

**Jihočeská univerzita v Českých Budejovicích**  
**Přírodovědecká fakulta**



**HABITATOVÝ MODEL POTENCIONÁLNÍHO ROZŠÍŘENÍ  
ARGALI (*Ovis ammon ammon*) NA JIŽNÍM ALTAJI**

MAGISTERSKÁ DIPLOMOVÁ PRÁCE

2010

**Bc. Pavla Lhotská**

Vedoucí práce: RNDr. Martin Hais, Ph.D.

Konzultant: RNDr. Věra Říčánková, Ph.D.

**Lhotská P.**, 2010: Habitatový model potenciálního rozšíření argali (*Ovis ammon ammon*) na jižním Altaji. [Habitat model of potential distribution of argali (*Ovis ammon ammon*) in South Altai. Mgr. Thesis, in Czech.] – 52 p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

**Annotation:**

In this thesis I develop a model of potential distribution of argali (*Ovis ammon ammon*) in South Altai. There are two hypotheses of why the numbers of argali are declining, and I try to discover which of them is the most probable in our case. In the end I create a proposal for better conservation of the Ukok plateau, or (if you prefer) argali.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 30. 4. 2010

.....  
Bc. Pavla Lhotská

**Poděkování:**

Ráda bych poděkovala Martinovi a Věře za čas, který mi věnovali, a za cenné rady. Dále bych ráda poděkovala své rodině za podporu a především svému příteli, který se mnou celou práci prožil. V neposlední řadě bych ráda poděkovala Zdeňkovi, Pavlovi F. a Pavlovi K., kteří mi pomohli se statistickým zpracováním dat.

# Obsah

1. Úvod.....	1
1.1. Úvod do problematiky.....	1
1.2. Charakteristika poddruhu.....	2
1.2.1 Obecně.....	2
1.2.2 Výskyt.....	3
1.2.3 Ekologie.....	5
1.2.4 Sezónní migrace.....	7
1.2.5 Ohrožení.....	8
1.3. Cíle a hypotézy.....	9
2. Metodika.....	9
2.1. Popis zájmového území (plato UKOK).....	9
2.1.1 Poloha.....	9
2.1.2 Zóna klidu Ukok.....	10
2.1.3 Geografie.....	10
2.1.4 Klima.....	12
2.1.5 Počasí.....	13
2.1.6 Vodstvo.....	14
2.1.7 Vegetace.....	15
2.1.8 Fauna.....	18
2.1.9 Ochrana přírody.....	18
2.2. Habitatové modely.....	20
2.3. Data.....	23
(a) ASTER GDEM.....	24
(b) LANDSAT ETM+.....	24
(c) NIMBUS 7.....	25
(d) MNOŽSTVÍ SRÁŽEK.....	25
(e) VEKTOROVÁ DATA.....	26
2.4. Návrh modelů a jejich vytvoření v prostředí GIS.....	26
2.4.1 Preference argali.....	26
(a) Nadmořská výška.....	26
(b) Sklon svahu.....	27
(c) Orientace svahu.....	27
(d) Vegetační kryt.....	27
(e) Vlhkost povrchu.....	27
(f) Výška sněhové pokrývky.....	27
(g) Srážky.....	27
2.4.2 Tématické vrstvy.....	28
2.4.3 Modely.....	28
2.5. Software.....	29
2.6. Statistické zpracování.....	29
(a) Hodnocení závislosti výskytu argaliho na daných proměnných.....	29
(b) Kappa statistika.....	29
3. Výsledky.....	30
3.1. Hodnocení vlivu parametrů na výskyt argaliho.....	30
3.2. Kappa statistika.....	31
3.3. Modely.....	31
4. Diskuze.....	33
4.1. Tvorba modelů.....	34

4.1.1 Model 1.....	34
4.1.2 Model 2.....	35
4.1.3 Model 3.....	35
4.1.4 Porovnání výsledných modelů rozložení optimálního biotopu.....	36
4.1.5 Porovnání vrstev vegetačního krytu založených na jiném typu dat.....	37
4.2. Hodnocení závislosti výskytu argaliho na daných proměnných.....	37
4.3. Shrnutí.....	39
4.4. Ochrana území a návrh jejího rozšíření.....	39
5. Závěr.....	42
6. Literatura.....	44
7. Summary.....	51

# 1. Úvod

## 1.1. Úvod do problematiky

Argali (*Ovis ammon*) patří mezi chráněné druhy. V přírodním parku Ukok (republika Altaj, Rusko) se vyskytuje jeho poddruh altajský argali (*Ovis ammon ammon*). Tento poddruh je ohrožen několika faktory. Neví se však, který z těchto faktorů ohrožení je pro zvíře nejzávažnější. Mezi tyto hrozby patří sportovní lov, pytláctví, kompetice s dobytkem a úbytek přirozeného habitatu argaliho. Důvodem úbytku přirozeného habitatu, bývá uváděna změna klimatu a s tím spojená změna složení vegetace na některých územích.

Přírodní park Ukok a jeho okolí představuje pro argaliho jedno z posledních území Ruska, kde se v dnešní době vyskytuje, ačkoli dříve byl široce rozšířen až do oblastí centrální Sibíře. Je tedy v zájmu ochrany druhu toto území chránit. Nedotčenost přírodního parku Ukok je ohrožena plánovanou stavbou ropovodu a silnice.

Se zmenšováním populace argaliho se území jeho výskytu stále více fragmentuje. To má za následek izolaci jednotlivých subpopulací a následné zvýšení pravděpodobnosti jejich zániku. Ochrana území výskytu tohoto zvířete by tedy měla být jedním z primárních kroků jeho efektivní ochrany. Dalším krokem by měla být snaha o propojení jednotlivých subpopulací (pomocí ochrany území v širším měřítku) k zajištění jejich přirozené regenerace. Samozřejmě nezbytnou součástí procesu ochrany je stanovení faktorů ovlivňujících schopnost přežití těchto zvířat.

DPZ (dálkový průzkum Země) se v posledních letech stává součástí stále většího počtu rozličných vědeckých prací. Umožňuje člověku analyzovat problematiku určitého území bez složité a nákladné terénní práce a zároveň umožňuje pracovat přesně a ve větších měřítkách. Propojením výstupu DPZ s GIS dostáváme neocenitelný nástroj, kterým můžeme data dále zpracovávat a získávat tak další potřebné informace. Data DPZ se mohou využít pro účely ochrany životního prostředí např. pro určování biotopu, správu chráněných území nebo základ pro plánování v dané lokalitě.

Tato magisterská práce by měla sloužit jako určité vodítko pro další práce založené na podobném principu. Zároveň by měla podávat řadu přínosných informací o ohroženém poddruhu altajského argaliho (*Ovis ammon ammon*). A především by měl jejím výsledkem být návrh efektivnější ochrany zmiňovaného argali postavený na vytvořených habitatových modelech.

## 1.2. Charakteristika poddruhu

### 1.2.1 Obecně

Rod *Ovis* zahrnuje sedm druhů a jedním z nich je právě *Ovis ammon* (argali). Areály jednotlivých druhů jsou vzájemně allopatrické. Zástupci tohoto druhu jsou rozšířeni přes území Asie, Ruska (hl. na Sibiři), ve východní Evropě, na Aljašce, v Kanadě a v USA. Kromě toho se jeho domestikovaná forma ovce domácí *Ovis aries* vyskytuje kosmopolitně. Zástupci rodu *Ovis* obvykle obývají horské oblasti. Většina populací sezonně migruje. V létě se zvířata dostávají do vyšších nadmořských výšek a pohybují se po větší ploše, zatímco v zimě se shromažďují v chráněných údolích. Potravu představují hlavně trávy, ostřice, širokolisté byliny a také výhonky křovin.

Argali altajský (*Ovis ammon ammon*) patří mezi největší žijící zástupce ovcí na světě. Samci dosahují váhy až 200 kg a jejich rohy dorůstají délky až 165 cm (Reading et al. 2005). Průměrné míry dospělého samce jsou: délka těla 177 – 200 cm, váha 110 – 182 kg, výška v kohoutku 120 cm, délka rohu 82 – 132 cm, váha rohu 30 – 32 kg. Při srovnání s ostatními zástupci rodu *Ovis* je tento druh zajímavý nejvýraznějším pohlavním dimorfizmem ve velikosti těla (Fedosenko et al. 2005, Sobanskij 2005). Samice dosahují pouze 60–70% velikosti samce (Reading et al. 2000). Průměrně váží 100 kg a v kohoutku měří 114 cm. Mají také výrazně kratší rohy (40 – 56 cm). Argali je dobrý běžec a má tudíž kompaktní tělo, dlouhé nohy, malý kulatý ocas zakončený chomáčem srsti a malé oválné uši. Rohy mu začínají růst kolem 15 - 20 dne života a jejich růst pokračuje celý život, přičemž první tři roky nejrychleji. Podle rohů lze určit i stáří zvířete, jelikož jejich růst je přes zimu utlumen a můžeme na nich tudíž pozorovat každoroční oddělené přírůstky (Fedosenko et al. 2005, Sobanskij 2005).

Zástupci rodu *Ovis* mohou mít srst zbarvenou různě, avšak nikdy není čistě bílá a vždy je světlejší než černohnědá. Zbarvení srsti altajského poddruhu *O. a. ammon* je většinou hnědé, někdy přecházející do zrzava, avšak jeho tváře, břicho a vnitřní strana nohou jsou bílé a na zadku má argali nápadné bílé skvrny (Reading et al. 2000). Beranům narůstá delší srst na krku a v pruhu na zádech. Samice mívají světlejší barvu než samci. Zvířata línají od konce května do začátku července (čím severněji zvíře žije, tím později) a zimní srst začíná růst na přelomu léta a podzimu. Od poloviny října začíná pro argaliho období říje (Fedosenko et al. 2005, Sobanskij 2005), které trvá až do půli ledna. Konkrétně v pohoří Altaj toto období trvá od konce října do začátku prosince. Zvířata se začínají pářit dva až tři týdny po začátku říje, v pohoří Altaj tedy v první polovině listopadu. Samice jsou březí 160 – 165 dní (v severnějších oblastech rodí později). Avšak jen některé samice

ve stádu jsou oplodněny a po nepříznivém roce se počet neoplozených samic ve stádu zvyšuje. Samice rodí 1 – 3 mláďata (Anděra et al. 2000), pouze samice poddruhu *O. a. ammon* mají vždy 1 mláďe, které rodí v období 20. dubna až 5. května (výjimečně mohou mít starší samice mláďata dvě). Tato mláďata dospívají po 2,5 – 3 letech. Páření se samci poprvé účastní ve 4. – 5. roce svého života, samice ve 3. roce života. Ve volné přírodě se může argali dožít věku až 13 let, avšak nejčastěji se dožívá 4 – 5 let, méně často lze najít jedince staré 6 – 10 let. V populaci *O. a. ammon* je rozložení pohlaví následující: 40 – 53 % samic, 14 – 40 % samců a 19 – 33 % mláďat (n = 2025) (Fedosenko et al. 2005, Sobanskij 2005).

V prvním měsíci života zvířete dochází k nejvyšší úmrtnosti a dvou let se dožívá pouze 25 % mláďat. Mezi dospělci je nejvyšší stupeň úmrtnosti kolem 4 – 5 let (33 %), o něco nižší úmrtnost je ve věku 6 – 8 let (21 %) a u jedinců starších 8 let (21 %) (Fedosenko et al. 2005). Úmrtnost je nejvyšší v zimě, kdy jsou její častou příčinou drsné podmínky (velmi nízké teploty, nedostatek potravy) a vysílení (Sopin (1975) – 36 % jako druhý nejdůležitější faktor mortality). Obojí je však umocněno přítomností dobytka, který vypásá pastviny (což v zimě znamená nedostatek už tak vzácné potravy) a zdržuje se na obvyklých zimovištích argaliho (což způsobí, že se argali těmto místům vyhne a ztrácí tak vhodná zimoviště). Z nepřírodných příčin argaliho úmrtnosti je nejzávažnější lidský faktor (50 %), který je někdy dokonce uváděn jako hlavní faktor jeho úmrtnosti (Sopin 1975). Zvířata jsou lovena pastevcí, místními obyvateli a pohraničníky pro maso a samozřejmě myslivci pro trofej. (Sobanskij 2005)

Argali mají dobrý zrak a mohou člověka či šelmu zpozorovat na vzdálenost 1 km (někdy až na 2 – 3 km). Vyhýbají se zalesněným horským sedlinám, kde je špatná viditelnost. Také čich je pro argali velice důležitý, při dobrých podmínkách mohou zachytit pach člověka na vzdálenost 1 km.

### **1.2.2 Výskyt**

Druh *Ovis ammon* preferuje horské oblasti vyšších nadmořských výšek 300 – 5750 m. n. m., konkrétně altajský poddruh se pak vyskytuje v horských stepích 2000 – 3000 m. n. m. (Abaturov et al. 2004, Anděra et al. 2000, Filus 1992, Fedosenko et al. 2005, Kolosov 1938, Sobanskij 2005, Sopin 1975). Obývá krajinu s mírnými stupňovitými kopci a s platy, kde pozvolné svahy přechází do méně přístupného horského terénu. Sklon svahů nebývá větší než 20 – 30° (Sobanskij 2005). Zde se argali vyskytuje na suchých horských pastvinách, v údolích se stepním porostem a v oblastech s hornatým terénem (Kolosov 1938, Reading et al. 2005). V těchto oblastech panují mírnější klimatické podmínky. Pro argaliho je také důležitá přítomnost určitých ochranných prvků



jako je strmá štěrková stráň či osyp, kde se zvíře může v případě nebezpečí schovat (Abaturov et al. 2004, Filus 1992).

Argali není schopen přežít v oblastech s vyšší pokrývkou sněhu, jelikož nedokáže vyhrabat potravu pod sněhem hlubším než 20 – 25 cm (což je dáno stavbou jeho kopyt), proto preferuje oblasti se slabou vrstvou sněhu či zcela bez sněhu. Také se vyhýbá zalesněným svahům. V létě se zdržuje ve vyšších oblastech, naopak v zimě sestupuje níže (Fedosenko et al. 2005, Sopin 1975). Výskyt argaliho převážně ovlivňují jeho potravní preference. Vyhledává vysokohorská xerofytní tundro-stepní společenstva. Tento typ společenstev je v oblasti rozložen fragmentálně. Převládají v něm trsnaté trávy (Poaceae), kobrézie (*Kobresia*, Cyperaceae), ostřice (*Carex*) a bylinná společenstva dvouděložných rostlin.

Nepravidelný výskyt preferovaných xerofytních tundro-stepních společenstev je jednou z hlavních příčin nerovnoměrného výskytu zvířete. Areál poddruhu je tedy přirozeně fragmentován (Anchiforov 1993). Tato přirozená fragmentace by ovšem sama o sobě neznamenalala pro poddruh nebezpečí. Dále je odrazem složení rostlinného pokryvu dané oblasti také počet zvířat a jejich fyzický stav (Abaturov et al. 2004). Periodické změny klimatu Země se také odrážejí na skladbě rostlinného pokryvu. V rámci tundro-stepního vysokohorského pásu se mění poměr zastoupení tundrových a stepních rostlinných společenstev. Rozrůstají se společenstva křovinná (bříza *Betula nana*, čimišník *Caragana jubata*) což vede ke zmenšování vhodného areálu argaliho a tudíž ke snižování jeho počtů (Abaturov et al. 2004).

Argaliho můžeme najít převážně v pohoří Altaj v Mongolsku a přilehlých regionech Ruska, Číny a Kazachstánu (Maroney 2005). Území by se dalo vymezit horami střední Asie, centrálním Kazachstánem na západě, po provincii Shansi v Číně na východě, od jižní sibiře, Altaje na severu po pohoří Himaláje na jihu (Fedosenko et al. 2005). Zde převážně v jihovýchodní části (Dauro-mongolská stepní oblast) vytváří několik víceméně izolovaných skupin. První skupinu na hřbetech Čichačeva a jemu přilehlých pohoří a na hranici s Tuvou. Druhou ve střední části pohoří Sailugem, na horním toku řeky Čagan – Burgazy, a to na obou stranách rusko-mongolské hranice. Další 20 – 30 argali zůstává v jižní části plata Ukok u hranice s Čínou. (Sobanskij 2005, Abaturov et al. 2004)

Počet *Ovis ammon ammon* na světě je přibližně udáván na 20 800 – 21 200 jedinců (Fedosenko et al. 2005).

### 1.2.3 Ekologie

Stavba těla tohoto zvířete je adaptována k rychlému běhu na dlouhé vzdálenosti. V případě nebezpečí je argali schopen běžet až hodinu, přičemž může dosáhnout rychlosti 50 km/h (dospělý samci) až 60 km/h (samice, mladí samci) (Fedosenko et al. 2005).

Argali tvoří stáda o 2 – 150 jedincích, přičemž velikost a složení stáda jsou závislé na období. Pokud neprobíhá období říje, samci se zdržují odděleně od samic. Berani tvoří skupinky po 5 – 8 jedincích (Anděra et al. 2000), konkrétně je to v průměru 8, 1 berana (1 – 27, n = 86, Altaj) a 4, 4 berana (2 – 9, n = 11, západ Tian Shan), ale bylo pozorováno i stádo o 52 jedincích. Někteří samci však také žijí soliterně (Fedosenko et al. 2005). Samice žijí s mláďaty a nedospělými samci ve skupinách o velikosti 20 – 25 jedinců (Anděra et al. 2000), konkrétně je to v průměru 22, 8 (2 – 92, n = 201, Altaj) a 7, 2 jedinců (2 – 16, n = 13, západ Tian Shan). Na mongolském Altaji bylo pozorováno stádo čítající až 200 jedinců (Fedosenko et al. 2005). Argali tvoří menší stáda v oblastech s obtížnějším kamenitým terénem a kopcovitou krajinou. Naopak na otevřených platech s mírnější krajinou jsou jeho stáda větší. V prvním případě se číslo pohybuje kolem 2 – 6 jedinců, v druhém případě, a to například na Altaji, je to v průměru 18,5 jedince *O. a. Ammon* (2 – 92, n = 299). Samci vystupují do vyšších horských oblastí, které leží severněji a jsou více nehostinné. Oddělují se tak od stáda dříve než samice a na podzim se pak také později ke stádu vrací. Největší stáda jsou utvářena na podzim a v zimě, hlavně v období říje, kdy se skupina samců připojí ke skupině samic. Během této doby se mohou vytvořit stáda běžně čítající 4 – 26 samic spolu s 1 – 6 samci různého věku. V tomto stádu dochází ke konfliktům mezi samicemi různého stáří. Samci všech úrovní jsou vždy v dominantním postavení vůči samicím. Ve hře se samci střetávají bez ohledu na věk a sociální postavení, opravdový souboj však probíhá jen mezi dvěma jedinci stejného věku a postavení. V tomto stádu zůstávají samci se samicemi ještě 1 – 2 měsíce po skončení říje. Samice se před porodem odděluje od stáda a hledá místo vhodné k porodu (kryté před větrem, nelze jej spatřit z dálky). Ke stádu se vrací již s mláďetem asi dva týdny po porodu (Fedosenko et al. 2005, Sobanskij 2005).

Na Altaji a v podobných vysoko položených oblastech hor patří mezi hlavní složky potravy argaliho trávy, ostřice a širokolisté byliny. Jak již bylo řečeno areál výskytu argaliho je fragmentovaný. Důvodem je to, že zvířata různou měrou upřednostňují různá rostlinná společenstva vysokohorského pásu tundry. Nejčastěji se nachází na jižních a jihovýchodních svazích ve výškách 2400–3000 m. n. m., kde rostou xerofytní varianty luhové ostřico-travné a kobreziové tundry, a

také tundro-stepní rostlinná společenstva (Abaturov et al.2004). Vegetaci tedy tvoří specifická mozaika alpinských a stepních druhů travin s prvky tundry. Základ takovýchto společenstev tvoří trsnaté trávy (*Festuca kryloviana*, *F. Altaica*, *Poa botryoides*, *Koeleria altaica*, *Agropyron pectinatum*, *Avenochloa versicolor*, *Hierochloa alpina*, *Helictotrichon desertorum*, *Ptilagrostis mongholica*), kobrezie (*Kobresia bellardii*, *K. Schoenoides*) a ostřice (*Carex duriuscula* a další). Mezi dvouděložné byliny patří druhy jak stepních (*Alyssum biovulatum*, *Aster alpinus*, *Astragalus multicaulis*, *Eritrichum pectinatum*, *Pulsatilla patens*, *Potentilla bifurca*, *Silene turgida*) tak i tundrových (*Gastrotychnis apetala*, *Leontopodium ochroleucum*, *Oxytropis* spp., *Pachypleurum alpinum*, *Pedicularis* spp., *Polygonum bistorta*, *P. viviparum*, *Potentilla nivea*, *Saussurea alpina*, *Saxifraga hirculus*) společenstev. V této části vysokohorského pásu se také hojně vyskytují lišejníko-dřiárkové (*Dryas oxydontha*), travinné a kobreziové tundry s úseky alpských luk (*Pedicularis amoena*, *P. Myriophylla*, *Ranunculus altaicus*, *Polygonum viviparum*, *Minuartia verna*, *Rhodiola quadrifida*), vyskytující se na vypouklých štěrkovitých částech severních svahů, na sutinách a při úpatí hor. Tato společenstva argali využívají jako pastviny hlavně v zimě a na začátku vegetační sezóny, díky slabší sněhové vrstvě, která dříve roztaje (Abaturov et al.2004). Argali se naopak vyhýbají místům, kde převládají křovinné porosty (hlavně *Betula nana*), a podmáčeným lučním tundrám s ostřico–kobreziovými a lišejníko–mechovými společenstvy (Abaturov et al.2004).

Samec argaliho spotřebuje 18 – 18,5 kg vegetace za den, samice 16 kg. Ve vyšších oblastech zvířata pravidelně pijí z pramenů a řek. V níže položených a sušších oblastech, kde pramenů není tolik, pijí méně často. Pokud je v oblasti nedostatek vody, argali překonává velké vzdálenosti, aby ji získal. Dostupnost vodních zdrojů je tudíž jeden ze zásadních parametrů určujících výskyt argaliho. Pro druh *O. ammon* je typické požíraní slaných půd a vlhká i suchá místa slaných půd pravidelně navštěvují během letní sezóny. Za oblačných a deštných dní se raději zdržují na těchto půdách než u vody či na sněhu, za slunných dnů je to naopak (Fedosenko et al. 2005).

Kompetice s jinými volně žijícími zvířaty nebyla u argaliho pozorována. Velmi podstatná je však kompetice mezi jím a skotem. Dobytek často zatlačuje argaliho do méně vhodného biotopu (na Altaji to znamená vyšší nadmořské výšky) a snižuje tak jeho šance na přežití. V zimě má tento efekt samozřejmě silnější dopad, jelikož se území vhodné pastvy zmenšuje a zároveň se snižuje i její kvalita. Dále je argali ohrožován dobytčími parazity a nemocmi. Tato kompetice je jeden z závažných důvodů úmrtnosti argaliho.

