

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Klemen JERINA

**PROSTORSKA RAZPOREDITEV, OBMOČJA
AKTIVNOSTI IN TELESNA MASA JELENJADI
(*Cervus elaphus* L.) GLEDE NA OKOLJSKE
DEJAVNIKE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2006

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Klemen JERINA

**PROSTORSKA RAZPOREDITEV, OBMOČJA AKTIVNOSTI IN
TELESNA MASA JELENJADI (*Cervus elaphus* L.) GLEDE NA
OKOLJSKE DEJAVNIKE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**SPATIAL DISTRIBUTION, HOME RANGE AND BODY MASS OF
RED DEER (*Cervus elaphus* L.) IN REGARD TO
ENVIRONMENTAL FACTORS**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2006

S tem izdelkom zaključujem doktorski študij gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Doktorska disertacija je bila izdelana na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Na podlagi sklepa Senata Biotehniške fakultete in Senata Univerze v Ljubljani, z dne 28.06.2005, je dekan Biotehniške fakultete dne 20.07.2005 izdal odločbo št. 5-207/5 o odobritvi teme in naslova doktorske disertacije ter za mentorja imenoval prof. dr. Miha Adamiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Marijan KOTAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: prof. dr. Miha ADAMIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: prof. dr. Marijan GRUBEŠIĆ
Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za zaščito šuma i lovno gospodarenje

Datum zagovora: 17. 07. 2006

Doktorska disertacija je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Klemen JERINA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD Dd

DK GDK 156.41+120(043.3)

KG jelenjad/*Cervus elaphus*/VHF in GPS telemetrija/celoletni, sezonski in dnevno-nočni habitatni izbor/območje aktivnosti/telesna masa/telesna teža/zgradba prostora/okoljski dejavniki/GIS/zimsko dopolnilno krmljenje/ceste/zgradba gozda/gozdni rob

KK /

AV JERINA, Klemen, univ. dipl. inž. gozdarstva

SA ADAMIČ, Miha (mentor)

KZ SI-1000, Ljubljana, Večna pot 83

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI 2006

IN PROSTORSKA RAZPOREDITEV, OBMOČJA AKTIVNOSTI IN TELESNA MASA
JELENJADI (*Cervus elaphus* L.) GLEDE NA OKOLJSKE DEJAVNIKE

TD Doktorska disertacija

OP XI, 172 str., 48 pregl., 50 slik, 8 pril., 225 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Delo celovito obravnava vplive okoljskih dejavnikov na: 1) celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi, 2) velikosti njenih celoletnih individualnih območij aktivnosti (IOA), in 3) njeno telesno maso. Analize habitatnega izbora in IOA jelenjadi temeljijo na podatkih večletne VHF telemetrije 50 košut in jelenov (11.000 lokacij) in enoletne GPS telemetrije 4 košut (16.000 lokacij) iz 4 območij v Sloveniji, analize telesne mase pa na geolociranih podatkovnih nizih (na kilometer natančno) 3.920 osebkov jelenjadi, ki so bili uplenjeni na območju skoraj vse RS. Vse podatke o zgradbi prostora (npr. topografske in gozdno-vegetacijske značilnosti, gozdni rob, ceste, naselja in krmišča) in o drugih okoljskih dejavnikih (npr. gostota odstrela jelenjadi, jakost sončnega obsevanja, padavine, temperatura) smo pripravili v GIS. Najpomembnejše ugotovitve in zaključki so: 1) Jelenjad se prek vsega leta, še posebej pa pozimi, koncentrira okoli krmišč. Krmljenje vpliva tudi na zmanjševanje njenih IOA, vplivov tega ukrepa na njeno telesno maso pa nismo ugotovili. Gostote jelenjadi so izrazito povečane v 500-metrski okolici krmišč, še vedno velike pa v 1.500-metrskem pasu, kar je zaradi problematičnih vplivov jelenjadi na gozd treba upoštevati. 2) Jelenjad je ekotonska vrsta, saj vse leto in zlasti v vegetacijski dobi poudarjeno uporablja okolico gozdnega roba. Negozdne površine (travniki, kmetijske kulture) so eden njenih ključnih prehranskih habitatov. Njihova dostopnost pogojuje nosilno zmogljivost prostora. Zato se z njihovim naraščanjem in povečevanjem gostote gozdnega roba IOA jelenjadi zmanjšujejo, njena telesna masa pa povečuje. 3) Jelenjad se izogiba bližini naselij in pomembnejših cest (min. 250 m) ter v njihovi okolici živi bolj prikrito (poudarjena raba varnostnega kritja, nočna raba predelov blizu cestam). Zaradi bariernega efekta ceste funkcionalno razrežejo potencialni habitat jelenjadi na zaplate, kar pomembno vpliva na velikosti njenih IOA – v večjih zaplatah ima večja IOA in obratno. 4) Jelenjad vse leto, še posebej pa pozimi (ker v njih kljub snegu najde hrano), nekoliko pogosteje uporablja sestoje z bujnim zeliščnim in grmovnim slojem (mladovja, sestoje v pomlajevanju, prebiralne gozdove in grmišča), saj hkrati nudijo dobro kritje in hrano. Debeljaki in zlasti drogovnjaki pa so nepriljubljeni. Z naraščanjem deleža slednjih, kot tudi z naraščanjem deleža iglavcev, se telesna masa jelenjadi zmanjšuje. 5) Z naraščanjem nadmorske višine (in posledičnim skrajševanjem vegetacijske dobe in podaljševanjem zime) telesna masa jelenjadi upada, velikosti njenih IOA pa naraščajo. 6) Na telesno maso in velikosti IOA jelenjadi vpliva tudi njena populacijska gostota. 7) Jelenjad torej geografsko variiranje efektivne nosilne zmogljivosti prostora v določeni meri kompenzira s specifično prostorsko razporeditvijo in rabo večjih ali manjših IOA, kljub temu pa ne doseže idealne proste razporeditve, zato kakovost habitata vpliva tudi na njeno telesno maso.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

ND Dd

DC FDC 156.41+120(043.3)

CX Red deer/*Cervus elaphus*/VHF and GPS telemetry/annual, seasonal and circadian habitat selection/home range/body mass/body weight/environmental factors/GIS/winter supplemental feeding/roads/forest structure/forest edge

CC /

AU JERINA, Klemen

AA ADAMIČ, Miha (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources

PY 2006

TI SPATIAL DISTRIBUTION, HOME RANGE AND BODY MASS OF RED DEER (*Cervus elaphus* L.) IN REGARD TO ENVIRONMENTAL FACTORS

DT Doctoral Dissertation

NO XI, 172 p., 48 tab., 50 fig., 8 ann., 225 ref.

LA sl

AL sl/en

AB This thesis explores the complex influence of environmental factors on the: 1) annual, seasonal, and circadian spatial distribution, 2) annual home range size (HR), and 3) body mass of red deer. Analyses of red deer habitat selection and HR are based on multiyear VHF telemetry data gathered from 50 hinds and stags (11.000 fixes) and a one-year GPS telemetry of 4 hinds (16.000 fixes) from 4 different areas within Slovenia. Furthermore, analyses of red deer body mass are based upon geo-referenced (1 km accuracy) datasets of 3.920 deer harvested from the entire land area of Slovenia. All spatially explicit habitat features (e.g. topography, vegetation type, forest structure, roads, supplemental feeding places – SFP) and other environmental factors (e.g. red deer harvest density, temperature, participation) were incorporated into a GIS. The main results can be summarized as follows: 1) Red deer aggregate around SFP throughout the year, especially during winter. Supplemental feeding also diminishes HR, but there was no effect on red deer body mass caused by this measure. Red deer density was strongly increased within a 500-meter radius of the SFP and still noticeably increased within a 1500-meter radius – a fact that needs to be considered because of heavy forest damage in these areas. 2) Since red deer primarily use the vicinity of the forest edge, the species can be viewed as ecotonal. Non-forest areas (meadows, agricultural areas) provide crucial feeding habitats, and their availability influences the carrying capacity of habitat. As a result, the increase of non-forest areas and forest edge density decreases the red deer HR and increases its body mass. 3) Red deer avoids the proximity of settlements and roads (250 m min.) and stays concealed in their vicinity (increased use of security cover, exclusively nocturnal use of nearby areas). Due to their barrier effect, roads functionally cut red deer potential habitat into fragments, which also affects the HR size (the latter positively depends on fragment size). 4) Deer prefer forests with richer herb and shrub layers (young forest, selective thinning forest, forest in rejuvenation phase etc.) since they offer more food and security cover. Mature stands and especially pole stands are less preferred. As the percentage of less preferred forest (as well as that of conifers) increases, red deer body mass decreases. 5) As elevation increases (resulting in a shorter vegetation period and prolonged winter), red deer body mass decreases and its HR size increases. 6) Body mass and HR size of red deer is also influenced by its population density. 7) The red deer can thus compensate for the spatial variation of habitat quality through its specific spatial distribution and the use of smaller/larger HR, despite that it does not reach an ideal free distribution, therefore habitat quality also influences its body mass.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija (KDI).....	III
Key words documentation (KWD).....	IV
Kazalo vsebine.....	V
Kazalo preglednic.....	VII
Kazalo slik.....	IX
Kazalo prilog.....	XI
1 UVOD	1
2 NAMEN DELA	3
3 PREGLED PODOBNIH RAZISKAV	4
3.1 RABA PROSTORA	4
3.2 VELIKOST IN ZGRADBA INDIVIDUALNIH OBMOČIJ AKTIVNOSTI	7
3.2.1 Velikost individualnih območij aktivnosti	7
3.2.2 Dejavniki, ki vplivajo na velikost območij aktivnosti.....	8
3.3 TELESNA MASA IN OKOLJSKI DEJAVNIKI	10
3.3.1 Telesna masa	10
3.3.2 Telesna masa glede na zgradbo prostora	13
4 RAZISKOVALNE HIPOTEZE	15
5 OBMOČJA RAZISKAVE, PODATKI IN METODE DELA	17
5.1 OPIS OBMOČIJ RAZISKAVE	17
5.1.1 Snežniško-javorniško območje.....	19
5.1.2 Kočevska	21
5.1.3 Menišija	23
5.1.4 Goričko	25
5.2 ZBIRANJE IN PRIPRAVA PODATKOV	27
5.2.1 Telemetrijsko zajemanje podatkov o jelenjadi	27
5.2.1.1 Odlov jelenjadi	27
5.2.1.2 Snemanje lokacij jelenjadi z VHF radio-telemetrijo	28
5.2.1.3 Snemanje lokacij jelenjadi z GPS telemetrijskim sistemom	30
5.2.2 Zbiranje in priprava podatkov o telesni masi jelenjadi.....	35
5.2.3 Priprava in zajemanje prostorskih podatkov	38
5.2.3.1 Relief	40
5.2.3.2 Jakost sončnega obsevanja	41
5.2.3.3 Vegetacija	42
5.2.3.4 Ceste in naselja	46
5.2.3.5 Zimsko dopolnilno krmljenje	46
5.2.3.6 Populacijska območja in gostota odvzema jelenjadi	48
5.2.3.7 Klima	49
5.3 ANALIZE PODATKOV	50
5.3.1 Raba prostora.....	50
5.3.1.1 Celoletna raba prostora.....	50
5.3.1.2 Razlike v rabi prostora med hladnim in toplim delom leta	52
5.3.1.3 Razlike v rabi prostora med dnevom in nočjo	53
5.3.2 Velikost in zgradba celoletnih individualnih območij aktivnosti.....	54
5.3.3 Telesna masa in okoljski dejavniki.....	59
5.4 STATISTIČNE METODE	63

5.4.1 Raba prostora.....	63
5.4.1.1 Celoletna raba prostora.....	63
5.4.1.2 Razlike v rabi prostora med hladnim in toplim delom leta	64
5.4.1.3 Razlike v rabi prostora med dnevom in nočjo.....	64
5.4.2 Velikost in zgradba celoletnih individualnih območij aktivnosti.....	64
5.4.3 Telesna masa in okoljski dejavniki.....	65
6 REZULTATI.....	67
6.1 RABA PROSTORA	69
6.1.1 Celoletna raba prostora.....	69
6.1.1.1 Celoletna raba prostora jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo	69
6.1.1.2 Celoletna raba prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo	72
6.1.1.3 Sinteza rezultatov analiz celoletne rabe prostora	75
6.1.2 Razlike v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta	77
6.1.2.1 Razlike v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo	77
6.1.2.2 Razlike v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo	79
6.1.2.3 Sinteza rezultatov analiz razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta	81
6.1.3 Razlike v rabi prostora med dnevom in nočjo.....	83
6.2 VELIKOST IN ZGRADBA CELOLETNIH INDIVIDUALNIH OBMOČIJ AKTIVNOSTI.....	87
6.2.1 Velikosti celoletnih individualnih območij aktivnosti	87
6.2.2 Zgradba celoletnih individualnih območij aktivnosti.....	89
6.3 TELESNA MASA	93
7 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	103
7.1 RAZPRAVA.....	103
7.1.1 Vplivi dejavnikov zgradbe prostora na celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi	103
7.1.1.1 Krmišča.....	103
7.1.1.2 Ceste in naselja	109
7.1.1.3 Raba tal in gozdni rob.....	115
7.1.1.4 Zgradba gozda	125
7.1.1.5 Topografija in jakost sončnega obsevanja.....	130
7.1.2 Velikost in zgradba celoletnih individualnih območij aktivnosti jelenjadi	137
7.1.3 Vplivi okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi.....	140
7.2 SKLEPI.....	146
9 POVZETEK.....	151
10 SUMMARY	156
11 VIRI	161

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Glavne značilnosti štirih območij telemetrijskih spremljav jelenjadi	18
Preglednica 2: Časovna dinamika odlova jelenjadi za telemetrijsko spremljanje	27
Preglednica 3: Statistike enoletnega delovanja GPS telemetrijskih ovratnic	33
Preglednica 4: Podatkovne plasti – relief	40
Preglednica 5: Podatkovne plasti – jakost sončnega obsevanja	41
Preglednica 6: Klasifikacija karte rabe kmetijskih zemljišč	42
Preglednica 7: Podatkovne plasti – raba tal	43
Preglednica 8: Klasifikacije razvojnih faz sestojev oz. gojitvenih oblik gozda	44
Preglednica 9: Podatkovne plasti – zgradba gozda	45
Preglednica 10: Podatkovne plasti – ceste in naselja	46
Preglednica 11: Podatkovne plasti – krmišča	48
Preglednica 12: Podatkovne plasti – populacijska območja in gostota odvzema jelenjadi	49
Preglednica 13: Podatkovne plasti – klimatske spremenljivke	49
Preglednica 14: Število in spolna sestava spremljane jelenjadi po raziskovalnih območjih	57
Preglednica 15: Osnovni statistični parametri spremenljivk, ki so bile vključene v analize zgradbe območij aktivnosti jelenjadi	58
Preglednica 16: Določanje starostnih kategorij samcev in samic jelenjadi	61
Preglednica 17: Osnovni statistični parametri spremenljivk, ki so bile vključene v analize vplivov okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi	62
Preglednica 18: Preučevane interakcije spremenljivk pri analizah celoletne rabe prostora jelenjadi	63
Preglednica 19: Univariatne primerjave zgradbe raziskovalnega področja, združenih celoletnih individualnih območij aktivnosti in posnetih lokacij za jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo	70
Preglednica 20: Rezultati multivariatne analize razlik v zgradbi združenih celoletnih individualnih območij aktivnosti in območja raziskave za jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo	71
Preglednica 21: Rezultati multivariatne analize razlik v zgradbi rastrskih celic z zabeleženo prisotnostjo jelenjadi in združenimi individualnimi območji aktivnosti za jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo	71
Preglednica 22: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistična modela celoletne rabe prostora jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo	72
Preglednica 23: Univariatne primerjave zgradbe raziskovalnega področja, združenih celoletnih individualnih območij aktivnosti in posnetih lokacij za jelenjad, spremljano z GPS telemetrijo	73
Preglednica 24: Rezultati multivariatne analize razlik v zgradbi celoletnih individualnih območij aktivnosti in območja raziskave za jelenjad, spremljano z GPS telemetrijo	74
Preglednica 25: Rezultati multivariatne analize razlik v zgradbi rastrskih celic z zabeleženo prisotnostjo jelenjadi in združenih območij aktivnosti za jelenjad, spremljano z GPS telemetrijo	74
Preglednica 26: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistična modela celoletne rabe prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo	75
Preglednica 27: Univariatne primerjave rabe prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo	78
Preglednica 28: Rezultati multivariatne analize razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo	78
Preglednica 29: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistični model razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo	79
Preglednica 30: Univariatne primerjave rabe prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo	80
Preglednica 31: Rezultati multivariatne analize razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo	81

Preglednica 32: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistični model razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo	81
Preglednica 33: Univariatne primerjave dnevne in nočne rabe prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo	84
Preglednica 34: Rezultati multivariatne analize razlik v dnevni in nočni rabi prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo	85
Preglednica 35: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistični model razlik med dnevno in nočno rabo prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo.....	85
Preglednica 36: Test razlik med površinami celoletnih individualnih območij aktivnosti, ugotovljenimi s kernelsko metodo in metodo minimalnega konveksnega poligona	87
Preglednica 37: Vplivi spola, območja raziskave in števila posnetih lokacij na velikosti celoletnih območij aktivnosti jelenjadi, ugotovljenimi s kernelsko metodo	88
Preglednica 38: Osnovne statistične značilnosti velikosti celoletnih individualnih območij aktivnosti jelenjadi, ugotovljenih s kernelsko metodo in z metodo minimalnega konveksnega poligona	89
Preglednica 39: Velikosti celoletnih območij aktivnosti jelenjadi glede na spol in območje raziskave..	89
Preglednica 40: Rezultati bivariatnih analiz velikosti celoletnih območij aktivnosti jelenjadi glede na zgradbo prostora in nekatere druge dejavnike.....	90
Preglednica 41: Rezultati multivariatne regresijske analize velikosti celoletnih območij aktivnosti jelenjadi glede na zgradbo prostora in nekatere druge dejavnike.....	92
Preglednica 42: Telesna masa košut in jelenov v štirih populacijskih območjih jelenjadi v Sloveniji	93
Preglednica 43: Telesna masa jelenjadi glede spol in populacijsko območje: analiza variance.....	94
Preglednica 44: Rezultati bivariatnih korelacijskih analiz telesne mase jelenjadi in okoljskih spremenljivk.....	95
Preglednica 45: Vplivi okoljskih dejavnikov in populacijskih območij na telesno maso jelenjadi: analiza variance multivariatnega regresijskega modela	96
Preglednica 46: Multivariatni regresijski model telesne mase jelenjadi glede na okoljske dejavnike in populacijska območja jelenjadi	98
Preglednica 47: Vplivi okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi: analiza variance multivariatnega regresijskega modela.....	99
Preglednica 48: Multivariatni regresijski model telesne mase jelenjadi glede na okoljske dejavnike...	100

KAZALO SLIK

Slika 1: Območja raziskav habitatnega izbora jelenjadi ter velikosti in zgradbe njenih individualnih območij aktivnosti	17
Slika 2: Dinamika letne gostote odvzema jelenjadi v štirih raziskovalnih območjih po letu 1984	18
Slika 3: Snežniško-javorniško območje raziskave	19
Slika 4: Območje raziskave Kočevska	22
Slika 5: Območje raziskave Menišija	24
Slika 6: Območje raziskave Goričko	26
Slika 7: Časovni razpored posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, v 24-urnem ciklu	28
Slika 8: Časovni razpored posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, v letnem ciklu	29
Slika 9: Uspešnosti snemanja lokacij jelenjadi z GPS telemetrijskim sistemom	34
Slika 10: 24-urna (levo) in mesečna povprečna uspešnost (desno) enoletnega snemanja lokacij jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijskim sistemom	34
Slika 11: Prostorska razporeditev kilometrskih kvadrantov, v katerih je bila leta 2004 registrirana vsaj ena izločitev jelenjadi	36
Slika 12: Gostota odvzema jelenjadi v Sloveniji v letu 2004	37
Slika 13: Lokacije in vplivna območja krmišč (levo) ter vektorska poligonska karta gostote položene krme (desno)	47
Slika 14: Povprečna letna gostota odvzema jelenjadi po loviščih v Sloveniji v obdobju 1998–2004 (levo) in populacijska območja jelenjadi (desno)	48
Slika 15: Določanje meja raziskovalnih območij	51
Slika 16: Primerjava 24-urne dinamike rabe gozdnih in negozdnih površin jelenjadi med obdobjema, ko je dolžina dneva najdaljša (junij in julij) in najkrajša (december in januar)	54
Slika 17: Individualno celoletno območje aktivnosti ($p = 0,95$), osrednje območje aktivnosti ($p = 0,65$) in jedra aktivnosti ($p = 0,35$) spremljane košute na Gotenici, ugotovljeni s fiksno kernelsko metodo (levo) in z metodo minimalnih konveksnih poligonov (desno)	57
Slika 18: Frekvenčna porazdelitev odvzete jelenjadi po starostnih kategorijah, ločeno za oba spola (samice – levo, samci – desno)	60
Slika 19: Odvisnost telesne mase od starosti, ločeno za samice (levo) in samce (desno)	60
Slika 20: Zanesljivost določanja starosti jelenjadi z okularno oceno obrabljenosti zobovja	61
Slika 21: Frekvenčna porazdelitev površin celoletnih območij aktivnosti jelenjadi, ugotovljenih s fiksno kernelsko metodo	65
Slika 22: Frekvenčna porazdelitev telesne mase jelenjadi	66
Slika 23: Diagram rezultatov naloge	68
Slika 24: Mesečne mediane razdalj med lokacijami jelenjadi in najbližjim krmiščem	103
Slika 25: Letno menjavanje deležev lokacij glede na oddaljenost od najbližjega krmišča pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo	104
Slika 26: 24-urno menjavanje deležev lokacij jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjega krmišča	105
Slika 27: Dnevne in nočne lokacije košute s Snežniško-javorniškega območja v mesecu februarju	105
Slika 28: Celoletna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od krmišč	106
Slika 29: Celoletna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od cest javnega pomena – združeni podatki vseh raziskovalnih območij	110
Slika 30: Celoletna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od cest javnega pomena po raziskovalnih območjih	110
Slika 31: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjih gozdnih cest	113
Slika 32: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjih cest javnega pomena	113
Slika 33: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjih naselij	113

Slika 34: Celoletna relativna raba kategorij rabe tal	116
Slika 35: Celoletna relativna raba gozdnih in negozdnih površin	116
Slika 36: 24-urno menjavanje rabe gozdnih in negozdnih površin.....	117
Slika 37: Ocena dejanske 24-urne dinamike rabe gozdnih in negozdnih površin.....	118
Slika 38: Celoletna relativna raba negozdnih površin glede na oddaljenost od najbližjega gozdnega roba.....	119
Slika 39: 24-urno menjavanje srednje oddaljenosti lokacij jelenjadi od najbližjega gozdnega roba – za lokacije, posnete na negozdnih površinah	120
Slika 40: 24-urno menjavanje srednje oddaljenosti lokacij jelenjadi od najbližjega gozdnega roba – za lokacije posnete v gozdu	120
Slika 41: Celoletna relativna raba gozdnih površin glede na njihovo oddaljenost od najbližjega gozdnega roba	121
Slika 42: Letno menjavanje rabe gozda in negozdnih površin.....	122
Slika 43: Letno menjavanje rabe negozdnih površin glede na njihovo oddaljenost od najbližjega gozdnega roba	122
Slika 44: Celoletna relativna raba mladovij, sestojev v pomlajevanju in prebiralnih gozdov.....	126
Slika 45: Celoletna relativna raba »ostalnih oblik gozda«.....	126
Slika 46: Letno menjavanje rabe sestojev v pomlajevanju in prebiralnih gozdov	127
Slika 47: Celoletna relativna raba pasov nadmorskih višin.....	131
Slika 48: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na nadmorsko višino	134
Slika 49: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na jakost sončnega obsevanja.....	134
Slika 50: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na nagib terena.....	134

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Podatki o snemanjih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo
- Priloga B: Ponderji pri analizah celoletne rabe prostora jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo
- Priloga C: Ponderji pri analizah celoletne rabe prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo
- Priloga D: Zgradba območij raziskave, celoletnih območij aktivnosti in posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo
- Priloga E: Zgradba območij raziskave, celoletnih območij aktivnosti in posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo
- Priloga F: Aritmetična sredina in prvi ter zadnji decil neodvisnih spremenljivk v obdobju hladnega in toplega dela leta za jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo
- Priloga G: Aritmetična sredina in prvi ter zadnji decil neodvisnih spremenljivk v obdobju hladnega in toplega dela leta za jelenjad, spremljano z GPS telemetrijo
- Priloga H: Aritmetična sredina in prvi ter zadnji decil neodvisnih spremenljivk zgradbe prostora – primerjava dnevne in nočne rabe prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo

1 UVOD

Čeprav je bila jelenjad (*Cervus elaphus* L.) na ozemlju današnje Republike Slovenije v drugi polovici 19. stoletja malone ali celo popolnoma iztrebljena in kmalu zatem v več krajih ponovno naseljena (Adamič, 1990), lahko to živalsko vrsto funkcionalno tudi danes obravnavamo kot avtohtono. Tod je bila namreč prisotna in pogostna skoraj celotno pozno-glacialno in holocensko obdobje (Rakovec, 1974; Pohar, 1994; Hafner, 1997); obdobje njene morebitne odsotnosti je bilo kratko; sedanja zgradba gozdnih ekosistemov v Sloveniji je zato tudi rezultat dolgotrajnih selekcijskih procesov in medsebojne koevolucije rastlinskih in živalskih vrst z jelenjadjo.

Njena številčnost in prostorska razširjenost sta se po ponovni naselitvi sprva počasi, od začetka druge polovice preteklega stoletja dalje pa hitro povečevali, čemur je botrovalo več razlogov: ureditev lovske zakonodaje, naklonjene velikim rastlinojedim parkljarjem, sistematično zatiranje velikih plenilcev, zaraščanje opuščenih kmetijskih zemljišč in intenzivnejša raba gozdov ter s tem povezano povečanje nosilne zmogljivosti prostora (Adamič, 1990). Tako jelenjad zdaj poseljuje večji del (okoli 80 odstotkov) gozdnatih površin Slovenije. Njena številčnost znaša po grobi oceni od 10.000 do 14.000 osebkov (Jerina, 2003). V obdobju 1998–2004 je povprečen odstrel jelenjadi skupaj z izgubami znašal 4.174 ± 291 živali na leto.

Vzporedno s povečevanjem številčnosti, biomase in s prostorskim širjenjem jelenjadi so se večali tudi njeni vplivi na gozdne ekosisteme (Perko, 1977; Perko in sod., 1989; Veselič, 1991; Debeljak in sod., 1999) in gospodarski pomen. Jelenjad in druge vrste rastlinojedih parkljarjev lahko izredno močno vplivajo na zgradbo in procese v ekosistemih, ki jih poseljujejo, in v njih opravljajo številne ekološko pomembne vloge (Hobbs, 1996; Weisberg in Bugman, 2003). Večina teh izhaja iz prehranjevanja in izločanja ekskrementov. Rastlinojedi parkljarji pospešujejo kroženje hranil, jih prenašajo med prehranskimi habitatmi ter počivališči in s tem vplivajo na njihovo dostopnost v tleh in na produktivnost tal (Singer in Schoenecker, 2003). S selektivnim prehranjevanjem vplivajo na pogostnost, prostorsko razporeditev, rast in habitus rastlinskih vrst (Augustine in McNaughton, 1998). So pomemben dejavnik širjenja semena rastlin (Gill in Beardall 2001; Hainken in Raundnitschka, 2002). Kumulativno, prek neposrednega spreminjanja lastnosti tal in vegetacije, in prek posrednih vplivov, ki se pogosto prenašajo tudi na druge trofične ravni ekosistema (Hobbs, 1996), lahko odločilno vplivajo na celotno zgradbo, delovanje in razvojno dinamiko ekosistemov in v njih opravljajo celo vlogo ključne vrste (Waller in Alverson, 1997; Weisberg in Bugman, 2003).

Nekateri od vplivov velikih rastlinojedih parkljarjev so lahko z vidika gospodarjenja z gozdovi izrazito negativni. Z objedanjem mladja in lupljenjem ter drgnjenjem mlajših dreves ti namreč ponekod otežujejo ali celo začasno zaustavijo naravno obnavljanje gozda ter spreminjajo kakovost drevja in vrstno sestavo gozda v neželjeno smer. S tem povzročajo tudi veliko gospodarsko škodo (Ward in sod., 2004) in otežujejo ali onemogočajo uresničitev zastavljenih gozdno-gospodarskih ciljev (Veselič, 1991). Ker jelenjad in druge vrste velikih rastlinojedih parkljarjev konkurirajo s človekom pri izkoriščanju naravnih virov in mu pri gospodarjenju povzročajo škodo, so uvrščene v skupino problematičnih živalskih vrst (Adamič, 1996). Opisana problematika (naraščanje številčnosti velike rastlinojede divjadi in povečevanje škod na kmetijskih kulturah in v gozdu) ni značilna le za Slovenijo, temveč za večji del zmerno toplega klimatskega pasu (Gill, 1992).

Čeprav še ni dosežen načelni konsenz o tem, ali so vplivi velikih rastlinojedih parkljarjev škodljivi le z vidika gospodarjenja ali tudi z vidika dolgoročne stabilnosti in razvojne dinamike gozdnih ekosistemov, oz. ali so motnje, ki jih povzročajo, začasne in pomenijo le eno od stanj v »normalnem« nihanju zgradbe ekosistemov ali pa vodijo v ireverzibilno, trajno degradacijo sistema (McShea in sod. 1997; Senn in Suter, 2003), je njihovo upravljanje vsaj z gospodarskega vidika danes vsekakor pomembno in nujno sredstvo pri doseganju zastavljenih gozdno-gospodarskih ciljev.

Eden od pomembnejših predpogojev za kakovostno upravljanje velikih rastlinojedih parkljarjev je poznavanje njihovih odnosov z okoljem. Pri tem niso pomembni le vplivi rastlinojede divjadi na okolje, ampak tudi vplivi okolja na prostorsko razporeditev in lokalne gostote velike rastlinojede divjadi (habitatne značilnosti velike rastlinojede divjadi), na njihovo absolutno rabo prostora (velikosti individualnih območij aktivnosti) ter povezave med njihovim stanjem (vitalnostjo) in zgradbo okolja. Šele poznavanje teh zakonitosti omogoča izbiro učinkovitih ukrepov in točnejše napovedovanje učinkov takšnih ali drugačnih posegov v gozdni prostor in v populacije parkljaste divjadi.

2 NAMEN DELA

Omenjena znanja in zakonitosti so tudi osrednja tema preučevanj pričujoče naloge. V njej smo ugotavljali vplive številnih okoljskih dejavnikov (npr. topografija, vegetacija, dopolnilno krmljenje, motnje pogojene s človekovimi aktivnostmi) na celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi, na velikosti njenih celoletnih individualnih območij aktivnosti in na njeno telesno maso. Poleg tega smo skušali ugotoviti osnovne ekološke determinante (npr. količina hrane, vplivi na termoenenergetiko, poraba energije za bežanje) prek katerih preučevani okoljski dejavniki najverjetneje vplivajo na jelenjad.

V nalogi smo skušali poiskati odgovore na naslednja vprašanja:

- kakšen prostor uporablja jelenjad,
- kako se njena raba prostora spreminja med deli leta,
- kako se njena raba prostora spreminja med deli dneva,
- zakaj uporablja takšen prostor,
- kako zgradba prostora vpliva na velikosti njenih individualnih območij aktivnosti,
- kako zgradba prostora vpliva na njeno telesno maso.

Pri jelenjadi kot tudi pri drugih vrstah velikih rastlinojedih parkljarjev relativna telesna masa nekega osebka močno vpliva na njegov življenjski reprodukcijski uspeh (zbrano v poglavju 3.1). S primerjavo glavnih rezultatov vseh treh sklopov analiz naloge (tj. prostorska razporeditev, velikosti IOA in telesna masa jelenjadi) smo lahko posredno ugotovili tudi, ali jelenjad razlike v kakovosti habitata kompenzira z rabo različno velikih celoletnih IOA in ali se poudarjena raba določene ravni nekega okoljskega dejavnika odraža tudi na povečanju telesne mase in s tem verjetno tudi življenjskega reprodukcijskega uspeha jelenjadi.

Z raziskovanjem različnih vidikov vplivov okoljskih dejavnikov na jelenjad smo želeli strniti in razširiti poznavanje njene temeljne ekologije. Pri iskanju odgovorov na zastavljena vprašanja smo skušali tudi poudariti zakonitosti, ki so še posebej pomembne z vidika upravljanja jelenjadi in njenega okolja.

3 PREGLED PODOBNIH RAZISKAV

3.1 RABA PROSTORA

V zadnjih desetletjih je bilo v svetu veliko raziskav usmerjenih v preučevanje habitatnih značilnosti številnih vrst parkljarjev, med njimi tudi jelenjadi. Pokazale so, da je izbira njihovega življenjskega prostora lahko neposredno ali posredno odvisna od ravni več osnovnih ekoloških dejavnikov: 1) od količine in kakovosti dostopne hrane (Telfer, 1978; Walmo in Schoen, 1980; Mooty in sod., 1987; Unsworth in sod., 1999), 2) od dostopnosti vode in njene porabe glede na učinkovito temperaturo okolja (Witmer in Calesta, 1983; Boroski in Mossman, 1996), 3) od dostopnosti varnostnega kritja v povezavi s pogostnostjo motenj, pogojenih s človekovimi aktivnostmi v gozdu (Yeo in Peek, 1992; Herboldt, 1995; Jerina, 2003), 4) od dostopnosti kritja za prestrezanja snega v povezavi z debelino pritalne snežne odeje (Kirchhoff in Schoen, 1987; Bunell in sod., 1990), 5) od dostopnosti kritja za prestrezanje dežja v povezavi s povečanjem toplotne prevodnosti mokrega kožuha in s tem pogojenih stroškov termoregulacije (Parker, 1988), 6) od dostopnosti termalnega kritja v povezavi z učinkovito temperaturo okolja (npr. Ockenfels in Brooks, 1994; Myrsterud in sod., 1997), 7) od debeline in zgradbe snežne odeje v povezavi s porabo energije za gibanje, iskanje hrane, njene razpoložljivosti in možnosti selektivnega prehranjevanja (Ozoga, 1968; Moen, 1976; Parker in sod., 1984; Bunell in sod., 1990), 8) od učinkovite temperature okolja v povezavi s sezonsko-specifičnimi termoregulacijskimi značilnostmi živali (Parker, 1988; Parker in Gillingham, 1990; Ockenfels in Brooks, 1994; Millsbaugh in sod., 1998), 9) s prisotnostjo in aktivnostjo velikih plenilcev (Mech, 1977; McLaren in Peterson, 1994; Ripple in sod., 2001), 10) z gostoto osebkov iste vrste ali drugih vrst velike rastlinojede divjadi in s tem pogojene kompeticije za hrano in druge osnovne življenjske vire (Kie in sod., 1991; Loft in sod., 1991), 11) z aktivnostjo in prostorsko razporeditvijo nadležnih žuželk (Walsh in sod., 1992; Clutton-Brock in sod., 1982), 12) z jakostjo motenj, pogojenih s človekovimi aktivnostmi, kot so delo v gozdu, transport po gozdnih prometnicah, turizem in rekreacija (Basile in Lonner, 1979; Kuck in sod., 1985; Brunt, 1990; Herbold, 1995), 13) kot tudi z interakcijo nekaterih od naštetih dejavnikov.

Ker je večino naštetih dejavnikov težko neposredno izmeriti, se je njihove vplive na divjad največkrat preučevalo posredno – prek preučevanja vplivov prostorskih spremenljivk, ki so z njimi povezane oziroma pogojujejo njihove vrednosti. To so: topografija (npr. nadmorska višina, nagib, ekspozicija), vegetacijsko-sestojne značilnosti (npr. vegetacijska združba, raba tal, lesna zaloga, delež iglavcev, delež določene razvojne faze, oddaljenost od najbližjega gozdnega roba), infrastrukturne (oddaljenost od najbližjih cest, naselij), vremenske spremenljivke (npr. debelina snežne odeje, temperatura, količina padavin) in druge spremenljivke (npr. gostota plenilcev in konkurenčnih vrst, oddaljenost od najbližjih krmišč). V nekaterih raziskavah pa so nekatere od naštetih osnovnih ekoloških dejavnikov tudi neposredno merili (npr. količino hrane, debelino snega, kakovost varnostnega kritja).

V zmerno toplem klimatskem pasu se med letom zaradi sprememb biotskih in abiotskih dejavnikov spreminjajo tudi ravni osnovnih ekoloških spremenljivk, ki so pomembne pri habitatnem izboru velikih rastlinojedih parkljarjev (npr. količina in kakovost hrane, učinkovita temperatura okolja, debelina snega). Na te spremembe so se v določeni meri prilagodili tudi veliki rastlinojedi parkljarji in svoje aktivnosti uskladili s spremembami v naravi (Gedir in Hudson, 2000). Poleg tega se med letom spreminja tudi njihov habitatni izbor. Le-ta se spreminja tudi v 24-urnem ciklu in sicer zaradi ritmičnega menjavanja

funkcionalnih aktivnosti velikih rastlinojedov (iskanje hrane, hranjenje, počivanje) ter tudi zaradi spreminjanja okoljskih dejavnikov (noč, dan, efektivna temperatura okolja, aktivnost plenilcev). V skladu z opisano hierarhijo nivojev habitatnega izbora lahko vse dosedanje raziskave glede na preučevano obdobje delimo na raziskave celoletne, sezone in dnevno-nočne rabe prostora. Nekatere pa so usmerjene tudi v preučevanje rabe prostora med neko točno določeno funkcionalno aktivnostjo velikih rastlinojedov (npr. dnevna, nočna počivališča, prehranski habitat).

Večina habitatnih raziskav velikih rastlinojedih parkljarjev je potekala v Severni Ameriki, Skandinaviji in na Škotskem, le pa malo v Sloveniji in drugih srednjeevropskih državah. Ugotovitev, pridobljenih na enem območju, pa zaradi več razlogov ne kaže nekritično prenašati drugam. Obstoj nekega osebka je zaradi prostorskega variiranja ravni osnovnih ekoloških spremenljivk ponekod lahko omejen z enim, drugod pa z drugim dejavnikom, zaradi česar se lahko v prostoru spreminja tudi osebkova preferenca do posameznega dejavnika. Upor okolja se lahko pač izraža prek različnih faktorjev. Poleg tega v Severni Ameriki in Skandinaviji dopolnilno krmljenje jelenjadi in druge divjadi v splošnem ni tako intenzivno – oziroma so krmljenje začeli uveljavljati precej pozneje in v manjšem obsegu – kot v Sloveniji in drugih srednjeevropskih državah. Verjetno je zato v tujini vpliv tega dejavnika na habitatni izbor jelenjadi, z izjemo nekaj raziskav (Georgii, 1980; Georgii in Schröder, 1983; Schmidt, 1993), v katerih so ga le kvalitativno izpostavili, še domala nepreučeno. Domače raziskave (Jerina, 2000; Jerina in sod., 2002; Jerina, 2003) pa kažejo, da prostorska razporeditev krmišč močno pogojuje zimsko in s tem vpliva tudi na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi. Tudi sistemi gospodarjenja z gozdom v Sloveniji in nekaterih drugih evropskih državah niso enaki kot v državah, kjer so potekale dosedanje habitatne študije velikih rastlinojedov, kar dodatno zmanjšuje njihovo praktično uporabnost za naše razmere. Zato menimo, da bi bilo potrebno vplive prej naštetih spremenljivk, ki izhajajo iz srednjeevropskih specifik gospodarjenja z gozdom in upravljanja jelenjadi, podrobneje ovrednotiti.

V Sloveniji je prva habitatna študija jelenjadi potekala sredi 80. let na območju Snežniško-Javorniškega masiva (Jež, 1989). Z radio-telemetrijo so spremljali gibanje dveh košut in jelenov. Spremljani osebki so se pred nastopom zime spustili v nižje predele – v zimovališča, za katera je značilna manjša debelina snežne odeje. Spomladi pa so se vzporedno z vznikom vegetacije pomikali proti višje ležečim predelom in ostali tam do konca jeseni.

