto Taglianti, Federica Turco, et al. 2015. 'Fauna Europaea: Coleoptera 2 (Excl. Series Elateriformia, Scarabaeiformia, Staphyliniformia and Superfamily Curculionoidea)'. *Biodiversity Data Journal* 3 (April):e4750. <https://doi.org/10.3897/BDJ.3.e4750>.
- Ausden, Malcolm. 2007. *Habitat Management for Conservation: A Handbook of Techniques*. Techniques in Ecology and Conservation Series. Oxford: Oxford University Press.

- Barber, Nicholas A., Katie A. Lamagdeleine-Dent, Jason E. Willand, Holly P. Jones, and Kenneth W. McCravy. 2017. 'Species and Functional Trait Re-Assembly of Ground Beetle Communities in Restored Grasslands'. *Biodiversity and Conservation* 26 (14): 3481–98. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1417-6>.
- Bargmann, Tessa, Bjørn Arild Hatteland, and John-Arvid Grytnes. 2015. 'Effects of Prescribed Burning on Carabid Beetle Diversity in Coastal Anthropogenic Heathlands'. *Biodiversity and Conservation* 24 (10): 2565–81. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0945-1>.
- Barnett, L. K., and M. S. Warren. 1995. *Species Action Plan: Pearl Bordered Fritillary*. Unpublished report to Butterfly Conservation.
- Bartsch, J., and M. Bartsch. 1940. "Vegetationskunde des Schwarzwaldes." In *Pflanzensoziologie, eine Reihe vegetationskundlicher Gebietsmonographien*, edited by Reichsstelle für Naturschutz, vol. 4.
- Batáry, P., A. Báldi, G. Szél, A. Podlussány, I. Rozner, and S. Erdés. 2007. "Responses of Grassland Specialist and Generalist Beetles to Management and Landscape Complexity." *Diversity and Distributions* 13: 196–202.
- Bieber, Blyssalyn V., Dhaval K. Vyas, Amanda M. Koltz, Laura A. Burkle, Kiaryce S. Bey, Claire Guzinski, Shannon M. Murphy, and Mayra C. Vidal. 2023. 'Increasing Prevalence of Severe Fires Change the Structure of Arthropod Communities: Evidence from a Meta-Analysis'. *Functional Ecology* 37 (8): 2096–2109. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14197>.
- Bonanomi, G., S. Caporaso, and M. Allegranza. 2006. "Short-Term Effects of Nitrogen Enrichment, Litter Removal and Cutting on a Mediterranean Grassland." *Acta Oecologica* 30: 419–425.
- Bond, W, and J Keeley. 2005. 'Fire as a Global "Herbivore": The Ecology and Evolution of Flammable Ecosystems'. *Trends in Ecology & Evolution* 20 (7): 387–94. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.025>.
- Branson, David H., and Lance T. Vermeire. 2013. 'Heat Dosage and Oviposition Depth Influence Egg Mortality of Two Common Rangeland Grasshopper Species'. *Rangeland Ecology & Management* 66 (1): 110–13. <https://doi.org/10.2111/REM-D-11-00187.1>.
- Brockett, Bruce, H.C. Biggs, and Brian van Wilgen. 2001. 'A Patch Mosaic Burning System for Conservation Areas in Southern African Savannas'. *International Journal of Wildland Fire* 10 (July):169–83. <https://doi.org/10.1071/WF01024>.

- Bruce, M., and J. G. Goldammer. 2003. *The Use of Prescribed Fire in the Land Management of Western and Baltic Europe*.
- Brys, Rein, Hans Jacquemyn, and Geert De Blust. 2005. 'Fire Increases Aboveground Biomass, Seed Production and Recruitment Success of *Molinia Caerulea* in Dry Heathland'. *Acta Oecologica* 28 (3): 299–305.
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2005.05.008>.
- Buchar, J., and V. Růžička. 2002. *Catalogue of Spiders of the Czech Republic*. Praha: Peres.
- Buchholz, Sascha. 2010. 'Ground Spider Assemblages as Indicators for Habitat Structure in Inland Sand Ecosystems'. *Biodiversity and Conservation* 19 (9): 2565–95.
<https://doi.org/10.1007/s10531-010-9860-7>.
- Cardoso, Pedro, Stano Pekár, Rudy Jocqué, and Jonathan A. Coddington. 2011. 'Global Patterns of Guild Composition and Functional Diversity of Spiders'. Edited by Michael Somers. *PLoS ONE* 6 (6): e21710.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021710>.
