

Metodologie sčítání zvěře, studijní materiál

Radim Plhal, Jiří Kamler, Zdeněk Vala, Jakub Drimaj, Petr Smutný

Úvod

Snahy o co nejpřesnější odhad početnosti zvěře trvají již několik staletí a zpočátku byly motivovány především potřebou evidovat majetek. Později se odhad početnosti a ročního přírůstku začal využívat i pro hospodaření se zvěří tak, aby byly zachovány její kmenové stavy v potřebné výši, a v dnešní době jsou výsledky sčítání rozhodujícím podkladem pro stanovení potřebné výše lovu k zabezpečení stabilní početnosti zvěře. V průběhu posledních staletí tak výrazně vzrostl význam sčítání, ovšem metody používané praxí a věrohodnost vykazovaných údajů se prakticky nezměnily a v některých parametrech i zhoršily. Sčítání volně žijící zvěře vždy bylo a je pouhým odhadem, který se od skutečnosti může značně odchylovat a při hospodaření je nutno brát v úvahu i jiné skutečnosti. Naše myslivecké hospodaření ovšem je postaveno pouze na zjišťovaných početních stavech a s důsledky toho stavu se budeme potýkat ještě dlouhou dobu. Jednou z možností, jak myslivecké hospodaření posunout na vyšší úroveň, je určování únosné početnosti zvěře ve vztahu k prostředí. Tyto únosné stavy mohou být definovány jak počtem jedinců zvěře, tak např. i jen stavem vegetace, přičemž míra okusu rostlin je mnohem snáze kvantifikovatelná než počty zvířat. V každém případě bude ovšem sčítání stále významnou součástí mysliveckého hospodaření. Pokud se vedle sčítání zavedou další nástroje, na kterých bude záviset výše plánu lovu, bude na uživatelích honiteb, aby kvalitně provedeným sčítáním bránili nežádoucímu vystřílení zvěře z důvodů ekonomických zájmů hospodařících subjektů. Aby sčítání mohlo plnit funkci kontrolní metody, musely by jeho výsledky zhruba odpovídat skutečnosti. V současné době běžně používané metody v ČR postihují jen 10-33% skutečné populace a využívány jsou zejména nejjednodušší metody přímého nesystematického pozorování. K odhadu početnosti zvěře je přitom k dispozici poměrně široké spektrum metod od nejjednodušších, které nevyžadují prakticky žádné vybavení, až po metody založené na použití letadel či nákladné techniky. Pomocí výkonné techniky je možné zpravidla dosáhnout lepších výsledků, ale její nasazení samo o sobě nezaručuje kvalitu výstupů. Na druhé straně i primitivními metodami je možné početnost zvěře celkem spolehlivě sledovat. Základním předpokladem všech metod je zájem o problematiku, ochota investovat čas do sběru a vyhodnocení dat a určitý teoretický základ.

metody sčítání zvěře:

a) přímé

- přímé metody sčítání jsou založené na přímém pozorování zvěře
- vedle početnosti zvěře získám i další informace jako pohlaví, věk, zdravotní stav...
- většinou dochází k podhodnocení skutečné početnosti
- sčítá se celý rok, ve dne i v noci, ze země i ze vzduchu, z dopravních prostředků, pomocí osvětlení, nebo termovize, automatických fotoaparátů a kamer...
- zvláštní přímou metodou je tzv. opakované sčítání označených jedinců

b) nepřímé

- pomocí těchto metod se nesčítá přímo pozorovaná zvěř, ale nejčastěji její pobytové znaky jako např. stopy, trus, potravní chování na vegetaci,...
- tímto se získává tzv. relativní početnost (počty trusů na ha). Tu lze na početnost absolutní (kusy zvěře) přepočítat pomocí různých vzorců
- nelze získat jinou informaci o populaci než samotnou početnost (poměr pohlaví, věková struktura)

- skutečná populace může být podhodnocena i nadhodnocena a přesnost může vyhovovat
- zvláštní skupinou jsou metody založené na vyhodnocování mysliveckých statistik, jedná se o tzv. zpětné přepočty

SLOVNÍK

ABUNDANCE (hustota populace, denzita, početnost) - počet jedinců dané populace přepočtený na jednotku plochy (ha, km²) nebo objemu (litr, m³). Relativní abundance se někdy používá pro srovnání různých populací, kde není nutné znát absolutní čísla. Relativní abundance je tedy často vyjádřena například počtem jedinců chycených v pasti nebo pozorovaných na daném transektu, množstvím trusu zvířat na jednotku plochy, mírou poškození ekosystému životními projevy zvířat, atd.

AKČNÍ PROSTOR – celkové území, které obývá jedinec, pár nebo větší sociální jednotka během svého života.

DENNÍ DEFEKAČNÍ DÁVKA – množství trusu od jednoho jedince za jeden den.

DOBA EXPOZICE TRUSU – počet dnů, po které byl trus na ploše hromaděn (stáří trusu).

DOMOVSKÝ OKRSEK – dílčí území akčního prostoru, v kterém se jednotlivci i skupiny pravidelně zdržují, ale toto území není na rozdíl od teritoria obhajováno.

FERTILITA (plodnost) - vyjadřuje počet potomků na jednu samici.

FOTOPAST – přístroj spojující funkce digitálního fotoaparátu či kamery a pohybového čidla, sloužící k pořizování záznamu volně žijících živočichů.

IMPAKT BÝLOŽRAVCŮ NA VEGETACI – způsob a míra poškození vegetace potravním chováním volně žijících býložravých zvířat.

LOUPÁNÍ – poškození kůry kmene či větví býložravou zvěří v době vegetace.

METODIKA URČOVÁNÍ VĚKU ZVĚŘE – Metody posuzování věku spárkaté zvěře lze rozdělit na určování věku živé a ulovené či uhynulé. U zvěře živé se posuzuje tvar a zbarvení hlavy, síla a délka krku, výraz obličejové masky, linie hřbetu, celkový tvar těla, tvar běhů, vývoj parohů a rohů, a v neposlední řadě i chování daného kusu. U zvěře ulovené a uhynulé se volí metody dle analyzované části těla. Dle stupně vývoje a úbrusu chrupu lze použít Budenzovu metodu (opotřebením posledního sloupku 3. moláru), Biegrovu metodu (poměr krčků a výšek korunek řezáků, včetně úhlu řezáků s osou spodní čelisti), Eidmannovu metodu (ukládání náhradního dentinu v zubní dutině) nebo Mitchellovu metodu (ukládání zubního cementu mezi kořeny 4. premoláru). Určení věku zhaslé zvěře je možné provést také podle stupně osifikace lebečních švů, chrupavek a vaziva, pevnosti pánevní spony a velikosti těla. Trofej u parohaté zvěře nelze s ohledem na věk považovat za směrodatný znak. U muflonů se věk určuje dle délky toulců a počtu ročních vrubů (platí i pro kamzíky). U černé zvěře lze aplikovat mj. Biegrovu metodu (délka a obrusná plocha páráku), Brandtovu metodu (indexy dle průměru na kořeni páráku a průměru na hraně obrusné plochy), Dobovu metodu (postavení lícního hrbolu a třetího moláru) a určit věk bachyní dle Babičky (lokalizace největší šířky háků a šířky zubního kanálku). U zajíce se využívá např. stupeň osifikace epifýzy lokétní kosti či váhy oční čočky. U pernaté zvěře (bažant, koroptev) se sleduje hloubka Fabriciova váčku, délka a tvar ostruhy, délka klínu, vybarvení letek atp.

MIGRACE – dvoucestné, hromadné a zpravidla periodické, směrované pohyby na větší vzdálenosti s návratem na původní místo nebo bez návratu. Pohyb jedinců mimo území obývané populací se nazývá emigrace, pohyb jedinců stejného druhu do tohoto území z okolí dovnitř plochy bývá nazýván imigrace. Soubor lokálních populací vyměňujících si jedince migrací se nazývá metapopulace.

MORTALITA (úmrtnost) - počet uhynulých jedinců v dané populaci za jednotku času.
 NATALITA (množivost) - počet narozených jedinců v dané populaci za jednotku času.
 OHRYZ – poškození kůry kmene či větví býložravou zvěří mimo dobu vegetace.
 OKUS – poškození letorostů, výhonů, pupenů či listů dřevin býložravou zvěří.
 POMĚR POHLAVÍ (sex ratio, pohlavní index, sexilita) - poměr samčích a samičích jedinců u populací, které se rozmnožují pohlavně, v nichž jsou pohlaví oddělena a určena geneticky.
 POPULACE - skupina jedinců stejného druhu žijících spolu na stejném místě ve stejném čase, kteří se vyznačují průměrnými vlastnostmi, jako je natalita a mortalita (Tkadlec 2008). Většina definic populace je nějak vztažena k prostoru. Otázkou zůstává, jak přesně by měla být velikost prostoru v definici vymezena. V případě definování příliš malého prostoru může například docházet k významným změnám velikosti populace v důsledku pohybu jedinců (zvířat). V takovém případě se za obecně správné považuje vymezení takového prostoru, aby změny ve velikosti populace nebo hustotě byly vyvolávány především změnami v natalitě a mortalitě a nikoliv změnami v emigraci a imigraci. Zároveň je velmi důležité si uvědomit, že populaci tvoří soubor jedinců všech věkových kategorií – např. u bezobratlých (v jednom okamžiku mohou populaci konkrétního druhu hmyzu tvořit současně vajíčka, larvy různých instarů, kukly a dospělci).
 SOCIÁLNÍ STRUKTURA – dělíme např. živočichy žijící soliterně, v koloniích, rodinách, rodinných skupinách, societách, atd. Seskupení mohou trvat celoročně nebo jen dočasně.
 TELEMETRIE - technologie umožňující měření na dálku a dálkový, bezdrátový přenos dat. Využívaná k pozorování pohybu označených živočichů. V dnešní době nahrazována modernějšími GPS technologiemi.
 TERITORIUM – omezená oblast, která slouží jedinému majiteli – jednotlivci, páru či jiné sociální skupině – a kterou si tento majitel hájí proti cizím jedincům či skupinám a aktivně jim zabráňuje ve vstupu.
 TRANSEKT – linie (liniový tr.) či plocha (pruhový tr.) trvale nebo dočasně vyznačená v terénu, jež slouží ke sběru dat.
 ÚNOSNÉ POČETNÍ STAVY - jsou takové stavy, které dané prostředí unese a při zvyšování počtu jedinců by došlo k překročení stanovených mezí.
 VĚKOVÁ STRUKTURA (aetilita) – dělení skupiny jedinců v populaci do věkových tříd, nejčastěji dle jejich rozmnožovací způsobilosti (prereproduktivní, reproduktivní a postreproduktivní věk).

Výběr vhodné metody sčítání a vzorkování

Úspěch jakéhokoliv průzkumu sloužícího k odhadu velikosti populace zvěře by se měl posuzovat s ohledem na jeho účel. Jasně stanovení účelu je zásadní pro výběr nejvhodnější metody sčítání a volbu způsobu vzorkování. Již na začátku musí být jasné, na které otázky chceme odpovědět. Např.:

Kolik zvěře je v určitém lesním celku?

Jak přesný bude odhad její početnosti při pevně stanovených nákladech?

Je odhad požadován pro různé typy biotopů?

Populace sledovaného druhu se zvyšuje, nebo klesá?

Stačí nám pro naše účely pouze index početnosti, nebo potřebujeme znát skutečný počet?

Index početnosti je mírou skutečného počtu přítomných jedinců. Je to např. počet jejich stop ve sněhu, který může být pro hrubý odhad velmi užitečný. Když nepotřebujeme znát aktuální velikost populace a její nárůst či míru dopadů zvěře na vegetaci, použijeme metodu, která

poskytne jen minimální odhad její velikosti. Jakmile se definitivně rozhodneme, co bude cílem našeho výzkumu, vybereme jednu z metod odhadu a stanovíme si údaje, které je potřeba zjistit. To, jestli zvolíme přímou nebo nepřímou metodu pro určení početnosti populace je také ovlivněno účelem zjišťování. Jestliže potřebujeme znát i pohlaví a stáří jedinců, využijeme některou z přímých metod. V lesních biotopech, kde je přímé pozorování neskutné, využijeme některou z nepřímých metod, protože lépe umožňují odhadnout velikost populace nebo aspoň index její početnosti. Často potřebujeme znát rychlou odpověď, ale uvědomme si, že rychlé metody odhadu populací zvěře obsahují obvykle řadu podmínek, které nemusí platit právě pro populaci, o niž nám jde. Obecně řečeno: přesnější metody odhadu populace jsou časově náročné, ale mají zase větší váhu. Pokud potřebujeme sledovat počty zvěře více let, je účelné používat stále stejnou metodu sčítání i vzorkování, stejný způsob sběru údajů a hodnocení. Bereme v úvahu také podobné podmínky, jako je např. stejná roční doba, podobné povětrnostní podmínky i stejný tým lidí. To vše napomáhá ke snížení jakékoliv chyby, ačkoliv výrazné změny v biotopu nebo úroveň zneklidňování mohou časem ovlivnit chování a přítomnost zvěře a tím i vhodnost použití kterékoliv metody. Výsledky vždy protokolujeme a archivujeme tak, aby byly v budoucnu pro kohokoliv snadno dostupné a pochopitelné.

Hlavní body:

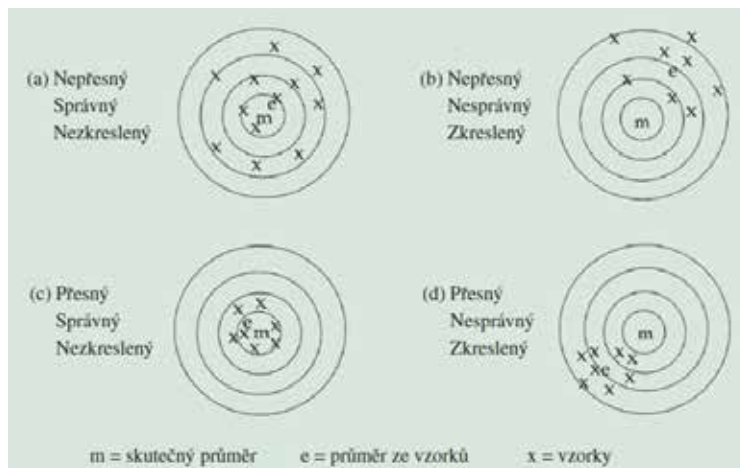
1. Stanovit cíle a otázky, na něž je třeba odpovědět
2. vybrat vhodnou metodu sčítání a způsob vzorkování pro požadované řešení, použití nevhodných metod je totiž neúčinné, může být drahé a přinese výsledky, které jsou buď příliš podrobné, nespolehlivé či nevhodné pro zodpovězení našich otázek a splnění cílů
3. nasbírat data v terénu
4. Zpracovat výsledky a formulovat závěry

Vzorkování:

Spousta metod odhadů početnosti jedinců vychází z tzv. vzorkování – získávání dat na vzorkovacích plochách (transektech). Vzorkování je v případě zjišťování početnosti větších populací daleko výhodnější, než absolutní sčítání všech jedinců. Intenzita vzorkování (počet a velikost transektů) musí odpovídat předpokládané početnosti populace, velikosti zkoumaného území a také prostorové distribuci jedinců z čehož vyplývá míra variability sbíraných dat. Čím je míra variability větší, tím musí být pro přesný výsledek nasbírán větší objem dat a opačně. Tento poznatek je nutné vzít do úvahy spolu s pracností sběru dat a celkovou efektivitou odhadu početnosti. Hlavní otázkou tedy zůstává velikost a tvar použitých vzorkovacích ploch (transektů). Někteří autoři doporučují nejprve se nad touto otázkou zamyslet ze tří pohledů (1) statisticky – velikost a tvar transektu musí poskytovat nejvyšší možnou statistickou přesnost – tzn. co nejlépe vystihnout zkoumanou charakteristiku, jež je platná pro celou zkoumanou oblast, (2) ekologicky – velikost a tvar transektu musí poskytnout odpovědi na všechny otázky, jež zkoumáme (musí postihnout všechny zkoumané charakteristiky), (3) logicky – velikost a tvar transektu musí splňovat podmínky snadné použitelnosti v terénu. Existuje několik metod a postupů k určení optimální velikosti a tvaru transektu. Jako nejznámější jsou prezentovány Wiegertova a Hendricksova metoda.

Jakmile jsme zvolili vzorkovací metodu a způsob sběru údajů, je třeba se ujistit, zda se všichni pozorovatelé řídí stanovenými instrukcemi. Cílem je získat výsledky, které budou přesné, správné a nezatížené chybou. Nedodržení zvolené metody a způsobu sběru dat může

způsobit, že konečné výsledky budou nepřesné, nesprávné a zatížené chybou. Přesnost, správnost a odchylku (chybu) lze definovat takto:
 přesnost je vzájemná podobnost opakovaných odhadů, tzn. odhady, získané jednotlivými pozorovateli, budou navzájem srovnatelné, málo rozptýlené,
 správnost metody znamená přiblížení našeho odhadu ke skutečné hodnotě, tzn. nakolik je výsledný průměr z jednotlivých odhadů blízký skutečné hodnotě,
 odchylka je systémová složka chyby vznikající tím, že pozorovatel soustavně výsledek svého pozorování nevědomky zkresluje.



Obr. 1. Grafické znázornění čtyř možných situací, které se při vzorkování mohou vyskytnout

Hlavní zásady vzorkování:

během vzorkování se vyhnout chybám,
 zvětšením velikosti vzorku se zvýší přesnost, ale nemusíme se vypořádat s chybou nebo zlepšit správnost,
 většina průzkumů je kompromisem mezi náklady, správností a přesností.

Sčítání za denního světla

1. Přímé sčítání v otevřené krajině

Tuto metodu je vhodné používat pro větší druhy zvěře a v přehledném terénu. Území se rozdělí na jednotlivé oblasti, jejichž hranice jsou v terénu voleny tak, aby mezi sousedními oblastmi docházelo k co možná nejmenší migraci zvěře (jezera, ploty proti zvěři, železnice, dálnice,...). Každá oblast je dále členěna na několik menších lokalit a to pro lepší přehlednost při organizování sčítání. Každá tato lokalita nesmí být větší než je denní výkon týmu sčítačů. Skupina 8 až 10 sčítačů a za den pokryje asi 1 200 – 2 000 ha plochy.

Sčítání probíhá v předjaří (leden-duben), kdy se jelení zvěř vrací ze svých zimovišť v nižších krytých polohách zpět na horské planiny. V tomto období je také zvěř značně zesláblá a tak není schopna urazit během dne větší vzdálenosti.

Každý tým sčítačů je vybaven pozorovacími dalekohledy, mapou, notebookem a vysílačkou. Během průzkumu u zvěře zaznamenávají pohlaví, dospělost, čas pozorování, směr pohybu tlupy a další dodatečné informace. V případě, že se zvěř pohybuje do vedlejší lokality, tak sčítací skupina informuje sousední sčítače, aby nedošlo k dvojitému sečtení. V případě, že sčítání probíhá ve velmi přehledné oblasti, mohou sčítači pracovat individuálně nebo ve

dvojicích. To platí i v případě, kdy dojde k vytvoření početnějších tlup působením zhoršeného počasí a k migraci zvěře zpět do nižších poloh.

Sčítači mohou postupovat „po větru“ nebo „proti větru“ a to podle situace v jaké se zvěř zrovna nachází. Zvláštní pozornost se musí věnovat výběru tzv. konečné linie, kdy se předpokládá, že zvěř přes tuto hranici během noci nepřejde a další den může sčítání začít, kde předešlý den skončilo. Sčítaná data jsou každý den vyhodnocována a popř. odstraněny tzv. dvojité záznamy. Sčítání pokračuje, dokud nejsou sečteny všechny lokality v jedné oblasti.

Zaznamenávané údaje

Počet zvěře podle věkových tříd a pohlaví v každé tlupě, čas pozorování a směr pohybu zvěře.

Potřebné vybavení

Pozorovací binokulární dalekohled, teleskop, kapesní vysílačka (mobilní telefon), zápisník, kompas (GPS), vojenská přehledová mapa oblasti v měřítku 1:50 000.

Výhody metody

Vhodná pro velká území.

Pravděpodobně jedna z nejspolehlivějších metod.

Může být určena druhová skladba, poměr pohlaví a věkové třídy.

Nevýhody metody

Použitelná jen pro otevřený nebo převážně otevřený terén.

Vyžaduje dobrou viditelnost.

Může být odhadnuta jen minimální velikost populace.

Přesnost může být ovlivněna pozorovatelovou chybou při určování pohlaví a věku (10 % jelenů a až 30 % kolouchů je chybně považováno za laně; LOWE 1969).

Výsledky jsou specifické pro den sčítání a podléhají vlivu sezónních změn klimatu a chování zvěře.

Je nutný velký počet osob v průběhu několika po sobě jdoucích dnů.

Vyžaduje pečlivou a podrobnou organizaci.

Ve velkých územích se sčítá jen každých 5–10 let.

Příklad 1

V otevřeném kopcovitém území (přibližně 10x30 km) byla zvěř sčítána desetičlennou skupinou v průběhu dvou po sobě následujících dní v měsíci lednu. Území bylo rozděleno na osm oddělení (A-H). Počet sečtené zvěře v každém oddělení se velmi lišil (50 % celé populace bylo zjištěno v oddělení A). Celkový odhad populace pro celé území byl 530 jelenů, 802 laní a 336 kolouchů.

Příklad 2

Větší plochy musíme rozdělit na 25 nebo více menších ploch. Na tak velkém území nelze často provést sčítání během několika málo dní, i když máme k dispozici velký počet sčítačů. Nevhodné počasí zpravidla prodlouží či přerušuje sčítání, takže zvěř na území o rozloze 30x50 km může být sčítána 8–10 dnů čistého času v průběhu 30 dnů. Dbáme na to, aby byla jistota, že zvěř nepřešla z již sčítaného území do nesčítaného. V oblastech s rozsáhlými pastvinami může být zvěř sčítána i na územích o velikostech několika desítek tisíc hektarů, kde žije kolem deseti tisíc kusů zvěře. Zde je velmi důležité systematické procházení území tak, aby se

nic nevynechalo a aby nedocházelo k tomu, že zvěř bude přecházet mezi plochami již zkontrolovanými a dosud neprojitými.

