

Tetřevovití na Šumavě – habitatové modely a vymezení jádrových území

Dušan Romportl, KFGG PŘF UK

1. Úvod

Modelování potenciálního výskytu druhů, resp. jejich vhodného habitatu patří mezi klíčové nástroje ochrany druhů a managementu jejich habitatu. Vyhodnocení preference habitatů, vymezení kombinace klíčových podmínek prostředí, a především definování jádrových území reálného i potenciálního výskytu zájmových druhů představují důležité podklady pro úspěšný ochranný management. Předložená studie proto představuje metodický postup a výsledky habitatového modelování všech tří zájmových druhů tetřevovitých na území NP Šumava – tetřeva hlušce (*Tetrao urogallus*), tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*) a jeřábka lesního (*Bonasa bonasia*).

1.1. Cíle modelování

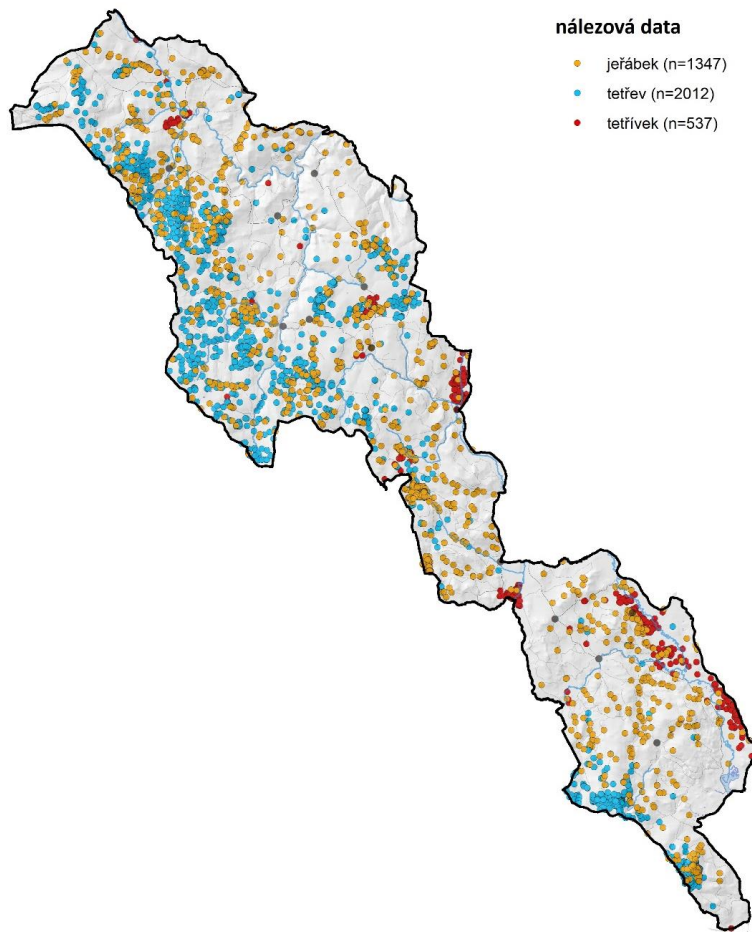
Hlavním cílem zpracování habitatových modelů bylo stanovení gradientu vhodnosti prostředí / habitatu pro výskyt všech tří zájmových druhů tetřevovitých, kteří se na území NP a CHKO Šumava vyskytují. Na tyto analýzy navazuje cíl vymezení jádrových území aktuálního, resp. potenciálního výskytu všech zmíněných druhů, které by zároveň vedle kvalitativních kritérií splňovaly i prostorové nároky studovaných druhů.

Vymezená jádrová území potom lze konfrontovat s managementovými a ochrannými opatřeními – jako příklad je zde zahrnut překryv se stávajícím vymezením klidových území. Podobně však lze výsledky studie porovnat se zonací NP, rozložením rekreační zátěže území nebo s intenzitou lesnického hospodaření na území NP.

