

GDK 149.6 *Cervus elaphus* L.: 151.2:59

Prispelo / Received: 26.06.2002

Sprejeto / Accepted: 07.10.2002

Izvirni znanstveni članek

Original scientific paper

## ANALIZA IN PROSTORSKO MODELIRANJE HABITATA JELENJADI (*CERVUS ELAPHUS* L.) JUGOZAHODNE SLOVENIJE V RASTRSKEM GIS OKOLJU

Klemen JERINA\*, Miha ADAMIČ\*, Anton MARINČIČ\*\*, Valentin VIDOJEVIČ\*

### Izveček:

Z radiotelemetrijskim spremljanjem 17 odraslih košut in jelenov, odlovljenih v Gojitvenem lovišču Jelen, smo od decembra 1997 do marca 2001 proučevali habitatske značilnosti jelenjadi na snežniško-javorniškem območju. Z uporabo fiksne kernelske metode smo izračunali skupinska celoletna območja aktivnosti ( $P = 0,95$ ) in skupinska osrednja območja aktivnosti ( $P = 0,50$ ) spremljane jelenjadi. Z diskriminativno analizo ugotovljenih območij aktivnosti in primerjalnega območja smo ugotovili, da je oddaljenost od cest (oz. z njimi povezane motnje) najpomembnejši dejavnik pri izboru habitata spremljane jelenjadi. Pri izboru osrednjih območij aktivnosti je pomembna tudi prisotnost krmišč, pri izboru celotnih območij aktivnosti pa zgradba gozda – bolj priljubljene so razvojne faze, ki nudijo več hrane in dobro kritje. Ugotovljeni diskriminativni funkciji smo ekstrapolirali na celotno lovišče Jelen in tako izdelali prostorski model habitata snežniške jelenjadi.

Ključne besede: jelenjad, *Cervus elaphus*, habitat, GIS, diskriminativna analiza

## ANALYSIS AND SPATIAL MODELLING OF RED DEER (*CERVUS ELAPHUS* L.) HABITAT OF SOUTH-WESTERN SLOVENIA IN A RASTER GIS ENVIRONMENT

### Abstract:

Red deer (*Cervus elaphus* L.) habitat selection in the Snežnik – Javorniki region was studied on the basis of recorded locations of 17 radio-collared adult hinds and stags within the period between December 1997 and March 2001. Annual home range ( $P = 0,95$ ) and core area ( $P = 0,50$ ) of the entire monitored red deer group was estimated by the use of the fixed kernel method. Discriminative analyses of the estimated home range and core area indicate that distance from the nearest road was the most important factor that influenced monitored red deer habitat selection. The selection of the population's core area was also influenced by the presence of feeding places, and the selection of entire home range by the forest structure – vegetation types offering more food and a good cover were preferred. The red deer spatial habitat model was elaborated by the use of estimated discriminative functions, extrapolated for the entire research area.

Key words: red deer, *Cervus elaphus*, habitat, GIS, discriminative analysis

\* Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo, Večna pot 83, Ljubljana, SVN

\*\* Zavod za gozdove Slovenije, OE Postojna, Gojitveno lovišče Jelen, Kozarišče 78, Kozarišče, SVN

**VSEBINA**  
**CONTENTS**

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	
	INTRODUCTION .....	9
<b>2</b>	<b>OBMOČJE RAZISKAVE</b>	
	RESEARCH AREA.....	10
<b>3</b>	<b>METODE</b>	
	METHODS .....	12
<b>4</b>	<b>REZULTATI IN RAZPRAVA</b>	
	RESULTS AND DISCUSSION.....	19
<b>5</b>	<b>SUMMARY</b> .....	27
<b>6</b>	<b>VIRI</b>	
	REFERENCES .....	29

## 1 UVOD INTRODUCTION

V Sloveniji je številčnost rastlinojede divjadi (zlasti jelenjadi) konec šestdesetih let začela naglo naraščati (ADAMIČ 1990). Sočasno se je povečeval vpliv velikih rastlinojedcev na gozdne ekosisteme. Naravna obnova gozdov je bila ovirana, v nekaterih delih Slovenije skoraj zaustavljena (PERKO 1989). Z naraščanjem številčnosti in slabšanjem prehranskih razmer je pričela upadati telesna masa jelenjadi in srnjadi, poslabšalo pa se je tudi zdravstveno stanje osebkov obeh vrst (SIMONIČ 1982). V začetku sedemdesetih let so posledice neusklajenega ukrepanja v gozdnih ekosistemih pripeljale do potrebe po skupnem, usklajenem reševanju nastalih razmer. Temu so posebno pozornost namenili gozdarji in lovci na Postojnskem, kjer so na podlagi merljivih kazalcev (ne-)usklajenosti gostot rastlinojede divjadi z okoljem določili vsakoletno višino odstrela rastlinojedcev. Hkrati so uredili in intenzivirali dopolnilno zimsko krmljenje jelenjadi ter pričeli sistematično izboljševati naravne prehranske razmere. Oboje naj bi skupaj s povečanim odstrelom jelenjadi prispevalo k omilitvi ugotovljenega stanja (PERKO 1989). Stopnja objedenosti mladja pa se kljub izvedenim ukrepom ni znižala v pričakovani meri (VESELIČ 1986, 1991). Novejše domače raziskave (STANKOVSKI *et al.* 1998, DEBELJAK / DŽEROSKI / ADAMIČ 1999) so pokazale, da so intenzivnost poškodb mladja, telesna masa in zdravstveno stanje jelenjadi odvisne tudi od klimatskih dejavnikov. To pomeni, da velikost populacije in njeni vplivi na gozdni prostor niso nujno sorazmerni.

V območjih z intenzivnim zimskim krmljenjem se jelenjad praviloma koncentrira v okolici krmišč (JERINA 2000), zato se njen vpliv na obnovo gozda v širšem območju krmišč kumulativno povečuje. Jelenjad in drugi veliki rastlinojedci v različnih obdobjih leta izkoriščajo sezonske dele svojih območij aktivnosti s specifičnimi lastnostmi, znotraj katerih lahko zadovoljujejo svoje življenjske potrebe (MARCUM / SCOTT 1985, PARKER 1988, ADAMIČ 1990, SCHWAB / PITT 1991, YEO / PEEK 1992, JERINA 2000). Zlasti v ostrih zimah se površina primernih habitatov zmanjša, zato se jelenjad koncentrira na manjših površinah (npr. WATSON / STAINESS 1978, GOSSOW 1987). Zimske gostote so zato v primernih habitatih praviloma visoke, četudi je gostota jelenjadi v širšem populacijskem območju usklajena z nosilno zmogljivostjo okolja.

Ker je obseg poškodb (objedenost mladja in obgrizenost lubja v drogovnjakih) odvisen tudi od vegetacijskih, topografskih in drugih dejavnikov okolja, problemov, povezanih z negativnimi vplivi jelenjadi na gozdni prostor, torej ni mogoče reševati zgolj po načelu: številčnost jelenjadi  $\Leftrightarrow$  stanje okolja  $\Rightarrow$  odstrel. Poznavanje interakcij med jelenjadjo in njenim živim ter neživim okoljem moramo poglobiti in jih vključiti v proces lovno-gospodarskega načrtovanja.

Pri večini dosedanjih raziskav življenjskega prostora jelenjadi so raziskovalci proučevali, kako posamezni spremenljivi dejavniki okolja vplivajo na njegov izbor. Kljub temu, da univariatne analize povedo veliko o izboru habitata, pa z njimi ni mogoče prepoznati medsebojnih odvisnosti med več spremenljivkami (dejavniki okolja) in prepoznati, katere izmed njih so najpomembnejše. Nobeden od dejavnikov okolja praviloma ne nastopa izolirano, marveč le v povezavi z drugimi.

V pričujoči študiji smo z diskriminativno analizo preučili razlike med habitatom radiotelemetrirane jelenjadi in primerjalnim raziskovalnim območjem, v katerem spremljane jelenjadi nismo registrirali; skušali smo ugotoviti, kateri dejavniki so najpomembnejši pri izboru habitata jelenjadi. V drugem delu analize smo s pomočjo prej ugotovljenih zakonitosti celotno raziskovalno območje razvrstili na predele, ki so za jelenjad bolj ali manj primerni.

