

VYHLEDÁVÁNÍ KADÁVERŮ DIVOKÝCH PRASAT POMOCÍ TERMOGRAFICKÉ KAMERY

SEARCHING OF WILD BOAR CARCASSES USING THERMAL IMAGING CAMERA

A. Machálek, J. Šimon, J. Procházka
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i. Praha

Abstract

To find carcasses of wild boars in areas with presence of african swine fever early and to make the sanitation and disinfection of the surroundings of that place then is very effective method in prevention of spreading out this virus. The possibilities of using thermovision to find carcasses of wild boars were verified within the framework of institutional project. There were verified a handheld thermal imaging camera Night Pearl IR510+, Fluke TiS, thermovision locator VMT-VUZT, thermovision Flir One and Flir XT 640R mounted to the drone Parrot Bebop-Pro Thermal and DJI Inspire. There was in the experiment monitored the rectal temperature of the wild boar carcass by thermal sensor, there were further monitored the air temperature outdoors in 2 m of height and intensity and amount of solar radiation. The experiment was running in game reserve Sedlice in Písek district and there were observed two carcasses of wild boars within two experiments. The first experiment was running from February 1 to June 7, 2018, the second experiment was running from June 25 to November 6, 2018. By that way there was verified the using of thermovision in the winter and also in the summer months. The experiments showed that carcass is reliably detected by thermovision when the difference of rectal temperature and the air temperature of surroundings is about 8 °C or higher. The experiments showed that carcass is visible for the longest time at this difference in the morning hours, when the temperature is influenced by the solar radiation the least way. The visibility, in the comparable period of the first 120 days, between the time 4 am and 5 am, was 56 day in the first experiment and 82 days in the second experiment. The measurement of the rectal temperature, air temperature outdoors and solar radiation showed the dependence of carcass visibility on outdoors conditions, it depends on the daily average temperature of the outdoors air directly and indirectly on the daily amount of solar radiation. However, this visibility is theoretical, it depends on the type of forest and its characteristics in practical conditions. Detection from the height works only in sparse forest or deciduous forest in the winter season, when the trees are without leaves. Detection of carcasses by thermovision locator VMT-VUZT is more effective in that way, although the efficiency is also influenced by density of forest, and comparing to handheld thermal imaging cameras the effective detection distance is higher.

Keywords: wild boar carcass, african swine fever, thermography

ÚVOD

I když bylo v současné době ohnisko afrického moru prasat (AMP) v okrese Zlín prohlášeno Státní veterinární správou za prakticky vymáčené, hrozí neustále nebezpečí rozšíření AMP z Polska, Maďarska, a Belgie. Jedním z pozitivních opatření prevence byla veterinární opatření pro manipulaci s infikovanými zvířaty a jejich kadávery. Včasné vyhledání kadáverů divokých prasat a jejich následná likvidace v kafilerii a dezinfekce okolí nálezů velmi významně přispělo k zvládnutí této nákazy. V tomto směru byla zkoušena metoda vyhledávání kadáverů s využitím termovize. Tato metoda je doporučována při vyhledávání živých zvířat (HAVENS, K. J. a SHARP, E. J., 2016) a je využívána i policií při vyhledávání lidí pomocí vrtulníků s termovizí. Chladnutí těl uhynulých prasat ve velkochovech bylo popsáno v několika publikacích především pro určení doby úhynu (KALISZAN M. et al., 2005). Doba viditelnosti mrtvých těl pomocí termovize však zatím v literatuře popsána nebyla. Proto byly za podpory

Ministerstva zemědělství a Lesů České republiky provedeny 2 experimenty, jejichž cílem bylo definovat dobu, kdy je kadáver zřetelně viditelný pomocí termovize.

Jak uvádí Cilulko et al. (2013), využití termokamer má sice svá omezení, ale při zkoumání živočichů ve volné přírodě umožňuje získat data, která by jiným způsobem být získána nemohla. Termokamery jsou široce využívány ke sledování, vyhledávání zvěře a jejich stanovišť, i při stanovování velikosti populace a budou do budoucna hlavním nástrojem pro zkoumání živočichů ve volné přírodě. Vyhledávání kadáverů uhynulých prasat divokých toto využití rozšiřuje o další oblast.