- Carrel, James E. 2008. 'Differential Survival of *Geolycosa Xera Archboldi* and *G. Hubbelli* (Araneae, Lycosidae) after Fire in Florida Scrub'. *Journal of Arachnology* 36 (3): 595–99. <https://doi.org/10.1636/T08-14.1>.
- Clark, Michele D, Carissa L Wonkka, Urs P Kreuter, and William E Rogers. 2020. 'Interactive Effects of Prescribed Fire and Livestock Grazing on *Seriphium Plumosum* in South African Sour Bushveld'. *African Journal of Range & Forage Science* 37 (4): 278–85.
<https://doi.org/10.2989/10220119.2020.1751287>.
- Clemmensen, Kerstin E., et al. 2015. "Managing Open Landscapes by Prescribed Fire: Impacts on Vegetation and Financial Costs." *Ecological Applications* 25 (5): 1199–1211.
- 'ČNR 1971-1976, 17. Schůze, Část 14/16 (29. 10. 1975)'. Accessed 10 March 2025.
https://www.psp.cz/eknih/1971cnr/stenprot/017schuz/s017014.htm?utm_source=chatgpt.com.
- Cochrane, Mark, and Mark Schulze. 2006. 'Fire as a Recurrent Event in Tropical Forests of the Eastern Amazon: Effects on Forest Structure, Biomass, and Species Composition¹'. *Biotropica* 31 (March):2–16. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00112.x>.
- Connell, J. H. 1979. 'Response: Intermediate-Disturbance Hypothesis'. *Science* 204 (4399): 1345–1345. <https://doi.org/10.1126/science.204.4399.1345.a>.

- Cummins, Karen, Joseph Noble, J. Morgan Varner, Kevin M. Robertson, J. Kevin Hiers, Holly K. Nowell, and Eli Simonson. 2023. 'The Southeastern U.S. Prescribed Fire Permit Database: Hot Spots and Hot Moments in Prescribed Fire across the Southeastern U.S.A.' *Fire* 6 (10): 372. <https://doi.org/10.3390/fire6100372>.
- Deák, B. 2014. 'GRASSLAND FIRES IN HUNGARY – EXPERIENCES OF NATURE CONSERVATIONISTS ON THE EFFECTS OF FIRE ON BIODIVERSITY'. *Applied Ecology and Environmental Research* 12 (1): 267–83. https://doi.org/10.15666/aeer/1201_267283.
- Dennis, Roger L.H., and Harry T. Eales. 1997. 'Patch Occupancy in *Coenonympha tullia* (Müller, 1764) (Lepidoptera: Satyrinae): Habitat Quality Matters as Much as Patch Size and Isolation'. *Journal of Insect Conservation* 1 (3): 167–76. <https://doi.org/10.1023/A:1018455714879>.
- DeSouza, Og, Lidiamar Albuquerque, V.M. Tonello, L.P. Pinto, and Ronaldo Reis Junior. 2003. 'Effects of Fire on Termite Generic Richness in a Savanna-like Ecosystem ('Cerrado') of Central Brazil'. *Sociobiology* 42 (January):639–49.
- Durigan, Giselda. 2020. 'Zero-Fire: Not Possible nor Desirable in the Cerrado of Brazil'. *Flora* 268 (July):151612. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151612>.
- Eckstein, R. L., and T. W. Donath. 2005. "Interactions between Litter and Water Availability Affect Seedling Emergence in Four Familiar Pairs of Floodplain Species." *Journal of Ecology* 93: 807–816.
- Fernández-Anez, Nuria, Francisco J. Madrigal, and Emilio Chuvieco. 2022. "Biogeographic Variability in Wildfire Severity and Post-Fire Vegetation Recovery across the European Forests via Remote Sensing-Derived Spectral Metrics." *Science of the Total Environment* 824: 153807. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153807>.
- Feucht, O. 1907. "Zur Vegetationsgeschichte des nördlichen Schwarzwaldes, insbesondere des Kniebisgebiets." *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg* 63: Vol. LVII-LXXI.
- Feurdean, Angelica, Allan Spessa, Enikő Magyari, Katherine Willis, and Thomas Hickler. 2012. "Trends in Biomass Burning in the Carpathian Region over the Last 15,000 Years." *Quaternary Science Reviews* 45: 111–125. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.04.001>.
- Fiedler, Konrad, Prof Dr, and Fiedler. 2006. 'Ant-Associates of Palaearctic Lycaenid Butterfly Larvae (Hymenoptera: Formicidae; Lepidoptera: Lycaenidae) – a Review'. *Myrmecological News* 9 (December):77–87.