Dalším zvířetem, které se podílí na jeho úmrtnosti, je vlk (*Canis lupus*). Znamená pro něj nebezpečí hlavně v zimě, kdy jeho hlavní potrava (hlodavci) není dostupná. Na Altaji představují vlci třetí nejdůležitější faktor úmrtí argaliho (17, 7 %). Mezi jeho další možné predátory patří levhart sněžný (*Uncia uncia*), rosomák sibiřský (*Gulo gulo*), rys ostrovid (*Lynx lynx*), liška obecná (*Vulpes vulpes*), medvěd hnědý (*Ursus arctos*), sup hnědý (*Aegypius monachus*), orel skalní (*Aquila chrysaetos*), orlosup bradatý (*Gypaetus barbatus*) a zdivočelí pastevečtí psi (Fedosenko et al. 2005).

#### **1.2.4 Sezónní migrace**

Dalším typickým znakem argaliho jsou migrace. Probíhají sezónně a hlavně v oblastech s drsnými alpskými či pouštními podmínkami (Fedosenko et al. 2005). Kvůli potravě jsou zvířata schopna migrovat až 100 km (Anděra et al. 2000), což v praxi často znamená migraci přes hranice států (Maroney 2005). Na Altaji argali migruje většinou v rozmezí vzdáleností do 15 km (10 – 15 až 20 – 25 km) s převýšením do 1000 m (Sopin 1975). Migrace trvá asi 1, 5 až 2 týdny. Jejím nejčastějším důvodem je snížená dostupnost potravy kvůli příliš hlubokému sněhu (Kolosov 1938). Výška sněhu na Taduairu a Sailugemu dosahuje v průměru maximálně 30 – 40 cm, avšak argali je schopen získat potravu pod sněhem pouze do hloubky 15 cm, maximálně 20 – 25 cm (Sobanskij 2005). Další důvody způsobující migrace jsou vyschnutí vegetace, přemnožení hmyzu, lov argaliho a pastva dobytka (Fedosenko et al. 2005). Např. na Sailugemu jsou v zimě lepší podmínky k získání potravy na jižních svazích než na severních. V létě naopak na více zavlažovaných severních svazích, které nejsou osvětleny prudkým sluncem, roste více rostlin (Sobanskij 2005). V posledních desetiletích se k těmto faktorům přidal i faktor lidský. Proto i termín podzimní migrace závisí kromě sezónních jevů z velké části také na termínu převedení skotu na zimní pastviny. Většinou to je v třetí dekádě října a zhruba v této době začíná také přechod argali na mongolskou stranu hor (Sobanskij 2005, Sopin 1975).

Argali se zdržuje na horních částech svahů, ve výškách 2700 – 3000 m. n. m., v nižších polohách (při úpatích) se pase skot (region Koš – Agačský). V první polovině května je skot odveden níže na letní pastviny. Argali se pak také spouští do nižších poloh. Méně často zvířata přecházejí na hřbety Čichačeva a na Talduair. Jejich přechod ovlivňuje mocnost sněhové pokrývky, která zde většinou bývá vysoká (např. 80 – 90 cm na severních svazích). Na místech, kam svítí přes den slunce, je sněhu mnohem méně. Při vysokém sněhu scházejí argali k úpatí hor do výšek 2100 – 2200 m. n. m., a je – li sněhu mnoho několik zim po sobě přechází úplně na území Mongolska (Sobanskij 2005). V jižní části Talduairu se v létě pase skot, proto se argali drží na severních svazích. Na podzim a

začátkem zimy (záleží kdy honáci odeženou skot) se spouští k úpatí hřbetu a dále v navazující step. S příchodem jara a skotu argali odchází do hor do výšek 2800 – 3000 m. n. m.

Mezi každodenní činnosti argaliho patří pastva, návštěva zdrojů vody a slaných půd, pohyb mezi místy denního a nočního odpočinku. Místa pro odpočinek v noci jsou v průměru výše než místa pastvy a je z nich dobrý výhled do okolí. Na jaře a začátkem léta urazí argali za pastvou velké vzdálenosti. Naopak v zimě a počátkem jara, kdy je počasí studené, zůstává na jednom místě. V místech s vysokým podílem dobytka či v přítomnosti jiného zdroje rušení se argali pase i v noci (Fedosenko et al. 2005).

### 1.2.5 Ohrožení

Druh *O. ammon* se nachází na červené listině ohrožených druhů IUCN. Jeho stav zde byl zaznamenán od roku 1988 jako *nejasný*, v roce 1996 byl stanoven jako *zranitelný* (Reading et al. 2005, Reading et al. 2000, Maroney 2005) a od roku 2008 je určen jako *téměř ohrožený* (Harris et al. 2008). Dále je zaznamenán v příloze II. Úmluvy mezinárodního obchodu s ohroženými druhy CITES. V Rusku a v Číně má status druhu v *ohrožení* (Maroney 2005, Reading et al. 2000). V USA je argali na listině ohrožených druhů (Reading et al. 2000). Dále je argali zapsán v ČK Mongolska jako *ohrožený* druh a zároveň jako druh *vzácný* v novém tzv. „Zákoně fauny“ (Shiirevdamba et al. 1997). V Mongosku žije již méně než 3000 jedinců. Jeho zdejší biotop tvoří horský region severního a západního Mongolska. Zdejší prostředí alpské stepi je charakteristické vysokohorskými platy, širokými údolními a zvlněnými kopci dosahujícími výšek od 2473 – 4029 m. n. m. (Maroney 2004). V Kazachstánu je status argali od roku 1996 udáván jako v *nebezpečí*. Celková populace v Kazachstánu je odhadnuta na pouhých 50 – 60 zvířat. Původně zde obýval jižní a západní oblast pohoří Altaj, dnes se na Altaji vyskytuje již pouze v oblasti Kurchum. Argali tady žije v alpské tundře a horské stepi v nadmořské výšce 800 – 3000 m. n. m. (Anonymous 1996). Pouze v Kazachstánu obývá argali i lesní biotop. Ačkoli se argali lesu normálně vyhýbá, byl sem z preferovaného biotopu vytlačen dobyt看kem (Anonymous1 2009).

Poddruh *O. a. ammon* je zapsán v IUCN červené listině ohrožených druhů z r. 1996 jako *zranitelný* na rozdíl od druhého mongolského poddruhu *O. a. darwini*, který je v ní zapsán jako *ohrožený* (Reading et al. 2005). V Rusku je poddruh *O. a. ammon* zapsán jako v *ohrožení* (Maroney 2004).

Jeden z nejdůležitějších a nejzávažnějších problémů argaliho je kompetice mezi ním a dobyt看kem, a to o vodu, potravu a zdroje minerálních látek. Výskyt dobytka na území obývaném argalim je

jeden z důvodů fragmentace jeho populací (Reading et al. 2005). Problém kompetice argaliho se skotem a problém lovu argaliho způsobují: narušení vhodného habitatu zvířete, znemožnění tvorby teritorií, snížení početnosti argaliho, snížení počtu vhodných míst možného výskytu, fragmentace biotopu a lokální vymírání (Maroney 2005). Nezanedbatelným dopadem přítomnosti dobytka v blízkosti argaliho je nákaza dobytčími parazity a nemocemi.

Ohrožení lovem znamená předně pytláctví zdejších obyvatel pro obživu, ale rozmáhá se i komerční lov (tradiční čínská medicína, trofej). Hlavním důvodem lovu tohoto zvířete je jeho maso a rohy. Jen vzácně je loven pro kůži, která se vykupovala v 30. – 40. letech minulého století (Fedosenko et al. 2005, Reading et al. 2005).

Na začátku 90. let 20. století populace argaliho výrazně ovlivnila změna politického systému na demokratický a s tím spojený rozvoj volného trhu (Říčančková, nepublikovaná data). Kvůli snížené kontrole se zvýšil podíl nelegálního lovu, což trvá dodnes. Zároveň se zvýšily počty dobytka jako reakce na privatizaci, což v praxi znamená, že z 26 milionů v roce 1992 bylo v roce 1998 33 milionů kusů dobytka. Společně se zvyšujícím se počtem obyvatel, nepřirozeně velkou zátěží na pastvu a utlačování dobytčím v přirozeném prostředí argaliho, se zmenšuje a ničí jeho biotop (Reading et al. 2005).

### **1.3. Cíle a hypotézy**

Cílem této práce je vytvoření modelu potencionálního biotopu argali na zájmovém území jižního Altaje. Poté na jeho základě vytvořit návrh efektivní ochrany argaliho. Na základě srovnání charakteristik současného areálu a historického areálu posoudit vliv environmentálních a antropogenních faktorů na zmenšování populací.

## **2. Metodika**

### **2.1. Popis zájmového území (plato UKOK)**

#### **2.1.1 Poloha**

Pohoří Altaj leží v jižní části Sibíře a dělí se na tři odlišné části: altajskou, mongolskou a gobijskou. Altajská část pohoří leží z větší části na území republiky Altaj. Plato Ukok se rozkládá v jejím jižním cípu na hranicích s Kazachstánem, Čínou a Mongolskem, v Koš-Agačském regionu. Reliéf podstatné části území vystihuje již jeho označení náhorní plošina neboli plato, což je obecně

nepříliš vertikálně členitá oblast s výškami 1000 m. n. m. a výše (Rudoj et al. 2000). Mírně kopcovitá stepní krajina s četnými bažinami, potoky a jezery dominuje celému platu. Jeho přibližná rozloha je kolem 600 000 ha.

Plato Ukok leží v nadmořských výškách 2200–2700 m. Jeho poloha se geograficky dá vymezit takto: Na severu je ohraničeno řekou Džazater a Ukokským pohořím s výškami 3157–3244 m. n. m. V centrální části se rozkládá mezihorská Bertekská kotlina, kterou protéká řeka Ak – Alacha a jejíž dno se nachází ve výškách nad 2100 m. n. m. K té se na východě připojuje kotlina Tarchatinská, ke které se svažuje západní část pohoří Sailugem s výškami 2700–4117 m. n. m. Ze západu je ohraničeno údolím řeky Koksů. Na jihu uzavírají plato Ukok severní svahy pohoří Jižní Altaj, horský uzel Tabyn – Bogdo – Ola, dosahující výšky až 4000 m. n. m., a již zmíněné pohoří Sailugem (Rudoj et al. 2000).

Tyto útvary prošly od svého počátku různým vývojem a mají různou geologickou strukturu, což udává odlišný charakter reliéfu plata v různých jeho částech (Rudoj et al. 2000).

### **2.1.2 Zóna klidu Ukok**

Zóna klidu Ukok se rozprostírá v jižní polovině plata Ukok. Její území má rozlohu 254 904 ha. Zóna Ukok je chráněna zákony a rozhodnutími republiky Altaj. Poprvé byla zóna klidu Ukok ustanovena vládou republiky Altaj na období 18. srpna 1994 až 1. srpna 2004 (Marinin et al. 1999). Od 28. 4. 2006 jí byl v rámci republiky udělen ochranný status Přírodního parku. Správa Ukoku, a zároveň i její finanční zajištění, spadá pod Komisi pro přírodní ochranu, lov a rybolov vlády Altajské republiky (Anonymous 1998).

Na rozdíl od záповědníku (ve kterém je ochrana přísnější), status „zóna klidu“ umožňuje určité kompromisy (např. rozvíjení ekoturismu, pastevectví). Park je podle úrovně ochrany dělen na tři části. Nejméně chráněna je zóna C „rekreační, rozvojová“. Její rozloha je 186 904 ha a jsou zde povoleny exkurzní, turistické a hospodářské aktivity. Dále je zde zóna B „s omezeným režimem využití“ obsahující jakási okrajová území. Má rozlohu 39 200 ha. Je na ní povolen regulovaný ekoturismus a tradiční využívání půdy. Nejvíce chráněna je zóna A „záповědného režimu“ představující ohniska biodiverzity a naschromáždění historických monumentů. Její rozloha je 26 800 ha a je zde zakázána jakákoli hospodářská či turistická aktivita (Almashev 2006).

### **2.1.3 Geografie**

Původ pohoří Altaj spadá pravděpodobně do Kaledonsko – Hercinského období (před 300 – 500

mil. let, prvohory), ačkoli byly nalezeny i skály z prekambria, druhohor a třetihor (Anonymous 1998). Oblast v té době představovala mořské dno, a tudíž se zde nashromáždilo množství sedimentů. V důsledku tektonické aktivity v paleozoiku moře ustoupilo a krajina se začala zvedat. Během druhohor se pohoří postupně zarovnávalo na peneplén<sup>1</sup> (Šlégl a kol. 2001). V třetihorách dosahovala velká část Altaje výšek 6000 – 6500 m. n. m. To spolu s nastálou dobou ledovou způsobilo, že se z Bertekské kotliny stal velký „ledojem“. Do něj se spouštěl ledovec pohoří Tabun – Bogdo – Ola (Marinin et al. 1999). Dnešní vzhled získal Altaj díky tektonickým procesům v kenozoiku (Alpínsko – Himalájské vrásnění, konec třetihor/počátek čtvrtohor). Nejvýše se vyvrásnila centrální část pohoří Altaj. Na začátku čtvrtohor (2,6 mil. let) zformoval ledovec členitý reliéf hor a pozměnil tvar údolí na typický U průřez.

Extrémní procesy, kterými Altaj prošel, přispěly k přítomnosti množství různých druhů hornin. Pro plato Ukok jsou charakteristické sedimentové (břidlice) a magmatické (žula) komplexy hornin vzniklé v odlišných procesech orogenní tektogeneze (v období Kaledonské, Hercinské a Alpínské tektogeneze). Typické jsou zde také čtvrtohorní usazeniny. Na velké části plata se vyskytuje množství sedimentů, které vznikaly v průběhu Kaledonského cyklu (Marinin et al. 1999).

Díky tomu, že oblast leží poblíž zlomové zóny zemské kůry, je tento region charakteristický aktivní neotektonickou a seismickou činností. Např. v roce 2003 bylo v blízké kotlině Čuja zaznamenáno zemětřesení o síle 7,3 MW. Podobné ničivé projevy jsou zde však vzácné (Marinin et al. 1999). Pohoří se dodnes zdvihá o několik cm za rok (Šlégl a kol. 2001).

Půdní pokryv je těsně svázán s rozložením vegetace. Ta je jím z velké míry na Ukoku určována (Rudoj et al. 2000). V západní a východní části plata, kde převládají prudší sklony svahů, se vyskytují horsko-tundrové a horsko-luční vysokohorské půdy (nadm. v. od 2600 do 3500 m. n. m.). Velké plochy v této oblasti pokrývají skály, osypy, ledovce a morény. Zdejší půdy jsou tenké, štěrkovité a vyskytují se hlavně na strmějších svazích. V oblasti je tudíž možné pouze omezené venkovské hospodářství. Vzhledem k hrozbě vodní eroze by mělo být předpokladem zdejšího pastevectví omezení pastvy a její přísné plánování (Rudoj et al. 2000).

V centrální části plata je charakter půd určen stepním pokryvem. Na slabých písčitohlinitých, lehkých hlinitých aluviálních, štěrkovitých, diluviálně-proluviálních usazeninách vznikly proto světle hnědé a hnědé půdy, horské luho-stepní černozemě a hnědé půdy (Rudoj et al. 2000).

---

<sup>1</sup> zarovnaná část zemského povrchu s malými výškovými rozdíly, parovina



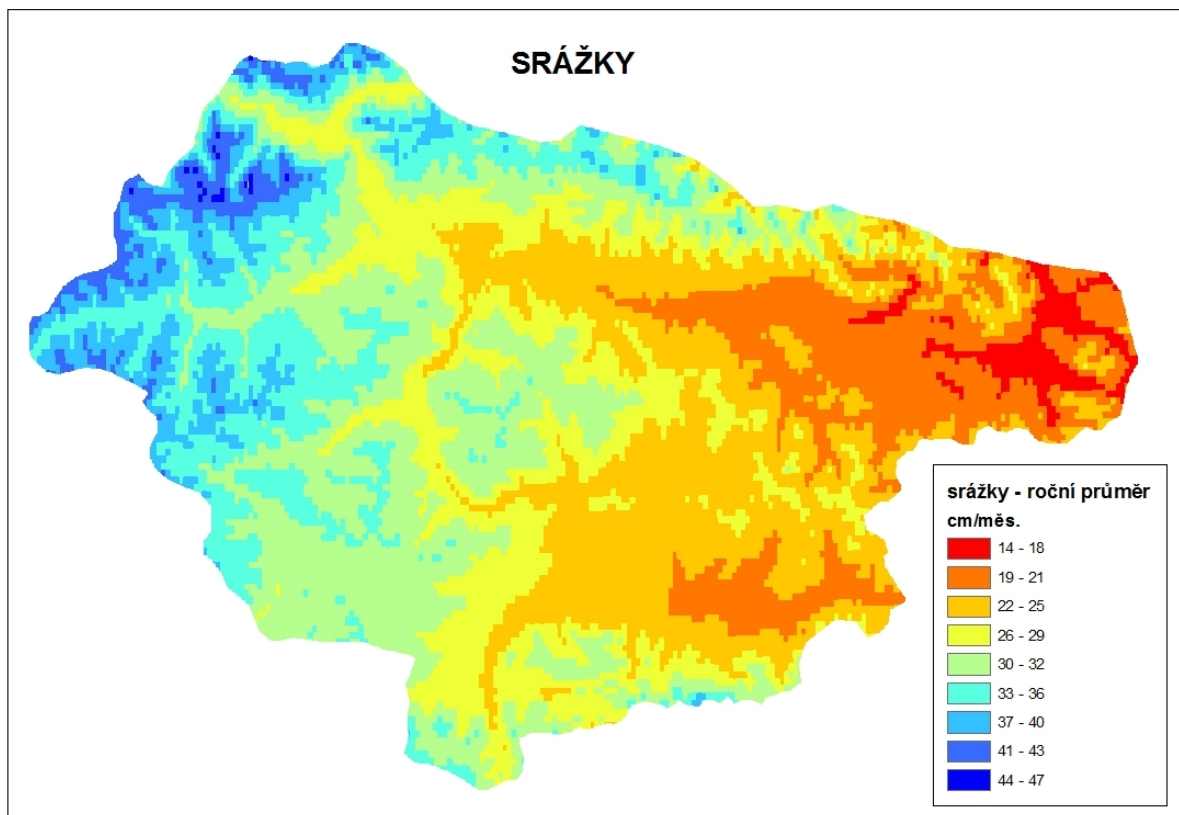
## 2.1.4 Klima

Klima je na Ukoku silně kontinentální díky jeho velké vzdálenosti od oceánů. Vyznačuje se tedy velkými rozdíly mezi teplým vlhkým létem a studenou suchou zimou. V zimě jej určuje Sibiřská anticyklona, jejíž centrum leží nad Mongolskem, a která přináší suché a jasné počasí zároveň se značným ochlazením oblasti (Marinin et al. 1999, Anonymous 1998). Během léta je klima ovlivněno prouděním od Atlatického oceánu, jenž je zdrojem srážek. Velká část Bertekské a Tarchatinské kotliny se nachází ve výškách nad 2000 m. n. m., a tím podmiňuje udržení tlakové níže v oblasti. Kontinentálnost klimatu je podpořena velkými absolutními výškami a členitým reliéfem.

Na Altaji převládá západní proudění vzdušných mas (v rámci atlanticko-asijské glaciologické provincie, k níž Altaj patří), které spolu s vlivem kontinentu způsobuje rychlou změnu tlakových níží a tlakových výší. Výsledkem toho je velká proměnlivost počasí. Uvnitř pohoří Altaj je nestálost klimatu také ovlivněna orograficky a díky tomu se plato vyznačuje velkou nerovnoměrností v rozmístění různých meteorologických jevů (Rudoj et al. 2000).

Aridita a nehostinnost klimatu vzrůstá na celém platu ze západu na východ (obr.1). To se samozřejmě odráží na charakteru rostlinného pokryvu. Pro vyvýšené plato Ukok je charakteristické nerovnoměrné rozložení srážek v závislosti na orientaci svahu. Díky západnímu přenosu vzdušných mas jsou nejvíce zavlažované západní a severozápadní svahy hor (kolem 600 mm/rok). Východní svahy leží ve srážkovém stínu (kolem 200 mm/rok) (Marinin et al. 1999). To ovlivňuje a udává rostlinný pokryv na jednotlivých svazích a formování rozličných přírodních komplexů na návětrných a povětrných svazích.

Obrázek 1: Rozložení srážek na platu Ukok



Tyto klimatické podmínky podmiňují charakteristickou mozaikovitost vegetačního pokryvu, která je jedním z klíčových faktorů utvářejících habitat argaliho. Vegetace je závislá na mnoha činitelých (nejen na nadm. výšce), a to např. na strmosti svahu, jeho orientaci a s tím spojené vlhkosti, návětrnosti, přítomnosti sněhové pokrývky v zimních měsících atd. Rozložení vegetace a její dostupnost v různá roční období způsobuje sezonní chování argali a jeho případnou migraci na zimní pastviny. Migrace způsobuje nedostupnost potravy pod vyšší vrstvou sněhu, ačkoli může být způsobena i jinými událostmi (např. vysychání vegetace, přemnožení obtížného hmyzu, lovem či pasením dobytka) (Fedosenko et al. 2005).

### 2.1.5 Počasí

Zimní proudění vzduchu probíhá v období listopad – březen, ačkoli je přechod na zimu znatelný již v září. Dostává se sem západní část asijské tlakové výše. Zároveň s tím zde převládají jižní a

jihozápadní větry, které přinášejí velmi málo srážek. V chladném období to dělá 15–20 % celoročního srážkového úhrnu. Proto zde také v zimě není mnoho sněhu (na rozdíl od hor) (Rudoj et al. 2000). Trvalá pokrývka sněhu je zde 130–140 dní v roce a její průměrná výška nepřesahuje 10 cm. Zima je velmi chladná a trvá 8–9 měsíců. Nejchladnějším měsícem plata je leden, kdy minimální teploty dosahují v průměru  $-32^{\circ}\text{C}$  (Marinin et al. 1999).

Jaro je suché a chladné s prudkými změnami počasí. V dubnu se díky působení vzdušných proudů z jihu začíná rozpadat západní část asijské tlakové výše. Také se značně zvýší průměrný počet srážek. Nejvíce nestálé je květnové počasí, kdy probíhá přechod na letní cirkulární režim s charakteristickou cyklonovou činností.