## 2 OBMOČJE RAZISKAVE RESEARCH AREA

Študija, ki smo jo opravili v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije, Območna enota Postojna, je del raziskav v okviru ciljnega raziskovalnega projekta *Gozd (Ohranitev ogroženih vrst divjadi in drugih prostoživečih živali; V4-0175-97)*, ki je potekal v letih 1997 – 2000. Študija, s katero smo nadaljevali tudi po izteku financiranja projekta, poteka na območju Gojitvenega lovišča Jelen-Snežnik, ki leži v južnem delu Slovenije in zajema osrednji ter južni del snežniško-javorniškega masiva; le-ta na južnem in jugovzhodnem delu meji v dolžini 17,7 km s sosednjo Hrvaško. Gojitveno lovišče od leta 1994 organizacijsko sodi v Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Postojna.

Gojitveno lovišče Jelen meri 27.785 ha in je skoraj v celoti (94 %) poraščeno z gozdom. Strnjeni gozdni sestoji so glavna oblika vegetacije. Prevladujejo jelovo-bukovi gozdovi (*Omphalodo-Fagetum*) z vsemi značilnimi subasociacijami in s spremenjeno zgradbo zaradi preteklega gospodarjenja. Tu najdemo skoraj popolnoma čiste bukove, jelove in tudi smrekove sestoje; slednji so značilni za večje kraške doline, ki imajo deloma že značaj mrazišča. V južnem delu (v revirjih Okroglina, Gomance in Ždrocle) prevladujejo združbe bukovih gozdov. Zgornja gozdna meja se je oblikovala približno na nadmorski višini 1.500 m, tvorijo pa jo bukovi sestoji. Večina lovišča leži na nadmorski višini od 850 do 1.200 m, vrhovi pa segajo nad 1.400 m. Najvišji je Veliki Snežnik, ki je s 1.796 m nadmorske višine tudi osrednji in najvišji vrh celotnega snežniškega masiva (ADAMIČ 1990, ZAFRAN *et al.* 2000).

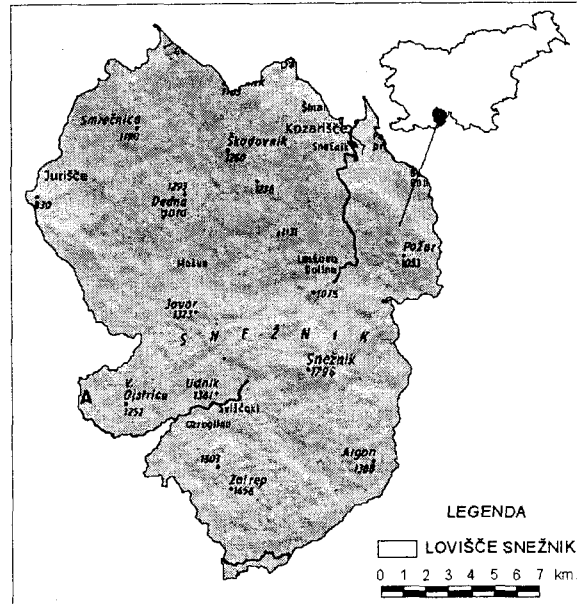
Preglednica 1: Površinska sestava Gojitvenega lovišča Jelen

Table 1: Structure of »Gojitveno lovišče Jelen«

Skupna površina <i>Entire area</i> (ha)	Gozd <i>Forest</i> (ha)	Negozdne površine <i>Non-forest areas</i> (ha)	Skupna dolžina cest <i>Cumulative road length</i> (km)	Gostota cest <i>Road density</i> (m/ha)
27.785	26.202	1.583	513	18,5

Snežniško-javorniško območje je največji nenaseljen gozdni kompleks v Sloveniji in skupaj z Gorskim Kotarjem na Hrvaškem predstavlja enega največjih strnjenih gozdnih predelov v Evropi. Obsežni strnjeni gozdovi nudijo primerne habitate vsem trem največjim evropskim zverem: rjavemu medvedu (*Ursus arctos*), volku (*Canis lupus*) in risu (*Lynx lynx*). Snežniški gozdovi nudijo optimalne življenjske razmere za jelenjad, ki je za lovišče najbolj značilna vrsta divjadi. V tem prostoru je jelenjad avtohtona živalska vrsta, čeprav je bila v prvi polovici 19. stoletja praktično iztrebljena, konec 19. stoletja pa ponovno naseljena. Po izpustitvi jelenjadi iz naselitvene obore v Leskovi dolini (v začetku 20. stoletja) se je njena številčnost naglo povečevala; jelenjad se je pričela tudi prostorsko širiti – najprej proti vzhodu, po 2. svetovni vojni pa tudi proti zahodu in severu. Po grobih ocenah je spomladi 1996 v lovišču Jelen živelo 500 osebkov jelenjadi (LZS 1996). V letih 1991 – 2000 so z odstrelom izločili 2247 živali oziroma povprečno 225 na leto (Pregled gojitve... 2001).

V lovišču so prisotne tudi druge vrste rastlinojede divjadi, ki pa (razen v niže ležečih predelih z večjim deležem negozdnih in kmetijskih površin) v območju nimajo najboljših življenjskih razmer.



Slika 1: Raziskovalno območje

Figure 1: Research area

### 3 METODE METHODS

#### 3.1 ZBIRANJE IN PRIPRAVA PODATKOV DATA GATHERING AND PREPARATION

##### 3.1.1 Snemanje lokacij jelenjadi Recording of red deer locations

Analiza življenjskega prostora jelenjadi temelji na posnetih lokacijah 17 odraslih osebkov (6 jelenov + 11 košut), odlovljenih na območju Gojitvenega lovišča Jelen v obdobju december 1997 – marec 2001. Odlov (omamljanje) živali smo opravili v nočnem času v

lovskih revirjih Gomance, Jurjeva dolina in Mašun. Za odlov smo uporabili t.i. hellabrunnsko mešanico (500 mg Xylazine (komercialno ime Rompun) + 400 mg Ketamin (komercialno ime Ketalar)), s koncentracijo 125 mg Xylazina in 100 mg Ketamina v 1 ml hellabrunnske mešanice (doziranje: 2,5 – 3 ml za posamezno žival). Odlovljeno jelenjad smo opremili z ovraticami z VHF radiotelemetrijskimi oddajniki (*Wagener, Telemetryanlagen, Köln in Sirtrack, Landcare, New Zealand*) v frekvenčnem obsegu 148,00 – 152,00 MHz.

Pri radiotelemetrijskem snemanju lokacij smo uporabljali sprejemnik *Wagener FT-290* (144,00 – 154,00 MHz) z usmerjeno (*yagi*) anteno, karte TTN v merilu 1:25.000 in ročno busolo *Silva-Ranger*. Lokacije živali smo posneli tako, da smo z usmerjeno anteno določili smer lokacije; le-to smo nato izmerili z busolo in prenesli na TTN (na karto smo vrisali izmerjeno smer s stojišča, na katerem smo opravljali meritev). Okvirna lokacija je na presečišču najmanj dveh tako izrisanih smeri. Bolj natančno jo lahko določimo s ponovnimi meritvami v bližini živali. V naši raziskavi smo vse lokacije posneli iz vsaj treh različnih smeri.

Lokacije vseh živali smo določali vsaj enkrat tedensko, dokler ni njihov oddajnik prenehal delovati ali je odpadel. Na ta način smo skupaj posneli prek 1.400 točk – lokacij jelenjadi. Živali so bile radiolocirane le podnevi. Za sprotni vnos koordinat lokacijskih točk za posamezno žival smo pripravili računalniški program, povezan s sintezno karto informacijskih plasti v GIS za območje pričakovanega pojavljanja.

### **3.1.2 Priprava GIS podatkovnih baz**

#### GIS data bases preparation

Za celotno območje lovišča smo pripravili 28 podatkovnih baz (rastrske datoteke) s prostorsko ločljivostjo (resolucijo)  $25 \times 25$  m. V primeru, da za določeno območje nismo imeli primernih podatkov (npr. deleži razvojnih faz za negozdne površine), smo mu pripisali povprečno vrednost preostalih površin in tako odstranili njegov vpliv pri diskriminativni analizi.

