

## Opuštěné vojenské prostory jako významná refugia motýlí fauny

**Vojenské prostory a posádková cvičiště představují výjimečný fenomén v naší krajině. Jsou to poslední velké krajinné výseky, které unikly intenzivnímu zemědělskému využívání, jež zavinilo bezprecedentní ochuzení přírodní rozmanitosti v celé Evropě. Většinu z nich totiž armáda začala využívat ještě před scelovacím, chemizačním a melioračním šílenstvím socialistického zemědělství. Po dlouhých desetiletí podléhaly zcela specifickému režimu, kdy zde člověk prakticky rezignoval na některé jinde běžné aktivity (kromě zemědělství např. zástavbu a zalesňování) a naopak ve velkém prakticoval činnosti jinde postihované (pohyb vozidel mimo cesty, destrukci dřevin, požáry, výbuchy apod.).**

Odchod sovětských vojsk a redukce české armády v průběhu 90. let 20. stol. způsobily, že většina těchto území byla nadbytečná. Armáda se jich začala zbavovat, případně je pouze přestala využívat, což otevřelo prostor pro biologické průzkumy. Po překonání dobového pohledu vytvořeného politiky a médií si přírodovědci navštěvující opuštěné vojenské prostory postupně přiznali, že se dlouholetá činnost armády na těchto územích zdaleka nepodepsala jen negativně a že jejich přírodu nelze pokládat za zdevastovanou. Právě zde totiž přežívá nebo dokonce prosperuje řada druhů vytlačovaných z „normální“ kulturní krajiny. Opuštěná i dosud činná cvičiště, tankodromy, střelnice a podobné lokality (budeme je souhrnně označovat jako AOL – armádou ovlivněné lokality) mají nesporný potenciál pro ochranu ohrožených druhů a stanovišť (Reif a kol., Biodiversity and Conservation 2011). Též se ukázalo, že biologická kvalita jednotlivých AOL nesouvisí pouze s absencí intenzivního zemědělského nebo

lesnického hospodaření, ale také se specifickým „hospodařením“ vojenským. Odchod armády tak pro rostliny a živočichy těchto území není požehnáním, ale naopak nebezpečím.

V této souvislosti si připomeňme něco z ekologické teorie. Druhové bohatství každého území stoupá s diverzitou ekologických podmínek, které toto území nabízí. Řada ohrožených druhů bývala v naší krajině v uplynulých staletích zcela běžná proto, že krajina byla nesrovnatelně pestřejší. Kromě rozmanitosti substrátu, reliéfu či hydrologických podmínek by v pomyslné „pravěké“ krajině tuto pestrost zajišťovala jednak nikdy nekončící hra abiotických narušení (např. vítr, sníh, záplavy, požáry) a jednak aktéři biotických, tedy velcí býložravci, gradace herbivorního hmyzu, patogenů apod. Každé narušení bylo následováno sukcesí, jež nabrala vždy trochu jiný směr podle konkrétního místa nebo času (Wu a Loucks 1995). Drobná pozemková držba, hospodářské postupy lišící se mezi vlastníky, střídání

intenzivního využívání a krátkodobého opuštění udržely pestrost podmínek až do nedávné doby. Krajina před nástupem intenzivního lesnictví a zemědělství představovala pestrou a proměnlivou mozaiku biotopů, z nichž některé (např. extenzivní krátkostébelné pastviny, vlhké stelivové louky, staré sady) se do dnešní doby zachovaly jedině v izolovaných chráněných územích, zatímco jiné (třeba pařezinové lesy) zcela zanikly. Moderní zemědělství a lesnictví si z celého spektra možných sukcesních stavů vybralo jen ty, jež vyhovují z produkčního hlediska, a ostatní systematicky potlačují. V tomto světle nelze typicky vojenské narušování vegetačního pokryvu vnímat pouze jako jev devastující, ale též jako mechanismus udržující diverzitu. Jakmile tyto zásahy ustanou, diverzita se začne snižovat. Jako první začnou mizet organismy závislé na silně narušovaných stanovištích a nelze se divit, že právě ony plní stránky červených seznamů.

