

## Populační dynamika prasete divokého (*Sus scrofa*) na střední Moravě (Artiodactyla: Suidae)

Population dynamics of the Wild Boar (*Sus scrofa*) in central Moravia, Czech Republic (Artiodactyla: Suidae)

Blažena HLADÍKOVÁ<sup>1</sup>, Jiří ZBOŘIL<sup>2</sup> & Emil TKADLEC<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Fertimed s. r. o., Boleslavova 2, 779 00 Olomouc

<sup>2</sup> OMS Olomouc, Wellnerova 20, 779 00 Olomouc

<sup>3</sup> katedra ekologie a životního prostředí PFF UP, Tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

<sup>4</sup> Ústav biologie obratlovců AV ČR, 675 02 Studenec 122

došlo 18. 10. 2006

**Abstract.** During the second half of the 20th century, population size of the wild boar (*Sus scrofa*) began to increase dramatically in most European countries. Despite several approaches applied, no attempt has been made to examine long-term data on boar population dynamics using modern statistical techniques. Here we analyse time series of annual catches of boars from 9 hunting areas in the Olomouc region, Czech Republic, covering the period 1964–2005. We found that the dominant feature in the species' dynamics was a constant population increase by 11.6% each year. There was no slowdown during the last years, the population continuing to increase exponentially over the whole period studied. We could not demonstrate the landscape effect of forest proportions on the trend component. By fitting the large set of autoregressive linear models we revealed that the models with the effects of North Atlantic Oscillation, used as a proxy for winter climatic effects, clearly outperformed the pure autoregressive models. This may indicate that winter climate does have a capacity to influence populations dynamics of the species. However, the NAO effect was not consistent in all areas studied, suggesting that it was either weak or strongly dependent on local conditions.

**Key words.** NAO, population growth rate, *Sus scrofa*, time series analysis.

### ÚVOD

Početnost prasete divokého (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) v celé České republice se v druhé polovině 20. století výrazně změnila. Zatímco poválečné úlovky na našem území dosahovaly řádově jen několika desítek jedinců, v roce 1954 se ulovilo již více než tisíc jedinců a v roce 2004 dokonce 120 tisíc jedinců. Zdá se, že tento trend není záležitostí pouze území ČR nebo Evropy (WOLF 1978, TELLERIA & SAEZ-ROYUELA 1985, SAEZ-ROYUELA & TELLERIA 1986, FRUZIŇSKI 2002, FERNANDEZ-LLARIO et al. 2003, LEMEL et al. 2003, BIEBER & RUF 2005), ale je pozorován také na ostatních kontinentech, např. v Austrálii a na Novém Zélandu u ferálních populací prasete domácího (DZIECIOŁOWSKI et al. 1990, HONE 2002).

Příčiny tohoto růstu nejsou zatím dobře známy. Prase divoké nemá kromě člověka v podstatě přirozené nepřátele, neboť početnosti rysa, vlka nebo medvěda jsou z tohoto pohledu zanedbatelné. Vedle nízké predace lze možné příčiny této populační exploze spatřovat také v intenzifi-