Největším úskalím při využití termovizní techniky je vyhledávání v hustě zarostlém porostu, kdy infračervené záření neprosteupí přes pevnou překážku nebo přes den, kdy díky slunečnímu záření dochází k ohřevu povrchu země i krytiny zvěře a teplé body v podobě živé zvěře v takovém snímku zaniknou.

V praxi se využití termokamer osvědčilo např. při sledování nočních živočichů, např. netopýrů (Sabol a Hudson, 1995; Hristov et al., 2008), nebo při vyhledávání novorozenech kolouchů jelence běloocasého (Ditchkoff et al., 2005). Gravet et al. (1972) při vzdušných průzkumech jelenců běloocasých dosáhnul nejlepších výsledků při použití termovize v případě, že vegetace byla řídká, terén byl relativní plochý a obloha zatažená.

MATERIÁL A METODY

Experimenty byly prováděny v oboře Sedlice (okr. Písek) a byly metodicky koncipovány na sledování kadáverů divokých prasat pomocí termovize a průběžné měření rektální teploty, teploty okolí, vlhkosti vzduchu a meteorologických údajů (teplota, vlhkost vzduchu, srážky, rychlost větru, směr větru a sluneční radiace). Kadáver divokého prasete byl umístěn ve smíšeném porostu lípy a buku a ochráněn pletivem (obr. 1). První experiment probíhal od 1. 2. 2018 do 7. 6. 2018, druhý experiment probíhal od 25. 6. 2018 do 6. 11. 2018. Tak bylo ověřeno praktické využití termovize jak v zimních, tak i v letních měsících. Pro srovnání obou období bylo shodně použito období prvních 120 dnů od uhynutí. U prvního experimentu byl k dispozici mladý kus prasete divokého o hmotnosti přibližně 30 kg. U druhého experimentu byl k dispozici starý kus prasete divokého o hmotnosti přibližně 50 kg.

V rámci zjišťování viditelnosti uhynulého prasete byly zkoušeny ruční termovizní kamery Night Pearl IR510+, Fluke TiS, termovizní vyhledávač VMT-VÚZT, termovize Flir One a Flir XT 640R umístěné na dronech Parrot a DJI Inspire.



Obr. 1: Kadáver byl chráněn pletivem před dravci

Pro stanovení schopnosti identifikovat kadáver pomocí termovizní techniky byly sledovány klimatické podmínky a rektální teplota, a na základě toho stanoven účinný rozdíl teplot mezi rektální

teplotou a teplotou vzduchu venku (Δt), kdy je kadáver spolehlivě zjištětelný. Při různých rozdílech teplot byla viditelnost ověřována pomocí termovizní techniky a hodnocena identifikovatelnost kadáveru na obrazovce termografického zařízení ve vzdálenosti 50 m.

Pomocí tohoto stanoveného účinného rozdílu byla vyhodnocena viditelnost kadáveru v průběhu dne v rámci celého sledování.

Rektální teplota t_r byla měřena záznamníkem dat Comet pomocí externího teploměru Pt100 zavedeného do konečníku na vzdálenost 15 cm.

Okolní teplota vzduchu venku t_e je měřena teploměrem v záznamníku dat Comet umístěném v bezprostřední vzdálenosti 2 m nad zemí.

Pro měření intenzity slunečního záření a sumy slunečního záření SR byla použita meteostanice Davis Vantage Pro 2 umístěná v lokalitě obory.

Sledované parametry byly zaznamenávány v intervalu 5 min a archivovány v databázi MS Access, data získaná cíleným databázovým dotazováním byla následně graficky zpracována a analyzována v aplikaci MS Excel.