### Výsledky srovnávacího průzkumu

Na mapě České republiky najdeme několik stovek AOL, od posádkových střelnic pro ruční zbraně na předměstí každého většího města, přes cvičiště o rozloze stovek hektarů až po vojenské výcvikové prostory o několika desítkách až stovkách kilometrů čtverečních. Menší část AOL se ocitla po opuštění pod silným tlakem na výstavbu, byla přeměněna na pole, zalesněna nebo našla jiné využití. Ve zbývajících

**1** I menší cvičiště byla často zakládána v heterogenní krajině. Zde cvičiště pro pěchotu a řidiče BVP (bojových vozidel pěchoty) Drmoul, kde byly do vojenského prostoru zahrnuty kromě osluněných, živinově chudých svahů i rybníky, prameniště a vlhké louky. Foto O. Čížek  
**2** Pro vojenská cvičiště byla typická velká míra narušení (disturbancí) způsobená pohybem těžké mechanizace i činností vojáků. Z mozaiky stanovišť mizí s ukončením výcviku nejrychleji volná půda a řídké trávníky. Na snímku výsledek managementu napodobujícího vojenské aktivity v Milovicích v přírodní památce Pod Benáteckým vrchem. Foto P. Marhoul





**Tab. 1** Přehled studovaných armádou ovlivněných území s výskytem ohrožených druhů motýlů uvedených v současném Červeném seznamu bezobratlých ČR (Farkač a kol. 2005). Doplněny jsou další recentní nálezy (2002–12) ohrožených druhů uvedené v databázi Mapování motýlů ČR (Entomologický ústav BC AV ČR, v. v. i.).

Lokalita	Kód v mapě (obr. 5)	Počet druhů	Počet ohrožených druhů
Benešov	1	40	1
Blšany	2	48	7
Bzenec – východ	3	39	8
Bzenec – západ	4	15	1
České Budějovice	5	35	0
Český Krumlov	6	50	5
Dobruška	7	47	4
Domažlice	40	39	0
Drmoul	8	50	5
Hodonín – Pánov	9	47	11
Hradec Králové – Plachta	10	39	2
Jamolice	11	67	17
Jičín – Zebín	12	55	2
Jihlava – Popice	13	51	2
Jihlava – Rančářov	14	48	2
Jindřichův Hradec	15	45	2
Klenová	16	44	2
Krnov – Chomýž	17	52	4
Krnov – Ježník	18	38	1
Kroměříž	19	34	2
Lažany	20	52	2

Lokalita	Kód v mapě (obr. 5)	Počet druhů	Počet ohrožených druhů
Malhostovice	21	51	4
Mašovice	22	71	19
Mikulov – východ	23	70	15
Mikulov – západ	24	51	7
Milovice – Pod Benátským vrchem	25	62	6
Milovice – Pozorovatelna	26	58	8
Milovice – Travniny	27	60	8
Nepřevázka	28	51	4
Olomouc	41	21	1
Podbořany	29	46	7
Přáslavice	30	54	5
Rakovník	31	45	4
Ralsko – Kuřivody	32	68	6
Ralsko – Vrchbělá	33	71	10
Semanín	34	61	3
Stříbro	35	55	7
Tábor – Dražice	36	42	1
Tábor – Zahrádka	37	53	2
Těšínov	38	48	1
Znojmo – Načeratický kopec	39	64	18