kaci zemědělství, kde došlo k podstatnému zvýšení produkce a také ke změnám v pěstovaných plodinách (NEET 1995, FERNANDEZ-LLARIO et al. 2003, KRÜGER 1998, GEISSER & REYER 2005), ve změnách v krajině (FEICHTNER 1998, VIRGOS 2002, ACEVEDO et al. 2006), v častějším výskytu semenných roků nebo ve změnách v globálním klimatu (JEDRZEJEWSKA & JEDRZEJEWSKI 1998, BIEBER & RUF 2005, GEISSER & REYER 2005). Růst populace prasete divokého způsobuje řadu problémů. Vedle ekonomických ztrát v důsledku škod na polních kulturách dochází také k negativním vlivům na ostatní faunu i flóru. Prasata se živí mláďaty ptáků hnízdících na zemi, a to i chráněných druhů, jako jsou tetřev nebo jeřábek (SANIGA 2002). Konzumují rovněž mláďata drobných savců nebo přímo ohrožené hlodavce (NYENHUIS 1998, JUSKAITIS 1999) a mohou přispívat ke klesající početnosti zajíce polního. Popsáno bylo i napadání mláďat srnce obecného, které se patrně týká jen čerstvě narozených jedinců (VACH et al. 1999). K nezanedbatelným ztrátám dochází na chráněných rostlinách (HONE 2002). Stále vzrůstající početnost prasete divokého s sebou nese i dosti závažný epidemiologický problém, kterým je možný přenos různých chorob na hospodářská zvířata a člověka – klasický mor prasat, bovinní tuberkulóza, trichinelóza atd. (MACKENZIE 1999, LIPTOWSKI 2003, MACHÁČKOVÁ et al. 2003). Je tedy zřejmé, že rostoucí početnost prasete divokého je významným celospolečenským problémem, jehož řešení se stává s přibývajícím časem stále naléhavější.

Předpokladem úspěšného managementu je dobrá znalost reálné situace a porozumění ekologickým procesům probíhajícím v přírodních populacích. Jedním z metodických přístupů, které by mohly přinést nové informace o dynamice a povaze demografických procesů, je moderní statistická analýza časových řad ročních úlovků, která zatím chybí. Předmětem předložené práce je analýza populační dynamiky prasete divokého v 9 oblastech Olomoucka v letech 1964–2005 a její charakteristika z hlediska stability a složitosti dynamiky. Cílem práce bylo (1) popsat proměnlivost abundance prasete divokého pomocí analýzy časových řad ročních úlovků a (2) posoudit vliv krajinných (lesnatost) a klimatických faktorů na populační dynamiku v uvedeném období.

## MATERIÁL A METODY

### P o p i s ú z e m í

Populační dynamika prasete divokého byla studována nad území okresu Olomouc o celkové ploše 980 km<sup>2</sup>. Nadmořská výška kolísá v rozmezí od 195 m do 660 m nad mořem. Průměrná roční teplota území ve studovaných letech je 8,8 °C. Území Olomoucka jsme rozdělili do 9 oblastí, ve kterých jsme prováděli analýzu časových řad ročních úlovků (viz ZBOŘIL et al. 2007 s detailní mapou dokumentací). Oblasti se částečně shodují s oficiálními chovatelskými oblastmi zvěře, vytvořenými ve 2. polovině 90. let Okresním mysliveckým spolkem v Olomouci. Tyto oblasti jsou plošně různě velká území (od 5 000 do 22 000 ha) zahrnující větší počet honiteb (od 6 do 20). Lesní porosty tvoří asi 25 % z celkové plochy, polní kultury představují 72 % území a zbytek, tedy 3 %, připadají na travnaté porosty, pastviny nebo vodní plochy. Pro jednotlivé oblasti jsme prostřednictvím metod GIS získali lesnatost jako proporční zastoupení lesních biotopů na daném území.

### D a t a

Analýzovali jsme časové řady ročních úlovků prasete divokého z let 1964–2005, které sloužily jako operační proměnná indikující populační dynamiku prasete divokého na Olomoucku. Data nám byla poskytnuta Okresním mysliveckým spolkem v Olomouci, referátem životního prostředí (odboru myslivosti) Okresního úřadu Olomouc, dále Magistrátem města Olomouce (odbor životního prostředí) a Krajským

úřadem Olomouckého kraje. Rovněž jsme odhadli trend v celorepublikových údajích ve stejném období publikovaných každoročně prostřednictvím statistických ročenek.

K hodnocení vlivu klimatických faktorů v zimním období na populační dynamiku jsme použili zimní index severoatlantské oscilace (NAO), který je dostupný na <http://www.cgd.ucar.edu:80/cas/climind>.