Preglednica 2: Uporabljene spremenljivke in vir zajemanja podatkov

Table 2: Variables used in analysis and source of data

Vrsta podatkov <i>Data type</i>	Podatkovna baza <i>Data base</i>	Vir zajemanja podatkov <i>Source of data</i>
Raba tal <i>Land use</i>	Delež gozda <i>Percentage of forests</i>	SURS 1997, ZGS 2001
Značilnosti sestojev <i>Stand characteristics</i>	Lesna zaloga / <i>Growing stock</i>	ZGS 1990
	Prirastek sestojev / <i>Growing stock increment</i>	
	Delež iglavcev / <i>Percentage of conifers</i>	
	Lesna zaloga iglavcev / <i>Growing stock of conifers</i>	
	Delež listavcev / <i>Percentage of deciduous trees</i>	
	Lesna zaloga listavcev / <i>Growing stock of deciduous trees</i>	
	Delež mladovja / <i>Percentage of young stands</i>	
	Delež mlajših drogovnjakov <i>Percentage of early pole stands</i>	
	Delež starejših drogovnjakov <i>Percentage of late pole stands</i>	
	Delež debeljakov / <i>Percentage of mature stands</i>	
	Delež sestojev v pomlajevanju <i>Percentage of stands in regeneration</i>	
	Delež prebiralnih gozdov / <i>Percentage of selection forest</i>	
	Delež panjevcev / <i>Percentage of coppice</i>	
	Delež opuščanih panjevcev <i>Percentage of abandoned coppice</i>	
Delež listnikov in steljnikov <i>Percentage of litter stands</i>		
Delež grmišč / <i>Percentage of bushes</i>		
Topografske značilnosti <i>Topographical characteristics</i>	Nadmorska višina / <i>Altitude</i>	GURS 1995
	Naklon terena / <i>Slope</i>	
Infrastrukturne značilnosti <i>Infrastructural characteristics</i>	Oddaljenost od najbližje ceste <i>Distance to the nearest road</i>	SURS 1997
	Oddaljenost od najbližjega naselja <i>Distance to the nearest settlement</i>	
Drugo <i>Other</i>	Jakost sončnega obsevanja / <i>Intensity of solar radiation</i>	GABROVEC 1996
	Oddaljenost od najbližjih krmišč in kaluž <i>Distance to the nearest feeding place or puddle</i>	ZGS 2001
	Oddaljenost od najbližjega negozda <i>Distance to the nearest non-forest</i>	SURS 1997, ZGS 2001
	Oddaljenost od najbližjega gozda <i>Distance to the nearest forest</i>	
	Območje aktivnosti jelenjadi <i>Red deer home range</i>	Telemetrijska spremljava jelenjadi <i>Red deer telemetry</i>
	Osrednje območje aktivnosti jelenjadi <i>Red deer core area</i>	

*Raba tal*: karto rabe tal smo izdelali tako, da smo v vektorski datoteki Statističnega GIS-a Slovenije (SURS 1997) združili vse oblike rabe tal razen gozda in datoteko spremenili v



rastrsko obliko. Z naknadnim razvrščanjem te datoteke smo izdelali dve karti rabe tal (gozd in negozd).

*Značilnosti sestojev:* rastrske karte, ki prikazujejo različne značilnosti sestojev v lovišču, smo izdelali na podlagi popisa sestojev iz leta 1990 (ZGS 1990). Pri popisu sestojev je za vsak odsek podan njegov centroid v Gauss-Krügerjevem koordinatnem sistemu. Na podlagi prostorske razmestitve centroidov odsekov smo s pomočjo Thiessenovih poligonov ugotovili vplivna območja posameznih odsekov. Odseke, katerih centriodi so ležali na točkah z istimi koordinatami oziroma so se le-te razlikovale tako malo, da so centriodi pripadali isti celici rastra, smo v nadaljnji analizi obravnavali združeno. V tem primeru smo namesto vrednosti posameznega odseka pripisali ugotovljeni pripadajoči površini ponderirane povprečne vrednosti odsekov, pri čemer smo kot ponder uporabili površino odseka. Kadar v popisu kateri od parametrov za posamezen sestoj ni bil podan (v varovalnih gozdovih se npr. lesne zaloge in razvojnih faz ni popisovalo; napake pri popisu), smo sestoju pripisali tako vrednost, da smo jo lahko kasneje prepoznali (negativna števila) in jo nadomestili s povprečji.

*Topografske značilnosti:* na podlagi digitalnega modela reliefa Slovenije smo izdelali karto nadmorskih višin in naklonov terena.

*Energetske značilnosti:* karto, na kateri je prikazana jakost sončnega obsevanja, smo dobili na Geografskem inštitutu Slovenije (GABROVEC 1996).

*Infrastrukturne značilnosti:* vektorske karte cestnega omrežja Slovenije in naselij v Sloveniji smo spremenili v rastrsko obliko. S programom *Idrisi* smo za vsako celico rastra v raziskovalnem območju izračunali njeno oddaljenost od najbližje ceste / naselja.

*Drugo:* rastrske karte oddaljenosti od posameznih objektov smo izdelali na enak način kot pri zgoraj opisanih kartah.

Za pripravo in izdelavo teh rastrskih podatkovnih plasti smo uporabili *MS Office* programe ter programa *Idrisi* in *Arc View*.

### 3.1.3 Ugotavljanje območja aktivnosti in osrednjega območja aktivnosti jelenjadi

Red deer home range and core area estimation

Vse posnete lokacije spremljanih živali smo združili in odstranili tiste, pri katerih so bile koordinate očitno narobe vnešene (zamenjani koordinati ali izpuščena številka v koordinati). S pomočjo programa *Biotas* (2001) smo na podlagi prečiščenih lokacij izračunali skupinsko populacijsko območje aktivnosti ( $P = 0,95$ ) in osrednje območje aktivnosti ( $P = 0,50$ ) jelenjadi, pri čemer smo uporabili fiksno kernelsko metodo (WORTON 1989). Ta metoda sodi med neparametrične metode ugotavljanja arealov aktivnosti. Pri njej je osnova za izračunavanje območij aktivnosti dvodimenzionalni prostorski histogram točk posnetih lokacij živali, kateremu se prilagodi funkcijo verjetnosti rabe prostora. Z interpolacijo ugotovljenih verjetnosti je moč izrisati območje, ki ustreza poljubni verjetnosti rabe prostora ( $0 < P < 1$ ).

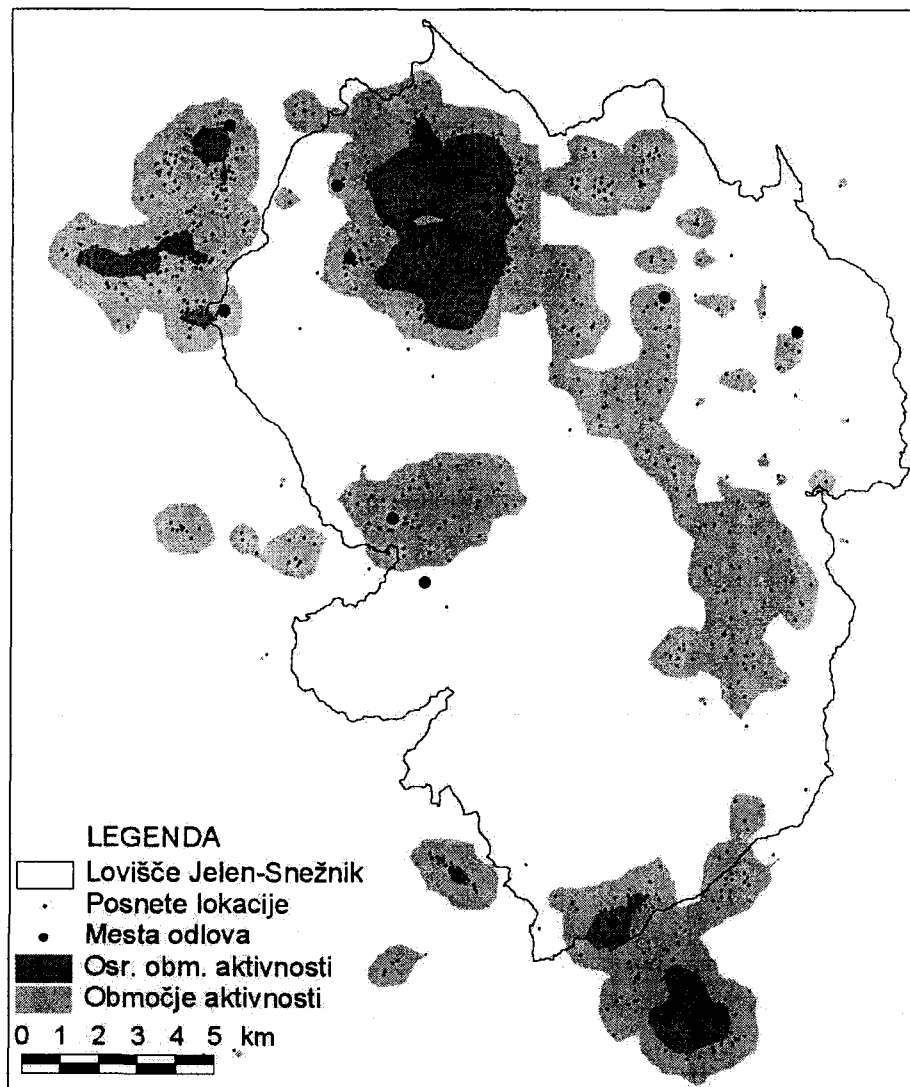
### 3.1.4 Priprava podatkov za nadaljnje analize