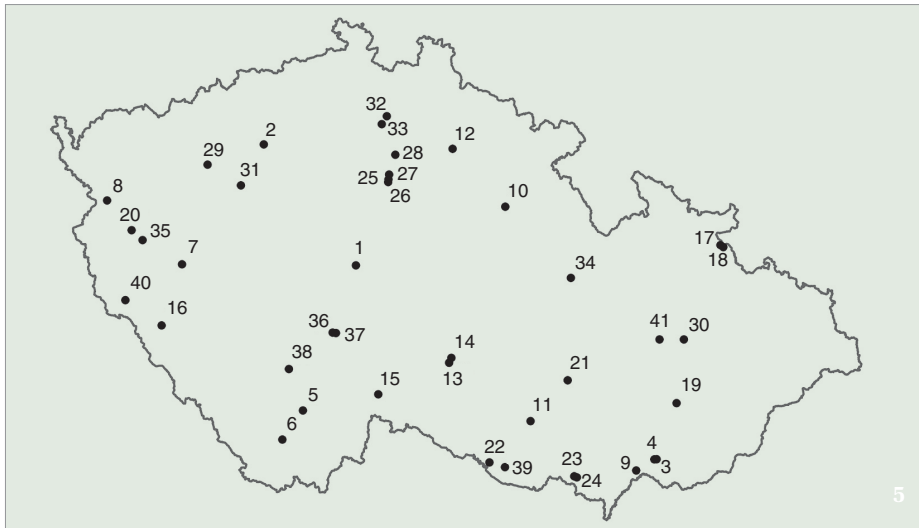
územích bezlesé enklávy spontánně zarůstají dřevinami, zaniká jejich periodicky narušovaný charakter. Přestože biologická kvalita těchto míst je stále více než zřejmá, dosud nevznikla žádná ucelená strategie, jak ochranný potenciál těchto území zúročit. Poznatky o jejich flóře a fauně byly většinou jen útržkovité a, byť pocházejí z 90. let, jsou zastaralé.

Výzkumný projekt s názvem Opuštěné vojenské prostory jako refugia biodiverzity v současné krajině, vedený občanským sdružením Daphne ve spolupráci s občanským sdružením Hutur a Přírodovědeckou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, si položil za cíl zmapovat diverzitu vybraných taxonů ve 41 nejzachovalejších bezlesých AOL rozmístěných po celé republice (kromě horských oblastí) a určených pro výcvik s těžkou technikou. Ke sledovaným skupinám patřili i denní motýli, kteří jsou (zejména pro nelesní stanoviště) dobrým indikátorem celkového stavu biodiverzity a pro něž jsou k dispo-

zici poměrně podrobná data o historickém i současném rozšíření v České republice. Všechny lokality byly navštíveny pětkrát za sezonu, zaznamenaly se přítomné druhy a jejich relativní početnost (abundance). Sběr dat proběhl pouze v jediné sezoně r. 2009, šlo tedy o časově a logisticky náročný projekt, na němž se kromě pracovníků zmíněných organizací podílelo 14 externistů – lepidopterologů, kterým na tomto místě patří poděkování.

Zjistili jsme celkem 120 druhů denních motýlů a vřetenušek, což představuje 73 % jejich zástupců v české recentní fauně. Plných 44 druhů figuruje v Červeném seznamu bezobratlých živočichů (Farkač a kol. 2005). Již tyto počty ukazují, že AOL představují významná refugia motýlí fauny (viz též tab. 1). Někteří zjištění motýli patří v současnosti k našim nejohroženějším. Výčet všech ohrožených druhů podává doplňující tabulka u souhrnu článku na webové stránce Živy a dále v textu komentujeme nejdůležitější nálezy.

Velký počet druhů samozřejmě souvisí s rozmístěním zkoumaných území po celé republice, od slunné a bohaté jižní Moravy po chladnou Vysočinu a deštivé jihozápadní Čechy. Mnohem zajímavější je průměrný počet všech zaznamenaných druhů na AOL, který činil 48,6. Nezdá se to být mnoho, ale počet zjištěný stejnou metodikou při inventarizaci 125 nelesních maloplošných chráněných území národních kategorií (viz Beneš a Konvička 2006) činil 36,9 druhů. V AOL tak žije v průměru více motýlů než v rezervacích pokládáných za rodinné stříbro české ochrany přírody. Větší druhová bohatost AOL je statisticky významná, a to i po zohlednění takových faktorů, jako jsou rozloha nebo nadmořská výška jednotlivých lokalit. Poněkud jiný obrázek ovšem poskytují počty ohrožených druhů. Těch bylo v AOL průměrně 4,1 – v národních chráněných územích 5,3 – a tato převaha chráněných území nad vojenskými prostory byla statisticky významná.