2. Metodika

2.1 Vstupní data

Do modelování vhodnosti habitatu vstupují nálezová data zájmového druhu a relevantní charakteristiky prostředí. V případě modelů tetřevovitých na Šumavě se tedy jednalo o nálezová data pořízená v rámci detailního přeshraničního monitoringu populací – do analýzy tak vstupovalo celkem 2012 záznamů výskytu tetřeva hlušce, 537 záznamů výskytu tetřívka obecného a 1347 záznamů výskytu jeřábka obecného (viz obr. 1). Vstupní nálezová data byla ošetřena z hlediska prostorové autokorelace a filtrována pomocí funkce „rarefy“ (R package *Rarefy*). Pro potřeby modelování byla nálezová data převedena do formátu CSV.



Obr. 1 Nálezová data studovaných druhů (*jeřábek lesní*, *tetřev hlušec*, *tetřívka obecná*)

Vedle nálezových vstupních dat o zájmových druzích jsou klíčovým podkladem modelů vybrané charakteristiky prostředí – tedy prediktory vhodnosti habitatu. Jako relevantní proměnné vstupující do modelu byly vybrány a připraveny skupiny faktorů prostředí uvedené v tab. č. 1.

Tab. č.1: Použité prediktory:

SKUPINA FAKTORŮ		PREDIKTORY	ZDROJ
ABIOTICKÉ FAKTORY	RELIÉF	nadmořská výška	DMR 4g (ČÚZK)
		vertikální heterogenita reliéfu	DMR 4g (ČÚZK)
		solární radiace	DMR 4g (ČÚZK)
	TOPOKLIMATICKÉ POMĚRY	průměrná roční teplota	Databáze BÚ AVČR (Brůna a kol. 2020)
		průměrná minimální roční teplota	Databáze BÚ AVČR (Brůna a kol. 2020)
HABITATOVÉ FAKTORY	VEGETAČNÍ POMĚRY	habitaty	KVES (AOPK ČR)
		lesní typ	Lesnická typologie (ÚHUL)
	STRUKTURA VEGETACE	<i>h0_max_m</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>h0_max_std</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>h0_1.5_m</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>h0_1.5_std</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>hdens_mean</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>hdens_std</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>hperz_mean</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>hperz_std</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>usc_u</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>usc_c</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>usc_s</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>tr_height</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>tr_class</i>	LiDAR NP Šumava
		<i>cb_height</i>	LiDAR NP Šumava
FAKTORY ANTROPOGENNÍ RUŠENÍ		vzdálenost k turistickým trasám (vážená intenzitou zátěže)	Databáze tur. tras NP Šumava; STRAVA HeatMap
		vzdálenost k sídlům	Databáze budov a sídel (ZABAGED)

Komentář [c1]:
Maximal real height between HMIN and HMAX (*HMAX*)

Komentář [c2]: Standard deviation of heights between HMIN and HMAX (*HSTD*)