## Statistická analýza

Mezioblastní proměnlivost v průměrných ročních úlovcích přepočítaných na jednotku plochy (10 km<sup>2</sup>) byla hodnocena pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova testu. Časové řady úlovků jsme logaritmovali a odhali časový trend metodou lineární regrese. Směrnice trendových přímků udávají průměrnou vnitřní míru populačního růstu v daném období. Jejich statistická významnost byla testována *t*-testem. Mezioblastní rozdíly v lineárním trendu jsme hodnotili testem homogenity směrnic. Dále jsme zkoumali, zda trend závisí na lesnatosti oblasti, tj. na proporčním zastoupení lesních ploch. Rovněž jsme porovnali populační dynamiku na Olomoucku s dynamikou v celé České republice.

Vlivy klimatické variability měřené zimním indexem severoatlantské oscilace (NAO) byly po eliminaci lineárního trendu analyzovány pomocí základního populačního modelu shodně jako v předešlé studii (ZBOŘIL et al. 2007). Populační model vede po úpravě ke statistickému autoregresnímu log-lineárnímu modelu do kterého jsme zahrnuli autoregresní procesy 0.–2. řádu a kde  $\varepsilon_t$  představuje normálně rozdělenou náhodnou veličinu s průměrem 0 a konstantní variancí (šum). Autoregresním modelováním lze odhadnout nejen řád dynamiky, ale také testovat prediktivní vlivy dalších proměnných na dynamiku prasete. Optimální model je takový, který má nejnižší hodnotu Akaikého informačního kritéria upraveného pro malé vzorky (AICc) vypočítaného podle vzorce HURVICH & TSAI (1989), viz také ZBOŘIL et al. (2007). Všechny kroky statistické analýzy byly realizovány v programu R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2006).

## VÝSLEDKY

### Průměrný úlovek a popis trendu

Jednotlivé oblasti se liší ve velikosti ročního úlovku přepočítaném na plochu ( $\chi^2=119,6$ ;  $df=8$ ;  $p<0,001$ ). Jednoznačně největší roční úlovek 9,2 jedinců na 10 km<sup>2</sup> byl zaznamenán v oblasti 4, naopak nejmenší úlovky pod 2 jedince na 10 km<sup>2</sup> byly pozorovány v oblastech 3, 6, 7 a 8. Populační dynamika prasete divokého na Olomoucku není stacionární, ale vykazuje ve všech zkoumaných oblastech vzestupný trend (obr. 1). Logaritmováním řady úlovků lze ale trend dobře zlinearizovat a popsat ho jednoduchou lineární regresí. Ve všech zkoumaných oblastech byl zjištěn signifikantní vzestupný trend (tab. 1). Na základě hodnot směrnice přímků lze vidět rozdíly mezi oblastmi. Největší nárůst populace prasete divokého, měřený velikostí směrnice lineárního trendu, lze pozorovat v oblastech 3, 5 a 7. Naopak nejnižší růst populace je v oblastech 6, 8 a 9. Vliv lesnatosti na populační růst nebyl signifikantní ( $t=0,72$ ;  $p=0,5$ ).

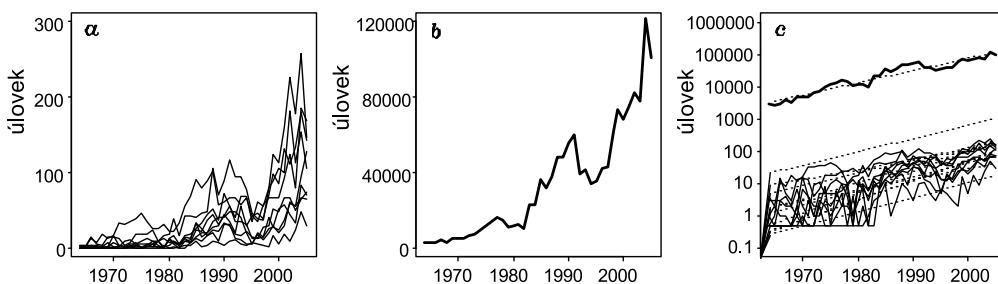
Směrnice současně určují průměrnou vnitřní míru realizovaného populačního růstu  $r$  ve sledovaném časovém období a lze je převést na roční procentuální růst podle vztahu  $r=\ln(1+procento/100)$ . Největší růst kolem 16 % ročně byl pozorován v oblasti 7 (směrnice 0,149), kde polní biotopy tvoří 80,4 % plochy. Dále v oblasti 3 a 5, kde agrocenózy představují 60,3 a 91,9 % území. Naopak nejmenších hodnot kolem 6 % ročně dosáhl růst v oblastech 9 a 4, kde jsou polní kultury zastoupeny jen málo (44,2 a 19,6 %). Průměrný roční procentuální růst velikosti úlovku v jednotlivých oblastech v letech 1964–2005 je 11,6 %. To je více než v České republice (test homogenity směrnic: interakce Olomouc\*ČR,  $t=42,1$ ,  $p<0,001$ ), kde je průměrný roční růst 9,1 % (směrnice přímků 0,087 s dolní a horní mezí spolehlivosti 0,080 a 0,095).