Hafner (1997) je preučeval prostorsko razporeditev jelenjadi na Jelovici. Na podlagi naključnega monitoringa znakov prisotnosti v kilometrskih kvadrantih je preučeval vplive zgradbe prostora (lesna zaloga, delež iglavcev, gostota cest, nadmorska višina, ipd.) na sezonsko prostorsko razporeditev in strukturo skupin jelenjadi. Ugotovil je, da se v primeru, ko je snega malo, pozimi jelenjad pogosteje zadržuje v sestojih z večjim deležem listavcev v lesni zalogi, če pa je snega veliko, delež listavcev v lesni zalogi ne vpliva na njeno prostorsko razporeditev.

Jerina (2003) je preučeval celoletno in sezonsko rabo prostora ter gibalno aktivnost jelenjadi na Snežniško-javorniškem območju. Pri tem je uporabil podatke telemetrirane jelenjadi (14 košut in 10 jelenov), ki so bile spremljane skoraj izključno v dnevnem času. Na izbor celoletnega življenjskega prostora spremljanega vzorca jelenjadi so najmočnejše vplivale glavne ceste, pomembne pa so bile tudi naslednje spremenljivke: nadmorska

višina, prostorska razporeditev krmišč in gozdno-vegetacijska zgradba prostora. Verjetnost rabe prostora je z oddaljenostjo od glavnih cest strmo naraščala in je bila v najbolj oddaljenih predelih 15-krat večja kot blizu cest. Blizu glavnih cest, kjer je pogostnost motenj zaradi prometa in obiskovalcev velika, je spremljana jelenjad živela bolj prikrito in se zatekala v sestoje, ki nudijo dobro varnostno kritje (v mladovja). Najvišje predele raziskovalnega območja (nad 1.300 metrov n.m.v.) je le redko uporabljala, verjetno zaradi nizkih temperatur in pogostih padavin v poletnem obdobju. Zimska in tudi celoletna raba prostora je bila v veliki meri pogojena s prostorsko razporeditvijo krmišč. Verjetnost rabe predelov, ki so od najbližjega krmišča oddaljeni manj kot kilometer je bila pozimi 3,4-krat, v celem letu pa 2,4-krat večja od verjetnosti rabe bolj oddaljenih predelov. Spremljana jelenjad je uporabljala dve vrsti zimovališč: predele, ki se nahajajo v neposredni okolici krmišč (<1400 metrov), lahko tudi na večji nadmorski višini (950–1.300 metrov), ali skoraj čiste sestoje iglavcev.

Pri vseh domačih in pri glavnini tujih raziskav habitatnih značilnosti velikih rastlinojedih parkljarjev, ki temeljijo na klasični VHF telemetriji, se je lokacije spremljanih osebkov snemalo skoraj izključno v dnevnem času. Druge tehnike spremljanja prisotnosti živali, kot so štetje kupčkov iztrebkov, sledenje živali v snegu in vizualni monitoring po kvadrantih, pa tako ali tako ne omogočajo ugotavljanja razlik v rabi prostora znotraj 24-urnega cikla, saj zbrani podatki niso dovolj podrobno časovno opredeljeni, oziroma je spremljanje živali zaradi vidljivosti omejeno le na del dneva. Zato so celoletna dnevna raba prostora in razlike v dnevni rabi prostora med sezonami pri jelenjadi razmeroma dobro preučene. Poznavanje zgradbe nočnih počivališč in rabe prostora v večernem in jutranjem času ter razlik v 24-urnem ritmu pa je zelo pomanjkljivo. Posamezne raziskave, pri katerih se je bodisi s pomočjo klasične VHF telemetrije (te so bile praviloma zelo kratkotrajne) ali s pomočjo avtomatskih telemetrijskih sistemov v manjših geografsko izoliranih ali celo ograjenih območjih spremljalo 24-urno dinamiko rabe prostora ter funkcionalne in gibalne aktivnosti velikih rastlinojedov pa opozarjajo, da so razlike v ravneh preučevanih parametrov med deli dneva velike (npr. Bier in McCullough, 1990; Green in Bear, 1990; Hayes in Krausman 1993; Springborn in Maehr, 2001; Berger in sod., 1999, 2002). Zato vzorcev dnevne rabe prostora ni dopustno posploševali ali enačiti s celodnevnimi (24-urnimi).

Springborn in Maehr (2001) sta preučevala razlike v dnevno-nočni rabi prostora jelenjadi v Kentucky-ju na vzhodu ZDA. Pri tem sta uporabila podatke GPS telemetrije 22 spremljanih osebkov obeh spolov, katerih lokacije so bile snemane v intervalih od 3 do 6 ur v obdobju do 13 mesecev. V okviru habitatnih študij sta analizirala nagib, ekspozicijo, oddaljenost od najbližje reke ali potoka, oddaljenost od najbližje ceste, gozdne površine in negozdne površine. Z logistično regresijo sta ugotovila, da se od obravnavanih spremenljivk med dnevom in nočjo najbolj razlikuje raba gozdnih in negozdnih površin ter različnih naklonskih razredov. Podnevi so se spremljani osebki zadrževali skoraj izključno znotraj gozda, na bolj strmih predelih, ponoči pa so pogosto izhajali na položnejše negozdne površine.

Beier in McCullough (1990) sta v državi Michigan na severu ZDA preučevala dnevno nočne in sezonske vzorce aktivnosti, rabo prostora in velikosti območij aktivnosti belorepih jelenov (*Odocoileus virginianus*). Pri tem sta uporabila podatke klasične VHF telemetrije 21 odraslih samcev in samic, spremljanih vsakih nekaj dni v obdobju od treh mesecev do treh let. Za spremljanje sta uporabila ovratnice z vgrajenimi živosrebrovimi

tipali aktivnosti (žival aktivna, neaktivna). V habitatnih analizah sta analizirala rabo različnih oblik vegetacije (strnjen gozd, odprti gozd, močvirje, itd; skupaj 7 oblik). Ugotovila sta, da se raba posameznih vegetacijskih oblik še bolj kot med sezonami spreminja med dnevom in nočjo. Podnevi so se živali pogosteje zadrževale znotraj gozda, zjutraj, zvečer in ponoči pa na odprtih površinah.

Dinamiko 24-urne aktivnosti in celodnevno bilanco funkcionalnih aktivnosti (hranjenje, počitek, prehodi) vrst velikih rastlinojedih parkljarjev je preučevalo več avtorjev (npr. Bier in McCullough 1990; Green and Bear, 1990; Hayes in Krausman 1993; Berger in sod., 2002). V omenjenih študijah so ugotovili, da prosto živeči veliki rastlinojedi porabijo okoli 50 odstotkov časa za hranjenje (od 40–60 odstotkov), 40 odstotkov za počitek in 10 odstotkov za prehajanje med počivališči in prehranskimi habitatmi. Najbolj aktivni so v času sončnega zahoda in vzhoda, ko se tudi najbolj intenzivno prehranjujejo, manj pa ponoči in podnevi.

3.2 VELIKOST IN ZGRADBA INDIVIDUALNIH OBMOČIJ AKTIVNOSTI

3.2.1 Velikost individualnih območij aktivnosti

Georgii (1980), ki je več let s telemetrijo spremljal gibanje 10 košut na severnem delu Bavarskih Alp, poroča, da so njihova zimska individualna območja aktivnosti (v nadaljevanju IOA) v povprečju znašala 65 ha, poletna 121 ha, pomladanska in jesenska pa 167 ha; celoletnih pa ni ugotavljal. Ker navaja, da se sezonska IOA posameznih živalih prekrivajo od 16 do 100 odstotkov, celoletnih IOA na osnovi podatkov sezonskih IOA ni mogoče ugotoviti. Na istem območju sta Georgii in Schröder (1983) telemetrijsko spremljala devet odraslih jelenov. Njihova zimska IOA so v povprečju obsegala 113 ha, v toplem delu leta pa so merila 390 ha. Avtorja poročata, da se vzorci prostorske razporeditve pri samcih izrazito spremenijo, ko le ti ob času mladostne disperzije zapustijo OA njihovih mater – košut.

Clutton-Brock in sod. (1982) so na otoku Rhum na zahodni obali Škotske na osnovi sistematičnih opazovanj markirane jelenjadi ugotavljali velikosti njenih celoletnih, zimskih (januar–marec) in poletnih (maj–julij) IOA. Spremljali so 43 odraslih košut in 29 odraslih jelenov. Za določanje meja IOA so uporabili metodo, ki je podobna metodi minimalnih konveksnih poligonov. Zimska IOA so v povprečju merila 30, poletna 50, celoletna pa 150 hektarov. Proti pričakovanju so imele košute v povprečju večja IOA (190 ha) kot jeleni (130 ha), kar je verjetno posledica načina snemanja lokacij živali. Zajemali so jih namreč le za živali, ki so se zadrževale v območju raziskave. Jeleni pa so ga v času ruka pogosto zapustili. Majhne površine IOA tamkajšnje jelenjadi je mogoče razložiti z veliko prehransko nosilno zmogljivostjo okolja – lokalne prilagojenosti jelenjadi na rabo izključno negozdnih površin, razmeroma velikimi populacijskimi gostotami jelenjadi, ki ima tudi razmeroma majhno telesno maso, in odsotnostjo njenih naravnih plenilcev.

Jež (1989), ki je leta 1986 in 1987 na Snežniško-javorniškem masivu z VHF telemetrijo spremljal gibanje dveh košut in dveh jelenov poroča, da zimska, pomladanska in poletno-jesenska IOA telemetriranih živali obsegajo okoli 300 ha. Celoletnih IOA sicer ni ugotavljal, vendar lahko sodimo, da bi ta znašala okoli 1.000 ha, saj so bila sezonska IOA prostorsko ločena.

Szemethy in sod. (1998) so ugotavljali IOA telemetrijsko spremljane jelenjadi na dveh prostorsko ločenih območjih na Madžarskem. Celoletna IOA košut, ki so živele na gričevnatih, hribovitih predelih z majhnim deležem kmetijskih površin, so v povprečju obsegala 700 ha, kar je precej manj od ugotovljenih IOA druge populacije (košute: 3.600 ha, jeleni: 7.800 ha), ki so živele na ravnini, kjer so veliki gozdni kompleksi obdani s kmetijskimi površinami. Populacijska gostota jelenjadi je bila v prvem raziskovalnem območju bistveno večja kot v drugem. Površine IOA, ki so jih ugotovili v tej študiji, so v primerjavi z ugotovitvami drugih avtorjev zelo velike. Vendar pa je potrebno opozoriti, da so za ugotavljanje meja IOA uporabili metodo minimalnih konveksnih poligonov, ki pri policentrični rabi prostora daje previsoke ocene. Zaradi ločenih sezonskih območij aktivnosti so lahko ugotovljene velikosti IOA tudi nekajkrat precenjene. Poleg tega so IOA ugotavljali tudi za živali, ki so bile spremljane le del leta in so zanje posneli le nekaj lokacij. Velikosti ugotovljenih IOA so lahko torej še dodatno precenjene tudi zaradi nekorektne metodologije.

Jerina (2003) je celoletna in sezonska IOA jelenjadi na Snežniško-javorniškem območju ugotavljal na osnovi posnetih lokacij šestih košut in treh jelenov, ki so bili več let neprekinjeno spremljani s pomočjo VHF telemetrije. Za določanje meja IOA je uporabil fiksno kernelsko metodo in pri tem upošteval le podatke živali, ki so bile spremljane vsaj eno, lahko pa tudi več let. Celoletna (oziroma skupna) IOA jelenov so znašala 2000 ha, košut pa 1340 ha. Osrednja območja aktivnosti košut so v povprečju merila 429 ha, jelenov pa 750 ha.

Schoen in Kirchoff (1985), Beier in McCullough (1990) in Szemethy in sod. (1999), ki so preučevali gibanje različnih vrst parkljarjev, poročajo, da imajo samci zaradi večje telesne mase in povečane migratornosti v času paritve navadno večja območja aktivnosti od samic.

3.2.2 Dejavniki, ki vplivajo na velikost območij aktivnosti

Iz rezultatov zgoraj navedenih študij je razvidno, da se IOA jelenjadi z različnih območij lahko izrazito razlikujejo. Clutton-Brock in sod. (1982) tako poročajo, da na Rhumu celoletna IOA jelenov znašajo 130 ha, košut pa 190 ha. Szemethy in sod. (1998) pa ugotavljajo, da imajo pri eni od spremljanih populacij jelenjadi na Madžarskem jeleni v povprečju 7.800 ha velika IOA, košute pa 3.600 ha. Tudi v enem območju so razlike med IOA posameznih osebkov lahko velike. Na snežniško-javorniškem območju je najmanjše IOA košute tako obsegale dobrih 900 ha, največje pa prek 2200 ha (Jerina 2003). Večina prej navedenih avtorjev je v diskusijah objav velikosti ugotovljenih IOA sicer skušalo pojasniti bodisi z vegetacijsko zgradbo in prehransko nosilno zmogljivostjo okolja, s populacijsko gostoto jelenjadi, ali pa vplivom spola in telesne mase živali, itd. Vendar pa po poznavanju avtorja pričujoče disertacije, dejavniki, ki vplivajo na velikost IOA pri jelenjadi, z izjemo raziskave Clutton-Brocka in sodelavcev (1982), ki so ugotovljene površine IOA korelirali z deležem dveh negozdnih vegetacijskih združb, ki se med seboj močno razlikujeta po priljubljenosti, še nikoli niso bili analizirani.

Danes najbolj razširjeno teorijo, ki pojasnjuje med-vrstno in znotraj-vrstno variiranje IOA mobilnih živalskih vrst je predstavil McNab (1963). Teorija napoveduje, da je površina IOA osebkov pozitivno odvisna od njegove telesne mase oziroma njegove porabe energije in negativno od prehranske nosilne zmogljivosti njegovega življenjskega prostora.

Na med-vrstnem nivoju je bila ta teorija večkrat potrjena. Harestad in Bunnell (1979) sta za rastlinojede vretenčarje Severne Amerike z razponom telesnih mas od 0,1 do 1.000 kg tako ugotovila premo-sorazmerno odvisnost ($R^2 = 0,90$) med logaritmom njihove telesne mase in logaritmirano površino njihovih IOA. Ker le majhen del energije preide z nižje trofične ravni na višjo, imajo rastlinojedi manjša OA kot plenilci z enako telesno maso. Znotraj posameznega trofičnega nivoja pa imajo osebki, ki prebivajo na predelih z večjo produkcijo hrane, manjša OA. Jedrzejewska in Jedrzejewski (1998) sta za mesojede vretenčarje z razponom mas od 0,1 do 30 kg v pragozdu Bialowieza na Poljsko-Beloruski meji ugotovila, da masa in velikost OA v dvojnem logaritemskem merilu pozitivno korelirata ($OA = 5,143 \times TM^{1,01}$). Ker hladnokrvne vrste porabijo manj energije, saj ne opravljajo termoregulacije, je bila regresijska premica, prilagojena telesnim masam dvoživk in plazilcev, premaknjena proti nižjim vrednostim OA.

McNabejeva teorija je bila nekajkrat potrjena tudi na znotraj-vrstnem nivoju (npr. Clutton-Brock in Harvey, 1978; Clutton-Brock in sod., 1982; Tufto in sod., 1996; Dahle in Swenson, 2003), in sicer prek primerjav telesne mase osebkov in velikosti njegovega IOA (npr. Dahle in Swenson, 2003), ali pa prek primerjav deleža vegetacijskih oblik, ki so bolj priljubljene (in imajo zato domnevno tudi večjo prehransko nosilno zmogljivost) in velikostjo IOA (npr. Clutton-Brock in sod., 1982; Tufto in sod., 1996).

Tufto in sod. (1996) so na osnovi telemetrijskega spremljanja 35 odraslih srn preučevali odnose med velikostjo njihovih poletnih IOA in nekaterimi okoljskimi dejavniki. Za ugotavljanje velikosti IOA so uporabili kernelsko metodo. Zgradbo IOA so ugotavljali s kompozicijsko analizo. Ugotovili so, da je velikost IOA srn negativno povezana s površino prehranskih habitatov v njihovih IOA. Na osnovi ugotovljenih povezav med velikostjo in zgradbo IOA pri srnah so za vse poligine vrste postavili hipotezo, ki napoveduje, da samice uporabljajo najmanjša možna IOA, v katerih še lahko zadovoljijo svoje energijske potrebe. Prav tako so ugotovili, da se velikost IOA pri srnah povečuje z zmanjševanjem deleža varnostnega kritja v IOA. Samice z mladiči so imele večja IOA kot samice brez mladičev, kar je skladno s hipotezo o porabi energije in velikostjo IOA.

Dahle in Swenson (2003) sta na osnovi dolgoletnega telemetrijskega spremljanja 36 odraslih medvedov in 52 odraslih medvedk preučevala vplive telesne mase, populacijske gostote in habitata na velikost celoletnih IOA rjavega medveda v Skandinaviji. Ugotovila sta, da so velikosti IOA medvedov in medvedk obratno sorazmerne s populacijsko gostoto vzdolž gradienta, ki ni povezan z razpoložljivostjo hrane. Medvedje so imeli večja IOA od medvedk tudi po odstranitvi vpliva telesne mase oz. porabe metabolne energije na velikost IOA. IOA medvedk z mladiči so bila manjša od samotarskih medvedk. Na osnovi ugotovljenih rezultatov zaključujeta, da poraba energije pri rjavemu medvedu ne pojasnjuje razlike v velikosti IOA med spoloma in med različni reproduktivnimi kategorijami medvedk.

Količina dostopne hrane v povezavi z energetske potrebami osebkov ni edini dejavnik, ki lahko vpliva na velikosti IOA. Več avtorjev ugotavlja (npr. Vincent in sod., 1995; McLoughlin in sod., 2000; Dahle in Swenson, 2003; Kjellander in sod., 2004), da se le-ta, verjetno zaradi socialnih interakcij med osebki, neodvisno od nosilne zmogljivosti okolja, zmanjšujejo z naraščanjem populacijske gostote. Clutton-Brock in Harvey (1978) pa ugotavljata, da je pri več vrstah sesalcev velikost IOA odvisna tudi od prostorske razporeditve prehranskih habitatov: kjer so prehranske zaplate majhne in enakomerno

porazdeljene, so IOA majhna, kjer pa so velike, redke in neenakomerno razporejene po prostoru, so IOA velika. Jeppsen (1987, cit po Szemethy in sod., 1998) ugotavlja, da so območja aktivnosti jelenjadi odvisna tudi od pogostosti motenj pogojenih s človekovimi aktivnostmi. Na območju Oksböl na Danskem so spremljane košute ob povišanih človekovih aktivnosti v gozdu za nekaj dni zapuščale svoja normalna IOA in odšle v bližnje »refugije«. Podobno ugotavljajo tudi Kuck in sod. (1985), ki so s poskusom preučevali odzive jelenjadi na motnje pogojene z delom v gozdu. Poročajo, da je skupina jelenjadi ki je bila podvržena motnjam, prepotovala dvakrat večjo razdaljo, uporabljala 9-krat večji življenjski prostor in prehodila 4,5-krat večjo višinsko razliko od primerjalne skupine.

3.3 TELESNA MASA IN OKOLJSKI DEJAVNIKI

3.3.1 Telesna masa

V luči klasične evolucijske teorije je vsaka aktivnost, življenjska strategija (tudi izbor prostora z določeno zgradbo in velikostjo) nekega organizma smiselna le, če se tako ali drugače odraža v povečanju njegovega reprodukcijskega uspeha: če z njo glede na ostale osebke iste vrste maksimira število svojih potomcev. Pri parkljarjih je relativna telesna masa osebka (tj. masa osebka v primerjavi z maso drugih enako starih osebkov istega spola v isti populaciji) eden ključnih dejavnikov, ki pogojuje: 1) verjetnost njegovega preživetja zlasti v prvem življenjskem letu in tudi skupno doseženo življenjsko dobo, (Loison in sod., 1999), 2) starost ob prvi reprodukciji (Langvatn in sod., 1996), 3) vsakoletno nataliteto (Sand, 1999), 4) reprodukcijski uspeh v celotnem življenjskem obdobju (Kruuk in sod., 1999), 5) delež samcev med potomci (kljub kromosomskemu uravnavanju spola!) (Clutton-Brock, 1985; Wauters in sod., 1995; Kohlmann, 1999; Myrsetrud in sod., 2000) in 6) telesno maso njegovih potomcev in verjetnost njihovega preživetja (Keech in sod., 2000).

Ker se z variiranjem ravni spremenljivk zgradbe prostora spreminjajo tudi količina in kakovost osnovnih življenjskih dobrin: hrane, kritja pred nevarnostjo in pred ekstremnimi abiotskimi dejavniki itn. in s tem tudi možnost energetsko učinkovitega zadovoljevanja osnovnih potreb jelenjadi, lahko pričakujemo, da zgradba prostora vpliva na hitrost rasti in na telesno maso jelenjadi, oz. da bodo osebki, ki živijo na »boljših« območjih tudi telesno močnejši. Vendar pa se je pri tem treba zavedati, da zgradba prostora še zdaleč ni univerzalni dejavnik, ki vpliva na telesno maso jelenjadi. Le-ta je odvisna tudi od mnogih drugih dejavnikov, kot so: 1) spol in starost osebka (npr. Adamič in Kotar, 1983), 2) genotip osebka (Coulson in sod., 1998), 3) populacijska gostota (npr. Klein in Strandgard, 1972; Pettoirelli in sod., 2001; Pettoirelli in sod., 2002) in 4) vremenski in ciklično klimatski dejavniki (Loison in Langvatn, 1988; Loison in sod., 1999; Post in Stenseth, 1999). Zato je pri analizah vplivov zgradbe prostora na telesno maso smiselno vplive ostalih pomembnih dejavnikov odstraniti oz. jih z ustreznim analitičnim modelom čim bolj omiliti.

Pri večini vrst sesalcev imajo samci večjo telesno maso kot samice (zbrano v Pérez-Barbería in sod., 2002). Spolni dimorfizem je zlasti poudarjen pri poliginih vrstah, pri katerih samci ne skrbijo za potomstvo, med katere sodi tudi jelenjad (Kruuk in sod., 1999). Adamič in Kotar (1983), ki sta analizirala podatke odstrela jelenjadi za gojitveno lovišče Jelen-Snežnik za obdobje 1976–1980, poročata, da telesna masa jelenov starostne

kategorije od 3 do 12 let znaša 116,9 kg, enako starih košut pa 75,1 kg. Tudi v drugih starostnih kategorijah so bili samci težji od samic. Zaradi spolno-specifičnih energetske vložkov košut v potomstvo, so mladiči moškega spola že ob skotu težji od samic; razlika v telesni masi med spoloma s starostjo le še narašča (Clutton-Brock in sod., 1982). Pri poligininih vrstah naj bi na vzdrževanje in povečevanje razlik v telesni masi med spoloma v času evolucije vrste najbolj vplival neenak pomen telesne mase pri pogojevanju življenjskega reprodukcijskega uspeha obeh spolov (Kruuk in sod., 1999). Pri jelenih se tako vpliv telesne mase na življenjski reprodukcijski uspeh odraža predvsem prek števila paritev. Pri košutah pa na njihov življenjski reprodukcijski uspeh vplivajo življenjska doba, plodnost, stopnja preživetja mladičev in število paritev. Vsi ti parametri so povezani tudi s telesno maso košut. Kljub temu, da je teh dejavnikov pri košutah več kot pri jelenih, je skupni vpliv telesne mase na življenjski reprodukcijski uspeh pri jelenih večji. Posledično se z razvojem vrste razlika v telesni masi med spoloma povečujejo. Povečevanje razlik je še hitrejša, ker je variabilnost življenjskega reprodukcijskega uspeha pri jelenih precej večja kot pri košutah (Kruuk in sod., 1999).

Spreminjanje telesne mase jelenjadi glede na starost in letni čas sta preučevala Ryg in Langvatn (1982). Mesečno v obdobju enega do dveh let sta merila telesno maso 6 samcev, starih od 0 do 5 let. Njihova telesna masa je bila izrazito sezonsko pogojena. Telesna masa mladičev v prvem življenjskem letu se je povečevala do meseca oktobra, ko so dosegli okoli 50 kg. Nato je ostala nespremenjena do meseca aprila in zatem spet naraščala do meseca oktobra (80 kg) itd. Višina vsakoletnega povečanja telesne mase je upadala s starostjo živali. Pri spolno zrelih osebkih je na letno dinamiko gibanja telesne mase močno vplivala paritev. Njihova telesna masa je enako kot pri nedoraslih živalih začela naraščati meseca aprila (130 kg), prvih nekaj mesecev zelo hitro, nato pa počasneje naraščala do časa ruka (190 kg) in zatem v manj kot dveh mesecih skokovito upadla (160 kg). V navedeni raziskavi so bile živali ves čas poskusa nastanjene v obori in hranjene *ad libitum*. Zato rezultati niso povsem primerljivi z jelenjadjjo, ki živi v prosti naravi, kjer pozimi količina dostopne hrane in zato tudi telesna masa praviloma močno upadeta. Adamič (1990), ki je preučeval gibanje telesne mase moških mladičev jelenjadi, uplenjenih v prosti naravi (GL Medved) tako ugotavlja, da telesna masa mladičev v prvem življenjskem letu narašča do novembra, nato začne pozimi upadati. Najnižje so meseca marca, ko so mladiči stari okoli 10 mesecev, nakar začno aprila naraščati in naraščajo do meseca septembra.

Z vidika naše raziskave je poznavanje sezonskih sprememb telesne mase pomembno zato, ker osebki jelenjadi, ki smo jih obravnavali v analizah odnosov zgradbe okolja in telesne mase, niso bili izločeni istočasno in je zato potrebno vpliv sezone na telesno maso odstraniti. Z rezultatov študij navedenih v prejšnjem poglavju je razvidno, da je dinamika sezonskega spreminjanja telesne mase starostno specifična. Pri odstranjevanju vplivov sezone je zato smiselno obravnavati vsako starostno kategorijo posebej. V ta namen so drugi avtorji kot prilagoditveno funkcijo za posamezno starostno kategorijo uporabili bodisi polinom druge stopnje (npr. Adamič in Kotar, 1983) ali pa kar linearno funkcijo, kadar je bilo obdobje zajemanja podatkov v sezoni zelo kratko (npr. Myrsterud in sod., 2001).

Več avtorjev, ki so preučevali vplive populacijske gostote na telesno maso velikih rastlinojedih parkljarjev, je ugotovilo, da sta ta parametra negativno povezana (npr. Klein in Strandgard, 1972; Sand in sod., 1996; Pettorelli in sod., 2001; Pettorelli in sod., 2002). Pettorelli in sod. (2001), ki so izvedli poskus na srnjadi v 2.700-hektarski obori tako

poročajo, da se je povprečna telesna masa osebkov pri dvigu populacijske gostote s 5 na 25 osebkov / 100 ha zmanjšala v povprečju za 3 kilograme. Sand in sod. (1996) so primerjali podatke o telesni masi samic losa zbranih za obdobje 1961–1991 na Švedskem. V obdobju kulminacije populacijske številčnosti je bila povprečna telesna masa samic za 13 odstotkov nižja, število poleženih mladičev na samico pa za 46 odstotkov nižja kot v obdobju, ko je bila populacijska številčnost nizka. V večini študij, v katerih so preučevali odnose med populacijsko gostoto in telesno maso ali drugimi parametri živali, so kot indikator populacijske gostote uporabili podatke o gostoti odstrela, njeno neposredno ugotavljanje je namreč povezano z zelo obsežnim terenskim delom.

Vplive genotipa na verjetnost preživetja mladičev jelenjadi skozi prvo zimo so preučevali Coulson in sod. (1998). Ker je verjetnost preživetja pri mladičih jelenjadi zelo tesno povezana z njihovo telesno maso (npr. Guinness in sod., 1978; Loison in sod., 1999), so s to študijo posredno pokazali tudi kakšni so vplivi genotipa na telesno maso. V analize so zajeli podatke o mladičih jelenjadi skotenih na otoku Rhum v obdobju 1982–1994 in ugotavljali odvisnost njihovega preživetja skozi prvo zimo glede na analizirane genotipske značilnosti, populacijsko gostoto, vremenske spremenljivke, datum rojstva mladičev in kazalnike vitalnosti mater (košut). Ugotovili so, da na stopnjo preživetja mladičev poleg lokalne populacijske gostote in številčnosti celotne populacije, količine jesenskih padavin, spola mladičev in datuma njihovega rojstva močno vplivajo tudi genetske značilnosti posameznih osebkov. Od 10 analiziranih mikrosatelitskih lokusov jih je bilo 5 značilno povezanih s stopnjo preživetja osebkov in so nanjo delovali v interakciji z okoljskimi dejavniki. Avtorji ugotavljajo, da so interakcije med genotipom in okoljskimi spremenljivkami verjetno precej pogoste in pomembno vplivajo na vitalnost in telesne značilnosti osebkov.

Z vidika naše raziskave je navedena raziskava pomembna v tem, da se zavedamo, da so morebitne razlike v telesni masi med populacijami jelenjadi v Sloveniji, ki izhajajo iz različnih naselitev (glej Adamič, 1990), in tudi razlike v telesni masi znotraj ene populacije lahko delno tudi posledica vplivov genotipa.

Med vsemi okoljskimi dejavniki, ki vplivajo na telesno maso in druge parametre vitalnosti (npr. na nataliteto, stopnjo preživetja mladičev skozi prvo zimo) populacij velike rastlinojede divjadi, so bili najpogostejše preučevani vplivi vsakoletnih vremenskih in ciklično klimatskih spremenljivk – severnoatlantske klimatske oscilacije (npr. Loison in Langvatn, 1998; Stankovski in sod., 1998; Debeljak in sod., 1999; Loison in sod., 1999; Post in Stenseth, 1999; Coulson in sod., 2000). Naštete raziskave skoraj brez izjem temeljijo na primerjavi večletnih meritev vremenskih spremenljivk (npr. povprečne temperature v zimskim mesecih, količine padavin pozimi oz. poleti, indeksov ostrine zime) in parametrov populacij velike rastlinojede divjadi. Med naštetimi raziskavami je za ponazoritev jakosti vplivov klimatskih in vremenskih spremenljivk verjetno najbolj prepričljiva raziskava učinkov severnoatlantske oscilacije (NAO). Post in Stenseth (1999) sta za sedem vrst prostoživečih parkljarjev iz 19 populacij v Severni Ameriki, Skandinaviji in Angliji ugotavljala povezave med jakostjo indeksa NAO in fenotipskimi ter demografskimi parametri obravnavanih populacij parkljarjev. Pri tem sta uporabila objavljene podatke iz študij drugih avtorjev, ki so bili zbrani za časovne nize dolge do 30 let (v povprečju 18 let). Ugotovila sta, da je dinamika 72 odstotkov od vseh preučevanih parametrov velikih parkljarjev značilno povezana z indeksom NAO in da le-ta izrazito vpliva na vse preučevane vrste parkljarjev. Po odstranitvi vpliva spola in starosti je indeks

NAO pri posameznih vrstah parkljarjev pojasnil 43 do 70 odstotkov variiranja njihove telesne mase in od 47 do 70 odstotkov variabilnosti natalitete.

Za območje gojitvenega lovišča Jelen-Snežnik so gibanje povprečne telesne mase jelenjadi glede na vrednosti nekaterih meteoroloških parametrov (temperature pozimi in poleti, števila dni s snežno odejo) in modelno ugotovljene številčnosti populacije jelenjadi preučevali Debeljak in sod. (1999). Pri tem so uporabili podatkovne nize za obdobje 1976–1993 in podatke o telesni masi jelenjadi ločeno po starostnih kategorijah analizirali z metodo regresijskih dreves (M5 algoritem). Ugotovili so, da na telesno maso jelenjadi Snežniško-javorniškega območja vpliva populacijska gostota in vsakoletne značilnosti vremena: količina padavin poleti in zimske minimalne temperature. V letih, ko so zimske temperature nizke in je v pozno-poletnem obdobju več padavin, so telesne mase jelenjadi manjše kot sicer.

3.3.2 Telesna masa glede na zgradbo prostora

Od študij, ki se neposredno dotikajo vplivov zgradbe prostora na kazalce vitalnosti velikih rastlinojedih parkljarjev, velja izpostaviti naslednje.

Mysterud in sod. (2001) so preučevali odvisnost telesne mase jelenjadi od topografskih spremenljivk: od nadmorske višine, pestrosti nadmorskih višin, deleža toplih leg, pestrosti leg, pestrosti ekspozicij. Pri tem so uporabili podatke o telesni masi 8.500 košut in 12.500 jelenov, ki so bili v obdobju 1975–1998 izločeni z odstrelom v 105 občinah na Norveškem. Podatki o odstreljenih živali so bili prostorsko geolocirani z mejami občin. Ugotovili so, da telesna masa jelenjadi narašča s povečevanjem pestrosti nadmorskih višin in ekspozicij, upada pa s povečevanjem deleža visoko-ležečih površin in z nadmorsko višino. Pri analizah so odstranili vplive populacijske gostote, spola in starosti ter časa uplenitve živali.

Nilsen in sod. (2004) so v osrednjem delu Norveške na osnovi telemetrijskega spremljanja 91 srn preučevali vplive zgradbe vegetacije (gozd, vresišča, travniki, pašniki) na nataliteto in telesno maso mladičev srnjadi. Ugotovili so, da srne, ki so v zimi pred poleganjem živele na boljšem habitatu, polegajo mladiče prej od ostalih srn. Njihovi mladiči so imeli zato konec poletja tudi večjo telesno maso. Zimska telesna masa enoletnih mladičev srnjadi je bila poleg vegetacijske zgradbe IOA njihovih mater pozitivno odvisna tudi od zgradbe IOA, ki so jih uporabljali od rojstva do zime.

Pettorelli in sod. (2001) so preučevali vplive kakovosti habitata in populacijske gostote na telesno maso mladičev srnjadi v ograjenem, 2.600-hektarskem rezervatu Chizé na zahodu Francije. Glede na pokrovnost prehransko priljubljenih rastlinskih vrst in njihovo vsebnost dušika so raziskovalno področje razdelili na dva habitatna tipa: boljšega in slabšega: na severni in južni del parka. Severni del parka poraščajo hrastovi gozdovi na globokih ilovnatih tleh, južni del parka pa predvsem bukoví gozdovi na plitvih karbonatnih tleh. V obdobju 1978–2000 so z metodo odlova, markiranja in ponovnega odlova vsako leto zelo natančno ugotovili številčnost srnjadi v rezervatu in pri tem vsakič odlovili vsaj 70 odstotkov vse populacije srnjadi. V obdobju raziskave je gostota srnjadi v parku variirala od 5 do 25 živali na 100 ha. Podatke o telesni masi mladičev so vedno zajemali meseca januarja in februarja. Ugotovili so, da telesna masa mladičev (moških in ženskih) upada z naraščanjem populacijske gostote srnjadi tako v severnem kot tudi južnem delu parka (ne

glede na kakovost habitata). S povečanjem populacijske gostote srnjadi za 1 osebek na 100 ha, je telesna masa mladičev v povprečju upadla za 0,15 kg. Mladiči na boljšem habitatu so bili v povprečju za 0,6 kg težji. V severnem delu parka je bila povprečna populacijska gostota večja kot v južnem.

Zanimiva je tudi raziskava Conrada in sod. (1999), v kateri sicer niso preučevali vplivov zgradbe habitata na telesno maso jelenjadi, temveč na njen življenjski reprodukcijski uspeh (ŽRU), ki pa je s telesno maso tesno povezan. Raziskava je potekala v obdobju med 1968–1993 na 1.200 hektarov velikem območju na severu otoka Rhum na Škotskem. Na treh manjših območjih raziskave so preučevali povezave med kazalniki vitalnosti košut (dosežena življenjska doba, povprečna letna nataliteta, delež preživelih mladičev, število vseh poleženih mladičev in število vseh mladičev, ki so preživeli prvo zimo; slednji je definiran kot življenjski reprodukcijski uspeh) in njihovo rabo *Agrostis–Festuca* travniške združbe, ki ima v primerjavi z ostalimi veliko hranilno vrednost in izstopa po priljubljenosti. Na osnovi podatkovnih nizov 167 košut, spremljanih skozi vse življenje, so ugotovili, da znotraj manjših območij raziskave ŽRU ni odvisen od rabe prostora. Noben od preučevanih kazalnikov vitalnosti košut ni koreliral z deležem rabe priljubljenejše travniške združbe. Pač pa se je ŽRU razlikoval med območji raziskave in bil največji v tistem, kjer je bil delež in raba priljubljenejše vegetacijske združbe največji. Avtorji raziskave ugotavljajo, da so košute znotraj območij optimalno prosto porazdeljene (angl. *ideal free distribution*; glej tudi Fretwell in Lucas, 1970) oz. se porazdelijo tako, da se vse razlike v zgradbi habitata kompenzirane s populacijsko gostoto. Upošteva oba parametra vse živali tako uporabljajo »enako dober prostor« in zato med njihovimi ŽRU ni razlike. Med območji pa idealna prosta porazdelitev zaradi omejene disperzije jelenjadi ni dosežena. V omenjeni raziskavi so preučevali tudi kakšen je ŽRU košut glede na njihove disperzijske značilnosti. Ugotovili so, da imajo košute, ki so v času doraščanja dispergirale, večji ŽRU od košut, ki so vse življenje ostale v ali tik ob IOA svojih mater. Med disperzijo so se košute praviloma odselile na območja z manjšo populacijsko gostoto in z manjšim deležem travniške združbe, ki ima večjo nosilno zmogljivost.

4 RAZISKOVALNE HIPOTEZE

A RABA PROSTORA

A.1 Celoletna raba prostora

A.1.1 Zgradba prostora pomembno vpliva na celoletno prostorsko porazdelitev jelenjadi; posnete lokacije spremljane jelenjadi in njihova celoletna IOA bodo v multivariatnem prostoru preučevanih neodvisnih spremenljivk zgradbe prostora nehomogeno razporejene.

A.1.1.1 Intenzivnost rabe prostora na celoletni ravni je pri jelenjadi večja na območjih, kjer lahko hkrati najde več hrane in varnostno kritje, kar se odraža tudi v zgradbi njenega življenjskega prostora: gostota posnetih lokacij bo v bližini gozdnega roba, na površinah v zaraščanju, blizu krmišč in v oblikah gozda, ki nudijo več hrane in dobro kritje (mladovja, sestoji v pomlajevanju, prebiralni gozdovi), večja kot drugod.

A.1.1.2 Jelenjad na prisotnost človeka reagira tako, da se umika ali pa živi bolj prikrito. Zato bo gostota posnetih lokacij z oddaljenostjo od cest in naselij naraščala; v bližini cest in naselij pa bodo posnete lokacije vsebovale večji delež vegetacijskih oblik, ki nudijo dobro varnostno kritje. Ceste in naselja pomembno vplivajo na celoletno prostorsko porazdelitev jelenjadi in na rabo specifičnih oblik vegetacije.

A.2 Sezonska raba prostora

A.2.1 Zgradba življenjskega prostora jelenjadi se med toplim in hladnim delom leta razlikuje.

A.2.1.1 Pozimi se jelenjad spusti na nižje predele, pogosteje uporablja sestoje z večjo intercepcijo snega (z večjim deležem iglavcev in večjo lesno zalogo), pogosteje uporablja tople lege kjer sneg hitreje skopni ali pa se premakne v bližino krmišč.

A.2.1.2 Prostorska razporeditev krmišč je eden najpomembnejših dejavnikov, ki pogojujejo zimsko prostorsko porazdelitev jelenjadi.

A.3 Dnevno-nočna raba prostora

A.3.1 Raba prostora jelenjadi se spreminja tudi znotraj 24 ur in je podnevi drugačna kot ponoči.

A.3.1.1 Jelenjad se podnevi zadržuje skoraj izključno znotraj gozda, v večernem do jutranjem času pa pogosteje uporablja tudi odprte površine.

A.3.1.2 Na motnje, pogojene s človekovimi aktivnostmi, se jelenjad odziva tudi tako, da predele, kjer so le-te pogostnejše, uporablja takrat, ko človek ni aktiven – v nočnem času; srednja oddaljenost posnetih lokacij do najbližje ceste bo ponoči zato manjša kot podnevi.

B VELIKOSTI IN ZGRADBA CELOLETNIH INDIVIDUALNIH OBMOČIJ AKTIVNOSTI

B.1 Velikost celoletnega individualnega območja aktivnosti osebkov jelenjadi (IOA) je pozitivno povezana z njegovo porabo energije, negativno pa s količino dostopne hrane, torej tudi z zgradbo prostora.

B.1.1 Ker je telesna masa (poraba energije) jelenov večja košut, so tudi njihova IOA večja.