Obr. 2: Termovizní vyhledávač VMT-VÚZT



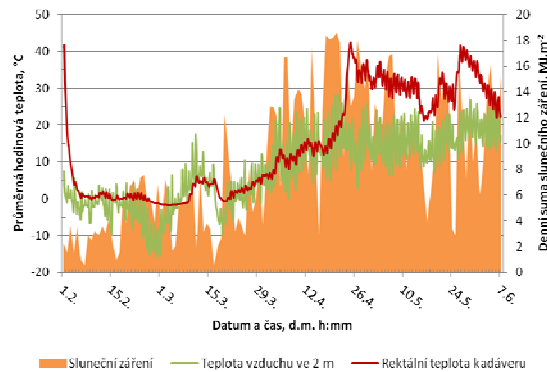
Obr. 3: Zobrazení kadáveru divokého prasete v termovizi Flir XT 640R umístěné na dronu DJI Inspire 1 z výšky 97 m po 27 hodinách od uhynutí v porostu vysokých buků



Obr. 4: Dron DJI Inspire 1 s termovizi Flir XT 640R

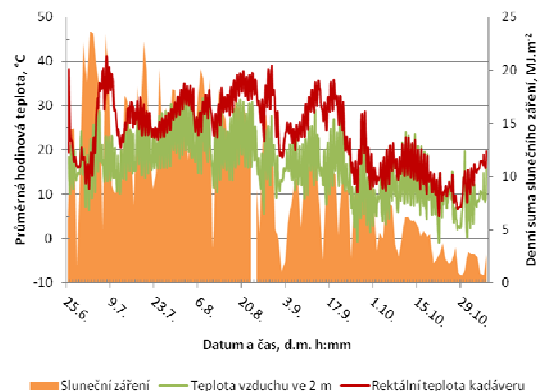
VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky měření rektální teploty kadáveru prasete divokého, teploty vzduchu okolí a sluneční radiace jsou pro oba dva experimenty znázorněny v grafech na obrázcích 5 a 6. Z průběhu teplot je zřetelně vidět, že k naprostému vyhasnutí prasete dochází během prvních desítek hodin od úhynu, kdy rektální teplota prasete strmě klesá bez ohledu na venkovní podmínky. Z dlouhodobého průběhu po naprostém vyhasnutí prasete je vidět větší či menší záslost rektální teploty na venkovní teplotě vzduchu a sluneční radiaci. Je zjevné, že průběh rektální teploty, resp. teploty kadáveru, při pohledu na teplotu okolního vzduchu také významně ovlivňují rozkladné procesy, které po uhynutí nastávají v závislosti na době od úhynu a podmínkách prostředí. V rámci těchto dvou experimentů jsme se však biologickou a mikrobiologickou činností v rámci rozkladného procesu nezabývali.



Obr. 5: Průběh rektální teploty kadáveru prasete divokého, teploty vzduchu ve 2 m nad zemí a denní sumy slunečního záření v období od 1.2. do 7.6.

U experimentu 1, který byl zahájen počátkem února, je vidět strmý pokles rektální teploty v prvních desítkách hodin po úhynu. Následně rektální teplota poměrně věrně kopíruje teplotu vzduchu venku a je přibližně na stejné úrovni. Vyjimkou je období přibližně 30 dnů po úhynu, kdy venkovní teploty prudce klesly pod teplotu mrazu, teplota kadáveru však zůstává kolem nuly a období od 25. dubna, kdy dochází k strmému nárůstu rektální teploty oproti venkovní teplotě vzduchu. Tento nárůst lze pravděpodobně vysvětlit zahájením intenzivních rozkladných procesů v organismu po dlouhodobém dosažení teplot okolo 20 °C.

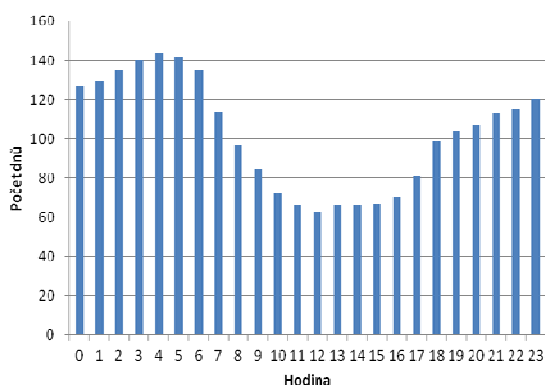


Obr. 6: Průběh rektální teploty kadáveru prasete divokého, teploty vzduchu ve 2 m nad zemí a denní sumy slunečního záření v období od 25.6. do 6.11.