Prediktivní vlivy NAO na meziroční oscilace byly studovány v kombinaci s autoregresními lineárními modely 0. až 2. řádu. Použili jsme zimní index NAO pro stejný rok ( $t$ ) a pro zimní

Tab. 1. Směrnice lineárních trendů v jednotlivých oblastech Olomoucka a jejich 95% meze spolehlivosti. Směrnice se významně liší od 0, když interval spolehlivosti nezahrnuje 0  
 Table 1. Slopes of linear trends with the 95% confidence intervals for 9 hunting areas in the Olomouc region. The slope differs significantly from 0 if the confidence interval does not include 0

oblast / region	směrnice / rule	dolní mez / lower limit	horní mez / upper limit
1	0,0918	0,0784	0,1051
2	0,1167	0,1032	0,1302
3	0,1424	0,1234	0,1615
4	0,0702	0,0509	0,0895
5	0,1388	0,1147	0,1630
6	0,0999	0,0780	0,1218
7	0,1487	0,1330	0,1643
8	0,1035	0,0850	0,1220
9	0,0773	0,0607	0,0948

období v předchozím roce ( $t-1$ ). Nejnižší hodnoty sumy  $AIC_c$  (tab. 2) byly pozorovány u modelů obsahující účinky NAO. Zcela nejlepší strukturou modelu byla kombinace autoregresního modelu 1. řádu [ar(1)] a opožděného účinku NAO ( $NAO_{t-1}$ ). Tento model byl o 26,8 nižší než čistý autoregresní model [ar(0)], což značně převyšuje stanovenou hranici 9 (viz metody). Ačkoliv měl tento model nejnižší sumu  $AIC_c$ , nejlepším modelem se stal pouze u jedné oblasti. Navíc regresní koeficient pro účinky NAO vykazoval značnou prostorovou proměnlivost, tj. v 5 oblastech předpovídal po teplé zimě charakterizované vyšším indexem NAO vyšší úlovky, ve 4 oblastech naopak nižší úlovky. Druhý nejlepší model zahrnoval kombinaci autoregresního modelu 1. řádu a přímé účinky NAO ( $NAO_t$ ). Tento model po klimaticky teplé zimě předpovídal konzistentně vyšší úlovky v 7 z 9 oblastí. Tyto výsledky naznačují, že účinek NAO je relativně slabý anebo je silně závislý na lokálních podmínkách prostředí.



Obr. 1. Populační dynamika prasete divokého v devíti oblastech Olomoucka (a) a v České republice (b). Na panelu (c) je použito logaritmické měřítko a lineární trendy jsou znázorněny přerušovanými čarami. V horní části grafu je vynesena trend pro celou Českou republiku, ve spodní části grafu pro dynamiky na Olomoucku.

Fig. 1. Population dynamics of the wild boar in nine areas in the Olomouc region (a) and the Czech Republic (b). In panel (c), the annual bag (úlovek) is plotted on a log scale. The dashed lines depict linear trends for the Czech Republic (upper part) and Olomouc region (lower part).