Preparation of data for subsequent analyses

Z naključnim vzorčenjem smo na celotnem raziskovalnem območju izbrali 10.000 točk (površina  $25 \times 25$  m) in zanje ugotovili vrednosti za vse analizirane spremenljivke (rastrske karte). Točke, ki so ležale znotraj ugotovljenih populacijskih območij aktivnosti jelenjadi, smo pri nadaljnji statistični analizi uporabili kot »pozitivne primere«; kot »negativne primere« smo uporabili točke, ki so ležale zunaj teh območij. Z naknadnim izborom smo izdelali dve datoteki (območje aktivnosti in osrednje območje aktivnosti), ki sta vsebovali enako število pozitivnih in negativnih primerov. Ti dve datoteki smo z naključnim izborom ponovno razdelili na dva dela. Eno polovico podatkov smo uporabili za izračun diskriminativne funkcije; z drugo polovico smo preizkusili, kako uspešno ugotovljena funkcija razločuje osnovne prostorske celice na habitat in nehabitat jelenjadi.

Slika 2: Posnete lokacije jelenjadi (manjše črne točke), mesta odlova (večje črne točke), območja aktivnosti (svetlo siva področja) in osrednja območja aktivnosti spremljanih živali (temnejša siva področja)

Figure 2: Recorded red deer locations (smaller black circles), locations of capture (bigger black circles), monitored red deer home range (light grey areas) and core area (dark grey areas)



### 3.2 ANALIZA PODATKOV DATA ANALYSIS

Razlike med življenjskim prostorom jelenjadi in površinami, kjer jelenjadi ni bilo, smo preučevali s pomočjo Fisherjeve (1936, cit. KOTAR 1993) diskriminativne analize. To analizo se uporablja za prepoznavanje spremenljivk, ki dve preučevani skupini čim bolj razločujejo. Linearni funkciji L (enačba 1) se poišče take koeficiente  $\lambda_i$ , da je količnik Q (enačba 2) tem večji.

$$L = \sum_{i=1}^{i=k} \lambda_i X_i \quad \text{Enačba 1 / Equation 1}$$

$$Q = (\bar{L}_A - \bar{L}_B)^2 / \left( \sum_{i=1}^n (L_i - L_B)^2 + \sum_{j=1}^m (L_j - L_B)^2 \right) \quad \text{Enačba 2 / Equation 2}$$

Legenda / Legend:

$X_i$  – vrednosti opazovanih spremenljivk (nadmorska višina itd.) / *values of observed variables (altitude etc.);*

$\lambda_i$  – iskani funkcijski koeficienti / *searched coefficients of a function;*

$\bar{L}_A$  – diskriminativna funkcija povprečnih parametrov populacije A (habitat) / *discriminative function of average parameters of population A (habitat);*

$\bar{L}_B$  – diskriminativna funkcija povprečnih parametrov populacije B (nehabitat) / *discriminative function of average parameters of population B (non-habitat);*

$L_i$  – diskriminativna funkcija posamezne enote v populaciji A / *discriminative function of unit in population A;*

$L_j$  – diskriminativna funkcija posamezne enote v populaciji B / *discriminative function of unit in population B;*

$n$  – število enot v populaciji A / *number of units in population A;*

$m$  – število enot v populaciji B / *number of units in population B.*

Analizo smo izvedli s programskim paketom *SPSS for Windows*. Kot kriterij za vključitev ali izključitev posamezne spremenljivke v ali iz modela (*method stepwise*) smo uporabili verjetnosti  $p = 0,002$  in  $p = 0,001$ . Tako stroge pogoje (majhno tveganje) smo predpisali zato, da so bile v končni model vključene le najpomembnejše spremenljivke. Z

dodajanjem novih spremenljivk v model se zanesljivost razvrščanja ni bistveno spremenila (<1%); nekoliko se je spreminjala le parcialna korelacija vključenih spremenljivk.

#### 4 REZULTATI IN RAZPRAVA RESULTS AND DISCUSSION

Z diskriminativno analizo smo ugotovili značilne razlike med območjem aktivnosti jelenjadi in predeli, kjer jelenjadi ni bilo ( $\alpha < 0,0001$ ; preglednica 3), ter med osrednjim območjem aktivnosti in drugimi površinami ( $\alpha < 0,0001$ ; preglednica 4).

Preglednica 3: Diskriminativna analiza območja aktivnosti jelenjadi ( $P = 0,95$ ) – spremenljivke, vključene v model

Table 3: Discriminative analysis of home range ( $P = 0,95$ ) – variables in the model

Spremenljivka <i>Variable</i>	$\lambda$ (regresijski koeficient) $\lambda$ (regression coefficient)	t	$\alpha$
Oddaljenost od najbližje ceste <i>Distance from the nearest road</i>	5,38E-04	22,906	0,000
Oddaljenost od najbližjega negozda <i>Distance to the nearest non-forest</i>	1,15E-03	11,407	0,000
Nadmorska višina / <i>Altitude</i>	-1,84E-03	-8,899	0,000
Delež gozda / <i>Percentage of forest</i>	9,04E-01	5,707	0,000
Delež starejših drogovnjakov / <i>Percentage of late pole stands</i>	-1,30E-02	-5,643	0,000
Lesna zaloga listavcev / <i>Growing stock of deciduous trees</i>	3,41E-03	5,607	0,000
Delež mlajših drogovnjakov / <i>Percentage of early pole stands</i>	-9,86E-03	-3,957	0,000
Delež prebiralnih gozdov / <i>Percentage of selection forests</i>	3,36E-02	3,690	0,000
Delež sestojev v pomlajevanju <i>Percentage of forests in regeneration</i>	7,43E-03	3,386	0,001
Konstanta / <i>Constant</i>	-1,39		

Preglednica 4: Diskriminativna analiza osrednjega območja aktivnosti jelenjadi ( $P = 0,50$ ) – spremenljivke, vključene v model

Table 4: Discriminative analysis of red deer core area ( $P = 0,50$ ) – variables in the model

Spremenljivka Variable	$\lambda$ (regresijski koeficient) $\lambda$ (regression coefficient)	t	$\alpha$
Oddaljenost od najbližje ceste Distance from the nearest road	5,52E-04	20,57	0,000
Oddaljenost od najbližjih krmišč in kaluž Distance to the nearest feeding place or puddle	-7,55E-04	-11,91	0,000
Oddaljenost od najbližjega naselja Distance to the nearest settlement	-2,81E-04	-11,55	0,000
Oddaljenost od najbližjega negozda Distance to the nearest non-forest	7,33E-04	6,24	0,000
Delež sestojev v pomlajevanju Percentage of forests in regeneration	1,40E-02	6,16	0,000
Konstanta / Constant	-6,90E-01		

Prvo polovico podatkov smo uporabili za izračun diskriminativne funkcije; na drugi polovici podatkov smo ugotovili, kakšna je točnost razvrščanja enot (rastrskih celic) na habitat in nehabitat jelenjadi (preglednica 5).