**3** Sukcese a rozvoj porostů dřevin probíhají v opuštěných vojenských areálech velmi rychle. Na snímku z tankového cvičiště Jihlava – Rančířov je vidět, že zbytky raně sukcesních stadií jsou v současnosti často omezeny jen na okolí občasné využívaných cest. Foto O. Čížek

**4** Bývalé vojenské prostory bývají cílem pro různé volnočasové aktivity, které jsou zároveň vhodným způsobem managementu. Na snímku neoficiální motokrosová dráha na Načeratickém kopci u Znojma. Foto J. Koptík

**5** Přehled studovaných opuštěných vojenských prostorů (názyvy lokalit jsou uvedeny v tab. 1). Orig. P. Marhoul

### Motýli a biotopy

Byť nelze význam AOL pro ochranu ohrožených druhů vůbec zanedbávat, je to jejich celková druhová pestrost, co si zasluhuje naši pozornost. Vděčíme za ni jemnozrné mozaice sukcesních stadií, která je přímým výsledkem činnosti armády. Díky ní zde v těsné blízkosti žijí druhy, jež tradičně řadíme do odlišných, často kontrastních biotopů. Mokřadní enklávy obývané charakteristickými mokřadními motýly, jako jsou modrásek očkovaný (*Phengaris teleius*), m. bahenní (*P. nausithous*), hnědásek chrastavcový (*Euphydryas aurinia*) nebo h. rozrazilový (*Melitaea diamina*), najdeme v sousedství „savanové“ mozaiky stromů a křovin, kde přežívají druhy historicky vázané na lesostepi a řídké pařezinové lesy, jako např. bělopásek dvouřadý (*Limenitis camilla*), hnědásek podunajský (*Melitaea britomartis*) nebo perleťovec prostřední (*Argynnis adippe*). Sukcesně pokročilejší, leč lesem ani souvislými křovinami stále nezaroštělé trávníky hostí charakteristické druhy dlouhostébelných trávníků: ať teplomilné – modrásek kozincový (*Glaucopsyche alexis*), hnědásek černýšový (*M. aurelia*), soumračník žlutoskvrnný (*Thymelicus acteon*), okáč ovsový (*Minois dryas*), o. kostřavový (*Arethusa arethusa*), vřetenuška pozdní (*Zygaena laeta*), v. třeslicová (*Z. brizae*), nebo chladnomilnější – okáč kluběnkový (*Erebia aethiops*), modrásek lesní (*Cyaniris semiargus*) a m. ušlechtilý (*Polyommatus amandus*).

Určitě nejvýznamnější však jsou raně sukcesní plochy, za jejichž vznik a konti-

nuální existenci vděčíme přímo vojenským aktivitám – pojezdům vozidel, narušování povrchu, vypalování vegetace. Prakticky ve všech sledovaných územích zastupovali raně sukcesní specialisty motýli ne nutně ohrožení, přesto však z volné krajiny vytlačovaní, např. modrásek černolemý (*Plebejus argus*), soumračník máčkový (*Erynnis tages*) nebo vřetenuška ligrusová (*Z. carniolica*, obr. 7). Ty nejvzácnější raně sukcesní druhy (v minulosti zástupci výhřevných extenzivních pastvin) – jako modráska černoskvrnného (*Phengaris arion*), m. komonicového (*Polyommatus dorylas*, obr. 8), soumračníka mochnového (*Pyrgus serratalae*) nebo vřetenušku čtverotečnou (*Z. punctum*) – jsme však zaznamenali jen v několika územích a v malých populacích. Příčinou je jednoznačně útlum vojenského využití, zánik pravidelných disturbancí a sukcesní zarůstání stanovišť. To si ostatně již vybralo svou daň, v posledních 20 letech zmizelo z AOL několik extrémně citlivých motýlů vyžadujících velké plochy se sporou vegetací. Okáč písečný (*Hipparchia statilinus*) vyhynul na území celého státu – jeho poslední lokalitou bylo vojenské cvičiště Pánov u Hodonína. Okáč šedohnědý (*Hyponephele lycaon*) nedávno vymizel u Milovic, pravděpodobně poslední české populace najdeme v dosud činném vojenském prostoru Hradiště v Doupovských horách.