Příklad 2

Přímé sčítání se v podmínkách ČR dá využít jen velmi omezeně vzhledem ke nízké přehlednosti. V určitých obdobích roku se ovšem zvěř koncentruje na vybraných lokalitách, kde je možné ji efektivně přímo sčítat. Jde zejména o louky a pole v blízkosti lesních komplexů sloužících jako zimoviště zvěře, kam zvěř intenzivně vychází na jaře, kdy na volných plochách je první zelená potrava. Zde je možné sečíst velkou část populace zvěře za jednoduchých podmínek. Druhou možností jsou otevřené plochy např. na hřebenech hor.



Obr. 2. Současný trh nabízí nepřehledné množství kvalitních loveckých dalekohledů



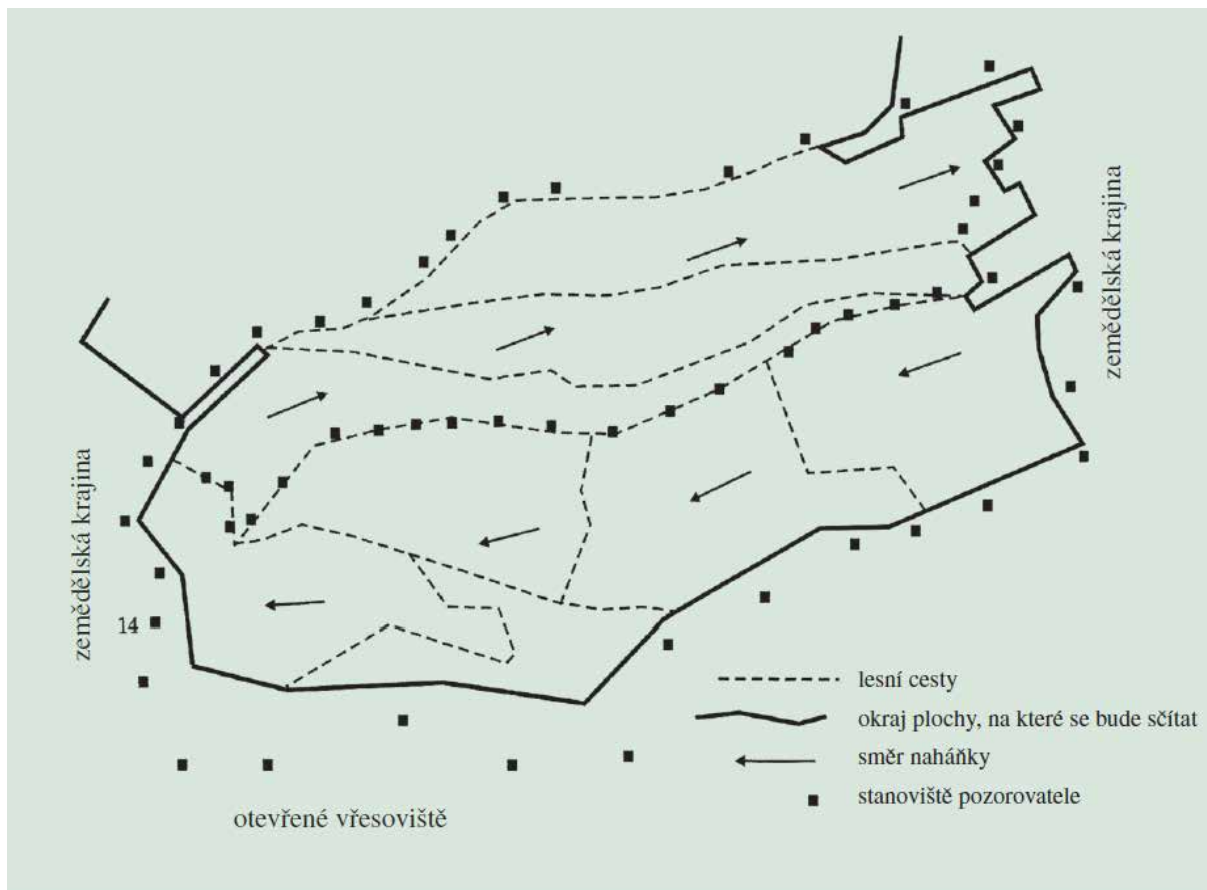
Obr. 3. Tlupa jelení zvěře na otevřené ploše

2. Sčítání naháňkou

Sčítání probíhá pouze v oblastech, které jsou snadno identifikovatelné na mapě 1:10 000. Velký počet pozorovatelů je rozestavěn kolem celé zájmové oblasti, každý z nich je vybaven mapou s informací o pozici ostatních sčítačů. Sousední sčítači musí mít mezi sebou vzájemně vizuální kontakt a jejich úkolem je vyhnat zvěř z nepřehledných lokalit do přehlednějších

částí oblasti, kde bude sečtena. Skupina naháněčů musí zaznamenávat počet a směr pohybu zvěře, jakož i počítat zvěř, jež přešla přes linii naháněčů zpět. Během nahánky musí docházet ke vzájemné koordinaci jednotlivých naháněčů. Jejich záznamy jsou po skončení každé nahánky vyhodnoceny a vyloučeny tzv. dvojité záznamy.

Tato metoda je použitelná především pro menší rozlohy lesů. Tento způsob sčítání je také výhodnější pro větší druhy zvěře. Menší druhy jako např. (srnčí...) je náročnější vyhnat z jejich krytu a také pokud se rychle pohybují určit jejich dospělost či pohlaví. Za jeden den je možné zkontrolovat plochu několika set hektarů (výjimečně 2-3 tis.). Metoda je velmi vhodná v oborách, kde je možné zformovat linii sčítačů od jednoho plotu ke druhému a celá plocha obory je na jedno projití zkontrolována, přičemž sčítači zaznamenávají zvěř, která proráží řadu honců zpět. U volných honiteb je třeba počítat s tím, že jednotlivé leče, kde se sčítá, musejí být dostatečně daleko od sebe, aby vyhnaná zvěř nebyla sčítána dvakrát. U menších druhů zvěře (zajíc) je vhodné odhadnout podíl jedinců, kteří se nechali přejít řadou honců, aniž by byli vyplašeni. Tento podíl závisí na počasí, krytu a hustotě sčítačů. Obecně platí, že čím menší druhy zvěře sčítáme a čím větší kryt je na daném místě, tím musí být řada honců hustější.



Obr. 4. Plán nahánky na ploše s vymezením postavení sčítačů a směru postupu honců; 14 se vztahuje k pozorovateli číslo 14.

Zaznamenávané údaje

Každý sčítač a honec zaznamenávají počet pozorované zvěře podle druhu, pohlaví a věkové třídy, čas pozorování a směr pohybu zvěře.

Požadované vybavení

Plánek území s vyznačením stanovišť sčítáčů a sledovaných ploch (obr. 3.3), formuláře záznamu (obr. 3.4); vysílačky (mobilní telefony) a píšťalky pro honce.

J. Holmes. Pohled doleva a doprava od trasy.

místo	čas	doby tek	celkem zvířat ?	JELENÍ ZVĚŘ				SRNČÍ ZVĚŘ			
				♂	♀	♀	?	♂	♀	♂	?
14	13:50		6	1	3		2	spatřen v lese			
	14:00		3		2	1		spatřen jak vychází z lesa			
	14:05		1		1			" " "			

Zaznamenáno Erikem ve 13:52
přecházeli potok.
stejná zvířata
1♂ + 1 neznámý jedinec.

Výhody

Obr. 5 Formulář záznamu ze sčítání naháňkou

metody:

Vhodné pro malé i velké plochy.

Vhodné pro otevřené biotopy i lesnatá území.

Je možné odhadnout druhovou skladbu, poměr pohlaví a věkové třídy.

Uskuteční se za jeden den.

Nevýhody metody:

V daném dni je podmínkou dobrá viditelnost.

Jelenovité není snadné vyhnat z úkrytu (i se psy), a to zvláště dospělé jedince; mláďata zůstávají v prvních týdnech života ve skrytu.

Odhadne se jen minimální velikost populace.

Do jaké míry pracujeme přesně, nemůžeme zjistit, a správnost výsledků je ovlivněna pozorovatelovou chybou při určování pohlaví a věkové třídy (např. mladí jeleni jsou považováni za laně, zvláště pokud nemají paroží).

Výsledky sčítání podléhají vlivům chování zvěře v příslušné části roku, podle počasí a zneklidňování zvěře v předchozím a daném dni.



Je potřeba velký počet sčítáčů i honců (60-120 osob).

Vyžaduje pečlivou a detailní organizaci.

Velký počet honců je obtížné koordinovat v hustém porostu a zvlněném terénu.

Obr. 6 Snímek ze sčítací naháňky.

3. Statické sčítání (čekaná)

Tato metoda je podobná jako předchozí způsob, avšak sčítání probíhá z několika stálých pozic uvnitř zájmového území. Nejvhodnější doba pro sčítání je čas, kdy zvěř zvyšuje svoji aktivitu (soumrak, úsvit) a míří za potravou. Periody pozorování se musí opakovat každé 2-3 hodiny, tak aby začaly, než začne první zvěř vycházet na pastvu a také dříve než se začne z pastvy vracet. Sčítači zaznamenávají pohlaví, věkové třídy, místo a čas pozorování, směr pohybu, a další informace (poranění zvěře,...). Některé informace se později využívají k eliminaci dvojitého sčítání. Tento způsob sčítání je velmi dobře využitelný v období jara (březen, duben), kdy se za nejvhodnější pozice k pozorování volí místa blízko ploch s nejatraktivnější potravou.

Zaznamenávané údaje

U veškeré zvěře se zapisuje druh, pohlaví a věková třída, čas pozorování a směr pohybu.

Potřebné vybavení

Plánek území s vyznačeným místem sčítače a směru pozorování, formulář pro záznamy a binokulární dalekohled (triedr).

Výhody metody:

Lze ji použít ve všech typech biotopů.

Může být odhadnuta jak druhová skladba, tak poměr pohlaví a věkové třídy.

Je proveditelná v jednom dni.

Nevýhody metody:

Vyžaduje dobrou viditelnost.

Může být odhadnuta jen minimální velikost populace.

Správnost výsledku je ovlivněna schopností sčítače určit věk a pohlaví.

Výsledky jsou platné jen krátkodobě, protože jsou ovlivněny sezónním chováním zvěře, počasím a úrovní zneklidnění zvěře den před sčítáním a v příslušný den.

Je potřeba mnoho sčítačů (30-40).

Vyžaduje dobrou organizaci.



Obr. 7. Čekaná



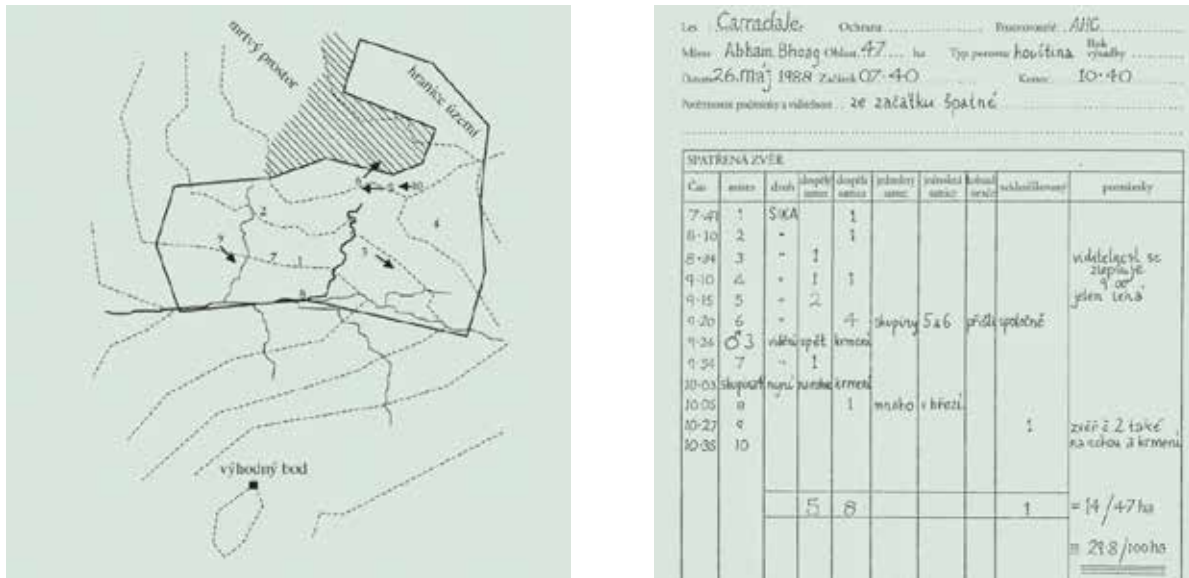
Obr. 8. Kryté posedy lze využít ke sčítání za jakéhokoliv počasí

4. Metoda výhodných pozic

Tato metoda je velmi využívána k určení denzity většiny druhů spárkaté zvěře. Tato sčítací technika vyžaduje kopcovitý terén s volnými výhledy z výhodných vyvýšených pozic. Jedná se o lokality 40 až 100 ha rozlehlé, jež je možné po celé ploše přehlédnout z jednoho vyvýšeného bodu. V podmínkách ČR lze tuto metodu modifikovat pro použití např. v podmínkách rozlehlých polí mimo vegetační dobu nebo na polích s nízkými plodinami. Každý takový bod je zaznamenáván do organizační mapy spolu s celou oblastí, jíž je možné z tohoto bodu pozorovat, taktéž je třeba definovat menší plochy, jež není možné z bodu zkontrolovat (mlaziny, odvrácené strany svahů,...).

K pozorování se používají pozorovací dalekohledy. Pomocí nich lze i snadno zvěř klasifikovat dle pohlaví či věkových tříd a to zvěř jelení až do vzdálenosti 1 km a srnčí 0,5 km. U každé zvěře se zapisuje taktéž místo a čas pozorování a směr pohybu a to pro snížení vlivu dvojitého sčítání. Z dobře položeného bodu lze pozorovat pohyb zvěře i v méně přehledných částech oblasti, tato zvěř je pozorována v pohybu po velmi krátkou dobu, tudíž ji nelze přesně klasifikovat. Tato zvěř se pouze zaznamená, ale v konečném součtu se s ní

nepočítá. Pozorování se opakuje každé 2,5 hod. Na konci každého sčítání se množství sečtené zvěře převádí na celkovou denzitu oblasti (ks/km^2). Sčítání se v každé oblasti opakuje ve třech až čtyřech po sobě jdoucích dnech vždy večer a ráno. Pokud se podaří získat informace o denzitě jednotlivých druhů zvěře pro jednotlivá specifická prostředí v oblasti, lze tato data použít k získání odhadu průměrné denzity v dalších částech oblasti s podobným prostředím. Metoda výhodných pozic se používá zejména v jarním období, kdy ještě není plně rozvinut vegetační kryt. Tam, kde je zvěř během dne téměř nerušená (velké plochy lesů) lze provádět sčítání i během dne, jinak je pro tuto metodu nejvhodnější denní doba 6.00-10.00 a 16.00-21.00.



Obr. 9. Plánek a záznam sčítání siky z výhodného bodu v kopcovitém terénu na Abhain Bheag Carradale. Čísla 1–10 se týkají pozorované zvěře. Šipky naznačují směr jejího pohybu

Zaznamenávané údaje

Druh, pohlaví, věková třída a směr pohybu zvěře.

Požadované vybavení

Pozorovací binokulární dalekohled, teleskop, mapa území (1:10 000).

Výhody

Je možné hodnotit druhovou skladbu, poměr pohlaví a zastoupení věkových tříd zvěře.

Sezónní využívání vymezeného území se může opakovat.

Jsou potřeba jen 1-2 pozorovatelé.

Nevýhody

Metoda je vhodná jen pro kopcovitý terén.

Je nutná dobrá viditelnost.

Obecně je možné odhadnout jen minimální populační hustotu.

Metoda není dost přesná, pokud není z každého stanoviště nasbírána dostatek reprezentativních údajů.

Když sledovaná plocha není typická pro určitý biotop, ve kterém chceme sčítání provést, může dojít k odchylce.

Výsledky jsou specifické pro dny sčítání a podléhají sezónním povětrnostním změnám a chování zvěře.



Obr. 10. Metoda výhodných pozic v praxi

5. Letecké sčítání

Tento způsob se uplatňuje především tam, kde se zvěř déle zdržuje na volných pláních bez lesa a jiných možností úkrytu. Využívají se lehká letadla a vrtulníky. Vzdálenost mezi jednotlivými koridory je určena především výškou letu nad zemským povrchem a také viditelností. Při plánování tohoto způsobu sčítání je také velmi nutné vzít do úvahy, že sčítaná zvěř může být příliš nízkými přelety plašena a tím se nekontrolovaně přesouvá a tím může dojít ke zkreslení odhadu početnosti. V případě sčítání z větší výšky zase může docházet ke špatnému rozpoznání druhů nebo k podhodnocení vlivem špatné viditelnosti. Doporučuje se využití videokamer, fotoaparátů či termovizního zařízení a to především pro zpřesnění sčítání a vyloučení dvojitého záznamu. Nejpřesnějších výsledků se dosahuje při sčítání početnějších populací velkých druhů zvěře na rozlehlém území v zimním období se sněhovou pokrývkou. Letecké sčítání lze použít jako absolutní sčítání všech jedinců na celé ploše, což může být velmi finančně náročné a také se tím podporuje možnost dvojitého sčítání stejných jedinců. Z těchto důvodů se letecké sčítání často používá jako „vzorkovací“ metoda, při čemž je předem určen počet, velikost a rozmístění vzorkovacích ploch. Obecně je letecké sčítání považováno za metodu, jež skutečný početní stav zvěře podhodnocuje. Někteří autoři dokonce uvádí, že touto metodou bývá sečteno jen asi 30 % skutečné populace.

Zaznamenávané údaje

Druh zvěře, její pohlaví, věk a směr pohybu.

Požadované vybavení

Letadlo s pilotem, mapa území s jasně vyznačenými transekty, 1–2 pozorovatelé, fotoaparát nebo videokamera, termovizor (termovizní kamera).

Výhody metody

V krátkém čase mohou být prohlédnuta velká území výskytu jelenovitých.

Z výšky je možné prohlížet řídké zalesněné biotopy, a pokud se použije ultralehké letadlo, nedojde ani ke zneklidnění zvěře.

K odhadu minimální velikosti populace je pravděpodobně vhodnější než vizuální metoda na zemi.

Pokud je zvěř dostatečně zřetelně vidět, může být určena i její druhová skladba, pohlaví a věk. Je zapotřebí jen 2-4 osob.

Nevýhody metody

Nejvhodnější k použití v rovinném nebo zvlněném terénu (viz výše).

Vyžaduje dobrou viditelnost a dobré letové podmínky.

Správnost je ovlivněna výškou letu a tendencí zvěře shluknout se a utíkat pryč. To znesnadňuje určení druhu, pohlaví a věku jednotlivých kusů. (Ultralehké letadlo zvěř zneklidňuje méně.)

Správnost může být ovlivněna přítomností jiných zvířat, např. ovcí.

Výsledky jsou specifické pro den sčítání a podléhají vlivu sezónních změn počasí a chování zvěře.

Pronájem letadla může být drahý a akci je třeba plánovat dlouho dopředu.



Obr. 11. Snímek jelení zvěře (z vrtulníku)



Obr. 12. Tichý letoun zvěř nezradí

6. Přímé sčítání zvěře z liniiových transektů

Sčítání je založeno na pravidelném rozmístění liniiových transektů napříč zkoumanou oblastí. Zvolené transekty jsou zaznamenány do terénní mapy. Sčítání je realizováno jedním sčítačem. Sčítač prochází oblastí po vyznačených transektech a zaznamenává počet a druh zvěře, kterou je schopen z transektu identifikovat. Dále zaznamenává kolmou vzdálenost zvěře od liniiového transektu. Tato vzdálenost se nejčastěji odhaduje, nebo se počítá (vzdálenost a úhel). V prostředí listnatého lesa při sčítání siky japonského bylo více než 94 % jedinců sledováno maximálně do vzdálenosti 40 m od linie. V tomto prostředí dále než 30 m od linie významně klesá identifikační schopnost pozorovatele. Výše popsanou metodu označují někteří autoři, za nejpraktičtější metodu pro sčítání zajíce polního (*Lepus europaeus*). Také pro sčítání ptáků je tato metoda velmi vhodná, na rozdíl například od sčítání na pruhových transektech.

Zaznamenávané údaje

U veškeré zvěře se zapisuje druh, pohlaví a věková třída, čas pozorování a směr pohybu. Dále se zaznamenává kolmá vzdálenost jedince od linie v době pozorování, která se odhadne nebo se změří vzdálenost z místa pozorování a úhel mezi pozorovaným jedincem, pozorovatelem a linií, z čehož se kolmá vzdálenost následně vypočítá.

Potřebné vybavení

Plánek území s vyznačenými liniemi, formulář pro záznamy a binokulární dalekohled (triedr) a dálkoměr a úhломěr.

Výhody metody

Pokud jsou splněny základní předpoklady, je správnost a spolehlivost metody dobrá.

Je možné odhadnout druhovou skladbu zvěře.

Nízké náklady na práci (1 osoba).

Je možné vymezit území často využívaná zvěří.

Nevýhody metody

Pro analýzu dat a výpočet populační hustoty vyžaduje speciální počítačový software.

Výsledky jsou specifické pro dny sčítání a ovlivňují je sezónní změny počasí a chování zvěře.

Doporučuje se nácvik používání přístrojů, metod sběru dat a jejich analýz.

K odchylce (chybě) může dojít tehdy, když se zvěř vyhýbá cestám a průsekům, nebo je k nim naopak přitahována. To lze zjistit při analýze údajů.



Obr. 13. Jelení pár při sčítání z liniiového transektu

Noční sčítání

7. Sčítání pomocí světlometů

Využívá se přirozeného chování zvěře, která za tmy vychází na volné plochy za potravou. Na těchto lokalitách lze poté velmi snadno tuto zvěř za pomoci světlometů sčítat. Využívá se především odrazu světelných paprsků v očích zvěře, této vlastnosti lze s výhodou využívat až na vzdálenost 300 m. U zvěře, která se v daný okamžik nachází v těsné blízkosti pozorovatele (do 50 m) lze snadno rozeznat i pohlaví či věkovou třídu. Sčítání zpravidla probíhá v noci z automobilu. Každý automobil má tříčlennou posádku složenou z řidiče, sčítače, jež si sám obsluhuje světlomet a dále pak pomocníka, jež zaznamenává sčítané informace. Tato metoda je použitelná zejména v oblastech, kde není zvěř během noci nijak rušena. Nelze ji využívat v lokalitách, kde dochází k lovu za pomoci světlometů či automobilů. Zvěř se poté světlu a hluku automobilů vyhýbá a dochází k velmi podstatnému zkreslení údajů o početnosti.