V naslednjem koraku smo ugotovljeni diskriminativni funkciji ekstrapolirali na celotno območje lovišča Jelen; s tem smo izdelali prostorski model habitata snežniške jelenjadi (slika 3).

Preglednica 5: Točnost razvrščanja

Table 5: Classification accuracy

		Uvrščeno v habitat Classified as habitat	Uvrščeno v nehabitat Classified as non-habitat
Območje aktivnosti Home range	Habitat / Habitat	66,6 %	33,4 %
	Nehabitat Non-habitat	32,0 %	68,0 %
	Povprečje / Average	67,30 %	
Osrednje območje aktivnosti Core area	Habitat / Habitat	93,2 %	6,8 %
	Nehabitat Non-habitat	18,8 %	81,2 %
	Povprečje / Average	87,23 %	

Iz preglednice 5 je razvidno, da smo z diskriminativno analizo uspešno razmejili habitate jelenjadi od predelov, kjer spremljane jelenjadi ni bilo. Pri analizi osrednjih območij

aktivnosti ( $P = 0,50$ ) je bila verjetnost pravilnega razvrščanja (87 %) precej večja kot pri razvrščanju celih območij aktivnosti (67 %). Domnevamo, da je bilo osrednja območja moč zanesljiveje razmestiti, ker le-ta zajemajo bolj homogene predele. Ker je jelenjad pozimi praviloma manj aktivna in ima manjša območja aktivnosti kot v poletnem obdobju (CLUTTON-BROCK / GUINES / ALBON 1982, GEORGII *et al.* 1985, JERINA 2000), je gostota verjetnosti rabe v zimskih območjih aktivnosti večja kot v letnih. Ker kernelska metoda ugotavljanja območij aktivnosti temelji prav na primerjavi gostote verjetnosti rabe prostora, le-ta pa je znotraj ugotovljenih osrednjih območij velika, domnevamo, da se ugotovljena osrednja območja prekrivajo predvsem z območji zimovališč; verjetno pa vsebujejo tudi predele, ki so priljubljeni (visoka verjetnost rabe) tudi v ostalih letnih časih.

Preglednica 6: Primerjava celotnega in osrednjega območja aktivnosti s prostorom, kjer jelenjadi ni bilo

Table 6: Comparison among hom range, core area and areas avoided by the monitored deer

	Nehabitat Non-habitat		Območje aktivnosti Home range ( $P = 0,95$ )			Osrednje območje aktivnosti Core area ( $P = 0,50$ )			Spremenljivke v modelu Variables in the modell	
	$\bar{X}_p$	$S_x$	$\bar{X}_p$	$S_x$	$C_x$	$\bar{X}_p$	$S_x$	$C_x$	$P = 0,95$	$P = 0,50$
Delež gozda Percentage of forest	0,92	0,27	0,97	0,18	0,034	0,97	0,17	0,101	+	
Lesna zaloga / Growing stock	275,16	98,14	290,52	88,31	0,030	303,84	76,19	0,132		
Prirastek sestojev Growing stock increment	5,51	2,24	5,78	2,08	0,023	6,29	2,06	0,151		
Delež iglavcev Percentage of conifers	49,41	28,88	54,95	25,61	0,036	58,07	24,37	0,135		
Lesna zaloga iglavcev Growing stock of conifers	151,33	117,19	171,04	107,30	0,032	183,06	102,09	0,112		
Delež listavcev Percentage of deciduous	50,04	28,87	44,10	25,44	-0,039	41,11	24,15	-0,132		
Lesna zaloga listavcev* Growing stock of deciduous	123,58	69,41	119,21	63,38	-0,012*	120,49	67,20	-0,009	+	
Delež mladovja Percentage of young forests	4,88	11,83	4,86	11,71	-0,001	3,54	10,54	-0,066		
Delež mlajših drogovnjakov Percentage of early pole stands	10,41	15,14	9,04	15,50	-0,016	8,45	15,96	-0,058	-	
Delež starejših drogovnjakov Percentage of late pole stands	19,93	17,94	16,33	18,42	-0,034	14,28	18,20	-0,152	-	
Delež debeljakov Percentage of mature stands	36,66	21,80	38,02	21,06	0,007	35,27	20,79	-0,082		

Preglednica 6: (nadaljevanje)

Table 6: (continuation)

	Nehabitat <i>Non-habitat</i>		Območje aktivnosti <i>Home range</i> ( $P = 0,95$ )			Osrednje območje aktivnosti <i>Core area</i> ( $P = 0,50$ )			Spremenljivk v modelu <i>Variables in the model</i>	
	$\bar{X}_p$	$S_x$	$\bar{X}_p$	$S_x$	$C_x$	$\bar{X}_p$	$S_x$	$C_x$	$P = 0,95$	$P = 0,50$
Delež sestojev v pomlajevanju <i>Perc. of forests in regeneration</i>	27,43	18,13	31,40	20,21	0,034	38,44	21,43	0,240	+	+
Delež prebiralnih gozdov <i>Percentage of selection forests</i>	0,01	0,03	0,33	5,55	0,013	0,00	0,02	-0,101	+	
Delež panjevcev <i>Percentage of coppice</i>	0,17	2,83	0,01	0,03	-0,014	0,01	0,03	-0,032		
Delež opuščanih panjevcev <i>Percentage of abandoned coppice</i>	0,20	2,93	0,00	0,02	-0,016	0,00	0,02	-0,045		
Delež listnikov in steljnikov <i>Percentage of litter stands</i>	0,02	0,41	0,00	0,00	-0,011	0,00	0,00	-0,101		
Delež grmišč <i>Percentage of bushes</i>	0,30	3,38	0,01	0,03	-0,020	0,01	0,03	-0,067		
Nadmorska višina (m) <i>Altitude (m)</i>	1069,2	227,69	1058,1	158,73	-0,010	1042,9	80,53	-0,061	-	
Naklon terena° / <i>Slope°</i>	12,44	7,39	12,44	7,14	-0,001	11,46	7,62	-0,055		
Jakost sončnega obsevanja <i>Intensity of solar radiation</i>	3916,5	409,16	3869,5	401,97	-0,020	3890,2	325,18	-0,064		
Oddaljenost od najbližje ceste (m) / <i>Distance to the nearest road (m)</i>	2463,6	1605,2	3399,6	1473,4	0,106	4415,9	1437,6	0,546	+	+
Odd. od najbližjega naselja (m) / <i>Dist. to the nearest settlement (m)</i>	5372,9	2747,3	5526,8	2024,1	0,010	5074,5	880,32	-0,038		-
Odd. od najbližjih krmišč in kaluž / <i>Dist. to the nearest feeding place or puddle</i>	1042,6	937,05	882,17	778,08	-0,036	419,52	297,85	-0,406		-
Oddaljenost od najbližjega negozda / <i>Distance to the nearest non-forest</i>	454,44	317,45	587,34	386,70	0,066	599,71	419,54	0,176	+	+
Oddaljenost od najbližjega gozda <i>Distance to the nearest forest</i>	98,02	31,31	97,13	18,64	-0,006	96,14	11,26	-0,056		

\* Pri bivariatni korelaciji je lesna zaloga listavcev v negativni korelaciji z verjetnostjo rabe prostora (preglednica 6), v multiplem diskriminativnem modelu pa se njen predznak spremeni v pozitivnega (preglednica 3). V multiplem modelu se predznak vpliva lesne zaloge spremeni, ker je v njem vključena tudi nadmorska višina, ki je z lesno zalogo listavcev v značilni pozitivni korelaciji ( $C_x = 0,368$ ;  $\alpha < 0,001$ ). / If variables are correlated bivariately, the variable "growing stock of deciduous trees" correlates negatively with the variable "home range" (red deer utilisation distribution) (table 6). In a multiple discriminative model its influence is changed into a positive direction (table 3). In a multiple model the sign of the variable "growing stock of deciduous trees" changes because the model comprises also the variable "altitude", which correlates positively ( $C_x = 0,368$ ;  $\alpha < 0,001$ ) with the variable "growing stock of deciduous trees".