Tab. 2. Prediktivní schopnosti různých autoregresních modelů aplikovaných na řadu ročních úlovků prasete divokého v 9 oblastech na Olomoucku posuzované podle sumy AICc. Nejnižších hodnot dosahovaly modely obsahující účinek NAO. Čistý autoregresní model bez NAO se umístil v pořadí až na 6. místě  
 Table 2. Predictive power of autoregressive linear models fitted to time series of annual bag of the wild boar in nine hunting areas in the Olomouc region ranked according to the lowest sum of AICc. Models containing a NAO term performed better than pure autoregressive models without the NAO term which appeared first at the 6th place

struktura modelu / model structure	$\Sigma$ AICc	rozdíl / difference
Ar(1)+NAOt-1	784,8	0,0
Ar(1)+NAOt	790,3	5,5
Ar(2)+NAOt-1	799,6	14,8
Ar(1)+NAOt+ NAOt-1	802,3	17,5
Ar(2)+NAOt	807,2	22,4
Ar(0)	811,6	26,8
Ar(0) +NAOt-1	818,4	33,6
Ar(2)+NAOt+ NAOt-1	818,7	33,9
Ar(0)+NAOt	823,0	38,2
Ar(0)+NAOt+ NAOt-1	833,2	48,4
Ar(1)	893,7	108,9
Ar(2)	1250,4	465,6

## DISKUSE

Populační dynamika prasete divokého má v celé České republice výrazně stoupající trend a přesné příčiny tohoto jevu zatím nejsou dostatečně známy. Moderní analýzy časových řad abundancí nebo ročních úlovků však zůstávají relativně vzácným nástrojem při hledání příčin a mechanismů, které ovlivňují populační dynamiku prasat (NEET 1995). V předložené práci jsme analyzovali časové řady ročních úlovků prasete divokého z let 1964–2005 v 9 oblastech Olomoucka. Zjistili jsme, že ve všech studovaných oblastech rostou roční úlovky exponenciálně s průměrnou procentuální mírou růstu 11,6 %. Neprokázali jsme vliv lesnatosti na tento trend. Zdá se, že klimatické vlivy zimního období reprezentované severoatlantskou oscilací by mohly přispět k vysvětlení pozorovaných meziročních fluktuací. Pozorované efekty ale vykazují velkou prostorovou proměnlivost a pro jejich definitivní potvrzení budou nezbytná další data. Získané výsledky o populační dynamice prasete divokého v České republice potvrzují celosvětově pozorované populační trendy a současně upozorňují na to, že růstové trajektorie si i nadále udržují charakter exponenciálního, tj. nebrzděného růstu.

Vzestupný trend pozorovaný v devíti oblastech na Olomoucku jen potvrzuje již dřívější pozorování na našem území z konce 70. let (WOLF 1978). Již tenkrát bylo zřejmé, že populační růst prasat je nebyvalý a že management populací je nezbytný. Jako optimální velikost celé populace v České republice byla v té době navržena početnost 4–5 tisíc jedinců (srovnej se současnými úlovkami z roku 2004, které jsou kolem 120 tisíc jedinců!). Dnes, téměř po 30 letech od této práce, lze konstatovat, že růst populace se nezpomalil a i nadále si udržuje exponenciální charakter, s konstantní mírou vnitřního populačního růstu již od konce 60. let. To je dobře patrné z logaritmovaných hodnot ročních úlovků. Toto pozorování je významné, neboť implikuje, že příčiny tohoto růstu je nutné hledat mnohem dříve než v současných změnách prostředí, které nastaly zejména v 90. letech. Na základě srovnání časových řad pro Olomoucko a srovnání

s celorepublikovou úrovní lze konstatovat, že populační dynamiky vykazují velmi podobné znaky, nejen pokud jde o vzestupný trend. Míru růstu denzity však není možné blíže srovnat s populacemi v sousedních státech, protože zatím neexistují obdobné práce analyzující časové řady úlovků prasete divokého.