Zaznamenávané údaje

Tam, kde to jde, se zapisuje druh, pohlaví a věk veškeré pozorované zvěře. Při pozorování ze vzdálenosti je třeba zjistit kolmou vzdálenost mezi pozorovatelem a pozorovaným jedincem.

Požadované vybavení

Bodový reflektor, automobil s odsuvnou střechou či otevřenou zádí, 1-3 sčítači (pomocníci), mapa území a záznamový protokol.

Výhody metody

Relativně rychlá metoda.

Nízké náklady na práci (2-4 osoby).

Nízké náklady na zařízení.



Obr. 14Automobil se sčítači



Obr. 15 Zajíc v noci

Nevýhody metody

Hodí se jen pro území s rozvinutou sítí průseků, cest a chodníků.

Vyžaduje dobrou viditelnost.

Je možné odhadnout jen malou část populace a správnost odhadu je pravděpodobně nízká.

Určení pohlaví a věku je obtížné.

Tam, kde je dovolen noční odstřel, může zvěř reagovat na zvuk motoru auta útekem.

Výsledky platí jen pro den sčítání a podléhají sezónním povětrnostním změnám a změnám chování zvěře.



Obr. 16 Králík divoký

8. Termovizuální přímé sčítání

Výsledkem sčítání je součet informací ze všech pozorovacích míst vybavených termovizuálním zařízením. Každý pozorovací bod musí být v krajině velmi pečlivě zvolen a to s přihlédnutím na stávající charakter okolního reliéfu. Doporučuje se pozorovací bod vždy umístit do středu zamýšleného pozorovaného území. Tyto pozice musí být přesně zaneseny do organizačních plánů a map. Sčítání se zpřesňuje větší koncentrací pozorovacích míst a omezením pohybu zvěře mezi nimi. Je velmi žádoucí tato pozorování opakovat po několik po sobě jdoucích nocí. Pro získání přesných výsledků je také velmi důležité chovat se velmi tiše a to jak během pozorování, tak i během případného přesunu mezi jednotlivými pozorovatelnami.

Zaznamenávané údaje

Počet, druh, pohlaví a věková třída veškeré pozorované zvěře.

Požadované vybavení

Vysoce výkonnou termovizní kameru (termovizor). Pro sčítání z automobilu se doporučuje vozidlo s pohonem na všechna čtyři kola a s odsuvnou střechou.

Výhody metody

Velmi správná.

Je možno odhadnout druhovou skladbu jelenovitých.

Pokud mají jeleni paroží v lýčí, lze určit poměr pohlaví a věkové třídy.

Je možné odhadnout velikost tlup.

Je možné pozorovat noční chování.

Je možné odhalit skryté jedince.

Otevřené prostory lze často prohlížet ze státních silnic.

Nevýhody metody

Metoda není vhodná do větších lesních komplexů.

Dostupnost termovizní kamery je omezená a její cena je vysoká.

Použití je omezeno na malé lesíky nebo plochy s řídkým stromovým krytem.

Pokud se nám nepodařilo získat tyto údaje z celé oblasti výskytu zvěře, platí výsledky sčítání jen pro daný den a jsou závislé na sezónních a povětrnostních podmínkách a změnách chování zvěře.

Odlišení druhů podobné velikosti (ovce a někteří jelenovití) může být nesnadné.



Obr. 17. Termovizuální snímek ledního medvěda



Obr. 18. kamery s termovizí mohou být statistické (např. na automobilu), ale i mobilní a lehké, samozřejmě na úkor ceny

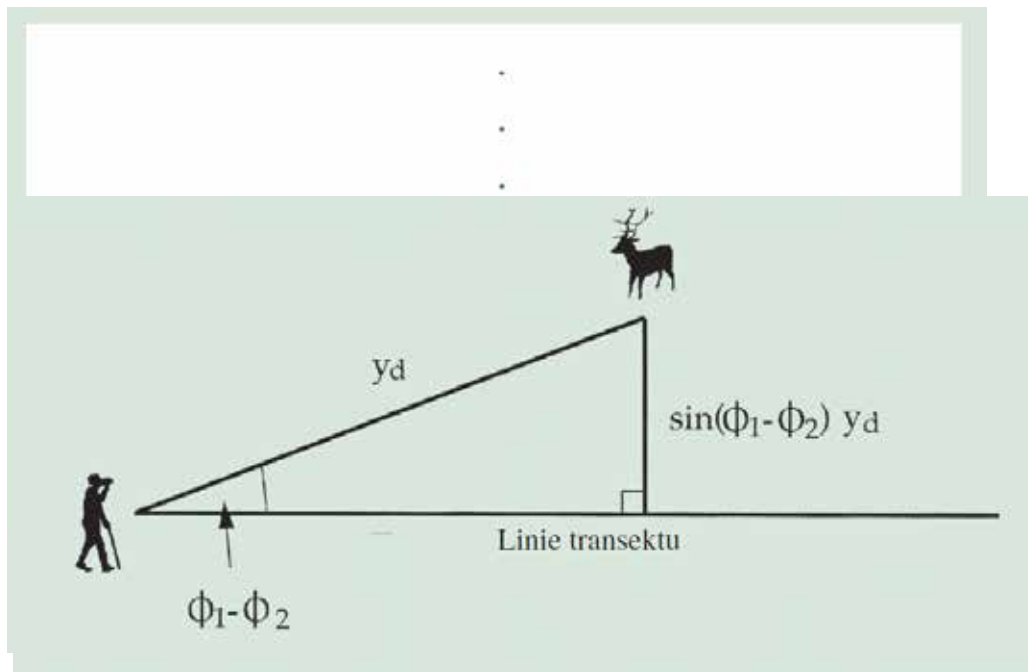
9. Termovizuální měření za pomoci odstupové vzdálenosti

Odhad populační denzity za pomoci této metody závisí na výpočtu tzv. „detekční funkce“ ze vzdálenosti změřené mezi tlupami zvěře a transektní linií. Detekční funkce definuje pravděpodobnost výskytu zvěře v určité vzdálenosti od transektu a tvoří tím možný odhad denzity z počtu sečtené zvěře podél transektů. Detekční funkce závisí na viditelnosti podél transektů a ta je zase velmi závislá na hustotě vegetačního krytu, proto je nutné, aby každá lokalita měla na celé ploše podobnou strukturu vegetace a zvláště vypočítanou detekční funkci. Sčítání probíhá v zimě i v létě a tak musí být stanovena hodnota detekční funkce pro zimní i letní stav vegetace. Zájmová oblast musí být snadno identifikovatelná na mapě a linie transektů zde musí být zřetelně vyznačeny. Z praktických důvodů bývají linie transektů v mnoha případech shodné se stávající cestní sítí. Pro lesní oblasti je minimální přípustná hustota transektů 2,5 km transektu na 1 km² lesní plochy. Nesmí se zde nacházet plocha širší než 300 m nebo větší než 10 ha jež by nebyla prostoupena transektem. Transekty by měly být dlouhé 300 - 2 000 metrů a vždy by měly začínat i končit na okraji lesa nebo na křižovatce s jiným transektem. Termovizuální průzkum lze na transektech provádět buď pochůzkou nebo z automobilu, přičemž rychlost pojezdu se musí přizpůsobit okolnostem zejména hustotě vegetace v okolí transektu. Pokud dojde ke zpozorování zvěře, musí být nejdříve zaznamenány informace o počtu kusů, pohlaví, věku (pokud je to možné) a hned nato musí být určena nejkratší kolmá vzdálenost od transektu v jaké se zvěř nacházela. Pro zjištění vzdálenosti zvěře od transektu se používají dvě metody. V prvním případě se jedná o metodu porovnání délky těla daného druhu zvěře a tím k odvození vzdálenosti v jaké se zvěř nachází, poté je nutné určit úhel mezi transektem a zvěří z místa pozorování a poté již jednoduchým matematickým vztahem určit kolmou vzdálenost zvěře od transektu. V druhém případě se využívá měření v mapě v měřítku 1:10 000. Tento způsob se využívá v případě, kdy je zvěř vzdálená více než 200 m, také v místech kde se transekt zatáčí a nebo pokud není možné

změřit délku těla zvěře. Každý transekt by měl být prozkoumán 1-3krát v několika nocích. Měření by nemělo probíhat za zhoršeného počasí. Například pro les o rozloze 1000 ha by k získání spolehlivých informací o denzitě zvěře mělo stačit 5-8 nocí průzkumu pochůzkou nebo 2-3 noci pomocí automobilu. Ke konečnému zpracování všech dat získaných touto metodou slouží speciálně vyvinutý počítačový software. Někteří autoři dospěli k závěru, že tato metoda je přesnější než sčítání trusu.

Tab. 1. Průměrná délka těla jednotlivých druhů dle pohlaví (v cm) použitá k odhadu vzdálenosti

Druh	Samec	Samice	Neurčeno	Mládě
Daněk	135	125	130	105
Srnec	100	100	100	80
Jelen	170	150	160	120
Sika	140	125	132	105



Obr. 19. odhad vzdálenosti dálkoměrem



Obr. 20. Měření kolmé vzdálenosti od transektové cesty k pozorované zvěři, když do mapy zaznameneáme pozici zvěře: tři typické scénáře

Zaznamenávané údaje

Počet a druh veškeré zvěře v tlupě, odděleně podle pohlaví a věku. Vzdálenost tlupy od linie transektu.

Potřebné vybavení

Pro sčítání v lesním prostředí je nutná termovizní kamera s velkou rozlišovací schopností a zabudovaným dálkoměrem (za denního světla lze použít optický nebo laserový dálkoměr). Pro sčítání z vozidla je nejlepší auto s pohonem 4x4 a se střešním oknem. K měření úhlů se doporučuje buzola se světélkující stupnicí a také mobilní telefony ke komunikaci řidiče a sčítačů.

Výhody metody

Pokud jsou splněny základní předpoklady, je správnost a spolehlivost metody dobrá.

Je možné odhadnout druhovou skladbu zvěře.

Pohlaví a věkovou třídu lze odhadnout u samců s parožím v lýčí.

Nízké náklady na práci (1–2 lidé).

Je možné vymezit území často využívaná zvěří.

Je možno vypořádat pravidla v nočním chování zvěře a využívání jejích stanovišť.

Nevýhody metody

V lesích musí být rozsáhlá síť cest a průseků (hustota více než 2,5 km/km²), na nichž však zvěř nesmí mít svá stávaníště.

Pro analýzu dat a výpočet populační hustoty vyžaduje speciální počítačový software.

Výsledky jsou specifické pro dny sčítání a ovlivňují je sezónní změny počasí a chování zvěře.

Doporučuje se nácvik používání přístrojů, metod sběru dat a jejich analýz.

Použití termovizní kamery je omezené a její výkonnost i cena jsou různé.

K odchylce (chybě) může dojít tehdy, když se zvěř vyhýbá cestám a průsekům, nebo je k nim naopak přitahována. To lze zjistit při analýze údajů.

Možnosti sčítání zvěře termovizní metodou

Luděk Bartoš, Radim Kotrba, Jan Pluháček a Adam Dušek

Oddělení etologie VÚŽV, Praha 10-Uhřetěves

Souhrn

Sčítání a následný odhad stavů zvěře patří k jedné z nejobtížnějších součástí myslivecké praxe. Ve většině evropských států v posledních desetiletích narůstají populace spárkaté zvěře, která působí stále větší škody na lesních a polních kulturách. Proto se hledají nové a netradiční metody odhadu stavů. Tato studie je zaměřena na zhodnocení použití termovize při pozemním a leteckém

snímkování a srovnává výsledky vědeckých publikací posledních čtyřiceti let a vlastního projektu.

Podmínky, za kterých byla zvěř pomocí termovize sčítána, byly velmi variabilní a takové byly i výsledky. Zvěř byla počítána jak na oplocených lokalitách (obory, farmy), tak ve volnosti. Z předloženého přehledu vědeckých studií vyplývá, že výsledek sčítání zvěře pomocí termovizního zařízení podléhá komplexu různých faktorů, které jsou ve studii popsány a diskutovány. Různorodost podmínek, za kterých bylo sčítání pomocí termovize uskutečněno, brání v jednoznačném závěru. Zdá se však, že za určitých okolností je tato technika vhodná a při dodržení srovnatelných podmínek lze očekávat standardní odhady počtů zvěře a za optimálních podmínek je dokonce možné rozlišit jednotlivé druhy a pohlaví zvěře. Pořizovací náklady pro kompletní vybavení mohou být relativně vysoké, proto doporučujeme provést praktické ověřování dvoustupňově: 1) Na základě rozboru konkrétních podmínek prostředí (vegetační kryt, členitost terénu, popis druhů vyskytujících se na daném území aj.), kde by termovizní sčítání zvěře mělo být prováděno, provést experimentální ověřování s použitím nejnútnejších částí termovizního zařízení. Součástí tohoto ověřování by měla být alternativní metoda odhadu stavů zvěře pro srovnání. 2) Teprve pokud by toto ověřování naplnilo patřičně očekávání, přistoupit k formulaci vlastní provozní metodiky a rozhodnutí, zda se vydat touto cestou.

Úvod

Sčítání a následný odhad stavů zvěře patří k jedné z nejobtížnějších součástí myslivecké praxe. Ve většině evropských států, včetně ČR, v posledních desetiletích narůstají populace spárkaté zvěře, která působí stále větší škody na lesních a polních kulturách (Bartoš et al. 2010). Jedním z klíčových předmětů diskuse byla právě problematika odhadu početních stavů zvěře. Napříč Evropou se zvěř sčítá velmi rozdílně, přičemž se vychází z místních podmínek prostředí a přítomnosti jednotlivých druhů. O přesnosti odhadů stavů zvěře však výmluvně svědčí srovnání jarního kmenového stavu s počtem ulovené zvěře. Podle statistik z některých států bylo občas uloveno více zvěře, než kolik by jí před lovem mělo podle sčítání být, což se týká také ČR (Kotrba a Bartoš 2005). Proto se hledají nové alternativní a efektivnější metody, jako je sčítání zvěře z letadla nebo z helikoptéry, jak se praktikuje například ve Skandinávských zemích (Liberg et al. 2010). V posledních letech došlo jak v zámoří, tak také v Evropě k prvním pokusům o odhad počtů zvěře pomocí termovize (např. Gill et al. 1997; Focardi et al. 2001 a další), zatím většinou ze země. Naproti tomu především v USA a Kanadě se rozšiřuje užití termovize nejen při pozemním sčítání, ale hlavně pomocí leteckého snímkování. Tato rešerše je založena na srovnání výsledků publikací z posledních zhruba čtyřiceti let (Graves et al. 1972; Parker a Driscoll 1972;

Wyatt et al. 1980; Bayliss a Yeomans 1989; Wiggers a Beckerman 1993; Boonstra et al. 1994; Garner et al. 1995; Naugle et al. 1996; Gill et al. 1997; Havens a Sharp 1998; Belant a Seamans 2000; Bahloul et al. 2001; Costanza a Voinov 2001; Focardi et al. 2001; Gregory 2002; Dunn et al. 2002; Haroldson et al. 2003; Potvin a Breton 2005; Roberts et al. 2006; Burn et al. 2006; McCafferty 2007; Larrucea et al. 2007; Burn et al. 2009; Li a Weng 2010), i když existují ještě starší publikace na toto téma (např. Croon et al. 1968), které však do tohoto přehledu již nezařazujeme, a také našich vlastních zkušeností (Bartoš et al. 2009). Na internetu jsou k dohledání ještě další informace. Ty však do tohoto přehledu úmyslně zahrnuty nejsou, protože většinou nejsou doloženy žádnými podklady, které by zvýšily důvěryhodnost inzerovaných závěrů. Velmi často se jedná o komerční nabídky, zejména v USA, které použitelnost metody na internetových stránkách poněkud idealizují. Tato práce navazuje na již dříve zpracovanou rešeršní studii (Bartoš et al. 2005), aktualizovanou o novou vědeckou literaturu a doplněnou vlastními zkušenostmi z řešení výzkumného projektu Grantové služby LČR *"Praktické ověření možnosti využití termovizního systému FLIR a zpracování termovizního záznamu pro zjišťování početního stavu spárkaté zvěře z letadla"*, která sice nebyla publikována, ale je volně ke stažení na adrese http://www.lesy.cz/cs/download/gs/termovize_zver-web.pdf (Bartoš et al. 2009).

Přehled základních geografických údajů

Spolehlivost termovizního odhadu počtů zvěře byla ověřována letecky a ze země. Letecky v Austrálii, v ČR, v Kanadě, v USA a na zemi v Kanadě, Velké Británii a Itálii (Graves et al. 1972; Parker a Driscoll 1972; Wyatt et al. 1980; Bayliss a Yeomans 1989; Wiggers a Beckerman 1993; Boonstra et al. 1994; Garner et al. 1995; Naugle et al. 1996; Gill et al. 1997; Havens a Sharp 1998; Belant a Seamans 2000; Costanza a Voinov 2001; Focardi et al. 2001; Gregory 2002; Dunn et al. 2002; Haroldson et al. 2003; Bernatas a Nelson 2004; Bartoš et al. 2009). Metoda byla ověřována také při sčítání mořských savců v extrémních podmínkách plovoucích ker (Burn et al. 2006; Burn et al. 2009). Ověřování probíhalo v různou denní dobu, počínaje dvě hodiny před rozbřeskem a půlnocí konče, a to v měsících únoru, dubnu, květnu, srpnu a listopadu (Graves et al. 1972; Parker a Driscoll 1972; Wyatt et al. 1980; Wiggers a Beckerman 1993; Boonstra et al. 1994; Garner et al. 1995; Naugle et al. 1996; Gill et al. 1997; Havens a Sharp 1998; Belant a Seamans 2000; Costanza a Voinov 2001; Focardi et al.

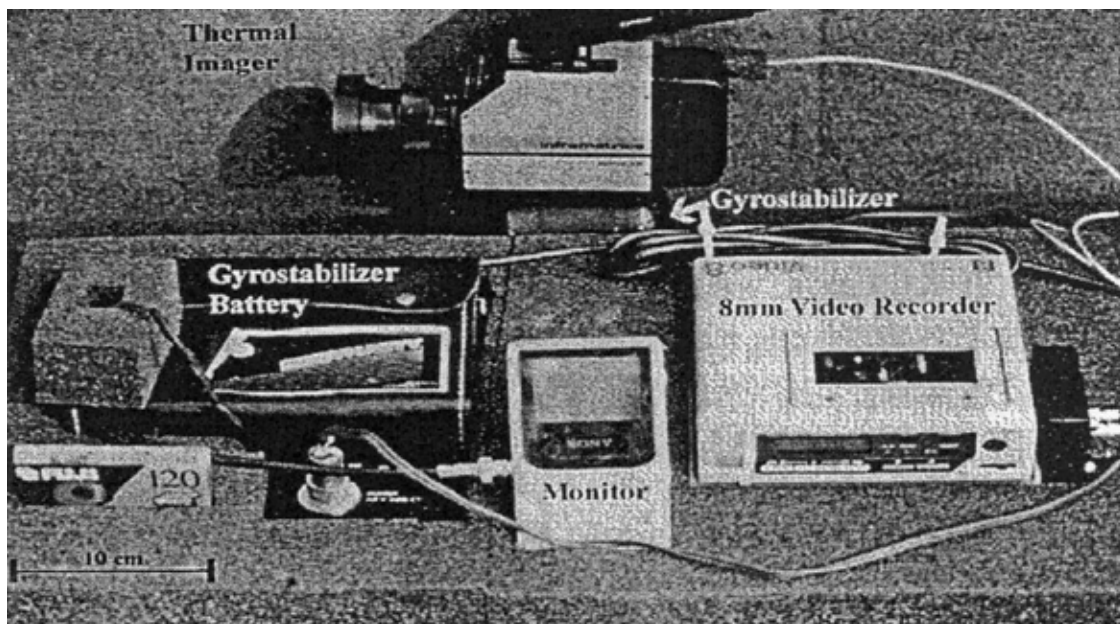
2001; Gregory 2002; Dunn et al. 2002; Haroldson et al. 2003; Bernatas a Nelson 2004; Bartoš et al. 2009). V Austrálii ověřování probíhalo v únoru a v dubnu, tedy v letních měsících jižní polokoule (Bayliss a Yeomans 1989).

Prostředí, ve kterém byla pomocí termovize sčítána spárkatá zvěř, bylo velmi variabilní. Zvěř byla počítána jak na oplocených lokalitách (farmy a oborní chovy), tak ve volnosti. Prostředí zahrnovalo smíšené lesy; nížinu, hřebeny, potůčky, pastviny a relativně otevřenou křovinatou krajinu (Graves et al. 1972; Focardi et al. 2001; Dunn et al. 2002; Haroldson et al. 2003; Bernatas a Nelson 2004; Bartoš et al. 2009), zátopovou oblast s plochým až jemně zvlňným terénem, kde korunová klenba zabírala 5 % plochy; eukalptový les a nízké křoviny, místy přerušené řekami a potoky, korunová klenba zabírala 44.5 % plochy (Bayliss a Yeomans 1989), otevřenou pastvinu, ořechový sad s korunovou klenbou 12% a 73 %, ořechový sad s korunovou klenbou 12 % a 51 %; pokryv země byl jednak pouhá zemina pod stromy a jednak travnaté porosty nižší než 20 cm v otevřené pastvině (Wiggers a Beckerman 1993), pahorkatinu s širokými prostornými údolími a velkými roklemi, naplaveniny, mozaikovitou vegetací, křovinami, stromovým porostem ve vyšších polohách, jehličnatý les a háje v roklích a nížinách; granitové jílové půdy a jedlové lesy s jezery v okolí; zvrásněnou vysočinu, strmé svahy a úzká údolí, mozaikovitý smíšený les, křoviny, zemědělské oblasti (Garner et al. 1995; Naugle et al. 1996; Gill et al. 1997; Havens a Sharp 1998; Dunn et al. 2002; Haroldson et al. 2003; Bernatas a Nelson 2004). Většinou se jednalo o otevřenější krajinu, ale šlo také o lesní porosty. Velikost sledovaných území byla od 3 ha (Wiggers a Beckerman 1993) do 100 000 až 1 000 000 ha (např. Garner et al. 1995; Naugle et al. 1996; Havens a Sharp 1998; Dunn et al. 2002). Prostředí bylo v době měření jak pod sněhem (Boonstra et al. 1994; Naugle et al. 1996; Focardi et al. 2001; Dunn et al. 2002), tak bez sněhu (Parker a Driscoll 1972; Graves et al. 1972; Bayliss a Yeomans 1989; Wiggers a Beckerman 1993; Havens a Sharp 1998; Haroldson et al. 2003; Bernatas a Nelson 2004). Nadmořská výška kolísala od 30 m n. m. (Wiggers a Beckerman 1993) do 2 290 m n. m. (Dunn et al. 2002). Také meteorologické podmínky při sledování byly velmi rozdílné. Teplota prostředí byla od -9 °C (Naugle et al. 1996) do +13,3 °C (Parker a Driscoll 1972), při pozemním pozorování dokonce 22,8 °C (Focardi et al. 2001). V přehledu studií převládalo suché počasí, ale vítr byl proměnlivý, pouze v jednom případě dosahoval dokonce rychlosti až 12 m/s (Naugle et al. 1996). Silnější vítr však ovlivní spíše použitelnost a ovladatelnost letadla než by měl přímý vliv na kvalitu termografického záznamu, respektive intenzitu emitovaného tepelného záření. Díky silnému větru může mít pilot problém také s letem v přesných souřadnicích, pokud se plošně v pásech nalétává velké území, jako se

stalo v prostředí Krušných hor. Navíc kvalita termovizního záznamu, kdy pilot směr vyrovnává směr a letadlo naklání, je pro rozlišení a rozostření často velmi nízká (Bartoš et al 2009).