- Finch, Oliver-David. 2004. 'Rote Liste Der in Niedersachsen Und Bremen Gefährdeten Webspinnen (Araneae) Mit Gesamtartenverzeichnis'. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 24 (June):1–20.
- Flannigan, M. D., and B. M. Wotton. 1991. 'Lightning-Ignited Forest Fires in Northwestern Ontario'. *Canadian Journal of Forest Research* 21 (3): 277–87. <https://doi.org/10.1139/x91-035>.
- Gardiner, Tim, Michelle Gardiner, and Julian Hill. 2005. 'The Effect of Pasture Improvement and Burning on Orthoptera Populations of Culm Grasslands in Northwest Devon, UK'. *Journal of Orthoptera Research* 14 (2): 153–59. [https://doi.org/10.1665/1082-6467\(2005\)14\[153:TEOPIA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1665/1082-6467(2005)14[153:TEOPIA]2.0.CO;2).
- Gatter, W. 1996. "Das Abflämmverbot als Rückgangsursache von Singvögeln?" *Ornithologische Anzeiger* 35: 163–171.
- Gazol, A., R. Tamme, K. Takkis, L. Kasari, L. Saar, A. Helm, and M. Pärtel. 2012. "Landscape- and Small-Scale Determinants of Grassland Species Diversity: Direct and Indirect Influences." *Ecography* 35: 944–951.
- Gill, A. Malcolm. 1975. 'Fire and The Australian Flora: A Review'. *Australian Forestry* 38 (1): 4–25. <https://doi.org/10.1080/00049158.1975.10675618>.
- Goldammer, J. 2002. 'Fire History of Central Europe : Implications for Prescribed Burning in Landscape Management and Nature Conservation'. In . <https://www.semanticscholar.org/paper/Fire-History-of-Central-Europe-%3A-Implications-for-Goldammer/8cf21b6ddce0ee12c44153eaabd6cc6d7b07419b>.
- Goldammer, J. G., G. Hoffmann, M. Bruce, L. Kondrashov, S. Verkhovets, Y. K. Kisilyakhov, T. Rydkvist, et al. 2008. 'The Eurasian Fire in Nature Conservation Network (EFNCN): Advances in the Use of Prescribed Fire in Nature Conservation, Landscape Management, Forestry and Carbon Management in Temperate-Boreal Europe and Adjoining Countries in Southeast Europe, Caucasus, Central Asia and Northeast Asia', 13–15.
- González, Tania Marisol, Juan David González-Trujillo, Alberto Muñoz, and Dolors Armenteras. 2022. 'Effects of Fire History on Animal Communities: A Systematic Review'. *Ecological Processes* 11 (1): 11. <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00357-7>.
- Grein, G. 2005. Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken mit Gesamtartenverzeichnis. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 25: 1–20.

- Háková, A., A. Klauisová, and J. Sádlo, eds. 2004. *Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. PLANETA XII, 3/2004 – druhá část*. Praha: Ministerstvo životního prostředí.
- Hamřík, Tomáš, and Ondřej Košulič. 2021. 'Impact of Small-Scale Conservation Management Methods on Spider Assemblages in Xeric Grassland'. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 307 (February):107225. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107225>.
- Hamřík, Tomáš, Ondřej Košulič, Jan Šebesta, Márton Zoltán Szabó, and Róbert Gallé. n.d. Prescribed Burning and Vegetation Heterogeneity Enhance Predatory Arthropod Diversity in Temperate Dry Grasslands. Unpublished manuscript.
- Hann, P., C. Trska, K. F. Wechselberger, and J. Eitzinger. 2015. "Phyllopertha horticola (Coleoptera: Scarabaeidae) Larvae in Eastern Austrian Mountainous Grasslands and the Associated Damage Risk Related to Soil, Topography and Management." *SpringerPlus* 4 (1): 139. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-0918-6>.
- Hansson, M., and H. Fogelfors. 2000. "Management of a Semi-Natural Grassland: Results from a 15-Year-Old Experiment in Southern Sweden." *Journal of Vegetation Science* 11: 31–38.
- Hédli, R. 2009. "O divočině, divokosti a ochraně přírody." *Vesmír* 88 (7): 511. ISSN 0042-4544.
- Hochkirch, Axel, and Frauke Adorf. 2007. 'Effects of Prescribed Burning and Wildfires on Orthoptera in Central European Peat Bogs'. *Environmental Conservation* 34 (03). <https://doi.org/10.1017/S0376892907004006>.
- Hoffmann, Benjamin D. 2003. 'Responses of Ant Communities to Experimental Fire Regimes on Rangelands in the Victoria River District of the Northern Territory'. *Austral Ecology* 28 (2): 182–95. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2003.01267.x>.