Nastartování populačního růstu u prasete divokého může souviset s intenzifikací zemědělství a s globálními klimatickými změnami. Právě v této době docházelo k přeměně krajinné struktury při přechodu na velkoplošné hospodaření a také ke změnám v pěstovaných plodinách (např. rozšíření kukuřice, NEET 1995). Na významný vliv vyšší zemědělské produkce v některých letech upozorňují už starší práce (BOBACK 1960). V Polsku rostly úlovky prasete divokého se zastoupením polních ekosystémů (FRUZIŃSKI 2002). My jsme takové vlivy na Olomoucku neprokázali – pouze tendenci. Z dalších příčin rostoucího trendu lze jmenovat rovněž klimatické změny posledních desetiletích. Zimní index NAO vykazuje od 50. let výrazný vzestupný trend (HURRELL 1995). To se u nás projevuje mírnějšími a suššími zimami, které mohou mít pozitivní vliv na úrodu a na množství potravy v zimních měsících. V našich podmínkách zpravidla prase divoké netrpí nedostatkem potravy, pokud nejsou déletrvající velké mrazy, které by znemožnily rytí v půdě (WOLF 2000). Příčiny rostoucího populačního trendu lze ale jen stěží hledat v poklesu predáčnického tlaku, neboť struktura a početnost přirozených predátorů se významně neměnila a změny v intenzitě lovu ze strany člověka u nás nejsou zatím doloženy. Další možnou příčinou vzrůstajícího trendu může být snížená interakce s patogeny, zejména pokud jde o virové onemocnění klasický mor prasat. Od poloviny 70. let nebyl na našem území klasický mor prasat zaznamenán až do října roku 1990, kdy byl prokázán jeden případ na Břeclavsku (WOLF 2000). Poté následovala řada dalších výskytnů, ale na populaci prasete divokého to nemělo prakticky žádný vliv. Tuto hypotézu tudíž rovněž nelze použít k vysvětlení populačního trendu.

Studium klimatických faktorů v předložené práci naznačilo vliv severoatlantské oscilace v zimním období na meziroční variabilitu úlovků prasete divokého. Všechny modely obsahující účinky NAO měly lepší predikční schopnosti než “čisté” autoregresní modely. Vysoké procento mláďat prasete divokého se rodí v únoru a březnu a nepříznivé počasí může zvýšit mortalitu mláďat s dopadem na celkový roční úlovek. Jistou roli může sehrát i přístupnost k potravním zdrojům. Při vysoké sněhové pokrývce a hluboce promrzlé půdě se výrazně snižuje dostupnost potravy. Samice mohou být v období rozmnožování (listopad–prosinec) vlivem nedostatku potravy v horší tělesné kondici, což by se mohlo projevit nižšími vrhy. V Bialowiežském pralesu uhynie v prvním roce života v průměru 40 % mláďat, ale v roce s příznivým počasím uhynie pouze kolem 10 % a ve zvláště nepříznivém i 80–90 % (WOLF 2000). Hlavními příčinami této zvýšené mortality jsou nedostatek potravy, zejména žaludů, a nepříznivé povětrnostní podmínky, zejména vysoká sněhová pokrývka (OKARMA et al. 1995). Nižší úroda žaludů spojená s vyšší mortalitou prasat je pozorována zpravidla v roce, který následuje po roku nadprůměrné úrody (JEDRZEJEWSKA & JEDRZEJEWSKI 1998). Pokud by klimatické faktory ovlivňovaly kauzálně produkci semen, bylo by možné vysvětlit opožděný vliv počasí na velikost úlovku.

Na druhou stranu je nutné dodat, že pozorované efekty počasí nebyly konzistentní a vykazovaly velkou prostorovou proměnlivost. To může být způsobeno odlišným působením klimatických faktorů v závislosti na lokálních podmínkách v kombinaci s migrační odpovědí prasat. V nepříznivých letech se mohou prasata stahovat jen do některých oblastí, což se projeví v některých oblastech úbytkem, v jiných nárůstem. Nekonzistentnost účinků zimního počasí ale může také naznačovat, že klimatické vlivy nemusejí být tak silné jako u jiných zástupců lovné zvěře (ZBOŘIL et al. 2007).