Léto na Ukoku je krátké a chladné. V tuto část roku převládá západní a jihozápadní přenos vzdušných proudů, s kterými je svázáno opětovné zvýšení množství srážek (až 50% z ročního úhrnu). Advekce ze střední Asie, Číny a Mongolska způsobuje zvýšení teploty vzduchu (Rudoj et al. 2000). Nejteplejším měsícem v roce je červenec, kdy teploty vystupují až ke  $30^{\circ}\text{C}$ . Celkově ale není teplých dní mnoho (Marinin et al. 1999).

Na podzim se stejně jako na jaře zvyšuje intenzita atmosférického proudění. Ze západu přichází oblačné počasí s dešti a silnějším větrem. Od poloviny října začínají přicházet srážky sněhové. Převládající tlaková níže je postupně nahrazena tlakovou výší (Rudoj et al. 2000).

Množství srážek se během roku podstatně mění. Podle údajů z jediné meteorologické stanice Bertek je průměrné množství celoročních srážek 160–296 mm, přičemž největší množství (80–90%) jich připadá na teplejší období duben – srpen. Průměrná měsíční rychlost větru je 3 m/s. Vítr v průběhu dne mění směr, v noci vane z hor a ve dne do hor a po dolinách. Plato Ukok leží jižně, je tedy charakteristické vyšším podílem slunečního záření, který je 110–120 kkal/kv za rok (Rudoj et al. 2000).

### **2.1.6 Vodstvo**

Altaj hraje klíčovou roli v hydrologickém režimu nížin západní Sibiře. Pochází odtud 30% celkového množství vody východní Sibiře. Veškerá voda se nakonec dostává do Obu (i s Irtyšem) a po dlouhé cestě sibiřskými rovinami se stává součástí Severního ledového oceánu (Šlégl a kol. 2001).

Na platu Ukok můžeme najít velké množství řek. Mezi největší z nich patří Ak–Alacha, Kara–Alacha, Kalguty a Ak–Kol. Tyto řeky patří do glaciálně-niválního hydrologického režimu. V zimě,

kromě rychle tekoucích, zamrzají (Marinin et al. 1999).

Na Altaji je, jako jeden z pozůstatků dob ledových, hojný výskyt jezer. Velká část z nich je tudíž ledovcového původu. Mezi největší jezera plata Ukok patří Kaldžin–kol–bas a Kaldžin–kol, dále pak jezero Běloje, Ukok, Muzby – Bulak a jezero Akalachinské.

Dalším pozůstatkem dob ledových je v Altajské oblasti velké množství ledovců (~1330) (Anonymous 1998, Anonymous1 2010). Ve vysokohorských oblastech Ukoku se vyskytuje 254 ledovců, které v kopcích horního i mongolského Altaje zabírají celkově plochu 1503,4 km<sup>2</sup> (Rudoj et al. 2000). Ledovce jsou různých morfologických typů a jejich výskyt na území odráží velké množství srážek a extrémní klima vyšších poloh (Marinin et al. 1999).

### 2.1.7 Vegetace

Rozmanitost přírody Altaje způsobuje nejen reliéf a klima, ale i jeho poloha na rozhraní sibiřské tajgy, kazašských stepí a středoasijských polopouští (Šlégl a kol. 2001). Pohoří je také rozlehlejší, vyšší a druhově bohatší než evropské Pyreneje. Je to centrum původu horské flóry severní potažmo centrální Asie, která zahrnuje i příbuzné druhy důležitých zemědělských plodin. Proto má Altaj celosvětový význam v porozumění evoluci rostlin centrální Asie (Anonymous 1998).

Jihovýchodní část Altaje patří do daursko-mongolského subaridního pásu a velmi se liší od celkové charakteristiky ruského Altaje. Na první pohled je viditelná eliminace tajgy a stromového patra vůbec (Abaturov et al. 2004, Rudoj et al. 2000). Pro tuto oblast je charakteristický specifický typ tundro-stepní vegetace, ve které se vyskytují xerofytní rostliny všech vegetačních pásů (Abaturov et al. 2004). Vegetační sezóna zde trvá asi 3 měsíce.

Hlavními rysy této vegetace jsou její pásovitost a mozaikovitost. Z fytogeografického hlediska se v oblasti zachovala nejkompletnější vegetační výšková zonace v centrální části Sibiře (Anonymous 1998). Samotnou vegetaci můžeme rozdělit do dvou základních pásů, pás stepní tundry a glaciálno-nivální pás. Glaciálno-nivální pás zastupují ledovce ležící v pohoří Jižní Altaj a Tabun – Bogdo – Ola. Tundro stepní pás zahrnuje bezlesé vysokohorské stepi a tundrovou krajinu s prvky luční vegetace. Tvoří jej různorodá a mozaikovitě rozložená rostlinná společenstva. Hlavní rostlinné druhy můžeme rozdělit na několik skupin (Abaturov et al. 2004, Rudoj et al. 2000):

1. trsnaté trávy (Poaceae): dominují lipnicovité s nejrozšířenějším druhem *Poa botryodes*, a dále druhy *Festuca kryloviana*, *F. altaica*, *Koeleria altaica*, *Agropyron pectinatum*, *Avenochloa versicolor*, *Hierochloa alpina*, *Helictotrichon desertorum*, *Ptilagrostis mongholica*

2. kobrezie (Cyperaceae): *Kobresia bellardii*, *K. Schoenoides*, *K. myosuroides*

3. ostřice: *Carex duriuscula*, *Carex orbicularis*

4. dvouděložné byliny tundry: *Alyssum biovulatum*, *Aster alpinus*, *Astragalus multicaulis*, *Eritrichium pectinatum*, *Pulsatilla patens*, *Potentilla bifurca*, *Silene turgida*

5. dvouděložné byliny stepi: *Gastrolychnis apetala*, *Leontopodium ochroleucum*, *Oxytropis* ssp., *Pachypleurum alpinum*, *Pedicularis* ssp., *Polygonum bistorta*, *P. viviparum*, *Potentilla nivea*, *Saussurea alpina*, *Saxifraga hirculus*

6. lišejníko-dryádková společenstva: *Dryas oxyodontha*

7. alpská luční společenstva: *Pedicularis amoena*, *P. myriophylla*, *Ranunculus altaicus*, *Polygonum viviparum*, *Minuartia verna*, *Rhodiola quadrifida*

8. křovinná tundrová společenstva: *Betula rotundifolia*

9. alpská blata: mechový pokryv *Eriophorum*

Převládajícím typem vegetace je tundra. Druhové složení vegetace na Ukoku je výsledkem složité součinnosti orografických a hydroklimatických podmínek společně s historií vzniku území. Díky této unikátnosti a díky izolovanosti prostředí je na území vysoká míra endemismu, a zároveň tedy mnoho rostlinných druhů patří mezi ohrožené (Marinin et al. 1999). Mezi endemické rostlinné druhy patří např. *Koeleria altaicus*, *Festuca Krylovus*, *Carex altaicus*, *Oxytropis altaicus*, *Gentiana altaica*. Kobreziové louky jsou důležité pro chov dobytka a slouží jako zimoviště a pastviny. Také široce rozšířené traviny a ostřice slouží jako dobré krmivo, a proto se oblast stále více využívá k pastevectví. Pastevectví je tradičním hospodářským odvětvím v regionu a století využívání krajiny pro pastevectví patrně také přispěla ke zdejší vzácné biodiverzitě. Dnes avšak způsobuje zdejšímu ekosystému podstatné škody. Jižní část plata patří k chráněnému území. Severní část je využívána k aktivnímu krajinnému hospodářství (Rudoj et al. 2000).

Pro účely práce jsem použila následující klasifikaci vegetačního pokryvu (klasifikace K. Prach, Prof. RNDr.) (obr. 2). Celkovou plochu území byla rozdělena na následujících 9 pracovních kategorií:

(a) vysokostébelné porosty

Mezické trávníky, často druhotné po zalesnění, na vlhkostně a živinami příznivějších místech

(b) krátkostébelné porosty

Stepi nebo alpské trávníky s výskytem *Cobresia* spp.

(c) Křovinaté porosty

- i. Porosty s převahou *Betula nana*.
- ii. Suchomilné křoviny např. s *Caragana* spp. a *Potentilla fruticosa*.

(d) Lesní porosty

Lesní porosty s převahou *Larix decidua*.

(e) holé plochy

Plochy s řídkou či žádnou vegetací.

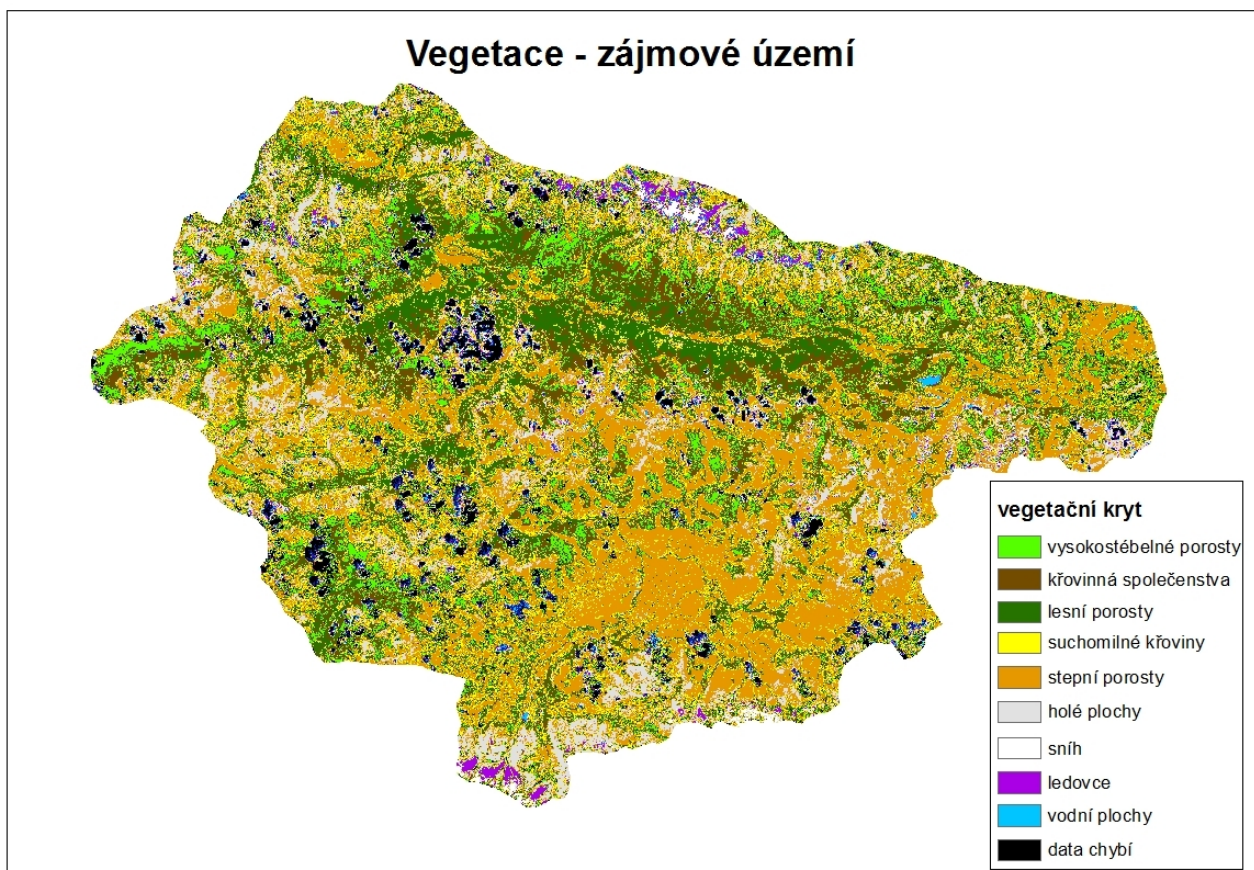
(f) sníh

(g) ledovce

(h) vodní plochy

K těmto devíti kategoriím přiřazujeme kategorii žádná data, kam byla začleněna data, která na snímku buď chyběla či nebyla možná jejich správná klasifikace.

Obrázek 2: Mapa vegetačního krytu klasifikovaného pro účely této práce



### 2.1.8 Fauna

Altaj představuje refugium glaciální fauny, kterou reprezentují neobvyklé kombinace druhů a která zůstává již dlouho beze změny (Marinin et al. 1999). Fauna Ukoku je tudíž jedinečná, avšak bohužel také nedostatečně prozkoumána (Marinin et al. 1999). Množství z druhů, které můžeme na Ukoku potkat, je velmi vzácné. Některé zdejší druhy jsou endemické, jako např. *Falco altaicus*, *Myospalax myospalax*. Z bezobratlých jsou nejlépe prozkoumáni motýlovití. V červené knize republiky Altaj (dále jen ČK) jsou zapsány dva druhy z čeledi Otakárkovitých: *Parnassius apollo* a *P. Phoebus*. Zdejší vody jsou bohaté na ryby, především lipani a pstruzi v řekách. Na Ukoku můžete potkat dva druhy: *Thymallus arcticus* a *Oreoleuciscus potanini*. Ze zástupců obojživelníků zde nalezneme *Bufo viridis*, druh zapsaný v ČK, a *Rana arvalis altaica*. Plazy zde zastupuje *Zootoca vivipara*, *Vipera berus* a *Gloydius halys*. Na platu nalezneme mnoho druhů ptáků. Hojný zastoupením druhů i počty jedinců je řád Anseriformes. Z něj jsou druhy *Mergus serrator*, *Anser indica* zapsány v ČK. Řád Galliformes zastupují druhy: *Lagopus lagopus*, *L. mutus*, *Coturnix coturnix*, *Tetrao urogallus*, *Bonasa bonasia*. Zástupce řádu Gaviiformes *Gavia arctica* je také zapsán v ČK. Nejzastoupenější řád Charadriiformes z nichž mnoho druhů tímto územím pouze prolétá. Z nich *Gallinago media* a *Limosa limosa* patří do ČK.

Pozoruhodně hojně jsou zde zastoupeni savci (ca 60 druhů). Potkáme zde zástupce rodu *Microtus*, *Sorex*, *Spermophilus*, *Sciurus*, *Eutamias*, *Alticola*, *Arvicola*, *Clethrionomys*, *Apodemus*, *Mus*, *Sicista*, *Marmota*, *Ochotona*, *Lepus*, *Cervus*, *Capreolus*, *Alces*, *Capra*, *Meles*, *Ursus*, *Vulpes*. Z nich *Cervus elaphus maral* a *Capreolus pygargus* mohou být potencionálními potravními konkurenty argaliho. Tři druhy jsou zapsány v ČK. Levhart sněžný *Uncia uncia* a altajský argali *Ovis ammon ammon* představují tak zvané „vlajkové druhy“ a jsou chráněni celosvětově. Při ochraně levharta sněžného, celosvětově ohroženého druhu, hraje Altaj klíčovou roli. Populace v oblasti Gobi slouží jako zdrojová pro disperzi jedinců na jižní Sibiř. Ochrana daných území pomůže vytvořit koridor pro přirozený pohyb zvířat mezi mongolskými a kazachstánskými populacemi (Návrh dědictví 1998).

### 2.1.9 Ochrana přírody

Podle ČK byla zóna Ukok zřízena jako přírodní rezervace, a to kvůli ochraně nejen celého území, ale i živočichů a rostlin, kteří zde žijí. Plato Ukok má nejen lokální, ale i regionální, národní a mezinárodní význam. Počáteční kroky k jeho ochraně byly provedeny v 60. – 70. letech 20. století

v rámci místních státních orgánů, kdy byly první objekty prohlášeny přírodními památkami. V letech 1991–1993 se poprvé diskutovalo o tématu důkladnější ochrany oblasti Ukok. Od roku 1992 byly postupně přijaty konkrétní zákony na ochranu zvířat, území, objektů atd. oblasti plata Ukok (Anonymous1 2010). K zajištění její dostatečné ochrany ustanovila vláda republiky Altaj na období 18. srpna 1994 až 1. srpna 2004 zcela novou formu ochrany, tzv. „zónu klidu Ukok“ (Natural Prezerve Quiet Zone). Důvodem tohoto rozhodnutí byla lepší ochrana území (Marinin et al. 1999). 9. prosince 2004 vláda republiky Altaj zrušila všechna chráněná území. V květnu 2005 ovšem přiznala, že toto jednání bylo chybné, a opět chráněná území obnovila. Plato Ukok bylo tentokrát ustanoveno přírodním parkem (Almashev 2006). Dále byla pro zajištění smysluplné a účinné ochrany potřeba, aby status přírodního parku plata Ukok byl uznán i v zákonech Ruské federace na Ministerstvu přírodních zdrojů. Tuto snahu se podařilo dovést do zdárného konce teprve v dubnu 2006 a tím byl status přírodního parku plata Ukok oficiálně potvrzen (Anonymous 2006).

Od roku 1998 je zóna klidu Ukok také zapsána jako světové kulturní dědictví UNESCO pod projektem „Golden mountains of Altai“ – představuje jednu z jeho tří částí. (Anonymous 1998, Anonymous1 2010)

Extrémnost a odlišnost podmínek na Altaji udává zároveň zranitelnost tamní přírody. Ochranu území zajišťuje instituce ochrany přírody republiky Altaj a správa Koš Agačského regionu. Bohužel ekonomická situace v zemi neumožňuje zajištění plné a účelné ochrany území (Marinin et al. 1999).

V oblasti byly objeveny různé starobylé památky (např. skalní rytiny se zobrazením koní, býků a bizonů), především se však plato Ukok proslavilo nálezem tzv. „altajské princezny“ roku 1993. Dále zde byly nalezeny cenné pozůstatky z doby bronzové (4000 – 1000 př. n. l.), železné (1000 př. n. l.), Huno-Sarmatské (200 př. n. l. - 5. stol.) a doby raného středověku (6. - 12. stol.). Všechny tyto nálezy ukazují, že i přes drsné podmínky žili na tomto území lidé po celou dobu od konce paleolitu až do dnes. Nálezy jsou velice důležité v mnoha vědních oborech jako jsou archeologie, historie, biologie atd. (Marinin et al. 1999). Pro místní obyvatele má tato oblast kulturní a náboženský význam (Anonymous 1998).

Nejdůležitějším faktorem při utváření zdejší krajiny byl již zmíněný vliv dob ledových. Přítomnost nedotčených ledovců v okolních pohořích je důležitá pro stanovení efektů globálního oteplování na horský ekosystém (Anonymous 1998).

Na platu Ukok bylo k roku 2002 nalezeno 16 druhů rostlin a více než 30 druhů živočichů, kteří jsou zapsáni v ČK (zdroj 2).



Ačkoli je 25% Altajské republiky chráněno, vlastní prostorové rozložení chráněných území je fragmentované a není v momentálních možnostech vytvořit mezi nimi ekologické koridory. To přináší problém při ochraně ohrožených druhů jako je argali a levhart sněžný. Ti se za prvé přirozeně vyskytují i mimo hranice chráněných území. A za druhé je správa chráněných území, kvůli nedostatku finančních prostředků, často nedostatečná. Z toho plynou problémy jako je pytláctví na ochrožených druzích a nelegální obchod s nimi, nekontrolovaný turismus, nešetrný způsob hledání přírodních zdrojů, komerční těžba dřeva a neúnostná míra pastvy domestikovaných zvířat. Pro argaliho je nejpodstatnější hrozba poslední zmíněné, a tedy přílišná pastva dobytka (Almashev 2006).

Největší hrozba posledních let byla plánovaná stavba ropovodu. V březnu 2006 oznámil ruský prezident V. Putin projekt stavby ropovodu o délce 2700 km, vedoucího ze západní Sibíře do čínské provincije Xinjiang (Anonymous 2005). Tento ropovod by byl pro plato Ukok hrozbou z důvodů ochrany přírody a z kulturních, sociálních důvodů. V srpnu 2008 bylo plánování stavby oficiálně přerušeno. Obě strany se nebyly schopny dohodnout na finančních ani dalších otázkách této spolupráce. Čína se dohodla o dodávkách ropy z Turkmeniskánu a momentálně již probíhá stavba ropovodu.

Další hrozbou oblasti je diskutovaná stavba silnice propojující Ruskou s Čínou. Tato stavba byla dohodnuta v rámci projektu „Altaj, náš společný domov“ mezi Ruskem, Čínou, Kazachstánem a Mongolskem v roce 2002 (Nyíri et al. 2008). V roce 2004 byla již dokončena stavba silnice na čínské straně. Na ruské straně je však stále odmítána a dodnes zde neexistuje žádné spojení. Doprava mezi Ruskem a Čínou tudíž probíhá přes Kazachstán či Mongolsko. Čína se snaží expandovat a tento projekt silně podporuje, oproti tomu se však staví většina obyvatel na ruské straně (Nyíri et al. 2008). Ti se obávají přílivu čínských imigrantů.

## **2.2. Habitatové modely**

Habitatové modely distribuce druhu jsou dnes již neoddělitelnou součástí (nejen) biologických věd. Pojem model můžeme definovat jako abstrakci, zjednodušení reality, která nám umožňuje konstruovat testovatelné hypotézy. S pomocí těchto hypotéz můžeme studovat jevy, skutečnosti a procesy, jejichž podstata neumožňuje jejich přímé studium. Specifickou formou je prostorové modelování, kde hraje klíčovou roli prostorová dimenze (Hlásny 2007). Habitatový model ve své podstatě zjednodušeně znamená číselné zobrazení habitatových preferencí daného druhu (Wintle et

al. 2005). Habitatové modely jsou zajímavé proto, že umožňují modelování a následné předpovědi rozšíření druhu v závislosti na biotických či abiotických podmínkách (tedy jak makro tak mikrohabitatové preference zvířete). Tyto podmínky můžeme podle potřeby měnit, a tím získávat konkrétní informace o vztahu jedinec versus prostředí (Guisan et al. 2000). V ochranné činnosti se habitatové modely využívají k předpovědi prostorového rozložení území vhodného pro konkrétní druh v dané krajině (Wintle et al. 2005).

Výběr modelu v dnešní době více závisí na cíli práce a na použitelnosti tohoto modelu, a tudíž ne pouze na vhodné statistické metodě, která byla dříve při výběru vhodného modelu rozhodující. Existuje mnoho metod modelování habitatu druhu. Pro výběr správného modelu je nezbytné vypracovat tzv. pomocný konceptuální model. Tedy napřed teoreticky uvážit a modelovat situaci, pro kterou model vytváříme (Guisan et al. 2000). V realitě je jakýkoli systém nekonečně složitý, a pokud ho chceme analyzovat, je nutné jej zjednodušit, je tedy nutná jeho abstrakce. Tato abstrakce je úvodní fází modelování. Konceptuální model je tedy zjednodušená napodobenina přírodního či jiného systému, a díky tomu, s ohledem na danou míru abstrakce, umožňuje analyzovat, modelovat a předpovídat chování samotných reálných systémů.