B.1.2 Zaradi vplivov nadmorske višine na dolžino vegetacijske dobe (in s tem na povprečno celoletno količino dostopne hrane) velikost IOA narašča z nadmorsko višino.

B.1.3 Velikost IOA je negativno odvisna od deleža vegetacijskih oblik, ki hkrati nudijo več hrane in varnostno kritje: od deleža površin v zaraščanju, mladovij, sestojev v pomlajevanju in prebiralnih gozdov in od dolžine gozdnega roba.

B.1.4 Osebk, ki so bolj vezani na krmišča, imajo manjša IOA od ostalih osebkov.

B.1.5 Površina IOA upada z naraščanjem populacijske gostote jelenjadi.

C TELESNA MASA

C.1 Na telesno maso jelenjadi poleg spola, starosti, časa uplenitve živali in populacijske gostote vpliva tudi zgradba življenjskega prostora, v katerem živi.

C.1.1 Telesna masa jelenjadi se zmanjšuje z nadmorsko višino.

C.1.2 Topografska pestrost in telesna masa jelenjadi sta pozitivno povezani.

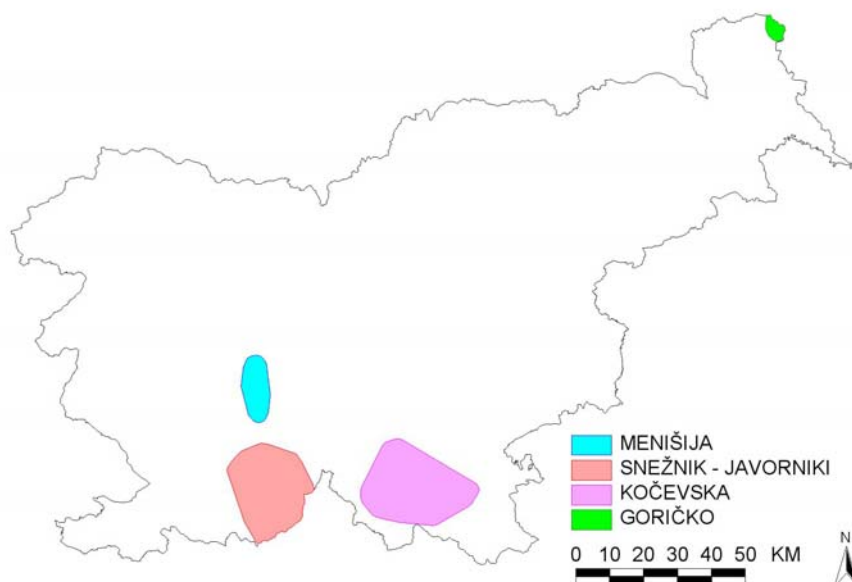
C.1.3 Telesna masa jelenjadi je pozitivno povezana z deležem vegetacijskih oblik, ki hkrati nudijo več hrane in varnostno kritje: z deležem površin v zaraščanju in kmetijskih površin, mladovij, sestojev v pomlajevanju in prebiralnih gozdov, z dolžino gozdnega roba.

C.1.4 Telesna masa jelenjadi se zmanjšuje z naraščanjem populacijske gostote.

5 OBMOČJA RAZISKAVE, PODATKI IN METODE DELA

5.1 OPIS OBMOČIJ RAZISKAVE

Posamezne sklope analiz (raba prostora, zgradba celoletnih IOA, telesna masa) smo izvajali na osnovi podatkov, pridobljenih na območjih različnih velikosti. V raziskavo vplivov okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi smo tako skušali zajeti celotno populacijsko območje jelenjadi v Sloveniji, ki pokriva večji del države. Pri analizah rabe prostora in zgradbe celoletnih IOA pa smo uporabili podatke telemetrijskih spremljav jelenjadi, ki so bili pridobljeni v več geografsko ločenih območjih, na katerih jelenjad najde optimalne življenjske pogoje. To so: 1) Snežniško-javorniško območje, 2) Kočevska, 3) Menišija in 4) Goričko. Opisana so v podpoglavjih 5.1.1–5.1.4. Načini in potek odlova jelenjadi ter snemanja lokacij jelenjadi so podani v podpoglavju 5.2.1. Zajemanje podatkov o telesni masi izločene jelenjadi je predstavljeno v podpoglavju 5.2.2.



Slika 1: Območja raziskav habitatnega izbora jelenjadi ter velikosti in zgradbe njenih individualnih območij aktivnosti

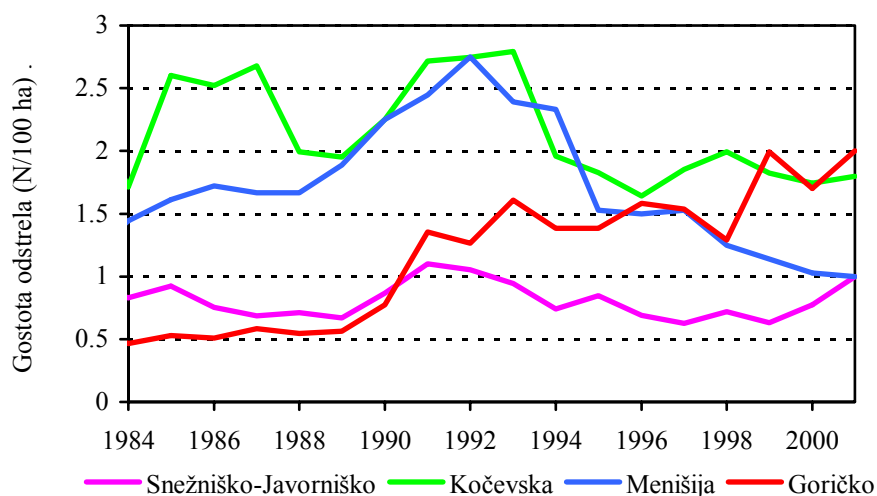
Figure 1: Research areas of red deer habitat selection and its home range size and structure

Območja na katerih smo s telemetrijo spremljali gibanje jelenjadi niso bila vnaprej izbrana le za namen te študije. Vanjo smo namreč vključili tudi podatke telemetrijskih spremljav jelenjadi z Menišije – gojitvenega lovišča Ljubljanski vrh, katerih zajemanje je vodila Lovska Zveza Slovenije. Kljub temu pa se obravnavana raziskovalna območja glede na raven osnovnih ekoloških spremenljivk, ki bi lahko vplivale na strategijo izbora habitata jelenjadi, po načinih in intenzivnosti njenega upravljanja ter tudi po problematikah, ki jih ta vrsta povzroča bodisi v gozdu bodisi na kmetijskih kulturah, med seboj dovolj razlikujejo, da omogočajo kompleksne analize obravnavanih tematik, kar je bilo eno od osnovnih vodil pri snovanju pričujoče raziskave.

Preglednica 1: Glavne značilnosti štirih območij telemetrijskih spremljav jelenjadi

Table 1: Main characteristics of four research areas where red deer have been tracked by the use of telemetry

OBMOČJE RAZISKAVE:		Snežniško-javorniško	Kočevska	Menišija	Goričko
Površina (ha)		50.494	59.044	13.206	2.856
Nadmorska višina (m)	Povprečje	906	645	571	277
	Min.	416	234	300	234
	Maks.	1.709	1.250	959	331
Delež gozda (%)		80	86	75	45
Oddaljenost od najbližje negozdne površine (m)		298	404	518	82
Dolžina gozdnega roba (m/ha)		116	76	112	211
Oddaljenost od najbližje ceste (m)	Glavne	1.865	1.087	1.039	567
	Vseh	252	185	133	172
Povprečna letna temperatura (°C)		6.5	7.8	8.1	8.5
Letna količina padavin (mm)		1.857	1.522	1.672	767
Oddaljenost od najbližjega krmišča (m)		1.453	1.065	1.552	1.011
Količina krme (kg/ha)		4	11	8	9
Gostota odstrela jelenjadi (N/km ²)		7	20	9	19

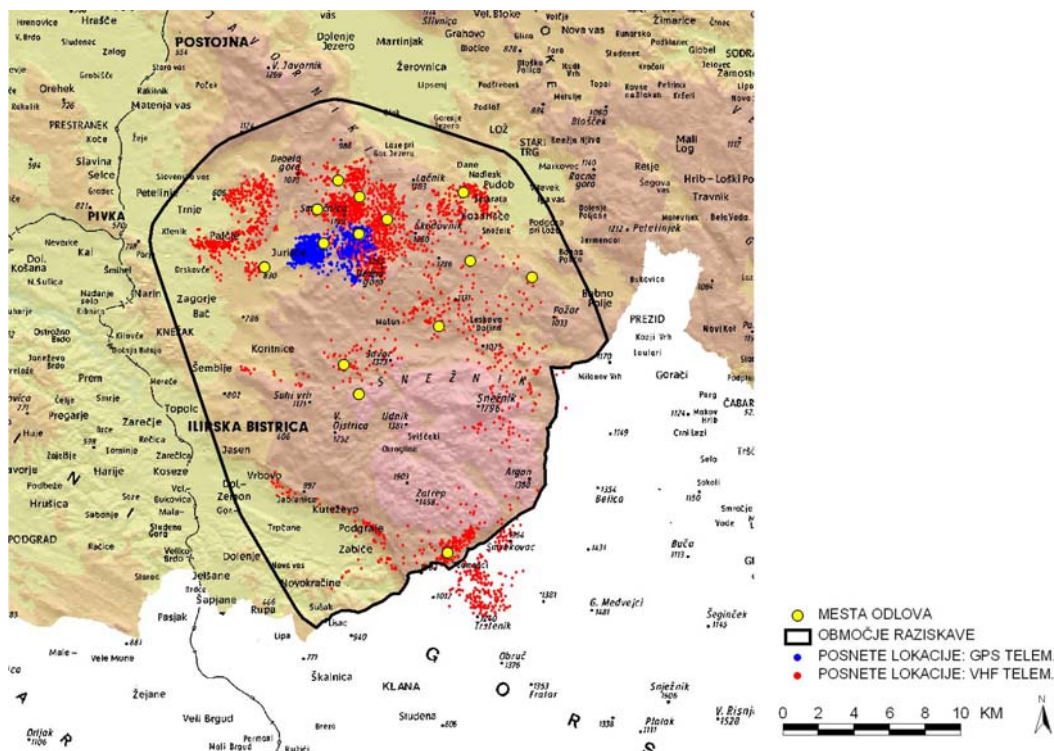


Slika 2: Dinamika letne gostote odvzema jelenjadi v štirih raziskovalnih območjih po letu 1984

Figure 2: Dynamics of annual density of red deer harvest in four research areas after year 1984

5.1.1 Snežniško-javorniško območje

Največ osebkov (24 s klasično VHF radio-telemetrijo in enega z GPS telemetrijskim sistemom) je bilo spremljanih na območju, ki obsega osrednji in južni del Snežniško-javorniškega masiva in njegovo obrobje (Sliki 1 in 3). Območje prekriva glavnino gojitvenega lovišča Jelen in dele sosednjih lovskih družin: Kozlek, Trnovo, Tabor-Zagorje, Pivka, Gorenje jezero in Lož-Stari trg. Njegova površina znaša 505 km² (Preglednica 1).



Slika 3: Snežniško-javorniško območje raziskave
Figure 3: Snežnik-javorniki research area

Snežniško-javorniški masiv je največji strnjen gozdni kompleks v Sloveniji. Na jugovzhodu se navezuje na Gorski Kotar in Hrvaški Snježnik in z njima tvori obsežno gozdnato kraško planoto. Na severozahodu pa se Javorniki pri Postojnskih vratih stikajo s Hrušico. To je topografsko razgiban kraški svet. Prekrivajo ga mnoge vrtače, brezna, udornice, doline in kamnite kope. Glavnina območja leži med 600 in 1.300 metri nadmorske višine (povprečje dobrih 900 metrov), posamezni vrhovi na jugu pa segajo tudi prek 1.400 metrov. Med njimi je najvišji Veliki Snežnik (1.796 metrov). Proti severozahodu se v smeri proti Postojni nadmorske višine postopno znižujejo. Pogorje Snežnika in Javornikov je z zahodne in vzhodne strani obdano s kraškimi polji in z ravnimi rečnimi dolinami, katerih nadmorska višina je od 550–800 metrov.

Osrednji deli tega območja raziskave so skoraj v celoti prekriti z gozdom. Gozdnatost GL Jelen-Snežnik tako znaša prek 94 odstotkov. Negozdne površine se v njem pojavljajo predvsem v obliki majhnih, a številnih lazov. Zato je povprečna oddaljenost od najbližje negozdne površine razmeroma majhna in znaša manj kot 300 metrov (Preglednica 1). Obsežnejše negozdne površine se pojavljajo predvsem ob vznožju masiva: ob naseljih in kraških poljih na nižjih nadmorskih višinah. Mnoge od njih se ob opuščanju kmetijske rabe intenzivno spontano zaraščajo (Kobler in sod., 2003), kar zaradi prepleta varnostnega kritja

in hrane vsaj v začetnih sukcesijskih fazah gozda za jelenjad pomeni povečano nosilno zmogljivost prostora.

Območje Snežnika in Javornikov sodi med predele z največ padavinami v Sloveniji. V njem namreč ponekod letno pade tudi prek 3.000 milimetrov padavin (Perko, 1998). V povprečju jih je dobrih 1.800 (Preglednica 1). V padavinskem režimu je izražen vpliv morja. Tako se viški pojavljajo v hladnem delu leta, zlasti novembra, decembra in januarja. Julij in avgust pa sta najbolj suha meseca. Na severu raziskovalnega območja se vplivom morja pridruži tudi celinska klima. Ker na karbonatni močno zakraseli matični podlagi padavine hitro poniknejo, na planoti skoraj ni površinskih voda.

Zaradi velike nadmorske višine in specifične sezonske razporeditve padavin so tod značilne hude zime z obilico snežnih padavin. Sneg dolgo obleži, v globljih vrtačah in kraških kotanjah, v katerih prihaja do toplotne inverzije, tudi do poletja. Temperature so razmeroma nizke; celoletno povprečje za vse območje znaša 6,5°C. Na meteorološki postaji Gomance je srednja letna temperatura 6,7°C, julijska 15,5°C, januarska pa -3,5°C. Temperature se spustijo pod ledišče kar 127 dni v letu. Zato je tudi vegetacijska doba razmeroma kratka.

Večina območja spada v dinarsko fitogeografsko regijo. Zaradi pestrih reliefnih razmer in prepletanja različnih klimatskih vplivov se tu pojavljajo številne rastlinske združbe. Pretežni del gozdov sodi med bukovja s pomladansko torilnico (*Omphalodo-Fagetum*). Razširjeni so na nadmorskih višinah od 700 do 1.200 metrov. Na nižjih predelih prehajajo v gozdove bukve in tevja (*Hacquetio-Fagetum*) in v gozdove črnega gabra in jesenske vilovine (*Seslerio-Ostryetum*), v višjih pa v bukovje s kopjasto podlesnico (*Polysticho lonchitis-Fagetum*), ki na nadmorski višini okoli 1.500 metrov tvori zgornjo gozdno mejo. Globlje vrtače in udornice, ki imajo značaj mrazišča, poraščajo čisti smrekovi gozdovi. Čisti sestoji iglavcev se pojavljajo tudi v nižjih predelih. Na zahodnem delu raziskovalnega območja, kjer se stikata Pivška kotlina in Snežniško-javorniški masiv, nastajajo s sekundarnimi sukcesijami sestoji črnega bora, na severu in severovzhodu območja pa se kot ostanek preteklega gospodarjenja pojavljajo smrekove monokulture (Vektorska karta ..., 2000).

Snežniško-javorniško območje je eden redkih evropskih predelov, kjer se je do danes ohranila tako rekoč vsa favna, ki je preživela pozno ledenodobna – zgodnje holocenska izumiranja. V njem stalno živijo vse tri največje evropske zveri: rjavi medved (*Ursus arctos*), volk (*Canis lupus*) in ris (*Lynx lynx*), vse slovenske avtohtone vrste velike parkljaste divjadi in tudi druge, manjše vrste sesalcev. Snežniški gozdovi nudijo dobre življenjske razmere tudi jelenjadi. Njen pomen je razviden že iz imena gojitvenega lovišča »Jelen-Snežnik«.

Jelenjad je tudi tu doživela podobno usodo kot drugod po Sloveniji. Po marčni revoluciji leta 1948 pa do konca 19. stoletja se je njena številčnost zaradi prelova in načrtnega uničevanja naglo zmanjševala. Fabjan (1965, cit. po Hafner, 1997) tako poroča, da je leta 1865 na Bičkih lazih legalno padel zadnji jelen. Ostanki avtohtone populacije naj bi se ohranili le na najbolj odročnih predelih Snežniškega pogorja (Simonič, 1981), vendar o tem ni zanesljivih dokazov.

Konec 19. stoletja je več lastnikov veleposesti po Sloveniji pričelo jelenjad, ki je bila pripeljana iz raznih koncev Evrope, gojiti v oborah in jo zatem ponovno naseljevati na prostem. Naselitev na snežniškem območju je bila ena najbolj uspešnih v Sloveniji. Leta 1907 so iz obore »Zverinjak« v Leskovi dolini izpustili v naravo 74 živali (Adamič, 1990). Populacija je začela naglo naraščati in se prostorsko širiti. Po drugi svetovni vojni tudi zunaj območja Snežnika – poselila je Brkine in Slavnik na zahodu, Gorski Kotar in vso Kočevsko na jugu in vzhodu, prek Hrušice in Nanosa pa tudi Trnovski gozd na severu in severozahodu.

Letna gostota odstrela jelenjadi se je v preteklih 20 letih v GL Jelen-Snežnik gibala od 0,7 do 1,0 živali na 100 ha (ali v absolutnih številkah med 180 in 300 kosi jelenjadi) in je med vsemi obravnavanimi območji najnižja (Slika 2). Med glavne lovno-gojitvene ukrepe v gojitvenem lovišču Jelen-Snežnik sodijo zimsko dopolnilo krmljenje, vzdrževanje pašnih površin in celoletna zapora manj pomembnih gozdnih cest na območju povečanih koncentracij jelenjadi. Krmljenje je urejeno v velikih krmiščih, ki so razporejena skoraj po celotnem lovišču. V zadnjih letih jih je redno oskrbovanih okoli trideset, kar ustreza enemu krmišču na 1.000 ha. Krmišča so redno oskrbovana prek vse zime (od 120 do 150 dni). Prevladuje krmljenje s svežo travno silažo (280 ton) in sadnimi tropinami (230 ton), stalno so založena tudi s suhim travnim senom (35 ton); v manjših količinah polagajo tudi koruzno zrnje (15 ton) (Anton Marinčič, vodja GL Jelen Snežnik, ustno sporočilo). Skupna površina vzdrževanih lazov znaša 270 ha (Karta krmišč ..., 2001), kar ustreza slabemu odstotku celotne površine lovišča.

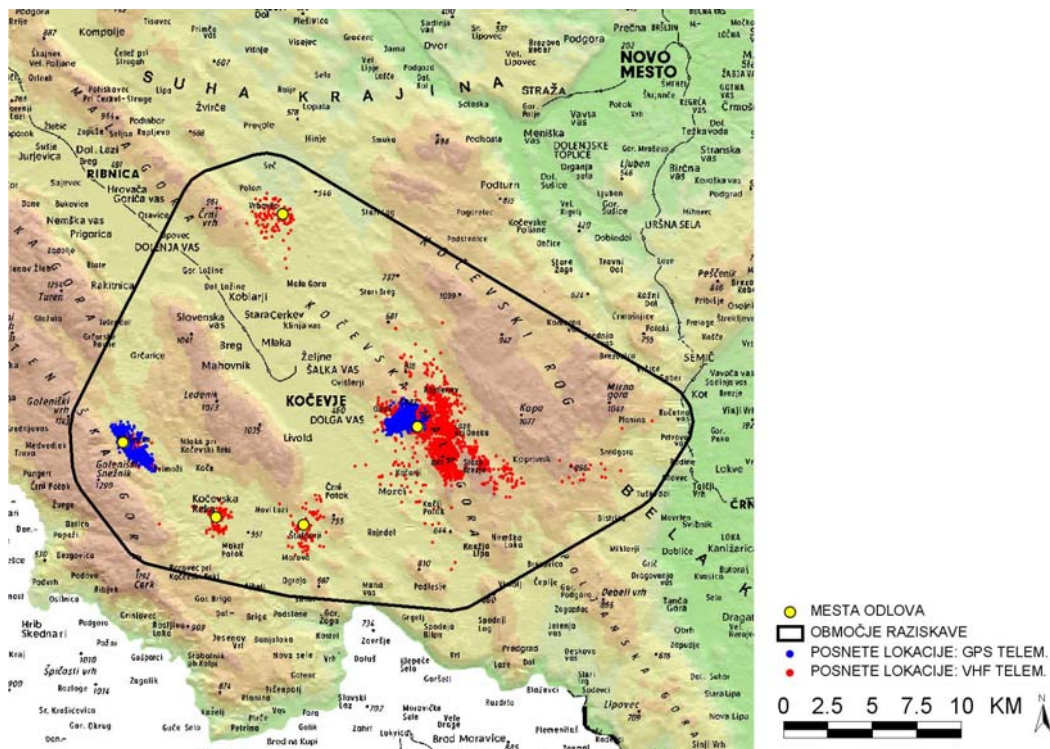
5.1.2 Kočevska

Območje raziskave, ki je v nadaljevanju naloge poimenovano Kočevska, obsega več geografsko ločenih predelov, v katerih smo s telemetrijo spremljali jelenjad. To so: Lovski vrh pri Oneku v gojitvenem lovišču Medved (15 osebkov s klasično VHF radio-telemetrijo in en z GPS telemetrijskim sistemom), Goteniška dolina v lovišču Kočevska reka d. o. o. (3 osebki s klasično VHF radio-telemetrijo in en z GPS telemetrijskim sistemom) in gojitveno lovišče Žitna gora (2 osebka s klasično VHF radio-telemetrijo) na jugovzhodnem delu Male gore (Slika 4). Zaradi enotnega upravljanja jelenjadi in precej podobnih ekoloških razmer smo območja vseh treh gojitvenih lovišč v analizah upoštevali kot enotno populacijsko območje jelenjadi. Skupna površina tega območja raziskave obsega 59.000 ha in je med vsemi raziskovalnimi območji največje (Preglednica 1).

Območje Kočevska se vertikalno razteza od dobrih 200 do prek 1.200 metrov n.m.v.; njegova povprečna nadmorska višina je 650 metrov. Sestavlja ga več pogorij: Kočevski Rog, Kočevska mala gora, Mala gora, Stojna in Goteniški gora, katerih vrhovi segajo čez 1000 metrov. Med njimi je najvišji Goteniški Snežnik (1289 m). Pogorja so na nadmorski višini 400–500 metrov razmejena s kraškimi polji in skupaj z njimi tvorijo obsežno razgibano dinarsko kraško planoto. Tudi na Kočevskem so bili pri oblikovanju zemeljskega površja najbolj pomembni procesi zakrasevanja; v matični podlagi prevladujejo jurski in kredni apnenci, ponekod tudi dolomiti (Perko, 1998).

Klimatske značilnosti Kočevske najmočneje pogojuje celinsko podnebje, ki se mu občasno pridružijo tudi vplivi sredozemske klime. Celoletna povprečna temperatura znaša 7,8°C, vendar so odkloni zaradi vertikalne razgibanosti terena in mešanja obeh glavnih klimatskih

tipov veliki. V mestu Kočevje, kjer dolgoletna povprečna temperatura (1961–98) znaša 7,7°C, so tako izmerili absolutni temperaturni maksimum 38,8°C, minimum pa –31,5°C (Hočevnar in Kajfež-Bogataj, 1983, povzema Adamič, 1990). Količina padavin upada iz jugozahoda proti severovzhodu in narašča z nadmorsko višino. Tako jih Goteniška gora letno prejme tudi nad 1.900 mm, predeli na severovzhodnem delu območja ob meji s Suho krajino pa le okoli 1.300 mm; povprečje za celotno območje je 1.500 mm (Preglednica 1). Od nadmorske višine je odvisna tudi debelina in trajanje snežne odeje. V Kočevju sneg v povprečnih zimah (meteorološka postaja Kočevje, povprečje za obdobje 1961–99) obleži okoli 69 dni (zbrano v Jerina, 2000). Največ ga je v mesecu februarju.



Slika 4: Območje raziskave Kočevska
Figure 4: Kočevska research area

Raznolike klimatske razmere, razgiban relief in mozaičnost talnega substrata so vplivale na oblikovanje pestre vegetacije. V območju je določenih kar 70 različnih osnovnih vegetacijskih enot (GGN OE Kočevje za obdobje 2001–10). Prevladujejo različne oblike jelovo-bukovih in bukovih gozdov. Mešani gozd jelke in bukve *Omphalodo-Fagetum* mnogih subasociacij je razširjen v večjem delu srednjegorskega in visokogorskega pasu, od 600 metrov do najvišjih delov območja raziskave. Porašča dobro tretjino vsega območja. V nižjih delih, nekako med 400 in 800 metri nadmorske višine, se na mešane jelovo-bukove gozdove navezujejo čisti bukov gozdovi združb *Hacquetio*, *Lamio orvalae* in *Arunco Fagetum*, na nekarbonatnih vložkih tudi *Blechno-Fagetum*, katerih skupni delež v območju znaša slabih 30 odstotkov. Na spodnji meji se bukov gozdovi prepletajo z gozdom hrasta in bukve *Hedero-Fagetum* ter gozdom belega gabrovja z jelko *Abio albae-Carpinetum*. Znatno del nižinskih gozdov na najbolj položnih delih območja je bil v povojnem obdobju z neposrednimi premenami spremenjen v čiste smrekove kulture.

Danes je Kočevska sinonim gozdne krajine. Večja naselja, travniki in obdelovalne površine so povečini omejene le na položnejše predele: na ravna dna kraških polj in na ne

prestrma vznožja okoliških pogorij. Vse drugo pa prekriva gozd. Njegov delež v območju znaša kar 86 odstotkov (Preglednica 1). Vendar pa temu včasih ni bilo tako. Tod so namreč od 14. stoletja do sredine preteklega stoletja živel Kočevski Nemci in v času 600 letne poselitve velik del gozda izkrčili za kmetijsko rabo. Po katastrskih podatkih je bilo leta 1896 z gozdom prekrita le 41 odstotkov ozemlja današnje Kočevske (Ciglar 1979, cit. po Adamič, 1990). Po popolni izselitvi Kočevskih Nemcev v drugi svetovni vojni pa so se kmetijske površine začele naglo spontano zaraščati z grmovnimi in drevesnimi vrstami. Gozdnatost se je v manj kot sto letih podvojila.

Na spremembe gozdnatosti in s tem povezane vrstno-specifične nosilne zmogljivosti prostora so se postopno (s povečevanjem številčnosti) odzvali tudi veliki rastlinojedi parkljarji: sprva srnjad, nato jelenjad. Adamič (1974) poroča, da je bil odstrel srnjadi na Kočevskem visok že ob koncu 19. in začetku 20. stoletja, vmes je upadel, po drugi svetovni vojni do sredine 70. let je spet naraščal. Zatem je začel spet upadati, saj so se razmere za srnjad zaradi nadaljnega povečevanja gozdnatosti začele slabšati. Jelenjad se je v ta prostor začela priseljevati pred drugo svetovno vojno. Njena številčnost je še posebej naglo naraščala od sredine 70. let naprej, hkrati z upadanjem gostote srnjadi. Povprečna gostota odstrela jelenjadi v treh gojitvenih loviščih na Kočevskem se je v preteklem desetletju gibala od 1,7 do 2,7 živali / 100 ha (Preglednica 1), kar je v slovenskem prostoru maksimum.

Gospodarjenje z jelenjadjo in tudi z drugimi vrstami divjadi je izredno intenzivno. Med glavne lovno-gojitvene ukrepe sodi zimsko dopolnilno krmljenje in vzdrževanje pašnih površin: grmišč in travnikov. Krmljenje je med vsemi raziskovalnimi območji tod najbolj intenzivno (Preglednica 1), zlasti na delih območja okoli Lovskega vrha in v GL Žitna gora, kjer smo spremljali glavino vse jelenjadi, spremljane na raziskovalnem območju Kočevska. Krmišča so redno oskrbovana čez vso zimo. V zadnjem času prevladuje krmljenje s travno silažo (Rudi Kovačič, GL Medved).

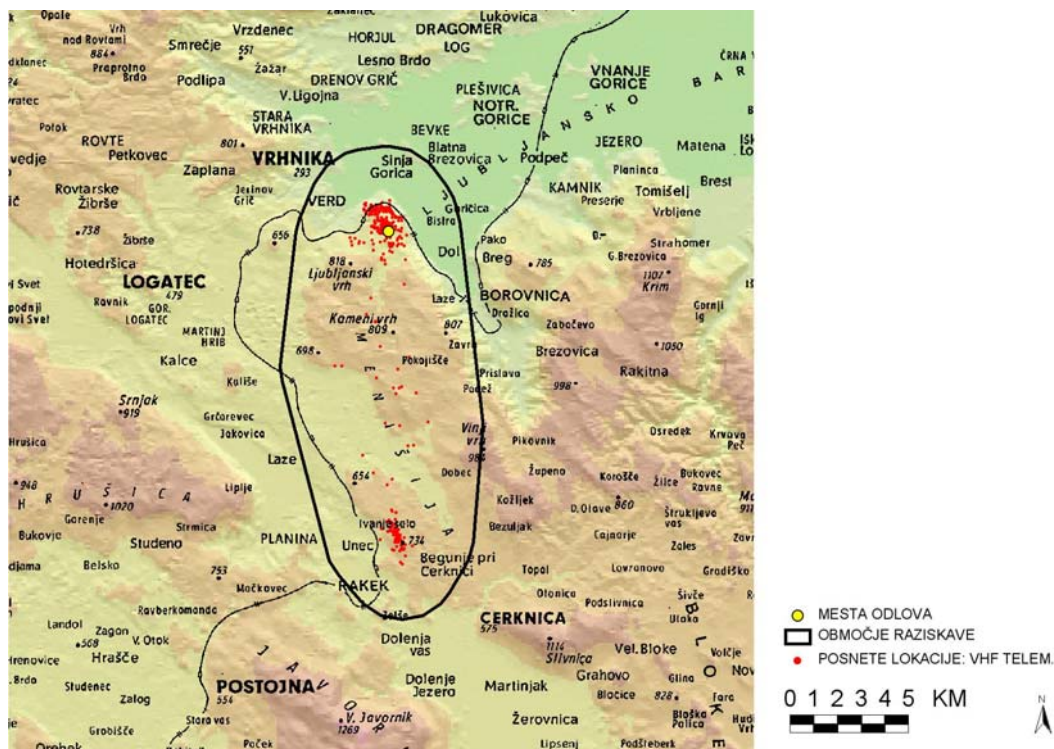
5.1.3 Menišija

Raziskovalno območje Menišija obsega večji del istoimenske planote, ki je na severu omejena z Ljubljanskim barjem, na zahodu z Logaškim poljem in Planinskim poljem, na vzhodu z dolino Borovnišnice in jugu Cerknishčico (Slika 5). V njem upravljajo divjad Lovska Zveza Slovenije oz. gojitveno lovišče Ljubljanski vrh in lovske družine Vrhnika, Rakek in Begunje. Na tem raziskovalnem območju je bila vsa jelenjad (5 osebkov) odlovljena na enem samem mestu in sicer v lovki gojitvenega lovišča Ljubljanski vrh nad Vrhniko. Površina območja meri dobrih 13.000 ha.

Menišija je značilna kraška planota z razčlenjenim površjem in značilnimi kraškimi pojavi, ki so se oblikovali z raztapljanjem prevladujočih jurskih in triasnih apnencev in mestoma tudi dolomitov (Perko, 1998). Vertikalno se razteza od 330 m n.v. na barju, pa do dobrih 800 metrov, kolikor merita najvišja dela lovišča Ljubljanski vrh (813 m) in Kamni vrh (810 m). Povprečna nadmorska višina območja znaša 570 metrov (Preglednica 1).

Osrednji del planote je povečini prekrit z gozdom. Večje negozdne površine so le ob zaselkih Pokojišče in Padež na vzhodnem delu Menišije ter ob njenem vznožju: na stiku z barjem, ki je razmeroma dobro obdelano, in ob okoliških kraških poljih ter dolinah rek.

Povprečna gozdnatost celotnega območja je 75 odstotkov. Kljub temu, da je delež negozdnih površin v območju razmeroma velik, jih je le malo dostopnih za jelenjad, saj je na severu in vzhodu gozdnati del Menišije odrezan od travnikov s prometno cesto in železnico, na zahodnem delu Menišijo preseka avtocesta Vrhnika – Postojna, travne površine ob zaselkih na planoti pa so povečini ograjene za pašo goveje živine.



Slika 5: Območje raziskave Menišija
 Figure 5: Menišija research area

Območje spada v interferenčen klimatski tip. Padavine so dokaj enakomerno razporejene prek celega leta s šibko izraženim maksimumom meseca maja spomladi ter oktobra in novembra jeseni. V povprečju jih pade skoraj 1.700 mm na leto. Srednja letna temperatura je 8,1°C (Preglednica 1). Največ snega zapade meseca januarja, povprečna maksimalna debelina snežne odeje takrat znaša 30 cm. V nižjih predelih sneg obleži 50 dni v višjih pa tudi do 70 dni na leto (zbrano v Adamič, 1990, in Jerina, 2000).

Za gozdove na območju Menišije je značilna velika gostota gozdnih prometnic. Povprečna oddaljenost od najbližje gozdne ceste znaša tako le 133 metrov in je najmanjša od vseh štirih območij raziskave (Preglednica 1). V enoti Bistra, ki zavzema osrednji del lovišča Ljubljanski vrh, znaša gostota gozdnih cest kar 52 m/ha. Gosto cestno omrežje sicer omogoča lažje izvajanje raznih lovno-gojitvenih ukrepov kot so krmljenje, odstrel in vzdrževanje pašnih površin, vendar pa hkrati odpira najbolj oddaljene predele tudi motoriziranim obiskovalcem gozda. Zaradi pogostnih motenj ob bližini prometnic je območje s funkcionalnega vidika precej bolj fragmentirano, kot bi lahko sodili zgolj po razporeditvi gozdnih in negozdnih površin. Vse pomembnejše povezovalne ceste v območju so prevozne skozi vse leto. Le na ožjem delu gojitvenega lovišča Ljubljanski vrh, v okolici dobro oskrbovanih krmišč, kjer so gostote jelenjadi največje, so manj pomembne gozdne ceste stalno zaprte, v ostalih delih območja pa postanejo pozimi neprevozne zaradi snega.

Večina gozdov v gojitvenem lovišču Ljubljanski vrh sodi v združbo dinarskega jelovo-bukovega gozda (*Omphalodo-Fagetum dinaricum*), ki se zaradi pestrih edafskih razmer pojavlja v mnogih subasociacijah (*mercurialetosum*, *dentarietosum*, *homogynetosum*, *clematidetosum*). Z znatnim deležem (10 odstotkov) so zastopani tudi bukovi gozdovi s kresničjem (*Arunco-Fagetum*) ter dinarski predgorski bukovi gozdovi (*Hacquetio-Fagetum*). V nižjih delih se v manjših krpah pojavljajo bela gabrovja s hrastom (*Quercus-Carpinetum s. lat.*). Zadnjih trideset let je jelka intenzivno propadala. Zato je zdaj veliko odraslih sestojev v fazi pomlajevanja. Pod presvetljenimi sestoji je razvit bujen grmovni in zeliščni sloj. Razrahljane in slabo pomlajene sestoe so ponekod v preteklosti obnavljali tudi s snovanjem smrekovih nasadov. Na karbonatnih kameninah, ki v območju prevladujejo, so se razvila srednje globoka pokarbonatna rjava tla, na nekarbonatnih pa srednje globoka do globoka kislja rjava in rjava tla (zbrano v Jerina, 2000).

Z vidika varstva in gojitve divjadi je to območje raziskave raznoliko, saj so zimsko dopolnilno krmljenje na krmiščih, priprava krmnih njiv, pašnih površin in tudi odstrel v gojitvenem lovišču Ljubljanski vrh precej bolj intenzivni kot v lovskih družinah, ki pokrivajo njegove druge dele. Zaradi intenzivnega krmljenja so koncentracije jelenjadi v lovišču zlasti pozimi precej večje kot sosednjih lovskih družinah. Gostota odstrela jelenjadi v lovišču se je v obdobju od 1984 do 2002 gibala od 1 do 2,7 osebkov / 100 ha, na območju celotne Menišije pa je precej nižja in znaša okoli 0,7 osebka / 100 ha.

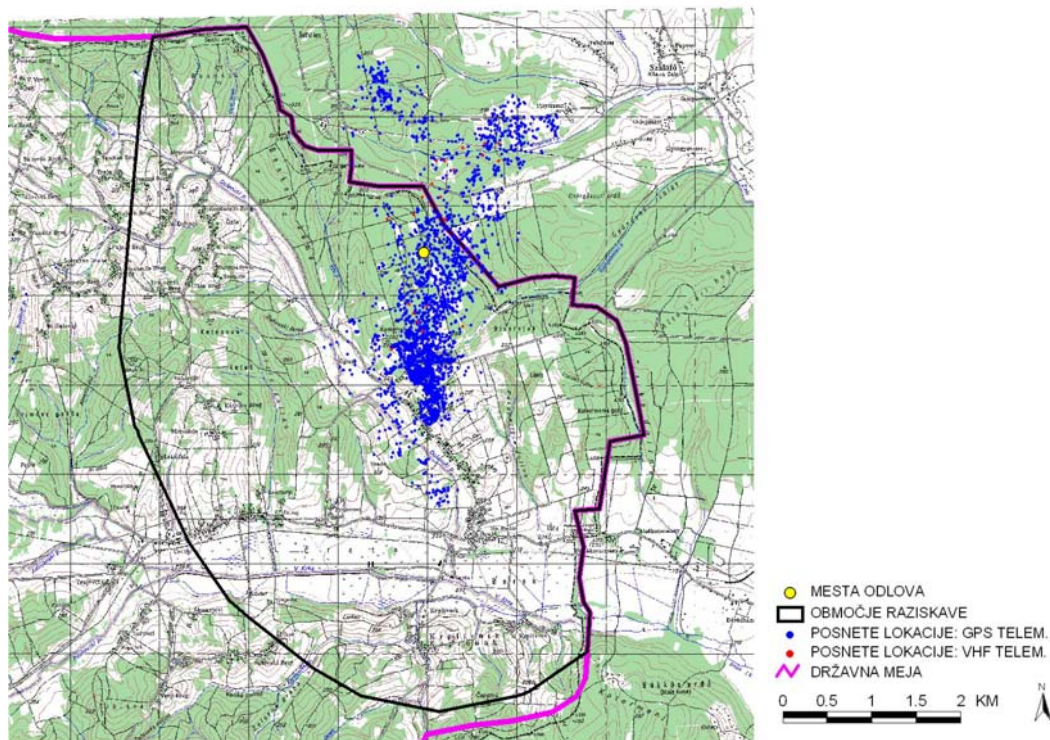
5.1.4 Goričko

Območje raziskave poimenovano Goričko leži v gojitvenem lovišču Kompas-Peskovci v skrajnem severozahodnem delu Slovenije ob meji z Madžarsko nad zaselkom Hodoš ob istoimenskem državnem prehodu. Njegova površina meri slabih 2.900 ha. Na Goričkem smo sprva skušali odloviti in spremljati vzorec jelenjadi, ki bi bil po velikosti primerljiv z drugimi območji raziskave. Vendar pa nam to zaradi objektivnih razlogov ni uspelo. Tako smo tod odlovili in spremljali le dve živali, od katerih smo eno opremili s klasičnim radijskim VHF oddajnikom, drugo pa z GPS sprejemnikom / oddajnikom (Slika 6).

Nadmorska višina raziskovalnega območja znaša od 230 do 330 metrov, v povprečju 280 metrov. Območje se nahaja v vzhodnem delu večjega strnjenega gozda na madžarsko-slovenski meji, ki je z vseh strani obdan z negozdnimi površinami: ekstenzivnimi in intenzivnimi travniki, njivami ter sadovnjaki. Poleg tega je v njem mnogo manjših zaplat negozda. Gozdnatost območja (45 odstotkov) in oddaljenost od najbližje negozdne površine (82 m) sta zato majhni. Površje je blago razgibano. Široki in zaobljeni griči so gosto preprejeni z vlažnimi globokimi jarki. Matično podlago tvorijo pliocenski silikatni peski in prodi (Perko, 1998). Na njih so se razvila kislja rjava tla, ki so zaradi dolgoletnega steljarjenja še dodatno osiromašena.