### Nejvýznamnější druhy motýlů zjištěné během průzkumu

- Soumračník žlutoskvrnný (*Thymelicus acteon*) – v ČR kriticky ohrožený, hojnější jen na stepních lokalitách v severozápadních Čechách, odkud pocházejí i nálezy ve dvou vojenských prostorech.
- Soumračník proskurníkový (*Pyrgus carthami*) – velmi lokální druh xerotermních lokalit, v rámci průzkumu byl zjištěn ve třech územích na jižní Moravě.
- Soumračník mochnový (*P. serratalae*) – silně ustupující motýl krátkostébelných suchých trávníků. V ČR v současnosti přežívá pouze několik nepočetných populací, jde proto o velmi významný nález – malá populace u Jamolic na jihozápadní Moravě.
- Modrásek čičorkový (*Cupido alcetas*) – v ČR velmi lokální a vzácný v lemech lužních lesů jižní Moravy. V rámci průzkumu byl nalezen pouze jeden jedinec na bývalé vojenské stělnici u Mikulova.

- Modrásek černoskvrnný (*Phengaris arion*) – obligátně myrmekofilní obyvatel teplých krátkostébelných pastvin se u nás hojněji vyskytuje jen v moravských Karpatech (viz Živa 2011, 4: 176–180), zatímco izolovaným populacím v ostatních částech státu hrozí vymření. Vojenský výcvikový prostor (VVP) Ralsko představuje důležité refugium v rámci celých Čech.

- Modrásek hořcový Rebelův (*P. alcon rebeli*) – kriticky ohrožený poddruh xerotermních biotopů s výskytem hořce křížatého (*Gentiana cruciata*). Více lokalit je známo pouze z jihovýchodní Moravy. Populace v bývalých vojenských prostorech u Jamolic a Milovic patří k důležitým refugium druhu v celé České republice.

- Modrásek očkovaný (*P. teleius*) – ohrožený lokální druh extenzivně využívaných vlhkých luk s krvavcem totenem (*Sanguisorba officinalis*).

- Modrásek jetelový (*Polyommatus bellargus*) – ohrožený druh krátkostébelných stepních lokalit. Na Moravě v současnosti mírně expanduje, ale v celých Čechách je na hranici vyhynutí (v posledním desetiletí byl pozorován jen na několika lokalitách), jeho zjištění v Dobřanech u Plzně potvrdilo, že zde stále přežívá.

- Modrásek komonicový (*Polyommatus dorylas*) – jeden z nejvýznamnějších nálezu; v teplejších oblastech Čech a Moravy v minulosti rozšířený, nyní na práhu vyhynutí. Vyžaduje raně sukcesní výslunná stanoviště s hojným výskytem úročníku bolhoje (*Anthyllis vulneraria*) v nezapojeném drnu. Nepočtená kolonie v bývalém VVP Ralsko je ohrožená postupující sukcesí a bez okamžité akce ochranářů zanikne.

- Hnědásek černýšový (*Melitaea aurelia*) – vzácný hnědásek obývající pozdější sukcesní stadia stepních biotopů. V posledních letech se ale lokálně šíří, čemuž pravděpodobně vděčíme za jeho zjištění ve VVP Mašovice a Jamolice.