- Hölzer, A., and A. Hölzer. 1998. "Silicon and Titanium in Peat Profiles as Indicators of Human Impact." *The Holocene* 8: 685–696.
- Humbert, J.-Y. 2010. *Low Input Meadow Harvesting Process and Its Impact on Field Invertebrates*. Zurich: ETH Zurich. 88 pp.
- Humbert, Jean-Yves, Jaboury Ghazoul, Gregory J. Sauter, and Walter Tockner. 2012. "Impact of Different Meadow Mowing Techniques on Field Arthropods." *Biological Conservation* 145 (1): 85–93.
- Ingrisch, S., and G. Köhler. 1998. "Rote Liste der Geradflügler (Orthoptera s. l.)." In *Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands*, edited by M. Binot, R. Bless, P. Boye, H.

- Gruttke, and P. Pretscher, 252–254. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 55. Bonn, Germany: Bundesamt für Naturschutz.
- Jirků, Miloslav, Mgr., Ph.D., Dalibor Dostál, Mgr., Karel Prach, Prof. RNDr., CSc., Vojtěch Stejskal, JUDr., Ph.D., Jan Robovský, Ph.D., Pavel Marhoul, Mgr., Daria Jirků, Mgr., Robert Beneš, Adrián Czernik, Mgr., David Číp, Mgr., Alice Janečková, Mgr., Břeněk Michálek, Mgr., Ondřej Peksa, Mgr., Ph.D., Ladislav Rektoris, Ing., Robert Stejskal, Ing., Ph.D., and Jiří Vlček, Ing. 2022. *Přirozená pastva velkých býložravců: Metodika přírodě blízkého a dlouhodobě udržitelného managementu nelesních a lesních stanovišť*. České Budějovice: Biologické centrum Akademie věd ČR.
- Keane, Robert E. 2019. 'Fire Ecology'. In *Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires*, edited by Samuel L. Manzello, 1–12. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51727-8_254-1.
- Keeley, Jon E. 2009. 'Fire Intensity, Fire Severity and Burn Severity: A Brief Review and Suggested Usage'. *International Journal of Wildland Fire* 18 (1): 116. <https://doi.org/10.1071/WF07049>.
- Kerdoncuff, Morgane, Inger Elisabeth Måren, and Amy Elizabeth Eycott. 2023. 'Traditional Prescribed Burning of Coastal Heathland Provides Niches for Xerophilous and Sun-Loving Beetles'. *Biodiversity and Conservation* 32 (12): 4083–4109. <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02684-x>.
- Köhler, B., A. Gigon, P. J. Edwards, B. Krüsi, R. Langenauer, A. Lüscher, and P. Ryser. 2005. "Changes in the Species Composition and Conservation Value of Limestone Grasslands in Northern Switzerland After 22 Years of Contrasting Managements." *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 51–67.
- Konvička, M., J. Beneš, and L. Čížek. 2005. *Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management*. Olomouc: Sagittaria.
- Kral, Katherine C., Ryan F. Limb, Jason P. Harmon, and Torre J. Hovick. 2017. 'Arthropods and Fire: Previous Research Shaping Future Conservation'. *Rangeland Ecology & Management* 70 (5): 589–98. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2017.03.006>.
- Krause, Rolf Harald, and Thorsten Assmann. 2016. 'Impact of Prescribed Burning on a Heathland Inhabiting Spider Community'. *Arachnologische Mitteilungen* 51 (April):57–63. <https://doi.org/10.5431/aramit5108>.
- Langellotto, Gail A., and Robert F. Denno. 2004. 'Responses of Invertebrate Natural Enemies to Complex-Structured Habitats: A Meta-Analytical Synthesis'. *Oecologia* 139 (1): 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1497-3>.

- Larjavaara, Markku, Timo Kuuluvainen, and Hannu Rita. 2005. 'Spatial Distribution of Lightning-Ignited Forest Fires in Finland'. *Forest Ecology and Management* 208 (1–3): 177–88. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.12.005>.
- Lázaro-González, Alba, Xavier Arnan, Raphael Boulay, Xim Cerdá, and Anselm Rodrigo. 2013. 'Short-Term Ecological and Behavioural Responses of Mediterranean Ant Species *Phaenogaster Gibbosa* (Latr. 1798) to Wildfire'. *Insect Conservation and Diversity* 6 (5): 627–38. <https://doi.org/10.1111/icad.12018>.