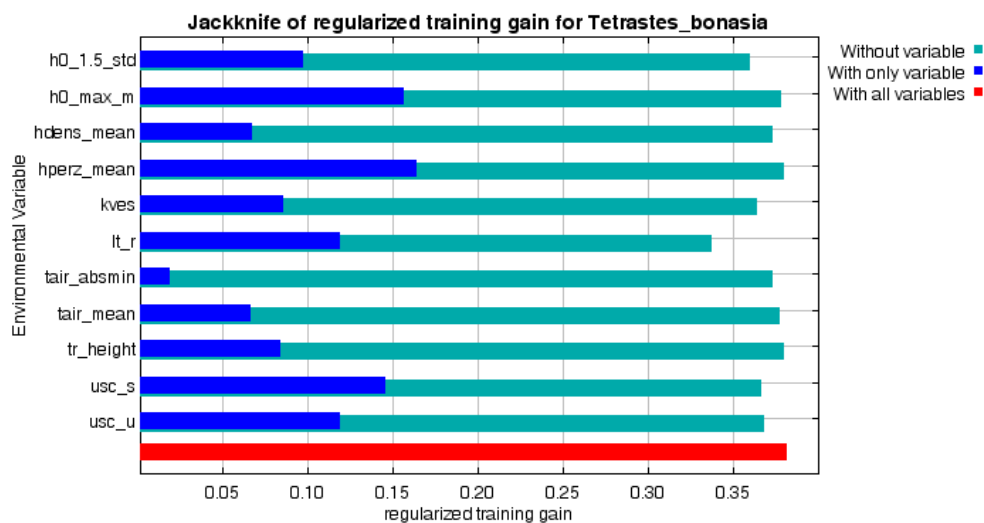
Vstupní data byla nejprve souhrnně převedena do souř. systému S-JTSK do rastrové reprezentace (ESRI grid10x10 m) a byla provedena jejich harmonizace. Současně byla vyhodnocena jejich vzájemná korelace (zejm. v případě LiDARových dat), jako prediktory byly testovány rovněž výstupy analýzy hlavních komponent (syntetické RGB rastry). Následně byla všechna vstupní data převedena na formát ASCII. Všechny představená vstupní data jsou zároveň vizualizována v příloze č.1.

2.2. Postup modelování

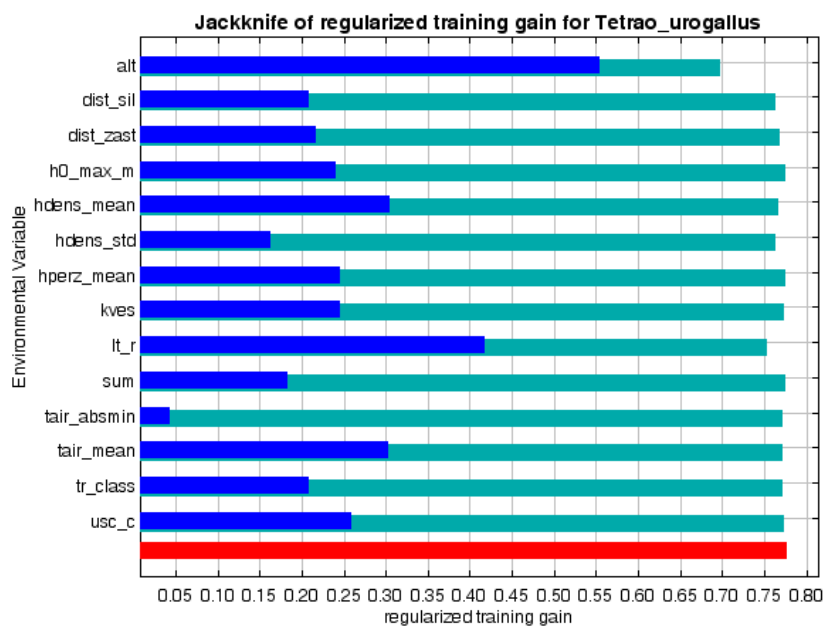
Modelování habitatové vhodnosti předcházelo v souladu s principem ODMAP (*Overview – Data – Model – Assessment - Prediction*) (Zurrell et al. 2020) sestavení tzv. koncepčního modelu, na základě kterého byly pro jednotlivé druhy vybrány relevantní vstupní proměnné prostředí. Vlastní modelování pak proběhlo s využitím knihovny MIAMaxent (Vollering et al. 2019) v prostředí programu R. Na rozdíl od klasického algoritmu Maxent (Phillips et al. 2006) umožňuje MIAMaxent výběr nejlepšího výsledného modelu z hlediska jeho prediktivní síly i complexity. Výběr probíhá na úrovni jednotlivých proměnných i jejich transformací (tzv. "*features*"). Kritériem výběru je hladina významnosti dosažená porovnáním mezi jednodušším modelem a modelem s postupně přidávanými proměnnými (tzv. *forward selection*). Selektce transformací i proměnných probíhá automaticky, v tomto případě byla zvolena hladina významnosti 0,01. Byly povoleny tyto typy transformací: L (*linear*), M (*monotone*), D (*deviation*) a B (*binary*). Celý algoritmus byl zabalen do vlastní funkce, která umožňuje dávkové zpracování velkého množství predikcí a upravuje výstup MIAMaxent tak, aby odpovídal standardnímu výstupu Maxent (tzv. "*cloglog*" výstup, Phillips et. al 2017). Výsledkem modelů jsou tak jednak tabelární a grafické výstupy popisující kvalitu modelu i význam vstupních proměnných, tak i mapové / datové podklady predikce habitatové vhodnosti.