- Hnědásek podunajský (*M. britomartis*) – významný nález, který potvrdil výskyt kriticky ohroženého zástupce lesostepí a řídkých teplých lesů v Jamolicích na jihozápadní Moravě. Mimo tuto oblast je v současnosti znám již jen z Bílých Karpat, Uherskobrodská a NP Podyjí.

- Hnědásek rozrazilový (*M. diamina*) – silně ohrožený motýl vlhkých a rašelinných luk. Vymizel prakticky z celé Moravy, kde je nyní známa pouze jediná malá populace v Moravskoslezských Beskydách. V rámci průzkumu byla nalezena jedna nepočtená populace u Jihlavy – Popic na Českomoravské vrchovině.

- Hnědásek kostkovaný (*M. cinxia*) – ohrožený druh obývajících stepí, sušší pastviny apod. Ve druhé polovině 20. stol. u nás silně ustoupil, v současnosti se v některých regionech Moravy a jižních Čech opět šíří.

- Hnědásek květeloý (*M. didyma*) – ohrožený druh xerotermních lokalit s mozaikou časných sukcesních stadií. Téměř vymizel v Čechách, více početných populací přežívá nyní jen na Moravě. Během průzkumu byl zjištěn jeho velmi hojný výskyt u Jamolic na jihozápadní Moravě.

- Hnědásek chrastavcový (*Euphydryas aurinia*) – kriticky ohrožený zástupce členitých mokřadních luk, u nás jen v Karlovarském kraji (viz Živa 2004, 2: 76–78), kam spadá i nález z lokality Drmoul.



6



7

- Okáč kluběnkový (*Erebia aethiops*) – lokální druh „zanedbanějších“ lesostepních biotopů a světlých lesů. Přežívá hlavně v pahorkatinách středních a jižních Čech (viz Živa 2010, 1: 32–34), kam patří i zjištěná populace u Českého Krumlova.
- Vřetenuška pozdní (*Zygaena laeta*) – lokální a ohrožený druh xerothermních míst v teplých oblastech jižní Moravy a středních a severních Čech.
- Vřetenuška čtveretečná (*Z. punctum*) – velmi lokální a vzácná, vázaná na krátkostébelné stepi a písčiny jižní Moravy, dnes hojnější již pouze v oblasti bzeneckých vátých písků.
- Vřetenuška třeslicová (*Z. brizae*) – vzácná, vázaná na pozdější sukcesní stadia stepi a suchých pastvin, přežívá na nemnoha lokalitách jižní a východní Moravy. Nalezena pouze u Mašovic na Znojemsku.



8

- 6 Soumračník čárkovaný (*Hesperia comma*) byl v minulosti všude rozšířený druh suchých extenzivních pastvin. Ve vojenských prostorech využívá raně sukcesní plochy s mozaikou krátkostébelných trávníků. Foto M. Vojtíšek
- 7 Vřetenuška ligrusová (*Zygaena carniolica*) – silně ustupující vřetenuška teplejších, raně sukcesních stanovišť s plochami obnaženého substrátu. Ve vojenských prostorech často doprovází plochy narušené těžkou technikou. Foto M. Vojtíšek
- 8 Modrásek komonicový (*Polyommatus dorylas*) – kriticky ohrožený druh řídkých krátkostébelných trávníků. Bývalý VVP Ralsko hostí jednu ze dvou posledních českých populací – i ta je nyní na hranici vyhynutí vlivem rychle postupující sukcese. Foto M. Hrouzek