Abstrakce v prostředí GIS může mít následující kroky. Reálný svět musí být vyjádřen ve formě údajového modelu. Proto musí být vybraná konkrétní údajová struktura, pomocí které údajový model opíšeme. A v neposlední řadě musíme určit konkrétní údajový formát, ve kterém údajovou strukturu uložíme. Příkladem tohoto postupu je vyjádření údajů o nadmořské výšce území pomocí digitálního modelu reliéfu v rastrové podobě (Hlásny 2007).

Konceptuální model by tedy měl zvažovat následující aspekty: Jeden z nejdůležitějších kroků je určit si zaměření modelu. Ze tří možných přístupů, a to obecnost, realita a přesnost, je vždy možné vyhovět jen dvěma z nich na úkor třetího. Vznikají tak modely analytické, mechanické či empirické (Guisan et al. 2000). V praxi toto rozdělení není samozřejmě bez výjimek. Dále je důležité vědět, jaký typ parametrů používám. Mohou ovlivňovat druh přímo či nepřímo a informace o nich jsou pro výzkum různě dostupné. Měli bychom uvážit, jak důležitou roli hrají biotické versus abiotické faktory na území areálu druhu. Také bychom si měli uvědomit, zda pracujeme s nikou základní či realizovanou, tzn. jestli máme počítat s biotickými interakcemi druhu. Dále bychom měli vědět, že většina modelů vychází z předpokladu rovnováhy ekosystému, ale ta představuje pouze jeden z možných scénářů. Základní jednotka modelu může být podle potřeby jedinec, či skupina jedinců. A v neposlední řadě existují určitá koncepční pravidla. Jedno z nich říká, že při modelování v menším

prostorovém měřítku model vychází lépe za použití nepřímých proměnných, naopak při velkoplošném modelování je vhodnější použít zdrojů a přímých gradientů (Wintle et al. 2005).

Další charakteristika konceptuálního modelu reality může být vyjádřena jako soubor objektů a jejich popis. Objekty modelu se shodují s objekty reálného systému. Tyto objekty jsou seskupené do tříd. Každý objekt má buď žádný, a nebo několik atributů, které vyjadřují jeho vztah k ostatním objektům. Třídy objektů se chovají také jako objekty a mají svoje vlastní atributy. Vztahy mezi objekty mají také svoje atributy. Atributy mohou nabývat větší rozsah hodnot (Hlásný 2007).

Konkrétní výběr modelu dále závisí na studovaném druhu (při tvorbě modelu je znalost biologie druhu klíčová), na účelu finálního modelu a v realitě poté na typu dostupných biologických či environmentálních dat (Wintle et al. 2005). Data můžeme podle dostupnosti rozdělit na pět kategorií (Wintle et al. 2005): (i) Žádná data neexistují nebo je jich jen velmi málo. (ii) Data existují, ale pouze o výskytu druhu (získávána ad hoc). Jsou zaznamenána místa výskytu druhu, ale nebyla vyvinuta žádná snaha k systematickému průzkumu oblastí s absencí druhu. (iii) Existují data o výskytu i o absenci druhu (binární data). Jsou zaznamenány místa výskytu i místa absence druhu, většinou systematickým způsobem. (iv) Existují data kategorická (ordinální). Počet individuí druhu ve studované oblasti je zaznamenán ve zhruba odhadnutých kategoriích. (v) Existují přímé počty jedinců daného druhu.

Dnes, kvůli neustále probíhající ztrátě biodiversity, je potřeba umět a moci určit velkoplošné ochranné cíle (Wintle et al. 2005). Bohužel ale detailní informace o distribuci druhů, které by se daly využít pro opis těchto oblastí, často chybí. Data důležitá pro určení distribuce druhu jsou pro velký počet druhů celosvětově dostupná jen ve formě dat geografického rozšíření neboli rozsahu výskytu. Druhy se však ve skutečnosti nevyskytují na celé ploše daného území a vymezení jeho konkrétních částí (a ještě v dobrém měřítku), kde se skutečně vyskytují, většinou neexistuje. Druhy si habitat, který obývají, vybírají na různých úrovních. (Rondinini et al. 2005) To nás přivádí ke klíčové výhodě habitatových modelů, jejichž vývoji absence dat z biologických průzkumů nezabraňuje. Nevýhodou toho, když habitatová data chybí je, že model nemůžeme dobře statisticky ověřit, protože nemáme nezávislá data a jeho spolehlivost je v tomto případě tedy plně závislá na spolehlivosti lidí, kteří ho vytvořili (Wintle et al. 2005).

Důležitou vlastností modelování je, že model a jeho chování může být sérií kontrolních měření konfrontovanou s reálným systémem a může být hodnocena míra jeho přesnosti a věrohodnosti. Je důležité si uvědomit, že model nikdy nedosahuje komplexnosti reálného systému, ale s tím jak jde

věda dopředu a otevírají se nové technické možnosti, modely budou stále přesnější a komplexnější (Hlásny 2007). To, že je model správný, určuje několik faktorů (Hlásny 2007). Za první úroveň shody jeho výstupů s výstupy reálného systému. Za druhou úroveň shody předpovědí jím vytvořených se skutečným vývojem reálného systému. A za třetí úroveň shody struktury modelu se strukturou reálného světa.

Základní data k této práci byla získána využitím dálkového průzkumu Země (DPZ) a nazývají se distanční data. V širším pojetí DPZ znamená soubor metod, které umožňují zkoumat daný objekt bez přímého kontaktu. V užším slova smyslu je DPZ považován za pořizování dat pomocí letadel, balónů a družicových systémů a jejich následné zpracování a interpretace (Hais 2008). Data jsou zaznamenávána ve formátu dvourozměrného rastru, který je komplexní a proměnlivý v čase i prostoru (Rapant 2005). Formát pravidelné sítě dat je výhodný, odpadá díky němu např. problém interpolace, který vyvstává v případě lokálních datových záznamů (Hais 2008).

DPZ produkuje velké množství geografických údajů, které jsou pak dále zpracovávány. Výsledky zpracování distančních dat mohou sloužit jako vstupy pro další analýzy, zejména v prostředí Geografických informačních systémů (GIS). Hlavním účelem GIS je uchovávání, zpracování, vizualizace, analýza a zpřístupnění geografických údajů širokému rozsahu uživatelů (Hlásny 2007). V práci jsem využila GIS jako nástroj pro analýzu a interpretaci dat.

K výhodám DPZ patří schopnost pořizovat a zpracovávat velkoměřítková data o rozsáhlých územích. Jejich nevýhodou je značný objem, relativní nepřesnost v rámci malých měřítek (využití dat je limitováno prostorovým rozlišením) a také závislost na počasí. S postupující globalizací a integrovaností světa vyvstává potřeba získávat prostorové informace, a to pro rozsáhlá území, v dostatečně krátké době a za co nejnižších nákladů, a proto se DPZ stává neodmyslitelnou součástí celé řady oborů lidské činnosti (Hais 2008). Hraje klíčovou roli v meteorologii, hlavně při předpovědi počasí analýzou atmosféry a při vyhodnocování přírodních katastrof. Dále má široké využití v zemědělství, lesnictví, geologii, hydrologii, zoologii a v neposlední řadě k topografickému mapování a k mapování využití území (Rapant 2005). V zoologii se DPZ může využívat k přímému sledování živočichů. Častější je ale jeho využití k mapování prostředí, ve kterém se vyskytují, hlavně využití informací o krajinném krytu (Rapant 2005).

### **2.3. Data**

V této práci jsem použila původní i již částečně zpracovaná distanční data. Z původních dat jsem

následně získala tématické vrstvy krajinného krytu (land cover), indexu vlhkosti NDMI a vegetačního indexu NDVI. Částečně zpracovaná data za prvé představuje digitální model terénu (DMT, angl. DEM), který v prostředí GIS reprezentuje reliéf. Z DMT je možné získávat další informace o povrchu Země (např. sklon a orientace svahu). Za druhé je představují data výšky sněhového pokryvu a za třetí data množství srážek. Dále jsem pro práci použila GISovou vrstvu polohopisu republiky Altaj. Ve výčtu níže blíže popisují použitá data.

#### (a) ASTER GDEM

První typ dat je získán z družice TERRA ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer). Na oběžnou dráhu Země byla družice ASTER vynesena na palubě rakety TERRA v prosinci 1999 společností NASA (National Aeronautics and Space Administration). Radiometr ASTER obsahuje 3 senzory snímající povrch země ve 14 spektrálních pásmech elektromagnetického záření (VNIR Visible and Near InfraRed, SWIR Short Wave InfraRed, TIR Thermal InfraRed). Senzor snímající viditelné a blízké IČ záření (VNIR) je schopný pořizovat stereografické páry snímků, které umožňují tvorbu DMT.

GDEM (Global Digital Elevation Model) představuje DMT celé zeměkoule kromě polárních oblastí. Poprvé byl veřejnosti zpřístupněn 29. června 2009. Model je vytvořen z 1,3 miliónů snímků z ASTER archivu snímků VNIR části spektra. Snímky pokrývají Zemi od 83° z. š. na severu do 83° z. š. na jihu. Tento model je složen z 22 600 snímků 1°x1° z. š. Konkrétní snímek je zahrnut, pokud obsahuje alespoň 0,01% souše. GDEM je georeferencován v souřadnicovém systému WGS84. Výrobní odhad přesnosti modelu jsou s 95% pravděpodobností 20m pro vertikální data a 30m pro data horizontální.

Datový produkt ASTER GDEM (ERSDAC 2005) v podobě rastrového digitálního modelu byl získán z www stránek: <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>. V práci jsem tato data použila jako databázi hodnot nadmořských výšek a k vytvoření tématických vrstev sklonu a orientace svahu.

#### (b) LANDSAT ETM+

Druhý typ dat byl získán z družice Landsat 7. Družice Landsat 7 je poslední z projektu Landsat mission, v jehož rámci byla v roce 1999 vypuštěna. Projekt započal vypuštěním družice Landsat 1, původně nazvané ERTS 1 (Earth Resource Technology Satellite) v roce 1972. V současnosti je plánováno vypuštění zdokonalené družice LDCM (Landsat Data Continuity Mission).

Landsat 7 nese snímač a ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Díky termickým problémům družice Landsat 7 je v současné době v provozu pouze starší družice Landsat 5, která je naopak aktivní mnohem déle, než se předpokládalo. ETM+ systém zaznamenává informace z Landsatu 7

v 16 denním cyklu. Velikost snímků je 185m x 185km a prostorovém rozlišení dat, která jsme využívali, je 28,5m (kromě pásu 6 – termálního IČ).

Datový produkt Global Land Cover Facility (GLCF) stažený z webové adresy <http://www.landcover.org/data/landsat/> je v ortorektifikované podobě mapové projekci UTM–WGS84. Protože zájmové území leží na hranici družicových scén, musely být pro klasifikaci krajinného krytu využity dvě scény. Severní část území je pokryta scénou Landsat ETM+, 144/25 s datem snímání 22. 7. 2000. Jižní část území je pokryta scénou Landsat ETM+, 144/26 s datem snímání 7. 8. 2000. V práci jsem použila datový produkt „land cover“, který byl vytvořen řízenou klasifikací pro potřeby projektu Ochrana biodiverzity jižního Altaje v kontextu současných environmentálních transformací a socio-ekonomického rozvoje (Projekt MŽP v rámci Programu zahraniční rozvojové pomoci ČR) (Hais a Prach, 2007; nepublikováno).

Data družice Landsat byla využita k vytvoření tématické vrstvy krajinného krytu (řízená klasifikace) i pro výpočet spektrálních indexů NDVI (normalized difference vegetation index; Tucker 1979) a NDMI (normalized difference moisture index; Jin et al. 2005). Tato data jsem převzala již vytvořená od M. Haise Ph. D.

Spektrální indexy jsou většinou založeny na výpočtech využívajících některá spektrální pásma družicového záznamu. Pro výpočet indexu NDVI se používají kanály 3. (TM3) a 4. (TM4) a jeho vzorec je  $(TM4 - TM3)/(TM4 + TM3)$ . Pro výpočet indexu NDMI se používají kanály 4. (TM4) a 5. (TM5). Vzorec výpočtu je  $(TM4 - TM5)/(TM4 + TM5)$ .

#### (c) NIMBUS 7

Třetím typem jsou data o mocnosti sněhu, získaná ze snímače SMMR (Scanning Multichannel Microwave Radiometer) neseného družicí Nimbus 7. Ta byla vypuštěna 25. října 1978 ve spolupráci NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) a NASA z Kalifornie. Družice nese 7 různých snímacích zařízení, přičemž jedním z nich je právě SMMR.

Počátek snímání dat byl v listopadu 1978 a konec v srpnu 1987 (to odpovídá i celkové době snímání SMMR). Snímky jsou založeny na datech šestidenního průměru prostředního týdne každého měsíce. Tato data jsou již interpolována (časově i prostorově) a zprůměrována pro zobrazení v polární stereografické projekci. Jejich prostorové rozlišení je 0,5 x 0,5°.

Datový produkt byl objednan z www stránek společnosti NSIDC (The National Snow and Ice Data Center) <http://nsidc.org>.

#### (d) MNOŽSTVÍ SRÁŽEK

Čtvrtým typem dat jsou data o množství srážek. Ta jsou produktem GNCN (Global Historical

Climatology Network) – Monthly Version 2. Tento produkt obsahuje data z mnoha různých zdrojů (viz <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-monthly/source-table2.html>). Zpřístupňuje záznam množství srážek od ledna roku 1880 až do dnes. Pro práci jsem použila data roku 1990. Ta byla stažena z www stránek <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-monthly/index.php>.

#### (e) VEKTOROVÁ DATA

Část vektorových dat byla vytvořena podle mapy republiky Altaj. Mapa vznikla na základě údajů z let 1979–1990, je v měřítku 1:200 000 v (zeměpisné) projekci Gauss-Kruger.

## 2.4. Návrh modelů a jejich vytvoření v prostředí GIS

Cílem modelování bylo vytvořit model distribuce optimálního habitatu argaliho na daném území Altaje podle určených parametrů (Jerina et al. 2003). Tyto parametry ovlivňující jeho výskyt jsem určila na základě poznatků o biologii druhu (Abaturov et al. 2004, Anchiforov et al. 1993, Irisov et al. 1973, Filus 1992, Kolosov 1938, Sopin 1972, Yurlov 1963) sepsaných v podkapitole Preference argali. Parametry popisují jak makro (nadmořská výška, srážky) tak mikro (vegetační kryt, sklon svahu, orientace svahu, vlhkost povrchu) habitat. Poté jsem je vyjádřila jako tématické vrstvy v prostředí GIS.

Vytvořila jsem tři modely distribuce optimálního habitatu argali. Při vytváření modelů jsem vycházela z již zmíněných preferencí zvířete. Modely vyjadřují stejnou informaci, liší se od sebe pouze způsobem úpravy vstupních dat podobně jako v práci Jerina et al. (2003). Tabulka 1 ukazuje, jak jsem pro konkrétní model klasifikovala jednotlivé vstupní vrstvy. Tématickou vrstvu množství srážek jsem, na rozdíl od ostatních vrstev vstupujících do modelu, klasifikovala pouze obecně, a to na sušší a vlhčí oblast. Pomocí modulu Spatial Analyst jsem vytvořila potřebné množství tříd rozdělením hodnot metodou Natural breaks. Modely se od sebe liší procentuálním zastoupením optimálního habitatu (tabulka 5).

### 2.4.1 Preference argali

#### (a) Nadmořská výška

Altajský argali žije ve výškách zhruba 2000 – 3400 m. n. m. (Abaturov et al. 2004, Anděra et al. 2000, Filus 1992, Fedosenko et al. 2005, Kolosov 1938, Sobanskij 2005, Sopin 1975). Podle Abaturova (2004) však nejčastěji obývá území v rozmezí 2400 až 2800 m. n. m. (83% pozorování), méně často pak 2200 – 2400 m. n. m. (11% pozorování) a nejméně 2800 m. n. m. a výše (5% pozorování).

*(b) Sklon svahu*

Argali dává přednost pozvolným svahům, jejichž sklon dosahuje 20 – 25° a zřídka obývá svahy o sklonu prudším než 40° (Abaturov et al. 2004, Fedosenko et al. 2005, Kolosov 1938, Sopin 1975). Podle Abaturova (2004) se zvíře nejčastěji zdržuje na svazích se sklonem do 20° (78% pozorování), méně často bývá na svazích o sklonu 21 – 40° (21% pozorování) a téměř vůbec neobývá svahy se sklonem prudším než 40° (1% pozorování). Pro zvířata je také důležitá přítomnost ochranných prvků v krajině (viz kapitola Biologie druhu), a proto se vybají rovinným oblastem bez možnosti úkrytu, kde by mohli být spatřeni již z dálky.

*(c) Orientace svahu*

Argali se vyskytuje hlavně na svazích jižní, jihovýchodní a severní orientace, často v závislosti na ročním období (Abaturov et al. 2004, Filus 1992, Kolosov 1938, Sopin 1975). Na různě orientovaných svazích zde rostou rozdílná rostlinná společenstva a panují zde odlišné podmínky (např. výška sněhové pokrývky, teplota, vlhkost).

*(d) Vegetační kryt*

Vzhledem k mozaikovitosti rostlinného pokryvu v oblasti zahrnuje území výskytu argaliho různá rostlinná společenstva. Ne všechna tato společenstva jsou pro něj však potravně zajímavá. Mezi vhodná rostlinná společenstva patří hlavně horské stepi, alpské louky a vysokohorské tundry (Abaturov et al. 2004, Yurlov, Filus 1992, Kolosov 1938, Sopin 1975), přičemž horské stepi představují nejvyhledávanější z nich. Podle Anchiforov et al. (1993) tvoří více než 75% potravy argaliho různé trávy, 8% ostřice a 3% bobovité rostliny.

*(e) Vlhkost povrchu*

Argali se vyhýbá bažinám a vlhkým místům vůbec (Abaturov et al. 2004). Snižují jeho schopnost úniku a nerostou zde jeho oblíbené rostlinné druhy.

*(f) Výška sněhové pokrývky*

Argali neobývá území s vyšší sněhovou pokrývkou, protože není schopen najít pod ní potravu. Aby našel potravu, musí být výška sněhu do 15 cm, maximálně je udáváno až 25 cm (Abaturov et al. 2004, Fedosenko et al. 2005, Filus 1992, Kolosov 1938).

*(g) Srážky*

Argali obývá sušší místa s nízkým podílem srážek (Abaturov et al. 2004, Filus 1992). Sušší místa na platu Ukok znamenají asi jen kolem 200 mm srážek ročně.



## 2.4.2 Tématické vrstvy

Ve výčtu níže jsou vypsány jednotlivé použité tématické vrstvy. Každá vrstva byla klasifikována pro daný model podle zmíněné tabulky 1.

### *Výskyt argali*

Tato vrstva byla vytvořena na základě výsledků práce Abaturov et al. (2004), kde je areál výskytu argaliho znázorněn. Data jsem upravila v prostředí ArcGIS. Do tvorby modelů nebyla tato vrstva zahrnuta, byla však použita pro vizualizaci území současného výskytu argaliho.

### *Nadmořská výška (DMT)*

### *Sklon svahu (slope)*

### *Orientace svahu (aspect)*

### *Vegetační kryt (land cover)*

### *Index vlhkosti NDMI*

### *Množství srážek*

## 2.4.3 Modely

### *Model 1*

Základní model jsem vytvořila průnikem jednotlivých tématických vrstev. Použila jsem nástroj Raster calculator v prostředí ArcMap. Proměnné nabývaly pouze dvou hodnot, a to vhodná/nevhodná (1/0) (tabulka 1) u každé vrstvy podle již zmíněných preferencí argaliho.

### *Model 2*

V tomto modelu jsem se snažila vyjádřit preference argaliho k určitému typu prostředí. Na základě údajů z literatury (viz podkapitola Preference argali) jsem jednotlivé vrstvy klasifikovala vždy na škále 0 – 100% (tabulka 1). Hodnota vyjadřuje pravděpodobnost výskytu argaliho v daném typu prostředí. Vrstvy byly sečteny za použití nástroje Raster calculator. Jako optimální habitat jsem stanovila 1/20 nejvyšších hodnot (n = 374).

### *Model 3*

Tento model byl vytvořen klasifikací jednotlivých vrstev do tří kategorií: neobyvatelý habitat, suboptimální habitat a optimální habitat podle tabulky 1. Poté byla opět použita nástroje Raster calculator a vrstvy sečteny. Hodnoty modelu tedy pak byly 2 – 12. Území o hodnotách 2 – 7 bylo hodnoceno jako neobyvatelné, o hodnotách 8 – 10 jako suboptimální a území nabývající hodnot 11 a 12 jako optimální.

## 2.5. Software

Pro zpracování modelů jsem použila program ArcGIS verze 9.3, modul ArcInfo, aplikaci ArcMap a ArcCatalog, zahrnující rozšíření o nástroj Spatial analyst. Pro základní zpracování dat byl použit program PCI Geomatics 10.1 (klasifikace land cover, ořez a příprava landsat snímků atd.). Export dat pro statistické zpracování byl proveden pomocí programu IDRISI. Takto zpracovaná data jsem převzala od M. Haise. Pro statistické zpracování  $C_p$  statistiky jsem použila program R (R Development Core Team 2008) včetně programového balíku gam (Hastie 2008) a program STATISTICA verze 9.0 pro PCA analýzu.

## 2.6. Statistické zpracování

### (a) Hodnocení závislosti výskytu argaliho na daných proměnných

Data jsem analyzovala pomocí zobecněných lineárních modelů (GLMs) v programu R. Funkce umožňuje analyzovat závislou proměnnou o jiné než normální distribuci, a proto je pro účely této statistické analýzy vyhovující. Pro práci jsem použila závislou proměnnou s binomickou distribucí (výskyt či absence argaliho).

Pro použití programu R jsem se rozhodla vzhledem k objemnosti zpracovávaných dat ( $n = 5$  milionů). Vztah jednotlivých vysvětlujících proměnných k výskytu argaliho jsem otestovala pomocí funkce *anova*,  $C_p$  statistikou, která bere v potaz množství vysvětlené variability a počet proměnných zahrnutých v modelu.  $C_p$  (Mallow's  $C_p$ ) statistika je obdobou AIC (Akaike Information Criterion) pro lineární model a v případě GLM je její hodnota velmi blízká AIC (Chambers et al. 1992). AIC používá např. také Navinder et al. (2009) v práci podobného charakteru (viz Diskuze). Obdobně jsou data zpracována v práci Říčánková et al. (2006).

Vzhledem k tomu, že mým cílem bylo zjistit, které z vysvětlujících proměnných ovlivňují vysvětlovanou proměnnou nejvíce, tento statistický test plně splňoval mé požadavky. Pro každou proměnnou jsem také vypočítala  $F$  test, počet stupňů volnosti ( $df$ ) a pravděpodobnost ( $p$ ) (tabulka 2). Vytvořit statistický model zahrnující všechny proměnné najednou nebylo možné ani v tomto prostředí, opět kvůli objemnosti zpracovávaných dat.