- Lemonnier-Darcemont, Michèle. 2003. 'Effects of Controlled Fire on Grazed Grassland Orthoptera Communities in Medium Mountains (Alpes-Maritimes, France)'. *Revue d'Ecologie (La Terre et La Vie)* 58 (January):283–92.
- Levin, S. A., and R. T. Paine. 1974. 'Disturbance, Patch Formation, and Community Structure'. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 71 (7): 2744–47. <https://doi.org/10.1073/pnas.71.7.2744>.
- Lewis, Owen T., and Clive Hurford. 1997. 'Assessing the Status of the Marsh Fritillary Butterfly (*Eurodryas Aurinia*): An Example from Glamorgan, UK'. *Journal of Insect Conservation* 1 (3): 159–66. <https://doi.org/10.1023/A:1018403730808>.
- Ložek, V. 2011. *Zrcadlo minulosti: Česká a slovenská krajina v kvartéru*. Praha: Dokořán.
- Maas, S., P. Detzel, and A. Staudt. 2002. *Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands*. Bonn, Germany: Bundesamt für Naturschutz.
- Mackovčín, Peter, ed. 2007. *Brněnsko*. Vyd. 1. Chráněná území ČR / šéfred. edice: Peter Mackovčín, Sv. 9. Praha: Agentura Orchrany Přírody a Krajiny ČR [u.a.].
- Maes, Dirk, Wouter Vanreusel, Willem Talloen, and Hans Van Dyck. 2004. 'Functional Conservation Units for the Endangered Alcon Blue Butterfly *Maculinea Alcon* in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae)'. *Biological Conservation* 120 (2): 229–41. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.02.018>.
- Maelfait, Jean-Pierre, L. Baert, Dries Bonte, D. De Bakker, S. Gurdebeke, and Frederik Hendrickx. 2004. "The Use of Spiders as Indicators of Habitat Quality and Anthropogenic Disturbance in Flanders, Belgium." In *European Arachnology 2002*, 129–141.
- Malmström, Anna. 2010. 'The Importance of Measuring Fire Severity—Evidence from Microarthropod Studies'. *Forest Ecology and Management* 260 (1): 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.04.001>.
- Manuel Vidal-Cordero, J., Xavier Arnan, Anselm Rodrigo, Xim Cerdá, and Raphaël Boulay. 2022. 'Four-Year Study of Arthropod Taxonomic and Functional Responses to a Forest

- Wildfire: Epigeic Ants and Spiders Are Affected Differently'. *Forest Ecology and Management* 520 (September):120379. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120379>.
- Mason, Stephen C., Vaughn Shirey, Lauren C. Ponisio, and Jon K. Gelhaus. 2021. 'Responses from Bees, Butterflies, and Ground Beetles to Different Fire and Site Characteristics: A Global Meta-Analysis'. *Biological Conservation* 261 (September):109265. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109265>.
- McLean, Claire A., Jane Melville, Joseph Schubert, Rebecca Rose, and Iliana Medina. 2023. 'Assessing the Impact of Fire on Spiders through a Global Comparative Analysis'. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 290 (1997): 20230089. <https://doi.org/10.1098/rspb.2023.0089>.
- Milberg, Per, Brenda Akoto, Karl-Olof Bergman, Håkan Fogelfors, Heidi Paltto, and Malin Tälle. 2014. 'Is Spring Burning a Viable Management Tool for Species-Rich Grasslands?' *Applied Vegetation Science* 17 (3): 429–41. <https://doi.org/10.1111/avsc.12091>.
- Mládek, J., V. Pavlů, M. Hejman, and J. Gaisler. 2006. *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. Praha: VÚRV.
- Möllenbeck, Verena, Gabriel Hermann, and Thomas Fartmann. 2009. 'Does Prescribed Burning Mean a Threat to the Rare Satyrine Butterfly *Hipparchia fagi*? Larval-Habitat Preferences Give the Answer'. *Journal of Insect Conservation* 13 (1): 77–87. <https://doi.org/10.1007/s10841-007-9128-z>.
- Mouquet, Nicolas, Valérie Belrose, Jeremy A. Thomas, Graham W. Elmes, Ralph T. Clarke, and Michael E. Hochberg. 2005. 'CONSERVING COMMUNITY MODULES: A CASE STUDY OF THE ENDANGERED LYCAENID BUTTERFLY *MACULINEA ALCON*'. *Ecology* 86 (12): 3160–73. <https://doi.org/10.1890/04-1664>.
- New, T. R., A. L. Yen, D. P. A. Sands, P. Greenslade, P. J. Neville, A. York, and N. G. Collett. 2010. 'Planned Fires and Invertebrate Conservation in South East Australia'. *Journal of Insect Conservation* 14 (5): 567–74. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9284-4>.