3. Výsledky

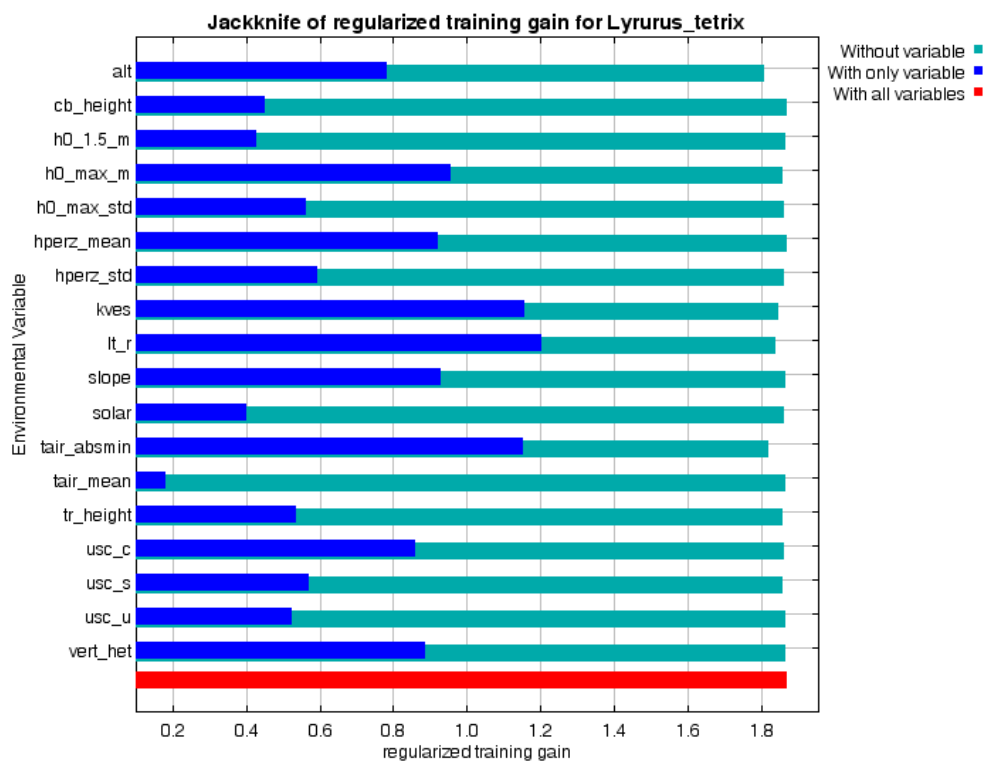
Výsledkem modelů jsou tak jednak tabelární a grafické výstupy popisující kvalitu modelu i význam vstupních proměnných, tak i mapové / datové podklady predikce habitatové vhodnosti, které jsou v originální podobě uvedeny v příloze. Pro základní přehled jsou níže uvedeny tzv. „*jack-knife grafy*“, které ilustrují význam vstupních proměnných (obr. 2-4) a mapové predikce vhodnosti habitatu (obr. 5).