### (b) Kappa statistika

Vzhledem k tomu, že se mi podařilo získat výsledky (potenciální území optimálního habitatu argaliho) z velice podobně zaměřené práce (Abaturov et al. 2005) založené ovšem na jiných datech,

rozhodla jsem se porovnat tyto výsledky s mými (konkrétně s modelem 1). K porovnání dvou území optimálního habitatu argaliho byl použit koeficient Kappa a Cramerův index. Ty se používají pro vyhodnocení prostorové shody obrazových dat, např. k hodnocení přesnosti klasifikace (Rosenfield et al. 1986). Oba mohou nabývat hodnot 0 až 1, přičemž 0 znamená žádná shoda a naopak 1 značí shodu 100%.

Tuto statistiku jsem také využila pro porovnání dvou rozdílně vytvořených vrstev vegetačního krytu zájmového území (obrázek 7 a 8). Na rozdíl od námi používané vrstvy vegetačního krytu pořízené na základě klasifikace satelitních snímků (viz. kapitola Data), v práci Abaturov et al. (2005) jsou pro vytvoření této vrstvy použity především podklady ve formě map a informací z vegetačního mapování. Jedním z cílů této práce bylo ukázat nezanedbatelný přínos využití satelitních snímků pro biologické obory a proto zde tyto dva výstupy srovnávám.

## 3. Výsledky

### 3.1. Hodnocení vlivu parametrů na výskyt argaliho

Podle výsledků  $C_p$  statistiky je výskyt argaliho nejsilněji ovlivněn zimními srážkami\* (graf 1), a to negativně, což znamená, že na území výskytu jich spadá méně (do 9 – 10 cm/měs.). Srážky pro ostatní roční vliv měly obdobný vliv, viz tabulka 2, grafy 3, 5 a 6. Proměná vliv lovu (graf 2) je pak druhým nejvýrazněji korelujícím parametrem pozitivně ovlivňujícím areál výskytu (klasifikace podle přítomnosti plotu 1/0), neboli území výskytu argaliho se rozkládá převážně v místech, která jsou oplocená tzn. kde se neloví.

Dále jeho areál výskytu ovlivňuje nadmořská výška\* (graf 4). Území výskytu argaliho se převážně rozkládá v nadmořských výškách 2200 m. n. m. – 3200 m. n. m.

Proměnnou vegetační kryt jsem do statistiky nazahrnula vzhledem k její silné korelaci s nadmořskou výškou (graf 9).

Další proměnnou je výskyt pastvin (graf 8). Letní a zimní pastviny korelují s místem výskytu negativně (letní o trochu více), neboli pokud jsou v oblasti pastviny, není tam argali, zatímco celoroční pastviny jsou ve vztahu pozitivním.

---

\* Polynomiální vztah závislé proměnné

### 3.2. Kappa statistika

Tabulka 3 obsahuje jednotlivé hodnoty využité pro srovnání modelů. Podle hodnoty  $\kappa$  pro modely optimálních biotopů argaliho panuje mezi našim modelem a modelem podle Abaturov et al. (2005) „vysoká míra shody“ (viz tabulka 4, Landis et al. 1977). Podle hodnoty  $\kappa$  pro data vegetačního krytu zájmového území získaná z družicových dat a dat vegetačního mapování podle Abaturov et al. (2005) „významná shoda“.

**Tabulka 3**

	<i>Optimální biotop</i>	<i>Vegetační kryt</i>
$\kappa$	0,8245	0,6302
<i>Cramer's V</i>	0,6630	0,5872
<i>Chi-square</i>	4344890	5112399
<i>df</i>	4	9
<i>P-level</i>	0,0000	0,0000

### 3.3. Modely

**Tabulka 4**

	$\kappa$ value	
<i>No agreement</i>	0	
<i>Slight agreement</i>	0,00 – 0,20	
<i>Fair agreement</i>	0,21 – 0,40	
<i>Moderate agreement</i>	0,41 – 0,60	<i>Model 3</i>
<i>Substantial agreement</i>	0,61 – 0,80	434 / 14,4
<i>Almost perfect agreement</i>	0,81 – 1,00	917 / 63,6

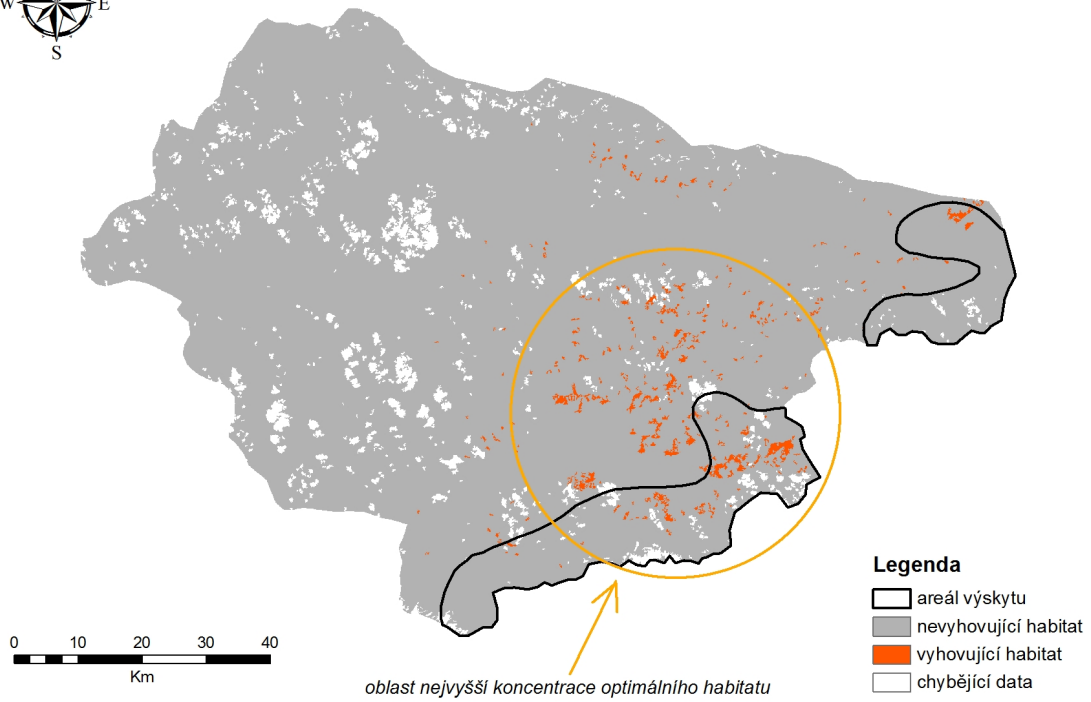
**Tabulka 5**

<i>optimální h. [hc]</i>	
<i>suboptimální h.</i>	

Obrázek 3: První model optimálního habitatu argaliho na platu Ukok



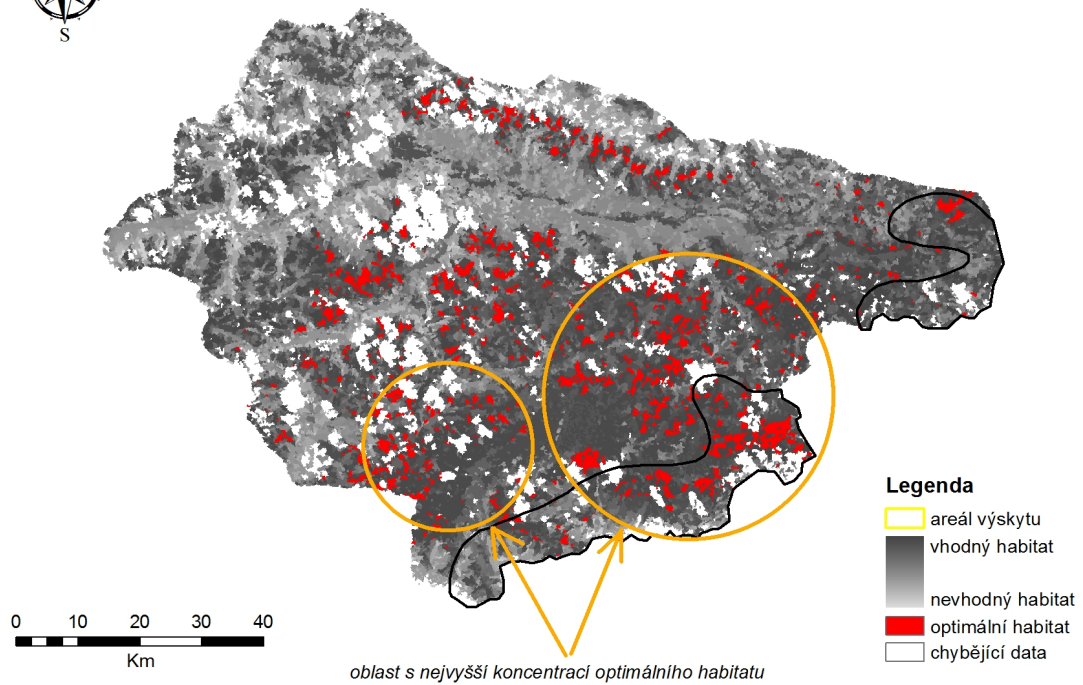
**Model 1**



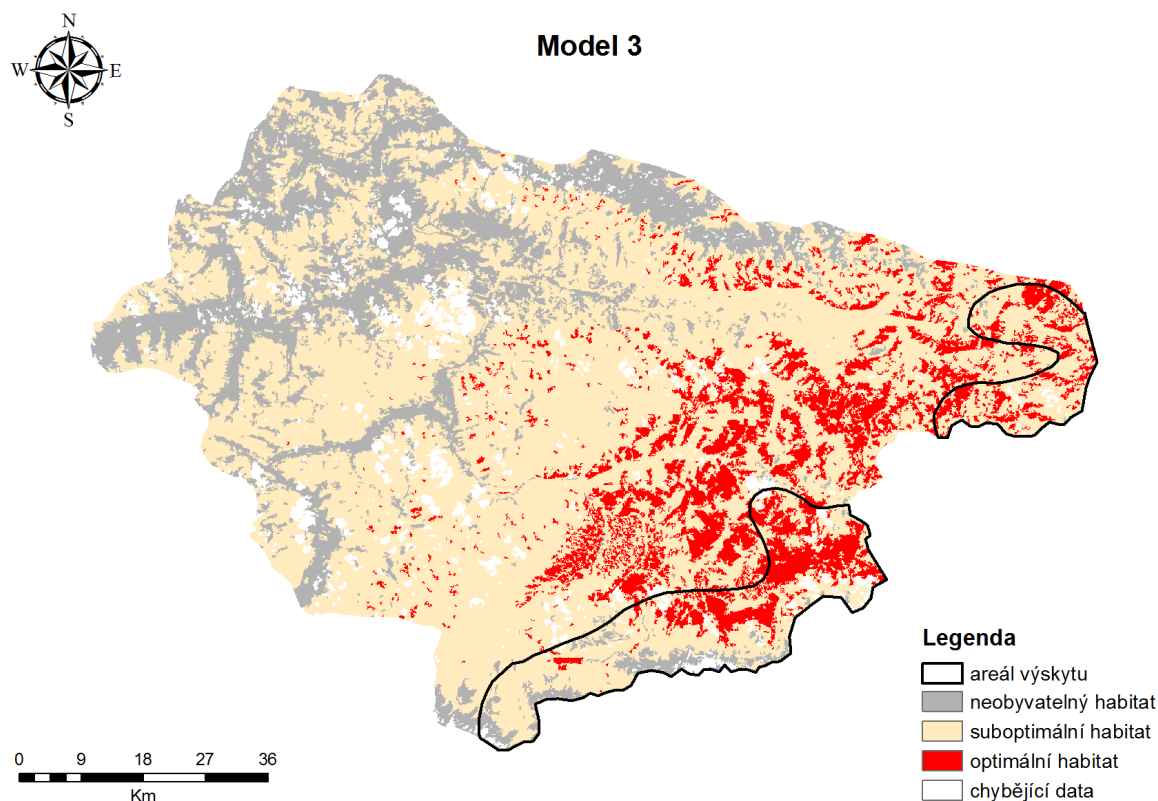
*Obrázek 4: Druhý model optimálního habitatu argaliho na platu Ukok*



**Model 2**



Obrázek 5: Třetí model optimálního habitatu argaliho na platu Ukok



## 4. Diskuze

Altajský argali patří mezi ohrožené poddruhy JV Altaje. Až do poloviny 20. století areál rozšíření tohoto poddruhu pokrýval větší část pohoří jižní Sibíře (Abaturov et al. 2004, Irisov et al. 1973, Kolosov 1938). V dnešní době je jeho areál výskytu značně zmenšený a fragmentovaný. Podle Anchiforov et al. (1993) je určitá fragmentovanost vhodného biotopu pro argaliho přirozená, kvůli mozaikovému charakteru celé oblasti a izolovanosti hor, udává však, že v posledních desetiletích je vhodný biotop fragmentován již příliš, vinou rozvoje sítě cest, hospodářskými pozemky, vytěsnění zvířat do vyšších nadmořských výšek a pytláctvím.

Zmenšení hranic areálu a snížení počtu těchto zvířat může být ovšem také následkem změny přírodních podmínek v souvislosti s přirozeným kolísáním klimatu Země (Abaturov et al. 2004). To má za následek plošnou změnu zastoupení různých rostlinných společenstev, především tundrových a stepních (Chebakova et al. 2000).

## 4.1. Tvorba modelů

Cílem této práce bylo modelovat potenciální optimální habitat argaliho. Za tímto účelem jsem vytvořila tři modely (obrázek 6). Ze všech jsou dobře patrná místa optimálního biotopu, ale každý ze tří modelů vyjadřuje informaci jiným způsobem. Podobný způsob vyjádření optimálního habitatu využívají i práce Jerina et al. (2003) a Navinder et al. (2009).

Použití DPZ (dálkový průzkum Země) dat k poskytnutí informací o habitatu pro distribuční modely se stává běžné. Digitální distanční data jsou lépe přístupná a obecně levnější než pořízení terénních dat. Modely založené na datech DPZ zvyšují přesnost, opakovatelnost a použitelnost (Newton et al. 2007). I když je pravda, že určitý sběr terénních dat bude vždy zapotřebí pro kalibraci dat DPZ. Dalším přínosem těchto a podobných modelů je nejen informace, kterou nesou, ale i to, že umožní člověku nahlížet na danou oblast ze zcela jiného hlediska a vidět tak důležité vztahy v celkovém kontextu.

Zatím ale bylo publikováno pouze málo výzkumných prací zabývajících se mírou přesnosti modelů postavených na datech DPZ ve srovnání s modely postavenými na datech terénních (Newton et al. 2007). V práci Newton et al. (2007) posuzovali tyto dva typy modelů, aby zjistili vypovídající schopnost modelů postavených pouze na DPZ datech. Ve výsledku byly modely založené na DPZ datech lehce přesnější, než modely založené na habitatových datech z terénního pozorování.

### 4.1.1 Model 1

První model je nejjednodušší a zároveň nejpřehlednější. Jeho účelem je co nejjasněji ukázat rozložení vhodného a nevhodného habitatu pro argaliho (pro jeho vytvoření byla použita kombinace proměnných charakterizujících makro i mikro habitat stejně jako pro další modely viz. Metodika). Jeho nevýhodou je přílišná obecnost. Výsledné plochy vhodného habitatu představují tudíž pouze malou část z celkové rozlohy zájmového území (2,6%), což je také zřejmé z tabulky 5. Z modelu je i pouhým okem vidět, že nevyhovující biotop zahrnuje celou západní polovinu zájmového území, která leží v údolích větších řek a v nejjižnějším výběžku zájmového území, do kterého již zasahuje areál výskytu argaliho. Údolí řek leží v nižších nadmořských výškách a v zimě zde leží hodně sněhu. Často je zde také vyšší vlhkost, s čímž je spojena přítomnost jiných rostlinných společenstev než vyhledává argali. Západní polovina území je znatelně vlhčí než jeho východní část, a proto pro ni platí obdobné vysvětlení o přítomnosti jiných rostlinných společenstev jako pro údolí řek. V

severní a jižní oblasti zájmového území se k tomuto vysvětlení přidává přítomnost více skalnaté krajiny s ledovci, takže zde pravděpodobně nebude pro zvířata ani dostatek potravy (na jihu zasahuje do zájmového území pohoří Tabun – Bogdo – Ola s výškami kolem 4000 m. n. m.). Nejvhodnějším místem k výskytu zvířete se zdá být oblast ležící v JV části zájmového území (viz oblast nejvyšší koncentrace optimálního habitatu obrázek 4 a 5). V té, jak je vidět, se skutečně část jeho areálu rozkládá. Proč se ale nerozkládá po celé této ploše je rozepsáno níže v diskuzi.

#### **4.1.2 Model 2**

Druhý model již zohledňuje preference zvířat pro určitý biotop a lépe ukazuje variabilitu zdejšího prostředí. Je podrobnější a přesnější formou modelu prvního. Tento model by měl sloužit pro orientaci, jak je na zájmovém území rozložen různě vhodný biotop. Doplňuje model první a podle něj můžeme lépe rozhodnout např. jak celistvá je určitá oblast vhodného biotopu pohledem na její okolí. Z výsledného rozložení optimálního habitatu je patrná shodná oblast koncentrace jeho ploch s modelem prvním, ačkoli je zde trochu větší (tabulka 5). Dále jsou z tohoto modelu již jasně patrné zmíněné nevyhovující oblasti. Při pohledu na místa, jenž nabývají hodnot blížících se optimálnímu habitatu, je zajímavá část západně od oblasti nejvyšší koncentrace míst s optimálním habitatem (obrázek 4).

Celkově území optimálního habitatu představuje již větší celistvou plochu (29 506 ha) a navazuje na areál výskytu argaliho. Případné zvýšení počtů argaliho by tedy mělo být z pohledu optimálního biotopu možné. Tento model se mi zdá být nejvíce vypovídající, jelikož umožňuje vidět různou míru vhodnosti prostředí.

#### **4.1.3 Model 3**

Dalo by se říci, že třetí model zohledňuje oba předchozí modely. Měl by zachycovat podstatné informace, tedy kde argali zcela jistě pobývat nebude a také kde se naopak pravděpodobně zdržovat bude, a zároveň vynechat ty informace, které nejsou nezbytně nutné. Již při pohledu na něj je jasné, že do optimálního habitatu spadá, při porovnání s ostatními modely, největší území 105 434 ha představující již 14,4% rozlohy zájmové území (tabulka 5). To je způsobeno jak jeho mírnější klasifikací (tabulka 1), tak jeho zobecněním oproti předchozímu modelu. Mírnější klasifikace by měla zohledňovat i území, které sice není pro argaliho zásadně výhodné, ale není ani špatné a zvířata se zde mohou dlouhodobě zdržovat (suboptimální habitat). Model umožňuje vytvoření povědomí o prostorovém rozložení různě vhodného typu prostředí na zájmovém území.



Na všech třech modelech je patrný fragmentovaný charakter vhodného biotopu. Jak jsem již zmiňovala, určitá míra fragmentace je pro něj přirozená. Zůstává otázkou, jak moc může být optimální habitat ještě fragmentován, aby to nemělo negativní dopad na argaliho. Podle Anchiforov et al. (1993) je přirozená velikost domovského okrsku argaliho 90 – 120 km<sup>2</sup>, a i přes možnou pohyblivost zvířata v tomto areálu zůstávají i několik desítek let. Příkladem zmenšení je domovský okrsek v údolí řeky Chagan – Burgazi s rozlohou již pouhých 18 – 24 km<sup>2</sup>. Podle stejného autora byla na začátku 20. století vzdálenost mezi jednotlivými domovskými okrsky argaliho 13 – 40 km, zatímco v 90. letech 20. stol. je tato vzdálenost již 30 – 160 km. Je zřejmé, že tato rostoucí fragmentace míst výskytu představuje pro argaliho velkou hrozbu.

Důvodem, proč jsem si vybrala pro vytvoření modelů konkrétní parametry resp. vrstvy (viz. kapitola Tématické vrstvy), je právě jejich zmiňovaná důležitost v dostupných zdrojích.

Vytvořené modely potvrzují skutečnost, že srážky korelují s výskytem argaliho silně negativně. Při zahrnutí této proměnné se rozprostření míst optimálního biotopu značně přiblíží rozložení areálu reálného výskytu argaliho. Tato proměnná se odlišuje od ostatních tou skutečností, že jsem v žádném dostupném zdroji nenašla konkrétní množství srážek v souvislosti s výskytem či absencí argaliho. Přesto ale naopak množství zdrojů, jak jsem již zmiňovala, uvádí, že argali žije v sušších oblastech, což je vidět i na preferenci konkrétních rostlinných společenstev. Proměnnou jsem tedy z výše zmíněných důvodů do modelů zahrнула.

Do modelování jsem nezahrнула proměnné výška sněhové pokrývky a vegetační index NDVI.

Důvodem určité nepřesnosti modelů je to, že jsem jistě nebyla schopna zahrnout všechny možné parametry ovlivňující výskyt argaliho v reálném světě (např. přítomnost míst úkrytu), dále zkreslením při zpracování dat, jejich jiné prostorové rozlišení apod.

#### **4.1.4 Porovnání výsledných modelů rozložení optimálního biotopu**

Pomocí kappa statistiky jsem testovala shodu modelů, které byly vytvořené stejným způsobem, ale z jiných výchozích dat, a to proto, abych si ověřila správnost svého výsledného modelu. Pokud se modely signifikantně shodují znamená to, že jsou velice pravděpodobně správně, jelikož náhodná shoda je krajně nepravděpodobná. Nedá se ovšem již říci, který z modelů je více vypovídající. Možným důvodem odlišnosti těchto dvou modelů může být např. rozdílné prostorové rozlišení nebo různá přesnost dat. Ačkoli při vizuálním porovnání se podobnost modelů nezdá být tak velká, podle statistiky se modely signifikantně silně shodují. Tento výsledek tudíž potvrzuje správnost modelu 1 vytvořeného v této práci a potažmo i dalších dvou modelů.

Na základě průkazných výsledků téměř úplné shody modelů můžeme tedy říci, že informační kvalita terénních vs. satelitních dat je pro takovou tvorbu modelů stejně dobrá. Nicméně při zvážení úsilí terénního mapování a zpracování družicových dat je zřejmé, že družicová data mají v tomto ohledu jednoznačnou přednost.