Termovizní zařízení

Nejdříve k vysvětlení základních pojmů. V přehledu přístrojů, se vyskytuje zkratka FLIR (*forward-looking infrared radiometer*), která obecně znamená "*dopředu orientovaný infračervený radiometr*". Celé zařízení nemusí být nijak zvlášť rozměrné, ani těžké, jak dokládá kupříkladu **Obr. 1**. Pokud autoři uvedli, hmotnost použitých zařízení se pohybovala v rozmezí od 1,3 kg (Havens a Sharp 1998) do 3,9 kg (Gill et al. 1997). Na **Obr. 2** je uvedena ukázka upevnění tohoto zařízení na křídle letadla. Tímto zařízením je snímán obraz, který se dále ukládá na záznamové zařízení, kterým může být kamera, videorekordér a podobně. Většinou se jednalo o videorekordér kontinuálního termovizního záznamu. Termovizní záznam je zcela zásadní pro zpětné přesnější vyhodnocení, které je při vlastní práci v terénu zatíženo velkou chybou pozorovatele. Navíc není většinou z důvodů "zastínění" zvěří emitovaného tepla vegetačním krytem jednoduše rozlišitelný druh. Rozlišení druhu je možné provést ze záznamu na základě rozdílu teplot prostředí a povrchu zvířete, který je většinou druhově specifický (Dunn et al. 2002). Důležitou vlastností přístroje je proto jeho tepelné rozlišení, které bylo v uvedených pracích v rozsahu od 0,05 °C (Havens a Sharp 1998) do 0,9 °C (Haroldson et al. 2003). Součástí většiny termovizních zařízení je software pro počítačové zpracování, kde je možné si nastavit barevnou škálu záznamu tepla emitovaného prostředím a živočichy tak, aby se pro hodnotící osobu dosáhlo co nejvyššího kontrastu. V některých pracích (např. Garner et al. 1995) je zmíněno i automatické vyhodnocení záznamu, které již pracuje s kalibrovaným záznamem na konkrétní rozptyl rozdílu teplot mezi prostředím a povrchem zvířete za dané situace. Také my jsme pracovali s automatickým vyhodnocením záznamu s velmi dobrými výsledky, kdy korelace mezi expertním odhadem člověkem a automatickým vyhodnocením dosahovala více než 0,9. Oba postupy byly tedy prakticky shodné (Bartoš et al. 2009). V literatuře, stejně jako v našem případě, byla většina termovizních záznamů doplněna o záznam souřadnic (GPS). Pro detailní rozlišení záznamu zvěře byl v pracích rozhodující objektiv záznamového zařízení. Proto je vždy nutné před výběrem termovizního zařízení rozmyslet, jaký způsob záznamu, z jaké výšky a za jaké rychlosti ho budeme provádět, abychom byli schopni pokrýt vhodnou šíří prostředí při únosné rozlišitelnosti záznamu. V našem vlastním projektu jsme použili zapůjčenou kameru FLIR SC660 (640 × 480 bodů). Zorný úhel objektivu 12 × 9°, což umožňovalo noční snímání z letové výšky 600 m.



Obr. 1 Kompletní systém ke snímání termovizních záběrů, který se skládá z termovizní kamery, 8 mm videorekordéru, gyrostabilizátoru, monitoru a baterie o hmotnosti cca 1,3 kg (Havens a Sharp 1998).

Předmětem této rešerše nebyl průzkum trhu s termovizním zařízením. Vzhledem k tomu, že se jedná o zařízení užívané v první řadě v armádě, řada přístrojů, zejména americké výroby, je embargovaná pro nákup z jiných zemí. Záleží pak na konkrétním výrobku, do jaké kategorie ochrany spadá. Některá zařízení se mimo zemi původu dostat nesmí, některá podléhají řízení na Ministerstvu obrany USA, nižší stupeň podléhá schvalovacímu procesu Ministerstva obchodu USA atd. Podle zkušeností našeho pracoviště při nákupu zařízení na noční vidění v průběhu roku 2005 některé firmy dokonce pouze konstatují, že zařízení není dostupné, a dále nspecifikují důvod a nabízejí obdobné zařízení s výrazně nižší rozlišovací schopností. Termovizní zařízení je součástí vybavení letecké složky Ministerstva vnitra ČR a existují také soukromé firmy, které nabízejí služby s tímto zařízením.



Obr. 2 Upevnění FLIR zařízení na křídle letadla (Naugle et al. 1996).

Diskuse

Výsledky snímání teplotních rozdílů při detekci zvěře

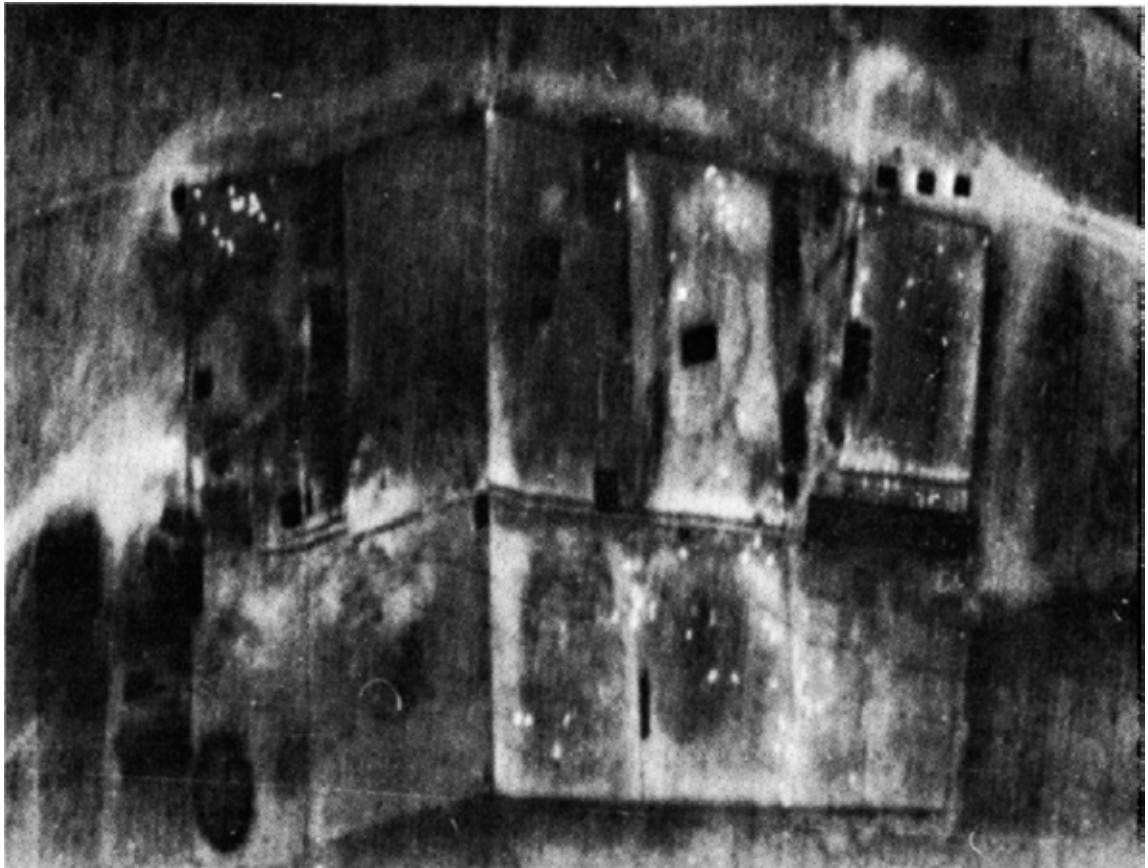
Je zřejmé, že výsledky a přesnost sčítání v publikovaných pracích je velmi různorodá. Uvádíme některé ilustrace, otištěné ve srovnávaných studiích vzdor tomu, že reprodukcí dochází zřetelně ke snížení kvality původního termovizního záznamu. Na **Obr. 3.** je přetištěn termovizní záznam z práce Parkera & Driscolla (1972), kteří za přísně kontrolovaných podmínek testovali detekovatelnost jelence ušatého v obůrkách nedaleko Fort Collins ve státě Colorado v USA. Jedinci jelence jsou velmi dobře rozpoznatelní. Je však třeba upozornit na to, že různé druhy zvířat vyzařují (emitují) do okolí různé množství tepla v závislosti na velikosti (věku), kvalitě osrstění, produkci tepla (pohyb aj.), teplotě prostředí a ročním období, které je na termovizním záznamu rozeznatelné na základě rozdílu teplot prostředí a povrchové teploty zvěře. Příkladem je srovnání mezi snímky jelenů wapiti a skotu ve státě Nové Mexiko v USA (**Obr. 4**). Při stejném nastavení je záznam skotu naprosto zřetelný, zatímco jelen wapiti je na hranici rozlišitelnosti (Dunn et al. 2002). Sami autoři k tomu dodávají, že jehličnatý les nejen, že zastínil "tepelnou detekovatelnost" jelenů wapiti, ale také je maskoval vlastní tepelnou emisivitou nebo v případě slunečního svitu absorbovaným tepelným zářením. Mezidruhové rozdíly mohou být navíc způsobeny fyziologickou adaptací na dané prostředí. Proto Dunn et al. (2002) sami diskutují doporučení jiných autorů (Graves et al. 1972; Garner et al. 1995; Havens a Sharp 1998),

kteří pro danou zvěř a prostředí doporučují raději letní období. V létě jsou totiž wapiti méně tepelně izolováni od prostředí díky řidší, a kratší srsti, a mohli by tudíž vyzařovat více tepla spíše než jím šetřit, jako je tomu v zimě. Díky tomu by, zdánlivě paradoxně, mohli být wapiti termovizí lépe detekovatelní než v zimě na sněhové pokrývce. Tato výhoda by navíc mohla být umocněna skutečností, že se wapiti v létě vyskytují ve vyšších polohách s řidším zalesněním (Dunn et al. 2002). Vždy ovšem záleží na rozdílu teplot na povrchu zvířete a okolí a tak by vhodné mohlo být například období pozdního léta, nebo začátku podzimu po opadu listů do ukončení výměny srsti před nástupem zimy. V době podzimní výměny srsti má například jelení zvěř nejvyšší ztráty tepla z celého roku (Arnold et al. 2004).

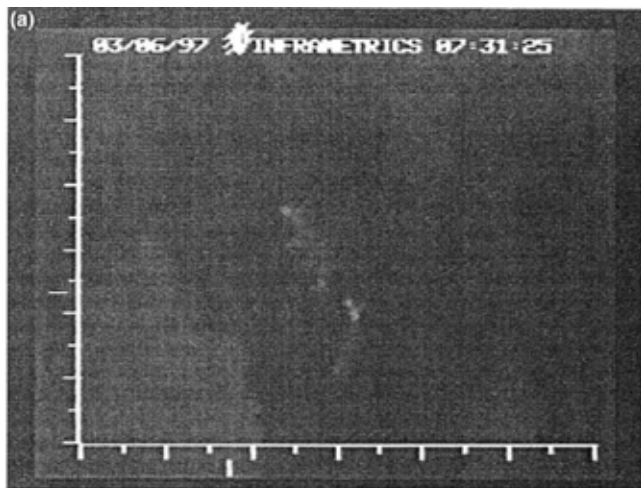
Na jiném druhu zvěře, jelenci běloocasém, dosáhli Wiggers & Beckerman (1993) v letním období za podmínek jihu Spojených států amerických ve státu Louisiana velmi dobrých výsledků. O nich svědčí záběr na **Obr. 5**, na kterém je zřetelně rozlišitelné pohlaví zvířete podle viditelného paroží. Autoři dokonce tvrdí, že se jim podařilo identifikovat pohlaví u 100% snímané zvěře. Snímek na **Obr. 5** však zároveň naznačuje možnost chyb při termovizním snímání. Zvěř na snímku byla krátce před přeletem letadla zalehlá a výrazná termální stopa po jejích zálehu by mohla být zaměněna s kolouchy nebo menšími kusy. Proto se obecně doporučuje volit dobu snímání tak, aby zvěř byla pokud možno již v pohybu (Wiggers a Beckerman 1993).

Opakovaná měření při různém počasí prokázala relativně dobrou opakovatelnost počtu sčítané zvěře (Naugle et al. 1996; Bartoš et al. 2009). Jako důležitý se také ukázal v některých případech zácvik lidí, kteří na termovizi prováděli identifikaci zvěře a jejího pohlaví (Wiggers a Beckerman 1993). V našem projektu nebylo rozlišení dostatečné k identifikaci druhu zvěře, tím méně pohlaví. Různí posuzovatelé, kteří záměrně neprošli vůbec žádným zácvikem, však vykazovali velmi podobné výsledky sčítání z nasnímaného materiálu co do počtu jednotlivých kusů (Bartoš et al. 2009).

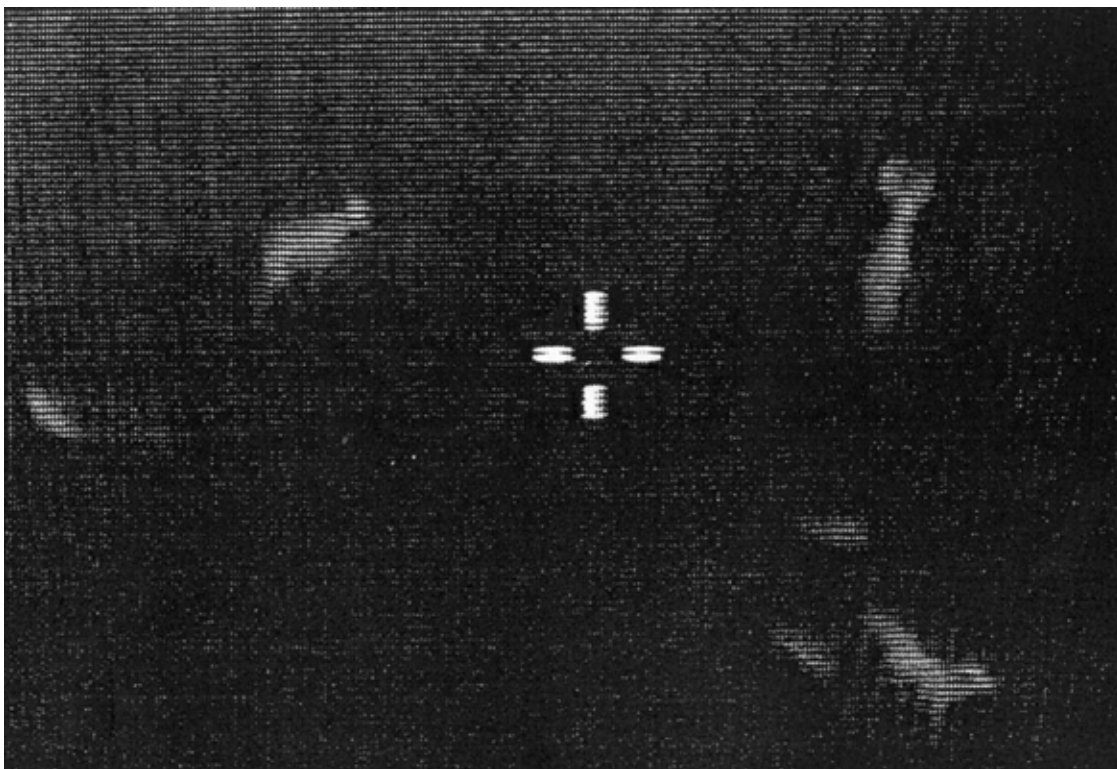
Pro úplnost uvádíme také ukázky z pozemního snímání zvěře v nočních hodinách (**Obr. 6**) z práce Focardiho et al. (2001). Ty svědčí o velkých výhodách pozemního termovizního sčítání. Pozemní užití prokázalo schopnost rozlišení pohlaví u jelenovitých podle paroží (**Obr. 6**), což je ostatně možné za jistých podmínek i při snímání z letadla (Wiggers a Beckerman 1993). Výsledky pozemního použití termovize dále ukázaly, že některé druhy, jako je například černá zvěř, jsou na rozdíl od přímého pozorování nebo pozorování s halogenovou lampou detekovatelné pouze termovizí. Termovize se však osvědčila také při detekci jelenovitých, králíka divokého a zajíce (Focardi et al. 2001). Podobné výsledky, byť s různou kvalitou, byly dosaženy i v jiných oblastech (Boonstra et al. 1994; Garner et al. 1995; Belant a Seamans 2000; Roberts et al. 2006; McCafferty 2007).



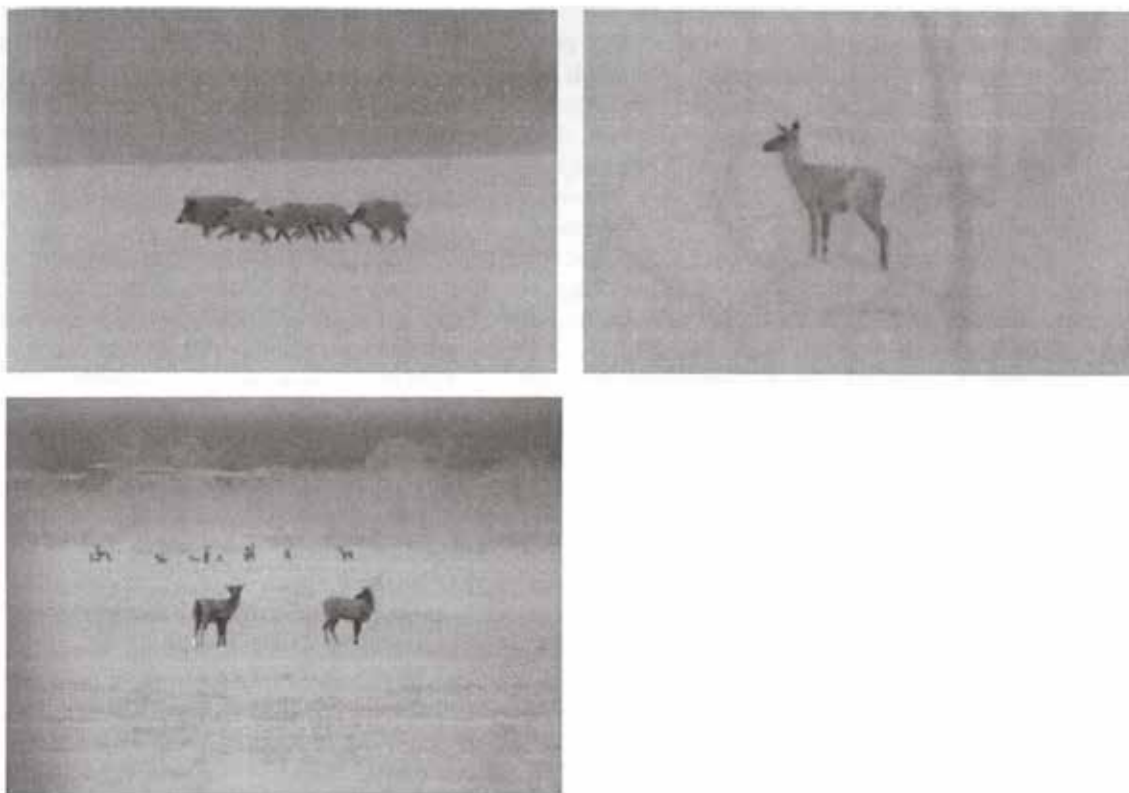
Obr. 3 Ilustrace termovizního záznamu z práce Parker & Driscolla (1972), kteří před více než třiceti lety testovali detekovatelnost jelence ušatého v obůrkách nedaleko Fort Collins v Coloradu. Bílé tečky jsou jednotlivé kusy.



Obr. 4 (a) Termovizní snímek jelenů wapiti pořízený v zimě 1996-1997 blízko města Chama v Novém Mexiku v USA. Všimněte si podobnosti tepelné emisivity mezi borovým lesem v levém dolním rohu a wapiti (zhruba ve středu snímku). (b) Termovizní snímek skotu, rovněž v oblasti města Chama v Novém Mexiku. Všimněte si výrazné kontrastní jasnosti zaznamenaného skotu ve srovnání s wapiti (a). Nastavení systému bylo stejné pro oba snímky (Dunn et al. 2002).