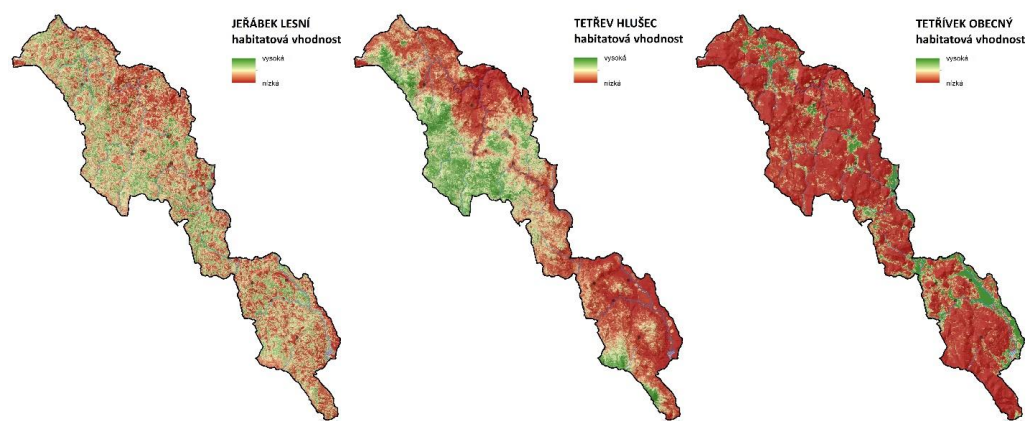
Obr. 2 Jack-knife graf pro habitatový model - jeřábek lesní