- New, Tim R. 2014. *Insects, Fire and Conservation*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08096-3>.
- Nunes, Luísa, Israel Silva, Marina Pité, Francisco Rego, Simon Leather, and Artur Serrano. 2006. 'Carabid (Coleoptera) Community Changes Following Prescribed Burning and the Potential Use of Carabids as Indicators Species to Evaluate the Effect of Fire Management in Mediterranean Regions'. <http://hdl.handle.net/10400.11/309>.

- Öckinger, E., A. K. Eriksson, and H. G. Smith. 2006. "Effects of Grassland Abandonment, Restoration, and Management on Butterflies and Vascular Plants." *Biological Conservation* 133 (3): 291–300.
- Parr, Catherine L., and Alan N. Andersen. 2006. 'Patch Mosaic Burning for Biodiversity Conservation: A Critique of the Pyrodiversity Paradigm'. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology* 20 (6): 1610–19. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00492.x>.
- Pastro, Louise A., Christopher R. Dickman, and Mike Letnic. 2011. 'Burning for Biodiversity or Burning Biodiversity? Prescribed Burn vs. Wildfire Impacts on Plants, Lizards, and Mammals'. *Ecological Applications* 21 (8): 3238–53. <https://doi.org/10.1890/10-2351.1>.
- Perry, K. I., and D. A. Herms. 2019. "Dynamic Responses of Ground-Dwelling Invertebrate Communities to Disturbance in Forest Ecosystems." *Insects* 10 (3): 61. <https://doi.org/10.3390/insects10030061>.
- Pierce, Naomi E., Michael F. Braby, Alan Heath, David J. Lohman, John Mathew, Douglas B. Rand, and Mark A. Travassos. 2002. 'The Ecology and Evolution of Ant Association in the Lycaenidae (Lepidoptera)'. *Annual Review of Entomology* 47 (1): 733–71. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145257>.
- Polchaninova, Nina. 2013. *Fire in Steppe Reserves. To Burn or Not to Burn? A Responce of Spider Community to Spontanuous Fire*.
- Polchaninova, Nina, Galina Savchenko, Vladimir Ronkin, Aleksandr Drogvalenko, and Alexandr Putchkov. 2019. 'Summer Fire in Steppe Habitats: Long-Term Effects on Vegetation and Autumnal Assemblages of Cursorial Arthropods'. *Hacquetia* 18 (2): 213–31. <https://doi.org/10.2478/hacq-2019-0006>.
- Prather, Chelse M., Shannon L. Pelini, Angela Laws, Emily Rivest, Megan Woltz, Christopher P. Bloch, Israel Del Toro, Chuan-Kai Ho, John Kominoski, T. A. Scott Newbold, Sheena Parsons, and A. Joern. 2013. "Invertebrates, Ecosystem Services, and Climate Change." *Biological Reviews* 88 (2): 327–48. <https://doi.org/10.1111/brv.12002>.
- Prieto-Benítez, Samuel, and Marcos Méndez. 2011. 'Effects of Land Management on the Abundance and Richness of Spiders (Araneae): A Meta-Analysis'. *Biological Conservation* 144 (2): 683–91. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.11.024>.
- Pryke, James S., and Michael J. Samways. 2012. 'Importance of Using Many Taxa and Having Adequate Controls for Monitoring Impacts of Fire for Arthropod

- Conservation'. *Journal of Insect Conservation* 16 (2): 177–85.
<https://doi.org/10.1007/s10841-011-9404-9>.
- Pyne, Stephen J. 2020. *Fire: A Brief History*. Second edition, Australian edition. Sydney, N.S.W.: NewSouth.
- Riechert, S. E., and W. G. Reeder. 1972. "Effects of Fire on Spider Distribution in Southwestern Wisconsin Prairies." In *Proceedings of the Second Midwest Prairie Conference*, vol. 1970, 75–90. Madison, Wisconsin.
- Robinson, James V. 1981. 'The Effect of Architectural Variation in Habitat on a Spider Community: An Experimental Field Study'. *Ecology* 62 (1): 73–80.
<https://doi.org/10.2307/1936670>.
- Rösch, M., O. Ehrmann, L. Herrmann, E. Schulz, A. Bogenrieder, J. G. Goldammer, H. Page, M. Hall, and W. Schier. 2004. "Slash-and-Burn Experiments to Reconstruct Late Neolithic Shifting Cultivation." *International Forest Fire News* no. 30: 70–74.