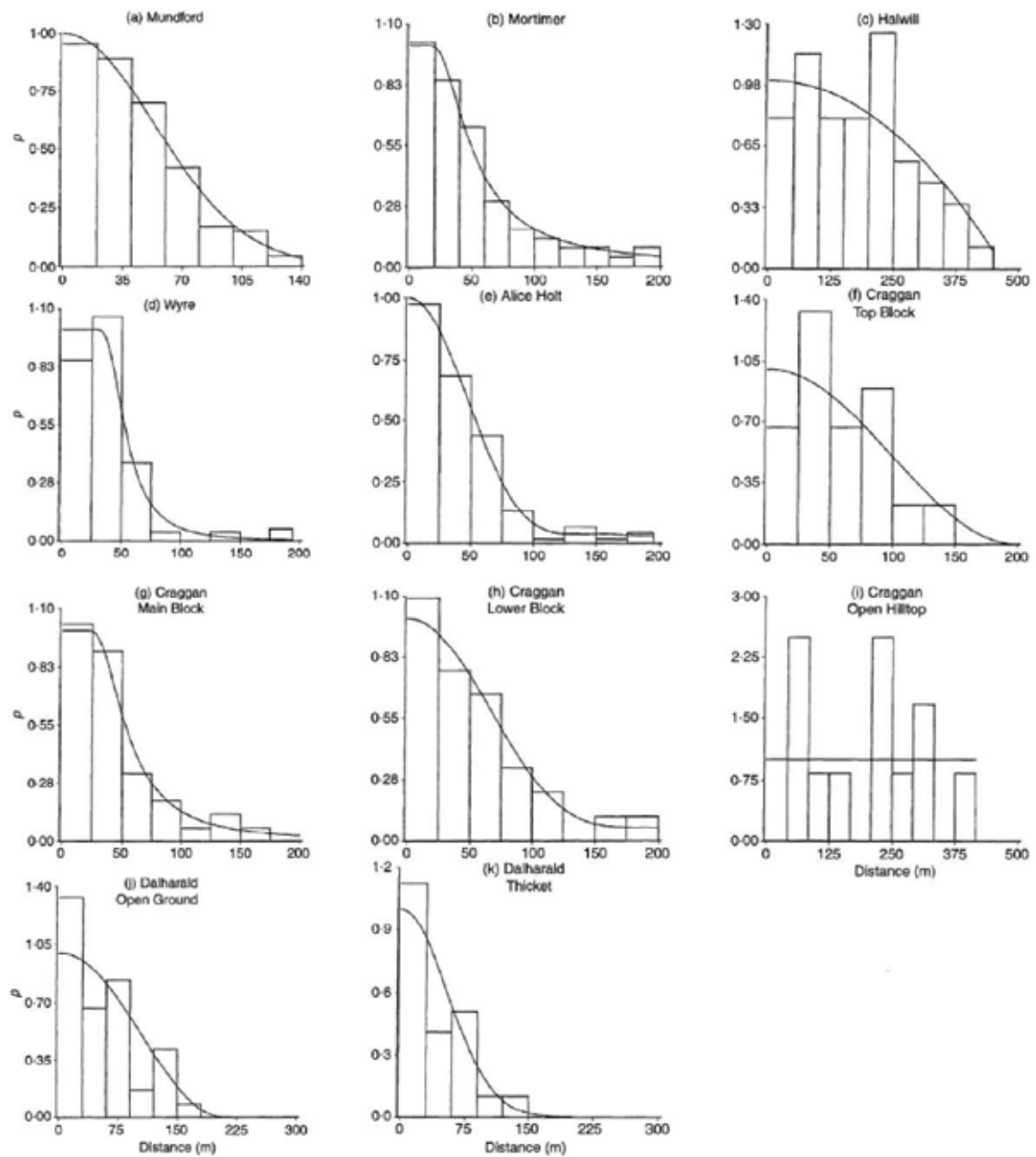
Obr. 5 Reprodukce fotografie z televizního monitoru, která ukazuje termovizní infračervený snímek dospělého samce jelence běloocasého (napravo od orientačního kříže kamery) a dvou kusů dospělé holé zvěře. Tři bledší skvrny za laněmi jsou jejich lože. Snímek byl pořízen z letadla, letícího ve výšce cca 245 m, kamerou zajišťující zvětšení cca 5,6 krát. Snímkování proběhlo v noci 14. srpna 1991 na Idlewild Research Station ve státě Louisiana v USA (Wiggers a Beckerman 1993).



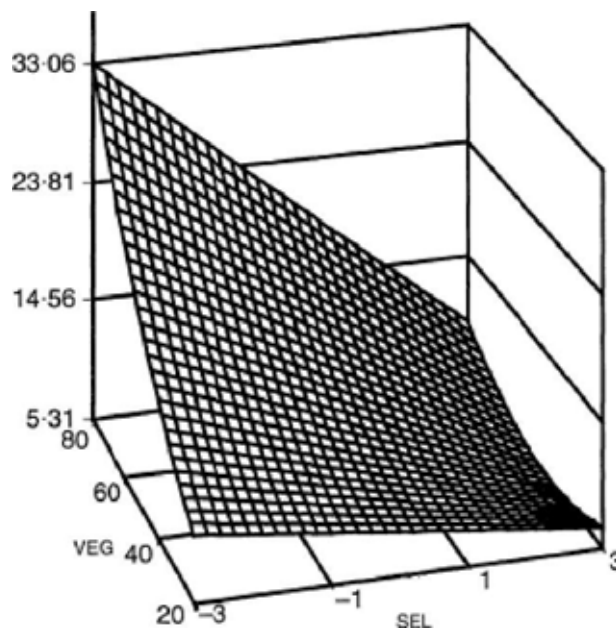
Obr. 6 Snímek v infračervené části spektra zachycující tlupu bachyně s pěti lončáky (vlevo nahoře), daněly (vpravo nahoře) a tlupy samčí jelení zvěře v La Mandria (dole) v Itálii. Za povšimnutí stojí, že paroží nejbližších dvou kusů je rozeznatelné, přestože je již vytlučené (Focardi et al. 2001).

Význam skladby porostu a struktury terénu

Gill et al. (1997) se zabývali analýzou detekovatelnosti jelenovité zvěře (jelen evropský, daněk skvrnitý, jelen sika, srnec a muntžak) pomocí termovizního zařízení při pozemním použití. Dokázali rozeznat pohlaví a věkovou kategorii. Přestože šlo o pozemní pozorování, považujeme uvedené závislosti za obecně platné o to spíše, že měření ze země umožnilo přesnější sběr vstupních dat než při leteckém snímání. Na **Obr. 7** je uvedeno grafické znázornění výpočtu detekčních vzdáleností a kolmých vzdáleností při pozemní aplikaci termovize. Lokality v kopcovitém prostředí vykázaly největší detekční vzdálenosti. Při snímání ze vzduchu tento faktor v zásadě odpadá. Většinou detekovatelnost zvěře progresivně klesala se vzdáleností (**Obr. 7**). Na **Obr. 8** je dále uveden graf z téže práce Gilla et al. (1997), který ukazuje, jak zvýšená průhlednost vegetací, tak tendence zvěře vyhledávat otevřené prostory, přispívají k přesnosti odhadu. Autoři dokládají přesnost odhadu asi třikrát větší v otevřenějších lesních porostech ve srovnání s hustšími zápoji. Vegetace může nejen zakrývat sledovaný živý objekt, ale může také sama vydávat teplo, které termovizní snímání zachytí. Příkladem může být záběr jaguára v listnaté vegetaci, jejíž tepelná emisivita je zřetelně vidět (**Obr. 9**). Hustota zápoje byla zásadní pro detekovatelnost i tak velkých zvířat, jako jsou například buvolí (viz **Obr. 10**). V našem projektu jsme měli podobné problémy. I v chladném období konce zimy byla teplota na povrchu vegetace mnohdy vyšší než na povrchu zvěře nacházející se pod stromy v době bez slunečního svitu, proto snímání v lese je vždy třeba brát s velkou rezervou (Bartoš et al. 2009). V našem projektu, kde jsme snímkovali objekty s přesně známými počty zvěře, jsme pomocí termovizního záznamu spočítali množství zvěře na 100 % u farmy bez stromové vegetace a téměř 70 % u farmy s částečným zalesněním. To by byl vynikající výsledek, pokud by byl standardně dosažitelný i v provozních podmínkách. Hlavní problém při praktickém použití v terénu lze ale očekávat všude tam, kde les tvoří souvislou plochu. Pro praxi to znamená, že pokud si nelze vybírat, kde sčítání provádět, měla by se pro sčítání zvěře zvolit taková denní či noční doba, při které je nejvyšší šance zastihnout zvěř na vegetačně prostupných stanovištích nebo nejlépe na otevřených plochách. Tuto dobu je nutno určit přímým pozorováním v daném prostředí a v daných podmínkách.



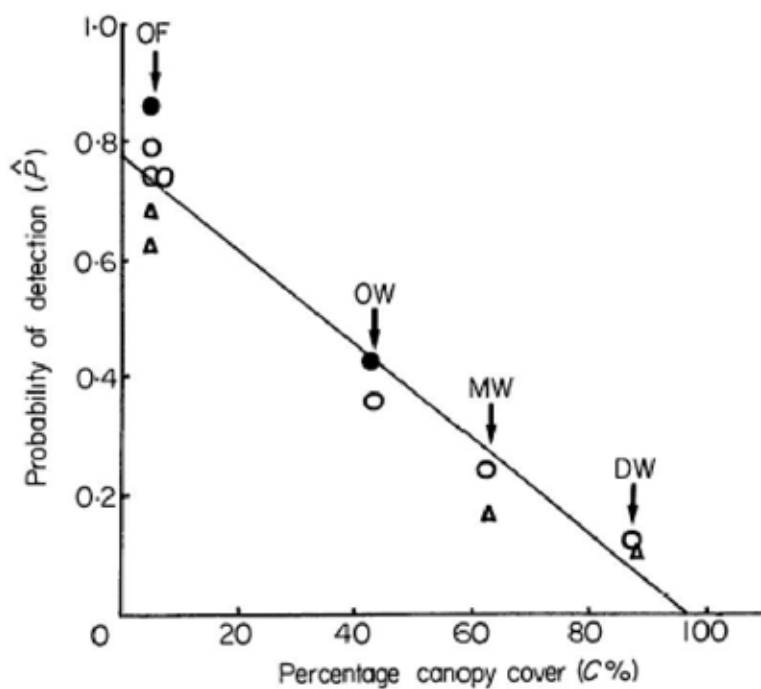
Obr. 7 Výpočet detekčních vzdáleností a kolmých vzdáleností při pozemní aplikaci termovize. Lokality s největšími detekčními vzdálenostmi (Mortimer a Dalharad) jsou lokality horské.



Obr. 8 Vztah mezi hustotou vegetace (VEG), výběrem prostředí (SEL) a odhadované přesnosti počtu zvěře (ACC – na ose Y). Povrch reprezentuje regresní rovnici získanou z 960ti simulací z 37 km², zazvěřených v hustotě 20 jelenů na km². Hustota vegetace je vyjádřena jako procento porostu se vstupními hodnotami v rozsahu od 20 do 80 %. Výběr prostředí je definován jako logaritmus vegetace v otevřeném prostoru/hustotou porostu (znázorňuje selektivitu prostředí zvěří). Přesnost počtu zvěře je definována jako průměrný rozdíl mezi odhadovanou a skutečnou hustotou zvěře dělený skutečnou hustotou zvěře. (Gill et al. 1997).



Obr. 9 Termovizní snímek jaguára amerického, ležícího v zápoji trpasličí palmy, který byl pořízen z helikoptéry z výšky cca 180 m a při rychlosti cca 74 km/hod. Termální snímek, pořízený po východu slunce, demonstruje potenciaální problém, který může nastat v důsledku změní předmětů na pozadí. Snímek byl fotografován z televizní obrazovky s videozáznamem. Data byla získána v jihozápadní Floridě v USA 5. dubna 1995 (Havens a Sharp 1998).



Obr. 10 Vztah mezi pravděpodobností detekovatelnosti skupin buvolů na ose Y („Probability of detection“) a procenta hustoty zápoje lesního porostu na ose X („Percentage canopy cover“) v průběhu leteckého snímání. Pravděpodobnosti byly odhadovány technikou dvojího načítání třemi pozorovateli v každém ze tří různých prostředí (OF - otevřená zátopová oblast, „*open floodplain*“; OW - otevřený les, „*open woodland*“; DW - hustý les, „*dense woodland*“). Průměrné procento hustoty zápoje lesního porostu bylo 5; 44,5; 62,5 a 88 % (Bayliss a Yeomans 1989).

Letové podmínky při termovizním snímání

Rychlost letadla nebo helikoptéry při snímání kolísala mezi 70 až 180 km/hod při letové výšce 150 až 1000 m nad zemí. Detekovatelná vzdálenost byla 1000 až 2000 m. Garner et al. (1995) byli například schopni ještě z výšky téměř 400 m rozeznat krocana a Wiggers & Beckerman (1993) údajně rozeznávali z výšky 450 m pohlaví a věkové kategorie u jelence běloocasého. Při snímání do výšky cca 100 m je možné nejen běžně rozlišovat druhy a pohlaví zvěře, ale i věkovou kategorii, jak je známo již z počátků ověřování této metody (Parker a Driscoll 1972).

Autoři se liší v názoru, zda používat letadlo nebo helikoptéru. Zatímco například Haroldson et al. (2003) doporučují helikoptéru, protože létá pomaleji a pozorovatel má čas se zaměřit na snímání objekt, jiní, jako například Bernatas & Nelson (2004), mají k helikoptéře kritické připomínky, hlavně v souvislosti s hlukem. Ten plaší zvěř na dálku a uvádí ji do pohybu. To by sice mohlo být příznivé pro vizuální rozlišení, ale na infrasnímku je pak zvěř často rozmazaná a nejde dobře rozlišit, o jaké zvíře či objekt se jedná.

Doporučení obsažená v citovaných studiích

Doporučení z porovnávaných studií jsou si velmi podobná. I pro naše podmínky jsou akceptovatelná komplexní doporučení pro termovizní záznam pořízený z letadla, která ve své práci sumarizovali Garner et al. (1995):

1. Prohledávání prostoru by mělo být omezeno na období, ve kterém lze očekávat nejvyšší teplotní kontrast mezi povrchem zvěře a prostředím, a kdy zároveň by mělo mít prostředí nižší teplotu a nemělo by být pod vlivem tepelného slunečního záření. Proto přelety za počasí pod mrakem během časného rána nebo v noci minimalizují problémy, které vznikají na termovizním záznamu v případě zahřátí části prostředí slunečním zářením na teplotu stejnou nebo vyšší než má povrch zvěře. Sněhová pokrývka, na rozdíl od deštivého počasí, zajišťuje vysoký teplotní kontrast. Je třeba se vyhnout situaci, kdy tající sníh vytváří louže na dosud zmrzlém povrchu.
2. Kontrast na termovizním záznamu by měl být vhodně zvolen a kalibrován pro určitý druh zvěře tak, aby rozdíl mezi teplotou prostředí a povrchem zvěře byl dobře vizuálně rozpoznatelný. Několik kalibračních záběrů objektu zájmu (tzn. zvěře a hospodářských

zvířat, která připadají v úvahu, případně i lidí) by mělo být analyzováno před, ale vzhledem k měnícím se podmínkám, i během letu, aby mohl být vygenerován příslušný rozptyl hodnot rozdílu mezi teplotou prostředí a povrchem zvířete jako kritérium pro automatizované počítačové zpracování.

3. Pokud je to možné, mělo by být souběžně provedeno pozemní ověření přesnosti (kalibrace) termovizního záznamu.
4. Oblasti s hustým zastoupením jehličnanů nebo olistěných stromů by neměly být snímány, protože zvěř je zcela zakrytá porostem a její tepelné záření není přes vegetaci termovizí detekovatelné.
5. V případě, že chceme detailněji rozlišit počty a pohlaví u skupinově žijící zvěře, se doporučuje létat v soustředných kruzích okolo objektu zájmu a naproti tomu v páscech při pouhém sčítání počtů zvěře na větší ploše.

Výše zmíněná doporučení je možné rozšířit i o praktické aspekty z prostředí ČR získané při řešení grantu LČR (Bartoš et al. 2009):

6. Vhodná termovizní kamera by měla být co nejvyšší rozlišení. Mnoho problémů s použitím kamery ve vhodnou dobu může částečně vyřešit její vlastnictví, hlavně pro operativnost a možnost si zařízení otestovat dopředu.
7. Za předpokladu, že by bylo dosaženo srovnatelných výsledků za denního světla a snímkaný terén nebyl rušen turistikou, zimními sporty apod., mohlo by se při letech za světla snímat z 300 m oproti 600 m v noci jako bezpečné výšky. To by mělo pozitivní vliv na rozlišitelnost záznamu.
8. Pro vyhodnocení termografického záznamu lze se srovnatelnými výsledky využít jak ruční, tak automatické počítačové vyhodnocení.
9. Proměnlivost počasí a podmínek zejména v horském terénu nedovoluje lety plánovat dopředu, proto vlastní vybavení a obsluha je velmi důležitá pro včasné využití vhodných klimatických a vegetačních podmínek k získání vyhodnotitelného termozáznamu. Ani zimní období nemusí vždy být vhodné pro termovizní záznam zvěře v případě, že okolí popřípadě vegetace má srovnatelnou teplotu.

10. Denní doba před rozbřeskem by mohla být nejvhodnější díky jednodušší orientaci letadla při letu než v noci, vyšší aktivitě zvěře, nižší teplotě prostředí a i díky kontrastní vegetaci k teplotě zvěře díky nenahřátí jejího povrchu slunečním svitem.

Závěry a doporučení

Z předloženého přehledu vědeckých studií a našich vlastních zkušeností vyplývá, že výsledek sčítání zvěře pomocí termovizního zařízení podléhá komplexu různých faktorů.

Různorodost podmínek, za kterých bylo sčítání pomocí termovize uskutečněno, brání v jednoznačném závěru. Zdá se však, že tato metoda může být vhodná a že při dodržení srovnatelných podmínek při opakovaných měřeních na stejných plochách lze očekávat poměrně standardní stanovení počtů zvěře s tím, že je velmi pravděpodobná možnost rozlišení druhů a dokonce pohlaví zvěře. Díky tomu lze předpokládat, že by bylo možné snímkovat také oblasti vystavené turistickému ruchu. Je třeba ale upozornit, že zaznamenané počty se mohou podstatně lišit od skutečných - počty detekovatelné pomocí termovize podhodnocují skutečné stavy. Tento fenomén však lze korigovat navýšením počtů zjištěných termovizní o odhad, tj. navýšením o koeficient odvozený z podílu mezi skutečným a termovizí zjištěným počtem zvěře na nějakém reprezentativním oploceném území v zájmové oblasti nejlépe se srovnatelným vegetačním krytem. Na tomto „kalibračním“ území musí být počet zvěře znám. Je třeba připomenout, že chybou (rozdílem mezi skutečnými a spočítanými stavy zvěře) je zatížena jakákoliv metoda sčítání. Na straně druhé, přesnost údajů získaných termovizí je zjevně vyšší ve srovnání s vizuálním odhadem sčítání zvěře z letadla, které je v řadě zemí používáno jako nejpřesnější dostupný postup, nemluvě o dalších metodách odhadu počtů zvěře.

Z publikovaných výsledků vyplývá, že pro rozlišení zvěře není nezbytné, aby se snímalo v zimě na sněhu. Z těchto důvodů bude možné vyzkoušet, zda by pro dané prostředí nebyl optimální spíše pozdní podzim nebo předjaří, kdy lze očekávat minimum turistického ruchu, a při tom dostatečné teplotní rozdíly mezi povrchem zvěře a prostředím. Ten by navíc měl být nejvyšší v době výměny srsti před zimou (Arnold et al. 2004).

Ve srovnávaných studiích bylo využito vesměs různých termografických zařízení. Většina z těch současných však obsahovala zmíněný systém FLIR („*Forward-looking infrared radiometer*“). Pokud bychom tedy měli dát obecná doporučení na základě nejlepších dosažených výsledků s tím kterým zařízením, musely by být studie v tomto ohledu více konzistentní. Tím, že je v současnosti na trhu velké množství termovizních zařízení a vývoj

technologií stále pokračuje, bude pro konečného uživatele rozhodujícím faktorem nejspíše cena daného zařízení. Zařízení by však mělo splňovat následující parametry:

1. rozlišení alespoň 0,25 ° C;
2. ruční přednastavení kontrastů a kalibrace;
3. možnost připojení k záznamovému zařízení a počítačový software na úpravu a analýzu záznamu;
4. detekovatelné rozpětí ze vzdálenosti 5 - 1000 m;
5. objektiv s proměnlivou ohniskovou vzdáleností (možnost přiblížení obrazu) a stabilizátorem obrazu.

Jakékoli ověřování by mělo být prováděno vždy v podmínkách, ve kterých se má aplikovat rutinně. Lze velmi doporučit, aby byl v cílové oblasti k dispozici prostředím reprezentativní oplocený objekt (ohrada, farma, obůrka), ve které by byli chováni zástupci zvěře a hospodářských zvířat, která při sčítání mohou přicházet v úvahu, na kterých by se vždy před zahájením letu provedla kalibrace termovize v momentálních klimatických podmínkách.

Autoři se shodují, že pro přesnost sčítání je třeba sčítací přelety opakovat - čím více opakování, tím více se může výsledek blížit skutečnému stavu.

Pořizovací náklady pro kompletní vybavení mohou být značné, proto doporučujeme provést ověřování dvoustupňově.

Na základě rozboru konkrétních podmínek, kde by termovizní sčítání zvěře mělo být prováděno, provést experimentální ověřování s použitím nejnutnějších částí termovizního zařízení (tzn. kamery bez softwarového vyhodnocování). Součástí tohoto ověřování by měla být alternativní metoda, nebo ještě lépe metody odhadu počtu zvěře, které se běžně užívají i v sousedních evropských státech, jako je například odhad přímým pozorováním při opakovaném procházení vytyčených transektů (např. Vincent et al. 1996), kumulativní odhad z opakovaných pozorování od personálu a myslivců, jak je s úspěchem praktikováno například v Norsku (Kotrba a Bartoš 2005), počítání trusu v oblasti (např. Harkonen a Heikkila 1999), noční sčítání pomocí halogenové lampy (McCullough 1993; Kie a Boroski 1995; Naugle et al. 1996; Focardi et al. 2001), vizuální sčítání při přeletu území z helikoptéry či letadla (Pojar et al. 1995; Garner et al. 1995; Havens a Sharp 1998), případně dalších metod, specifických jen pro určitý druh, jako využití bekání při odhadu počtů srnčí zvěře (Reby et al. 1998) apd. V našich podmínkách asi nelze pro neomezený přístup lidí do lesů a tím možné odcizení doporučit metodu odhadu počtů zvěře s použitím „fotopastí“ (samospouštěcích fotoaparátů), která je v současné době velmi

populární v USA (Koerth et al. 1997; Jacobson et al. 1997; Larrucea et al. 2007, Watts et al. 2008).