U experimentu 2, který byl zahájen koncem června, je opět vidět strmý pokles rektální teploty v prvních desítkách hodin po úhynu. Následně rektální teplota opět kopíruje venkovní teplotu, je však vyšší než teplota vzduchu venku. V průběhu

sledování byly zaznamenány i výkyvy rektálních teplot ve srovnání s teplotou vzduchu venku, např. kolem 5.7. tedy asi 10 dní od úhynu. Tyto vyšší teploty a výkyvy ve srovnání s venkovní teplotou lze pravděpodobně opět vysvětlit rozkladnými procesy probíhajícími v kadáveru.

V grafu na obrázku 7 je histogram četností, v kolika dnech byl překročen rozdíl mezi rektální teplotou kadáveru a teplotou vzduchu venku 8 °C, tzn. hranice pro spolehlivou identifikaci pomocí termovizní techniky v hodinovém rozdělení. Nejvyšší četnost byla zjištěna mezi 4. a 5. hodinou ranní, kdy byl účinný rozdíl teplot 8 °C překročen u 144 dnů z celkového počtu 260 dnů za celou dobu trvání obou experimentů.



Obr. 7: Histogram četností, kdy rozdíl rektální teploty a teploty vzduchu přesáhnul hodnotu 8 °C v jednotlivých hodinách v průběhu dne

V tabulce 1 je uveden počet dní, kdy byl kadáver prasete divokého zřetelně viditelný. Na základě histogramu četností viditelnosti v průběhu dne ($\Delta t > 8$ °C) byla zjišťován počet dní, kdy byla tato teplota překročena mezi 4. a 5. hodinou ranní u obou

experimentů zvlášť. U obou pozorování je uvedeno prvních 120 dní rozdělených na úseky po 30 dnech. Viditelnost kadáveru je značně odlišná v zimním a letním období, dlouhodobá viditelnost po vyhasnutí prasete je přímo ovlivněna průměrnou denní teplotou vzduchu venku a nepřímo sumou slunečního záření, viz grafy na obr. 5 a 6.

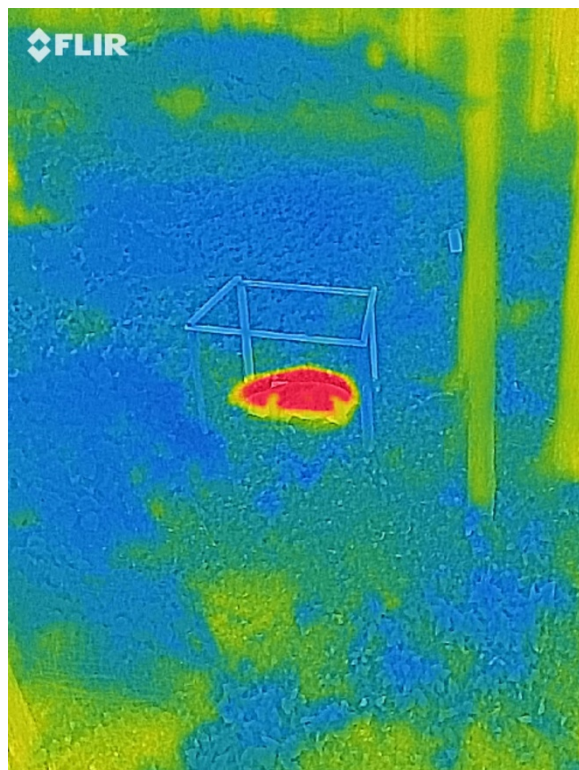
Tab. 1: Počet dní za sledované období, kdy byl kadáver prasete divokého zřetelně viditelný mezi 4. a 5. hodinou ranní

Den	Počet výskytů	
	2. 2. - 1. 6.	26. 6. - 23. 10.
1-30	10	20
31-60	1	25
61-90	15	29
91-120	30	8
1-120	56	82