Klima je značilna subpanonska, z velikimi sezonskimi in dnevno-nočnimi temperaturnimi nihanjem ter malo padavinami. Povprečna letna temperatura v območju je 8,5°C; v njem pade v povprečju 770 mm padavin na leto. Kljub pičlim padavinam je površje zaradi neprepustne podlage gosto preprejeno z manjšimi potočki, ki pa v poletnih vročinah navadno presahnejo. Snega je malo, v povprečju pod 25 cm, in se praviloma ne obdrži dolgo.

Ker so tla zaradi dolgotrajne ekstenzivne kmetijske rabe in silikatne podlage zakisana in sprana, se na njih najboljše uveljavljajo manj zahtevne drevesne vrste kot npr. rdeči bor, ki ponekod gradi tudi čiste sestoje. Njegov delež v skupni lesni zalogi raziskovalnega območja znaša 45 odstotkov. Na dnu vlažnejših dolin lahko čiste sestoje gradi tudi črna jelša. V splošnem pa med listavci prevladuje graden. Bukev, beli gaber in breza so primešani le v manjših deležih. Sestoji v območju so uvrščeni v naslednje združbe: *Quercus*–*Carpinetum pinetosum* in *fagetosum*, *Vaccinium Myrtilli*–*Pinetum tipicum* in *fagetosum* ter *Luzulo*–*Fagetum* (Vektorska karta ..., stanje 2004). Večina jih je za jelenjad prehransko revnih.



Slika 6: Območje raziskave Goričko
 Figure 6: Goričko research area

Zgodovina nastanka sedanje populacije jelenjadi v Prekmurju je drugačna kot drugod po Sloveniji. Tod namreč ni bila ponovno naseljena v oborah in pozneje spuščena v naravo, temveč se je v ta prostor samodejno priselila z Madžarske strani. Adamič (1990) poroča, da so se v lovišču Kompas-Peskovci posamezne živali pojavljale že pred drugo svetovno vojno, pogostnejša pa je postala po drugi svetovni vojni. Glede na neprenehno naraščajočo višino odstrela jelenjadi v zadnjih dvajsetih letih (Slika 2) lahko sodimo, da se njena številčnost v grobem še povečuje.

Goričko se od drugih območij raziskave razlikuje tudi po problematikah upravljanja jelenjadi. Vsaj v ožjem območju raziskave so namreč še bolj kot vplivi jelenjadi na gozd, problematične škode, ki jih ta vrsta divjadi povzroča na kmetijskih kulturah. Jelenjad se tod namreč v veliki meri prehranjuje na obdelovalnih površinah in to ponoči, podnevi pa se zadržuje v gozdnem kompleksu v obmejnem pasu (Adamič, 1990). Poleg tega je v tem prostoru zelo pogosta tudi srnjad. Leta 1975 je bil naseljen še damjak. Podobno kot v drugih delih Slovenije v njem hitro narašča tudi številčnost divjega prašiča, s čimer se problematika škod na kmetijskih kulturah še dodatno povečuje.

5.2 ZBIRANJE IN PRIPRAVA PODATKOV

5.2.1 Telemetrijsko zajemanje podatkov o jelenjadi

5.2.1.1 Odlov jelenjadi

V vseh zgoraj opisanih območjih raziskave smo s telemetrijo snemali lokacije in podatke o točkovni aktivnosti spremljane jelenjadi. Pred začetkom spremljanja smo jih odlovili (anestezirali) in jim namestili telemetrijske ovratnice. Za odlavljanje jelenjadi smo uporabili dve različni tehniki: 1) odlov na prostem (opisano v Jerina, 2003) in 2) odlov z lovskami (opisano v Jerina, 2000).

V okviru naloge se je večino jelenjadi (47 osebkov) odlovalo z uporabo prve od obeh naštetih tehnik. S tehniko prostega odlova je bilo odlovljenih večino spremljanih osebkov na Kočevskem in vsi na Snežniško-javorniškem območju ter na Goričkem. Lovke se je uporabljalo le na območju raziskave Menišija (GL Ljubljanski vrh) in v enem od treh predelov na Kočevskem (GL Žitna gora) in se z njimi odlovalo skupno 7 živali.

Jelenjad smo odlavljali v obdobju sedmih let: v zimah 1996/97 do 2003/04, od sredine decembra do druge tretjine marca, v pozno-večernem času, navadno v snegu. Največ je bilo odlovljene in opremljene z ovratnicami v zimah 1998/99 do 2002/02. Časovni razpored odlova je razviden iz spodnje preglednice (Preglednica 2), prostorska razporeditev odlovnih mest in njihovo število po posameznih območjih raziskave pa s slik 3–6.

Preglednica 2: Časovna dinamika odlova jelenjadi za telemetrijsko spremljanje

Table 2: Temporal dynamics of red deer capturing for telemetry monitoring

Zima	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
Število odlovljenih živali	3	6	11	10	5	9	6	6

Za omamljanje (anestezijo) jelenjadi smo uporabljali t.i. hellabrunsko mešanico (500 mg *Xylazine* /komercialno ime Rompun/ + 400 miligramov *Ketamin* /komercialno ime Ketalar/), z vsebnostjo 125 miligramov xylazina in 100 mg ketamina v 1 ml hellabrunske mešanice (doziranje: 2,5–3 ml za posamezno žival). Strelice z uspavalom smo v živali injecirali s puškami na stisnjen zrak proizvajalca *Dan-Inject*.

Po uspavanju smo živalim okoli vratu namestili klasične VHF radio-telemetrijske oddajnike ovratnice oz. GPS telemetrijske ovratnice. Za vse odlovljene živali smo evidentirali nekatere osnovne podatke: spol, okvirna starost živali (po razvitosti in obrabi zobovja), natančno geografsko lokacijo in datum odlova živali.

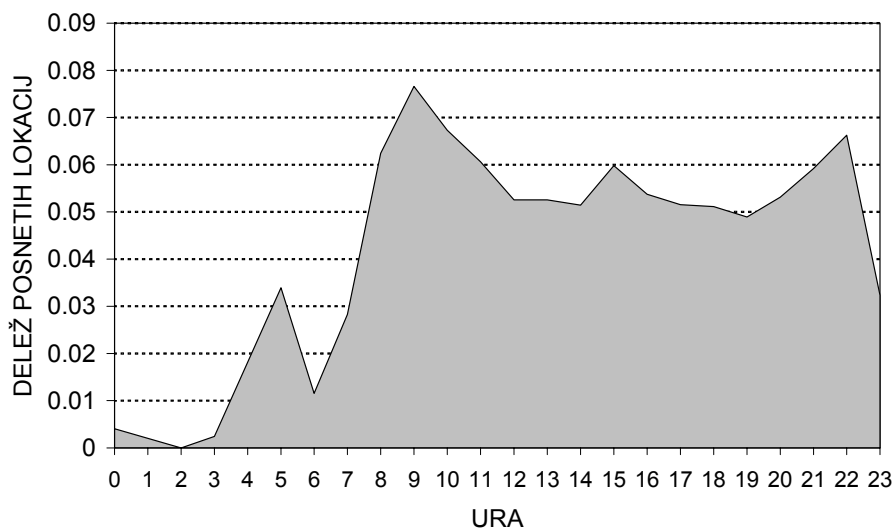
Za odlov jelenjadi oz. izvajanje poskusa na živalih smo pridobili vsa zakonsko predpisana dovoljenja: MKGP, št. dovoljenja 322-08-114/00; VURS, št. dovoljenja 323-35/2004/2.

5.2.1.2 Snemanje lokacij jelenjadi z VHF radio-telemetrijo

Telemetrija na osnovi terestričnega sledenja živali opremljenih s klasičnimi radijskimi visokofrekvenčnimi (VHF) oddajniki je bila do razvoja GPS telemetrijskih sistemov najpogostejše uporabljana in za mnoge živalske vrste tudi najboljša metoda zajemanja podatkov o njihovi prostorski razporeditvi, gibanju in točkovni aktivnosti. Uporabili smo jo tudi v pričujoči nalogi in z njo snemali lokacije in točkovno aktivnost 50 osebkov jelenjadi: 30 košut in 20 jelenov.

Jelenjad smo opremili z ovratnicami z vgrajenimi radijskimi VHF oddajniki v frekvenčnem obsegu 148,00–152,00 MHz (proizvajalca *Wagener, Telemetrieanlagen, Köln in Sirtrack, Landcare, New Zealand*), ki tehtajo 400 oz. 450 gramov. Za snemanje lokacij in točkovne aktivnosti smo uporabljali sprejemnike *Wagener FT-290* (144,00–154,00 MHz) z usmerjenimi (*yagi*) antenami, temeljne topografske načrte (karte TTN) v merilu 1:25.000 in ročne kompase znamke *Silva-Ranger*. Lokacije smo določali s prilagojeno triangulacijsko metodo (opisano v Jerina, 2000).

Posnete lokacije smo odčitali in jih vnesli enotne snemalne obrazce, kamor smo poleg lokacije (v Gauss-Krügerjevem koordinatnem sistemu) vpisovali tudi nekatere druge parametre: točkovna aktivnost živali, čas snemanja, identifikacijsko šifro živali, jakost in smer vetra, debelino snežne odeje, zunanja temperatura, ipd. Točkovno aktivnost živali smo določali glede na frekvenco signala z oddajnika. Oddajniki, ki smo jih uporabljali so bili namreč narejeni tako, da se je frekvenca oddanih signalov spreminjala glede na aktivnost živali.

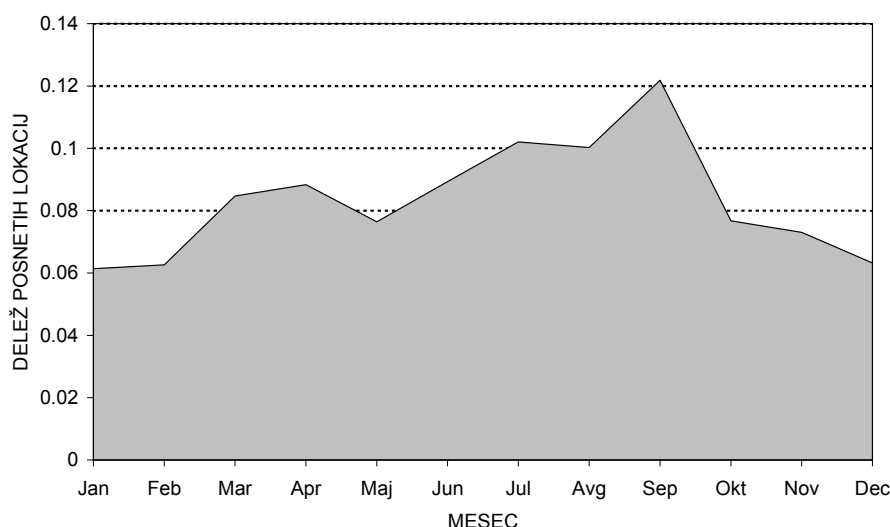


Slika 7: Časovni razpored posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, v 24-urnem ciklu
Figure 7: Temporal distribution of red deer locations recorded with VHF telemetry in 24-hour cycle

Jelenjad smo po odlovu nepretrgoma spremljali, dokler niso njihovi oddajniki odpovedali ali odpadli. Na Snežniško-javorniškem območju so nekatere spremljane osebkje jelenjadi kmalu po odlovu uplenili volkovi ali pa so bili ustreljeni, ko so odšli iz gojitvenega lovišča v sosednje lovske družine. Posamezni osebki so bili tako spremljani od 16 do 1740 dni (v povprečju 703 dni); 13 jih je bilo spremljanih do eno leto, 19 v eno do dve leti, 8 dve do tri leta, 7 tri do štiri leta in štirje osebki dlje kot štiri leta (Priloga A).

Na vseh območjih raziskave z izjemo večjega dela Kočevske smo lokacije spremljanega vzorca jelenjadi praviloma snemali podnevi. Na Kočevskem – na Lovskem vrhu v GL Medved – pa se je spremljanje pogosteje izvajalo tudi v pozno-večernem času in zgodaj ponoči. Če vse zbrane podatke z vseh raziskovalnih območij združimo in analiziramo (Slika 7), lahko ugotovimo, da je bila večina lokacij VHF telemetrijskih spremljav posnetih v dnevnem času, med 8. in 22. uro (92 odstotkov), le malo pa jih je bilo posnetih sredi noči. Preračunano glede na letno se spreminjajoč čas sončnega vzhoda in zahoda jih je bilo 72 odstotkov posnetih podnevi (med sončnim vzhodom in zahodom), druge – to je slaba tretjina – pa ponoči (med sončnim zahodom in vzhodom).

S klasično radijsko telemetrijo zaradi logističnih razlogov skoraj ni mogoče spremljati 24-urne točkovne in gibalne aktivnost živali; vsaj ne dolgo časa. Pač pa je mogoče spremljati živali skozi daljše obdobje in tako dobiti vpogled v sezonske razlike preučevanih parametrov. To je bil tudi eden glavnih prvotnih namenov klasičnih VHF telemetrijskih spremljanj, katerih podatke smo uporabili v pričujoči študiji. Lokacije večine spremljanih živali smo tako določali vsaj enkrat tedensko, povečini na 1 do 5 dni. Kadar katere od živali med rednim obhodom nismo našli, smo snemanje ponovili v naslednjih dneh in se usmerili na iskanje te živali. Tako si dve zaporedno posneti lokaciji praviloma sledita v časovnem obdobju krajšem od sedem dni. Le pozimi, ko so zaradi globokega snega deli nekaterih območij raziskave postali nedostopni, je interval med zaporednimi snemanji za nekatere živali daljši. Mediana števila dni med dvema zaporedno posnetima lokacijama za vse spremljane živali znaša 4 dni; vrednosti za posamezne osebe se gibljejo od 1 do 10 dni (Priloga A). Če vse posnete lokacije vseh spremljanih živali analiziramo glede na mesec snemanja lokacije, lahko ugotovimo, da je bilo v posameznih mesecih posnetih od 700 do 1.300 lokacij (Slika 8). Gostota snemanja lokacij je bila v toplem delu leta sicer večja kot pozimi, vendar pa razlike še zdaleč niso tolikšne kot v 24-urnem ciklu. Število posnetih lokacij je v vseh mesecih dovolj veliko za analize razlik med deli leta.



Slika 8: Časovni razpored posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, v letnem ciklu
 Figure 8: Temporal distribution of red deer locations recorded with the VHF telemetry in annual cycle

Pri radio-telemetrijskem spremljanju živali je najpogostnejši vir grobih napak pri določanju lokacij odboj radijskega signala od terena. V splošnem je velikost napake odvisna tudi od: 1) natančnosti določanja snemalnega mesta, 2) natančnosti določanja smeri iz katere prihaja signal (le-ta pa od izurjenosti snemalca in kakovosti opreme), 3) od oddaljenosti med snemalcem in oddajnikom, 4) od števila meritev ter od kota med izmerjenimi smermi nahajanja oddajnika (Springer, 1979; zbrano v Jerina, 2002). Napaka snemanja je torej manjša, če zna snemalec na podlagi izkušenj izločiti posnete smeri, ki sledijo odboju signala in ne smeri oddajnika; če snemalec lokacijo določi na podlagi čim več posnetih smeri in če se čim bolj približa oddajniku.

V okviru te študije je snemanje na enem območju raziskave s krajšimi izjemami ves čas izvajal en sam snemalec. Pred začetkom snemanja so bili vsi snemalci praktično seznanjeni s postopkom snemanja podatkov. Čeprav pri snemanju nismo uporabili nobene od eksaktnih metod (*Maximum Likelihood estimator*, *Huber estimator*, *Andrews estimator*, ipd.), katerih rezultat je geokodirana lokacija z znano napako oz. verjetnostna elipsa (LOAS, 1998/99) in čeprav nismo ugotovili napake lastnih meritev, lahko na podlagi drugih tovrstnih študij (Springer, 1979; Beier in McCullough, 1990) sodimo, da je srednja napaka posnetih lokacij manjša od 125 metrov. To pomeni, da 250-metrski raster, ki smo ga uporabili pri habitatnih analizah, ni preveč natančen v primerjavi z natančnostjo zajetih podatkov o lokacijah jelenjadi.

Vse posnete lokacije in druge zajete podatke s snemanj smo vnesli v *MS Excel* in jih zatem prenesli v *MS Access* urejevalnik baz. Za kontrolo smo pripravili logične filtre, ki so opozarjali na napake v podatkih. Na koncu smo vnesene lokacije še grafično pregledali in popravili ali odstranili tiste, pri katerih je prišlo do očitnih grobih napak bodisi med določanjem lokacij bodisi med njihovim prenosom v digitalno bazo (npr. posamezna lokacija je bila zelo oddaljena od ostalih, X in Y koordinata zamenjani, ipd.). Skupno smo posneli 11.045 lokacij 50 spremljanih živali. Za posamezni spremljani osebek smo posneli od 5 do 884 lokacij (v povprečju 221).

5.2.1.3 Snemanje lokacij jelenjadi z GPS telemetrijskim sistemom

Uporaba globalnega položajnega sistema (*Global Positioning System*; v nadaljevanju GPS) za telemetrijsko spremljanje aktivnosti živali se od leta 1993, ko je bilo GPS omrežje dokončano in je postalo dostopno tudi za civilno rabo, skokovito povečuje. GPS sprejemnike se uporablja za natančno določanje lokacij stojišč meritev pri klasični VHF radio telemetriji in pri določanju trenutnih lokacij letala med radijsko telemetrijo živali z zraka – bodisi z letal ali s helikopterjev. Ta tehnologija pa je prinesla največji napredek v telemetriji, ko se je GPS sprejemnike začelo nameščati neposredno na spremljane živali za snemanje njihovih lokacij. Tudi sam termin »GPS telemetrija« se praviloma uporablja v tem kontekstu (zbrano v Rodgers, 2001).

Podobno kot klasična radijska VHF telemetrija, tudi GPS telemetrija temelji na uporabi triangulacije. Vesoljski segment GPS sistema – to je 24 satelitov, ki krožijo okoli zemlje v 6 orbitalnih ravninah na oddaljenosti 20.200 kilometrov – nenehno oddaja radijske mikrovalovne signale. Le-ti poleg posebnih kod vsebujejo tudi podatke o legi satelitov in o točnem času. GPS sprejemnik signale beleži in na osnovi razlik časa ob katerem so bili poslani in sprejeti ter poznane hitrosti potovanja signala določi trenutne oddaljenosti

posameznih satelitov od GPS sprejemnika, na osnovi poznanih lokacij satelitov in njihove oddaljenosti pa svojo lokacijo. Za določitev slednje je potreben signal z vsaj 4 satelitov (zbrano v Kopše, 2000).

Ta razlaga je sicer močno poenostavljena, kljub temu pa pomembna za razumevanje omejitev GPS sistema in iz njih izhajajočih možnih virov napak. Sateliti, ki oddajajo signal, so razporejeni tako, da jih je z vsake točke na idealiziranem zemeljskem površju, to je na ravnem neporaščenem terenu, vedno »vidnih« od 5 do 8. Ker visokofrekvenčni signal ne prodira skozi zemljo in ga v določeni meri prekinja, odbija in uklanja tudi vegetacija (npr. krošnje dreves), je v realnih razmerah, ko so ovratnice nameščene na živalih, število »vidnih« satelitov lahko tudi manjše od 4, kar pomeni, da lokacije tedaj ni mogoče določiti.

Študije, v katerih so preučevali uporabnost GPS sistema za spremljanje divjih živali so pokazale, da je delež uspešnih snemanj odvisen od vrste vegetacijskega pokrova in od razgibanosti terena na mestu snemanja lokacije. Rempel in sod. (1995) tako ugotavljajo, da je delež uspešnih snemanj (v nadaljevanju DUS) na odprtem značilno večji kot v gozdu. V gozdu je znašal med 10 in 92 odstotki, na prostem pa 97 odstotkov. Zgradba gozda (višina in temeljnica sestoja, sklenjenost krošenj) je značilno vplivala na DUS, ne pa na točnost posnetih lokacij. Moen in sod. (1996) so namestili GPS ovratnico na losa (*Alces alces*) in preučevali vplive njegove aktivnosti (počitek, prehranjevanje, gibanje) ter lege GPS sprejemnika (njegovega odklona od vodoravne lege) kot tudi rabe različnih tipov vegetacije (odprte površine, gozd), na delovanje GPS ovratnice. Ugotovili so da DUS na odprtem znaša 90, v gozdu pa med 60 in 70 odstotki. Ko so z multivariatnimi statističnimi analizami odstranili vplive vegetacijskega pokrova na DUS, aktivnost živali ni vplivala na uspešnost delovanje GPS sistema. Le ko je bila ovratnica med počitkom spremljane živali močno odklonjena od vodoravne lege, se je DUS nekoliko zmanjšal, vendar je to skupen uspeh snemanj zmanjšalo za manj kot en odstotek. Biggs in sod. (2001) so na osnovi enoletnega spremljanja 10 vaptijev preučevali vplive zgradbe vegetacije v individualnih območjih aktivnosti spremljanih živali na delovanje njihovih GPS ovratnic. Zgradba območij aktivnosti presenetljivo ni bila značilno povezana z DUS lokacij. Le-ta je v povprečju znašal 69 odstotkov.

Točnost posnete lokacije je odvisna od več dejavnikov: od števila vidnih satelitov, njihove trenutne razporeditve v prostoru, vrste GPS sprejemnika, trenutnih vplivov ionosfere na hitrost in pot satelitskega signala, odboja signala od zrcalnih površin (zbrano v Rodgers, 2001). Pred letom 2000, ko je bil signal za civilno rabo še dodatno moten, je znašala srednja napaka ne-korigirane lokacije, posnete z GPS ovratnicami, nekako med 40 do 60 metri; 95 odstotkov vseh posnetih lokacij je imelo napako manjšo od 100 metrov (Rempel in sod, 1995; Moen in sod., 1996). Z uporabo diferencialne korekcije je bilo mogoče srednjo napako zmanjšati na 5 do 10 metrov (Rempel in sod., 1997; Moen in sod., 1997). Po prenehanju motenja signala se je točnost posnetih lokacij tudi brez uporabe diferencialne korekcije močno povečala in se približala prejšnji točnosti korigiranih lokacij. Zato uporaba diferencialne korekcije pri študijah ekologije živali po letu 2000 ni več nujna (Dussault in sod., 2001). Točnost posnetih lokacij namreč zdaj navadno močno presega točnost drugih podatkov, zajetih v analize.

GPS telemetrija ima pred klasično VHF radio-telemetrijo pomembno prednost, da je z njo mogoče posneti zelo veliko zelo točnih lokacij. Hiba tega sistema pa je sistematična

napaka uspeha snemanj lokacij glede na vegetacijske značilnosti mesta snemanja. Vendar se je pri tem treba zavedati, da v realnih razmerah tudi z drugimi telemetrijskimi tehnikami skoraj ni mogoče zbrati podatkov, ki ne bi bili obremenjeni s to napako. North in Reynolds (1996) tako opozarjata, da ima tudi Argos satelitski sistem zaradi odboja in selektivne prepustnosti signala potencialno zelo velik bias glede na značilnosti mesta snemanja lokacije, poleg tega pa je natančnost snemanja s tem sistemom za več kot dva velikostna razreda manjša kot pri GPS telemetriji. Tudi sledenje živali s klasično VHF radio-telemetrijo lahko daje zelo pristranske rezultate, oz. so le-ti veljavni le za določen del dneva in ob specifičnih razmerah, saj se lokacije živali praviloma snema le podnevi in ob dobrem vremenu (Beyer in Haufler, 1994; Rodgers in sod., 1996; Arthur in Schwartz 1999; Schwartz in Arthur, 1999; pričujoča študija). Poleg tega lahko spremljane živali pri VHF telemetriji zaradi stalnih motenj, ki jih povzročajo snemalci, spremene normalne vedenjske vzorce in začno uporabljati drugačen prostor (White in Garrot, 1990; Schwartz in Artur, 1999). Natančnost posnetih lokacij je pri VHF telemetriji za velikostni razred manjša kot pri GPS telemetriji.

Sistematična napaka, ki nastopa bodisi zaradi vpliva zgradbe prostora na uspeh snemanja in točnost posnetih lokacij bodisi zaradi specifične časovne sheme zajemanja podatkov, je torej pri vseh tehnikah zbiranja podatkov o prostorski razporeditvi živali lahko potencialno pomemben vir napake, ki ga je zato treba pri analizah in interpretaciji rezultatov ustrezno upoštevati.

GPS telemetrijo smo uporabili tudi v pričujoči študiji in z njo eno leto spremljali gibanje in točkovno aktivnost štirih odraslih košut na Snežniško-javorniškem območju raziskave (1 košuta), na Kočevskem (2 košuti) in na Goričkem (1 košuta). Pri tem smo uporabili *GPS 3 plus* telemetrijske ovratnice (*Vectronic Aerospace GmbH, Berlin*) s tipali za aktivnost v X in Y smeri (merita pospešek ovratnice v vzdolžni in prečni osi ovratnice), s tipalom za zunanjo temperaturo (nameščeno tik pod vrhom ovratnice), z dvosmernim UKV komunikacijskim kanalom, z VHF oddajnikom, s sistemom za samodejno odpadanje ovratnice po vnaprej določenem času (nastavili smo ga na 54 tednov) in s 3 plus akumulatorji ter z vso podporno strojno (*link manager, handheld terminal + UKV antena*) in programsko (*GPS plus 2.3.3*) opremo za prenos posnetih podatkov od ovratnice do uporabnika.

Ovratnice smo nastavili tako, da so vsako polno uro snemale lokacije spremljanih živali in rezultate sproti shranjevale v notranji mikroprocesorski pomnilnik, ki ohranja posnete podatke tudi ob izpadu napajanja. Tipala za merjenje točkovne aktivnosti in temperature so tovarniško nastavljena tako, da vsakih 5 sekund opravijo meritev in sproti shranjujejo povprečne vrednosti vseh meritev opravljenih v zadnjih petih minutah. VHF oddajnik, ki se napaja iz pomožne baterije, smo nastavili tako, da je deloval nepretrgoma, saj zaradi ločenega napajanja njegovo delovanje ne vpliva na čas delovanja celotnega sistema. Vsake dva meseca smo z VHF sprejemniki po postopku klasične radijske telemetrije poiskali vse štiri spremljane živali in vse posnete podatke prek UKV komunikacijskega kanala prenesli na prenosno sprejemno postajo (*handheld terminal*), iz te pa na osebni računalnik. Po specifikacijah proizvajalca naj bi izbran komplet akumulatorjev ob najslabšem možnem scenariju (vse lokacije so snemane najdaljši možni čas) in opisanih nastavitvah zajemanja in prenašanja podatkov do uporabnika moral zadostovati za nemoteno delovanje sistema v obdobju 56 tednov, torej še dva tedna zatem, ko naj bi ovratnice že odpadle z živali. V tem času naj bi vsaka od ovratnic opravila 9.072 snemanj lokacij spremljane živali (skupaj prek

36.000 lokacij) in 108.864 meritev njene točkovne aktivnosti v X in Y smeri in temperature na zunanji strani ovratnice (skupaj prek 435.000 meritev). Po 54 tednih, ko so oz. naj bi ovratnice samodejno odpadle, smo jih poiskali in vse posnete podatke z ovratnic ponovno prenesli na osebni računalnik.

Vse posnete podatke smo prenesli v *MS Access* urejevalnik baz. Posnete lokacije smo iz UTM geografskega koordinatnega sistema prevedli v lokalni Gauss-Krügerjev koordinatni sistem s programom *Pathfinder Office 2.51*. V GIS okolju smo na osnovi ugotovljenih medsebojnih razdalj med dvema zaporedno posnetima lokacijama in na osnovi podatkov o natančnosti snemanja (podani ob posnetih lokacijah) izločili lokacije, ki so bile očitno posnete z večjo napako. Takih je bilo le nekaj. Rezultati enoletnega delovanja 4 GPS ovratnic so prikazani v spodnji preglednici.

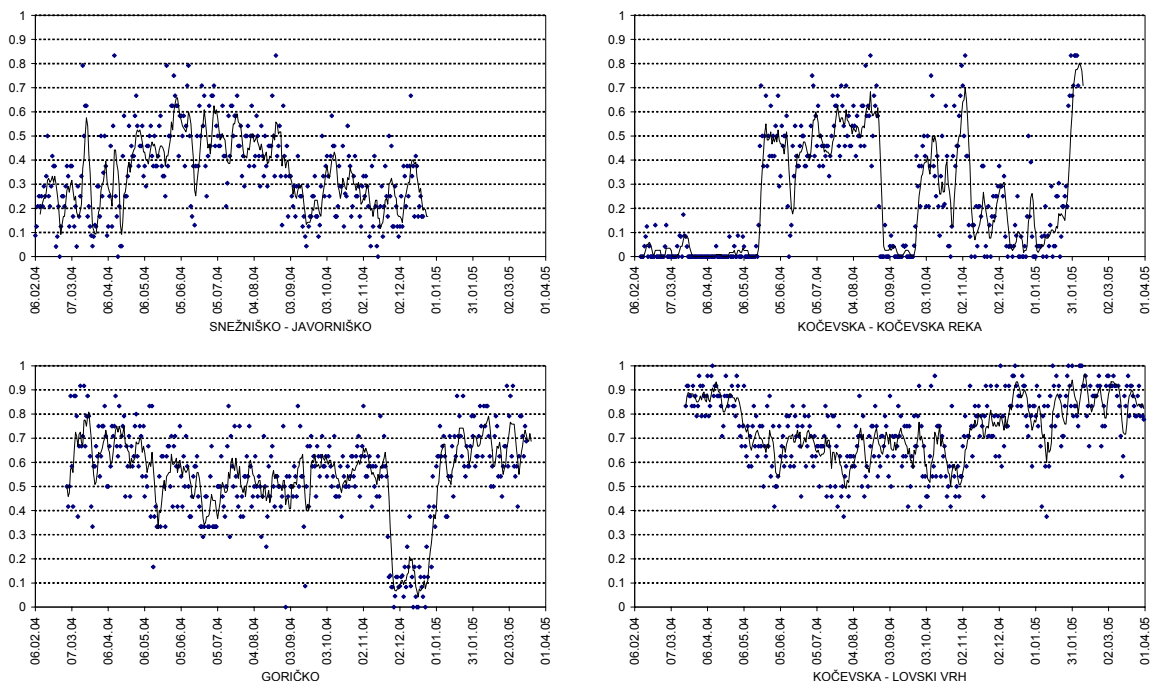
Preglednica 3: Statistike enoletnega delovanja GPS telemetrijskih ovratnic

Table 3: Statistic of one year functioning of GPS telemetry collars

	Snežniško-javorniško	Kočevska - Kočevska Reka	Kočevska - Lovski vrh pri Oneku	Goričko	Skupaj
Obdobje spremljanja	06.02.2004 – 21.12.2004	11.02.2004 – 06.02.2005	18.03.2004 – 31.3.2005	03.03.2004 – 16.03.2005	
Opombe	Ovratnica ni odpadla. Podatkov zadnjih 2 mesecev snemanj ni bilo mogoče posneti z ovratnice	Glavna baterija je odpovedala 17 dni predčasno	Sistem v celoti deloval	Sistem v celoti deloval	
Največje možno število posnetih lokacij (1)	9.072	9.072	9.072	9.072	36.288
Število snemanj lokacij (2)	7.655	8.482	9.072	9.057	34.266
Število posnetih lokacij (3)	2.692	2.065	6.734	4.892	16.383
= (3) / (1) (%)	29,7	22,8	74,2	53,9	45,1
= (3) / (2) (%)	35,2	24,3	74,2	54,0	47,8
Največje možno število posnetih podatkov o aktivnosti živali in zunanji temperaturi na ovratnici (4)	108.864	108.864	108.864	108.864	435.456
Dejansko število posnetih podatkov o aktivnosti in temperaturi (5)	91.872	103.968	108.864	108.864	413.568
= 5/4 (%)	84,4	95,5	100,0	100,0	95,0

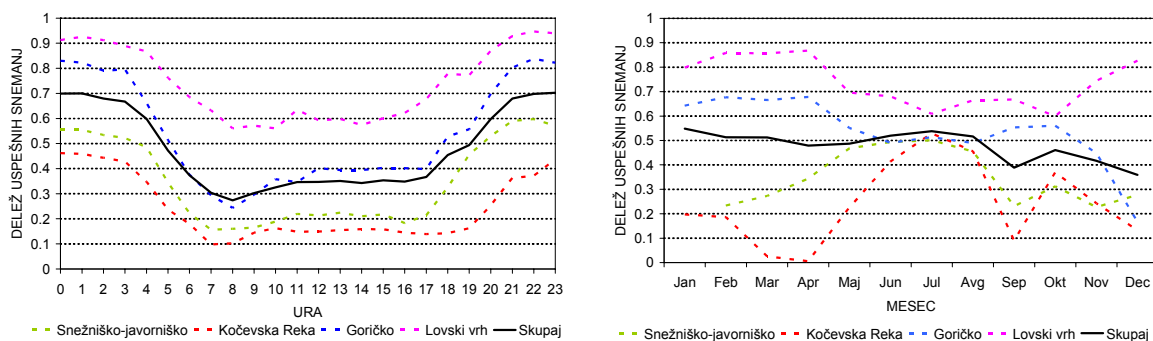
Kljub enaki strojni opremljenosti in isti shemi snemanja podatkov, se je število posnetih lokacij med ovratnicami znatno razlikovalo. Za posamezno spremljano košuto smo posneli od 2.065 do 4.892 lokacij (skupno 16.383 lokacij). Celoletni povprečni DUS je tako znašal od 24 do 74 odstotkov (v povprečju 45 odstotkov) (Preglednica 3). Variiral je tudi med deli dneva in med deli leta. Podnevi (med sončnim vzhodom in zahodom) je znašal od 15 do 60 (v povprečju 34 odstotkov), ponoči pa od 34 do 89 odstotkov (v povprečju 63 odstotkov). Pri vseh štirih spremljanih živalih je bil DUS ponoči značilno večji kot podnevi (najmanjši $\chi^2 = 999$; $df = 1$; $\alpha \ll 0,001$) Različna uspešnost snemanja med dnevom in nočjo je

posledica dnevno-nočnih razlik v rabi prostora jelenjadi in vplivov vegetacije (gozd, negozd) na GPS signal. Ker se podnevi jelenjad zadržuje skoraj izključno znotraj gozda, je število vidnih satelitov praviloma manjše kot ponoči, ko pogosto izstopa na negozdne površine.



Slika 9: Uspešnosti snemanja lokacij jelenjadi z GPS telemetrijskim sistemom. Vsaka točka na grafikonu predstavlja dnevno povprečje uspeha 24 zaporednih snemanj lokacij. Linije ponazarjajo plavajoče sredine snemanj 5 zaporednih dni

Figure 9: Efficiencies of red deer locations recording by the use of GPS telemetry system. Each point on the figure represents daily average success of 24 consecutive location recordings. Lines represent floating averages of five-day consecutive recording



Slika 10: 24-urna (levo) in mesečna povprečna uspešnost (desno) enoletnega snemanja lokacij jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijskim sistemom

Figure 10: 24-hour (left) and monthly (right) average success of red deers' yearlong location recording with GPS telemetry

Uspešnost snemanja lokacij je variirala tudi med sezonami, vendar pa so bile te spremembe v veliki meri individualno pogojene in jih ni mogoče v celoti pojasniti. Najbolj izrazito se je DUS spreminjal pri košuti, ki se je zadrževala blizu Gotenice na območju Kočevske Reke. Nekajkrat v letu je za dlje časa upadel skoraj na nič in potem nenadno narasel. Enkrat se je to pripetilo tudi pri spremljani košuti na Goričkem. Domnevamo, da so takšni

izraziti upadi uspeha snemanja posledica bodisi začasne napačne lege ovratnice (če se le-ta zasuka okoli vratu živali in je GPS antena obrnjena proti tlom, uspeh snemanja upade skoraj na nič) in/ali motenj pri sprejemu GPS signala zaradi bližine motečih virov elektromagnetnega valovanja. V območju aktivnosti spremljane košute v Gotenici je namreč več manjših vojaških objektov z oddajniki različnih frekvenc. Ker so blizu in je njihov signal zato močan, bi lahko motili sprejem satelitskega signala (Robert Schulte, direktor *Vectronic Aerospace GmbH* – proizvajalec GPS opreme, ustno sporočilo). Ostala nihanja v uspehu snemanja, ki so manj stohastična pa so najverjetneje posledica vplivov vegetacije na število »vidnih« satelitov. Pri košuti na Snežniško-javorniškem območju se groba nihanja DUS med sezonami ujemajo s sezonskimi migracijami košute med deli njenega celoletnega življenjskega prostora. Pozimi, ko se je zadrževala v območju z večjim deležem iglavcev v jelovo-bukovih gozdovih z veliko lesno zalogo, je bil DUS precej manjši kot v toplem delu leta, ko se je premaknila na območje, kjer prevladujejo redkejši termofilni gozdovi listavcev. Pri spremljanih košutah na Goričkem in na Lovskem vrhu v raziskovalnem območju Kočevska, ki sta vse leto živeli na območju z znatnim deležem listavcev, pa se sezonsko spreminjanje DUS v grobem ujema s fenološkimi spremembami drevja. Spomladi, ko je drevje olistalo, je DUS upadel, pozno jesen, ko je listje odpadlo, pa narasel (Slika 10).

Tipala za točkovno aktivnost v X in Y smeri in za zunanjo temperaturo so pri vseh štirih spremljanih živalih brezhibno delovala ves čas delovanja ovratnice. Z njimi smo posneli skupno skoraj 414.000 podatkov o vsakem od naštetih spremljanih parametrov.

5.2.2 Zbiranje in priprava podatkov o telesni masi jelenjadi

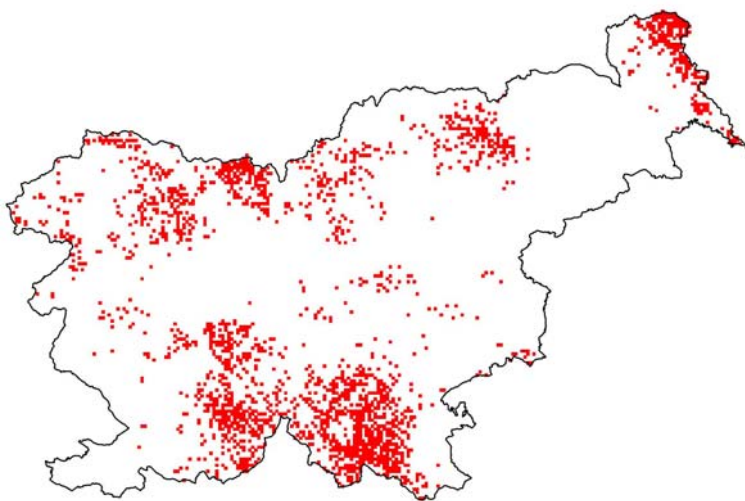
Podatke o telesni masi uplenjene jelenjadi smo zajemali iz t.i. »Osrednjega slovenskega registra velike lovne divjadi in velikih zveri« (Virjent in Jerina, 2004), ki smo ga ustanovili leta 2004. Vanj so vključene vse organizacije, v okviru katerih se v Sloveniji izvaja lov divjadi in velikih zveri (Lovska Zveza Slovenije, Lovišča s posebnim namenom Zavoda za gozdove Slovenije, Triglavski narodni park). Prostorsko naj bi pokrival vso Slovenijo. V njem se od začetka leta 2004 vodi enotna evidenca o vsej uplenjeni ali drugače izločeni (pogin, povoz ipd.) veliki divjadi in velikih zvereh v Sloveniji. Za vsak izločen osebek se zbira podatke o: 1) lovski organizaciji (lovska družina, lovišče s posebnim namenom), 2) biološki vrsti (jelenjad, srnjad, gams, muflon, kozorog, damjak, divji prašič, medved, ris, volk), 3) spolu, 4) neto (brez prebavnih organov in krvi) in transportni (brez notranjih organov, krvi, parkljev in glave) telesni masi, 5) ocenjeni starosti (na leto natančno), 6) trofejni vrednosti (točke, masa), geografski lokaciji (ime lokacije, šifra kvadranta), 7) vrsti izločitve (redni odstrel, povoz, pogin ipd.) in 8) datumu (leto, mesec, dan) njegove uplenitve oz. izločitve.