Použitá literatura

- Arnold, W., Ruf, T., Reimoser, S., Tataruch, F., Ondersheka, K. & Schober, F. (2004): Nocturnal hypometabolism as an overwintering strategy of red deer (*Cervus elaphus*). Amer. J. Physiol. Regulat. Integrat. Comp. Physiol. 286: R174-R181.
- Bahloul, K., Pereladova, O. B., Soldatova, N., Fisenko, G., Sidorenko, E. a Sempéré, A. J. (2001): Social organization and dispersion of introduced kulans (*Equus hemionus kulan*) and Przewalski horses (*Equus przewalski*) in the Bukhara Reserve, Uzbekistan. J. Arid Environ. 47: 309-323.
- Bartoš, L., Kotrba, R., Kšáda, V., Stoklasa, M. a Fryml, J. (2009): Praktické ověření možnosti využití termovizního systému FLIR a zpracování termovizního záznamu pro zjišťování početního stavu spárkaté zvěře z letadla. Výzkumný ústav živočišné výroby v. v. i., Praha.
- Bartoš, L., Kotrba, R. a Pintíř, J. (2010): Ungulates and their management in the Czech Republic. In: European Ungulates and their Management in the 21st century (Apollonio M., Andersen R. a Putman R. eds.), Cambridge University Press, London, UK, str. 243-261.
- Bartoš, L., Kotrba, R., Pluháček, J. a Dušek, A. (2005): Sčítání zvěře termovizní metodou - srovnávací studie publikovaných zkušeností (Rešeršní studie pro LČR). Praha.
- Bayliss, P. a Yeomans, K. M. (1989): Correcting bias in aerial survey population estimates of feral livestock in northern Australia using the double-count technique. J. Appl. Ecol. 26: 925-933.
- Belant, J. L. a Seamans, T. W. (2000): Comparison of 3 devices to observe white-tailed deer at night. Wildl. Soc. Bull. 28: 154-158.
- Bernatas, S. a Nelson, L. (2004): Sightability model for California bighorn sheep in canyonlands using forward-looking infrared (FLIR). Wildl. Soc. Bull. 32: 638-647.
- Boonstra, R., Krebs, C. J., Boutin, S. a Eadie, J. M. (1994): Finding mammals using far-infrared thermal imaging. J. Mammal. 75: 1063-1068.
- Burn, D. M., Udevitz, M. S., Speckman, S. G. a Benter, R. B. (2009): An improved procedure for detection and enumeration of walrus signatures in airborne thermal imagery. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 11: 324-333.

- Burn, D. M., Webber, M. A. a Udevitz, M. S. (2006): Application of airborne thermal imagery to surveys of Pacific walrus. *Wildl. Soc. Bull.* 34: 51-58.
- Costanza, R. a Voinov, A. (2001): Modeling ecological and economic systems with Stella: Part III. *Ecological Modelling* 143: 1-7.
- Croon, G. W., McCullough, D. R., Olson Jr., C. R. a Queal, L. M. (1968): Infrared scanning techniques for big game censusing. *J. Wildlife Manage.* 32: 751-759.
- Dunn, W. C., Donnelly, J. P. a Krausmann, W. J. (2002): Using thermal infrared sensing to count elk in the southwestern United States. *Wildl. Soc. Bull.* 30: 963-967.
- Focardi, S., De Marinis, A. M., Rizzotto, M. a Pucci, A. (2001): Comparative evaluation of thermal infrared imaging and spotlighting to survey wildlife. *Wildl. Soc. Bull.* 29: 133-139.
- Garner, D. L., Underwood, H. B. a Porter, W. F. (1995): Use of modern infrared thermography for wildlife population surveys. *Environmental Management* 19: 233-238.
- Gill, R. M. A., Thomas, M. L. a Stocker, D. (1997): The use of portable thermal imaging for estimating deer population density in forest habitats. *J. Appl. Ecol.* 34: 1273-1286.
- Graves, H. B., Bellis, E. D. a Knuth, W. N. (1972): Censusing white-tailed deer by airborne thermal infrared imagery. *J. Wildlife Manage.* 36: 875-884.
- Gregory, S. K. (2002): Comparison of density estimators for white-tailed deer using aerial thermal infrared videography. University of Arkansas, Monticello, USA.
- Harkonen, S. a Heikkila, R. (1999): Use of pellet group counts in determining density and habitat use of moose *Alces alces* in Finland. *Wildlife Biology* 5: 233-239.
- Haroldson, B. S., Wiggers, E. P., Beringer, J., Hansen, L. P. a Mcaninch, J. B. (2003): Evaluation of aerial thermal imaging for detecting white-tailed deer in a deciduous forest environment. *Wildl. Soc. Bull.* 31: 1188-1197.
- Havens, K. J. a Sharp, E. J. (1998): Using thermal imagery in the aerial survey of animals. *Wildl. Soc. Bull.* 26: 17-23.
- Jacobson, H. A., Kroll, J. C., Browning, R. W., Koerth, B. H. a Conway, M. H. (1997): Infrared-triggered cameras for censusing white-tailed deer. *Wildl. Soc. Bull.* 25: 547-556.
- Kie, J. G. a Boroski, B. B. (1995): Using spotlight counts to estimate mule deer population size and trends. *Calif. Fish Game* 81: 55-70.
- Koerth, B. H., McKown, C. D. a Kroll, J. C. (1997): Infrared-triggered camera versus helicopter counts of white-tailed deer. *Wildl. Soc. Bull.* 25: 557-562.
- Kotrba, R. a Bartoš, L. (2005): Řízení myslivosti a chovu spárkaté zvěře v Evropě (I). *Svět Myslivosti* 4: 4-9.

- Larrucea, E. S., Serra, G., Jaeger, M. N. a Barrett, R. H. (2007): Censusing bobcats using remote cameras. *Western North American Naturalist* 67: 538-548.
- Li, G. Y. a Weng, Q. H. (2010): Fine-scale population estimation: how Landsat ETM plus imagery can improve population distribution mapping. *Canadian Journal of Remote Sensing* 36 : 155-165.
- Liberg, O., Bergström, R., Kindberg, J. a Von Essen, H. (2010): Ungulates and their management in Sweden. *In: European Ungulates and their Management in the 21st century* (Apollonio M., Andersen R. a Putman R. eds.), Cambridge University Press, London, UK, str. 37-70.
- McCafferty, D. J. (2007): The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. *Mammal Rev.* 37: 207-223.
- McCullough, D. R. (1993): Variation in black-tailed deer herd composition counts. *J. Wildlife Manage.* 57: 890-897.
- Naugle, D. E., Jenks, J. A. a Kernohan, B. J. (1996): Use of thermal infrared sensing: To estimate density of white-tailed deer. *Wildl. Soc. Bull.* 24: 37-43.
- Parker, H. D. a Driscoll, R. S. (1972): An experiment in deer detection by thermal scanning. *J. Range Manage.* 25: 480-481.
- Pojar, T. M., Bowden, D. C. a Gill, R. B. (1995): Aerial counting experiments to estimate pronghorn density and herd structure. *J. Wildlife Manage.* 59: 117-128.
- Potvin, F. a Breton, L. (2005): From the field: Testing 2 aerial survey techniques on deer in fenced enclosures - visual double-counts and thermal infrared sensing. *Wildl. Soc. Bull.* 33: 317-325.
- Reby, D., Hewison, A. J. M., Cargnelutti, B., Angibault, J. M. a Vincent, J. P. (1998): Use of vocalizations to estimate population size of roe deer. *J. Wildlife Manage.* 62: 1342-1348.
- Roberts, C. W., Pierce, B. L., Braden, A. W., Lopez, R. R., Silvy, N. J., Frank, P. A. a Ransom, D. (2006): Comparison of camera and road survey estimates for white-tailed deer. *J. Wildlife Manage.* 70: 263-267.
- Vincent, J. P., Hewison, A. J. M., Angibault, J. M. a Cargnelutti, B. (1996): Testing density estimators on a fallow deer population of known size. *J. Wildlife Manage.* 60: 18-28.
- Watts, D. E., Parker, I. D., Lopez, R. R., Silvy, N. J., Davis, D. S. (2008): Distribution and abundance of endangered Florida key deer on outer islands. *J. Wildlife Manage.* 72: 360-366.
- Wiggers, E. P. a Beckerman, S. F. (1993): Use of thermal infrared sensing to survey white-tailed deer populations. *Wildl. Soc. Bull.* 21: 263-268.

Wyatt, C. L., Trivedi, M. a Anderson, D. R. (1980): Statistical evaluation of remotely sensed thermal data for deer census. J. Wildlife Manage. 44: 397-402.

Ostatní přímé metody

10. Metoda opakovaného pozorování označených jedinců

Tato sčítací technika je založena na poměru počtů zvěře označené a neoznačené na určitém území. Tento způsob sčítání vyžaduje velmi zkušené pomocníky pro manipulaci se zvěří. Zvěř musí být nejdříve velmi šetrně odchycena, označena a to buď telemetrickou značkou nebo pouze mechanickou značkou (nejčastěji do ušního boltce). Podle toho se poté řeší opětovné sčítání označených a neoznačených kusů zvěře. Zásadním problémem tohoto sčítání je minimalizace změn, které v populaci proběhnou v době mezi označením zvěře a opětovným sčítáním. Většina populací volně žijící zvěře je považována za populace tzv. „otevřené“. Tzn. že na početnost populace působí jak úbytky (emigrace, úhyn, odstřel...) tak i přírůstky (mladá zvěř, imigrace...). Také musí být splněna podmínka, že při zpětném odchytu je stejná šance odchytit označeného či neoznačeného jedince. Tato podmínka by mohla být porušena v případě, že v rámci prvního odchytu prožilo zvíře nepřiměřený stres (nešetrné odchycení např. do klece či sítě) a v případě opakovaného odchytu se na základě špatné zkušenosti odchytovému zařízení vyhýbalo. Tento problém byl odstraněn nahrazením druhého odchytu například pořizováním fotografií a videí, jež zvířata nestresují.

Základní matematický vztah v ideálním případě je:

velikost populace v době označování (N) / počet označených jedinců (M) = celkový počet znovuodchycených jedinců (C) / počet znovuodchycených označených jedinců (R)

Tento vztah je označován jako Petersenova metoda (Lincoln-Petersenova m.) odhadu velikosti populace. Přesnost výsledků této metody závisí také na zvoleném počtu označených a znovuodchycených jedinců. Např. pokud chceme dosáhnout přesnosti výsledku $\pm 25\%$ a velikost populace (N) se rovná 20 platí následující tabulka:

M	C
1	20
10	15
15	10
17	8

Petersenova metoda má několik modifikací, mezi něž patří např.:

- Schnabelova metoda – rozšířená Petersenova metoda na sérii odchytů.
- Joly-Seberova metoda – metoda zpětného odchytu přizpůsobená pro „otevřené“ populace

Zaznamenávané údaje

Totožnost pozorovaných jedinců (počet/značky), celkový počet pozorované zvěře při všech akcích.

Potřebné vybavení

Pokud se zvěř označuje, jsou potřeba jasně zbarvené límce a ušní značky a zařízení k odchytu. Manipulace se zvířaty naráží na omezení ze zákona na ochranu zvířat proti týrání.

Výhody metody

Výsledný odhad může být přesný.

Lze odhadnout pohlaví a poměr věkových tříd.

Nevýhody metody

Přesnost odhadu závisí na splnění předpokladů a podléhá chybě, pokud stanovené předpoklady nejsou pro užitý model splněny.

Vysoká pracnost (časová náročnost na pozorování a odchyt zvěře) a náklady na zajištění odchytných zařízení, značkování zvěře atd.

Je potřeba povolení k odchytu a označování zvěře.

Je nutná pečlivá příprava, detailní organizace a personál zkušený v odchytu zvěře a v manipulaci s ní.

Pro analýzu dat je nutný počítačový program.

Příklad:

Označeno bylo 80 jedinců. Krátce po vypuštění proběhlo první sčítání, přičemž každý sčítací den se odhadoval poměr označených a neoznačených jedinců. Při několika sčítáních představovala označená zvěř 99 jedinců z celkových 299 jedinců. Odhadnutá velikost se tedy spočetla jako: $80 \times 300 / 100 = 240$.



Obr. 21. Jelen sika označený zbarveným límcem



Obr. 22. Laň jelena lesního se značkou v ušním boltci



Obr. 23. Snímek jelena v noci, pořízený fotopastí s IR červeným bleskem



Obr. 24. Snímek laně v noci, pořízený fotopastí s viditelným bleskem

11. Metoda určení početnosti zvěře na základě změn v poměru pohlaví

Základní princip této techniky vychází z porovnávání poměru pohlaví před a po lovecké sezóně, kdy známe přesný počet a pohlaví ulovené zvěře. Terénním pozorováním zjišťujeme poměr pohlaví a to především počet samců před a po lovecké sezóně a počet samic před sezónou. Poté pomocí vzorce vypočítáme početnost celé populace před loveckou sezónou:

$$N = R_s - R \times P2 / P1 - P2$$

kde: N – celková početnost populace před lovem

R_s – počet samců ulovených během lovecké sezóny

R – celkový počet samců a samic ulovených v lovecké sezóně

P1 – podíl samců před loveckou sezónou

P2 – podíl samců po lovecké sezóně

Pokud bychom použili data před a po lovecké sezoně samic, pak bychom mohli jen vyměnit informace o počtu samců za samice a znovu bychom vypočítali celkovou početnost populace. Tato metoda může být značně nepřesná v případě velmi početné populace s nízkým odlovem. Tato sčítací technika také nepočítá s ostatními faktory tzv. „otevřené“ populace (migrace, přirozený úhyn...), proto mohou být při zvýšení vlivu některého z uvedených faktorů, výsledky značně nepřesné.

Na podobném principu jsou založeny i další metody:

- Eberhardtova metoda “indexu odstranění” - není zde nutné označování dvou typů jedinců (samice, samci) jako v předešlém případě
- “Catch-Effort” metody – jedná se o metody založené na principu snižování se možnosti odchyení (catch) jedince (popřípadě zvyšování náročnosti odchyení jedince) v populaci, jejíž velikost byla snížena o známý počet jedinců. Průkopníky tohoto principu byli Leslie a Davis (1939).

Zaznamenávané údaje

Počty zvěře podle druhu, pohlaví a věkové třídy.

Potřebné vybavení

Binokulární dalekohledy, teleskopy.

Výhody metody

Metoda je vhodná pro velká území.

Je možné odhadnout poměr pohlaví a věkových tříd.

Umožňuje zkontrolovat chyby při sčítání v otevřené kopcovité krajině.

Relativně nízké náklady na vybavení.

Nevýhody metody

Vyžaduje hodně pozorování (nejlépe se hodí pro otevřené biotopy).

Podmínkou je dobrá viditelnost.

Přesnost je ovlivněna chybným odhadem pohlaví a věku.

Přesnost je ovlivněna sezónními změnami v chování zvířat.

Nutné jsou dva oddělené průzkumy.

Příklad:

Před začátkem doby lovu srn byly použity změny v poměru pohlaví před zahájením odstřelu a po jeho ukončení. Na začátku sčítání bylo rozmístěno 20 pozorovatelů po obvodu lesního komplexu, kteří zaznamenávali zvěř vycházející na pastvu do polí. Další 2 pozorovatelé byli uvnitř lesa. Bylo nypočítáno 187 jedinců v poměru 1 dospělý srnec ku 3 dospělým srnám (0,25:0,75). Celkový poměr pohlaví (včetně srnčat) byl 1:2 (0,33:0,67).

Během doby lovu ubylo 53 dospělých a 21 mladých srn. Při druhém pozorování na konci března bylo pozorováno 288 kusů; poměr dospělých srnců k dospělým srnám byl 1:2 (0,33:0,67) a celkový poměr pohlaví (včetně srnčat) 1: 1,8 (0,36:0,64).

Populace (N) při prvním pozorování byla odhadnuta z rovnice:

$$N = RD - R \times P2 / P1 - P2$$

kde:

RD = počet ulovených srn

Na základě sčítání celkového poměru pohlaví (dospělá zvěř + srnčata)

$$N = 74 - (74 \times 0,64) / 0,67 - 0,64 = 888$$

Pokud počítáme jen s poměrem pohlaví dospělé zvěře,
 $N = 53 - (53 \times 0,67) / 0,75 - 0,67 = 219$

Výrazný rozdíl ve výsledku ukazuje na problémy související se sezónními změnami v chování zvěře (během doby lovu patrně někteří srnci žili na polích a do lesa se nevrátili) a případně i jejího chybného určení (mohlo dojít k záměně srnčat za dospělé během druhého sčítání). Bylo dbáno na to, aby nedošlo k opakovanému sčítání jednotlivých jedinců, což mohlo v závěru vést k podhodnocení počtu aktuálně sčítané zvěře (dva srnci pozorováni v průběhu 1 dne byli považováni za tentýž kus).



Obr. 25. Srncí pár v době říje

Nepřímé metody sčítání

12. Měření impaktu

Pomocí této relativní metody nikdy nedojdeme k přesnějším výsledkům populační hustoty. Tato metoda vychází z předpokladu, že spárkatá zvěř má jistý negativní vliv na vegetaci, intenzita tohoto vlivu je však závislá na velkém množství faktorů, jako např. potravní chování daného druhu zvěře, potravní nabídka, typ stanoviště, atd. Také je velmi složité určení výše tzv. prahové početnosti zvěře. To je množství zvěře na určité lokalitě, jejíž vliv na vegetaci není v terénu možné běžně pozorovat (Gill 1992). Pomocí této metody lze tedy hodnotit denzitu zvěře pouze jako nízkou, střední a vysokou. V našich podmínkách je vhodné použít metodu monitorování početního stavu zvěře pomocí kontrolních a srovnávacích ploch sledujících okus (rozmístěny nahodile v každém biotopu). Touto metodou lze vypočítat index okusu. Pomocí tohoto indexu lze poměrně dobře vystihnout početní změny v populaci srncí zvěře (Morellet et al. 2001). Vliv na dřeviny hodnotíme podle procenta poškozených stromů, vliv na ostatní vegetaci lze vyjádřit jako podíl spasených či okousaných jedinců, příp. jako procento pokryvnosti. K získání indexu celkového vlivu zvěře na vegetaci se podíly každého faktoru sčítají.

Zaznamenávané údaje

Druh zvěře, způsob ochrany dřevin, podíl poškozených stromů a vliv na ostatní vegetaci.

Potřebné vybavení

Formuláře pro záznam, čtverce pro zhodnocení stavu vegetace.

Výhody metody

Použitelnost na všech stanovištích.

Nízké nároky na práci (1-2 lidé).

Nízké náklady na vybavení.

Nevýhody metody

Nepřesnost.

Stanoví se jen index přítomnosti zvěře.

Chyba při výběru sbíraných údajů může vzniknout sezónními změnami v chování zvěře a změnami jejího vlivu na vegetaci.


Škody na vegetaci způsobené ostatními živočichy (ovce, zajáci atd.) je obtížné oddělit od okusu jelenovitými.

Tab. 2. Index přítomnosti zvěře podle intenzity okusu a spásání vegetace

Stromy a keře	Husté bylinné patro znemožňuje obnovu	Začíná obnova	Mizení semenáčků a poškození mladých stromků	Vymizení mladých stromků a silný okus stromů	Loupání dospělých stromů a vymizení keřového patra	Vznik porostu, parkovitého typu nebo mokřin
bylinné patro	Nízká diverzita s převahou několika dominantních druhů	Mizení dominantních (statných) druhů, vzestup druhové diverzity	Snížení druhové diverzity, vyšší podíl druhů tolerantních k okusu	Mizí druhy citlivé na okus, nízká diverzita	Ztráta bylinného krytu vlivem sešlapávání, holá půda	Ochuzení pro ztrátu živin v systému
Přízemní vrstva (mechové patro)	Nízký pokryv a diverzita díky kompetici s bylinným patrem	Zvýšení pokryvu přízemní vrstvy v důsledku snížení kompetice bylinného patra		Poškození přízemní vrstvy sešlapáváním	Mizení mechorostů citlivých na sucho	Zvýšení výskytu epifytických lišejníků doprovázejících řídké lesní porosty

Bez pastvy → vysoké a trvalé spásání

Přítomnost zvěře: nízka střední vysoká →

 Optimální míra spásání



Obr. 26. Okus sazenice jedle



Obr. 27. Ohryz zajícem



Obr. 28. Poškození
vytloukáním

Obr. 29. Poškození
loupáním

Obr. 30. Srnec při vytloukání (zbavování paroží líčí)



Obr. 31. Buchtování černou zvěří



Obr. 32. Škody černou zvěří v kukuřici



Obr. 33. Škody způsobené vyválním divokých prasat v obilí

13. Sčítání stop

Využívá se nejčastěji v oblastech s déle trvající sněhovou pokrývkou, získává se odhad relativní početnosti zvířat a to porovnáním počtu stop vedoucích do zájmové oblasti s počtem stop, jež tuto lokalitu do druhého dne opustí (Dzieciolowski, 1976). Metodu lze také použít na lokalitách, kde charakter půdního povrchu umožňuje snadné určení a sčítání stop (případně lze podklad předem upravit). Právě zde se metoda využívá na jaře nebo začátkem léta, kdy ještě není půda pokryta hustou vegetací. Terénní pochůzky se dělají ve stometrových úsecích okolo celého zájmového území (lesní komplex) nejlépe po porostním okraji. Průměrné množství stop ve stometrovém úseku pak slouží jako koeficient k výpočtu početnosti zvěře na daném území.

Zaznamenávané údaje

Počet ochozů protínajících 100 m dlouhou hranici lesa.

Výhody metody

Metoda je vhodná pro většinu stanovišť.

Je relativně rychlá.

Nejsou velké nároky na práci.

Nejsou velké náklady na vybavení.

Nevýhody metody

Ochozy může zakrýt hustý, travnatý pokryv.

Použitelnost jen k získání indexu přítomnosti nebo aktivity zvěře.

Nelze určit pohlaví a věk zvěře.

Nízká spolehlivost odhadu.

Příklad

Mayle *et al.* zjistili korelaci mezi počtem hromádek trusu a počtem stopních drah zvěře přepočtených na 100 m na místech, kde se zdržovala především daňčí a srnčí zvěř. Předpokládalo se, že rozklad hromádek trusu trvá na všech stanovištích a u obou druhů zvěře šest měsíců, což určilo indexy hustoty od 1 do 10 na km² pro srnčí a od 1 do 22 na km² pro daňčí zvěř. Počet stopních drah na 100 m byl pro srnčí zvěř čtyřikrát vyšší než pro daňčí zvěř při stejném indexu hustoty, tj. při 10 jedincích jelenovitých na km² patřilo přibližně osm ochozů srnčí a jen dva daňčí zvěři.