Zaradi lažje interpretacije smo za ugotovljena območja aktivnosti, osrednja območja aktivnosti in druge površine izračunali tudi povprečne vrednosti ( $\bar{X}_p$ ) in standardne odklone ( $s_x$ ) opisnih spremenljivk ter njihovo korelacijo ( $C_x$ ) s prisotnostjo jelenjadi (preglednica 6).

Življenjski prostor spremljane jelenjadi (območje aktivnosti: OA; osrednje območje aktivnosti: OOA) je bil definiran (preglednici 3 in 4) z:

- oddaljenostjo od najbližje ceste (OA, OOA: jelenjad je izbirala predele, ki so bolj oddaljeni od cest);
- oddaljenostjo od najbližjih negozdnih površin (OA, OOA: jelenjad se je raje zadrževala globlje v gozdu, stran od negozdnih površin);
- deležem različnih razvojnih faz sestojev (OA, OOA: sestoji v pomlajevanju in prebiralni gozdovi so bili priljubljeni, mlajši in starejši drogovnjaki pa ne);
- oddaljenostjo od najbližjih krmišč in kaluž (OOA: jelenjad je izbirala predele v bližini krmišč in kaluž);
- nadmorsko višino (OA: jelenjad se je raje zadrževala na nižjih nadmorskih višinah);
- deležem gozda (OA: jelenjad se je izogibala negozdnim površinam);
- lesno zalogo listavcev (OA: jelenjad je izbirala sestoje z večjo lesno zalogo listavcev);
- oddaljenostjo od najbližjega naselja (OOA: predeli bliže naseljem so bili bolj priljubljeni).

Najpomembnejši dejavnik, ki je pogojeval primernost oziroma neprimernost neke površine kot potencialnega habitata, je bila oddaljenost od najbližje ceste: jelenjad se je izogibala bližine cest. Ker te ne vplivajo neposredno na jelenjad, so bile pri izboru habitatov najbrž pomembne zaradi posrednih vplivov. Domnevamo, da so predeli v bližini cest bolj izpostavljeni motnjam zaradi prometa in zaradi večjega števila ljudi v gozdu. Na tovrstne motnje se jelenjad pogosto odziva z: (a) begom; (b) izborom habitatov, ki nudijo dobro kritje (BRUNT 1990); (c) spremenjenim dnevno-nočnim ritmom aktivnosti (SCHRÖDER 1980). Predeli, kjer so tovrstne motnje pogoste, so manj primeren življenjski prostor; motnje namreč določajo specifično vedenje ali povečajo porabo energije zaradi pogostega bežanja. K izraziti reakciji na prisotnost človeka je nemara pripomogel tudi lov, ki je v območju po letu 1976 zelo intenziven. Iz raziskav v severni Ameriki (THOMAS / BULL 1988, COLE / POPE / ANTHONY 1997,

ROWLAND *et al.* 2000) je razvidno, da se tudi ameriški vapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) izogiba območjem z gostejšim cestnim omrežjem. LOVARI (1989) pa poroča o ubežnem reagiranju, o menjavi izbora habitatov in o povečani porabi energije pri abruškem gamsu (*Rupicapra pyrenaica ornata*) zaradi pogostejše prisotnosti obiskovalcev v času poletne turistične sezone.

Drugi najpomembnejši dejavnik pri izboru habitatov je bila oddaljenost od gozdnega roba: bolj priljubljeni so bili predeli globlje v gozdu. Kljub temu, da je lovišče Jelen skoraj povsem prekrito z gozdom, je gostota lazov v njem vseeno velika; povprečna razdalja naključne lokacije do najbližjega gozdnega roba znaša samo 450 metrov, povprečna razdalja med osrednjim območjem in najbližjim gozdnim robom pa 600 metrov. Ker je ta razdalja glede na gibalne zmožnosti jelenjadi majhna, taka izbira habitatov ne pomeni nerabe travnikov. Verjetno se je jelenjad umikala globlje v sestoje z večjim deležem listavcev (OA 95 %) zaradi milejše, hladnejše klime, ki poleti vlada v njih. Tudi drugi avtorji (BEAL 1974, cit. v PARKER / GILINGHAM 1990; MOEN 1976, STAINESS 1977) so pri parkljarjih opazili, da poleti in pozimi izbirajo habitate, v katerih so temperature ugodnejše; tako zmanjšajo porabo vode (poleti) in/ali energije (poleti in pozimi). ADAMIČ (1990) pa ugotavlja, da v poletnem obdobju jelenjad nadomešča primanjkljaj vode na visokem krasu tako, da se intenzivneje hrani s sočnimi zelnimi, ki rastejo pod zastorom globlje v gozdu.

Tako v osrednjih kot v celotnih območjih aktivnosti je bila zelo pomembna tudi zgradba gozda. Priljubljeni so bili prebiralni gozdovi in sestoji v pomlajevanju, nepriljubljeni pa mlajši in starejši drogovnjaki. Razvojne faze sestojev so bile zlasti pomembne pri izbiri celotnega območja aktivnosti. Prebiralni gozdovi in sestoji v pomlajevanju so ponavadi vertikalno ter horizontalno zelo razgibani. Zato nudijo živalim (npr. jelenjadi) primerno kritje pred nevarnostjo in snegom ter hrano različnega izvora (trave, zeli, drevesne vrste in grmovnice). Čeprav lahko ostale razvojne faze sestojev ali načini gospodarjenja katero od teh vlog bolje opravljajo (npr. mlajši drogovnjaki – kritje; mladovje – hrana; starejši drogovnjaki – termično kritje), pa prebiralni gozdovi in sestoji v pomlajevanju nudijo jelenjadi optimalne pogoje, če hkrati upoštevamo vse njene potrebe. Mlajši in starejši drogovnjaki so bili najbrž nepriljubljeni zaradi izrazito slabih prehranskih razmer. Pomen hrane in kritja pri izboru habitatov izpostavljajo tudi drugi avtorji. MOOTY / KARNS / FULLER (1987) poročajo, da so se košute belorepega jelena v zimskem obdobju raje

zadrževale v odraslih sestojih, ki so bili floristično pestrejši in so nudili več hrane. WALMO in SCHOEN (1980) sta ugotovila, da je pri belorepem jelenu raba starih, raznodobnih sestojev v poletnem obdobju petkrat, v zimskem pa sedemkrat višja od rabe mlajših enodobnih sestojev. V starih sestojih so popisali v povprečju štirikrat več grmovnih vrst, zeli in praproti kot v mlajših enodobnih sestojih.

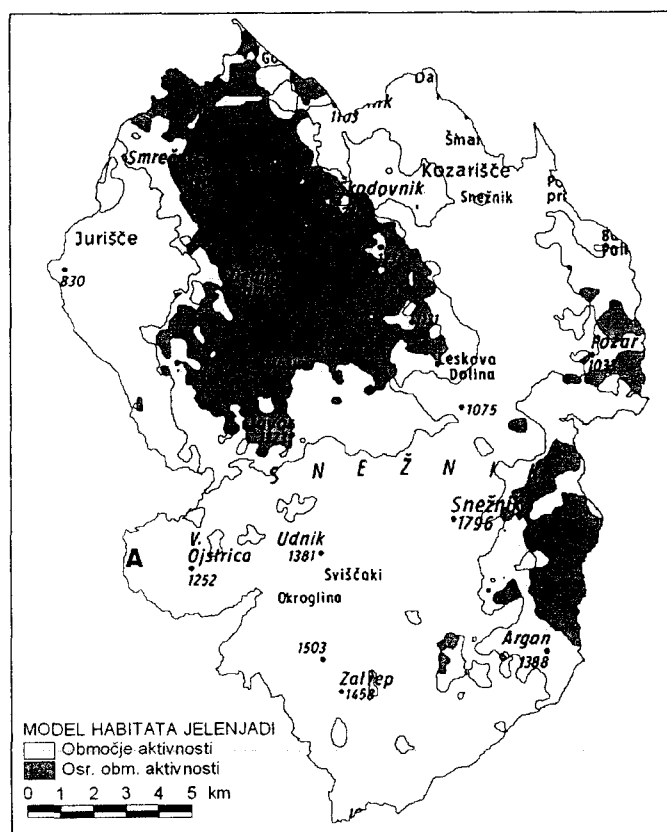
Pri analizi osrednjih območij aktivnosti je bila oddaljenost od krmišč in kaluž drugi najpomembnejši dejavnik, ki je vplival na izbor habitatov. Ker osrednja območja najbrž pokrivajo predvsem zimovališča jelenjadi in vsebujejo lokacije, posnete v zimskem času, je takšen izbor habitatov razumljiv. ADAMIČ (1990) podobno ugotavlja, da v hudih zimah v prehrani jelenjadi izrazito naraste delež krme s krmišč. JERINA (2000) pa ugotavlja, da so krmišča v zimskem času najpomembnejši dejavnik, ki določa izbor življenjskega prostora jelenjadi.