V tabulce 2 jsou uvedeny průměrné denní rektální teploty, teploty vzduchu venku a sumy slunečního záření v obdobích po 30 dnech od uhynutí kadáveru a celkem u obou experimentů. Tato sumární data potvrzují při dlouhodobém sledování vliv průměrné denní teploty, potažmo sluneční radiace na teplotu kadáveru. Nejvyšší průměrná rektální teplota u experimentu č. 1 byla dosažena v posledním období, tedy 91-120 dnů od uhynutí, kdy průměrná denní teplota vzduchu venku byla 16 °C, průměrná rektální teplota kadáveru byla 30,87 °C. U experimentu č. 2 byla nejvyšší průměrná denní rektální teplota 30,34 °C dosažena v období 31-60 dnů od úhynu prasete, kdy průměrná denní teplota vzduchu venku byla 22,58 °C.

Tab. 2: Průměrné denní hodnoty rektální teploty kadáveru prasete divokého, teploty vzduchu venku a sumy slunečního záření za sledované období

Den	2.2. - 1.6.			26.6. - 23.10.		
	t_r (°C)	t_e (°C)	SR (MJ.m ⁻²)	t_r (°C)	t_e (°C)	SR (MJ.m ⁻²)
1-30	1,19	-3,47	3,94	25,22	18,14	15,08
31-60	2,42	2,41	5,34	30,34	22,58	15,20
61-90	20,52	13,96	13,51	27,61	16,60	8,25
91-120	30,87	16,00	10,90	15,57	10,48	5,62
1-120	13,75	7,23	8,42	24,69	16,95	11,04



Obr. 7: Viditelnost kadáveru v termovizním vyhledávací VMT-VÚZT

ZÁVĚR

Experimenty prokázaly, že kadáver je spolehlivě zjištělný termovizí při rozdílu rektální teploty kadáveru a okolní teploty vzduchu okolo 8 °C, jedná se o tzv. účinný rozdíl teplot. Experimenty prokázaly, že při tomto rozdílu teplot je kadáver nejdéle viditelný v ranních hodinách mezi 4. a 5. hodinou, kdy je teplota nejméně ovlivněna sluneční radiací. Z celkové délky sledování u obou experimentů 260 dnů, byl překročen tento rozdíl teplot nejčastěji právě mezi 4. a 5. hodinou ranní, a to ve 144 případech. Za srovnatelné období prvních 120 dnů sledování byla mezi 4. a 5. hodinou ranní viditelnost u prvního experimentu 56 dnů, u druhého experimentu to bylo 82 dnů. Dále z měření rektální teploty, teploty vzduchu venku a sluneční radiace vyplývá závislost viditelnosti kadáveru na venkovních podmínkách, přímo průměrnou denní teplotou vzduchu venku a nepřímou denní sumou slunečního záření. Tato viditelnost je však teoretická, v praktických podmínkách záleží na typu lesního porostu a jeho

Abstrakt

Včasně vyhledání kadáverů divokých prasat v oblastech s výskytem afrického moru prasat a jejich následná asanace a dezinfekce okolí nálezů je velmi účinnou metodou prevence šíření této nákazy. V rámci výzkumného záměru byla ověřována možnost vyhledávání kadáverů divokých prasat pomocí termovize. Byly zkoušeny ruční termovizní kamery Night Pearl IR510+, Fluke TiS, termovizní vyhledávač VMT-VÚZT, termovize Flir One a Flir XT 640R

vlastnostech. Např. vyhledávání z výšky pomocí dronu je účinné pouze u řídkých porostů nebo u listnatých porostů v zimním období, kdy jsou stromy bez listů.

POZNÁMKA

Tento článek vznikl v rámci institucionální podpory MZe ČR číslo RO0618 na dlouhodobý koncepční rozvoj Výzkumného ústavu zemědělské techniky, v.v.i.