Obr. 3 Jack-knife graf pro habitatový model - tetřev hlušec

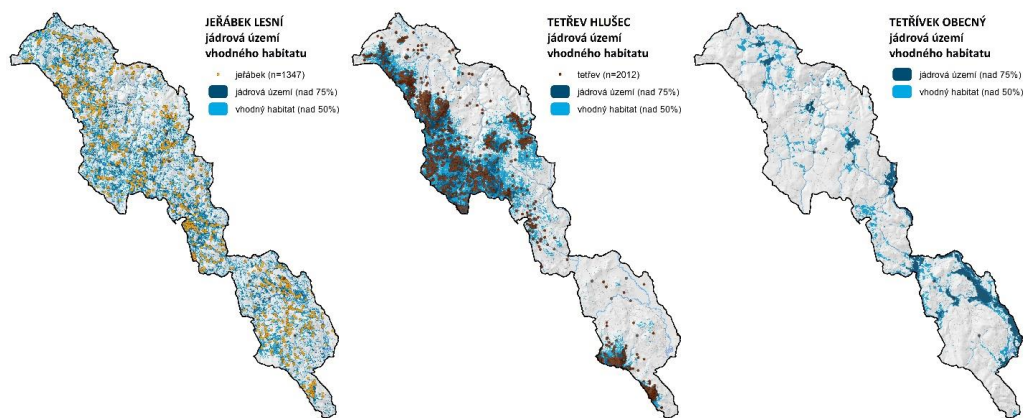


Obr. 4 Jack-knife graf pro habitatový model - tetřev obecný



Obr. 5 Mapové predikce vhodnosti habitatů pro zájmové druhy

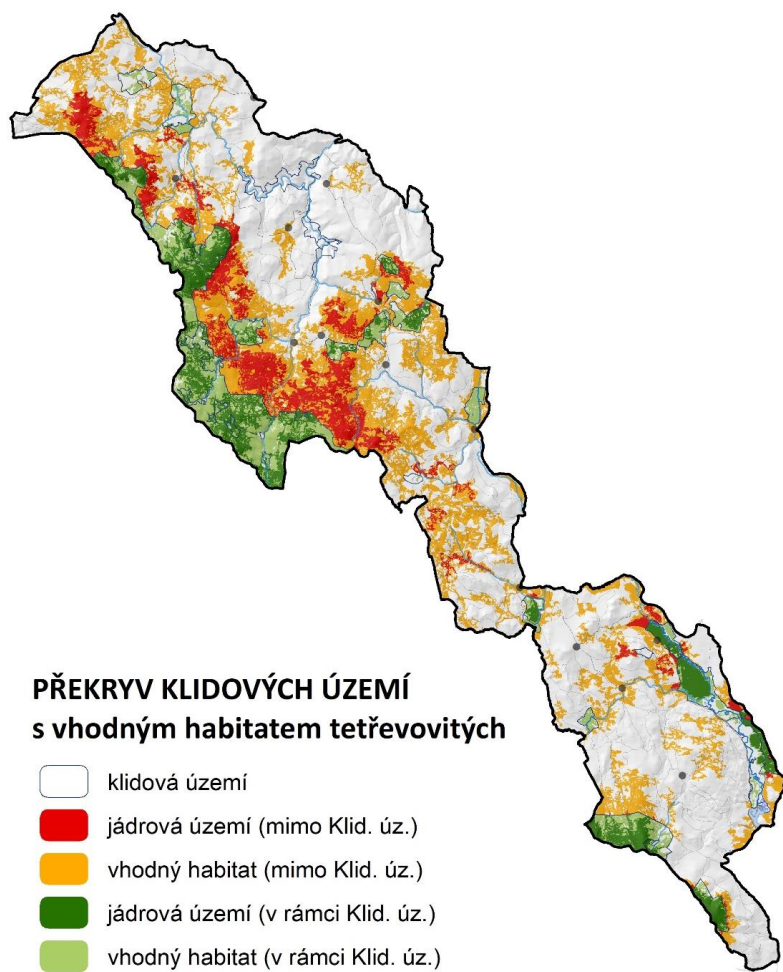
Nad výslednými prediktivními modely byla následně vyhodnocována jádrová území vhodného habitatu. Rastry habitatové vhodnosti byly převedeny na škálu 1-100 %, kdy byla extrahována území s hodnotami vyššími než 50 %, resp. 75 %. Tyto masky lokalit vhodného habitatu byly dále posouzeny z hlediska prostorových nároků zájmových druhů – v případě tetřeva byla jako limitní rozloha stanoveno 100 ha, u tetřívka to bylo 70 ha, v případě jeřábka nebyla prahová hodnota stanovena. Na základě takto stanovených prostorových nároků byly zpracovány mapy jádrových území (obr. 6, resp. v příloze).



Obr. 6 Jádrová území vhodného habitatu pro hodnocené druhy

4. Porovnání rozložení vhodného habitatu a managementu území

Uvedené výstupy nabízí možnost srovnání pokrytí vhodného nebo dokonce klíčového habitatu do tzv. klidových území národního parku. Syntézou masek dílčích jádrových území, resp. ploch vhodného habitatu byla vymezeny území s vysokým potenciálem hostit populace zájmových druhů a byla rozdělena dle jejich příslušnosti do vymezených jádrových území. Tento průnik představuje mapa na obr. 7. Stejně analýzy průniku byly provedeny i pro jednotlivé druhy.



Obr. 7 Jádrová území vhodného habitatu tetřevovitých ve vztahu ke klidovým územím NP

5. Shrnutí

Nad recentními nálezovými daty tetřevovitých byly s využitím detailních dat popisujících aktuální podmínky prostředí připraveny modely habitatové vhodnosti, postavené na přístupu maximální entropie. Na základě výsledků modelů byla definována jádrová území vhodného habitatu, které zároveň splňují prostorové nároky studovaných druhů. Finálně pak proveden překryv jádrových území všech dotčených druhů s vrstvou klidových území.

6. Literatura

- Phillips S. J., Anderson R. P., & Schapire R. E. (2006): *Maximum entropy modeling of species geographic distributions*. – *Ecological Modelling* 190: 231–259.
- Vollering J, Halvorsen R, Mazzoni S (2019): “*The MIAMaxent R package: Variable transformation and model selection for species distribution models*.” *Ecology and Evolution*, 21: 12051-12068
- Zurrel D. et al. (2020): *A standard protocol for reporting species distribution models*. *Ecography*, 43: 1261–1277. doi: 10.1111/ecog.04960