- Rothová, H. 2023. *Vliv nesečených pásů produkčních luk na společenstva pavouků. The Effect of Uncut Strips on the Hay Meadows to Spider Communities*. MSc. thesis, Charles University, Prague. 118 pp. (in Czech, English abstract)
- Russell-Smith, Jeremy, Lachie McCaw, and Adam Leavesley. 2020. 'Adaptive Prescribed Burning in Australia for the Early 21st Century – Context, Status, Challenges'. *International Journal of Wildland Fire* 29 (5): 305–13.
<https://doi.org/10.1071/WF20027>.
- Ryan, Kevin. 2002. 'Dynamic Interactions between Forest Structure and Fire Behavior in Boreal Ecosystems'. *Silva Fennica* 36 (January). <https://doi.org/10.14214/sf.548>.
- Sackmann, Paula. 2009. 'Effect of Fire on Ground Beetles and Ant Assemblages along an Environmental Gradient in NW Patagonia: Does Habitat Type Matter?' *Ecoscience* 13 (January):360–71. <https://doi.org/10.2980/i1195-6860-13-3-360.1>.
- Scott, A.C. 2000. 'The Pre-Quaternary History of Fire'. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164 (1–4): 281–329. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(00\)00192-9](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(00)00192-9).
- Sedláček, O., P. Marhoul, and J. Dušek. 2015. *Využití řízených požárů v ochranářském managementu se zvláštním zřetelem na jeho využití při managementu bezlesí navrhované CHKO Brdy*. Praha: Beleco.
- Selfridge, Jennifer A., Karsin Bachran, Dave McElveen, Robert K. Robbins, and Tami Ransom. 2019. 'Pupation Sites and Conservation of Frosted Elfins (Lycaenidae) in Maryland, USA'. *The Journal of the Lepidopterists' Society* 73 (2): 87–92.
<https://doi.org/10.18473/lepi.73i2.a3>.

- Shlisky, A., J. Waugh, P. Gonzalez, M. Gonzalez, M. Manta, H. Santoso, E. Alvarado, A. Ainuddin Nuruddin, D. A. Rodríguez-Trejo, R. Swaty, D. Schmidt, M. Kaufmann, R. Myers, A. Alencar, F. Kearns, D. Johnson, J. Smith, D. Zollner, and W. Fulks. 2007. *Fire, Ecosystems and People: Threats and Strategies for Global Biodiversity Conservation*. GFI Technical Report 2007-2. Arlington, VA: The Nature Conservancy.
- Schwaar, J. 1989. "Veränderte der Mesolithiker schon die Vegetation? Nachweis (Pollenanalyse) von Callunaheiden im Bereich eines mesolithischen Fundplatzes im Bremer Blockland." *Braun-Blanquetia* 3: 253–256.
- Silva, Joaquim, Francisco Rego, Paulo Fernandes, and Eric Rigolot. 2010. *Towards Integrated Fire Management—Outcomes of the European Project Fire Paradox*.
- Sondej, Izabela, and Timo Domisch. 2024. 'Impact of Large-Scale Fire and Habitat Type on Ant Nest Density and Species Abundance in Biebrza National Park, Poland'. *Forests* 15 (1): 123. <https://doi.org/10.3390/f15010123>.
- Swengel, Ann B. 1996. 'Effects of Fire and Hay Management on Abundance of Prairie Butterflies'. *Biological Conservation* 76 (1): 73–85. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)00085-2](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)00085-2).
- Swengel, Ann B. 2001. 'A Literature Review of Insect Responses to Fire, Compared to Other Conservation Managements of Open Habitat'. *Biodiversity and Conservation* 10 (7): 1141–69. <https://doi.org/10.1023/A:1016683807033>.
- Tälle, Malin, Balázs Deák, Peter Poschlod, Orsolya Valkó, Lars Westerberg, and Per Milberg. 2016. 'Grazing vs. Mowing: A Meta-Analysis of Biodiversity Benefits for Grassland Management'. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 222 (April):200–212. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.008>.
- Valkó, O., B. Deák, P. Török, A. Kirmer, S. Tishew, A. Kelemen, K. Tóth, T. Migléc, S. Radócz, J. Sonkoly, E. Tóth, R. Kiss, I. Kapocsi, and B. Tóthmérész. 2016. "High-Diversity Sowing in Establishment Gaps: A Promising New Tool for Enhancing Grassland Biodiversity." *Tuexenia* 36: 359–378.
- Valkó, Orsolya, and Balázs Deák. 2021. 'Increasing the Potential of Prescribed Burning for the Biodiversity Conservation of European Grasslands'. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 22 (August):100268. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100268>.