#### **4.1.5 Porovnání vrstev vegetačního krytu založených na jiném typu dat**

Srovnání dvou vrstev vegetačního krytu, jedné vytvořené na základě terénních dat a druhé pomocí metod DPZ, umožňuje posoudit kvalitu a vhodnost těchto metod. Typ vegetace patří mezi jednu z habitatových charakteristik, kterou je možné získávat také DPZ, i když ne v tak podrobném měřítku jako při vegetačním mapování. Stejně jako v předchozím případě platí, že pokud se vrstvy vegetačního krytu signifikantně shodují znamená to, že jsou velice pravděpodobně správně, jelikož náhodná shoda je krajně nepravděpodobná. Ani zde není možné určit, která z vrstev vegetačního krytu je více vypovídající. Hodnota kappa statistiky při srovnání vrstev vegetačního krytu vyšla také signifikantně, avšak v menší míře než u srovnání biotopových modelů. To nám říká, že informační kvalita vrstev vegetačního krytu získaných klasifikací satelitních dat vs. vegetačním mapováním je pořád velmi dobrá.

## **4.2. Hodnocení závislosti výskytu argaliho na daných proměnných**

Na základě Cp statistiky ovlivňuje rozložení areálu výskytu argaliho v JV Altaji množství srážek, nadmořská výška a přítomnost plotu a přítomnost pastvin.

Nejsilněji ovlivňují rozložení areálu výskytu argaliho z daných proměnných zimní, sněhové srážky. Tato proměnná se jeví jako velmi důležitý faktor výskytu argaliho, jelikož přežití zvířete záleží na nalezení potravy pod sněhem. Obdobný vliv budou pravděpodobně také mít srážky v jiná roční období, jelikož argali se vyhýbá vlhkým místům, kde obvykle rostou křoviny s *Betula nana*, lesní porosty a vyskytují se zde bažiny, a dává přednost sušším biotopům (Abaturov et al. 2004, Fedosenko et al. 2005, Filus 1992).

Další je proměnná přítomnost plotu neboli absence pytláctví. Plot, jak již bylo řečeno, odděluje oplocené území jako místo bez lovu a řadí se mezi makrohabitatové charakteristiky. Část areálu výskytu argaliho na JV hranicích plata může být skutečně výsledkem absence lovu na tomto území. Neplatilo by to ale pro populaci v údolí řeky Tarchaty, která není za plotem, a přesto zde zůstává. Jelikož se argali ještě před sto lety vyskytoval na celém zájmovém území (Abaturov et al. 2004),

můžeme předpokládat, že pokud se nezměnily zdejší přírodní podmínky, pytláctví se může podílet na vymizení argaliho z oblasti. To by z jedné strany podporovala i skutečnost, že v oblasti je široce rozšířeno pytláctví (Anonymous 2009) ovšem ze strany druhé tomuto tvrzení odporuje již zmíněná přežívající tarchatinská populace.

Plot může dále představovat bariéru případného šíření argali na sever, představuje totiž skutečné fyzické rozdělení území. Při pohledu na obrázek 9 je zajímavé, že v místě u plotu areál výskytu nepřesahuje hranice silnice a ani se k ní neblíží, avšak v místě, kde není, areál vybíhá až přes silnici dále na sever zájmového území. Toto tvrzení se tudíž zdá býti velmi opodstatnělé.

Nadmořská výška je další charakteristikou makrohabitatu argaliho jenž má silný vliv na rozložení areálu jeho výskytu. Nadmořská výška v areálu výskytu argaliho se signifikantně liší od zbytku zájmového území. Podle výsledků statistiky je na území výskytu nejčastější rozmezí výšek mezi 2200 – 3200 m. n. m. To téměř přesně odpovídá vstupním předpokladům a i místům pozorování zvířat. Nadmořská výška je úzce spjatá s určitým typem vegetace (graf 9) (Abaturov et al 2004, Sopin 1975) a také s teplotou. Argali jsou fyziologicky přizpůsobeni nižší teplotám běžným v těchto nadmořských výškách a při nepřirozeném zvýšení teploty se jejich fyzický stav zhoršuje (Anchiforov et al. 1993).

S areálem výskytu argaliho také negativně koreluje přítomnost pastvin, která patří mezi další makrohabitatové charakteristiky. Zvířata se vyhýbají zimním i letním pastvinám skotu. Podle výsledků je tato závislost silnější pro letní pastviny. Zimní pastviny se převážně rozkládají na samotné ploché části plata Ukok v nižších nadmořských výškách a neměly by tedy mít větší dopad na areál výskytu argaliho. Celoroční pastviny mají sice podle výsledků s územím výskytu argaliho pozitivně korelovat, ale dokonce i z pouhého obrázku 9 je patrné, že leží zcela mimo oblast výskytu zvířete. To je také dobře vidět na grafu 8. Nesprávný výsledek je pravděpodobně způsoben zmíněným zkreslením průkaznosti výsledků. Argali jsou z nižších nadmořských výšek často vytěsněni skotem do výšek vyšších (Anchiforov et al. 1993, Filus 1992, Namgail et al. 2006). Je tedy pravděpodobné, že souvislost výskytu pastvin s areálem výskytu argali odráží vztah reálné kompetice s dobyt看em. Na druhou stranu se pastviny rozkládají převážně v údolích řek a na místech, kde argali nejsou a tato závislost je pouze náhodná, způsobená jiným efektem. Letní pastviny se rozkládají v místech, kde je v zimě více sněhu a pokud jsou tyto oblasti vzdálené od málosněžných zimovišť a případně oddělená bariérou (plot) zvířatům se nevyplatí je využívat. Přítomnost dobytka zasahuje do života argaliho (Anchiforov et al. 1993, Kolosov 1938, Sopin 1975) a tuto skutečnost

podporují i diskutované statistické výsledky.

Proměnné jsem testovala proti areálu výskytu argaliho, tedy makrohabitatů. Do *Cp* statistiky proto vstupovaly pouze ty proměnné vyjadřující makrohabitatové charakteristiky.

### 4.3. Shrnutí

Z výsledků *Cp* statistiky a na základě modelů potenciálního biotopu můžeme usuzovat, že vhodný habitat pro argaliho určuje z přírodních faktorů převážně množství srážek spíše než nadmořská výška. Z antropogenních faktorů, zahrnutých v mé práci, je vhodný makrohabitat argaliho určován především bariérou plotu, omezující vliv a pytláctví, s čímž je spojeno i omezení vlivu pasení. Na druhou stranu proměnné jsou mezi sebou různě vzájemně propojené (graf 9). Podle PCA analýzy spolu korelují nadmořská výška a typ vegetačního krytu. Úhrny srážek pro všechna roční období jsou očekávaně propojeny nejvíce. Negativně s těmito proměnnými ještě koreluje pytláctví. Odděleně a téměř nezávislá je přítomnost pastvin.

V práci Navinder et al. (2009) se, stejně jako já, zabývali modelem optimálního habitatu, zde pro tibetský poddruh argaliho. Jejich primární cíl se tudíž shodoval s jedním z mých cílů, a to stanovit parametry určující distribuci argaliho v této oblasti. Základní vstupní makrohabitatové proměnné v této práci jsou podobné proměnným, které jsem použila já. Výslednými proměnnými zahrnutými do modelu, tedy signifikantně korelujícími s výskytem tibetského argaliho, byly: nadmořská výška, sklon svahu, orientace svahu a NDVI. Index NDVI zde použily jako náhradu vrstvy vegetačního krytu a byl také uvažován jako makrohabitatová charakteristika. Na rozdíl od mé práce mohli autoři použít i mikrohabitatové proměnné sklon a orientace svahu, jelikož jejich vstupní data obsahovala jednotlivá pozorování a tedy odlišení konkrétních svahů (konkrétní mikrohabitatové preference zvířete). Při dostupnosti těchto informací se orientace a sklon svahu zdají být parametry vysoce korelující s distribucí argaliho (Navinder et al. 2009). Pokud bereme v potaz proměnné, které vychází nejvíce korelovány s výskytem argali jak v citované práci tak v práci mé, pak má největší vliv nadmořská výška.

### 4.4. Ochrana území a návrh jejího rozšíření

Proč vůbec chránit argali na Ukoku? Hlavní hrozbou argali je fragmentace jejich přirozeného habitatu a s tím spojená izolace jednotlivých subpopulací. Z tohoto důvodu je jakákoli snaha o propojení populací či o ochranu jejich přirozeného habitatu velkým přínosem pro tento ohrožený

druh. Skupina argali na platu Ukok představuje tzv. ostrovní okrajovou populaci (druhým typem je populace hlavní, která se liší menším podílem samců). Hlavní populace žijí převážně v Mongolsku, kde jejich stavy prudce klesají. Ostrovní populace nesou důležitou genetickou diverzitu a jsou v případě ohroženého druhu jako je argali klíčové. Zachování genetických linií obsažených v ostrovních populacích výrazně zvyšuje adaptační potenciál druhu. Ostrovní populace představují potenciaální zdroj disperze. Tyto populace v Rusku by mohly být větší, od 70. let se jejich stavy snížily ze 700 na 350 jedinců a je zde tudíž prostor pro jejich případnou expanzi. Z tabulky 5 je vidět, že území optimálního habitatu má rozlohu asi 1054 km<sup>2</sup>. Vzhledem k tomu, že velikost domovského okrsku stáda argali je max. 90 – 120 km<sup>2</sup> (Anchiforov et al. 1993), zdá se oblast optimálního habitatu být pro účinnou ochranu dostačující. Velikost území optimálního habitatu by podle tohoto údaje tedy umožňovala vzrůst zdejší populace až o 10 stád zvířat (pokud bychom brali průměrnou velikost stáda 20 jedinců, populace by se zvětšila o 200 zvířat).

Mezi nejdůležitější faktory limitujícími rozšíření argali na Ukoku patří z makrohabitatového hlediska rozložení srážek a nadmořská výška. Z antropogenních faktorů limituje jejich areál rozšíření hlavně pytláctví a pak také výskyt pastvin. Kdyby ale mělo pytláctví skutečně takový vliv, nalézal by se argali pouze za plotem a na jiných místech by zde byl vyhuben. V oblasti za plotem není ani skoro žádná plocha optimálního habitatu. Celkově se tedy zdá, že klíčová je přítomnost plotu jako migrační bariéry, a proto by tuto bariéru bylo potřeba odstranit.

Možným ochranným opatřením pro argali by bylo omezit lidskou činnost na území, kde se rozkládá optimální biotop. Což by za prvé znamenalo eliminaci pytláctví na území. Jedním z účinných opatření by bylo zavedení řízeného odstřelu argaliho. Peníze z něj se pak použijí na chod parku a platy strážců. Druhým důležitým opatřením by byla přísnější správa pastevectví. Důvodů, proč přítomnost pastvin argali škodí je několik. Možná nákaza dobytčími chorobami je jedním z nich. Dalším je příliš velká zátěž na pastvu při vysokých počtech dobytka, vegetace se nemá možnost přirozeně obnovovat a argali pak nemá na daném místě dostatek potravy. Neposledním důvodem je opět pytláctví samotnými pasteveci. Třetím opatřením v rámci zrušení lidské činnosti na území je samozřejmě zabránění stavbě silnice či dokonce ropovodu (obrázek 9). Silnice by měla vést po stejné trase jako ropovod a znamenala by příliv většího množství lidí včetně turistů. Pokud by z dlouhodobého hlediska nebylo možné stavbě silnice zabránit, byla by potřeba oblast přizpůsobit přílivu turistů, např. vybudováním povolených stezek, zavedením průvodců, evidencí návštěvníků a zpoplatněním vstupu. V podobných případech je téměř nezbytné, aby byl park

alespoň částečně finančně nezávislý, vzhledem k nepravděpodobnému financování ze strany státu. Na druhou stranu je třeba dát pozor, aby tato finanční nezávislost nebyla na úkor hlavního účelu parku – ochrany přírody. Vhodným opatřením by byl zmíněný řízený odstřel a zavedení vstupního do parku.

Z rozložení areálu výskytu na zájmovém území je patrné, že se jedná o dvě oddělené skupiny zvířat. Větší oblast patří ke skupině držící se přímo na Ukoku. Druhá plocha představuje část areálu druhé skupiny držící se v údolí řeky Tarchaty. Ta navazuje na Sailugemskou populaci, která je jedinou hlavní populací v Rusku propojenou s populacemi v Mongolsku (Kashkarov et al. 2006). Propojení populace na Ukoku a v údolí Tarchaty by mohlo tedy pro tento poddruh být velkým přínosem. Mezi areály výskytu těchto dvou populací není zřejmá žádná environmentální bariéra (obrázek 5), problém by však mohla znamenat cesta, více méně křížící plochu mezi nimi. S ní je spojeno i větší riziko pytláčení. Návrh případného koridoru pro průchod jedinců mezi těmito dvěma populacemi je naznačen na mapě návrhu ochrany (obrázek 10). Koridor 1 vede mimo cestu, avšak je velmi úzký a obsahuje nevhodný biotop. Koridor 2 se sice s cestou kříží, avšak obsahuje větší plochy vhodného habitatu. Toto propojení populací je klíčové pro umožnění genetické výměny mezi populacemi, pro jejich přežití a možné expandování.

#### *Návrh:*

Při pohledu na mapu optimálního habitatu je na první pohled patrné (obrázek 5), že optimální habitat se rozkládá v JV části zájmového území. Možným vysvětlením, proč se argali nenalézají na celé ploše optimálního biotopu, může být skutečnost, že je zde zvířat málo a zimují v Mongolsku. Pro stáda samic s mladými není dobré překonávat větší vzdálenosti mezi zimními a letními pastvinami než je nezbytně nutné a nic je tedy nežene vydat se dále na sever, pokud jsou jejich počty na tomto území nízké. Kromě toho jsou argali poměrně sedentární zvířata a začali by se šířit, kdyby jejich počty začaly narůstat, v této situaci nemají proč. Nízké počty jedinců mohou být kromě pytláčení také způsobeny úživností zimních pastvin na mongolské straně, kde se pase více dobytek a pravděpodobněji zde hrozí kompetice s ním.

Jedním z cílů této práce je návrh ochrany území, které představuje optimální habitat pro argali, a je zobrazen na mapě návrhu ochrany (obrázku 10). Jelikož značná část plochy optimálního habitatu leží mimo oficiálně chráněné území je vhodné toto území rozšířit (Jerina et al. 2003). Návrh je tedy založen na výsledcích vytvořených modelů a představuje zvětšení chráněného území na oblast nejvyšší koncentrace optimálního habitatu (obrázek 4). Toto zvětšení ovšem nemá smysl bez

působení efektivní ochrany, která, jak jsem zmiňovala, zatím příliš nefunguje. Dalším klíčovým faktorem ochrany tohoto území, resp. argaliho, je zabránění stavby silnice (případně v minulosti uvažovaného ropovodu). Její trasa by měla vést převážně stejně, jako trasa již přítomné cesty (obrázek 9 a 10), avšak měla by oficiálně propojit Altajskou republiku s Kazachstánem a znamenala by příliv mnohem většího počtu lidí do oblasti včetně turistů. Poslední navrhovanou změnou je zde redukce oblasti pastvin dobytka. Z obrázku 10 je patrné, že na navrženém území se rozkládá asi polovina plochy letních pastvin a převážná část pastvin zimních. Je proto potřeba vypočítat nosnou kapacitu pastvin i s ohledem na divoká zvířata, aby zatížení pastvin bylo přiměřené. Tomuto výpočtu pak samozřejmě přizpůsobit počty dobytka. Je dobře zdokumentováno, že přítomnost dobytka argali často vyžene do méně vhodného habitatu (Anchiforov et al. 1993, Filus 1992, Namgail et al. 2006), proto pokud má mít navržené území smysluplnou funkci, je tato změna potřebná.

V neposlední řadě je pro efektivní ochranu argali nutná trans-hraniční spolupráce již existujících chráněných území. Proto by měla být plánovaná mezinárodní trans – hraniční biosférická rezervace mezi Ruskem, Čínou, Kazachstánem a Mongolskem velkým úspěchem (Anonymous 2000). Jinak však podobná spolupráce zůstává otázkou budoucnosti.

**Tabulka 6**

	<i>rozloha [ha]</i>	<i>% zájm. Území</i>
<i>území NP Ukok</i>	252036	34
<i>navrhované území ochrany</i>	471835	64

## 5. Závěr

Cílem této práce bylo především vytvořit model optimálního habitatu argaliho na zájmovém území. Podařilo se mi vytvořit 3 modely (model 1, model 2, model 3), které zobrazují oblast optimálního habitatu. Tyto modely jsem vytvořila pomocí dat DPZ a při porovnání s modelem založeným na datech terénních se ukázaly být správné. Vedle tvorby modelů jsem také porovnávala vliv jednotlivých proměnných na rozložení areálu výskytu argaliho. Z antropogenních proměnných vychází signifikantně vliv plotu, který by se dal vysvětlit absencí pytláctví, ale spíše je pravděpodobné, že plot funguje jako bariéra šíření zvířat na západ. Z práce vyplývá, že populace argaliho na Ukoku se drží jen v malé části optimálního biotopu z důvodu blízkosti zimovišť a

vzhledem k jejich nízkému počtu nemají důvod chodit dále, v čemž jim také na části území brání plot. Nízké počty zvířat může způsobovat kompetice s dobyt看em na zimních pastvinách v Mongolsku a pytláctví.

Dalším cílem bylo navrhnout efektivnější ochranu území potažmo argaliho. Hlavní příčinou poklesu počtů argaliho je fragmentace jejich přirozeného habitatu a s tím spojená izolace jednotlivých populací. Plato Ukok představuje jednu z ostrovních populací klíčových pro efektivní ochranu druhu a jako takovou je potřeba ji chránit. Prvním krokem by mohla být snaha o propojení ukokské a tarchatinské populace. Navrhované území ochrany je dostatečně velké, aby uživilo přes 200 jedinců a tudíž je zde prostor pro zvýšení počtu argali na území. Pro efektivnost ochrany argaliho je potřeba chránit nejen plato Ukok, ale i další místa výskytu argaliho a propojit ochranu na ruské a mongolské části území.



## 6. Literatura

- Abaturov B. D., Anchiforov P. S., Ogureeva G. N., Pal'tsyn M. Yu., Spitsyn S. V., Subbotin A. E. (2004): Rasprostranenie altaiskogo gornogo barana (*Ovis ammon ammon*) na Altae v svyazi s osobennostyami rastitel'nogo pokrova // *Zool. zh.* 83 (2), 241–251.
- Abaturov B. D., Makhanova T. M., Plate A. N., Poyarkov A. D., Samoilova G. S., Subbotin A. E., Veselovskii A. V. (2005): Assessment of potential habitats for some key mammal species in the Altai-Khangai-Sayan region using a customized geographic information system. Scientific publication ISBN 5-88918-007-X. Moskva. pp. 16
- Almashev C. (2008): Implementing Pas strategy with involvement of local/indigenous communities in the Altai republic of Russia. *Convention on Biological Diversity. Expert Workshop on Integrating Protected Areas into wider Land- and Seascapes. Meeting document.* Dostupné na: <http://www.cbd.int/doc/meetings/pa/ewsipals-01/other/ewsipals-01-presentation-07-en.pdf>
- Almashev C. (2006): *Stepnoi Byulleten' zima – vesna.* 20: 5–9. Dostupné na: <http://ecoclub.nsu.ru/books/Step-20/02.htm>
- Anděra M., Červený J. (2000): Svět zvířat III. - savci. Albatros nakladatelství a.s. s. 118–121.
- Anchiforov P. S., Faleev V. I. (1993): Ekologiya altaiskogo gornogo barana v svyazi s voprosami ego okhrany // *Byul. Mosk. ob-va ispyt. Prirody, otd. Biol.* T. 98 (5), 15–20.
- Anonymous (1996). *Institute for Zoology and Gene Pool of Animals of National Academy of Sciences of Republic of Kazakhstan. Red list of Kazakhstan* [online]. 1996 [cit. 25. 2. 2010]. Dostupné na: <http://redbook.kz/species.php?num=89&lang=en>
- Anonymous (1998): *World heritage nomination – IUCN technical evaluation Golden Mountains of Altai (Russian federation)* [online] p. 104. Dostupné na: <http://whc.unesco.org/en/list/768/documents/>
- Anonymous (2000): *World heritage. Decision Text. VIII.26 Golden Mountains of Altai (Russian Federation)* [online]. Dostupné na: <http://whc.unesco.org/en/decisions/2379>
- Anonymous (2004). *NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology. ASTER, Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer* [online]. 1996, 9. 7. 2004 [cit. 15. 11. 2009]. Dostupné na: <http://asterweb.jpl.nasa.gov/>
- Anonymous (2005). *Pacific Environment. Protecting the Living Environment of the Pasific Rim* [online]. 2005 [cit. 29. 10. 2009]. Dostupné na: <http://www.pacificenvironment.org>

- Anonymous (2006). *Mezhdunarodnoj koordinacionnij sovet. Transgranichnyj Altaj. Pripodnyj park „Zona pokoya Ukok“ na Gornom Altae, sozdannyj eshsche v iyune 2005 goda, poluchaet vozmozhnost' stat' legitimnym* [online]. 28. 4. 2006, 2010 [cit. 18. 3. 2010]. Dostupné na: <http://www.altaiinter.info/news/?id=10764>
- Anonymous (2007). *REGNUM News agency. Export pipeline „Altai“ will cross six regions of Siberia: REGNUM publishes summary of the main pipeline characteristics* [online]. 30. 1. 2007 [cit. 21. 11. 2009]. Dostupné na: <http://www.regnum.ru/english/771202.html?forprint>
- Anonymous1 (2009). *Large Herbivore Foundation, Ovis ammon – Argali* [online]. 2009 [cit. 25. 2. 2010]. Dostupné na: <http://www.largeherbivore.org/argali/#SpeciesInformation>
- Anonymous2 (2009): *World heritage. Decision Text. 7B.27 Golden Mountains of Altai (Russian Federation)* [online]. Dostupné na: <http://whc.unesco.org/en/decisions/2015>
- Anonymous1 (2010). *Respublika Altaj, oficial'nyj internet-portal* [online]. 2001, 2010 [cit. 28. 10. 2009]. Dostupné na: [www.altai-republic.ru](http://www.altai-republic.ru)
- Anonymous2 (2010). *Gazprom. Altai Project* [online]. 2003, 2010 [cit. 18. 3. 2010]. Dostupné na: <http://www.gazprom.com/production/projects/pipelines/altai/>
- Anonymous3 (2010). *Novosti Gornogo Altaya. Při parke Zona pokoya Ukok sozdadut Obshschestvennyj sovet* [online]. 3. 4. 2009, 2010 [cit. 18. 3. 2010]. Dostupné na: <http://www.gorno-altaisk.info/news/1776>
- Aspinall R., Veitch N. (1993): Habitat Mapping from Satellite Imagery and Wildlife Survey Data Using a Bayesian Modeling Procedure in a GIS. *Photogrammetric engineering and remote sensing*. 59 (4): 537–543.
- Bowers M. A., Matter S. F. (1997): Landscape ecology of mammals: Relationships between density and patch size. *Journal of Mammalogy*. 78 (4): 999–1013.
- Chambers J. M., Hastie T. J. (1993): *Statistical Models*. Chapman and Hall, London.
- Chebakova N. M., Parfenova E. I. (2000): Vozmozhnye izmeneniya rastitel'nosti Gornogo Altaya při potepnenii klimata i sostavlenie prognoznykh kart // Geobotanicheskoe kartografirovanie. Botanich. Institut RAN.SPδ. s. 26–31.
- ERSDAC (2005). *ASTER Users Guide, Part 1 General, Version 4*. Dostupné na: [http://www.science.aster.ersdac.or.jp/en/documnts/users\\_guide/part1/pdf/Part1\\_4E.pdf](http://www.science.aster.ersdac.or.jp/en/documnts/users_guide/part1/pdf/Part1_4E.pdf)
- Fedosenko A. K., Blank D. A. (2005): *Ovis Ammon. Mammalian species 773*: 1–15.
- Filus I. A. (1992): *Materialy po ekologii i povedeniyu argali v Altaiskom zapovednike // Okhrana i*

izuchenie redkikh i ischezayushshikh vidov zivotnykh v zapovednikakh. M.: Tsentral'naya nauchno-issledovatel'skaya laboratoriya okhotnich'ego khozyaistva i zapovednikov Minsel'khoza Possii. s. 44–56.