Za zajemanje podatkov o natančni geografski lokaciji izločitve živali smo za vse lovske družine in lovišča s posebnim namenom pripravili karte (skupno 428 kart) v merilu 1:50.000 z vrisanimi kilometrskimi kvadranti, šifrantom in okvirnimi mejami lovišča ter natančna navodila za odčitavanje in vnos podatkov. Podatki o izločenih živali so se sproti beležili v evidenčne knjige odstrela po lovskih družinah in se po koncu lovnega leta – po komisijских kategorizacijah – vnašali v poenotene podatkovne baze na Zavodu za gozdove Slovenije, po Zvezah lovskih družin Slovenije in na BF, Oddelku za gozdarstvo.

Bistvena prednost omenjenega registra pred starejšim načinom vodenja evidenc o izločeni divjadi in velikih zvereh je velika prostorska natančnost evidentiranega mesta izločitve živali. V njem so podatki namreč prostorsko določeni na nivo kvadranta, ki meri en kvadratni kilometer, prej pa so bili določeni na nivo lovske družine oziroma gojitvenega lovišča.

Po prvem letu od vpeljave registra se je vanj zbralo podatke o 50.600 izločenih osebkih velike divjadi in velikih zveri iz 420 lovskih družin in gojitvenih lovišč, ki skupaj prekrivajo 98,5 odstotka ozemlja Slovenije.

Zaradi možnih napak pri zajemanju, odčitavanju, prepisovanju in končnem vnosu podatkov v digitalno bazo, smo veliko pozornost namenili naknadnemu čiščenju podatkov. V ta namen smo programirali logične filtre, s katerimi smo preverjali, ali se posneti kvadrant mesta izločitve živali prostorsko prekriva z lovsko družino oz. z gojitvenim loviščem, kjer je bila žival izločena. Za ugotavljanje morebitnih napak pri določanju lokacije izločitve živali smo izdelali podatkovno bazo, ki je vsebovala nabor vseh možnih kvadrantov po posameznih lovskih družinah. Izdelali smo jo tako, da smo karto mreže kvadrantov presekali s karto lovskih družin. Nato smo v *Visual Basic 6.3* pripravili program, ki je preverjal, ali se posneti kvadrant izločene živali ujema z naborom vseh možnih kvadrantov za konkretno lovsko družino oz. lovišče s posebnim namenom. Takšnih podatkov je bilo 92 odstotkov od vseh posnetih. Druge smo označili z enolično prepoznavno kodo, jih uvozili v GIS in grafično ponazorili. Ugotovili smo, da se v veliko primerih lokacija posnetega kvadranta in lokacija lovske družine nista ujemali, ker sta bili pri snemanju kvadranta zamenjani X in Y koordinati. Zato smo koordinati vseh kvadrantov, katerih lega se ni ujemala s pripadajočo lovsko družino, zamenjali in zatem ponovno preverili njihovo lego. Po tej korekciji se je lega 98,4 odstotkov (ali 50.600) od vseh posnetih lokacij kvadrantov ujemala z lovskimi družinami oz. z lovišči s posebnim namenom. Pri vseh preostalih podatkovnih nizih o izločenih osebkih, katerih lega kvadranta se tudi po transformaciji ni ujemala z lego pripadajočega lovišča, smo podatke o lokaciji kvadranta odstranili.

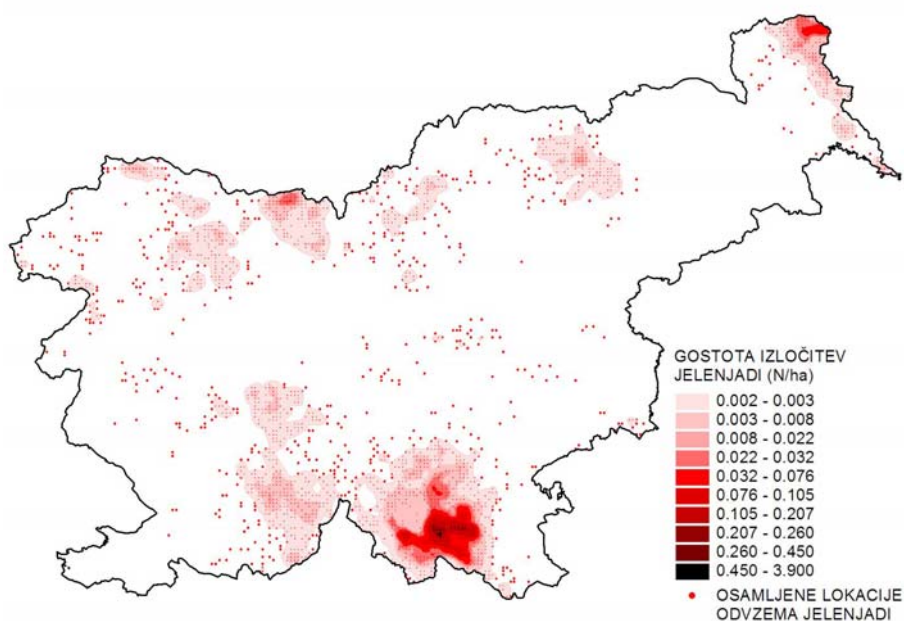


Slika 11: Prostorska razporeditev kilometrskih kvadrantov, v katerih je leta 2004 registrirana vsaj ena izločitev jelenjadi

Figure 11: Spatial distribution of one-kilometer-grids where at least one red deer has been extracted in 2004

Iz te baze smo za pričujočo študijo zajeli podatke o izločeni jelenjadi. Na vsem ozemlju Slovenije je bilo za koledarsko leto 2004 zabeleženih 4.718 izločitev te živalske vrste. Od tega so bila za 4.433 osebkov (ali za 94 odstotkov) posneta tudi mesta njihovih izločitev – kilometrski kvadranti. Vsi kvadranti, v katerih je bila evidentirana vsaj ena izločitev jelenjadi, so prikazani na Sliki 11. V vsej državi jih je takšnih 2.077.

Na osnovi evidentiranih lokacij izločene jelenjadi smo izdelali karto gostote verjetnosti izločitev te živalske vrste v Sloveniji. Iz nje je razvidno, da so lokacije odvzema jelenjadi sicer široko razpršene skoraj po vsej državi, vendar pa so območja, kjer je gostota odvzema višja, razmeroma majhna. Površina območja, na katerem je bilo izločene 95 odstotkov (prek 4.200 osebkov) vse evidentirane izločene jelenjadi v Sloveniji, tako meri le 3.280 kvadratnih kilometrov (fiksna kernelska funkcija: $p = 0,95$) oz. dobrih 16 odstotkov ozemlja države. Območja z večjo gostoto odvzema, torej tudi z večjo populacijsko gostoto jelenjadi so: Kočevska, Snežniško-javorniško območje in Menišija, del Prekmurja ob meji z Madžarsko, zahodni del Kamniško-Savinjskih Alp, Jelovica in Pohorje.



Slika 12: Gostota odvzema jelenjadi v Sloveniji v letu 2004. Najsvetlejši poligon obdaja območje, na katerem je bilo realiziranega 95 odstotkov vsega odvzema jelenjadi

Figure 12: Density of red deer harvest in Slovenia in 2004. The brightest polygon delineates areas where 95 percent of all red deer harvest has been realised

Podatke o odvzemu jelenjadi smo za namen pričujoče študije še dodatno prečistili. Ugotavljali smo: 1) ali je evidentirana neto telesna masa izločenih živali znotraj pričakovanega intervala za to živalsko vrsto pri ocenjeni starosti in spolu osebka, 2) ali se na leto natančno ocenjena starost živali ujema z evidentirano starostno kategorijo.

Za ugotavljanje morebitnih napak pri vnosu podatkov o telesni masi odvzete jelenjadi smo:

- vse osebke istega spola, katerih starost je bila ocenjena na več kot 12 let, združili v eno kategorijo,
- izračunali aritmetično sredino in standardni odklon neto telesne mase (brez krvi in prebavnih organov) za vse starostne kategorije (0–1, 1–2, ... , 11–12, nad 12), ločeno za oba spola (samci, samice; skupno 26 kategorij),
- vse enote po kategorijah standardizirali,
- označili in odstranili vse enote, ki so bile zunaj intervala $0 \pm 2,326$ s.e. (kar ustreza verjetnosti 1 odstotek).

Pri tem smo vedno uporabili podatke o neto telesni masi živali (tj. brez krvi in prebavil). Po obeh zgoraj navedenih čiščenjih in po odstranitvi podatkovnih nizov o izločenih osebkih, pri katerih podatek o njihovi starosti ali spolu ni bil evidentiran, je preostalo 3.920 podatkovnih nizov, ki smo jih uporabili pri končnih analizah vplivov okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi.

5.2.3 Priprava in zajemanje prostorskih podatkov

Geografsko informacijski sistemi (GIS) so v zadnjem desetletju postali najpomembnejše orodje za zajemanje in obdelavo prostorskih podatkov. GIS smo uporabili tudi v pričujoči študiji in v njem pripravili, skladiščili ter vzorčili vse prostorsko opredeljene podatke – tako tiste, ki se nanašajo neposredno na jelenjad (npr. posnete lokacije spremljanih živali, njihova IOA), kot one, ki opisujejo zgradbo njihovega življenjskega prostora. S prekrivanjem plasti odvisnih in neodvisnih spremenljivk in s povzemanjem njihovih vrednosti v rastrskih celicah smo izdelali podatkovne nize za statistične analize v vseh treh glavnih sklopih naloge. Podatkovne plasti neodvisnih spremenljivk smo izdelali na osnovi javno dostopnih, prostorsko opredeljenih digitalnih podatkovnih baz (npr. digitalnega modela reliefa Slovenije, karte rabe kmetijskih zemljišč, vektorske karte gozdnogospodarskih odsekov gozdov v Sloveniji) in prostorsko opredeljenih baz, ki so bile izdelane v okviru pričujoče in predhodnih raziskav v sodelovanju z ZGS in LZS (npr. karta gostote odvzema jelenjadi po loviščih v Sloveniji, karta populacijskih območij jelenjadi v Sloveniji). Podatkovne plasti odvisnih spremenljivk (npr. posnete lokacije, meje IOA, lokacije izločitev živali) pa smo izdelali na osnovi podatkov, ki so bili pridobljeni v okviru pričujoče študije.

V naš GIS smo zajeli okoljske spremenljivke, ki so neposredno ali posredno povezane s kakovostjo ali količino katerega od osnovnih življenjskih virov jelenjadi: hrane, vode, kritja pred nevarnostjo in ekstremnimi abiotскими dejavniki ipd., ali pa spremenljivke, katerih nivo pogojuje pogostnost antropogeno pogojenih motenj, termične lastnosti okolja, ipd., in bi lahko vplivale na porabo energije jelenjadi. Zato bi njihova raven prek pogojevanja skupnega energijskega izkupička osebka jelenjadi lahko vplivala tudi na njegovo rabo prostora, velikosti njegovega IOA in na njegovo telesno maso. Pri izbiri okoljskih spremenljivk smo izhajali iz rezultatov predhodnih lastnih raziskav (Jerina, 2000; Jerina in Adamič, 2002; Jerina, 2003) in iz ugotovitev drugih podobnih raziskav, ki so opisane v poglavju 3.

Uporaba GIS za zajemanja spremenljivk zgradbe prostora ima pred klasičnim načinom zajemanja podatkov, ki temelji zgolj na terenskih meritvah, več prednosti: 1) zajemanje

vrednosti spremenljivk je praviloma cenejše in hitrejše, saj zahteva le kabinetno, ne pa terenskega dela, 2) ugotovljene zakonitosti je mogoče brez dodatnih meritev ekstrapolirati na širši prostor, 3) nekatere spremenljivke, zlasti tiste, ki variirajo na krajinski ravni (npr. oddaljenost od določenega objekta, površine objektov), je s klasičnim pristopom skorajda nemogoče zajeti, 4) ker so postopki izdelave izhodiščnih baz praviloma standardizirani (npr. DMR, *Corine Land Cover*), so rezultati različnih študij lažje primerljivi, 5) ker je zajemanje neodvisnih spremenljivk cenejše in hitrejše, jih je mogoče obravnavati več in s tem problematiko bolj celostno preučiti.

Podatkovne plasti za zajemanje vrednosti neodvisnih spremenljivk smo vedno oblikovali tako, da je bila njihova prostorska ločljivost skladna z ločljivostjo zbranih podatkov o jelenjadi (odvisnih spremenljivk) in namenu analize. Za analize rabe prostora jelenjadi spremljane z GPS telemetrijo smo tako pripravili rastrske podatkovne plasti s 50-metrsko prostorsko ločljivostjo, točkovne, linijske in poligonske vektorske plasti. Za analize rabe prostora jelenjadi spremljane s klasično VHF telemetrijo in za analize zgradbe njenih celoletnih IOA smo izdelali rastrske podatkovne plasti z 250-metrsko prostorsko ločljivostjo. Pri analizah odnosov med telesno maso jelenjadi in okoljskimi dejavniki pa smo vrednosti spremenljivk zajemali iz podatkovnih plasti, ki so imele kilometrsko prostorsko ločljivost in je vsaka rastrska celica teh plasti vsebovala podatek o vrednosti spremenljivke v njeni okolici na površini 3×3 kilometre (ciljna celica in 8 sosednjih), kar se približno ujema s površino celoletnega individualnega območja jelenjadi v Sloveniji (Jerina, 2003; pričujoča študija).

Izhodiščne prostorsko opredeljene baze podatkov iz katerih smo izdelali GIS podatkovne plasti sodijo po razvrstitvi modelov prostora med rastrske (npr. digitalni model reliefa Slovenije, karta jakosti sončnega obsevanja, karta padavin in temperatur) in vektorske modele (About GIS ..., 1998); slednjega lahko delimo še na točkovne (npr. karta krmišč), linijske (ceste, gozdni rob) in poligonske vektorske modele (vektorska karta sestojev, območja aktivnosti jelenjadi). Od oblike izhodiščne podatkovne baze je bila odvisna tudi njena priprava v končno podatkovno plast, iz katere smo neposredno zajemali vrednosti neodvisnih spremenljivk:

- Če je bila izhodiščna podatkovna baza rastrska, smo jo v rastrsko plast primerne prostorske ločljivosti priredili z združevanjem sosednjih rastrskih celic in s hkratnim izračunavanjem njihovih povprečij (kadar smo ločljivost karte zmanjševali), ali pa z uporabo dvodimenzionalne linearne interpolacije (kadar smo ločljivost karte povečevali).
- Pri točkovnih in linijskih elementih smo rastrsko karto spremenljivke izdelali z izračunavanjem horizontalne evklidske razdalje med celicami rastra raziskovalnega območja in najbližjim elementom (točko, linijo). Najprej smo objekte spremenili v rastrsko plast z zelo fino prostorsko ločljivostjo (25 metrov) in izračunali oddaljenosti vseh celic rastra od meja rasteriziranih objektov. Nato smo z združevanjem in izračunavanjem povprečij sosednjih rastrskih celic izdelali rastrsko karto z želeno prostorsko ločljivostjo.
- Način pretvorbe poligonskih vektorskih objektov v rastrske je bil pogojen z ločljivostjo izdelovane podatkovne plasti. 1) Priprava podatkovnih plasti s 50-metrsko prostorsko ločljivostjo za analize lokacij jelenjadi, zbranih z GPS telemetrijo, je temeljila na prekrivanju točkovne vektorske plasti z izhodiščno poligonsko vektorsko plastjo. Za območje raziskave smo pripravili vektorsko točkovno plast s kvadratno razporeditvijo točk, ki so med seboj oddaljene 50 metrov. Z njo smo prekrili izhodiščno poligonsko

vektorsko plast in za lokacije točk povzeli vrednosti vseh spremenljivk. 2) Priprava podatkovnih plasti s prostorsko ločljivostjo manjšo ali enako 250 metrov pa je temeljila na razrezu izhodiščne poligonske vektorske plasti na kvadrante z ustrezno prostorsko ločljivostjo in na agregiranju vrednosti za vse tako nastale kvadrante. Za območje raziskave smo pripravili vektorsko poligonsko plast, ki je bila sestavljena iz kvadratnih poligonov. Dolžina stranice poligonov je ustrezala prostorski ločljivosti končne podatkovne plasti. S to plastjo smo izhodiščno poligonsko plast razrezali na kvadrante in vsakemu od nastalih poligonov pripisali vrednost pripadajočega kvadranta. V naslednjem koraku smo ugotovili površino vseh nastalih poligonov in za vse kvadrante izračunali aritmetične sredine preučevanih spremenljivk, pri čemer smo kot ponder uporabili površino posameznega poligona znotraj kvadranta.

Za pripravo vseh podatkovnih plasti in ekstrahiranje podatkovnih nizov za nadaljnje statistične analize smo uporabili programe *Idrisi 32.2*, *ArcView GIS 3.2* in programe paketa *MS Office 2002*. Nekatere od izhodiščnih baz so zelo velike (npr. karta rabe kmetijskih zemljišč v Sloveniji). Njihovo procesiranje v izvorni obliki bi bilo zato nemogoče ali pa bi z dostopno programsko in strojno opremo trajalo predolgo. Zato smo velike baze praviloma razbili v več manjših, jih obdelali in zatem ponovno združili. V ta namen, in tudi pri končnem vzorčenju podatkov – ekstrahiranju podatkovnih nizov za nadaljnje statistične analize – smo v programu *Macro-Modeler*, ki deluje znotraj programa *Idrisi32.2*, in v programu *MS Visual Basic 6.3* pripravili več manjših modulov in programskih skriptov, s katerimi smo avtomatizirali izvajanje ponavljajočih se operacij / postopkov in tako skupni čas priprave podatkov zmanjšali na sprejemljivo raven.

Izhodiščne prostorsko opredeljene podatkovne baze in postopki, s katerimi smo iz njih izdelali podatkovne plasti za zajemanje vrednosti neodvisnih spremenljivk, so na kratko opisani v podpoglavjih 5.2.3.1 do 5.2.3.6. Vsako od teh podpoglavij obravnava sklop sorodnih okoljskih spremenljivk (npr. reliefne, vegetacijske značilnosti). Seznami konkretnih spremenljivk, ki smo jih uporabili v posameznem od treh sklopov analiz naloge, njihove osnovne značilnosti in okrajšave so podane v podpoglavjih 5.2.3.7 do 5.2.3.7. Te okrajšave smo uporabljali tudi v vseh drugih delih naloge.

5.2.3.1 Relief

Preglednica 4: Podatkovne plasti – relief

Table 4: Data layers – topography

Podatkovna plast	Prostorska ločljivost (m)	Oznaka
Nadmorska višina (m)	50	NDV_50
	250	NDV_250
	1000	NDV_3000
Naklon terena (°)	50	NKL_50
	250	NKL_250
Pestrost naklonov	1000	P_NKL_3000
Pestrost ekspozicij	1000	P_EXP_3000
Največja razlika nadmorskih višin v kvadrantu (m)	1000	NDV_DELTA_3000

Za izdelavo podatkovnih plasti, ki opisujejo reliefne značilnosti območij raziskave smo uporabili »Digitalni model reliefa Slovenije 100 × 100« (Digitalni model ..., 1995). Le-ta podaja nadmorske višine sredin kvadrantov 100-metrске mreže, ki prekriva vso Slovenijo. Iz njega smo izdelali 8 podatkovnih plasti (Preglednica 4).

Rastrske karte nadmorskih višin (NDV_50, NDV_250, NDV_3000) smo izdelali po postopku, ki je opisan v prejšnjem poglavju. Karte se med seboj razlikujejo po prostorski ločljivosti: ločljivost plasti NDV_50 je 50 metrov, ločljivost plasti NDV_250 je 250 metrov, ločljivost plasti NDV_3000 pa 1000 metrov in povzema vrednosti nadmorskih višin v kvadrantu 3 × 3 kilometre. Analogne oznake prostorskih ločljivosti smo uporabili tudi pri izdelanih GIS plasteh drugih spremenljivk.

Za izdelavo podatkovnih plasti pestrost naklonov in ekspozicij (P_NKL_3000 in P_EXP_3000) smo uporabili karto naklonov (NKL_250) in rastrsko karto ekspozicij reliefa z 250-metrsko ločljivostjo. Vse rastrske celice teh dveh kart smo glede na njihovo vrednost ločeno razvrstili v enega od osmih kvartilnih razredov. V naslednjem koraku smo za vsako rastrsko celico na osnovi površinske zastopanosti posameznega razreda spremenljivke v 144 okoliških kvadrantih (znotraj kvadrata 3 × 3 kilometre) izračunali indeks pestrosti (Enačba 1). Z združevanjem 4 × 4 sosednjih rastrskih celic smo ločljivost karte zmanjšali na 1000 metrov.

$$\text{Pestrost} = - \sum_{i=1}^8 (p_n \times \ln(p_n))$$

p_n – površinski delež spremenljivke n

Na »karti razlik nadmorskih višin« (NDV_DELTA_3000) so za vse rastrske celice podane vertikalne razlike med najnižjo in najvišjo točko znotraj kvadranta s stranicami 3 × 3 kilometre. Izdelali smo jo na osnovi izhodiščnega DMR 100 in sicer tako, da smo za vsako rastrsko celico v njeni okolici s stranicami 3 × 3 kilometre poiskali celici z najvišjo in najnižjo nadmorsko višino, obe vrednosti odšteli in razliko pripisali dotični celici. V naslednjem koraku smo z agregiranjem sosednjih celic prostorsko ločljivost karte zmanjšali s 100 na 1000 metrov.

5.2.3.2 Jakost sončnega obsevanja

Preglednica 5: Podatkovne plasti – jakost sončnega obsevanja

Table 5: Data layers – density of solar radiation

Podatkovna plast	Prostorska ločljivost (m)	Oznaka
Jakost sončnega obsevanja	50	SONCE_50
	250	SONCE_250
Pestrost jakosti sončnega obsevanja	1000	P_SONCE_3000

Za izdelavo podatkovnih plasti, ki opisujejo jakost sončnega obsevanja rastrskih celic območij raziskave, smo uporabili rastrsko karto sončnega obsevanja v Sloveniji (Gabrovec, 1996). Karta prikazuje povprečne celoletne jakosti sončnega obsevanja v kvadrantih s stranicami 100 × 100 metrov in prekriva vso Slovenijo. Narejena je bila na osnovi DMR

Slovenije in iz njega izpeljanih naklonov in ekspozicij ter nekaterih klimatoloških podatkov z merilnih postaj po Sloveniji. Na osnovi te karte smo izdelali 3 podatkovne plasti (Preglednica 5) in pri tem uporabili enake postopke kot pri izdelavi podatkovnih plasti, ki opisujejo reliefne značilnosti območij raziskave (podpoglavje 5.2.3.1).

5.2.3.3 Vegetacija

Pri izdelavi podatkovnih plasti, ki opisujejo vegetacijske značilnosti in zgradbo gozdov v območjih raziskave, smo uporabili tri podatkovne baze: 1) Vektorsko karto rabe kmetijskih zemljišč (Vektorska karta ..., 2002), 2) Karto odsekov gozdov v Sloveniji – stanje 2004 (Vektorska karta ..., 2004) in 3) podatkovno bazo Popis gozdov – stanje 1990 (Popis gozdov ..., 1990).

Preglednica 6: Klasifikacija karte rabe kmetijskih zemljišč

Table 6: Classification of agricultural land use map

Izhodišni tipi rabe tal		Nova klasifikacija	
Nivo 1	Nivo 2	Raba 1	Raba 2
1. Kmetijska zemljišča	1100 Njive in vrtovi	1	A
	1211 Vinogradi	1	A
	1221 Intenzivni sadovnjaki	1	A
	1222 Ekstenzivni sadovnjaki	1	A
	1240 Ostali trajni nasadi	1	A
	1310 Intenzivni travniki	1	A
	1321 Barjanski travniki	1	A
	1322 Ekstenzivni travniki	1	A
	1410 Zemljišča v zaraščanju	2	B
	1420 Plantaže gozdnega drevja	3	B
	1500 Mešana raba zemljišč-kmetijska zemljišča in gozd	2	B
2. Gozd in ostale poraščene površine	2000 Gozd in ostale poraščene površine	3	B
3. Pozidana in sorodna zemljišča	3000 Pozidana in sorodna zemljišča	4	A
4. Odprta zamočvirjena zemljišča	4100 Barje	4	A
	4210 Trstičja	4	A
	4220 Ostala zamočvirjena zemljišča	4	A
5. Suha odprta zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom	5000 Suha odprta zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom	4	A
6. Odprta zemljišča brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	6000 Odprta zemljišča brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	4	A
7. Vode	7000 Vode	4	A
Legenda: Raba 1, nove kategorije: 1 – kmetijske površine, 2 – površine v zaraščanju, 3 – gozd, 4 – ostalo Raba 2, novi kategoriji: A – negozdne površine, B – gozd			

Vektorska karta rabe kmetijskih zemljišč je bila izdelana z ekransko digitalizacijo digitalnih ortofoto posnetkov Slovenije v merilu 1:5000, ki so bili zajeti v obdobju od 1995–2001. Prikazuje 21 kategorij rabe tal (npr. njive in vrtovi, vode, barja), ki so hierarhično združene v 7 krovnih (npr. kmetijska zemljišča, gozd in ostale poraščene površine). Iz nje smo izdelali 20 podatkovnih plasti (Preglednica 7), iz katerih smo v vseh

treh glavnih sklopih analiz zajemali podatke o vrsti vegetacijskega pokrova oz. o deležih posameznih oblik rabe tal in skupni dolžini ter oddaljenosti najbližjega gozdnega roba. Izhodiščna vektorska karta ločuje 21 kategorij rabe tal, ki z vidika izbire habitata pri jelenjadi niso vse enako pomembne oz. njihova ločena obravnava v analizah ni smiselna. Zaradi lažje interpretacije in večje preglednosti rezultatov smo jih zato združili v 4 (1. gozd, 2. površine v zaraščanju in mešana raba gozd-negozd, 3. kmetijska raba tal, 4. ostalo) oz. v 2 kategoriji (1. gozd, 2. negozd) (Preglednica 6), skladno z namenom analiz. Pri tem smo upoštevali površinsko zastopanost kategorije in njen vpliv na jelenjad glede na količino in kakovost v njej dostopne hrane in nudenja kritja pred nevarnostjo. Način razvrščanja izhodiščnih kategorij rabe tal v nove kategorije, ki smo jih uporabili pri izdelavi posameznih podatkovnih plasti, je razviden iz preglednic 6 in 7.

Preglednica 7: Podatkovne plasti – raba tal

Table 7: Data layers – land use

Podatkovna plast	Prostorska ločljivost (m)	Oznaka	Klasifikacija osnovne baze*
Raba tal (4 kategorije)	50	RABA_50	Raba 1
Delež gozda	250	DEL_GOZD_250	Raba 1
	1000	DEL_GOZD_3000	Raba 1
Delež površin v zaraščanju	250	DEL_SUKC_250	Raba 1
	1000	DEL_SUKC_3000	Raba 1
Delež kmetijskih površin	250	DEL_KMET_250	Raba 1
	1000	DEL_KMET_3000	Raba 1
Delež ostalih oblik rabe tal	250	DEL_OSTALO_250	Raba 1
	1000	DEL_OSTALO_3000	Raba 1
Delež negozdnih oblik rabe tal v 250-m kvadrantu	50	NEG_50_250	Raba 2
Delež negozdnih oblik rabe tal v 750-m kvadrantu	50	NEG_50_750	Raba 2
	250	NEG_250_750	Raba 2
Delež negozdnih oblik rabe tal v 1250-m kvadrantu	50	NEG_50_1250	Raba 2
	250	NEG_250_1250	Raba 2
Oddaljenost od najbližjega gozda	50	ODD_GOZD_50	Raba 2
	250	ODD_GOZD_250	Raba 2
	1000	ODD_GOZD_3000	Raba 2
Oddaljenost od najbližjih negozdnih površin	50	ODD_NEGOZD_50	Raba 2
	250	ODD_NEGOZD_250	Raba 2
	3000	ODD_NEGOZD_3000	Raba 2
Dolžina gozdnega roba	250	ROB_250	Raba 2
	1000	ROB_3000	Raba 2
Legenda: Klasifikacija osnovne baze*: Raba 1 – izhodiščne kategorije rabe tal so razvrščene v štiri nove (glej tudi preglednico 6), Raba 2 – izhodiščne kategorije rabe tal so razvrščene v dve novi (glej tudi preglednico 6)			

Vse podatkovne plasti, ki opisujejo deleže posameznih kategorij rabe tal v rastrskih celicah (npr. NEG_50_250) oz. kategorijo rabe tal (RABA_50), smo izdelali po postopkih, ki so opisani v poglavju 5.2.3 in sicer tako, da smo izhodiščno vektorsko poligonsko plast najprej prevrstili v novo plast, ki je vsebovala le dve oz. štiri oblike rabe tal, ter jo nato prostorsko prekrili z vektorsko točkovno plastjo oz. jo razrezali na kvadrante. Vektorsko karto rabe tal, ki ločuje dve

kategoriji (gozd, negozd), izdelano s prekategorizacijo izhodiščne karte, smo uporabili tudi za izdelavo podatkovnih plasti, ki opisujejo dolžino in oddaljenost od najbližjega gozdnega roba. Vendar smo jo morali pred končno obdelavo še ustrezno prilagoditi: izločiti ceste, ki sekajo gozd, sicer bi tudi te tvorile gozdni rob, kljub temu, da so večinoma široke le nekaj metrov. To smo naredili tako, da smo okoli vseh poligonov, ki oklepajo gozd, zgradili pas s premerom 8 metrov, ga presekali s poligonom cestnih teles in presek obeh poligonov prekategorizirali v gozd. V novi karti smo nato odstranili meje med vsemi poligoni, ki se stikajo in sodijo v isto kategorijo rabe tal, ter nastalo plast uporabili za izdelavo vseh podatkovnih plasti, ki se nanašajo na gozdni rob in pri tem uporabili postopke, ki so opisani v poglavju 5.2.3.

Za površine, ki so bile v karti rabe kmetijskih zemljišč izločene kot gozd, smo izdelali tudi podatkovne plasti, ki opisujejo notranjo zgradbo gozda. Pri tem smo uporabili Karto odsekov gozdov v Sloveniji – stanje 2004 in podatkovno bazo »Popis gozdov – stanje 1990«. Avtor obeh baz je Zavod za gozdove Slovenije.

Karta odsekov gozdov v Sloveniji je vektorska. Z nje smo pridobili podatkovne plasti o lesni zalogi sestojev in volumskemu deležu iglavcev s podobnimi postopki, kot smo jih uporabili pri obdelavi vektorske karte rabe kmetijskih zemljišč. V rastrskih celicah, ki so vsebovale tudi negozdne površine, se lesna hektarska zaloga in delež iglavcev nanašata le na površine prekrite z gozdom.

Za izdelavo kart deležev razvojnih faz sestojev in gozdnih združb smo uporabili podatke popisa gozdov Slovenije iz leta 1990. Starejši popis smo morali vključiti, saj razvojne faze in združbe v novejši vektorski karti sestojev še niso povsod določene. Pri popisu gozdov iz leta 1990 meje odsekov ali sestojev niso digitalizirane, pač pa je za vsak odsek podan centroid v Gauss-Krügerjevem koordinatnem sistemu. Na podlagi prostorske razmestitve centroidov smo s pomočjo Thiessenovih poligonov izrisali vplivna območja posameznih odsekov. Pri tem smo uporabili vektorski poligonski model prostora. Vsem centroidom smo pripisali pripadajočo površino. Znotraj te površine so vsi atributi odsekov konstantni. Odseke, katerih centroidi so ležali na točkah z istimi koordinatami, smo v nadaljnji analizi obravnavali združeno. V tem primeru smo površini, ki je pripadala posameznemu odseku (oz. več odsekom z istim centroidom), pripisali ponderirane povprečne vrednosti odsekov, pri čemer smo kot ponder uporabili površino odseka.

Preglednica 8: Klasifikacije razvojnih faz sestojev oz. gojitvenih oblik gozda

Table 8: Classification of forest stand development stages and of silviculture types

Popis sestojev: Šifra in naziv faze	Nova klasifikacija: Šifra in naziv razreda
01 mladovje	1 mladovje
02 mlajši drogovnjak	2 drogovnjaki
03 starejši drogovnjak	
04 debeljak	4 debeljak
05 pomlajenec	6 sestoji v pomlajevanju in prebiralni gozdovi
06 prebiralni gozd	
07 panjevec	7 ostale oblike gozda
08 opuščeni panjevec	
09 listnik, steljnik	
10 grmišče	

V popisu iz leta 1990 so sestoji razdeljeni v deset različnih faz in oblik gospodarjenja. Zaradi lažje interpretacije smo jih z naknadnim združevanjem razvrstili v pet razredov (Preglednica 8). Pri tem smo upoštevali njihove značilnosti in pogostnost: oblike sestojev podobne po produkciji fitomase, primerne za prehrano jelenjadi ali po dostopnosti varnostnega, termičnega ali kritja za prestrezanja snega smo združili v eno skupino (skladno z Nyberg, 1990). Tako klasifikacijo osnovne baze smo uporabili pri pripravi podatkovnih plasti za analize rabe prostora. Za analize velikosti IOA in telesne mase pa smo 10 izhodiščnih kategorij z združevanjem razvrstili le v dve, ki sta si po prehranski ponudbi najbolj kontrastni: 1) drogovnjaki in debeljaki, 2) drugo. Na osnovi tako pripravljenih podatkov smo izdelali vse podatkovne plasti, ki opisujejo deleže posameznih razvojnih faz oz. oblik gospodarjenja z gozdom in karti, ki opisujeta pestrost pojavljanja različnih združb gozda v območjih raziskave (pestrost združb in število združb v kvadrantih 3×3 kilometre). Karto pestrosti gozdnih združb smo izdelali po enakem postopku in z uporabo iste enačbe (Enačba 1), kot pri izračunu pestrosti nagibov in ekspozicij, le da izhodiščnih podatkov pred izračunom indeksa ni bilo treba razvrščati, saj je vrsta gozdne združbe za razliko od nagiba in ekspozicije že atributivni znak.

Preglednica 9: Podatkovne plasti – zgradba gozda

Table 9: Data layers – forest structure

Podatkovna plast	Prostorska ločljivost (m)	Oznaka
Hektarska lesna zaloga sestojev	50	LZ_SEST_50
	250	LZ_SEST_250
	1000	LZ_SEST_3000
Delež iglavcev v skupni lesni zalogi	50	DEL_IGL_50
	250	DEL_IGL_250
	1000	DEL_IGL_250
Delež mladovij	50	DEL_MLD_50
	250	DEL_MLD_250
	1000	DEL_MLD_3000
Delež drogovnjakov	50	DEL_DRG_50
	250	DEL_DRG_250
	1000	DEL_DRG_3000
Delež debeljakov	50	DEL_DEB_50
	250	DEL_DEB_250
	1000	DEL_DEB_3000
Delež sestojev v pomlajevanju in prebiralnih gozdov	50	DEL_POM_50
	250	DEL_POM_250
	1000	DEL_POM_3000
Delež ostalih oblik gozda	50	DEL_OST_SEST_50
	250	DEL_OST_SEST_250
	1000	DEL_OST_SEST_3000
Delež drogovnjakov in debeljakov	250	DEL_DRG_DEB_250
Število gozdnih združb	1000	ZDR_3000
Pestrost gozdnih združb	1000	P_ZDR_3000

5.2.3.4 Ceste in naselja

Za območja raziskave smo izdelali tudi podatkovne plasti, ki prikazujejo oddaljenosti rastrskih celic od najbližjega naselja in cest. Na osnovi teh plasti smo posredno preučevali vplive motenj, ki so povezane s človekovo prisotnostjo in aktivnostmi v gozdu, kot so delo v gozdu, rekreacija, promet ipd. (Jerina, 2003). Za izdelavo podatkovnih plasti smo uporabili 3 vektorske karte: vektorsko linijsko karto cestnega omrežja v Sloveniji (Vektorska linijska ..., 2004), vektorsko linijsko karto gozdnih prometnic (OE Ljubljana, Postojna, Kočevje, Novo Mesto, Murska Sobota) in vektorsko poligonsko karto naselij Slovenije (Statistični GIS ..., 1999). Iz prve od naštetih baz smo izdelali skupini podatkovnih plasti »Oddaljenost od najbližje glavne ceste« in »Oddaljenost od najbližje ceste javnega pomena« (Preglednica 10). Med seboj se razlikujeta po kategorijah cest, ki jih zajemata. Prva zajema samo najpomembnejše ceste (avtoceste, magistralne ceste, regionalne ceste), druga pa tudi lokalne. Za območja telemetrijskih spremljav jelenjadi smo pridobili tudi vektorske karte gozdnih prometnic in iz njih pripravili dve podatkovni plasti (ODD_CESTA_VSE_50, 250). Za izdelavo podatkovnih plasti »Oddaljenost od najbližjega naselja« smo uporabili karto naselij Slovenije v merilu 1:50.000.

Preglednica 10: Podatkovne plasti – ceste in naselja

Table 10: Data layers – roads and settlements

Podatkovna plast	Prostorska ločljivost (m)	Oznaka
Oddaljenost od najbližje ceste	50	ODD_CESTA_VSE_50
	250	ODD_CESTA_VSE_250
Oddaljenost od najbližje ceste javnega pomena	50	ODD_CESTA_JAVNA_50
	250	ODD_CESTA_JAVNA_250
	1000	ODD_CESTA_JAVNA_3000
Oddaljenost od najbližje glavne ceste	1000	ODD_CESTA_GL_3000
Oddaljenost od najbližjega naselja	50	ODD_NASELJE_50
	250	ODD_NASELJE_250
	1000	ODD_NASELJE_3000

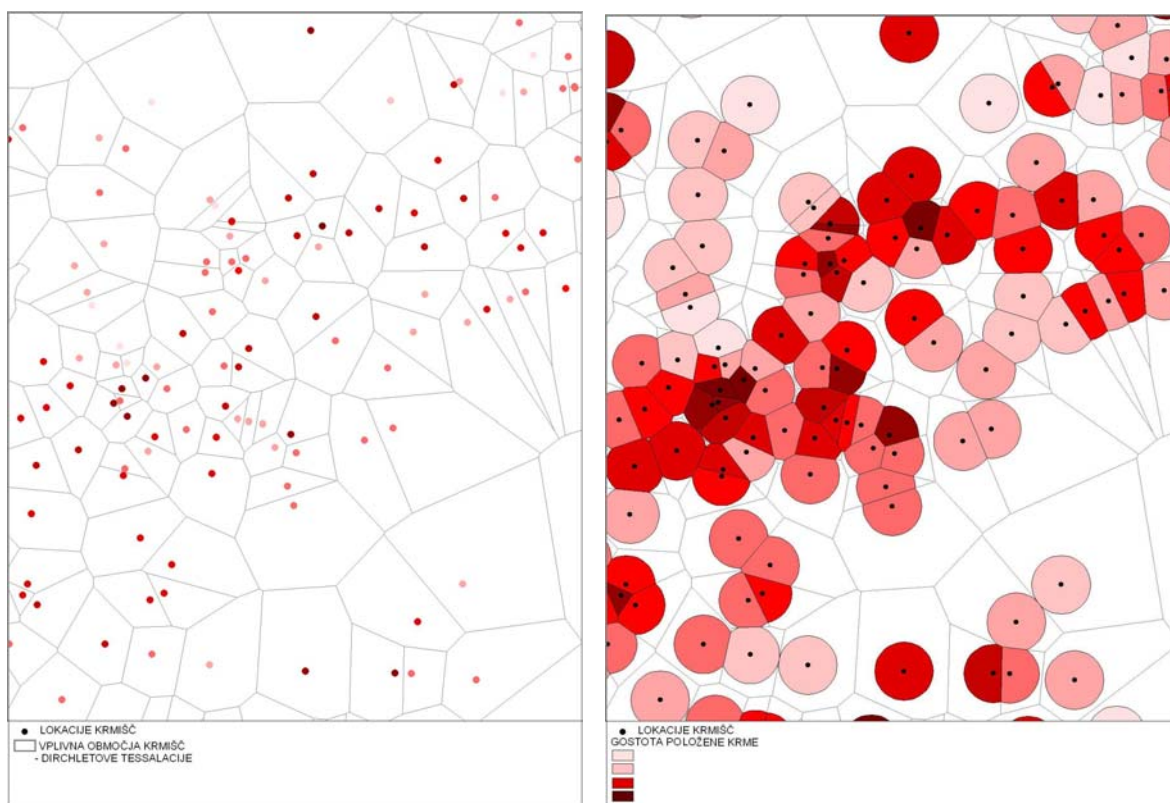
5.2.3.5 Zimsko dopolnilno krmljenje

Za izdelavo podatkovnih plasti, ki ponazarjajo prostorsko razporeditev krmišč in intenzivnost krmljenja v območjih raziskave smo uporabili podatkovno bazo »Mreža krmišč v Sloveniji – stanje 2004«. Izdelali so jo na ZGS v sodelovanju z LZS. Baza vsebuje podatke o: 1) geografski lokaciji krmišča (X in Y koordinata), 2) ciljni vrsti divjadi, 3) vrsti krmišča (senik, krmilni valj, itn.), 4) namenu krmljenja (zimsko, odvrčalno, itn.), 5) vrsti prevladujoče krme (seno, silaža, itn.) in 6) okvirni količini položene krme (t/leto). Po enotnih kriterijih je bila izdelana za vso Slovenijo.