LITERATURA

- CILULKO, J., P. JANISZEWSKI, M. BOGDASZEWSKI et al. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. *Eur J Wildl Res.* 2013, 59: 17. <https://doi.org/10.1007/s10344-012-0688-1>
- DITCHKOFF, S. S., J. B. RAGLIN, J. M. SMITH a B. A. COLLIER. From the field: capture of white-tailed deer fawns using thermal imaging technology. *Wildl Soc Bull.* 2005, 33(3):1164–1168
- GRAVES, H. B., E. D. BELLIS a W. M. KNUTH. Censusing white-tailed deer by airborne thermal infrared imagery. *J Wildl Manag.* 1972. 36:875–884
- HAVENS, K. J. a E. J. SHARP. *Thermal Imaging Techniques to Survey and Monitor Animals in the Wild: A Methodology*, Academic Press Ltd-Elsevier Science Ltd, London. 2016. 354 s. ISBN: 978-0-12-803384-5
- HRISTOV, N. I., M. BETKE a T. H. KUNZ. Applications of thermal infrared imaging for research in aeroecology. *Integr Comp Biol.* 2008, 48(1):50–59
- KALISZAN M., R. HAUSER, R. KALISZAN, P. WICZLING, J. BUDZYŃSKI a M. PENKOWSKI. Verification of the exponential model of body temperature decrease after death in pigs. *Experimental Physiology, The Physiological Society.* 2005. ISSN 0958-0670 (print), 1469-445X (web), pp. 727–738
- SABOL, B. M. a M. K. HUDSON. Technique using thermal infrared-imaging for estimating populations of gray bats. *J Mammal.* 1995, 76(4):1242–1248

umístěné na dronech Parrot Bebop-Pro Thermal a DJI Inspire. V průběhu experimentu byla teplotní sondou sledována rektální teplota kadáveru prasete divokého, dále byla sledována teplota okolního vzduchu ve výšce 2 m a intenzita a suma slunečního záření. Ověřování probíhalo v oboře Sedlice v okrese Písek na kadáverech divokých prasat v rámci dvou experimentů. První experiment probíhal od 1. 2. 2018 do 7. 6. 2018, druhý experiment probíhal od 25. 6. 2018 do 6. 11. 2018. Tak bylo ověřeno praktické využití termovize jak v zimních, tak i v letních měsících. Experimenty prokázaly, že kadáver je spolehlivě zjištělný termovizí při rozdílu rektální teploty kadáveru a okolní teploty vzduchu okolo 8 °C a více. Experimenty prokázaly, že při tomto rozdílu teplot je kadáver nejdéle viditelný v ranních hodinách, kdy je teplota nejméně ovlivněna sluneční radiací. Za srovnatelné období prvních 120 dnů sledování byla mezi 4. a 5. hodinou ranní viditelnost u prvního experimentu 56 dnů, u druhého experimentu to bylo 82 dnů. Dále z měření rektální teploty, teploty vzduchu venku a sluneční radiace vyplývá závislost viditelnosti kadáveru na venkovních podmínkách, přímo průměrnou denní teplotou vzduchu venku a nepřímo denní sumou slunečního záření. Tato viditelnost je však teoretická, v praktických podmínkách záleží na typu lesního porostu a jeho vlastnostech. Vyhledání z výšky je účinné pouze u řídkých porostů nebo u listnatých porostů v zimním období, kdy jsou stromy bez listů. Vyhledání kadáveru pomocí termovizního vyhledávače VMT-VÚZT je v tomto ohledu efektivnější, byť je tato účinnost opět ovlivněna hustotou porostu, a ve srovnání s ručními termokamerami má vyšší účinnou vzdálenost pro vyhledání.

Klíčová slova: kadáver divokého prasete, africký mor prasat, termografie

Kontaktní adresa:

Ing. Antonín Machálek, CSc.

tel.: +420 233022268

e-mail: antonin.machalek@vuzt.cz

Ing. Josef Šimon, Ph.D.

tel.: +420 233022310

e-mail: josef.simon@vuzt.cz

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.

Drnovská 507, 161 01 Praha 6 – Ruzyně, Česká republika

Recenzovali: Ing. S. Ust'ak, CSc., Ing. M. Macourek, Ph.D.