- Frank T. D. (1988): Mapping Dominant Vegetation Communities in the Colorado Rocky Mountain Front Range with Landsat Thematic Mapper and Digital Terrain Data. *Photogrammetric engineering and remote sensing*. 54 (12): 1727–1734.
- Gavashelishvili A., Lukarevskiy V. (2008): Modelling the habitat requirements of leopard *Panthera pardus* in west and central Asia. *Journal of Applied Ecology*. 45: 579–588.
- Gromov I. M., Baranova G. I. (1981): Katalog mlekopitayushshikh SSSR. Pliotsen – sovremennost'. s. 405–407.
- Geist V. (1991): On the taxonomy of giant sheep (*Ovis ammon* Linnaeus, 1766). *Can. J. Zool.* 69: 706–723.
- Guisan A., Zimmermann N. E. (2000): Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. 135: 147–186.
- Hais M. (2008): Vývoj a spektrální projevy odlesnění centrální Šumavy hodnocené prostřednictvím DPZ a GIS. Dizertační práce (Ph.D.). Praha. Univerzita Karlova v Praze. s. 140.
- Harris R. (2007): Wildlife observations and general impressions of species' status. *Newsletter of the IUCN/SSC Caprinae Specialist Group*. s. 3–4. Dostupné na: <http://pages.usherbrooke.ca/mfesta/pdf/March%2007.pdf>
- Harris R.B., Reading R. (2008): IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. *Ovis ammon* [online]. 2008, 2010 [19. 3. 2010]. Dostupné na: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Hastie T. (2008): gam: Generalized Additive Models. R package version 1.01.
- Herr A. M., Queen L. P. (1993): Crane Habitat Evaluation Using GIS and Remote Sensing. *Photogrammetric engineering and remote sensing*. 59 (10): 1531–1538.
- Hlásný, T. (2007): Geografické informačné systémy Priestorové analýzy. Čižmarová – Partner, Poniky (vydání prvé), Agentúra ZEPHYROS & Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumná ústav Zvolen, s. 23–28.
- Hodgson M. E., Jensen J. R., Mackey jr. H. E., Coulter M. C. (1988): Monitoring Wood Stork Foraging Habitat Using Remote Sensing and Geographic Information Systems. *Photogrammetric engineering and remote sensing*. 54 (11): 1601–1607.
- Irisov E. A., Marin Yu. F., Shilov V. A. (1973): Nekotorye dannye o redkikh vidakh

- mlekovpitayushshikh Altaya // Redkie vidy mlekovpitayushshikh fauny SSSR i ikh okhrana. M.: Nauka. s. 18–19.
- Jerina K., Debeljak M., Džeroski S., Kobler A., Adamiš M. (2003): Modeling the brown bear population in Slovenia. A tool in the conservation management of a threatened species. *Ecological Modelling*. 170: 453–469.
- Jin S., Sader S. A. (2005): Comparison of time series tasseled cap wetness and the normalized difference moisture index in detecting forest disturbances. *Remote Sensing of Environment*. 94: 364–372.
- Kashkarov E., Vyrypaev V., Skorobogach A., Nolfin G., Gribkov A., Barashkova A., Ishchenko I. (2006): The role of peripheral populations in a strategy for the conservation and restoration of argali. *Newsletter of the IUCN/SSC Caprinae Specialist Group*. p. 9–14.
- Kobler A., Adamic M. (2000): Identifying brown bear habitat by a combined GIS and machine learning method. *Ecological Modelling*. 135: 291–300.
- Kolosov A. M. (1938): Istoriya faunisticheskikh issledovaniy Altaya // Tr. Altaiskogo gosudarstvennogo zapovednika.. 1, 327–393 (1939). Zveri Yugo-Vostochnogo Altaya i smezhnoi oblasti Mongolii // Uch. Zapiski Mosk. Gos. Universiteta. 20: 123–190.
- Kučera T. (1999): Monitorování změn vegetace s využitím družicových snímků. *Zprávy České Bot. Společ.*, Praha, 34, Mater. 17: 141–151.
- La Morgia V., Bona F., Badino G. (2008): Bayesian modelling procedures for the evaluation of changes in wildlife habitat suitability: a case study of roe deer in the Italian Alps. *Journal of Applied Ecology*. p. 1–8.
- Landis J. R., Koch G. G. (1977): The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33: 159–174.
- Lowell K. E. (1993): Predictive Model Development and Evaluation with Unknown Spatial Units. *Photogrammetric engineering and remote sensing*. 59 (10): 1509–1515.
- Makova N. *Vremya regionov. Utverzhden pripodookhrannyj status plato Ukok* [online]. 28. 4. 2006, 2009 [cit. 18. 3. 2010]. Dostupné na: [http://www.regtime.ru/owa/rt/rt\\_lenta.html?a\\_id=14451&r\\_id=6002](http://www.regtime.ru/owa/rt/rt_lenta.html?a_id=14451&r_id=6002)
- Marinin A. M., Malkov N. P., Goverdovskii V. A., Coenov V. I., Maneev A. G., Bondarenko A. V. (2002): Obschshee Polozhenie o zonakh pokoya (prirodnikh rezervatakh) Respubliki Altai (1999). Krasnaya kniga Respubliki Altai. Osobo okhranyaemye territorii i ob'ekty. ed.

- Marinina A. M. Gorno-Altajsk. s. 69–86.
- Maroney R. L. (2005): Conservation of argali *Ovis ammon* in western Mongolia and the Altai-Sayan. *Biological Conservation* 121: 231–341.
- Muntifering J. R., Dickman A. J., Perlow L. M., Hruska T., Ryan P. G., Marker L. L., Jeo R. M. (2006): Managing the matrix for large carnivores: a novel approach and perspective from cheetah (*Acinonyx jubatus*) habitat suitability modelling. *Animal Conservation*. 9: 103–112.
- Namgail T., Fox J. L., Bhatnagar Y. V. (2004): Habitat segregation between sympatric Tibetan argali *Ovis ammon hodgsoni* and blue sheep *Pseudois nayaur* in the Indian Trans-Himalaya. *J. Zool., Lond.* 262: 57–63.
- Namgail T., Fox J. L., Bhatnagar Y. V. (2006): Habitat shift and time budget of the Tibetan argali: the influence of livestock grazing. *The Ecological Society of Japan* 22: 25–31.
- Namgail T., Fox J. L., Bhatnagar Y. V. (2009): Status and distribution of the Near Threatened Tibetan argali *Ovis ammon hodgsoni* in Ladakh, India: effect of a hunting ban. *Fauna & Flora International, Oryx*, 43 (2): 288–291.
- Newton-Cross G., White P. C. L., Harris S. (2007): Modelling the distribution of badgers *Meles meles*: comparing predictions from field-based and remotely derived habitat data. *Mammal Review*. 37 (1): 54–70. Printed in Singapore.
- Nowak R. M. (1999): Walker's mammals of the World. Sixth edition. Baltimore and London. 1: pp. 1936
- Nyíri P., Breidenbach J. (2008): The Altai Road: Visions of Development across the Russian–Chinese Border. *Development and change* 39 (1): 123–145.
- Pal'tsyn M. (2002): Altaiskii gornyi baran (argali): Skol'ko ostalos' i kak cokhranit'. *Sibirskii ekologicheskii vestnik*. s. 15–16. Dostupné na: [http://ecoclub.nsu.ru/books/vest\\_15-16/9.htm](http://ecoclub.nsu.ru/books/vest_15-16/9.htm)
- R Development Core Team (2008): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Dostupné na: <http://www.R-project.org>
- Rapant, P. (ed.) (2001): Pracovní návrh první části výkladového slovníku pro oblast geoinformatiky. *Škola, příloha časopisu GeoInfo* 8 (2): 15 pp.
- Rapant P. (2005): Geoinformační technologie. *Institut geoinformatiky. VŠB – TU Ostrava*. p. 15–30, 71–80. Dostupné na: <http://gis.vsb.cz>
- Reading R. P., Miller B. ed. (2000): Endangered animals: a reference guide to conflicting issues. Greenwood Press, United States of America. s. 5–9. / Amgalanbaatar S., Raeding R. P. Altai

- Argali Sheep. Dostupný náhled na: [http://books.google.cz/books?id=f\\_AWCtX29-kC&printsec=frontcover&source=gbs\\_navlinks\\_s#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.cz/books?id=f_AWCtX29-kC&printsec=frontcover&source=gbs_navlinks_s#v=onepage&q=&f=false)
- Reading R. P., Wingard G. (2005): Mongolian argali. Expedition briefing. p. 3–7. Dostupné na: [http://www.bcoleman.org/mongolia/reading\\_04.pdf](http://www.bcoleman.org/mongolia/reading_04.pdf)
- Retzer V., Nadrowski K., Miede G. (2006): Variation of precipitation and its effect on phytomass production and consumption by livestock and large wild herbivores along an altitudinal gradient during a drought, South Gobi, Mongolia. *Journal of Arid Environments* 66: 135–150.
- Rondinini C., Stuart S., Boitani L. (2005): Habitat Suitability Models and the Shortfall in Conservation Planning for African Vertebrates. *Conservation Biology*. 19 (5): 1488–1497.
- Rosenfield G. H., Fitzpatrick-Lins K. (1986): A Coefficient of Agreement as a Measure of Thematic Classification Accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 52 (2): 223–227.
- Rudoi A. N., Lysenkova Z. V., Rudskii V. V. (2000): Ukok (proschloe, nastoyaschee, buduschee). ed. Schischin T. Y. Barnaul. s. 60–115.
- Říčánková V., Fric Z., Chlachula J., Šťastná P., Faltýnková A., Zemek F. (2006): Habitat requirements of the long-tailed ground squirrel (*Spermophilus undulatus*) in the southern Altai. *Journal of Zoology* 270: 1–8.
- Říčánková V., Prach K., Kamenov A., Hais M., Boucníková E., Fric Z., Čejková A.: Zemědělské využití zájmového území. Nепublikováno.
- Schadt S., Revilla E., Knauer W. F., Kaczensky P., Breitenmoser U., Bufka L., Červený J., Koubek P., Huber T., Staniša C., Trepl L. (2002): Assessing the suitability of central European landscapes for the reintroduction of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology*. 39: 189–203.
- Shiirevdamba T., Shagdarsuren O., Erdenjav G., Amgalan T., Tsetsegma T. (Eds.) (1997): Mongolian Red Book. Ministry for Nature and the Environment of Mongolia. Ulaanbaatar, Mongolia. p. 388 (in Mongolian, with English Summaries).
- Singh N. J., Yoccoz N. G., Bhatnagar Y. V., Fox J. L. (2009): Using habitat suitability models to sample rare species in high-altitude ecosystems: a case study with Tibetan argali. *Biodiversity and Conservation* 18 (11): 2893–2908.
- Sobanskii G. G. (1992): Kopytnye gornogo Altaya. Novosibirsk. Nauka. s. 257.
- Sopin L. V. (1975): Dikii baran Yuzhnoi Sibiri // Avtoref. dis. .kand. s.-kh. Nauk. Irkutsk. 23 s. (1976). Nekotorye dannye po ekologii arkhara khrebta Chikhachëva i gornogo massiva Talduair // Redkie mlekopitayushshie fauny SSSR. M.: Nauka. s. 134–140.

- Šlégr J. a kol. (2001): Světová pohoří – Asie. Euromedia Group, Balios, Praha (1. vydání). s. 167–173.
- Šmilauer P. (2007): Moderní regresní metody. s. 168 Dostupné na: <http://regent.jcu.cz/MRM.pdf>
- Tserenbataa T., Ramey II R. R., Ryder O. A., Quinn W., Reading R. P. (2004): A population genetic comparison of argali sheep (*Ovis ammon*) in Mongolia using the ND5 gene of mitochondrial DNA; implications for conservation. *Molecular Ecology* 13: 1333–1339.
- Tucker C. J. (1979): Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment* 8 (2): 127–150.
- Ykhanbai H., Bulgan E., Beket U., Vernooy R., Graham J. (2004): Reversing Grassland Degradation and Improving Herders' Livelihoods in the Altai Mountains of Mongolia. *Mountain research and Development*. 24: 96–100.
- Yurlov K. T. (1963): Sovremennoe raspostranenie argali v Yugo-Vostochnom Altae // Tez. 3-go Vses. Soveshsh. Po zoogeografii sushi. Tashkent. s. 372.
- Wade M. *Landsat 4 – 5* [online]. 1997, 2008 [cit. 16. 11. 2009]. Dostupné na: <http://www.astronautix.com/craft/lansat45.htm>
- Walker A. B. D., Parker K. L., Gillingham M. P., Gustine D. D., Lay R. J. (2007): Habitat selection by female Stone's sheep in relation to vegetation, topography, and risk of predation. *Ecoscience* 14 (1): 55–70.
- Wintle B. A., Elith J., Potts J. M. (2005): Fauna habitat modelling and mapping: A review and case study in the Lower Hunter Central Coast region of NSW. *Austral Ecology*. 30: 719–738.

...

## 7. Summary

As the title of this thesis suggests, its main aim is to construct a model of potential distribution of argali in the Ukok plateau. Afterwards, I use this model to create a proposal for more effective conservation of the plateau, or more precisely, of argali. Further, I try to verify the credibility of two hypotheses, which explain the declining numbers of argali worldwide. The first hypothesis attributes the decline in the argali population environmental factors, the second one ascribes it to antropogenic factors.

I develop three models (pictures 3 – 5) on the basis of argali's preferences acquired from literature (chapter- Preferences of argali). Each of them displays the area of optimal argali habitat on the Ukok plateau differently, and varies by the proportional representation of the optimal habitat. The largest area of optimal habitat is shown in model 3 (table 5, picture 5) and I offer the conservation proposal, accordingly. Afterwards, I use the  $C_p$  statistic to evaluate if the applied variables influenced the area of argali's true habitat. The possible correlation between variables is tested using Principal Component Analysis (PCA). The variables are tested against the real argali's habitat (Abaturov et al. 2004). The relationship of distribution of the area of argali habitat on each variable is shown in graphs 1 – 8. I use the kappa statistic to compare model 1 in this paper (picture 3) that is based on satellite data with the model of optimal habitat from Abutarov et al. (2005), which is based on field data. In a similar fashion, I compare the data layers of vegetation cover which enters into the models of these two papers.

From the results of the  $C_p$  statistics, one can see that the strongest influence on the area of argali's habitat lies in winter precipitation and illegal hunting. The presence or absence of illegal hunting is probably not as important as it seems while for argali the barrier effect of a fence is essential. In conclusion the distribution of argali's population in Ukok near the borders is caused by the proximity of winter pastures in Mongolia so that the animals use the closest habitat it is possible. Since the number of argali in plateau is low there is no reason for the animals to spread further northward. The low number of argali in plateau may be caused by competition with livestock in mongolian winter pastures and illegal hunting.

The conservation proposal is based on the distribution of optimal habitat of argali in the area of interest. I suggest extending the area of existing natural park, which means enlarging its overall extent from 252036 ha to 471835 ha (picture 10). To make this change meaningful, the adherence to



conservation measures is necessary. Finally, in order to assure the effective conservation of argali in Russia, trans-boundary cooperation with neighbouring states is essential.

# PŘÍLOHY

**Tabulka 1: Způsob klasifikace jednotlivých vrstev pro modely 1, 2 a 3**

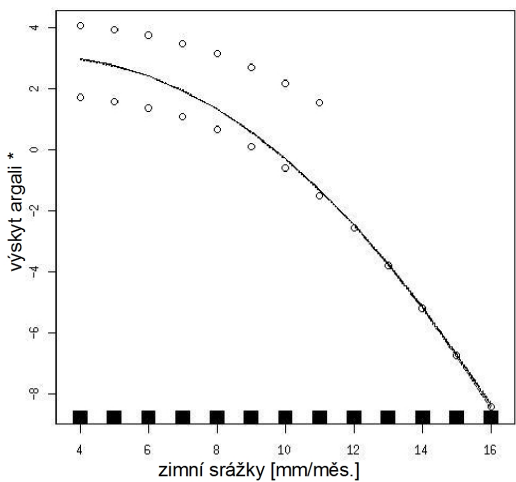
	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>
<b>vegetační kryt</b>			
vysokostébelné porosty	1	24	2
křovinná společenstva	0	1	1
lesní porosty	0	1	1
suchomilné křoviny	0	1	1
stepní porosty	1	70	2
holé plochy	0	1	1
sníh	0	1	1
ledovce	0	0	0
vodní plochy	0	0	0
data chybí	no data	no data	no data
<b>nadmořská výška [m. n. m.]</b>			
< 2100	0	0	0
2100 – 2200	0	1	1
2200 – 2400	0	11	1
2400 – 2800	1	83	2
2800 – 3000	0	5	1
> 3000	0	0	0
<b>sklon svahu [°]</b>			
pod 20	1	78	2
20 – 40	0	21	2
Nad 40	0	1	1
<b>orientace svahu [°]</b>			
0 – 45	1	33	2
45 – 90	0	0	1
90 – 225	1	33	2
225 – 315	0	0	1
315 – 360	1	33	2
<b>Vlhkost povrchu (NDMI) [konstanta]</b>			
< 0	0	0	0
0 – 0,15	0	10	0
0,15 – 0,25	0	20	1
> 0,25	1	70	2
<b>srážky</b>			
0 – 23	1	40	
23 – 28	1	30	
28 – 34	0	20	
34 – 47	0	10	
0 – 25			2
25 – 32			1
32 – 47			0

**Tabulka 2: Výsledky GLM**

	<i>Cp</i>	<i>Koeficient</i>	<i>F test</i>	<i>Df</i>	<i>Variabilita</i>
<i>nulový model</i>	1844889	-1,9210	0	0 / 2414278	1844887
<i>Zimní srážky</i> <sup>1</sup>	1449986	-3229,3332 -3672,6147	197457	2 / 2414292	394914
<i>Plot</i>	1464578	3,0094	380320	1 / 2414293	380320
<i>Podzimní srážky</i> <sup>1</sup>	1604704	-2145,9024 -451,3231	120099	2 / 2414292	240197
<i>Nadmořská výška</i> <sup>1</sup>	1617452	2305,3078 -775,2858	113724	2 / 2414292	205058
<i>Jarní srážky</i> <sup>1</sup>	1642188	-1869,3730 -343,2505	101356	2 / 2414292	202713
<i>Letní srážky</i> <sup>1</sup>	1665955	-1656,4709 -312,0914	89473	2 / 2414292	178946
<i>Vegetační kryt</i>	1765257	0,9126 -0,0546 -0,0546 -1,2366 0,9169 <b>1,0300</b> 1,2545 1,9284 1,6101 -0,6589 -6,8579 0,6245	6638.6	12 / 2414282	79664
<i>Pastviny</i>	1787092	-0,6162 -13,3296 0,5872	19268	3 a 2414275	57803

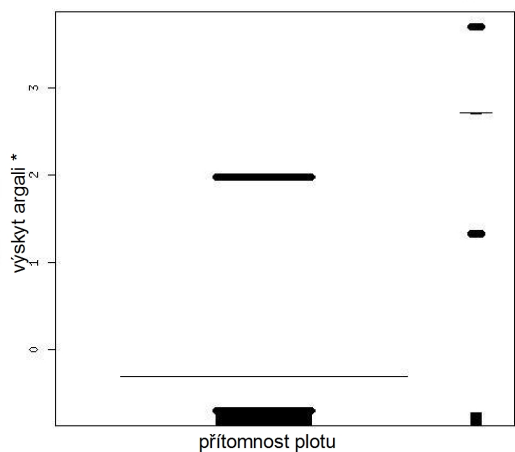
<sup>1</sup> proměnná v polynomickém tvaru

Graf 1: Závislost rozložení areálu výskytu argaliho na úhmu srážek v zimě na platu Ukok



\* hodnota zobrazuje parciální efekt vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou

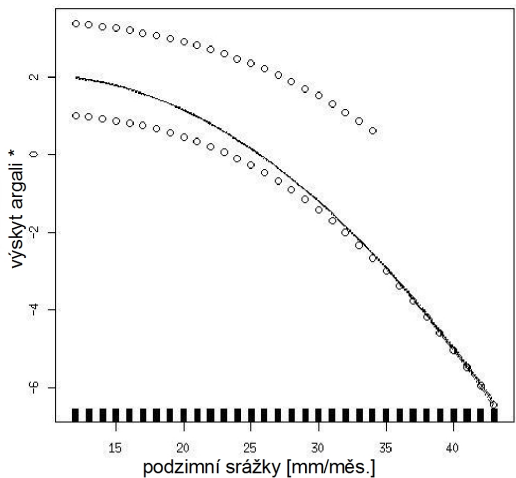
Graf 2: Závislost rozložení areálu výskytu argaliho na přítomnosti či absenci pytláctví na platu Ukok



0 - území nechráněné plotem  
1 - území chráněné plotem

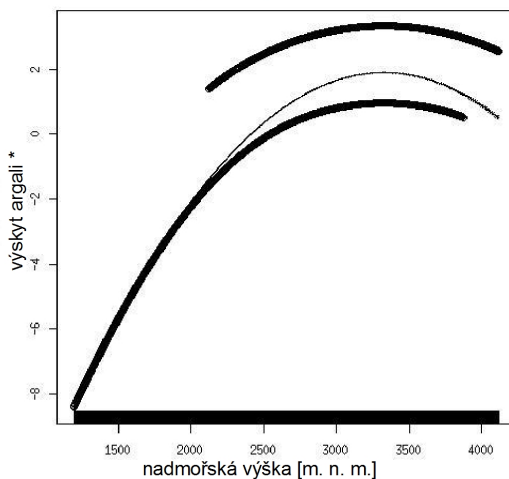
\* hodnota zobrazuje parciální efekt vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou

Graf 3: Závislost rozložení areálu výskytu argaliho na úhmu srážek na podzim na platu Ukok