## Závěrem

Vidíme, že opuštěné vojenské prostory poskytují útočiště širokému spektru motýlích druhů s rozličnými biotopovými nároky. Lokální narušování půdního povrchu vojenskou technikou vede ke vzniku značně heterogenních biotopů s různou fází regenerace vegetace, kde nacházejí vhodné podmínky druhy typické např. pro pastviny. Při srovnání těchto území s běžně udržovanými rezervacemi je nejnápadnější právě vysoké zastoupení silně narušených ploch v nejranější fázi sukcese v pestré mozaice se stanovišti pozdějších sukcesních stadií. Právě tato dostatečná různorodost v současných rezervacích mnohdy chybí, přestože se zde používají postupy, které ji v historické krajině zajišťovaly (pastva, kosení). Hospodaření v minulosti však probíhalo v jiném kontextu, na úrovni celé krajiny a při tomto rozsahu se vždy našel dostatek biotopů pro druhy s různými nároky. Vzhledem k jemnozrnnosti a propojenosti jednotlivých stanovišť nebyl pro motýly ani jiné živočišny problém se v případě potřeby přesunout jinam. Aktivitvy armády spočívající v heterogenních činnostech jak v prostoru, tak v čase vedly ke vzniku a udržení mozaiky různě se měnících biotopů. Umožnily tak zachování životaschopných populací na výrazně menším než krajinném měřítku. Přítomnost citlivých druhů motýlů v opuštěných vojen-

ských prostorech a především jejich celková druhová bohatost ukazuje, že režim, který zde po desetiletí probíhal, dokázal nejen udržovat cenné biotopy efektivněji než konvenční managementové postupy praktikované v nelesních rezervacích, ale ve své podstatě je i vytvářet. To jen podtrhuje význam těchto území a zároveň volá po přehodnocení některých postupů dnes používaných při ochraně nelesní fauny. V současnosti se rodící poznatky o vojenských prostorech tak mohou ukazovat jedno z možných východisek ochrany biodiverzity nelesních biotopů do budoucna.

Po opuštění území armádou je většina pozemků předávána do vlastnictví obcí, které je nezřídka využívají k nové zástavbě. Objeví-li se někde snaha ponechat tyto plochy přírodě, je většinou spojena s potřebou tato místa nějak napravit, navrátit do „původního“ stavu, nejčastěji zalesněním. To však má efekt přesně opačný – vede to k likvidaci často posledních větších refugií nelesní fauny v širokém okolí. Přitom právě zde se přímo nabízí spousta možností, jak s vynaložením minima prostředků zachovat přírodní hodnoty území. Charakter a poloha lokalit přímo vybízí k provozování různých zájmových činností (např. jízdy na koni, paintball, jízdy čtyřkolek a terénních vozidel – jinde v lesích vlastníky považovaných za spíše nežádoucí aktivity), a jak se ukazuje, jde vlastně o velmi dobrou simulaci výše po-

psaných vlivů, kterým vděčíme za jedinečný charakter těchto míst. Pokud tedy budeme chtít využít bývalé AOL pro ochranu přírody, je podpora podobných aktivit na místě. A to nejenom proto, že takový „management“ ohrožených biotopů je prakticky zdarma, ale rozhodně i pro zvýšení prestiže ochrany přírody mezi širokou veřejností.

V tomto příspěvku jsme se věnovali bezlesým stanovištím. V opuštěných vojenských výcvikových územích jsou ale také rozsáhlé lesní porosty (Živa 2010, 2: 70–72; 2011, 4: 155–158). I v nich armáda cvičila, čímž vytvořila unikátní prostorově a věkově rozrůzněné lesy, místy až savanovitého charakteru. Tato stanoviště zánikají přinejmenším stejným tempem jako opuštěná bezlesí a bohužel bez zájmu odborné ochrannářské veřejnosti.

*Na sběru terénních dat se podíleli J. Dabrebník, L. Haláček, J. Hrnčíř, V. Hula, T. Kadlec, J. Kašák, P. Kepka, K. Konečný, V. Křivan, M. Menšík, M. Mikát, J. Skala, R. Tropek a M. Zapletal. Průzkum byl financován s podporou Ministerstva životního prostředí (projekt VaV/SP/2d3/153/08) a Grantové agentury ČR (P505/10/2167).*

**Kolektiv autorů: Pavel Vrba, Oldřich Čížek, Pavel Marhoul, Jaroslav Zámečník, Jiří Beneš, Martin Konvička**