Obr. 34. Stopa prasete divokého v rozbředlém podloží



Obr. 35. Stopa jelena lesního



Obr. 36. Stopa srnce obecného

Obr. 37. Stopa daňka skvrnitého



Obr. 38. Stopa zajíce polního





Obr. 40. Stopa bažanta obecného

Trusové metody sčítání:

14. Index přítomnosti zvěře

Systematicky se zjišťuje počet hromádek trusu podle druhů zvěře a to na plochách o určité velikosti. Velikost ploch a jejich množství na zájmovém území závisí na charakteru prostředí a druhu zkoumané zvěře. Sčítání trusu může být ztíženo v oblastech s farmovým chovem hospodářských zvířat, jejichž trus je podobný trusu daného druhu zvěře. Tato metoda se velmi dobře uplatňuje brzy z jara, krátce po roztání sněhu.

Zaznamenávané údaje

Počet hromádek trusu na plochu nebo délku transektu podle druhu zvěře.

Požadované vybavení

Měřicí pásmo, kolíky

Výhody metody

Metoda je použitelná v jakémkoliv biotopu.

Není omezena počasím (mimo sněžení).

Je rychlá (zvláště při sběru na transektu).

Nízké náklady na práci (jedna osoba).

Nízké náklady na vybavení.

Nevýhody metody

Je možno počítat pouze index.

Není možné určovat věk a pohlaví zvěře.

Příklad

Lesní komplex byl v nejširším místě skrz jeho střed protnut transektem (min. délka 1 km), který les rozpůlil v jeho nejdelší ose. V případě, že byl transekt kratší než 1 km, byl doplněn druhým, který probíhal v pravém úhlu k prvnímu. Při procházení linie se zjišťoval počet hromádek trusu, a pokud to bylo možné i druh zvěře.



Obr. 41. Možný způsob vyznačení transektu



Obr. 42. Hromádka trusu srnčí zvěře

15. Počítání trusu na čištěných plochách

Metoda je vhodná v oblastech s vysokou hustotou zvěře (>300 ks zvěře/1000ha). Na mapě se v oblasti výskytu zvěře přesně stanoví charakteristické biotopy, na kterých se v závislosti na jejich ploše založí přiměřené množství trvalých výzkumných ploch o dostatečné rozloze (nejčastěji 100 m²), která se v terénu zřetelně vyznačí (např. kolíky). Plocha se systematicky prohledá a zaznamenají se hromádky trusu, které se poté odstraní. Plocha je po určitý čas ponechána v klidu a poté se opět zkontroluje. Doba mezi dvěma kontrolami je závislá na rychlosti rozpadu trusu (obvykle do jednoho měsíce v létě a 3-6 měs. v zimě). Hustota zvěře (počet jedinců na ha) se stanoví pro každý druh zvěře a biotop zvlášť a to podle vzorce:

$$N = H / E / D$$

kde: H – počet trusových hromádek na ha
E – počet dnů mezi jednotlivými kontrolami
D – počet defekací na den

Metoda je přesnější než předešlá. Vhodný počítačový program může výsledek urychlit a upřesnit.

Zaznamenávané údaje

Počet hromádek trusu podle druhů zvěře, nahromaděných na ploše do druhé návštěvy a záznamy o rozkladu nebo zmizení hromádek trusu.

Potřebné vybavení

Buzola, měřicí pásmo, kolíky, tyčky, rukavice na jedno použití.

Výhody metody

Metoda se dá použít ve všech biotopech a za každého počasí (kromě sněžení).

Správnost a spolehlivost odhadu je větší než při počítání hromádek trusu na reprezentativních plochách.

Odhad populace pro určitý časový úsek se vztahuje na období mezi návštěvami.

Nízké náklady na práci (jedna až dvě osoby).

Nízké náklady na vybavení.

Metodu je snadné zopakovat.

Nevýhody metody

Když jsou přítomny dva nebo více druhů jelenovitých, může být určení druhu obtížné.

Nelze získat údaje o poměru pohlaví a poměru věkových tříd.

Je potřeba sledovat rychlost rozkladu trusu specificky pro každý biotop.

Odhad početnosti se získává se zpožděním (za dva až tři měsíce).

Každé místo musí být navštíveno dvakrát.

Příklad

Tato metoda byla použita v listnatém lese s řídkým podrostem s cílem odhadnout velikost populace srnčí zvěře. Pokusné plochy s celkovou výměrou 0,37 ha byly vyčištěny a ponechány 10 dnů beze změny do druhé návštěvy. Při ní bylo sečteno 40 hromádek. V průběhu 10 dnů mezi vyčištěním ploch a sčítáním nedošlo k rozkladu kontrolních hromádek trusu. Předpokládáme-li 20 hromádek jako denní defekační dávku a 10 dní mezi návštěvami, velikost populace byla odhadnuta následovně:

Počet jedinců na ha = počet hromádek trusu na ha / počet dnů mezi návštěvami x počet hromádek za den = 108. 108/10x20 = 0,54 na ha

Populační hustota tedy byla odhadnuta na 54 jedinců na km².

16. Jednorázové sčítání trusových hromádek na nečištěných plochách

Tato metoda je velmi podobná předešlé. Jen s tím rozdílem, že se v tomto případě plochy nečistí (doporučují se rozměry 7x7 m). Je však nutné znát rychlost rozpadu trusu v daných přírodních podmínkách. Tuto hodnotu lze získat jako tabulkovou nebo vlastním výzkumem. Rychlost rozpadu trusu závisí především na klimatických podmínkách, druhu zkoumané zvěře, složení potravy, atd. Také samotné prohledávání plochy lze zpřesnit a to v případě, že jednu plochu prohledávají dvě na sobě nezávislé osoby, jež vychází z protějších vrcholů transektu, výsledkem je poté průměr z obou sčítání.

Počet jedinců na ha se potom vypočítá podle vzorce:

$$N = R / E / D$$

kde: R – střední hodnota (počet dnů) rozkladu trusové hromádky

E – počet dnů mezi jednotlivými kontrolami

D – počet defekací na den

Limit spolehlivosti je v porovnání s předešlou až 80 %. K opačnému závěru dospěli autoři Smart et al. (2004), jež ve svém výzkumu dokázali, že přesnější je metoda nečištěných transektů. Tato metoda není použitelná pro stanovení přesného odhadu absolutní početnosti pro zajíce polního (Langbein et al. 1999).

Zaznamenávané údaje

Na každé ploše se zaznamenává počet hromádek trusu pro každý druh zvěře nebo pro jedince neznámé druhové příslušnosti.

Zaznamenávají se též údaje o rychlosti rozkladu trusu podle biotopu a podle druhu zvěře.

Potřebné vybavení

Buzola, měřicí pásmo, kolíky k vyznačení plochy.

Výhody metody

Metoda je vhodná pro velká území a pro většinu biotopů.

Není omezována počasím (mimo sněžení).

Je možné vypočítat meze spolehlivosti k odhadu populace.

Je přesnější než sčítání na čištěných plochách.

Zjistíme populační hustoty odhadnuté pro počet zvířat využívajících plochu po dobu, která se rovná délce rozkladu trusu (obvykle nejméně 3-6 měsíců).

Pro sečtení hromádek trusu stačí jen jedna prohlídka prostoru.

V otevřeném terénu s řídkou přízemní vegetací mohou dva lidé prohlédnout a zkontrolovat dva nebo tři transektu o osmi plochách během jednoho dne (za předpokladu, že jde o plochy velikosti 7 x 7 m).

Nízké náklady na zařízení.

Zjistíme, jak zvěř využívá jednotlivé biotopy.

Nevýhody metody

Aby bylo možné vypočítat hustotu populace zvěře, je před sčítáním nutné sledovat rychlost rozkladu trusu, který je specifický pro různé biotopy a druh zvěře.

Správnost výsledku je ovlivněna správností odhadu defekační dávky a rychlosti rozkladu trusu.

Metoda neposkytuje informace o pohlaví a věkové skladbě.

Na stávaníšti s dvěma nebo více druhy zvěře může být druhová identifikace hromádek trusu obtížná.



Obr. 43. Foto transektu s hromádkami trusu při druhé návštěvě

17. Počítání trusových hromádek na pruhových transektech

Metoda se používá při nižších hustotách populace zvěře (10-100 ks / 1000 ha). Využívá se sčítání trusu na pruhových transektech dlouhých 500-2000 m a širokých 1 m, jež vedou skrz vybrané reprezentativní biotopy zkoumané oblasti. Čím přesnější odhad populace požadujeme, tím delší transekty bychom měli používat. Transekty musí být vyznačeny na mapě a musí reprezentativně postihovat celou zájmovou oblast. Přitom nesmí vést paralelně s vodními toky, cestní sítí, a dalšími přírodními liniemi, jež by mohli mít vliv na přirozený výskyt zvěře. Také pokud se zájmová oblast nachází na svahu hor a je předpoklad, že zvěř využívá

spodní partii tohoto území více než horní, musí transekty vést po spádnicích, aby reprezentativně vystihovaly průměrnou denzitu zvěře. Hustota se přesněji určí využitím následující rovnice:

Počet jedinců na ha = počet hromádek trusu na ha / množství hromádek trusu za den x průměrný počet dnů rozkladu jedné hromádky trusu

V případě, že je známa plocha každého biotopu, lze získané údaje použít i pro výpočet celkové velikosti populace a denzity zvěře.

Zaznamenávané údaje

Počet hromádek trusu jednotlivých druhů na každém úseku v délce 10 m a šířce 1 m. Délka doby rozkladu trusu podle biotopu a druhu zvěře.

Požadované vybavení

Buzola, lanko či provázek, měřicí pásmo, lať o délce 1 m.

Výhody metody

Metoda je vhodná pro velká území a většinu biotopů.

Není omezena počasím (kromě sněžení).

Odhad populace platí jen pro určitou dobu (nejméně tři až šest měsíců).

Sběr na velkém území je relativně rychlý, zvláště pokud je přízemní vegetace řídká.

Použitím metody lze získat informace o využívání jednotlivých biotopů zvěří.

Malé nároky na práci (jedna až dvě osoby).
Ke sčítání hromádek trusu stačí jedna návštěva plochy.
Nízké náklady na zařízení.
Metoda je velmi užitečná v místech s nízkou hustotou jelenovitých.

Nevýhody metody

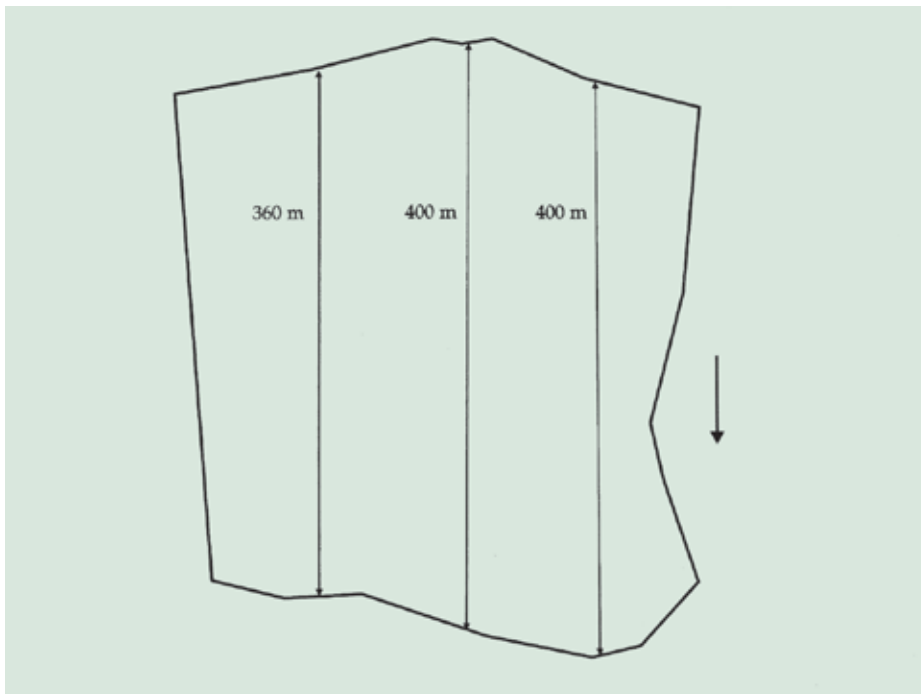
Dokud není v každém biotopu proveden dostatečný počet transektů, nemohou být určeny meze spolehlivosti.

Před sčítáním je třeba zjistit rychlost rozkladu trusu podle biotopů a podle druhu zvěře.
Problém může vzniknout, když nenajdeme dost čerstvých hromádek trusu.

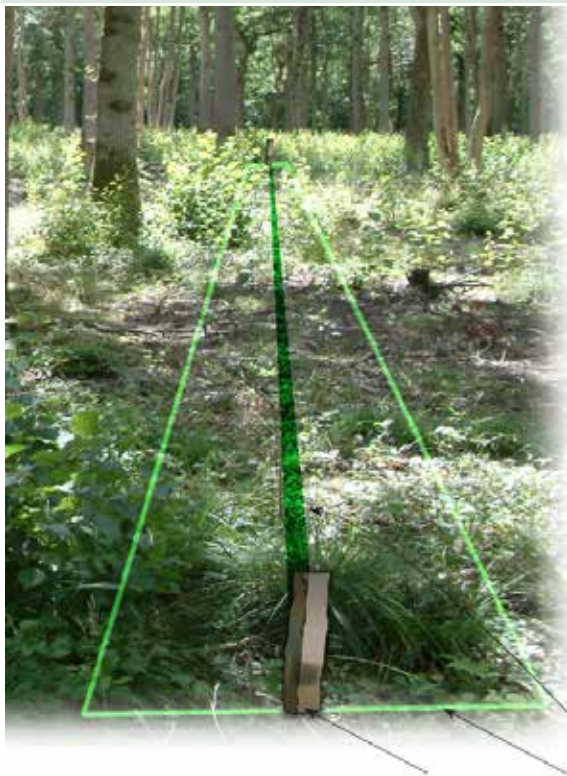
Přesnost je ovlivněna správností odhadu defekační dávky na den a rychlosti rozkladu trusu.

Pokud se striktně nedržíme daného směru, může se stát, že budeme mít tendenci uhnout k hromádkám trusu mimo plochu a započítat je. Tím můžeme způsobit nadhodnocení velikosti populace.

Metoda neposkytuje údaje o pohlaví a věku zvěře.



Obr. 44. Umístění transektových linií



1

2

Popis obrázku:

3

1 – lano protínající transekt o délce 500-2 000 m

2 – okraj plochy transektu

3 – fixační kolíky transektu

Obr. 45. Vyznačení transektové linie v terénu

18. Počítání trusových hromádek na liniových transektech

Jedná se o částečnou modifikaci předešlé metody. V tomto případě se však trus nesčítá v pruzích, ale zaznamenává se počet trusových hromádek a jejich vzdálenost od vyznačené linie. Přičemž liniové transekty jsou do terénu vkládány podle stejných pravidel jako pruhy v předešlé metodě. Výpočet denzity trusových hromádek se poté vypočítá podle vzorce:

$$N = T / 2 * V / L$$

kde: T – počet nalezených trusových hromádek

V – střední vzdálenost trusových hromádek od linie

L – délka prozkoumané linie

K výpočtu početnosti zvíře dále využíváme znalost výše defekační dávky a rychlost rozpadu trusu (podobně jako u předešlé metody). Přesnost této metody je závislá na počtu nalezených trusových hromádek - čím menší počet trusových hromádek, tím nižší je přesnost odhadu početnosti.

Zaznamenávané údaje

Počet hromádek a jejich vzdálenost od osy transektu, a to zvláště pro každý druh zvíře. Doba rozkladu podle biotopu a druhu zvíře.

Potřebné vybavení

Buzola, lanko nebo provaz a měřicí pásmo (GPS).

Výhody metody

Metoda je vhodná pro velká území a všechny biotopy.

Není omezena počasím (mimo sněhovou pokrývku).

Metoda je přesná.

Vzorků je víc než při sčítání na pruhu.

Relativně rychlá metoda ve srovnání se sčítáním na ploše, zvláště při nízké populační hustotě zvíře.

Metoda může lépe než metody odečtu z ploch vystihnout hustotu zvíře v biotopech, kde je přízemní vegetace hustá a kde se místo od místa mění.

Nízké náklady na práci (dva sčítači).

Nízké výdaje za pomůcky.

Nevýhody metody

Správnost výsledků závisí na správném změření délky kolmice od hromádky trusu k ose transektu.

Chybí informace o pohlaví a věkové třídě zvěře.

Pomalejší metoda než sčítání na pruhu.

Pro analýzu údajů a výpočet populační hustoty zvěře vyžaduje zvláštní počítačový software.

Příklad

Tato metoda byla použita k odhadu populace siky v jižní části Skotska. Území bylo rozděleno na 8 přibližně stejně velkých oddělení, do nichž byly diagonálně umístěny transektové linie, vzdálené 200 m od sebe. Vyšší počet transektů byl zvolen v místech s očekávanou nejvyšší hustotou siky. V každém oddělení byla odhadnuta hustota hromádek podle výsledků jejich sčítání. Populační hustota siky byla počítána na základě zjištěné denní defekační dávky 25 hromádek a délky rozkladu hromádek trusu, která byla zaznamenávána po 16 měsících před sčítáním. Populační hustota siky kolísala od 1,38 (CI 95 %, 0,86–2,2) do 20,94 (95 % CI, 17,21–25,49) kusů na km². K dosažení tohoto výsledku (95 %) bylo zapotřebí přepočítat na 1 člověka 26 pracovních dní a projitý transekt měl délku 10,35 km.



Obr. 46. Nákres liniového transektu

Identifikace hromádek trusu

Bobky jelenovitých jsou krátké, válcovité nebo téměř kulaté a často na jednom konci zašpičatělé. Na povrchu jsou ve srovnání s trusem šelem nebo králíků a zajíců hladké, a pokud jsou čerstvé, mají obvykle černou barvu a na povrchu tenkou, lesklou vrstvu hlenu, která rychle vysychá. Na jaře a v létě, když konzumují svěží vegetace, mohou páchnout a být měkčí a jednotlivé bobky jsou často smáčknuty dohromady do hromádek (foto 6). Počet bobků vykálených současně v jedné hromádce kolísá podle pohlaví, věku a potravy jednotlivých zvířat. U daňky jich může být až 150 (Smith a Mayle, 1994). Průměrný počet bobků v jedné čerstvé hromádce je 40–60.



Obr. 47. Typické tvary trusu jelenovitých

Tam, kde žije pouze jeden druh spárkaté zvěře, nečiní identifikace trusu problémem. Trus spárkaté zvěře, králíka nebo zajíce je dostatečně odlišný, než aby při identifikaci mezi nimi došlo k záměně. K záměně může nejspíše dojít mezi srnčí a daňčí zvěří, daňčí zvěří a sikou, a sikou a jelenem lesním, a to pokud se ve stejné oblasti vyskytují kříženci jelena lesního a siky.

Jednotlivé bobky a tvar hromádek trusu se různí podle potravy (ovlivněny místem a ročním obdobím), podle věku a pohlaví jedince. Např. bobky dospělého jelena jsou delší než bobky laně a tvar jednotlivých bobků může být také proměnlivý. U všech druhů jsou bobky mláďat menší než bobky dospělců.

Skoro nikdy, kromě případu, kdy je v honitbě přítomen pouze jeden druh, nelze na 100 % určit a bezpečně přiřadit ke konkrétnímu druhu všechny nalezený trus. Zpravidla je to 80–90 % hromádek trusu, které můžeme zařadit přesně, a zbytek zaznamenáme jako neurčené nebo kombinované skupiny jako např. jelen / sika, s nimiž následně pracujeme odděleně, nebo je přiřadíme určitému druhu ve stejném poměru k druhům, které jsme určili (Buckland, 1992).

Identifikace trusu jelenovitých

Jelen lesní

Bobky jsou dlouhé až 30 mm a mají průměr 13-18 mm. Mají válcovitý tvar, často jsou na jednom konci zašpičatělé, na druhém zaokrouhlené nebo lehce vyduté. Pokud jsou čerstvé, jsou obvykle černé a lesklé. Postupem času se stávají matnější a barva přechází do tmavě hnědé.



Obr. 48. Trus jelena lesního

Sika

Bobky jsou podobné jako jelení, srnčí i daňčí.



Obr. 49. Trus jelena siky

Daněk skvrnitý

Bobky jsou válcovité, na jednom konci zašpičatělé, na druhém vyduté. Jejich velikost je 16x11 mm u daňků a 15x8 mm u daněl.



Obr. 50. Trus daňka skvrnitého

Srniec obecný

Bobky mají protažený a válcovitý tvar a rozměry přibližně 14x6 mm až 18x9 mm. Často jsou spleené, což se stává během léta, pokud se zvěř živí snadno stravitelnou potravou.



Obr. 51. Trus srnce obecného

Muflon

Bobky jsou podobné bobkům ovčím, ale jsou méně pravidelného tvaru. Mají rozměr 12–17 mm x přibližně 10 mm. Ačkoliv ve střevě mají kulatý tvar, stlačení během defekace může způsobit, že mají více hranatý a někdy i jehlanovitý tvar. Na některých místech mohou vytvářet velké hromady.



Obr. 52. Trus muflona

Zajíci a králíci

Králíčí a zaječí bobky jsou velmi podobné, lehce zploštělé, kulaté a pevné, u zajíce větší (15–20 mm v průměru) než u králíka (asi 10 mm). Na povrchu jsou bez patrné vrstvy hlenu, proto se neslepují. Jsou na nich zřetelné hrubé úlomky rostlin. Jejich barva se mění podle druhu potravy, bývá však světlejší než u bobků jelenovitých a na slunci vybledne. Zajíci si svými bobky označují teritorium, takže jich můžeme najít velké množství na jednom místě.



Obr. 53. Trus zajíce polního



Obr. 54. Trus králíka divokého



Obr. 55. Trus praseta divokého

Zjištění rozpadu hromádek trusu

Přítomnost trusu na stanovišti je ovlivněna počtem jelenovitých, jejich mírou defekace a délkou času, po který bobky zůstanou celé a nerozpadnou se (čas rozpadu). Hromádky trusu podléhají řadě vlivů a mohou mizet vlivem mikrobiálních procesů a činností bezobratlých, účinkem deště, větru nebo mechanickým porušením (rozšlápnutím), případně tím, že je překryje vegetace nebo opad listů či jehličí. Rozpad trusu ovlivňuje potrava zvěře, která určuje jeho tvar, vegetační kryt chrání před klimatickými vlivy a rozdíly půdní vlhkosti. Rozpad hromádek trusu je závislý na druhu zvěře, místě a stanovišti a měl by být měřen pro každý biotop zvlášť, a to tam, kde mají být hromádky trusu sčítány pro odhad velikosti populace jelenovitých.