- Valkó, Orsolya, Balázs Deák, István Kapocsi, Béla Tóthmérész, and Péter Török. 2012. "Gyepék kontrollált égetése, mint természetvédelmi kezelés – Alkalmazási lehetőségek és korlátok." *Természetvédelmi Közlemények* 18: 517–526.

- Valkó, Orsolya, Balázs Deák, Tibor Magura, Péter Török, András Kelemen, Katalin Tóth, Roland Horváth, et al. 2016. ‘Supporting Biodiversity by Prescribed Burning in Grasslands — A Multi-Taxa Approach’. *Science of The Total Environment* 572 (December):1377–84. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.184>.
- Valkó, Orsolya, Péter Török, Balázs Deák, and Béla Tóthmérész. 2014. ‘Review: Prospects and Limitations of Prescribed Burning as a Management Tool in European Grasslands’. *Basic and Applied Ecology* 15 (1): 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2013.11.002>.
- Valkó, Orsolya, Stephen Venn, Michał Żmihorski, Idoia Biurrun, Rocco Labadessa, and Jacqueline Loos. 2018. ‘The Challenge of Abandonment for the Sustainable Management of Palaearctic Natural and Semi-Natural Grasslands’. *Hacquetia* 17 (1): 5–16. <https://doi.org/10.1515/hacq-2017-0018>.
- Valkó, Orsolya, Michal Zmihorski, Idoia Biurrun, Jacqueline Loos, Rocco Labadessa, and Stephen Venn. 2016. ‘Ecology and Conservation of Steppes and Semi-Natural Grasslands’. *Hacquetia* 15 (2): 5–14. <https://doi.org/10.1515/hacq-2016-0021>.
- Vogel, Jennifer A., Rolf R. Koford, and Diane M. Debinski. 2010. ‘Direct and Indirect Responses of Tallgrass Prairie Butterflies to Prescribed Burning’. *Journal of Insect Conservation* 14 (6): 663–77. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9295-1>.
- Warchola, Norah, Carole Bastianelli, Cheryl B. Schultz, and Elizabeth E. Crone. 2015. ‘Fire Increases Ant-Tending and Survival of the Fender’s Blue Butterfly Larvae’. *Journal of Insect Conservation* 19 (6): 1063–73. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9822-1>.
- Warren, M.S. 1991. ‘The Successful Conservation of an Endangered Species, the Heath Fritillary Butterfly *Mellicta Athalia*, in Britain’. *Biological Conservation* 55 (1): 37–56. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(91\)90004-S](https://doi.org/10.1016/0006-3207(91)90004-S).
- Warren, S.D., C.J. Scifres, and P.D. Teel. 1987. ‘Response of Grassland Arthropods to Burning: A Review’. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 19 (2): 105–30. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(87\)90012-0](https://doi.org/10.1016/0167-8809(87)90012-0).
- Wasserman, Tzeidle N., and Stephanie E. Mueller. 2023. ‘Climate Influences on Future Fire Severity: A Synthesis of Climate-Fire Interactions and Impacts on Fire Regimes, High-Severity Fire, and Forests in the Western United States’. *Fire Ecology* 19 (1): 43. <https://doi.org/10.1186/s42408-023-00200-8>.
- White, P.S., and S.T.A. Pickett. 1985. ‘Natural Disturbance and Patch Dynamics: An Introduction’. In *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, 3–13. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-050495-7.50006-5>.

- Whitlock, Cathy, Philip Higuera, David McWethy, and Christy Briles. 2010. 'Paleoecological Perspectives on Fire Ecology: Revisiting the Fire-Regime Concept'. *The Open Ecology Journal* 3 (April):6–23. <https://doi.org/10.2174/1874213001003020006>.
- Wilmanns, O. A., Schwabe-Braun, and M. Emter. 1979. "Struktur und Dynamik der Pflanzengesellschaften im Reutberggebiet des mittleren Schwarzwaldes." *Documentes Phytosociologiques* 4: 983–1024.
- Wolff, Jonas O, Kaja Wierucka, Gustavo B Paterno, Jonathan A Coddington, Gustavo Hormiga, Michael B J Kelly, Marie E Herberstein, and Martín J Ramírez. 2022. 'Stabilized Morphological Evolution of Spiders Despite Mosaic Changes in Foraging Ecology'. Edited by James Rosindell. *Systematic Biology* 71 (6): 1487–1503. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syac023>.
- York, Alan. 2000. 'Long-Term Effects of Frequent Low-Intensity Burning on Ant Communities in Coastal Blackbutt Forests of Southeastern Australia'. *Austral Ecology* 25 (1): 83–98. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2000.01014.x>.