Pri analizi celotnega območja aktivnosti je bila pomembna tudi nadmorska višina. Jelenjad se je skozi vse leto zadrževala na nadmorskih višinah med 680 in 1540 m (povprečje 1060 m), kar je nekoliko manj, kot znaša povprečna nadmorska višina celotnega lovišča. Ker se lovišče nahaja na relativno visoki nadmorski višini, je razumljivo, da je jelenjad izbirala nižje predele, saj njen obstoj omejujejo tudi klimatski dejavniki. Najvišji predeli na območju lovišča so za jelenjad najbrž previsoki (prehladni), predvsem pa niso porasli s primernimi vegetacijskimi oblikami.

Radiotelemetrijsko spremljana jelenjad se je v času raziskave zadrževala v gozdu. Le 3 % njenega območja aktivnosti in osrednjega območja so se prekrivali z negozdnimi površinami – lazi (preglednica 6). Podoben izbor habitatov smo ugotovili tudi v predhodnih raziskavah (JERINA 2000, DEBELJAK *et al.* 2001). Treba pa je poudariti, da smo lokacije živali snemali le podnevi, ko so manj aktivne in živijo bolj prikrito. Ker so v poletnem obdobju za jelenjad trave najpomembnejši in tudi najpogostejši vir hrane (ADAMIČ 1990), domnevamo, da jelenjad izstopa na negozdne površine v nočnem času. To bi se verjetno potrdilo, če bi jelenjad pogosteje locirali tudi ponoči. Domnevo potrjuje podobna raziskava na Menišiji (JERINA 2000), kjer smo spremljali košuto, ki se je podnevi zadrževala v gozdu, zvečer pa je pogosto izstopala na pašo na bližnje travnike.

Slika 3: Prostorski model habitata jelenjadi – temno siva področja označujejo osrednje območje aktivnosti, svetlo siva področja označujejo skupno območje aktivnosti jelenjadi

Figure 3: Spatial model of red deer habitat. Dark grey area indicates best (core area) red deer habitat, light grey area indicates all (home range) red deer habitat.



Z analizo osrednjih območij aktivnosti smo ugotovili, da se jelenjad raje zadržuje v predelih, ki so bližje naseljem. Glede na to, da bližino naselij navadno povežemo s prisotnostjo človeka v gozdu, bi lahko sklepali, da se jelenjad raje zadržuje v predelih s pogostnejšimi motnjami. Vendar najznačilnejša spremenljivka modela – oddaljenost od cest – kaže ravno nasprotno; zato domnevamo, da oddaljenost od naselja korelira s kakšnim drugim dejavnikom, ki ga v analizi nismo obravnavali (npr. s prisotnostjo

plenilcev – volkov; s klimo – predeli, ki so od naselij najbolj oddaljeni, se nahajajo okrog vrha Snežnika). Pogostnost pojavljanja volkov v obravnavanem območju po letu 1991 narašča (ZAFRAN *et al.* 2000). V nadaljnjih raziskavah bo potrebno vpliv plenilcev na izbor habitatov in razporeditev jelenjadi resneje upoštevati ter vrednotiti.

Če primerjamo rezultate obeh analiz (območje aktivnosti, osrednje območje aktivnosti), lahko med njima ugotovimo nekatere podobnosti in tudi razlike. Jelenjad je v obeh primerih izbirala območja daleč stran od cest, kjer je imela mir in so bile antropogene motnje redkejšje. Pri izboru celotnega območja aktivnosti je bila pomembna tudi vegetacijska zgradba sestojev. Jelenjad je izbirala razvojne faze, v katerih je bilo na voljo dovolj kakovostne hrane in ki so hkrati nudile tudi dobro kritje pred nevarnostjo. Pri izboru osrednjih območij aktivnosti, ki prekrivajo predvsem območja zimovališč, je bila poleg oddaljenosti od cest pomembna prisotnost krmišč in kaluž. Jelenjad je prehranski generalist, ki se specializira na najdostopnejši in najkakovostnejši vir hrane. Ker je pozimi v naravi navadno dostopne malo hrane, krmišča pa so z njo redno založena, je jelenjad svoja zimska območja aktivnosti prilagodila prostorski razporeditvi krmišč. Poleti, ko se prehranjuje samo v naravi in je porazdeljena na širšem območju znotraj gozda, pa izbira predele, kjer je na voljo dovolj kakovostne hrane. Če vse navedene ugotovitve tolmačimo z vidika vrstno specifičnih potreb, lahko ugotovimo, da je jelenjad v obeh primerih izbrala življenjski prostor, kjer je imela mir (oddaljenost od cest – manj antropogenih motenj; prebiralni gozdovi in sestoji v pomlajevanju nudijo dobro kritje pred nevarnostmi) in hkrati dostopne čim več kakovostne hrane (prebiralni gozdovi in sestoji v pomlajevanju, krmišča). Tak izbor habitatov ji omogoča optimalno razmerje med pridobljeno in porabljeno energijo, kar pomeni večjo možnost preživetja.

## 5 SUMMARY

*For a more precise red deer (*Cervus elaphus*) habitat selection study, we monitored 17 radio-collared adult hinds and stags from December 1997 to March 2001 in »Gojitveno lovišče Jelen« comprised of the central and southern part of the regions of Snežnik and Javorniki in the south-east of Slovenia (Figure 1). All monitored red deer were caught in the area of »Gojitveno lovišče Jelen« and equipped with radio-collars. The locations of all monitored animals were estimated by the use of triangulation at least once per week. In this way, more than 1.400 red deer locations were recorded in with the Gaus-Krüger*

coordinate system. The population home range ( $P = 0,95$ ) and core area ( $P = 0,50$ ) were estimated on the basis of all recorded locations by the use of Biotas program that employs a kernel method (Figure 2). With GIS 26 geo-located data layers describing vegetation, the topography and other environmental characteristics, presumed to be significant for the red deer habitat selection, were elaborated (Table 2). Two databases containing units (pixels) – each of them described by 26 independent (environmental) variables and one dependent variable (habitat, non-habitat) – were created by random selection. We used discriminative analysis to determine the difference between the established home range (and core area) and the surfaces where the monitored red deer were not detected. The discriminative function differentiated home range (pixels) from other surfaces with an accuracy of 67 % and the core area from other surfaces with an accuracy of 87 % (Table 5). By the analysis of the core area, the accuracy was higher at classifying habitat than at classifying non-habitat – probably due to the methodology of data gathering: areas not used by the monitored animals were preliminarily assigned as non-habitat although some parts of them were suitable as a red deer habitat. Therefore, the accuracy of classifying non-habitat was lower. The selection of population's home range depended on following factors (Table 3): distance from the nearest road, altitude, share of forest and forest structure. The selection of the population's core area depended on: distance from the nearest road, distance from the nearest feeding place, forest structure (Table 4). The distance from the nearest road was shown to be the most important factor in both analyses. Red deer probably avoided the proximity of the roads due to frequent disturbances – traffic and the presence of people. Selection of home ranges was also influenced by the forest stands characteristics – forest types (stands in regeneration, selective forests) offering more food and good security cover were preferred; forest types (early and late pole stands) offering poor food were avoided. Selection of the core area was also influenced by the presence of feeding places. Areas near the feeding places were more preferable. This shows how important feeding places are for the selection of winter habitats – also in the Snežnik region. If results of both analyses are interpreted in the sense of red deer energy balance, we can establish that red deer choose living space that allows a minimization of unnecessary energy expenditure (due to flights or changed behaviour) and maximization of energy intake (abundant forage). The red deer spatial habitat model was elaborated by the use of estimated discriminative functions, for this purpose extrapolated on the entire research area (Figure 3).