Na osnovi podatka o vrsti krme, vrsti krmišča in vrsti ciljne divjadi smo iz izhodiščne baze izločili podatkovne nize o krmiščih, ki niso namenjena jelenjadi in naj jih le-ta ne bi uporabljala (npr. mrhovišča, krmišča za malo divjad). Vse preostale podatkovne nize smo uvozili v GIS in na njihovi osnovi izdelali 7 podatkovnih plasti (Preglednica 7).

Podatkovne plasti, ki ponazarjajo oddaljenost rastrskih celic od najbližjega krmišča in gostoto krmišč po rastrskih celicah, smo izdelali na osnovi podatkov o lokacijah krmišč po postopkih, ki so okvirno opisani v poglavju 5.2.3 in jih zato tu ne bomo posebej razlagali.

Podatkovni plasti, ki ponazarjata gostoto položene krme (KRM_KG_250, KRM_KG_3000), smo izdelali na osnovi podatkov o količini položene krme po posameznih krmiščih in njihovi prostorski razporeditvi. Pri tem smo upoštevali, da je vplivno območje posameznega krmišča prostorsko omejeno z največjo razdaljo, s katere jelenjad to krmišče še obiskuje. Če je neko krmišče od nekega osebka preveč oddaljeno, ga le-ta namreč ne uporablja. V predhodni raziskavi, ki je temeljila na uporabi klasične VHF telemetrije, smo ugotovili, da znašajo vplivna območja krmišč za jelenjad okoli 1.500 metrov (Jerina, 2003). To razdaljo smo uporabili kot mejno v pričujoči študiji. S Thiessenovimi poligoni smo izrisali vplivna območja posameznih krmišč (Slika 13, levo) in nato izločili vse površine, ki so od najbližjega krmišča oddaljena več kot 1.500 metrov. V naslednjem koraku smo izračunali, kolikšno vplivno območje pripada posameznemu krmišču in ga delili s količino krme, položene na tem krmišču, ter tako izdelali vektorsko poligonsko karto gostote položene krme (Slika 13, desno). Na njeni osnovi smo po standardiziranih postopkih izdelali obe končni podatkovni plasti.



Slika 13: Lokacije in vplivna območja krmišč (levo) ter vektorska poligonska karta gostote položene krme (desno)

Figure 13: Locations and influencial areas of feeding places (left) and vector polygon map of density of provided supplemental food (right)

Preglednica 11: Podatkovne plasti – krmišča

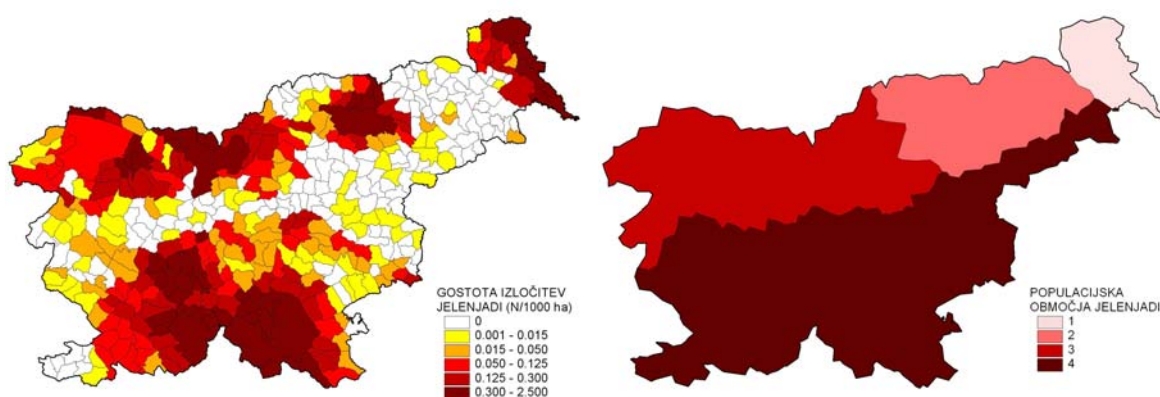
Table 11: Data layers – supplemental feeding places

Podatkovna plast	Prostorska ločljivost (m)	Oznaka
Oddaljenost od najbližjega krmišča (m)	50	ODD_KRM_50
	250	ODD_KRM_250
	1000	ODD_KRM_3000
Gostota krmišč (N / km ²)	250	KRM_N_250
	1000	KRM_N_3000
Gostota položene krme (t / km ²)	250	KRM_KG_250
	1000	KRM_KG_3000

5.2.3.6 Populacijska območja in gostota odvzema jelenjadi

Za izdelavo kart, ki opisujejo gostoto odvzema jelenjadi in meje njenih populacijskih območij po Sloveniji smo uporabili: 1) vektorsko karto meja lovišč in podatke o odstrelu in drugih vrstah evidentiranih izločitvah jelenjadi v Sloveniji za obdobje zadnjih 6 let, ki so jih pripravili na ZGS v sodelovanju z LZS, 2) podatke o odvzemu jelenjadi za leto 2004 iz »Osrednjega Slovenskega registra velike lovne divjadi in velikih zveri«, ki so opisani v poglavju 5.2.2.

Podatkovni plasti, ki ponazarjati okvirno gostoto odvzema jelenjadi (ODSTREL_LD_250 in ODSTREL_LD_3000) v obdobju zadnjih 6 let smo izdelali tako, da smo za vsa lovišča izračunali povprečno letno število odvzema jelenjadi in s presekom karte meja lovišč in karte maske gozda (iz karte rabe kmetijskih zemljišč) ugotovili skupno površino gozda v lovišču. V naslednjem koraku smo za vsa lovišča povprečno število izločene jelenjadi delili s površino gozda in izračunane kvociente pripisali poligonom, ki znotraj lovišč označujejo meje površin, pokritih z gozdom. Na osnovi dobljene vektorske poligonske karte smo izdelali obe končni podatkovni plasti.



Slika 14: Povprečna letna gostota odvzema jelenjadi po loviščih v Sloveniji v obdobju 1998–2004 (levo) in populacijska območja jelenjadi (desno)

Figure 14: Average annual density of extracted red deer in Slovenia within the period 1998–2004 (left) and populations' ranges of red deer (right)

Podatkovne plasti, ki prikazujejo populacijska območja jelenjadi v Sloveniji, smo izdelali na osnovi karte gostote izločitvah jelenjadi po loviščih z vizualno razvrstitvijo. Pri tem smo

upoštevali poročila o poteku ponovnih naselitev jelenjadi na območju današnje RS ob koncu 19. stoletja in njenem poznejšem prostorskem širjenju (Adamič, 1990; Behin, 1997; August, 1998; Muznik, 1999; Polanc, 2001). V eno območje smo združili lovišča, v katerih jelenjad izvira iz naselitve z enega območja ali pa lovišča z jelenjadjo, ki izvira iz več med seboj že spojenih naselitenih jeder. Ozemlje Slovenije smo tako okvirno razdelili na 4 populacijska območja jelenjadi (Slika 14): 1) Prekmurje, 2) Pohorje, 3) Alpe in Karavanke in 4) južna Slovenija.

Preglednica 12: Podatkovne plasti – populacijska območja in gostota odvzema jelenjadi

Table 12: Data layers – population ranges and density of harvested red deer

Podatkovna plast	Prostorska ločljivost (m)	Oznaka
Gostota izločitev jelenjadi v loviščih v obdobju zadnjih 6 let	250	ODSTREL_LD_250
	1000	ODSTREL_LD_3000
Gostota izločitev jelenjadi v zadnjem letu po »Osrednjem slovenskem registru velike lovne divjadi in velikih zveri«	250	ODSTREL_REG_250
	1000	ODSTREL_REG_3000
Populacijska območja jelenjadi (atributivni znak)	1000	JEL_OBM_3000

5.2.3.7 Klima

Za izdelavo treh podatkovnih plasti, ki ponazarjajo prostorsko variiranje osnovnih klimatskih parametrov v Sloveniji, smo uporabili rastrsko karto povprečne celoletne temperature in količine padavin s 100-metrsko prostorsko ločljivostjo, ki so ju izdelali na Agenciji Republike Slovenije za okolje: na Uradu za meteorologijo. Karti sta modela. Izdelani sta bili s kriging interpolacijami (po postopkih opisanih v Kastelec, 1999, 2001) georeferenciranih podatkov z merilnih klimatskih postaj po Sloveniji. Pri tem so bile kot kovariate upoštevane reliefne spremenljivke in oddaljenost od morja.

Preglednica 13: Podatkovne plasti – klimatske spremenljivke

Table 13: Data layers – climate variables

Podatkovna plast	Prostorska ločljivost (m)	Oznaka
Povprečna celoletna temperatura	250	TEMP_250
	1000	TEMP_3000
Povprečna celoletna količina padavin	1000	PADAVINE_3000

5.3 ANALIZE PODATKOV

5.3.1 Raba prostora

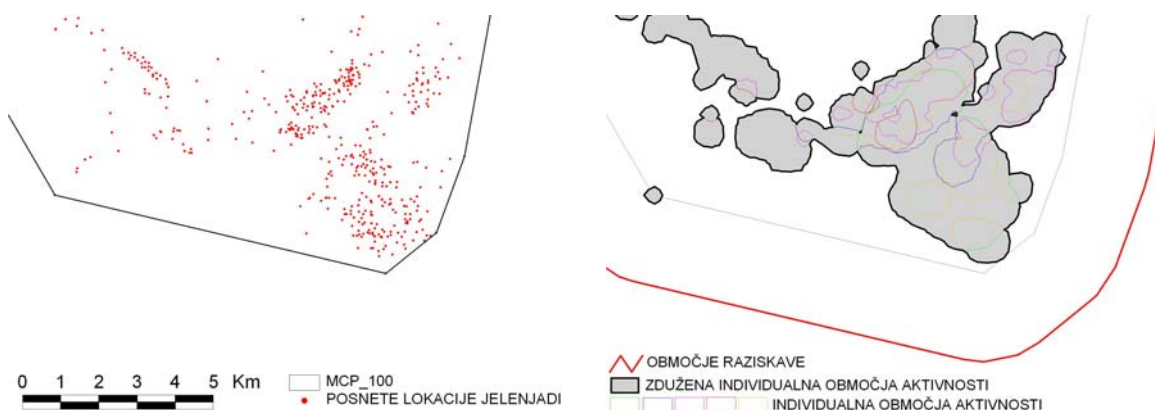
V glavnem sklopu naloge »Raba prostora jelenjadi« smo analizirali: (1) kakšne so značilnosti njenega celoletnega življenjskega prostora in kako se le-ta razlikuje od območij, ki jih spremljana jelenjad ni nikoli uporabljala, (2) kako se njena raba prostora spreminja med letom in (3) kako se njena raba prostora spreminja med deli dneva. Vse našteto smo preučevali na osnovi prostorsko in časovno opredeljenih podatkov: lokacij živali, pridobljenih z večletnim telemetrijskim snemanjem lokacij 54 košut in jelenov v več območjih po Sloveniji ter GIS podatkovnih plasti iz katerih smo zajemali vrednosti spremenljivk zgradbe prostora (neodvisne spremenljivke). Pri tem smo ločeno analizirali podatke, zbrane s klasično VHF telemetrijo (50 živali) in GPS telemetrijo (4 živali), od katerih ima vsaka določene omejitve (zbrano v poglavju 5.2.1.2) in tako skušali ugotoviti ali (in kako) tudi metoda spremljanja vpliva na ugotovljene zakonitosti izbora habitata jelenjadi.

Za zajemanje podatkov o prostorski razporeditvi preučevane živalske vrste pri habitatnih študijah obstaja paleta različnih metod: štetje kupčkov iztrebkov, štetje sledi v snegu s transektno metodo, evidentiranje naključnih opažanj znakov prisotnosti, IR posnetki, itd. (zbrano v Rabe in sod., 2002). Telemetrijska metoda, ki je bila uporabljena tudi v pričujoči študiji, je le ena izmed mnogih. Vendar pa ima pred ostalimi številne prednosti: omogoča ugotavljanje sezonske in dnevno-nočne dinamike rabe prostora, zajemanje podatkov praviloma ne vznemirja živali, metoda omogoča ugotavljanje razlik med spolnimi in starostnimi skupinami, itd. (Milspaugh in Marzluff, 2001). Ker se telemetrijo zaradi naštetih prednosti pogosto uporablja, so tudi postopki za statistično obdelavo telemetrijskih podatkov – posnetih lokacij – razmeroma izpopolnjeni. V študiji smo analize izvedli skladno s priporočili in ugotovitvami predhodnih podobnih študij (zbrano v Milspaugh in Marzluff, 2001; glej tudi Jerina, 2003 in vire, navedene v 3. poglavju), ki smo jih zaradi nekaterih specifik spremljanja jelenjadi smiselno prilagodili.

5.3.1.1 Celoletna raba prostora

Skladno s priporočili Johnson (1980), ki ugotavlja, da habitatni izbor poteka na več hierarhičnih nivojih, smo analizo celoletne rabe prostora izvedli na dveh nivojih. Na prvem nivoju smo zgradbo združenih celoletnih individualnih območij aktivnosti vseh spremljanih živali primerjali z zgradbo raziskovalnega območja. Na ta način smo skušali ugotoviti, kateri okoljski dejavniki najbolj opredeljujejo meje individualnih območij aktivnosti spremljanega vzorca jelenjadi. Na drugi ravni analiz pa smo kot prostorski okvir zajemanja podatkov privzeli združena individualna območja aktivnosti, ter zgradbo rastrskih celic z zabeleženo prisotnostjo jelenjadi primerjali z zgradbo vseh celic v združenih individualnih območjih aktivnostih. Tako smo ugotavljali zakonitosti notranje rabe individualnih območij aktivnosti. Za dvo-nivojsko analizo smo se odločili tudi zato, ker nekatere od obravnavanih neodvisnih spremenljivk variirajo makro-prostorsko (npr. oddaljenost od glavnih cest, naselij, nadmorska višina) in bo zato njihov vpliv verjetno močnejše prepoznaven na prvem nivoju analiz. Druge pa se spreminjajo že na manjši razdalji (npr. deleži razvojnih faz sestojev, oddaljenost od gozdnega roba, ipd.), zato bo njihov vpliv predvidoma močnejše izražen na drugi ravni analiz.

Eden od pomembnejših pripravljalnih postopkov pri analizah rabe prostora je določitev meje območja raziskave, zlasti pri raziskavah, ki temeljijo na telemetriji. Ugotavljanje priljubljenosti nekega vira (določene ravni spremenljivke) namreč vedno temelji na primerjavi njegove rabe in razpoložljivosti. Pri telemetriji pa meje raziskovalnega območja (in s tem tudi razpoložljivost virov) praviloma niso *a priori* opredeljene ali nedvoumno prepoznavne. Tudi če odlov živali na primer poteka na nekem razmeroma zaprtem območju, katerega meje so prepoznavne, lahko spremljane živali pozneje odidejo ven, zaradi takšnih ali drugačnih razlogov uporabljajo le del območja, itd. Ob tem pa je pomembno poudariti, da izbira meja raziskovalnega območja lahko vpliva na rezultate raziskave. Če so krpe okolja, ki preučevani vrsti predstavljajo določen funkcionalni sklop habitata (npr. prehranski habitati, dnevna in nočna počivališča, ipd.), glede na mrežo vzorčenja podatkov neenakomerno razporejene v širšem prostoru, se s spreminjanjem prostorskih okvirov raziskave spreminja tudi njihova relativna zastopanost. V takem primeru se lahko ob variranju meja območja raziskave ugotovitve o priljubljenosti nekega vira lahko tudi diametralno spremenijo, kljub temu, da je njegova absolutna raba ves čas konstantna (Porter in Church, 1987, cit. po Marzluff in sod., 2001; McClean in sod., 1998).



Slika 15: Določanje meja raziskovalnih območij

Figure 15: Delineation of the research areas

V študiji smo za določitev meje območja raziskave uporabili postopek, ki smo ga razvili v študiji jelenjadi na Snežniško-javorniškem masivu (Jerina, 2003). Meje območja raziskave smo določili posteriorno na osnovi prostorske razporeditve posnetih lokacij in ugotovljene gibalne aktivnosti spremljane jelenjadi. Na vsakem od štirih delnih območij raziskave smo lokacijam prilagodili 100-odstotni minimalni konveksni poligon (MCP), okoli katerega smo zgradili pas, ki je od konveksnega poligona oddaljen 2.300 metrov (Slika 15). Prav to razdaljo smo izbrali zato, ker ustreza razdalji med zaporedno posnetimi lokacijami. Je enaka kvantilu 0,95 vseh razdalj med zaporedno posnetimi lokacijami. Torej bi spremljana jelenjad lahko vse te površine »dosegla« v enem dnevu in so potemtakem zanjo razpoložljive. Uporabljen postopek določanja območja raziskave je po osnovni shemi vzorčenja podoben postopku, ki ga uporabljajo drugi domači avtorji (npr. Kobler in sod. 1997; Debeljak in sod., 2001), le da je izboljšán v tej meri, da iz primerjalne množice samodejno izloči del površin, ki so za preučevano vrsto sicer lahko primerne, vendar zaradi individualnih značilnosti spremljanega vzorca niso bile v rabi, kar praviloma poveča kontraste med pozitivnimi in negativnimi primeri.

Z opisanim postopkom smo določili mejo območja raziskave za analize prvega nivoja izbire življenjskega prostora. V njih smo kot »razpoložljiv vir« privzeli vrednosti spremenljivk za rastrske celice, ki ležijo v območju raziskave, kot »uporabljan vir« pa

vrednosti spremenljivk za rastrske celice, ki ležijo v združenih individualnih območjih aktivnostih spremljanih živali. Pri analizah drugega nivoja izbire življenjskega prostora pa smo kot »razpoložljivi vir« privzeli vrednosti spremenljivk za rastrske celice, ki ležijo v združenih individualnih območjih aktivnostih, kot »uporabljeni vir« pa vrednosti spremenljivk za rastrske celice s posnetimi lokacijami živali.

Pogostnost spremljanja jelenjadi v različnih delnih območjih raziskave ni bila konstantna. Na Menišiji, kjer je zajemanje podatkov vodila LZS, je bilo povprečno število posnetih lokacij na spremljani osebek nekajkrat manjše kot na Kočevskem (Priloga A). Če bi lokacije vseh spremljanih živali upoštevali z enako težo, bi na rezultate analiz najbolj vplivale lokalne značilnosti habitatnega izbora jelenjadi z območja, kjer je bila pogostnost spremljanja največja. Da bi ta nezaželen učinek nehomogenega spremljanja jelenjadi odstranili, smo podatkovnim nizom pozitivnih (uporabljeni vir) in negativnih primerov (razpoložljivi vir) pripisali takšne ponderje, da je bila ponderirana vsota pozitivnih primerov po območjih raziskave premo-sorazmerna s številom spremljanih živali. Negativnim primerom pa smo pripisali takšne ponderje, da je bila v vseh območjih raziskave ponderirana vsota negativnih primerov enaka ponderirani vsoti pozitivnih primerov (Prilogi B in C). Učinek nehomogenega spremljanja bi bilo sicer mogoče omiliti tudi z naknadnim naključnim izborom vnaprej določenega števila pozitivnih in negativnih primerov, vendar pa bi v tem primeru zmanjšali skupno količino informacij, ki jih vsebujejo analizirani podatki.

Vse zgoraj opisane postopke smo ločeno izvedli za jelenjad spremljano s klasično VHF telemetrijo in GPS telemetrijo. Pri analizah podatkov VHF telemetrije smo za zajemanje vrednosti odvisne in neodvisnih spremenljivk uporabili podatkovne plasti z 250-metrsko prostorsko ločljivostjo; analizah podatkov GPS telemetrije pa so temeljile na podatkovnih plasteh s 50-metrsko prostorsko ločljivostjo. Prostorska ločljivost podatkovnih plasti torej v obeh primerih ustreza točnosti snemanja lokacij jelenjadi.

5.3.1.2 Razlike v rabi prostora med hladnim in toplim delom leta

Na tej geografski širini se dejavniki okolja, ki vplivajo na jelenjad in druge vrste velike rastlinojede divjadi, med letom izrazito spreminjajo. Spreminja se temperatura okolja, količina in kakovost razpoložljive hrane, itd. (Brunt, 1990). Na variiranje osnovnih življenjskih dobrin so se prilagodili tudi veliki rastlinojedi: pred nastopom zime nakopičijo maščobo – zalogo energije (Rig in Langvatn, 1982); porabo energije so uskladili z dostopnostjo hrane v okolju (Gedir in Hudson, 2000); med letom se selijo in uporabljajo drugačen prostor (Kirchoff in Schoen, 1985; Mooty in sod., 1987; Jerina, 2003). Zato je za celostno poznavanje njihovega habitatnega izbora nujno tudi poznavanje razlik med sezonami in pri preučevanjih ločeno obravnavati določene dele leta – časovne intervale – znotraj katerih so ravni letno-cikličnih okoljskih spremenljivk –, pa tudi potrebe velikih rastlinojedov, manj variabilne. Pri tem različni avtorji uporabljajo različne delitve. Najpogostnejši sta dve:

- delitev leta na štiri letne čase (Schoen in Kirchoff, 1985; Brunt, 1990; Cransac in Hewison, 1997; Apps in sod., 2001),
- delitev leta na topli in hladni del leta, zimo in preostali del leta (Adamič, 1990; Kobler in sod., 1997; Jerina, 2000, 2003; Potočnik, 2002).

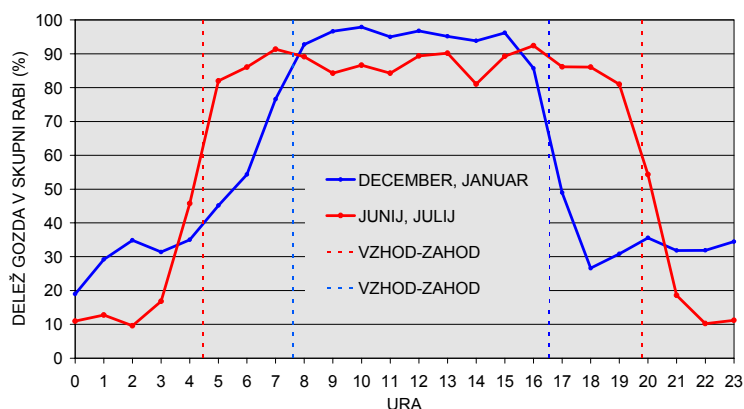
Prednosti prve delitve izhajajo iz enake dolžine in istih meja časovnih obdobj, kar omogoča enostavne kvantitativne primerjave med obdobji in različnimi študijami. Pri drugi delitvi pa so meje med obdobjema določene glede na vedenjsko-habitatne značilnosti vrste. Tako hladni del leta obsega obdobje, v katerem se jelenjad zadržuje na zimovališčih, topli pa preostali del leta. Ker so pri slednji delitvi meje določene skladno z ekološkimi značilnostmi vrste in ne glede na neko statistično obdobje, lahko sodimo, da bodo ugotovitve o rabi prostora v posameznem obdobju bolj kontrastne in nazorne, kot bi bile, če bi uporabili prvo delitev.

V pričujoči študiji smo analize življenjskega prostora jelenjadi zato izvajali za dve obdobji v letu: za hladni del leta in za preostali del leta. Pri tem smo uporabili enake meje časovnih intervalov, kot so bile uporabljene v predhodni študiji habitatnih značilnosti jelenjadi na Snežniško-javorniškem območju (Jerina, 2003). Lokacije, ki so bile posnete od 15. novembra do konca marca, smo uvrstili v obdobje »hladni del leta«, preostale pa v »topli del leta«. Tako kot pri analizah celoletnega habitatnega izbora jelenjadi smo tudi pri preučevanju razlik v njihovi rabi prostora med toplim in hladnim delom leta ločeno obravnavali osebkke spremljane z VHF in GPS telemetrijo.

Nekatere osebkke, spremljane z VHF telemetrijo, so kmalu po namestitvi ovratnice uplenili volkovi, ali pa so poginili (Priloga A), sezonsko ali trajno migrirali iz Slovenije na Hrvaško ali Madžarsko, za kateri vseh podatkovnih GIS plasti ni bilo mogoče pridobiti. Teh posnetih lokacij torej pri habitatnih analizah nismo mogli uporabiti. Vse oz. velika večina lokacij takšnih osebkov je bilo posnetih le v enem od obeh primerjanih obdobj v letu. Ker so individualne razlike v rabi prostora v splošnem lahko velike (Preglednica 15), smo se odločili, da v analize razlik med sezonama vključimo le lokacije živali, ki so bile spremljane v obeh obdobjih. S tem smo skušali zmanjšati morebitne vplive šuma, ki bi nastal kot posledica individualnih značilnosti življenjskega prostora spremljanih osebkov jelenjadi. Poleg tega smo posnetim lokacijam pripisali takšne ponderje, da je bilo razmerje med ponderirano vsoto lokacij v toplem in hladnem delu leta pri vseh osebkkih enako in je bila ponderirana vsota lokacij v območjih raziskave premo-sorazmerna s številom spremljanih živali.

5.3.1.3 Razlike v rabi prostora med dnevom in nočjo

V pričujoči raziskavi smo eno leto z GPS telemetrijskim sistemom vsako polno uro snemali lokacije 4 odraslih osebkov jelenjadi in s tem pridobili podatke za preučevanje dnevno-nočne dinamike rabe prostora obravnavane živalske vrste. Velikost vzorca je torej zelo majhna. Iz ugotovljenih zakonitosti dinamike rabe prostora štirih živali je izredno tvegano izpeljati splošno veljavne zaključke. Zato lahko ta del raziskave razumemo kot »študijo primera«. Vendar pa je bila za vrsto *Cervus elaphus* v svetu (Kentucky, ZDA) doslej objavljena le ena raziskava, usmerjena v preučevanje razlik v njeni rabi prostora med dnevom in nočjo, ki je temeljila na spremljanju prostoživečih osebkov (Springborn in Maehr, 2001) v daljšem časovnem obdobju. V njej so obravnavali dosti manj spremenljivk, kot jih obravnava pričujoča raziskava. Poleg tega je treba poudariti, da so vse glavne ugotovljene zakonitosti dnevno-nočne rabe prostora jelenjadi izredno stabilne in med osebkki ni opaziti večjih razlik.



Slika 16: Primerjava 24-urne dinamike rabe gozdnih in negozdnih površin jelenjadi med obdobjema, ko je dolžina dneva najdaljša (junij in julij) in najkrajša (december in januar)

Figure 16: Comparison of 24-hour dynamics of red deer forest and non-forest areas use, between two periods with the longest (June and July) and the shortest (December and January) daylight duration

Pri preučevanju razlik v 24-urnem ciklu rabe prostora smo uporabili enake postopke priprave podatkov in iste statistične metode kot pri analizah rabe prostora na nivoju celega leta in razlik med hladnim in toplim delom leta. Obdobje 24 ur smo razmejili na dva primerjalna intervala: dan (čas med sončnim vzhodom in zahodom) in noč (čas med sončnim zahodom in vzhodom). Glede na čas snemanja smo posnete lokacije razvrstili v enega od obeh intervalov. V ta namen smo uporabili podatke o natančnem času sončnega vzhoda in zahoda v Sloveniji za vse dni v obdobju snemanja lokacij živali (ARSO, 2005). Meje obeh primerjanih delov dneva smo torej vezali na skozi leto se spreminjajoč čas sončnega vzhoda in zahoda in ne na neko stalno uro. S tem smo skušali doseči, da bi bili podatki o rabi prostora v skupinah čim bolj homogeni, razlike med skupinama pa čim večje. Raziskave sezonskih in dnevno nočnih ciklov funkcionalne aktivnosti velikih rastlinojedov opozarjajo, da je njihova aktivnost (počitek, hranjenje, gibanje) in zato verjetno tudi raba prostora prek celega leta tesno povezana s časom sončnega vzhoda in zahoda (Green in Bear, 1990; Berger in sod., 1999, 2002). Tudi iz preliminarne analize rabe gozdnih in negozdnih površin štirih osebkov jelenjadi, spremljanih z GPS telemetrijo, je razvidno, da je njihova dinamika rabe prostora tesno vezana na fotoperiodiko (Slika 16). Vsi časovni mejniki v vseh slikah in vsem besedilu pričujoče naloge so navedeni po Centralnem evropskem času (UTM + 1). Le-ta se v obdobju poletnega časa od lokalnega časa razlikuje za eno uro, pozimi pa je enak lokalnemu času.

5.3.2 Velikost in zgradba celoletnih individualnih območij aktivnosti

V 60-letni zgodovini preučevanj rabe prostora različnih živalskih vrt se je zvrstilo mnogo definicij, s katerimi se je opredeljevalo območje aktivnosti (angl. *home range*), in metod, s katerimi se ga je dejansko ugotavljalo.

Prvo definicijo območja aktivnosti (v nadaljevanju OA) je podal Burt (1943, cit. po Kernohan in sod., 2001). Opredelil ga je kot »območje, ki ga osebek prečka ob svojih normalnih aktivnostih, kot so iskanje hrane, parjenje in vzreja potomstva«. Definicija je pozneje doživela mnogo kritik in popravkov (Bailey, 1984; Jennrich in Turner, 1969; Kernohan in sod., 2001), predvsem zaradi nejasnosti izraza »normalno« in nedoločenosti časovnega obdobja, na katerega se nanaša. Vendar doslej še nikomur ni uspelo združiti vseh predlaganih sprememb v kratko in jedrnat definicijo. Nekateri avtorji (npr. Morris in

sod., 1988, cit. po Kernohan in sod., 2001) pa prepoznavajo OA celo zgolj kot koncept – pripomoček pri delu – in ne kot bitnost. Kljub temu je iz Burtove definicije in njenih poznejših dopolnitev razvidno: 1) da vsi predeli, ki jih neki osebek v nekem obdobju prečka, niso njegovo OA in 2) da je OA pomemben biološki parameter, ki odraža telesno maso in porabo energije osebkov, njegove prehranske strategije, reprodukcijo, nosilno zmogljivost okolja, izbiro življenjskega prostora, ipd. Analize zgradbe OA se torej vsebinsko navezujejo in dopolnjujejo z analizami drugih dveh glavnih tematskih sklopov te naloge: rabe prostora in telesne mase jelenjadi.

Z razvojem metod ugotavljanja velikosti območij aktivnosti so za OA začeli uporabljati tudi matematične definicije, ki ne temeljijo na funkcionalnih aktivnostih preučevanega osebkov, marveč kar na verjetnosti, s katero se le-ta nahaja na določenem prostoru. Te so obšle vse nejasnosti klasičnih definicij. Andreson (1982) je OA posameznika ali skupine živali tako definiral kot najmanjše območje, znotraj katerega se le-ta nahaja s 95-odstotno verjetnostjo. Analogno je osrednje območje aktivnosti (angl. *core area*) opredeljeno kot območje, na katerem se osebek nahaja 65-odstotno verjetnostjo. Termina se praviloma uporabljata v povezavi z določenim časovnim obdobjem: poletjem, zimo, celim letom, celim življenjem, ipd., in se temu ustrezno loči zimsko, poletno, celoletno območje aktivnosti. V tem smislu ju uporabljamo tudi v pričujoči nalogi.

Tudi za samo ugotavljanje velikosti in meja OA obstajajo različne metode. V grobem jih lahko delimo na parametrične, ki predpostavljajo, da se posnete lokacije porazdeljujejo v natančno določeni porazdelitvi in na neparametrične, ki ne vnašajo *apriori* predpostavke o vrsti porazdelitve posnetih lokacij (Wrey in sod., 1992). V prvo skupino sodita metodi normalnega kroga in normalne elipse, ki predpostavljata, da se posnete lokacije porazdeljujejo v dvostranski normalni porazdelitvi (Jennrich in Turner, 1969). Območje aktivnosti tako ustreza površini pod normalno porazdelitveno funkcijo, zato je pri teh dveh metodah vedno krog oz. elipsa. Med neparametrične metode pa spadajo metoda minimalnih konveksnih poligonov (Hayne, 1949, cit. po Leban, 1991), metoda harmoničnih središč (Dixon in Chapman, 1980), metoda na osnovi kopičenja (Kenward in sod., 2001), kernelska metoda (Worton, 1989) in dirchletova mozaična metoda (Wrey in sod., 1992).

Med naštetimi metodami ima kernelska metoda primerjalno največ prednosti: 1) je neparametrična in ne predpostavlja dvostranske normalne ali kakršne koli porazdelitve posnetih lokacij, 2) z njo je mogoče zadovoljivo opisati policentrične in nehomogene porazdelitve, 3) velikost ugotovljenega OA konvergira pri razmeroma majhnem številu posnetih lokacij, 4) z njo je mogoče ugotavljati velikosti OA za poljubno verjetnost rabe prostora (zbrano v Wray in sod., 1992; Jerina, 2000; Jerina, 2003), 5) zaradi naštetih prednosti se jo čedalje pogosteje uporablja.

Uporabili smo jo tudi v pričujoči študiji. Pri tem smo za ugotavljanje faktorja izravnave, ki pogojuje, kako tesno se konstruirana tridimenzionalna funkcija gostote verjetnosti rabe prostora prilagaja posnetim lokacijam, uporabili metodo najmanjših kvadratov. OA, ugotovljena na osnovi tako določenega faktorja izravnave, imajo namreč najmanjšo sistematično napako in največjo natančnost (Gitzen in Millsaugh, 2003). Zaradi istega razloga smo uporabili fiksno različico kernelske metode (glej Seamann in Powell, 1996) oz. smo predpisali, da je pri vsakem izračunu OA faktor izravnave na vsem definicijskem območju funkcije konstanten.

Poleg kernelske metode smo OA ugotavljali tudi z metodo minimalnih konveksnih poligonov (v nadaljevanju MCP). Slednjo smo uporabili zaradi primerljivosti naših rezultatov z rezultati starejših študij. Metoda MCP je bila v preteklosti namreč najpogostejše uporabljena metoda.

Zaradi razlik v dolžini in pogostnosti ter razlik v časovnem razporedu snemanja lokacij jelenjadi v 24-urnem ciklu med obema uporabljenima telemetrijskima metodama, med območji raziskave in med spremljanimi osebki (Priloga A), smo veliko pozornost namenili pripravi izhodiščnih podatkov – posnetih lokacij:

- v analize smo zajeli le podatke o jelenjadi, ki je bila spremljana s klasično VHF telemetrijo,
- IOA smo ugotavljali le za osebkke, ki so bili nepretrgoma spremljani vsaj eno leto,
- če je bil osebek spremljan dlje kot eno leto, smo posnete lokacije natanko enega leta snemanja združili v eno skupino, lokacije drugega leta v drugo, itd., vse preostale lokacije pa izločili,
- izločili smo vse lokacije, ki so bile posnete pred ali po sončnem zahodu,
- če je bilo v istem dnevu posnetih več lokacij, smo naključno izbrali eno, ostale pa izločili,
- IOA smo ugotavljali le za nize enoletnih snemanj, ki so vsebovali vsaj 50 posnetih lokacij.

S takšno pripravo podatkov smo želeli odstraniti ali vsaj močno omiliti vplive sezonskih in dnevno-nočnih specifik rabe prostora (in s tem pogojenih specifik prostorske razporeditve spremljanih živali) na ugotovljene velikosti in zgradbo celoletnih IOA in doseči da so le-ti med seboj primerljivi. Za izločitev podatkovnih nizov z manj kot 50 posnetimi lokacijami smo se odločili, ker pri tej velikosti vzorca natančnost in točnost OA pri fiksni kernelski metodi navadno že konvergirata (Seamann in sod., 1999). Nekateri avtorji sicer poročajo, da je pri določenih živalskih vrstah, ki se oportuno gibljejo v prostoru (kot npr. medved: Belant in Follmann, 2002), potrebno za konvergenco več kot 50 lokacij (do 250). Vendar pa se v pričujoči raziskavi velikosti OA spremljane jelenjadi z večanjem števila posnetih lokacij nad 50 (pri enakem obdobju spremljanja) niso spreminjala (Preglednica 37; $p = 0,404$ NS). Z uporabo natančno določenega obdobja, za katerega smo ugotavljali IOA (eno leto) in vključitvijo največ ene lokacije, posnete v enem dnevu, smo omilili morebitne vplive časovne avto-korelacije posnetih podatkov na izračunane površine IOA (Otis in White, 1999).

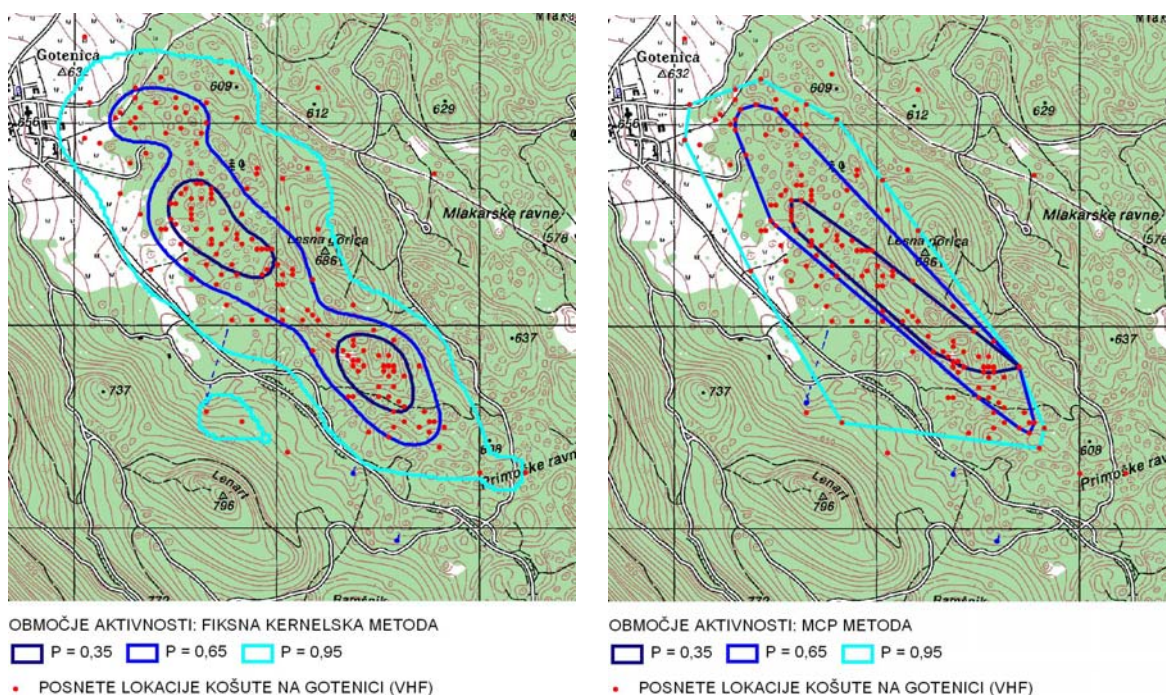
Z zgoraj opisano pripravo podatkov smo pridobili 73 podatkovnih nizov (43 za košute in 30 za jelene) natanko enoletnih snemanj lokacij 37 različnih osebkov jelenjadi (22 košut in 15 jelenov). Od tega jih je bilo 14 spremljanih na Snežniško-javorniškem območju (8 košut in 6 jelenov), 19 na Kočevskem (10 košut in 9 jelenov) in štirje (4 košute) na Menišiji (Preglednica 14). Povprečno število posnetih lokacij na IOA v območjih raziskave variira od 61 (Menišija) do 112 (Kočevska).