Rozpad hromádek trusu jelena lesního může kolísat od 12 do 450 dnů v závislosti na konkrétním místě a ročním období. Obecně lze říci, že zimní typ trusu je v prostředí stálejší a také na něj v zimním období působí méně rozkladných faktorů, naproti tomu letní trus se díky svému složení velmi snadno rozkládá a tak může v prostředí zmizet během několika dní.

V následující tabulce jsou uvedeny doby rozkladu trusu zjištěné přírodovědci na území Velké Británie.

Tab. 3. Doby rozpadu trusu jednotlivých druhů zvěře

	jelen			srnec			sika			daněk		
	suchá	vlhká	mokrá	suchá	vlhká	mokrá	suchá	vlhká	mokrá	suchá	vlhká	mokrá
otevřená plocha			224	64	638	98		135		99	107	340
lesní porost			149	138	189	352						124
jehličnatý porost	101		343	85	309	426		134		265		268
listnatý porost	77			120		196				219		

Sledování rozpadu hromádek trusu

Stanovení doby, za kterou dojde k rozpadu hromádek trusu v konkrétním prostředí má význam pro zpřesnění odhadu početnosti pomocí nečištěných ploch, případně i pro stanovení maximální možné expozice čištěných ploch. K tomuto účelu založíme pokus, kdy nasbíráme čerstvé hromádky trusu a vyložíme je v den, kdy převažují povětrnostní podmínky typické pro daný měsíc. Je dobré se vyhnout mimořádným povětrnostním podmínkám. Trus by měl být umístěn tam, kde v rámci stanoviště (biotopu) převažují typické podmínky (např. když 75 % z mladého porostu je již zapojeno, pak 75 % hromádek by mělo být umístěno pod úplný zápoj). Čerstvý trus sbíráme přímo na lokalitě nebo v jejím blízkém sousedství tam, kde chceme sledování provádět. Přímou na lokalitě pak umístíme a označíme nejméně čtyři až šest hromádek, z nichž každá by měla obsahovat nejméně 40 bobků. Hromádky umístíme dále od okraje porostu. Zapišeme si datum umístění a hromádky pravidelně prohlížíme (v období silných dešťů každý týden, při normálním počasí každý měsíc. Další čerstvé hromádky trusu umístíme každý kalendářní měsíc. Za hromádky, které se ještě nerozpadly, jsou považovány ty, z nichž do doby kontroly zůstává šest nebo více bobků. Stejný způsob kontroly rozpadu by se měl dodržovat ve všech typech stanovišť a také při odstraňování nebo počítání trusových hromádek budeme používat vždy stejnou metodiku (tj. v případě, kdy při těchto metodách rozhrnujeme vegetaci nebo odstraňujeme napadané listí).



Obr. 56. Vyznačení hromádek trusu a lokalizace plochy v porostu

Stanovení denní defekační dávky (celkové množství trusu za den)

Všechny metody založené na sčítání trusových hromádek musí nezbytně vycházet ze známé denní defekační dávky jednotlivých druhů, jejichž populační hustota se zjišťuje. Denní defekační dávka kolísá podle pohlaví, stáří, typu biotopu a potravy (v závislosti na ročním období). V ideálním případě se průměrná denní defekační dávka určité populace stanovuje sledováním jednotlivých zvířat různého stáří a pohlaví tak, že se sčítá počet defekací, tj. hromádek trusu za určitou jednotku času. Z těchto údajů můžeme vypočítat průměrnou velikost denní defekační dávky. Tento způsob je málo používaný, a tak se hodnoty většinou zjišťují u zvířat z chovu v podobném prostředí, nebo se přebírají z literárních pramenů. V chovných zařízeních, kdy známe jak počet jedinců, tak plochu, kterou využívají, lze zjistit denní defekační dávku metodou čištění ploch. Například pro jelena lesního se denní defekační dávka nejčastěji uvádí mezi hodnotami 19-29, pro daňka 17-26 a srnce 16-23.



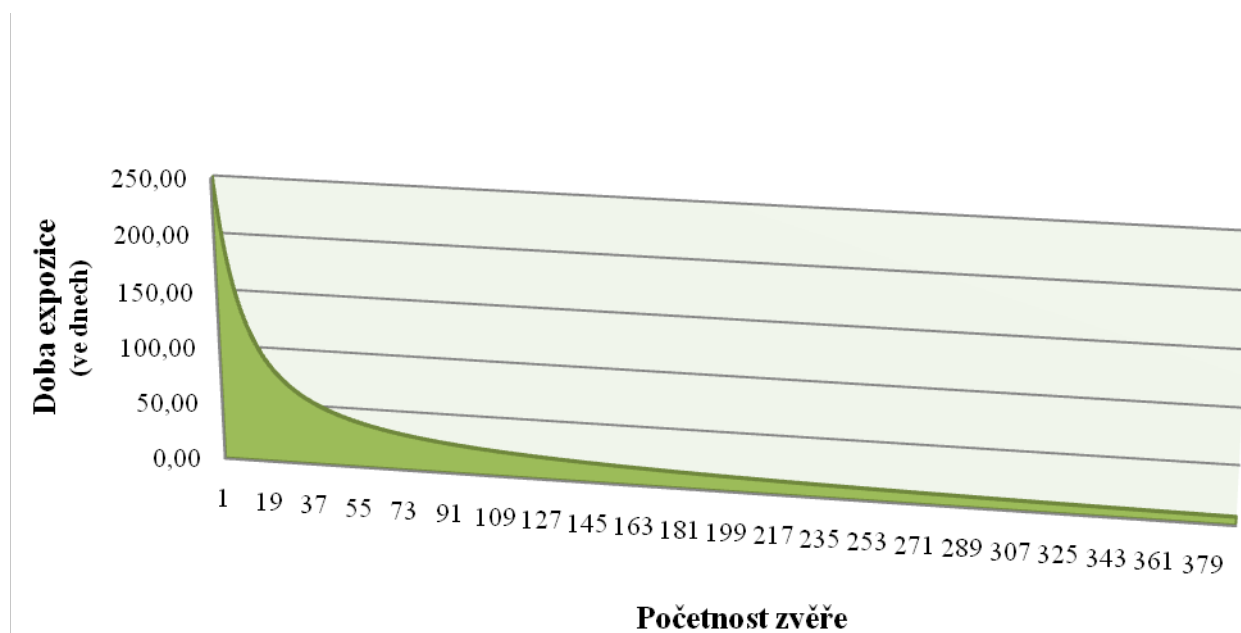
Obr. 57. Čištění plochy při zjišťování defekační dávky prasete divokého

Přesnost trusových metod

Přesnost odhadů početnosti zvířat získaných těmito metodami logicky závisí na přesnosti v terénu získaných nebo jinak použitých údajů pro výpočet.

Nejdůležitějším údajem je bezpochyby přesné určení množství trusu ve studované oblasti. S tím souvisí správné vytyčení trusových transektů (počet, rozmístění v terénu, tvar, velikost). Dále pak důsledné prohledávání vytyčených ploch. S tím souvisí zaznamenávání jen předem definovaných trusových hromádek.

Dalším důležitým údajem je správné stanovení doby expozice a denní defekační dávky. Hodnota denní defekační dávky se pro výpočet často přejímá z dříve uváděných pramenů. Nicméně doba expozice trusu musí být vždy co možná nejpřesněji stanovena či zvolena. Například při krátké době expozice (20 dnů) může jedna trusová hromádka nalezená na 200 m² ve výsledku znamenat až 125 zvířat na 1000 ha. V tom případě by pak hrozilo



Obr. 58. Vztah mezi dobou expozice trusu a početností zvěře

Využití loveckých statistik:

19. Bilanční metoda

Touto metodou lze zpřesnit početnost zvěře na dané lokalitě. Jedná se o výpočet vycházející ze sčítaných údajů některou metodou přímého sčítání (je nutné znát pohlaví a věk zvěře) a z počtů ulovené zvěře (i ta musí být dělena dle pohlaví a věku). Tato metoda využívá dvou sčítání v jednom roce (březen, říjen). Přesnost této metody je mimo jiné také ovlivněna faktem, do jaké míry je daná populace zvěře tzv. „uzavřená“, tzn. ovlivněna migrací.

Do mapy se nejprve vymezí a zakreslí území výskytu populace. Dále se vychází ze znalosti velikosti populace a počtu jedinců dle věkových tříd, zjištěných vizuálním sčítáním (rok 1). Zjistí se také počet zvěře odstraněné z populace (odstřel, úhyn), taktéž podle pohlaví a věkových tříd (rok 2). Podíl dospělců v následujícím roce se odhadne odpočtem množství zvěře odstraněné z populace (dle pohlaví a věku) od stavů zjištěných při sčítání v roce 1.

$$N = \text{rok 1} - \text{rok 2}$$

Kde: rok 1 – velikost populace v době sčítání
 rok 2 – počet odstraněné zvěře
 N – výsledná početnost

Zaznamenávané údaje

Pohlaví a věkové třídy všech jedinců pozorovaných během sčítání, jedinců ulovených a uhynulých.

Požadované vybavení

Binokulární dalekohled, teleskopický dalekohled, mapa území.

Výhody metody

Metoda je vhodná pro všechny biotopy.

Není omezena počasím.

Máme určeno pohlaví i věkovou třídu jedinců.

Metoda umožňuje porovnání získaných údajů s výsledky jiných metod sčítání.

Metoda podněcuje podrobnou archivaci získaných záznamů.

Nevýhody metody

Vyžaduje vizuální sčítání a údaje o odstřelu zvěře.

Správnost výsledků je ovlivněna správností původního sčítání a údaji o úmrtnosti.

Předpokládá, že se jedná o „uzavřenou“ populaci, což pravděpodobně neplatí.

20. Tabulka úmrtnosti

V tomto případě využíváme dlouhodobou statistiku ulovené nebo nalezené uhynulé zvěře. Podle výše počtů usmrcené zvěře dělené dle pohlaví a věku v průběhu delšího časového období (více než pět let) lze vypočítat skutečné množství zvěře na dané lokalitě v minulosti. Přesnost je zde ovlivněna zejména možností nalézt většinu zvěře, jež uhynula přirozeným způsobem. Může se také odhadnout pravděpodobnost přežití vybraného jedince od jeho narození do určitého věku, přičemž získaný údaj lze využít pro výpočet dalších parametrů populace. Za předpokladu, že toto zjištěné specifické přežívání platí obecně, je možné je využít k odhadu současné populace. Analýzou těchto údajů lze také získat koeficienty, pomocí nichž lze odhadnout vývoj početních stavů v přítomnosti a brzké budoucnosti. Metoda předpokládá, že rozdělení věkových tříd se nemění po časový úsek rovný věku nejstarší kohorty v populaci. Tam, kde přežívání zvěře z roku na rok kolísá a rozdělení věkových tříd se mění je metoda tabulek úmrtnosti nepoužitelná.

Zaznamenávané údaje

Pohlaví a věková třída (kohorta) u všech jedinců pozorovaných během sčítání, ulovených a nalezených uhynulých.

Požadované vybavení

Metodika určování věku zvěře (např. obrus chrupu).

Výhody metody

Metoda je vhodná pro všechny biotopy.

Je možno odhadnout pohlaví a věkové třídy.

Nízké požadavky na práci.

Nízké výdaje na vybavení.

Podněcuje archivaci podrobných záznamů o zvěři.

Nevýhody metody

Správnost může být ovlivněna chybou při určování věku a nepřesností v určení podílu uhynulých nenalezených jedinců.

Předpoklad, že populace je „uzavřená“ (bez vlivu migrace), nemusí platit.

Populace se hodnotí zpětně.

Metoda vyžaduje sběr údajů po dobu několika let.

Metoda vyžaduje znalosti v aplikaci matematických modelů.



Obr. 59. Uhynulá srna v důsledku střetu s dopravním prostředkem



Obr. 60. Ulovený jelen



Obr. 61. Určování věku dle stupně vývoje a úbrusu chrupu

21. Skupinová analýza

Vychází se ze znalosti počtu uhynulé zvěře (lov, přirozeně) v jednotlivých letech, její rozdělení dle věkových tříd a pohlaví, koeficientu úmrtnosti, koeficientu produkce a poměru pohlaví. Je dobře použitelná zejména v oblastech, kde je většina zvěře lovena a nedochází k většímu přirozenému úhynu. Analýzou těchto informací dochází k zpětnému přepočtu početnosti zvěře v minulých letech.

Na základě znalosti věku zvěře v době smrti lze určit rok jejich narození. Během let (min. 5 let) lze nashromáždit data o celkovém počtu narozených mláďat v určitém roce – věková kohorta. Souhrn počtu jedinců získaných z určité kohorty může sloužit spolu s údaji o mortalitě a natalitě (porodnosti), pro odhad počtu mláďat, která se musela v tomto roce narodit, a tím i o počtu reprodukce schopných samic. Údaje o poměru pohlaví u dospělých jedinců umožní výpočet minimální velikosti populace pro určitou kohortu.

Zaznamenávané údaje

Pohlaví a věk veškeré ulovené a uhynulé zvěře.

Výhody metody

Metoda je vhodná pro všechny biotopy.

Je možné odhadnout pohlaví a věkové třídy.

Malé požadavky na práci.

Malé nároky na vybavení.

Podněcuje archivaci podrobných záznamů o zvěři z řady let.

Je užitečná pro zpětnou kontrolu přesnosti jiných metod.

Nevýhody metody

Správnost je ovlivněna chybami při určení věku a tím, že se zpravidla nepodaří nalézt všechny uhynulé jedince.

Odhad početnosti populace se může provést jen na základě údajů z minimálně pěti předchozích let.



Obr. 62. Problematické může být určení pohlaví zajíce polního

22. Populační model

Počítačový model založený na analýze koeficientů úmrtnosti, produkce, poměru pohlaví a současné velikosti populace. Výsledkem je odhad vývoje početních stavů zájmových druhů zvěře na dané lokalitě v budoucnu. Nejnovější verze tohoto programu již pracují i s vlivem úživnosti oblasti na celkovou produkci nebo přirozený úhyn zvěře.

Správnost předpovědi je závislá na správnosti odhadu velikosti počáteční populace, jejího poměru pohlaví, zastoupení věkových tříd, plodnosti a úmrtnosti v závislosti na věku. Modelování populací se dnes v severním Skotsku v lesních podnicích využívá jako rutinní a nedílná součást hospodaření (managementu) s jelenovitými.

Výhody metody

Metoda je vhodná pro všechny biotopy a druhy zvěře.

Je možno odhadnout (předběžně vypočítat) poměr pohlaví a zastoupení věkových tříd.

Podněcuje uchovávání podrobných záznamů o zvěři.

Je možné vyhodnotit různé scénáře odstřelu a porovnat je s údaji o skutečné populaci.

Nízké nároky na práci.

Je prognostická.

Dobře ukazuje souvislosti mezi změnami v úmrtnosti, plodnosti a věkové skladbě.

Nevýhody metody

Správnost metody je ovlivněna správností odhadu vstupní populace, údajů o zastoupení věkových tříd, věkově specifické plodnosti a úmrtnosti (které se každoročně mění).

Je nutné mít k dispozici počítač s vhodným programovým vybavením.

Program Description

BAND2 Computes the number of animals that must be banded in order to achieve a specified level of precision for survival rates estimated using band recovery models.

Vypočítá stavy, z označených zvířat, s cílem dosáhnout stanovené úrovně přesnosti pro přežití odhadnout pomocí modelu skupiny zotavení.

BROWNIE Computes estimates of survival and recovery rates for 2-age class band-recovery data.

Počítá odhady míry přežití a obnovy pro 2-věkovou třídu skupiny obnovených dat.

CAPQUOTA Computes expected coefficients of variation of survival and capture probability for use in the design of capture-recapture-resighting experiments.

Počítá očekávanou pravděpodobnost přežití a sbírá data pro použití ve variačních koeficienty v projektu digitalizace znovudobývání resighting experimenty.

CAPTURE Computes estimates of capture probability and population size for "closed" population capture-recapture data.

Počítá odhady pravděpodobnosti zachycení a velikost populace z "uzavřené" populace digitalizací a vystihující data.

CENTROID Tests the null hypothesis that two samples of recoveries belong to the same bivariate distribution.

Testuje nulovou hypotézu, že dva vzorky navrácení patří do stejné bivariate distribuce.

COMDYN Computes estimates of species richness using large scale data.

Počítá odhady druhové bohatosti pomocí údajů ve velkém měřítku.

CONTRAST Compares estimates of survival (or any normally distributed parameter estimates).

Porovnává odhady přežití (nebo normální rozdělení odhadů parametrů).

CountRemoval A removal model for estimating detection probabilities from point count surveys.

Odstranění model pro odhad pravděpodobnosti zjištění z průzkumu místa počítat.

DISTANCE Allows design and analysis of distance sampling surveys to estimate density and abundance of a population.

Umožňuje návrh a analýzu průzkumů vzdálenosti vzorků pro odhad hustoty a početnosti populace.

DOSECOMP Analyzes dose responses for two populations, using the PROBIT model and the abbreviated protocol as described by Link et al (1996).

Analyzuje část reakcí pro dvě populace, používá PROBIT model a zkrácený zápis, jak je popsáno v Link et al (1996).

DOBSERV A Double-observer approach for estimating detection probability and abundance from avian point counts as described in Nichols et. al. (2000).

Double-pozorovatel přístup k odhadu pravděpodobnosti detekce a množství z ptačí bod se počítá, jak je popsáno v Nichols et. al. (2000).

ECOSRCH **ECOSEARCH** was developed as a first step to a testable, scientific basis for ecosystem management.

ECOSEARCH byl vyvinut jako první krok k testovatelnému, vědeckému základu pro péči o ekosystémy.

ESTIMATE Computes estimates of survival and recovery rates for 1-age class band-recovery data.

Počítá odhady přežití a využití pro 1-letou třídu dat skupiny zotavení.

GENCAPH1 Generates capture-history data for given s, θ, p, c .

ComGenerates capture-historická data pro danou s, θ, P, C

GENPRES Generates patch-occupancy data and analyzes using MARK.

Vytváří opravy-obsazení údajů a analýz pomocí MARK.

JOLLY Computes estimates of survival and capture probability for 1-age class open population capture-recapture models.

Počítá odhady přežití a znovuočycení pravděpodobnost 1-věkovou třídu otevřené populace zpětného odchyty jedinců.

JOLLYAGE Computes estimates of survival and capture probability for 2-age class open population capture-recapture models.

Počítá odhady přežití a pravděpodobnost zachycení pro 2-věkové třídy otevřené populace zpětného odchyty modely.

LOLASURVIV Computes estimates of survival and capture probability for open capture-recapture models when sex is not always known.

Počítá odhady přežití a zachycení pravděpodobnost otevření zpětného záchyty modely, kdy pohlaví není známo vždy.

MARK Program MARK, provides parameter estimates from marked animals when they are re-encountered at a later time. [Click here to go to the MARK page.](#)

Program MARK, poskytuje odhady rozměrů populace z označených zvířat, jsou-li re-se sčítána později. [Klikněte zde pro přechod na stránku MARK.](#)

MAYFIELD Computes estimates of daily survival rate for next visitation data.

Počítá odhady z denní míry přežití při dalším navštívení.

MSSURVIV Computes estimates of survival-movement and capture probability for open capture-recapture models.

Počítá odhady přežití pohybu a zachytit pravděpodobnost otevření zpětného záchyty modely.

MSSRVRD (BETA) replacement for MSSURVIV, RDSURV - Combines multi-strata, robust-design and trap-deaths.

náhrada za MSSURVIV, RDSURV - kombinuje více vrstev, robustní design a past-úmrť.

MSSRVRCV Computes survival-movement, capture and recovery probabilities from multi-strata capture-recapture-recovery data.

Počítá přežití hnutí, zachycování a využití pravděpodobnosti z více vrstev zpětného záchyty-Data Recovery.

MSSRVMIS Computes estimates of survival and capture probability adjusted for missclassification.

Počítá odhady přežití a pravděpodobnost zachycení upravené missclassification.

MULT Computes estimates of survival and recovery rates for band-recovery data with additional models for estimating reporting rate.

Počítá odhady přežití a využití pro skupinu, pro obnovu dat s dalšími modely pro odhad hlášených případů.

ORDSURVIV Computes estimates of survival and temporary emigration under the "Open Robust Design".

Počítá odhady přežití a dočasně emigraci v "Open robustní design".

POWER Computes the power of between-model likelihood ratio tests.

Vypočítá sílu mezi-modelovou zkouškou koeficientem pravděpodobnosti.

PRESENCE Estimates patch occupancy rates and related parameters.

Odhady ceny opravy obsazení a související parametry.

RDSURVIV Computes estimates of survival and capture probability using capture-recapture data with "robust-design" models and recoveries.

Počítá odhady přežití a pravděpodobnost zachycení pomocí zpětného záchytu data s "robustní design" modely a vymáhání.

RELEASE Computes estimates of survival and capture probability for capture-recapture experiments on open animal populations.

Počítá odhady přežití a pravděpodobnost zachycení zpětného záchytu pokusy na otevřených populacích zvířat.

SCATMAN Tests the hypothesis of prey-selectivity based on random samples of predator scats.

Testuje hypotézy potravní selekce na základě náhodných vzorků trusů šelem.

SPACECAP Estimates Animal Abundance and Density using Spatially-Explicit Capture-Recapture.

Odhaduje početnost a hustotu populací pomocí prostorově explicitního zpětného odchyty.

SPECRICH Computes "species richness" or total number of species from empirical species abundance distribution data.

Počítá "druhovité bohatství" a celkový počet druhů, z empirických dat množství druhů distribuce.

SPECRICH2 Estimates the total number of species from species presence-absence data on multiple sample sites or occasions using model $M(h)$ from program CAPTURE.

Odhady celkového počtu druhů, na základě údajů o přítomnosti a absenci druhů na více místech a příležitostech vzorku pomocí modelu $M(h)$ z programu Capture.

SURVIV Computes estimates of survival (or any model parameter) with multinomially distributed data.

Počítá odhady přežití (nebo parametru modelu) s multinomially distribuovaných dat.

TMSURVIV Computes estimates of survival and capture probability and the proportion of transients in open population capture-recapture data.

Počítá odhady přežití a zachycení pravděpodobnosti a podíl populace v otevřených přechodových zpětného záchytu data.

virttrap Instructional tool simulating a capture-recapture experiment.

virttrap instruktážní nástroj simulující experiment znovu-odchyení.

<http://www.phidot.org/software/>