Analýzou časových řad úlovků prasete divokého byl zdokumentován vzestupný trend ve vývoji populační početnosti ve všech oblastech Olomoucka. Jde o první analýzu časových řad abundancí úlovků pomocí moderních statistických metod, která dosud byla na tento druh aplikována. To znemožňuje jakékoliv kvantitativní srovnání pozorovaných dynamik. Zatím přesně neznáme procesy, které v populacích probíhají. Naše výsledky naznačují určité vlivy počasí na demografické procesy. Zde je však nutné dodat, že jsme zkoumali pouze vliv zimního počasí a nikoliv vlivy v ostatních částech roku. Rozšíření analýz na působení celoročních klimatických vlivů, zejména v kritických obdobích (např. v době rození mláďat), by proto bylo žádoucí pro definitivní posouzení vlivu počasí. K pochopení problému by mohlo přispět také studium věkové a pohlavní struktury. Takové přístupy by mohly výrazně napomoci našemu porozumění demografickým procesům probíhajícím v populaci prasete divokého a přispět ke zkvalitnění managementu jeho populací.

## PODĚKOVÁNÍ

Za laskavé poskytnutí dat děkujeme zejména Františku MALÉMU a Dagmar ČÍŽKOVÉ. Za pomoc s metodami GIS děkujeme Marku BEDNÁŘOVI.

## LITERATURA

- ACEVEDO P., ESCUDERO M. A., MUNOZ R. & GORTAZAR C., 2006: Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriol.*, **51**: 327–336.
- BIEBER C. & RUF T., 2005: Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. *J. Appl. Ecol.*, **42**: 1203–1213.
- BJORNSTAD O. N., FALCK W. & STENSETH N. C., 1995: Geographic gradient in small rodent density-fluctuations – a statistical modeling approach. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **262**: 127–133.
- BOBACK A. W., 1960: *Diviacia zver*. Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, Bratislava, 151 pp.
- BURNHAM K. P. & ANDERSON D. R., 1998: *Model Selection and Inference. A Practical Information-theoretic Approach*. Springer, New York, 353 pp.
- DZIECIOLOWSKI R. M., CLARKE C. M. H. & FREDRIC B. J., 1990: Growth of feral pigs in New Zealand. *Acta Theriol.*, **35**: 77–88.
- FEICHTNER B., 1998: Causes of fluctuations in the hunting kill of wild boar in the Saarland. *Ztschr. Jagdwiss.*, **44**: 140–50.
- FERNANDEZ-LLARIO P., MATOES-QUESADA P. M., SILVERIO A. & SANTOS P., 2003: Habitat effects and shooting techniques on two wild boar (*Sus scrofa*) populations in Spain and Portugal. *Ztschr. Jagdwiss.*, **49**: 120–129.
- FRUZINSKI B. & LABUDZKI L., 2002: Management of wild boar in Poland. *Ztschr. Jagdwiss.*, **48**: 201–207.
- GEISSER H. & REYER H. U., 2005: The influence of food and temperature on population density of wild boar *Sus scrofa* in the Thurgau (Switzerland). *J. Zool., Lond.*, **267**: 89–96.
- HONE J., 2002: Feral pigs in Namadgi National Park, Australia: dynamics, impacts and management. *Biol. Conserv.*, **105**: 231–242.
- HURRELL J. W., 1995: Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. *Science*, **269**: 676–679.
- HURVICH C. V. & TSAI C. L., 1989: Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*, **76**: 297–307.
- JEDRZEJEWSKA B. & JEDRZEJEWSKI W., 1998: *Predation in Vertebrate Communities. The Bialowieza Primeval Forest as a Case Study*. Springer, Berlin, 450 pp.