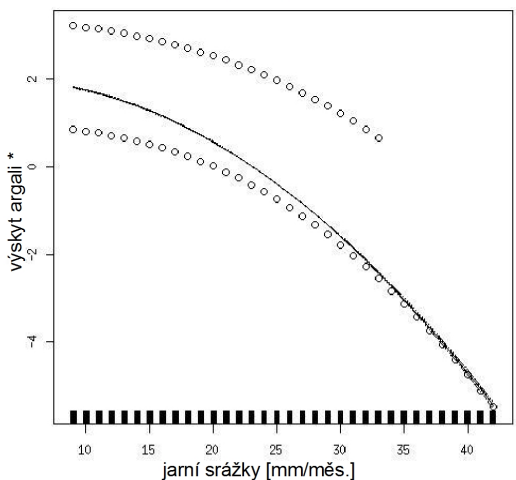
\* hodnota zobrazuje parciální efekt vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou

Graf 4: Závislost rozložení areálu výskytu argaliho na nadmořské výšce na platu Ukok



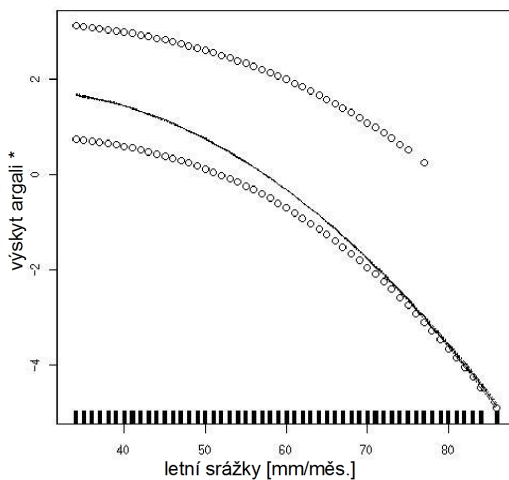
\* hodnota zobrazuje parciální efekt vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou

Graf 5: Závislost rozložení areálu výskytu argaliho na úhmu srážek na jaře na platu Ukok



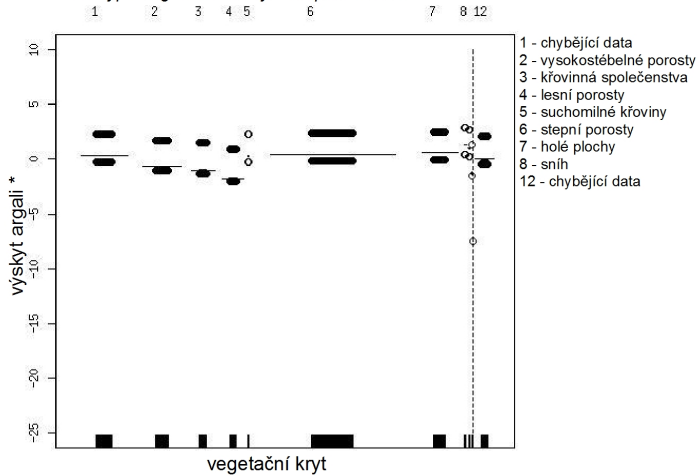
\* hodnota zobrazuje parciální efekt vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou

Graf 6: Závislost rozložení areálu výskytu argaliho na úhmu srážek v létě na platu Ukok



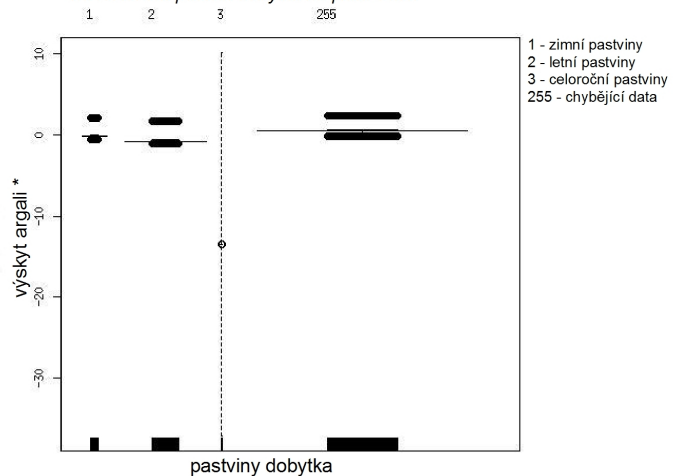
\* hodnota zobrazuje parciální efekt vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou

Graf 7: Závislost rozložení areálu výskytu argaliho na typu vegetačního krytu na platu Ukok



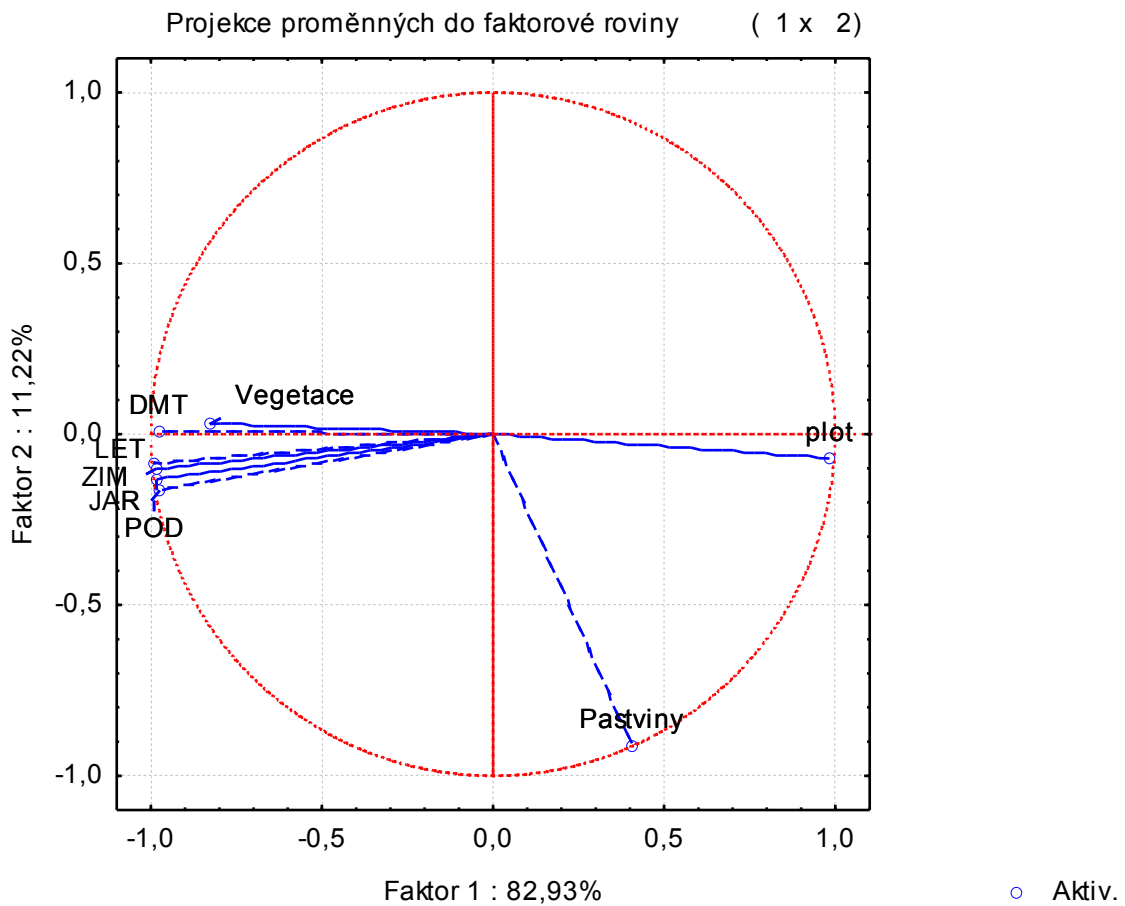
\* hodnota zobrazuje parciální efekt vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou

Graf 8: Závislost rozložení areálu výskytu argaliho na rozložení pastvin dobytka na platu Ukok

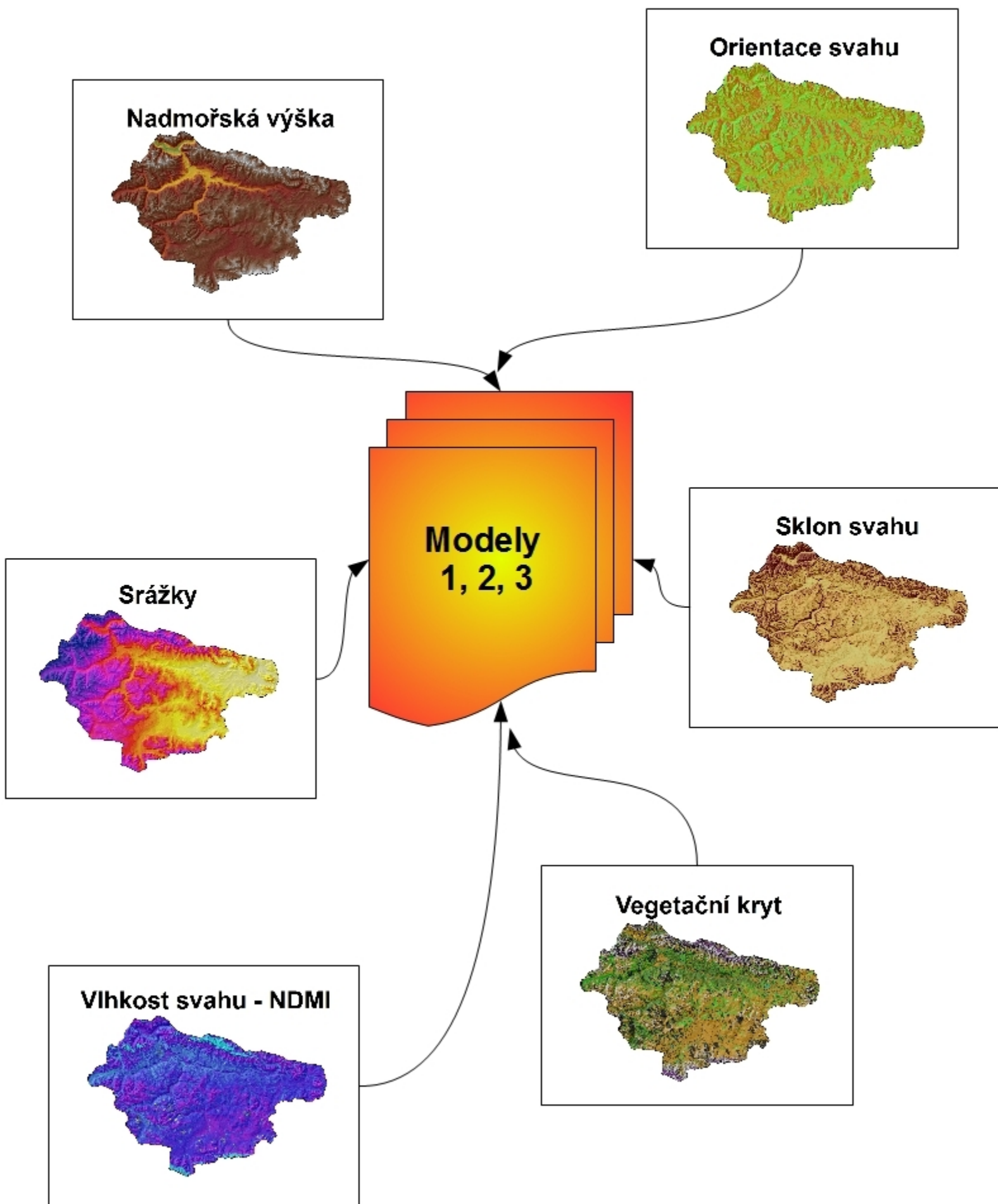


\* hodnota zobrazuje parciální efekt vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou

Graf 9: Výsledný graf analýzy hlavních komponent PCA ukazující vzájemnou korelaci proměnných vstupujících do Cp statistiky (DMT = nadmořská výška, LET = letní srážky, ZIM = zimní srážky, JAR = jarní srážky, POD = podzimní srážky)



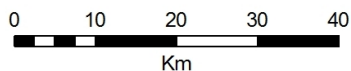
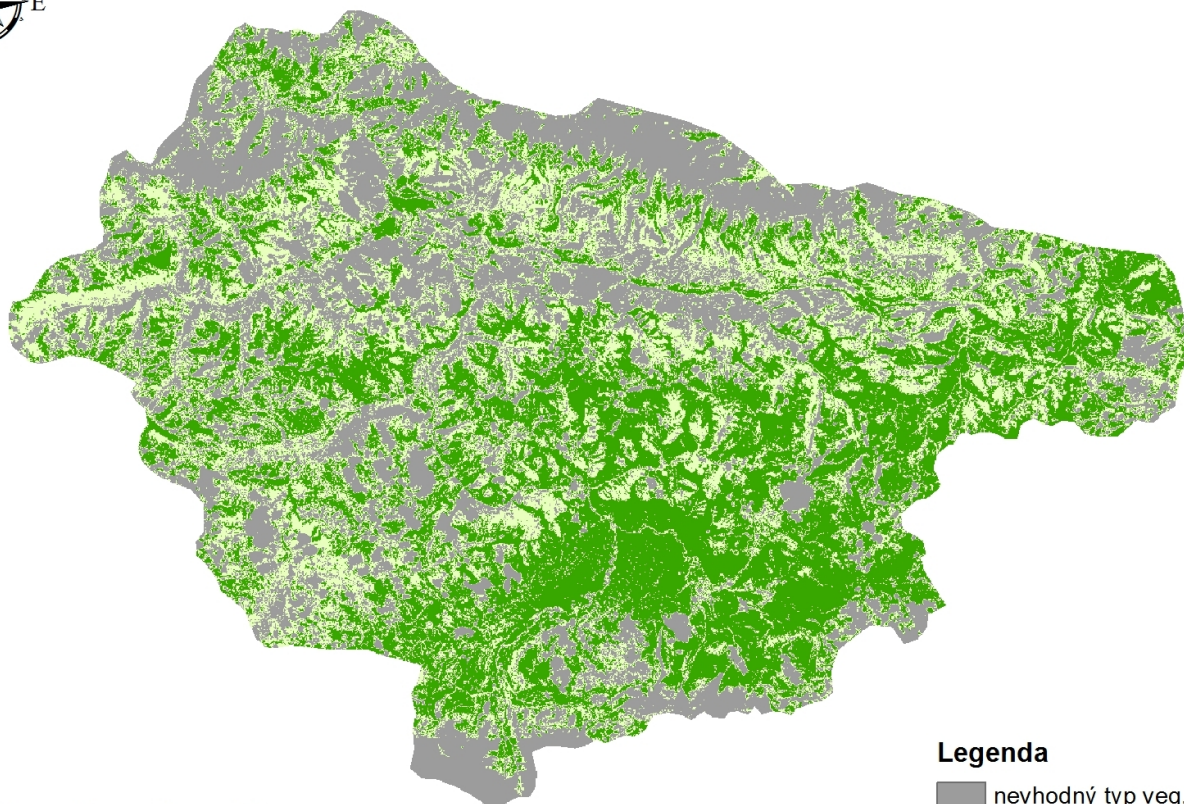
Obrázek 6: Vývojový diagram tvorby modelů



Obrázek 7: Mapa vegetačního krytu získaná klasifikací družicových dat



### Vegetační kryt - satelitní data



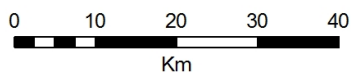
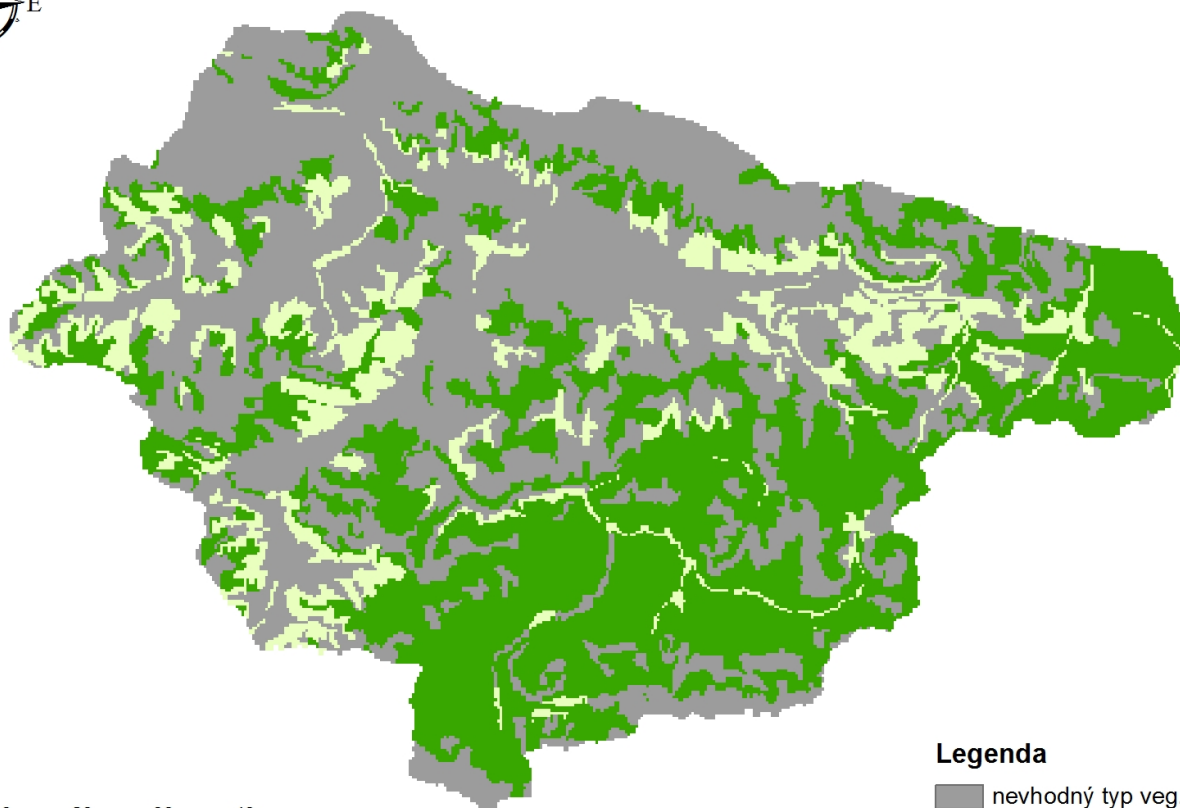
#### Legenda

- nevhodný typ veg. krytu
- suboptimální typ veg. krytu
- optimální typ veg. krytu

Obrázek 8: Mapa vegetačního krytu vytvořená na základě terénních dat



### Vegetační kryt - terénní data

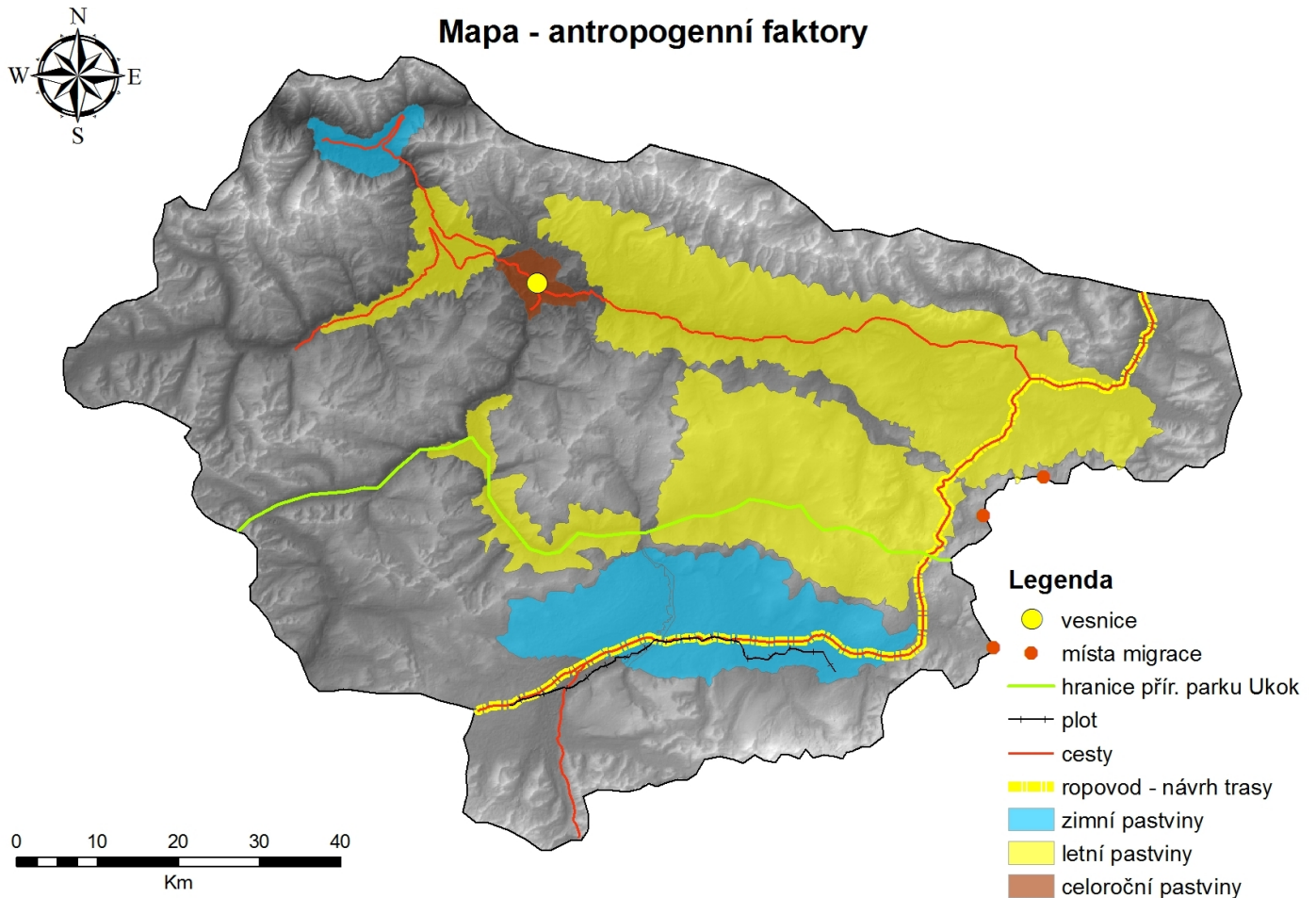


#### Legenda

- nevhodný typ veg. krytu
- suboptimální typ veg. krytu
- optimální typ veg. krytu



Obrázek 9: Mapa zobrazující některé antropogenní faktory na platu Ukok, které mohou ovlivňovat rozložení areálu výskytu argaliho



Obrázek 10: Mapa navržené ochrany argali na platu Ukok