Preglednica 14: Število in spolna sestava spremljane jelenjadi po raziskovalnih območjih

Table 14: Number and sex structure of the monitored red deer in research areas

	Snežniško-javorniško območje	Kočevska	Menišija	Skupaj
Število osebkov, ki so zadovoljili kriterije za ugotavljanje IOA	14 (♀:8, ♂:6)	19 (♀:10, ♂:9)	4 (♀:4, ♂:0)	37 (♀:22, ♂:15)
Število ugotovljenih celoletnih IOA	26 (♀:16, ♂:10)	39 (♀:19, ♂:20)	8 (♀:8, ♂:0)	73 (♀:43, ♂:30)
Število posnetih lokacij na IOA	75,1 ± 6,1	111,6 ± 9,1	60,8 ± 13,1	90,8 ± 7,8

Za ugotavljanje območij aktivnosti smo uporabili program *Biotas 1.03*, ki podpira fiksno kernelsko metodo in metodo MCP. Za vse podatkovne nize (serije natanko enoletnih snemanj lokacij jelenjadi) smo z obema metodama ugotovili: celoletno individualno območje aktivnosti (za verjetnost rabe 0,95), celoletno individualno osrednje območje aktivnosti (za verjetnost rabe 0,65) in jedra aktivnosti (za verjetnost rabe 0,35) (Slika 17).



Slika 17: Individualno celoletno območje aktivnosti ($p = 0,95$), osrednje območje aktivnosti ($p = 0,65$) in jedra aktivnosti ($p = 0,35$) spremljane košute na Gotenici, ugotovljeni s fiksno kernelsko metodo (levo) in z metodo minimalnih konveksnih poligonov (desno)

Figure 17: Individual annual home range ($p = 0,95$), core area ($p = 0,65$) and centers of activity ($p = 0,35$) of hind in Gotenica, estimated by the use of fixed kernel method (left) and minimal convex polygon method (right)

Preglednica 15: Osnovni statistični parametri spremenljivk, ki so bile vključene v analize zgradbe območij aktivnosti jelenjadi

Table 15: Basic statistical parameters of variables included in red deer home range composition analyses

Spremenljivke*	Decil _{0,1}	Mediana	Decil _{0,9}	Povpr.	Std. dev.	Min.	Maks.
NDM_250	531	797	1038	805 ± 38	164	490	1100
P_NKL_250	112	122	129	120 ± 2	8	89	139
P_EXP_250	130	147	165	145 ± 4	17	60	172
P_SONCE_250	101	119	127	116 ± 2	11	81	134
TEMP_250	5,8	7,1	8,1	7,0 ± 0,2	0,8	5,5	8,6
DEL_KMET_250	0,0	4,4	11,4	5,2 ± 1,2	5,1	0,0	21,4
DEL_GOZD_250 (BUFFER)	67	83	99	82,2 ± 2,6	11	55	99
ODD_GOZD_250	15	23	52	30 ± 4	18	12	80
ODD_NEGOZD_250	166	294	476	311 ± 29	126	141	692
ROB_250	16	85	141	80 ± 11	48	2	191
DEL_DRG_DEB_250	43	69	85	64,9 ± 3,8	16	28	88
ZDR_250	3	4	5	4,2 ± 0,3	1	1	6
P_ZDR_250	74	106	116	98,7 ± 4,8	20	18	138
ODD_CESTA_VSE_250	138	194	277	201 ± 16	69	44	413
ODD_CESTA_JAVNA_250	433	930	3872	1455 ± 300	1286	375	4732
ODD_CESTA_JAVNA_250 (BUFFER)	455	1091	3406	1435 ± 244	1045	220	4129
ODD_KRM_250	478	821	1344	876 ± 78	332	404	1589
KRM_N_250	0,000	0,260	0,890	0,37 ± 0,08	0,321	0,000	1,140
KRM_KG_250	0	1570	14610	4770 ± 1310	5620	0	18860
ODSTREL_250	7	17	26	17,6 ± 2,0	9	3	26
Starost spremljanega osebka	4	7	10	6,9 ± 0,5	2	2	13
Število posnetih lokacij na IOA	52	94	139	91 ± 8	34	50	154
Spol spremljanega osebka	Atributiven znak						
Območje raziskave	Atributiven znak						
Velikost celoletnega IOA (ha, kernelska metoda)	172	391	1455	652 ± 129	553	90	2615
OPOMBE *Izhodiščne rastrske GIS plasti, iz katerih smo pridobili vrednosti spremenljivk zgradbe IOA, so opisane v poglavju 5.2.3. Osnovne enote pri spremenljivkah zgradbe prostora (ki so v preglednici označene z velikimi tiskanimi črkami) smo izračunali kot povprečje vseh rastrskih celic v posameznem IOA. Pri spremenljivkah, ki imajo poleg imena v oklepaju opombo (BUFFER), se vrednosti ne nanašajo na IOA osebkov, temveč na njihovo neposredno okolico							

Pri ugotavljanju zgradbe IOA smo skladno z Burtovo definicijo uporabili IOA za 95-odstotno verjetnost rabe prostora. S tem smo iz analiz izločili »začasne izlete« osebkov iz območij, ki jih le-ti navadno uporabljajo. Zaradi prej opisanih prednosti smo pri analizah zgradbe IOA uporabili IOA, ki so bila ugotovljena s fiksno kernelsko metodo. Podatke o zgradbi IOA smo pridobili s prekrivanjem ugotovljenih IOA in rastrskih GIS plasti z 250-metrsko prostorsko ločljivostjo. Podatke o vrednosti obravnavane spremenljivke v IOA smo pridobili tako, da smo vektorski poligon, ki opisuje mejo IOA, spremenili v rastrsko obliko in z njim prekrili ter povzeli vrednosti obravnave rastrske GIS plasti. Nato smo izračunali aritmetično sredino vrednosti vseh rastrskih celic, ki ležijo v IOA, in postopek ponovili za vse obravnavane okoljske spremenljivke. Za nekatere spremenljivke (delež

gozda, oddaljenost od najbližje javne ceste) smo ugotavljali tudi njihove povprečne vrednosti v neposredni okolici IOA v pasu, ki obdaja IOA, čigar širina je enaka kvantilu 0,95 vseh razdalj med zaporedno posnetimi lokacijami obravnavanega osebka. S preliminarno obdelavo podatkov GPS telemetrije smo namreč ugotovili, da se ponoči jelenjad z dnevnih IOA pogosto premakne na najbližje negozdne površine (na prehranske habitate), ki se praviloma nahajajo ob samem robu dnevnih IOA. Analizirana IOA VHF telemetrijskih spremljav pa so zgrajena le na osnovi lokacij, ki so bile posnete podnevi. Zato je analiza zgradbe neposredne okolice IOA vsaj za določene spremenljivke vsekakor smiselna.

Vse opisane operacije smo izvedli s programom *Idrisi 32.2*. V njem smo znotraj modula *Macro-Modeler* pripravili več programskih skriptov, s katerimi smo izvajanje vseh ponavljajočih postopkov in operacij avtomatizirali. Seznam spremenljivk, ki smo jih analizirali v tem glavnem sklopu naloge, in njihove osnovne statistične značilnosti (prvi in zadnji decil, mediana, aritmetična sredina z intervalom zaupanja, standardni odklon) so podane preglednici 15.

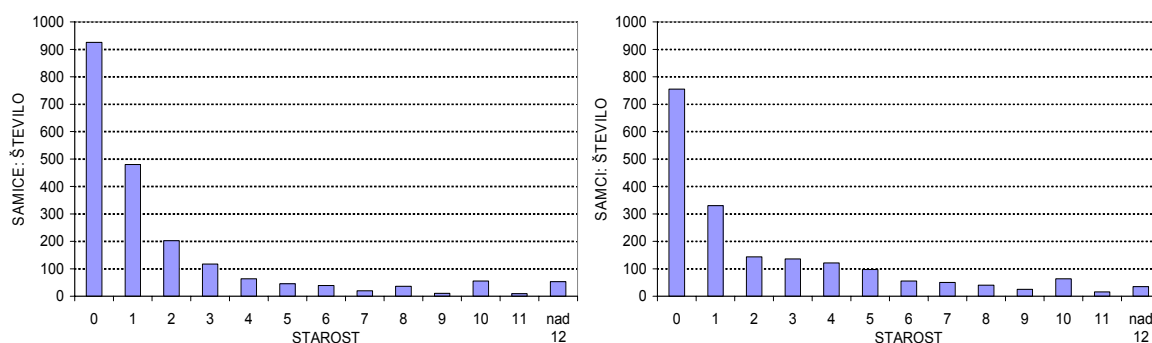
5.3.3 Telesna masa in okoljski dejavniki

Ta sklop naloge temelji na podatkih o odvzeti jelenjadi iz »Osrednjega slovenskega registra velike lovne divjadi in velikih zveri«. Za namen pričujoče študije smo jih še dodatno prečistili (poglavje 5.2.2). Za vso Slovenijo smo v omenjeni register v letu 2004 zbrali podatke o 4.718 izločenih osebkih jelenjadi. Od tega je bilo 3.920 podatkovnih nizov takšnih, da so primerni za analize odnosov med telesno maso jelenjadi in zgradbo njenega življenjskega prostora (vsebujejo podatke o spolu, starosti, času in natančni lokacija mesta odvzema osebka).

Podatke o zgradbi življenjskega prostora odvzetih osebkov jelenjadi smo pridobili na osnovi geografskih koordinat centroidov kvadrantov mest njihovega odvzema in rastrskih GIS plasti s 1.000-metrsko prostorsko ločljivostjo, ki opisujejo zgradbo prostora. Za vsak centroid kvadranta izločene živali smo povzeli vrednosti spremenljivk vseh rastrskih GIS plasti. V njih vsaka rastrska celica podaja povprečno vrednost spremenljivke za območje s stranicami 3×3 kilometre, katerega središče je enako središču rastrske celice. Za prav to površino zajemanja vrednosti spremenljivk zgradbe prostora smo se odločili, ker se dobro ujema s površino celoletnega individualnega območja jelenjadi v Sloveniji (Jerina, 2003; pričujoča študija). Pri analizah tega sklopa naloge bi bilo namreč idealno, če bi za vsak odvzeti osebek poznali tudi natančne meje njegovega individualnega območja aktivnosti in bi vrednosti okoljskih spremenljivk zajeli iz njegovega IOA. To sicer ni mogoče, vendar pa smo se z opisano shemo zajemanja podatkov temu skušali čimbolj približati.

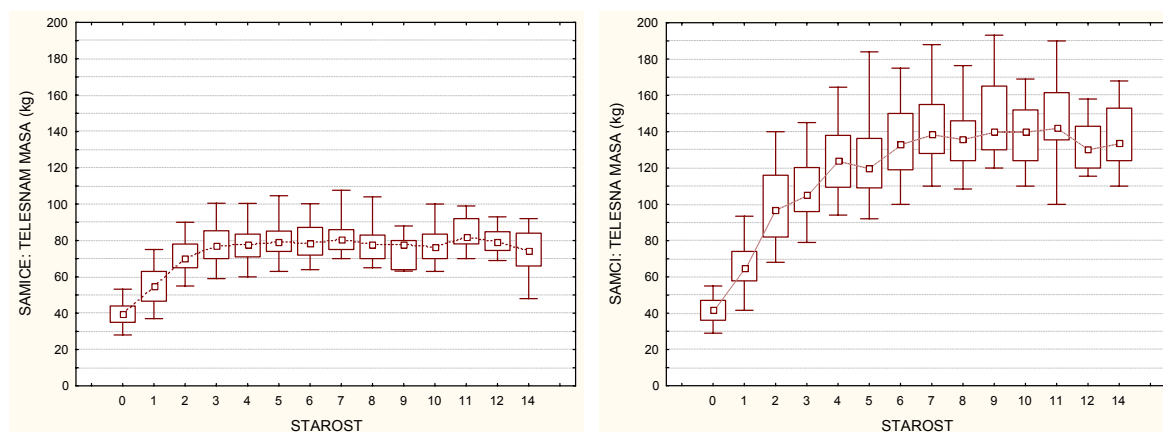
Glavni namen analiz tega sklopa naloge je prepoznavanje in kvantificiranje odvisnosti telesne mase jelenjadi od okoljskih dejavnikov, zlasti dejavnikov zgradbe prostora. Da bi čim bolj zmanjšali nepojasnjeno varianco telesne mase v statističnih modelih in odpravili morebitne vplive nehomogene prostorske razporeditve posameznih starostnih ter spolnih skupin jelenjadi na končne rezultate analiz, smo v analize vključili tudi dejavnike, ki primarno pogojujejo telesno maso jelenjadi: 1) spol živali, 2) starost živali ter 3) datum njenega odvzema v letnem ciklu. Prvi dve spremenljivki smo v analizah upoštevali kot kategorialna znaka, zadnjo pa kot zvezni numerični znak. Datume odvzema živali smo

pred tem spremenili v zaporedni dan v letu, pri čemer je bil 1. april v letu X prvi dan v letu, zadnji marec v letu X+1 pa 365. dan v letu.



Slika 18: Frekvenčna porazdelitev odvzete jelenjadi po starostnih kategorijah, ločeno za oba spola (samice – levo, samci – desno). Starostna kategorija 0 vključuje osebkke, katerih starost je bila ocenjena od 0 do 1 leta, starostna kategorija 1 vključuje osebkke, katerih starost je bila ocenjena od 1 do 2 leti, itd.

Figure 18: Age-class frequency distribution of male (right) and female (left) harvested red deer. Age class 0 includes individuals evaluated to be less than one year old, age class 1 individuals evaluated to be from 1 to 2 years old, etc.

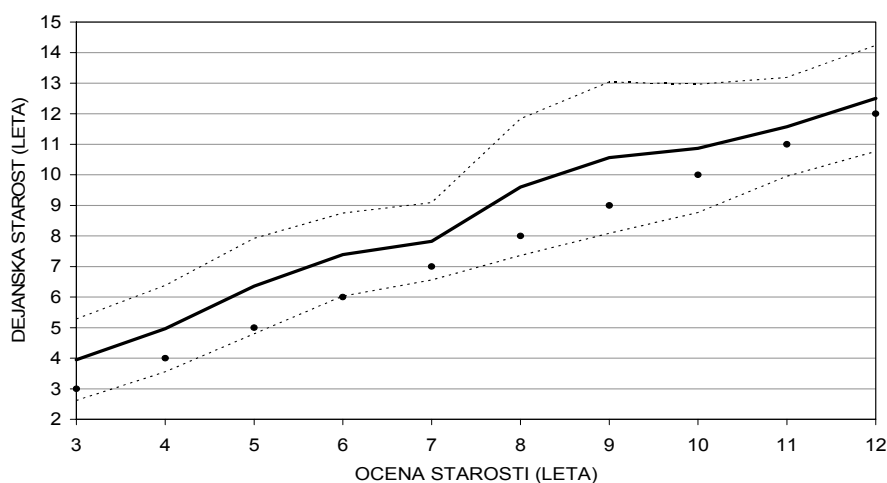


Slika 19: Odvisnost telesne mase od starosti, ločeno za samice (levo) in samce (desno)

Figure 19: Body mass of female (left) and male (right) red deer in regard to their age

S slike 18, na kateri sta za oba spola podani frekvenčni porazdelitvi izločenih osebkov jelenjadi glede na njihovo starost je razvidno, da je število izločenih osebkov v nekaterih starostnih razredih (npr. košute 7, 9 in 11 let) zelo majhno. S slike 19, ki ločeno za oba spola prikazuje mediano, kvartilni in decilni odklon telesne mase odvzete jelenjadi glede na njeno starost, je razvidno, da telesna masa košut naglo narašča do četrtega življenjskega leta, nakar je nekako nespremenjena do dopolnjenega dvanajstega leta in zatem nekoliko upade. Pri jelenih je obdobje telesne rasti daljše. Njihova telesna masa se neha povečevati pri starosti sedem let, nato ostane nekako nespremenjena do dopolnjenega enajstega leta, ter zatem rahlo upade. Mediana telesnih mas odraslih košut (med 4 in 12 letom) znaša med 70 in 80 kilogrami. Mediana telesnih mas doraslih (nad 7 let) jelenov pa znaša med 130 in 140 kilogrami. Pri tem se moramo poudariti, da se je podatke o starosti živali pridobilo z metodo okularnega ocenjevanja obrabe in razvitosti njihovega zobovja, ki ima določeno napako. S primerjavo podatkov o starosti jelenjadi z GL Jelen Snežnik (Adamič, M., neobjavljeni podatki), ocenjene z dvema metodama (s takšno, kot je bila uporabljena v pričujoči študiji in z metodo preštevanja dentinskih plasti na prerezu zoba, ki je od prve dosti zanesljivejša), smo namreč ugotovili, da se z uporabljenno metodo dejanske starosti

osebkov pogosto sistematično podcenjuje (Slika 20). Pri prej navedenih podatkih so bile starosti ocenjene z metodo štetja dentinskih plasti v povprečju za 1,4 leta višje od ocen starosti na osnovi obrabljenosti zobovja.



Slika 20: Zanesljivost določanja starosti jelenjadi z okularno oceno obrabljenosti zobovja. Na x osi so podane ocene starosti z okularno metodo, na y osi pa povprečje in interval zaupanja starosti, določene na osnovi preštevanja dentinskih plasti na prerezu zoba

Figure 20: Reliability of red deer age determination by the visual evaluation of the teeth triteness. X ax shows age estimates determined by visual method. Y ax shows an average value and confidence interval of the age estimates, determined by counting of dentin layers on tooth cross-section

Preglednica 16: Določanje starostnih kategorij samcev in samic jelenjadi

Table 16: Determining the age-class categories of male and female red deer

Samice (n = 2.123)				Samci (n = 1.797)			
Starost – izhodiščni podatki (v letih)	Star. kateg.	n	Telesna masa (kg)	Starost – izhodiščni podatki (v letih)	Star. kateg.	n	Telesna masa (kg)
0–1	0–1	946	39,8 ± 0,5	0–1	0–1	727	42,2 ± 0,6
1–2	1–2	507	55,5 ± 1,0	1–2	1–2	318	67,1 ± 1,8
2–3	2–3	216	71,1 ± 1,5	2–3	2–3	138	99,7 ± 3,8
3–4	3–11	402	78,6 ± 1,1	3–4	3–4	131	108,1 ± 3,5
4–5				4–5	4–6	210	125,4 ± 3,3
5–6				5–6			
6–7				6–7	7–11	239	140,8 ± 2,9
7–8				7–8			
8–9				8–9			
9–10				9–10			
10–11				10–11			
11–12	nad 11	52	76,3 ± 2,8	11–12	Nad 11	34	134,2 ± 5,0
nad 12				nad 12			

Preglednica 17: Osnovni statistični parametri spremenljivk, ki so bile vključene v analize vplivov okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi

Table 17: Basic statistical parameters of variables included in analyses of influences of environmental factors on red deer body mass

NEODVISNE SPREMENLJVIKE:	Decil _{0,1}	Mediana	Decil _{0,9}	X _{pov.}	Interval zaupanja	
					- 0,95 %	+ 0,95 %
NDV_3000	302	632	1069	682	673	691
NDV_DELTA_3000	86	355	765	398	390	406
P_NKL_3000	100	157	180	146	145	147
P_EXP_3000	77	172	198	155	154	157
P_SONCE_3000	96	133	152	128	127	128
TEMP_3000	5	8	9	7,5	7,5	7,6
PADAVINE_3000	800	1500	1900	1517	1505	1529
DEL_GOZD_3000	53	81	97	77,4	76,8	77,9
DEL_SUKC_3000	0	2	6	2,5	2,4	2,6
DEL_KMET_3000	2	13	38	17,0	16,5	17,5
DEL_OSTALO_3000	0	2	7	3,2	3,0	3,3
ODD_GOZD_3000	35	69	167	89	87	91
ODD_NEGOZD_3000	116	265	554	313	307	319
ROB_3000	746	2771	5263	2950	2894	3005
DEL_MLD_3000	2	7	14	8,0	7,9	8,2
DEL_DRG_3000	14	36	56	35,6	35,1	36,1
DEL_DEB_3000	17	34	63	37,3	36,7	37,8
DEL_POM_3000	1	7	28	11,5	11,1	11,9
DEL_OST_SEST_3000	0	1	24	7,6	7,2	8,0
LZ_SEST_3000	174	255	344	258	255	260
DEL_IGL_3000	15	50	81	48,6	47,8	49,4
ZDR_3000	2	5	9	5,2	5,1	5,3
P_ZDR_3000	42	114	178	112	111	114
ODD_CESTA_JAVNA_3000	384	760	2342	1095	1065	1125
ODD_CESTA_GL_3000	606	1318	4324	1937	1886	1988
ODD_NASELJE_3000	678	1593	4418	2113	2063	2163
ODD_KRM_3000	706	1028	2012	1241	1219	1264
KRM_N_3000	0	2	6	2,4	2,3	2,5
KRM_KG_3000	0	2700	21000	6626	6322	6929
ODSTREL_LD_3000	10	90	260	120	117	123
ODST_REG_3000	25	167	627	249	242	257
Spolna in starostna kategorija osebka ¹						
Dan ²						
Dan × Dan (ali Dan ²)						

OPOMBE:
¹ Kategorialna spremenljivka, ki označuje spol in starostno kategorijo živali. Ima 12 nivojev, od katerih jih prvih pet podaja starostno kategorijo košut, ostalih sedem pa starostno kategorijo jelenov (glej tudi preglednico 16)
² Zaporedni dan v lovskem letu (1. april – dan 1: 31. marec – dan 365) v katerem je bil osebek izločen

Zaradi vsega naštetega smo se odločili, da pri analizah ne uporabimo izhodiščnih podatkov o starosti jelenjadi, temveč jih prej združimo po starostnih kategorijah. Pri tem smo upoštevali število odvzetih osebkov določene starosti in razlike v telesni masi osebkov določene starosti (Sliki 18 in 19). Način združevanja izhodiščnih podatkov (starosti živali v letih) v starostne kategorije je razviden iz preglednice 16.

Z opisanim postopki smo pripravili 3.920 podatkovnih nizov o odvzeti jelenjadi, od katerih vsak vsebuje vrednost telesne mase izločenega osebkov (odvisna spremenljivka) in vrednosti o 34 neodvisnih spremenljivk. Le-te in njihove osnovne statistične značilnosti za rastrske celice v katerih je bila izločena jelenjad so podane v preglednici 20.

5.4 STATISTIČNE METODE

5.4.1 Raba prostora

5.4.1.1 Celoletna raba prostora

Pri analizah celoletne rabe prostora smo na obeh nivojih in za obe tehniki spremljanja jelenjadi uporabili univariatne in kompleksne statistične metode. Značilnosti razlik aritmetičnih sredin med rabo in razpoložljivostjo zveznih numeričnih okoljskih spremenljivk smo ugotavljali s konservativno varianto *Student t-testa*, ki ne predpostavlja homogenosti varianc. Razlike v rabi in razpoložljivosti atributivnih okoljskih spremenljivk smo ugotavljali s χ^2 *kontingenčnim testom*. Kompleksni učinek vseh obravnavanih spremenljivk smo analizirali z *logistično regresijo*, pri čemer so bile neodvisne spremenljivke zvezne ali *atributivne*, odvisna pa vedno *binarna* (prvi nivo analiz: območje raziskave – 0, združena individualna območja aktivnosti – 1; drugi nivo analiz: združena individualna območja aktivnosti – 0, posnete lokacije – 1). Analizirali smo glavne učinke vseh spremenljivk in interakcije prvega reda parov spremenljivk, ki jih je mogoče z dosedanjim poznavanjem vplivov okoljskih dejavnikov na prostorsko razporeditev jelenjadi smiselno interpretirati. Pari spremenljivk, za katere smo ugotavljali tudi interakcije in utemeljitev za njihovo vključitev v analize, so podani v spodnji preglednici.

Preglednica 18: Preučevane interakcije spremenljivk pri analizah celoletne rabe prostora jelenjadi
 Table 18: Explored interactions of variables in analyses of red deer annual habitat selection

Interakcija		Pomen interakcije spremenljivk na habitatni izbor jelenjadi (glej tudi Jerina, 2003)
NDV	SONCE	Z naraščanjem nadmorske višine zunanja in posledično tudi efektivna temperatura okolja prej ali slej zdrsne pod spodnjo mejo termonevtralnega območja živali. Efektivno temperaturo živali pogojuje tudi jakost sončnega sevanja. Učinka obeh faktorjev se kompenzirata. Na najvišjih predelih jelenjad izbira predele z večjo jakostjo sončnega sevanja; analogno temu na najnižjih predelih takšne, ki so manj osončeni.
ODD_CESTA_JAVNA	ODD_NASELJE	Na območjih, ki so hkrati blizu cest in naselij je jakost motenj pogojenih s človekovimi aktivnostmi že tako velika (večja od vsote obeh vplivov), da jih jelenjad le poredko uporablja.
ODD_CESTA_JAVNA	DEL_MLD	Negativne vplive pogostih motenj zaradi človekove aktivnosti blizu cest jelenjad kompenzira tako, da tam uporablja vegetacijske oblike, ki nudijo dobro varnostno kritje.
ODD_NASELJE	DEL_MLD	Negativne vplive pogostih motenj zaradi človekove aktivnosti blizu naselij jelenjad kompenzira tako, da tam uporablja vegetacijske oblike, ki nudijo dobro varnostno kritje.

5.4.1.2 Razlike v rabi prostora med hladnim in toplim delom leta

Za ugotavljanje razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta smo uporabili enake statistične metode, kot pri analizah celoletnega habitatnega izbora jelenjadi. S konservativno varianto *Studentovega t-testa* (pri zveznih numeričnih spremenljivkah) in χ^2 *kontingenčnim testom* (pri atributivnih spremenljivkah) smo ugotavljali, če se aritmetična sredina oz. porazdelitev posamezne od obravnavanih spremenljivk zgradbe prostora med sezonama značilno razlikuje. Z *logistično regresijo* pa smo preučevali, kakšne so kompleksne razlike v rabi prostora med obema sezonama oz. ugotavljali, kakšen je relativni vpliv posameznih obravnavanih okoljskih spremenljivk na sezonsko prostorsko razporeditev jelenjadi, upoštevaje, da nobeden od dejavnikov okolja praviloma ne deluje izolirano, marveč le v povezavi z drugimi.

5.4.1.3 Razlike v rabi prostora med dnevom in nočjo

Razlike v rabi prostora med dnevom in nočjo smo analizirali z enakimi metodami kot razlike v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta.

5.4.2 Velikost in zgradba celoletnih individualnih območij aktivnosti

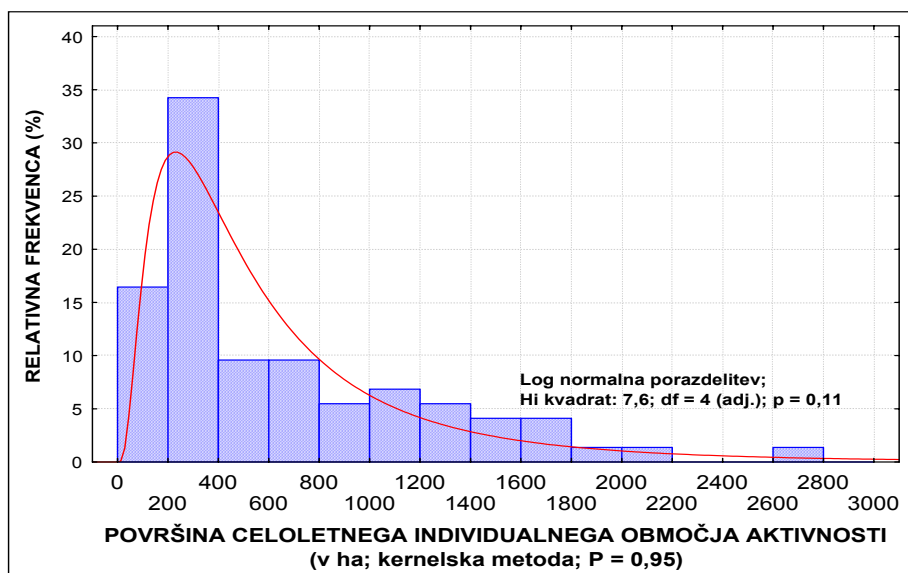
Pri analizah velikosti in zgradbe celoletnih IOA smo uporabili naslednje statistične metode: *Wilcoxon* test za odvisne vzorce (metoda parov), *Mann-Whitney U* test, *Kruskall-Wallis* test, *analizo variance* (ANOVA), neparametrično *Kendal- τ* korelacijsko analizo in *posplošeno multivariatno regresijsko analizo* (v kateri je lahko neodvisna spremenljivka tudi kategorialni znak).

Z *Wilcoxon* parnim testom smo ugotavljali, ali se velikosti IOA ugotovljene z metodo minimalnega konveksnega poligona in fiksno kernelsko metodo razlikujejo. Razlike v velikosti IOA med območji raziskave smo preskusili s *Kruskall-Wallis* testom, med spoloma pa z *Mann-Whitney U* testom.

Z *dvofaktorsko analizo variance* smo ugotavljali hkratni vpliv spola, območja raziskave in interakcije obeh faktorjev na velikost IOA (model: $Y_{BAi} = \{B\} + \{A\} + \{BA\} + e_{BAi}$). IOA se porazdeljujejo v desno asimetrični porazdelitvi (Slika 21), ki se od normalne razlikuje z zelo majhnim tveganjem ($\chi^2 = 52,5$; $df = 6$; $p = << 0,001$). Normalnost porazdelitve in homogenost varianc smo dosegli z logaritemsko transformacijo.

Povezave med velikostjo IOA in preučevanimi neodvisnimi spremenljivkami, ki opisujejo zgradbo IOA, vrednosti nekaterih populacijskih parametrov jelenjadi v IOA (gostota odvzema jelenjadi) ali individualne značilnosti spremljanih živali (spol in starost), smo ugotavljali z bivariatnimi in kompleksnimi statističnimi analizami. S *Kendal- τ* neparametrično korelacijo smo za vsako neodvisno spremenljivko posebej ugotovili njeno povezanost s površino IOA. Rezultate bivariatnih korelacij smo rangirali glede na ugotovljene statistične značilnosti povezav. Z *multivariatno regresijsko analizo* (splošni multivariatni regresijski model) smo ugotavljali, kako preučevane neodvisne spremenljivke združeno vplivajo na velikost IOA. Za korektno uporabo slednje od naštetih metod smo morali odvisno in nekatere od neodvisnih spremenljivk transformirati, s čimer smo dosegli,

da so se porazdeljevale normalno, na kar je v preglednicah z rezultati analiz opozorjeno. Multivariatno regresijsko analizo smo enkrat izvedli za vse neodvisne spremenljivke, vključno s kategorialno spremenljivko, ki označuje pripadnost posameznemu območju raziskave, enkrat pa brez te spremenljivke. Razlogi zaradi katerih smo se odločili za izvedbo dveh multivariatnih analiz, so opisani v rezultatih analiz vplivov zgradbe na velikosti IOA jelenjadi.



Slika 21: Frekvenčna porazdelitev površin celoletnih območjih aktivnosti jelenjadi, ugotovljenih s fiksno kernelsko metodo ($n = 73$)

Figure 21: Frequency distribution of red deer annual home range size ($n = 73$) estimated with fixed kernel method

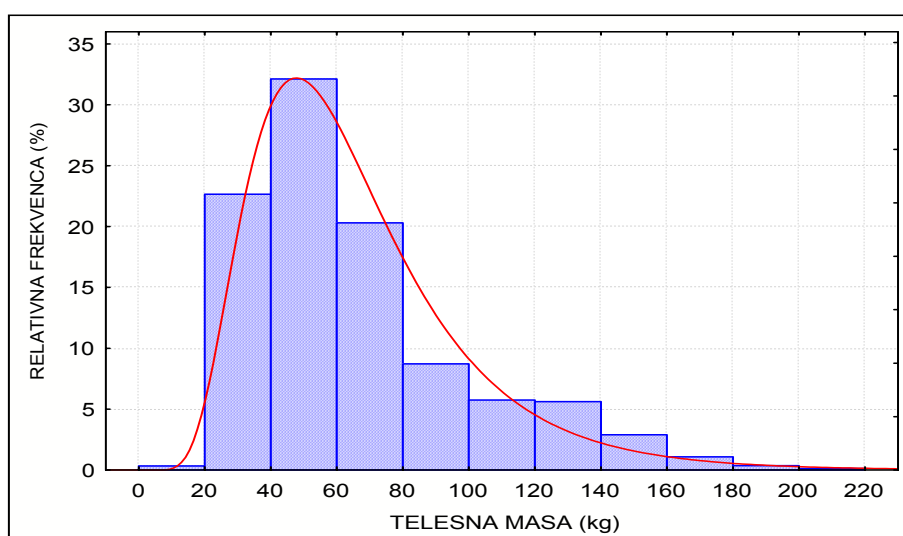
5.4.3 Telesna masa in okoljski dejavniki

Pri analizi vplivov okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi smo uporabili neparametrično *Kendal- τ korelacijsko analizo* in *multivariatno regresijsko analizo* (splošni multivariatni regresijski model).

Pri korelacijskih analizah smo kot odvisno spremenljivko uporabili odstopanje telesne mase osebkaj jelenjadi od povprečne vrednosti starostne in spolne kategorije, ki ji ta osebek pripada. V analizah smo uporabili odstopanja telesnih mas namesto osnovnih vrednosti, da bi tako odstranili vplive morebitnih razlik v habitatnem izboru posameznih starostnih in spolnih kategorij jelenjadi (v njihovi razporeditvi v gradientu preučevanih okoljskih spremenljivk) na preučevane odnose med telesno maso in okoljem. Korelacijske analize med odstopanji telesne mase in okoljskimi spremenljivkami smo izvedli ločeno za jelene in košute, za vsako okoljsko spremenljivko posebej, in spremenljivke ločeno po spolih rangirali glede na značilnost njihove korelacije z odvisno spremenljivko.

V multivariatni regresijski analizi smo kot neodvisne spremenljivke uporabili: 1) spremenljivke, ki primarno pogojujejo telesno maso jelenjadi (spolna in starostna kategorija osebkaj, zaporedni dan njegovega odvzema v letu, kvadrirana vrednost zaporednega dne njegovega odvzema), ter 2) spremenljivke, ki opisujejo zgradbo okolja. Za vključevanje in izključevanje neodvisnih spremenljivk v regresijski model smo

uporabili *forward stepwise* algoritem. Pri tem smo v postopek izbire neodvisnih spremenljivk poleg vseh glavnih učinkov vključili tudi: 1) interakcijo med zaporednim dnevom odvzema v letu in spolne ter starostne kategorije osebka in 2) interakcijo med kvadrirano vrednostjo zaporednega dneva odvzema osebka v letu in spolno ter starostno kategorijo osebka. Multivariatno regresijsko analizo smo prvič izvedli za vse neodvisne spremenljivke, vključno s kategorialno spremenljivko, ki označuje pripadnost osebka posameznemu populacijskemu območju jelenjadi, drugič pa brez te spremenljivke. S prvo od obeh multivariatnih analiz smo želeli ugotoviti, ali se telesne mase jelenjadi z različnih obravnavanih območij tudi po odstranitvi vplivov okoljskih dejavnikov značilno razlikujejo, kar bi lahko bila posledica razlik v njihovem genotipu. Z ugotovljenimi regresijskimi modeli smo ovrednotili, kolikšen delež variabilnosti telesne mase pojasnijo posamezni sklopi preučevanih spremenljivk. Končne regresijske enačbe smo uporabili tudi kot modele in z njimi ocenili, za koliko se ob spremembi vrednosti spremenljivk zgradbe okolja iz spodnjega v zgornji decil spremeni telesna masa jelenjadi. Ker kljub več preizkušenim transformacijam neodvisne spremenljivke nismo dosegli homogenosti variance med grupami (med spolnimi in starostnimi kategorijami osebkov) smo pri vključevanju in izključevanju neodvisnih spremenljivk v regresijski model pripisali stroge kriterije ($p = 0,01$ za vključitev spremenljivke v model; $p = 0,02$ za izključitev spremenljivke iz modela). Med vsemi preizkušenimi transformacijami se je kot najboljša izkazala logaritemska (Slika 22).



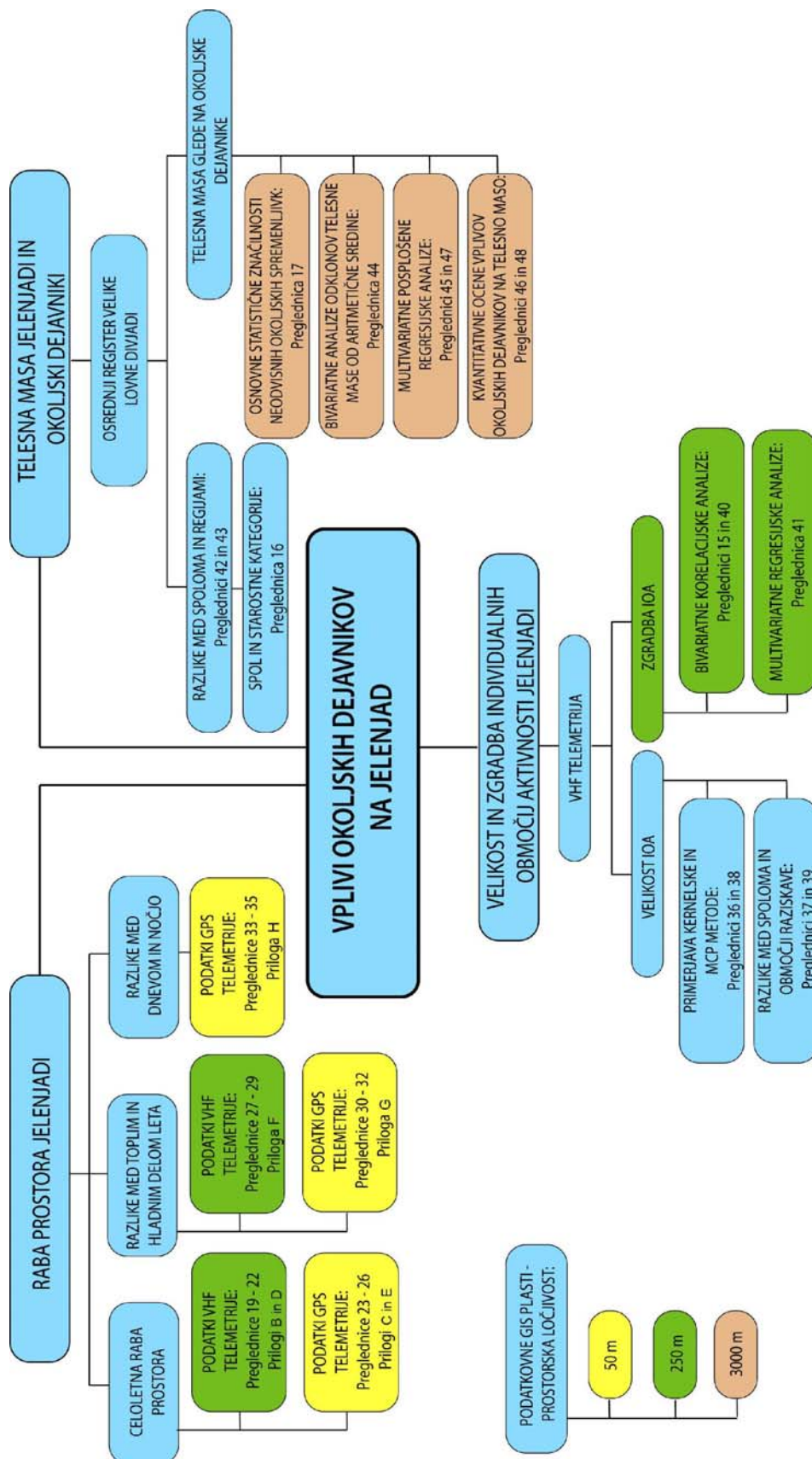
Slika 22: Frekvenčna porazdelitev telesne mase jelenjadi ($n = 3.920$)

Figure 22: Frequency distribution of red deer body mass ($n = 3.920$)

6 REZULTATI

V tem poglavju so podani rezultati analiz vseh treh glavnih sklopov naloge: 1) rabe prostora jelenjadi na celoletnem, sezonskem in dnevno-nočnem nivoju, 2) velikosti in zgradbe njenih celoletnih individualnih območij aktivnosti, 3) telesne mase jelenjadi glede na zgradbo njenega življenjskega prostora in raven nekaterih drugih okoljskih dejavnikov. V njem zaradi večje preglednosti za prvi vsebinski sklop podajamo le glavne rezultate univariatnih in multivariatnih analiz. Grafikone vseh univariatnih primerjav odvisnih in neodvisnih spremenljivk, ki so se v okviru hierarhičnih analiz rabe prostora izkazale kot najbolj pomembne, pa smo skupaj z ustreznimi slikami in pojasnjevalnimi statistikami vključili neposredno v diskusijo naloge. Preglednice, iz katerih je razviden postopek izračunavanja ponderjev in tudi sami ponderji, ki smo jih uporabili za uravnoteženje števila pozitivnih in negativnih primerov med in v območjih raziskave pri analizah rabe prostora, ter osnovni statistični parametri (aritmetična sredina, prvi in zadnji decil) obravnavanih neodvisnih spremenljivk zgradbe prostora vseh faz analize rabe prostora so podani v prilogi naloge (Priloge A do C). Organizacija poglavja »Rezultati« je grafično prikazana na spodnjem diagramu.