- JUŠKAITIS R., 1999: Winter mortality of the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) in Lithuania. *Folia Zool.*, **48**: 11–16.
- KRÜGER T., 1998: Development of the hunting kill of wild boar (*Sus scrofa* L. 1758) and possible influencing factors in the present state of Saxony. *Ztschr. Jagdwiss.*, **44**: 151–166.
- LEMEL J., TRUVE J. & SODERBERG B., 2003: Variation in ranging and activity behaviour of European wild boar *Sus scrofa* in Sweden. *Wildl. Biol.*, **9**: 29–36.
- LIPTOWSKI A., 2003: European wild boar (*Sus scrofa* L.) as a reservoir of infectious diseases for domestic pigs. *Medyc. Wet.*, **59**: 861–863.
- MACHÁČKOVÁ M., MATLOVA L., LAMKA J., SMOLIK J., MELICHÁREK I., HANZLÍKOVÁ M., DOCEKAL J., CVETNIC Z., NAGY G., LIPIEC M., OCEPEK M. & PAVLIK I., 2003: Wild boar (*Sus scrofa*) as a possible vector of mycobacterial infections: review of literature and critical analysis of data from Central Europe between 1983 to 2001. *Vet. Med.*, **48**: 51–65.
- MACKENZIE D., 1999: Sickly swine – wild boar are spreading disease to Europe's pig farms. *New Sci.*, **163**: 23–23.
- NEET C. R., 1995: Population dynamics and management of *Sus scrofa* in western Switzerland: a statistical modelling approach. *Ibex J. M. E.*, **3**: 188–191.
- NYENHUIS H., 1998: Stagnant roe deer population as a consequence of wild boar and red fox impact. *Allg. Forst Jagdztg.*, **169**: 14–19.
- OKARMA H., JEDRZEJEWSKA B., JEDRZEJEWSKI W., KRASINSKI Z. A. & MILKOWSKI L., 1995: The roles of predation, snow cover, acorn crop, and man-related factors on ungulate mortality in Bialowieza primeval forest, Poland. *Acta Theriol.*, **40**: 197–217.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 1996: R: *A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. URL: <http://www.R-project.org>.
- SAEZ-ROYUELA C. & TELLERIA J. L., 1986: The increased population of the wild boar (*Sus scrofa* L.) in Europe. *Mammal Rev.*, **16**: 97–101.
- SANIGA M., 2002: Nest loss and chick mortality in capercaillie (*Tetrao urogallus*) and hazel grouse (*Bonasa bonasia*) in West Carpathians. *Folia Zool.*, **51**: 205–214.
- SCHLEY L. & ROPER T. J., 2003: Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Rev.*, **33**: 43–46.
- TELLERIA J. L. & SAEZ-ROYUELA C., 1985: Demographic evolution of the wild boar (*Sus strofa*) in Spain. *Mammalia*, **49**: 195–202.
- TKADLEC E., 2000: Populační dynamika zajíce polního na okrese Prostějov. *Přír. Studie Muz. Prostěj.*, **3**: 133–149.
- VACH M., BARNET V., BEJČEK V., HANZAL V., HROMAS J., RŮŽIČKA J., SVÁROVSKÝ J., ŠŤASTNÝ K., WOLF R., SEHNAL J. & ŘEHÁK L., 1999: *Myslivost*. Silvestris, Uhlířské Janovice.
- VIRGOS E., 2002: Factors affecting wild boar (*Sus scrofa*) occurrence in highly fragmented Mediterranean landscapes. *Can. J. Zool.*, **80**: 430–435.
- WOLF R., 1978: Development of wild boar population in ČSSR. *Sbor. Věd. Lesn. Úst. Vys. Šk. Zemědel. v Praze*, **21**: 179–193.
- WOLF R., 2000: *Rukověť chovu a lovu černé zvěře*. Matice lesnická, spol. s r. o., Písek, 148 pp.
- ZBOŘIL J., HLADÍKOVÁ B. & TKADLEC E., 2007: Populační dynamika zajíce polního (*Lepus europaeus*) na střední Moravě. *Lynx, n. s.*, **38**: 89–97.