## 6 VIRI REFERENCES

- ADAMIČ, M., 1990. Prehranske značilnosti kot element načrtovanja varstva, gojitve in lova parkljaste divjadi s poudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus* L.).- Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Strokovna in znanstvena dela 105, 203 str.
- BIOTAS, 2001. <http://www.ecostats.com/software/biotas/biotas.htm>.
- BRUNT, K. R., 1990. Ecology of Roosevelt elk.- V: NYBERG, J. B. / JANZ, D. W.(eds.), Deer and elk Habitats in Coastal forests of southern British Columbia. Victoria, B.C., Ministry of Environment, str. 65-98.
- CLUTTON-BROCK, T. H. / GUINES, F. E. / ALBON, S. D., 1982. Red deer, behaviour and ecology of two sexes.- The University of Cambridge, Edinburgh University Press, 333 str.
- COLE, E. K. / POPE, M. D. / ANTHONY, R. G., 1997. Effects of road management on movement and survival of Roosevelt elk.- J. Wildl. Managem. 61, 4: 1115-1126.
- DEBELJAK, M. / DŽEROSKI, S. / ADAMIČ, M., 1999. Interactions among red deer (*Cervus elaphus* L.) population, meteorological parameters and new growth of the natural regenerated forest in Sneznik, Slovenia.- Ecol. Model. 121: 51-61.
- DEBELJAK, M. / DŽEROSKI, S. / JERINA, K. / KOBLER, A. / ADAMIČ, M., 2001. Habitat suitability modeling for red deer (*Cervus elaphus* L.) in South-central Slovenia with classification trees.- Ecol. Model. 138: 321-330.
- GABROVEC, M., 1996. Sončno obsevanje v reliefno razgibani Sloveniji.- Geog. Zbor. 36: 47-68.
- GEORGII, B. / SCHRÖDER, W. / SCHRÖDER, J. / ATZLER, R., 1985. Rotwild-Management im Fichtelgebirge.- Proc. 17<sup>th</sup> Congress of International Union of Game Biologists, Brussels, str. 111-115.
- GOSSOW, H., 1987. Alpine Rotwild-Vorkommen im Konflikt mit verschiedenen Landnutzungs-Interessen.- Centralb. Gesamt. Forstw. 104, 2: 82-95.
- GURS, 1995. Digitalni model reliefa 100 × 100 m.- Ljubljana, Geodetska uprava RS.
- JERINA, K., 2000. Nekateri ekološke značilnosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.).- Diplomsko delo, Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo, 98 str.
- KOTAR, M., 1993. Statistične metode.- Študijski material za podiplomske študente, interno gradivo.- Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.

- LOVARI, S., 1989. The behavioural biology of the Appenine chamois *Rupicapra pyrenaica ornata* (Neumann, 1899). A review.- Tagungsberichte CIC Gamswildsymposium 1988, München, str. 91-107.
- LZS, 1996. Statistični podatki lovskih organizacij Slovenije za leto 1995/96.- Ljubljana, Lovska zveza Slovenije, str. 32.
- MARCUM, C. L. / SCOTT, M. D., 1985. Influences of weather on elk use of spring-summer habitats.- J. Wildl. Managem. 49, 1: 73-76.
- MOEN, A. N., 1976. Energy conservation by white-tailed deer, western Minnesota.- Ecology 49, 4: 676-682.
- MOOTY, J. J. / KARNIS, P. D. / FULLER, T. K., 1987. Habitat use and seasonal range size of white-tailed deer in South-central Minnesota.- J. Wildl. Managem. 51, 3: 664-648.
- PARKER, K. L., 1988. Effects of heat, cold, and rain on coastal black-tailed deer.- Can. J. Zool. 66: 2475-2483.
- PARKER, K. L. / GILLINGHAM, M. P., 1990. Estimates of critical thermal environments for mule deer.- J. Range Managem. 43, 1: 73-81.
- PERKO, F., 1989. Usklajevanje odnosov med divjadjo in njenim življenjskim okoljem v Notranjskem lovsko-gojitvenem območju.- V: KOŠIR, B. (ed.), Gospodarjenje z gozdom ob upoštevanju potreb rastlinojede divjadi. Ljubljana, Biotehniška fakulteta in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Strokovna in znanstvena dela 101, str. 167-193.
- Pregled gojitve in odstrela jelenjadi v lovskem letu 2000.- Notranjsko lovskogojitveno območje, Snežnik 2001, 21 str.
- ROWLAND, M. M. / WISDOM, M. J. / JOHNSON, B. K. / KIE, J. G., 2000. Elk distribution and modelling in relation to roads.- J. Wildl. Managem. 64, 3: 672-684.
- SCHRÖDER, W., 1980. Raum-und-Zeitverhalten des Rothirsches, Gesichtspunkte für das Rothirsch Management.- V: ONDERSCHEKA, K. (ed.), Tagungsbericht Wald und Wild. Wien, Forschungsinstitut für Wildtierkunde, str. 20-34.
- SCHWAB, F. E. / PITT, M. D., 1991. Moose selection of canopy cover types related to operative temperature, forage and snow depth.- Can. J. Zool. 96, 12: 3071-3077.
- SIMONIČ, T., 1982. Kontrolna metoda v gospodarjenju z divjadjo.- V: Zbornik gozdarskih študijskih dni Gozd – divjad. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo, str. 161-213.



- STAINESS, B. W., 1977. Factors affecting the seasonal distribution of red deer (*Cervus elaphus* L.) at Glen Dye, north-east Scotland.- *Annals Appl. Biol.* 87, 3: 495-512.
- STANKOVSKI, V. / DEBELJAK, M. / BRATKO, I. / ADAMIČ, M., 1998. Modelling the population dynamics of red deer (*Cervus elaphus* L.) with regard to forest development.- *Ecol. Model.* 108: 145-151.
- SURS, 1997. Statistični GIS pokrovnosti/rabe tal Slovenije.- Ljubljana, Statistični urad republike Slovenije.
- THOMAS, J. W. / BULL, E. L., 1988. Wildlife from managed forests – what to think about while chopping.- V: *Future Forests of the Mountain West. A Stand Culture Symposium Proceedings*, USDA Forest Service, GTR-INT 243, Ogden UT, str. 42-46.
- VESELIČ, Ž., 1986. Divjad ima na Postojnskem tri glave.- *Gozd. V.* 44: 108-114.
- VESELIČ, Ž., 1991. Na Postojnskem preštevilna divjad še naprej hudo ogroža gozdno mladje.- *Gozd. V.* 49: 147-157.
- WALLMO, O. C. / SCHOEN, J. W., 1980. Response of Deer to Secondary forest Succession in Southeast Alaska.- *Forest Sci.* 26, 3: 448-462.
- WATSON, A. / STAINESS, B. W., 1978. Differences in the quality of wintering areas used by male and female red deer (*Cervus elaphus*) in Aberdeenshire.- *J. Zool.* 186: 544-550.
- WORTON, B. J., 1989. Kernel methods for estimating the utilisation distribution in home ranges studies.- *Ecology* 70, 1: 164-168
- YEO, J. J. / PEEK, J. M., 1992. Habitat selection by female Sitka black-tailed deer in logged forests of southeastern Alaska.- *J. Wildl. Managem.* 56, 2: 253-261.
- ZAFRAN, J. / BERCE, M. / MARINČIČ, A. / ADAMIČ, M., 2000. Monitoring prisotnosti velikih zveri in njihovih ključnih plenskih vrst v Gojitvenem lovišču ZGS »Jelen-Snežnik«.- Neobjavljeno poročilo, Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 26 str.
- ZGS, 1990. Popis gozdov Slovenije – stanje 1990.- Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Centralna enota.
- ZGS, 2001. Karta krmišč, kaluž in vzdrževanih lazov namenjenih divjadi v GL Jelen-Snežnik.- Postojna, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Postojna.