Za označevanje vseh okoljskih spremenljivk smo uporabili enake oznake, kot so podane pri opisih izdelave GIS podatkovnih plasti, iz katerih smo zajemali vrednosti spremenljivk (poglavje 5.2.3 *Priprava in zajemanje prostorskih podatkov*).



Slika 23: Diagram rezultatov naloge
 Figure 23: Organization chart of results of research

6.1 RABA PROSTORA

6.1.1 Celoletna raba prostora

Analizo celoletne rabe prostora smo izvedli v dveh nivojih. V prvem smo zgradbo rastrskih celic, ki ležijo znotraj združenih individualnih območij aktivnosti jelenjadi (v nadaljevanju združenih IOA), primerjali z zgradbo združenih območij raziskav. V drugem nivoju analiz pa smo zgradbo rastrskih celic z zabeleženo prisotnostjo jelenjadi (celic z vsaj eno posneto lokacijo; pri tem je bila vsaka posneta lokacija s pripadajočo rastrsko celico ena enota – en pozitiven primer) primerjali z zgradbo vseh rastrskih celic v združenih IOA. V prvem nivoju analiz smo torej ugotavljali, kateri dejavniki zgradbe prostora najbolj pogojujejo skrajne meje IOA jelenjadi, v drugem pa, ali je notranja raba IOA homogena glede na obravnavane okoljske spremenljivke. Pri obeh nivojih analiz smo uporabili univariatne statistične metode (t -test razlik aritmetičnih sredin za zvezne spremenljivke in χ^2 test homogenosti porazdelitev za atributivne spremenljivke) in binarno logistično regresijo. Pri slednji smo v postopek tvorjenja modela poleg glavnih učinkov spremenljivk vključili tudi interakcije prvega reda parov nekaterih spremenljivk (Preglednica 18).

V okviru pričujoče naloge smo večino osebkov jelenjadi spremljali z VHF telemetrijo (50 osebkov), nekaj pa z GPS telemetrijskim sistemom (4 osebkke). Ker se obe telemetrijski tehniki razlikujeta v tolikšni meri (glej poglavje 5.2.1.2 in 5.2.1.3), da bi to lahko vplivalo na končne rezultate analiz, smo podatke obeh telemetrijskih tehnik ločeno analizirali. Z VHF telemetrijo se je jelenjad spremljalo predvsem podnevi. Zato so vsi rezultati, ki iz nje izhajajo, lahko sistematično zamaknjeni v prid dnevne rabe prostora jelenjadi. Pri GPS telemetriji pa so se snemanja lokacij izvajala na vsako uro – 24 ur – vendar pa je verjetnost uspeha snemanja lokacije odvisna od vrste vegetacijskega pokrova in je zato delež negozdnih vegetacijskih oblik v skupni izmerjeni rabi prostora lahko precenjen. Ker jelenjad na negozdne površine izstopa skoraj izključno ob mraku in ponoči, je delež uspešnih snemanj podnevi manjši kot ponoči. Torej si obe metodi zajemanja podatkov glede na čas, ko je posnetih največ lokacij, diametralno nasprotujeta. Zaradi čim večje primerljivosti rezultatov smo za obdelavo podatkov obeh telemetrijskih metod uporabili enake postopke in statistične metode.

6.1.1.1 Celoletna raba prostora jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo

Osnovni statistični parametri (aritmetična sredina, prvi in zadnji decil) obravnavanih neodvisnih spremenljivk zgradbe prostora so za oba nivoja analiz (za raziskovalna območja, za združena IOA in za rastrske celice z zabeleženo prisotnostjo spremljane jelenjadi) podani v prilogi D. Preglednica 19 prikazuje rezultate univariatnih analiz obeh nivojev analiz celoletne rabe prostora. Rezultati multivariatne analize prvega nivoja habitatnega izbora so podani v preglednici 20, drugega nivoja pa v preglednici 21. Preglednica 22 prikazuje točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov s kompleksnima logističnima modeloma rabe prostora obeh nivojev analiz.

Table 19: Univariate comparisons of structure of research area, joint annual home ranges and recorded locations for red deer monitored with VHF telemetry

OZNAKA SPREMENLJIVKE*	PRIMERJAVA OBMOČIJ AKTIVNOSTI Z OBMOČJI RAZISKAVE				PRIMERJAVA POSNETIH LOKACIJ Z OBMOČJI AKTIVNOSTI				SKUPAJ	
	X_{HR}/X_{OBM}	t	P	RANG	X_{LOK}/X_{HR}	t	P	RANG	VPLIV	ZNAČ.
NDV_250	1,06	-4,8	$1,9 \times E-06$	9	1,06	-5,9	$3,3 \times E-09$	3	++	++
NKL_250	1,09	-3,3	$9,4 \times E-04$	12	1,00	-0,1	NS	22	++	+-
SONCE_250	0,98	5,3	$1,3 \times E-07$	7	1,00	-1,0	NS	18	-+	+-
DEL_GOZD_250	1,11	-7,6	$5,0 \times E-14$	5	1,02	-1,5	NS	13	++	+-
DEL_SUKC_250	0,93	0,6	NS	21	0,87	0,9	NS	20	--	--
DEL_KMET_250	0,53	7,9	$5,6 \times E-15$	4	0,89	1,0	NS	19	--	+-
DEL_OSTALO_250	0,47	4,4	$1,1 \times E-05$	10	0,71	1,7	NS	12	--	+-
NEG_250_750	0,55	9,2	$1,1 \times E-19$	3	0,84	2,3	$2,4 \times E-02$	10	--	++
NEG_250_1250	0,59	9,4	$1,6 \times E-20$	2	0,93	1,2	NS	17	--	+-
ODD_GOZD_250	0,62	5,1	$4,3 \times E-07$	8	0,75	2,9	$4,2 \times E-03$	8	--	++
ODD_NEGOZD_250	0,97	0,9	NS	20	0,87	4,3	$1,4 \times E-05$	5	--	-+
DEL_MLD_250	1,17	-2,8	$4,4 \times E-03$	13	0,82	3,5	$4,1 \times E-04$	6	+-	++
DEL_DRG_250	0,95	1,7	NS	18	0,84	6,2	$5,7 \times E-10$	2	--	-+
DEL_DEB_250	1,08	-2,6	$9,7 \times E-03$	14	0,96	1,4	NS	14	+-	+-
DEL_POM_250	1,01	-0,1	NS	22	1,15	-2,4	$1,7 \times E-02$	9	++	-+
DEL_OST_SEST_250	0,74	3,4	$7,8 \times E-04$	11	2,04	-8,0	$2,1 \times E-15$	1	-+	++
LZ_SEST_250	1,03	-2,2	$3,0 \times E-02$	16	0,98	1,4	NS	15	+-	+-
DEL_IGL_250	1,04	-1,6	NS	19	0,97	1,2	NS	16	+-	--
ODD_CESTA_JAVNA_250	1,24	-6,7	$3,1 \times E-11$	6	1,12	-3,4	$7,9 \times E-04$	7	++	++
ODD_CESTA_VSE_250	0,93	2,2	$3,1 \times E-02$	17	1,06	-1,8	NS	11	-+	+-
ODD_NASELJE_250	1,07	-2,5	$1,4 \times E-02$	15	1,02	-0,8	NS	21	++	+-
ODD_KRM_250	0,73	13,7	$1,6 \times E-41$	1	0,88	5,7	$1,3 \times E-08$	4	--	++

OPOMBE:

*Postopek kodiranja spremenljivk in podatkovnih baz iz katerih smo jih izdelali je opisan v poglavju 5.2.3.

X_{HR}/X_{OBM} – količnik med povprečjem spremenljivke znotraj združenih individualnih območij aktivnosti in v celotnem območju raziskave

X_{LOK}/X_{OBM} – količnik med povprečjem spremenljivke za rastrske celice s posnetimi lokacijami jelenjadi in vseh rastrskih celicah znotraj združenih individualnih območij aktivnostih

t – t-vrednost t' testa

P – statistično tveganje; NS – razlike niso značilne; tveganje večje od 0,05

RANG – vrstni red spremenljivke glede na značilnost razlik aritmetičnih sredin v primerjavi z ostalimi spremenljivkami

VPLIV – smer delovanja spremenljivke; plus označuje priljubljenost, minus pa neprijubljenost. Prvi znak pripada primerjavi X_{HR}/X_{OBM} , drugi pa primerjavi X_{LOK}/X_{OBM}

ZNAČ. – statistična značilnost razlik med spremenljivkami pri tveganju 0,05; + razlike so značilne; – razlike niso značilne

Odebeljene modre vrstice označujejo spremenljivke, ki imajo v obeh fazah analize enako predznačen in značilen vpliv na pojavljanje jelenjadi

Modre vrstice označujejo spremenljivke, ki imajo v obeh fazah analize enako predznačen vpliv na pojavljanje jelenjadi

Preglednica 20: Rezultati multivariatne analize razlik v zgradbi združenih celoletnih individualnih območij aktivnosti in območja raziskave za jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo

Table 20: Results of multivariate analysis of differences in composition between merged annual individual home ranges and research area for red deer monitored with VHF telemetry

SPREMENLJIVKE V MODELU	OCENA PARAMETRA (B)	WALD STATIST.	P	RAZMERJE OBETOV	RAZMERJE OBETOV (pri + X)
ODD_KRM_250	-7,0 × E-04	102,13	5,2 × E-24	0,99930	0,932 (100 m)
ODD_CESTA_JAVNA_250	2,8 × E-04	17,08	3,6 × E-05	1,00028	1,028 (100 m)
NEG_250_750	-1,3 × E-03	10,28	1,3 × E-03	0,99873	0,273 (100 %)
DEL_MLD_250	9,9 × E-04	9,42	2,1 × E-03	1,00099	2,691 (100 %)
NDV_250	1,8 × E-03	8,65	3,3 × E-03	1,00180	1,197 (100 m)
ODD_CESTA_JAVNA_250 × ODD_NASELJE_250	2,4 × E-08	4,79	2,9 × E-02	1,00000	
NDV_250 × SONCE_250	3,0 × E-07	4,04	4,4 × E-02	1,00000	
KONSTANTA	1,7 × E-02	0,01	NS	1,01721	
Vrednosti nivojev odvisne spremenljivke: 0 – negativni primeri, 1 – pozitivni primeri					

Preglednica 21: Rezultati multivariatne analize razlik v zgradbi rastrskih celic z zabeleženo prisotnostjo jelenjadi in združenimi individualnimi območji aktivnosti za jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo

Table 21: Results of multivariate analysis of differences in composition between greed cells with registered red deer presence and merged annual individual home ranges for red deer monitored with VHF telemetry

SPREMENLJIVKE V MODELU	OCENA PARAMETRA (B)	WALD STAT.	P	RAZMERJE OBETOV	RAZMERJE OBETOV (pri + X)
DEL_OST_SEST_250	1,6 × E-03	74,38	6,4 × E-18	1,00156	4,759 (100 %)
DEL_POM_250	2,4 × E-03	62,99	2,1 × E-15	1,00241	11,13 (100 %)
NDV_250 × SONCE_250	4,6 × E-07	51,49	7,2 × E-13	1,00000	
ODD_CESTA_JAVNA_250	2,9 × E-04	39,84	2,7 × E-10	1,00029	1,029 (100 m)
ODD_CESTA_JAVNA_250 × DEL_MLD_250	-1,4 × E-06	26,89	2,1 × E-07	1,00000	
ODD_GOZD_250	-1,2 × E-02	17,14	3,5 × E-05	0,98798	0,298 (100 m)
NEG_250_750	-1,3 × E-03	12,46	4,2 × E-04	0,99867	0,264 (100 %)
ODD_KRM_250	-2,2 × E-04	9,17	2,4 × E-03	0,99978	0,978 (100 m)
ODD_NEGOZD_250	-3,0 × E-03	4,52	3,4 × E-02	0,99699	0,740 (100 m)
KONSTANTA	-4,1 × E-01	2,22	NS	0,66001	
Vrednosti nivojev odvisne spremenljivke: 0 – negativni primeri, 1 – pozitivni primeri					

Preglednica 22: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistična modela celoletne rabe prostora jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo

Table 22: Classification accuracy of annual habitat selection models (logistic regression) for red deer monitored with VHF telemetry

		UVRŠČENO V HABITAT	UVRŠČENO V MATRIKS
ZDRUŽENA OBMOČJA AKTIVNOSTI PROTI OBMOČJEM RAZISKAVE	HABITAT	67,9	32,3
	MATRIKS	47,8	52,2
	POVPREČJE	60,2	
POSNETE LOKACIJE PROTI ZDRUŽENIM OBMOČJEM AKTIVNOSTI	HABITAT	67,4	32,6
	MATRIKS	33,7	66,3
	POVPREČJE	66,9	

6.1.1.2 Celoletna raba prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo

Osnovni statistični parametri (aritmetična sredina, prvi in zadnji decil) obravnavanih spremenljivk zgradbe prostora so za oba nivoja analiz (za raziskovalna območja, za združena IOA in za rastrske celice z zabeleženo prisotnostjo spremljane jelenjadi) podani v prilogi E. Preglednica 23 prikazuje rezultate univariatnih analiz obeh nivojev analiz. Rezultati multivariatne analize prvega nivoja habitatnega izbora so podani v preglednici 24, drugega nivoja pa v preglednici 25. Preglednica 26 prikazuje točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov z izdelanima logističnim modeloma obeh nivojev analiz.

Table 23: Univariate comparisons of structure of research area, joint annual home ranges and recorded locations for red deer monitored with GPS telemetry

OZNAKA SPREMENLJIVKE*		PRIMERJAVA OBMOČIJ AKTIVNOSTI Z OBMOČJI RAZISKAVE				PRIMERJAVA POSNETIH LOKACIJ Z OBMOČJI AKTIVNOSTI				SKUPAJ	
		X _{HR} / X _{OBM}	t	P	RANG	X _{LOK} / X _{HR}	t	P	RANG	VPLIV	ZNAČ.
NDV_50		1,02	-1,4	NS	17	0,99	0,6	NS	20	+ –	– –
NKL_50		1,00	0,1	NS	20	0,92	2,9	3,3 × E-03	12	– –	– +
SONCE_50		1,02	-8,6	1,1 × E-17	7	1,01	-3,4	7,4 × E-04	11	++	++
RABA TAL_50 kategorija*	1	0,86	$\chi^2 = 44,4$ df = 3 P = 1,2 × E-09		9	0,63	$\chi^2 = 203,2$ df = 3 P = 8,8 × E-44		1	--	++
	2	1,89				0,99				--	
	3	1,47				1,95				++	
	4	0,92				0,36				--	
NEG_50_250		1,37	6,0	2,6 × E-09	10	1,50	-11,2	2,5 × E-28	2	++	++
NEG_50_750		1,29	5,5	4,8 × E-08	11	1,27	-7,0	2,8 × E-12	4	++	++
NEG_50_1250		1,20	4,4	1,4 × E-05	14	1,18	-5,4	9,7 × E-08	8	++	++
ODD_GOZD_50		0,50	6,6	1,3 × E-10	8	0,64	6,0	3,6 × E-09	6	--	++
ODD_NEGOZD_50		0,57	15,4	9,1 × E-51	4	0,74	6,2	6,4 × E-10	5	--	++
DEL_MLD_50		0,79	2,4	1,5 × E-02	16	1,08	-0,8	NS	19	– +	+ –
DEL_DRG_50		0,90	2,7	7,3 × E-03	15	1,07	-1,4	NS	17	– +	+ –
DEL_DEB_50		0,55	12,4	3,6 × E-34	5	0,80	2,8	4,9 × E-03	13	--	++
DEL_POM_50		0,62	4,9	1,1 × E-06	13	0,78	1,6	NS	16	--	+ –
DEL_OST_SEST_50		5,68	-17,4	2,3 × E-60	3	1,08	-1,0	NS	18	++	+ –
LZ_SEST_50		0,74	17,3	1,7 × E-62	2	0,91	3,8	1,5 × E-04	10	--	++
DEL_IGL_50		1,00	-0,1	NS	19	0,87	4,0	6,9 × E-05	9	+ –	– +
ODD_CESTA_JAVNA_50		0,81	5,3	1,5 × E-07	12	0,91	1,8	NS	15	--	+ –
ODD_CESTA_VSE_50		0,99	0,4	NS	18	0,78	8,2	4,8 × E-16	3	--	– +
ODD_NASELJE_50		0,72	11,8	1,9 × E-31	6	0,94	2,0	NS	14	--	+ –
ODD_KRM_50		0,61	23,6	7,5 × E-112	1	0,88	5,4	7,5 × E-08	7	--	++

*Postopek kodiranja spremenljivk in podatkovnih baz iz katerih smo jih izdelali je opisan v poglavju 5.2.3.

$X_{\text{LOK}}/X_{\text{OBM}}$ – količnik med povprečjem spremenljivke za rastrske celice s posnetimi lokacijami jelenjadi in vseh rastrskih celicah znotraj združenih individualnih območjih aktivnosti

P – statistično tveganje; NS – razlike niso značilne; tveganje večje od 0,05

RANG – vrstni red spremenljivke glede na značilnost razlik aritmetičnih sredin v primerjavi z ostalimi spremenljivkami

ZNAČ. – statistična značilnost razlik med spremenljivkama pri tveganju 0,05; + razlike so značilne; – razlike niso značilne

Modre vrstice označujejo spremenljivke, ki imajo v obeh fazah analize enako predznačen vpliv na pojavljanje jelenjadi.

RABA TAL 50 kategorija* 1 – gozd, 2 – površine v zaraščanju, 3 – kmetijske površine, 4 – ostalo

Preglednica 24: Rezultati multivariatne analize razlik v zgradbi celoletnih individualnih območij aktivnosti in območja raziskave za jelenjad, spremljano z GPS telemetrijo

Table 24: Results of multivariate analysis of differences in composition between merged annual individual home ranges and research area for red deer monitored with GPS telemetry

SPREMENLJIVKE V MODELU	OCENA PARAMETRA (B)	WALD STAT.	P	RAZMERJE OBETOV	RAZMERJE OBETOV (pri + X)
ODD_KRM_50	$-2,13 \times E-03$	364,73	$2,6 \times E-81$	0,99787	0,808 (100 m)
ODD_CESTA_JAVNA_50 × ODD_NASELJE_50	$2,61 \times E-07$	170,42	$6,0 \times E-39$	1,00000	
SONCE_50	$5,62 \times E-03$	54,82	$1,3 \times E-13$	1,00564	1,75 (100 MJ)
NDV_50	$2,52 \times E-02$	47,25	$6,2 \times E-12$	1,02550	12,41 (100 m)
NDV_50 × SONCE_50	$5,14 \times E-06$	35,38	$2,7 \times E-09$	1,00001	
LZ_SEST_50	$-3,45 \times E-03$	21,09	$4,4 \times E-06$	0,99656	0,71 (100 m ³)
DEL_OST_SEST_50	$1,29 \times E-02$	20,79	$5,1 \times E-06$	1,01301	3,642 (100 %)
ODD_GOZD_50	$-4,80 \times E-03$	19,67	$9,2 \times E-06$	0,99521	0,619 (100 m)
RABA		11,20	$1,1 \times E-02$		
RABA (1 proti 3)	$-3,39 \times E-01$	5,34	$2,1 \times E-02$	0,71230	
RABA (4 proti 3)	$-8,06 \times E-01$	4,44	$3,5 \times E-02$	0,44646	
RABA (2 proti 3)	$2,24 \times E-01$	0,61	NS	1,25066	
ODD_NEGOZD_50	$-6,65 \times E-04$	4,13	$4,2 \times E-02$	0,99934	0,936 (100 m)
KONSTANTA	$-1,97 \times E+01$	37,46	$9,3 \times E-10$	0,00000	
Vrednosti nivojev odvisne spremenljivke: 0 – negativni primeri, 1 – pozitivni primeri					

Preglednica 25: Rezultati multivariatne analize razlik v zgradbi rastrskih celic z zabeleženo prisotnostjo jelenjadi in združenih območij aktivnosti za jelenjad, spremljano z GPS telemetrijo

Table 25: Results of multivariate analysis of differences in composition between greed cells with registered red deer presence and merged annual individual home ranges for red deer monitored with GPS telemetry

SPREMENLJIVKE V MODELU	OCENA PARAMETRA (B)	WALD STAT.	P	RAZMERJE OBETOV	RAZMERJE OBETOV (pri + X)
RABA_50		217,41	$7,3 \times E-47$		
RABA_50 (2 proti 3)	$-7,90 \times E-01$	15,73	$7,3 \times E-05$	0,45389	
RABA_50 (1 proti 3)	$-1,30 \times E+00$	212,48	$4,0 \times E-48$	0,27328	
RABA_50 (4 proti 3)	$-1,61 \times E+00$	14,18	$1,7 \times E-04$	0,20051	
ODD_KRM_50	$-5,84 \times E-04$	41,10	$1,4 \times E-10$	0,99942	0,943 (100 m)
ODD_GOZD_50	$-6,12 \times E-03$	24,97	$5,8 \times E-07$	0,99390	0,542 (100 m)
ODD_NEGOZD_50	$-1,64 \times E-03$	19,62	$9,5 \times E-06$	0,99836	0,849 (100 m)
DEL_IGL_50	$-7,77 \times E-03$	18,55	$1,7 \times E-05$	0,99226	0,460 (100 %)
NDV_50 × SONCE_50	$1,07 \times E-07$	5,68	$1,7 \times E-02$	1,00000	
KONSTANTA	$1,81 \times E+00$	92,42	$7,0 \times E-22$	6,12471	
Vrednosti nivojev odvisne spremenljivke: 0 – negativni primeri, 1 – pozitivni primeri					

Preglednica 26: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistična modela celoletne rabe prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo

Table 26: Table 22: Classification accuracy of annual habitat selection models (logistic regression) for red deer monitored with GPS telemetry

		UVRŠČENO V HABITAT	UVRŠČENO V MATRIKS
ZDRUŽENA OBMOČJA AKTIVNOSTI PROTI OBMOČJEM RAZISKAVE	HABITAT	83,1	16,9
	MATRIKS	23,6	76,4
	POVPREČJE	79,7	
POSNETE LOKACIJE PROTI ZDRUŽENIM OBMOČJEM AKTIVNOSTI	HABITAT	57,3	42,7
	MATRIKS	29,5	70,5
	POVPREČJE	63,9	

6.1.1.3 Sinteza rezultatov analiz celoletne rabe prostora

Če rezultate obeh faz analiz in obeh telemetrijskih metod zajemanja podatkov o jelenjadi primerjamo, lahko med njimi ugotovimo veliko podobnosti in tudi nekatere razlike. V nadaljevanju smo skušali rezultate vseh štirih multivariatnih analiz celoletnega habitatnega izbora jelenjadi strniti in izpostaviti najpomembnejše skupne zakonitosti.

Spremenljivka **oddaljenost od krmišč** je vključena v vse širi multivariatne logistične modele rabe prostora jelenjadi. V vseh je njen vpliv na prostorsko razporeditev jelenjadi enako predznačen in značilen z zelo majhnim tveganjem ($2,6 \times E-81 < p < 2,4 \times E-03$). Krmišča so bila najpomembnejša spremenljivka, ki je pogojevala lego celoletnih IOA spremljane jelenjadi pri obeh tehnikah zajemanja podatkov. Rastrske celice raziskovalnega območja podatkov VHF telemetrije so bile od najbližjih krmišč oddaljene nekako med 428 (prvi decil) in 2.460 metrov (zadnji decil), posnete lokacije jelenjadi pa med 180 (prvi decil) in 1.650 metri (zadnji decil). Pri podatkih GPS telemetrije so bile rastrske celice raziskovalnega območja od najbližjega krmišča oddaljene od 490 (prvi decil) do 2.250 metrov (zadnji decil), posnete lokacije jelenjadi pa med 36 (prvi decil) in 1.350 metri. Prostorska razporeditev krmišč je med vsemi obravnavanimi neodvisnimi spremenljivkami najmočnejše pogojevala celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi.

Na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi izrazito vplivajo tudi ceste javnega pomena. Spremenljivka **oddaljenost od najbližjih cest javnega pomena** je kar petkrat vključena v kompleksne logistične modele celoletne rabe prostora in sicer dvakrat samostojno ter trikrat v interakciji z drugimi spremenljivkami (dvakrat z oddaljenostjo od najbližjega naselja in enkrat z deležem sestojev v razvojni fazi mladovje). V vseh modelih so njeni vplivi na jelenjad enako predznačeni in imajo majhno statistično tveganje ($2,8 \times E-10 < p < 3,6 \times E-05$). Jelenjad se izogiba bližini glavnih, prometno močnejše obremenjenih cest. Rastrske celice raziskovalnega območja prirejenega podatkom zbranih z VHF telemetrijo so od najbližjih cest javnega pomena oddaljene od 133 do 2.930 metrov (prvi in zadnji decil), posnete lokacije spremljane jelenjadi pa od 305 do 4.620 metrov (prvi in zadnji decil). Ugotovljene vplive glavnih cest vsebinsko dopolnjujejo tudi statistično značilne interakcije cest in naselij oziroma cest in deleža mladovij. Spremljana jelenjad se je izrazito izogibala predelov, ki so bili hkrati blizu glavnih cest in naselij ($6,0 \times E-39 < p <$

$2,9 \times E-02$) in je v bližini cest pogostejše kot sicer uporabljala sestoje v razvojni fazi mladovje ($p = 2,2 \times E-07$).

Od parov spremenljivk, ki so na jelenjad vplivale v interakciji, velja izpostaviti tudi **nadmorsko višino in jakost sončnega obsevanja**. Interakcija teh dveh spremenljivk je bila namreč vključena v vse štiri kompleksne logistične modele rabe prostora jelenjadi in je imela v vseh enako predznačen vpliv pri praviloma majhnem statističnem tveganju ($7,2 \times E-13 < p < 4,4 \times E-02$). Jelenjad je na večjih nadmorskih višinah pogostejše kot sicer uporabljala toplejše lege in nasprotno na nižjih hladnejše.

Naslednji od pomembnih dejavnikov zgradbe prostora, ki pogojujejo prostorsko razporeditev jelenjadi na celoletnem nivoju, je **gozdni rob**. Njegov vpliv smo analizirali z dvema spremenljivkama: oddaljenost od najbližjega negozda in oddaljenost od najbližjega gozda, od katerih prva podaja vrednosti le znotraj, druga pa le zunaj gozda. Skupaj prekrivata vse modelno območje. Obe spremenljivki sta vključeni v tri končne logistične modele rabe prostora. V vseh je njihov vpliv na jelenjad enako predznačen in zlasti pri slednji značilen z zelo majhnim tveganjem (ODD_NEGOZD: $9,5 \times E-06 < p < 4,2 \times E-02$; ODD_GOZD: $5,8 \times E-07 < p < 3,5 \times E-05$). Verjetnost rabe negozdnih površin z oddaljenostjo od gozdnega roba zelo strmo upada. Tako so lokacije, ki ležijo zunaj gozda pri VHF telemetriji (ki ima manjšo natančnost snemanja podatkov) od najbližjega gozdnega roba oddaljene od 12 do 92 metrov (prvi in zadnji decil), pri GPS telemetriji pa od 5 do 92 metrov. Na osnovi rezultatov obeh spremljav lahko sodimo, da jelenjad negozdnih površin, ki so od najbližjega gozdnega roba oddaljene več kot 100 metrov, skoraj ne uporablja. Tudi raba gozdnih površin z oddaljenostjo od najbližjega gozdnega roba upada, vendar precej počasneje in manj izrazito kot raba negozdnih površin. V raziskovalnem območju VHF telemetrirane jelenjadi so gozdne površine od najbližjega gozdnega roba tako oddaljene od 27 do 860 metrov (prvi in zadnji decil), posnete lokacije jelenjadi pa od 40 do 650 metrov. V raziskovalnem območju GPS telemetrirane jelenjadi so gozdne površine od najbližjega gozdnega roba oddaljene od 32 do 680 metrov (prvi in zadnji decil), posnete lokacije jelenjadi pa od 5 do 340 metrov (prvi in zadnji decil). Iz primerjav rezultatov vseh univariatnih in multivariatnih analiz celoletne rabe prostora je razvidno, da od obeh spremenljivk, ki ponazarjata vpliv gozdnega roba, na izbiro celoletnih IOA vpliva predvsem oddaljenost od najbližjega gozda, na notranjo rabo IOA pa obe.

Kategorija rabe tal (pri analizi podatkov GPS telemetrije) oz. **delež gozdnih in negozdnih površin** (pri analizi podatkov VHF telemetrije) je bila vključena v vse štiri kompleksne logistične modele habitatnega izbora jelenjadi. Vendar pa je ugotovljena smer vpliva te spremenljivke za obe tehniki zajemanja podatkov diametralna. Pri VHF telemetriji je gozdnatost rastrskih celic s posnetimi lokacijami jelenjadi (89,5 odstotkov) večja od gozdnatosti vseh rastrskih celic v združenih IOA jelenjadi (87,9 odstotkov) in le-ta večja od gozdnatosti vsega območja raziskave (79 odstotkov). Pri GPS telemetriji pa je delež gozda v rastrskih celicah s posnetimi lokacijami jelenjadi (42,5 odstotkov) manjši od deleža gozda v njenih IOA (66,9 odstotkov) in le-ta manjši od gozdnatosti celega območja raziskave (77,5 odstotkov). Skladno s pričakovanji (poglavje 5.2.1.2 in 5.2.1.3) so ugotovljeni vzorci rabe prostora jelenjadi torej odvisni tudi od načina zajemanja izhodiščnih podatkov (časa in tehnike snemanja lokacij jelenjadi) in se pri GPS in VHF telemetriji razlikujejo.

Kot zadnjo pomembno spremenljivko z vplivom na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi velja izpostaviti **zgradbo sestojev**. Spremljana jelenjad je praviloma pogosteje uporabljala razvojne faze sestojev oz. sestoje gojitvenih sistemov, ki nudijo dobro varnostno kritje in je v njih hkrati dostopno več hrane. To so mladovja, sestoji v pomlajevanju in prebiralni gozdovi ter »ostale oblike sestojev« (panjevcji, grmišča, opuščena grmišča, listniki in steljniki). Spremenljivka *delež mladovja* je bila tako vključena v multivariatni logistični model izbire celoletnih IOA ($p = 2,1 \times E-03$) in v interakciji s spremenljivko oddaljenost od najbližjih cest javnega pomena ($p = 2,1 \times E-07$) v model notranje rabe celoletnih IOA; obakrat pri jelenjadi spremljani z VHF telemetrijo. Delež mladovja v rastrskih celicah IOA jelenjadi spremljane z VHF telemetrijo je za 17 odstotkov večji od deleža mladovij celega območja raziskave. Spremenljivka *delež sestojev v pomlajevanju in prebiralnih gozdov* je značilno vplivala ($p = 3,68 \times E-05$) notranjo rabo IOA pri jelenjadi spremljani z VHF telemetrijo. Tako je delež teh dveh razvojnih faz na rastrskih celicah s posnetimi lokacijami jelenjadi za 17 odstotkov večji od deleža v vseh rastrskih celicah celotnega IOA. Spremenljivka *delež »ostalnih oblik gozda«* je bila vključena v 2 multivariatna logistična modela celoletne rabe prostora: v model druge faze analiz pri podatkih VHF telemetrije ($p = 6,4 \times E-18$) in v model prve faze analiz pri podatkih GPS telemetrije ($p = 5,1 \times E-06$). V prvi od obeh navedenih analiz znaša indeks raba / razpoložljivost za spremenljivko delež »ostalnih oblik gozda« 2,04, v drugi pa 1,08.

6.1.2 Razlike v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta

V tem podpoglavju so prikazani rezultati analiz razlik v rabi prostora jelenjadi med toplim in hladnim delom leta. V analizah smo uporabili le posnete lokacije osebkov jelenjadi, ki so bili spremljani v obeh primerjanih obdobjih. Glede na čas snemanja smo posnete lokacije razdelili na dva dela: na topli del leta (1. april do 15. november) in na hladni del leta (16. november do 31. marec) in z univariatnimi statističnimi metodami (s t' testom pri zveznih numeričnih spremenljivkah oz. χ^2 kontingenčnim testom pri atributivnih spremenljivkah) ter multivariatno klasifikacijsko metodo (z binarno logistično regresijo) ugotavljali ali se raba nivojev spremenljivk zgradbe prostora med obema obdobjema značilno razlikuje in kakšne so kompleksne razlike v rabi prostora med obema obdobjema. Pri tem smo zaradi razlogov, ki so opisani že na začetku prejšnjega podpoglavja, jelenjad, ki je bila spremljana z VHF in GPS telemetrijo obravnavali ločeno.

6.1.2.1 Razlike v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo

Osnovni statistični parametri (aritmetična sredina, prvi in zadnji decil, število enot) obravnavanih spremenljivk zgradbe prostora v rastrskih celicah posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, so za hladni in za topli del leta podani v prilogi G. Rezultati univariatnih primerjav rabe prostora v obeh obdobjih so predstavljeni v preglednici 27, rezultati multivariatne analize razlik v sezonski rabi prostora – tj. binomski logistični regresijski model – pa v preglednici 28. Njegova točnost razvrščanja je podana v preglednici 29.

Preglednica 27: Univariatne primerjave rabe prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z VHF teletetrijo

Table 27: Univariate comparisons of red deer habitat selection in cold and warm part of year, for the red deer monitored with VHF telemetry

SPREMENLJIVKA	$X_{POV_HLADNI\ DEL\ LETA} / X_{POV_TOPLI\ DEL\ LETA}$	t'	N (SKUPAJ)	P	RANG
NDV_250	0,984	-1,8	10752	NS	17
NKL_250	0,908	-4,2	10679	$3,2 \times E-05$	5
SONCE_250	1,009	3,3	10752	$9,9 \times E-04$	8
DEL_GOZD_250	1,027	2,9	10752	$4,3 \times E-03$	9
DEL_SUKC_250	0,655	-2,4	10752	$1,7 \times E-02$	13
DEL_KMET_250	0,760	-2,8	10752	$4,6 \times E-03$	10
DEL_OSTALO_250	1,323	1,8	10752	NS	16
NEG_250_750	0,695	-5,2	10752	$2,7 \times E-07$	4
NEG_250_1250	0,832	-3,5	10752	$4,0 \times E-04$	7
ODD_GOZD_250	0,466	-7,0	3522	$10,0 \times E-12$	2
ODD_NEGOZD_250	0,937	-2,0	10461	$5,0 \times E-02$	15
DEL_MLD_250	0,929	-1,3	10183	NS	20
DEL_DRG_250	1,074	2,1	10183	$3,6 \times E-02$	14
DEL_DEB_250	0,875	-3,9	10183	$10,0 \times E-05$	6
DEL_POM_250	1,090	1,5	10183	NS	19
DEL_OST_SEST_250	1,128	1,5	10183	NS	18
LZ_SEST_250	0,991	-0,6	10316	NS	21
DEL_IGL_250	0,939	-2,5	10316	$1,3 \times E-02$	12
ODD_CESTA_JAVNA_250	1,011	0,3	10752	NS	22
ODD_CESTA_VSE_250	0,856	-5,3	10752	$1,1 \times E-07$	3
ODD_NASELJE_250	0,944	-2,5	10752	$1,1 \times E-02$	11
ODD_KRM_250	0,803	-7,4	10752	$1,6 \times E-13$	1

Preglednica 28: Rezultati multivariatne analize razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z VHF teletetrijo

Table 28: Results of multivariate analysis of differences of red deer habitat selection in cold and warm part of the year for the red deer monitored with VHF telemetry

SPREMENLJIVKE V MODELU	OCENA PARAMETRA (B)	WALD STAT.	P	RAZMERJE OBETOV	RAZMERJE OBETOV (pri + X)
ODD_KRM_250	$3,00 \times E-04$	18,9	$6,88 \times E-05$	1,0003	1,030 (100 m)
ODD_GOZD_250	$8,07 \times E-03$	15,8	$3,09 \times E-04$	1,0081	2,241 (100 m)
NKL_250	$3,46 \times E-02$	12,8	$3,47 \times E-04$	1,0352	1,0352 (1°)
DEL_POM_250	$-5,82 \times E-03$	8,1	$4,38 \times E-03$	0,9942	0,559 (100 %)
NEG_250_750	$1,31 \times E-02$	7,9	$5,03 \times E-03$	1,0132	3,711 (100 %)
KONSTANTA	$-1,10 \times E+00$	70,2	$5,45 \times E-17$	0,3333	
Vrednosti nivojev odvisne spremenljivke: 0 – hladni del leta, 1 – topli del leta					

Preglednica 29: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistični model razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo

Table 29: Classification accuracy of logistic model of differences in red deer habitat selection in cold and warm part of year for red deer monitored with VHF telemetry

	UVRŠČENO V HLADNI DEL LETA	UVRŠČENO V TOPLI DEL LETA
HLADNI DEL LETA	61,7	38,3
TOPLI DEL LETA	48,5	51,5
POVPREČJE	56,6	

6.1.2.2 Razlike v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo

Osnovni statistični parametri (aritmetična sredina, prvi in zadnji decil, število enot) obravnavanih spremenljivk zgradbe prostora za hladni in topli del leta so podani v prilogi H. Rezultati univariatnih primerjav rabe prostora v obeh obdobjih so predstavljeni v preglednici 30, rezultati multivariatne analize razlik v sezonski rabi prostora – to je binomski logistični regresijski model – pa v preglednici 31. Točnost razvrščanja logističnega modela je podana v preglednici 32.

Preglednica 30: Univariatne primerjave rabe prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo

Table 30: Univariate comparisons of red deer habitat selection in cold and warm part of year, for the red deer monitored with GPS telemetry

SPREMENLJIVKA		X _{POV} HLADNI DEL LETA / X _{POV} _TOPLI DEL LETA	t'	N (SKUPAJ)	P	RANG
NDV_50		1,10	14,8	15420	6,3 × E-49	8
NKL_50		0,75	-22,6	15382	2,0 × E-110	5
SONCE_50		1,00	-4,0	15405	5,9 × E-05	17
RABA TAL 50- kategorija*	1	1,27	$\chi^2 = 302,3$ df = 3	15420	3,2 × E-65	7
	2	0,20				
	3	0,91				
	4	0,60				
NEG_50_250		0,75	-20,4	15420	9,9 × E-91	6
NEG_50_750		0,58	-38,6	15420	3,3 × E-306	2
NEG_50_1250		0,62	-36,4	15420	3,2 × E-274	3
ODD_GOZD_50		0,79	-8,4	7950	4,7 × E-17	12
ODD_NEGOZD_50		0,97	-1,2	7470	NS	19
DEL_MLD_50		0,66	-8,3	5643	9,1 × E-17	13
DEL_DRG_50		0,85	-6,7	5643	3,2 × E-11	16
DEL_DEB_50		0,75	-7,4	5643	1,4 × E-13	15
DEL_POM_50		1,21	2,4	5643	1,8 × E-02	18
DEL_OST_SEST_50		1,49	11,3	5643	5,1 × E-29	11
LZ_SEST_50		1,01	1,2	7750	NS	20
DEL_IGL_50		1,23	11,6	7750	1,4 × E-30	10
ODD_CESTA_JAVNA_50		1,41	13,7	15420	3,5 × E-42	9
ODD_CESTA_VSE_50		0,88	-8,3	15420	9,4 × E-17	14
ODD_NASELJE_50		1,51	27,2	15420	7,5 × E-156	4
ODD_KRM_50		0,49	-60,3	15420	0,0 × E+00	1
OPOMBE: 1 – gozd, 2 – površine v zaraščanju, 3 – kmetijske površine, 4 – ostalo						

Preglednica 31: Rezultati multivariatne analize razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo

Table 31: Results of multivariate analysis of differences of red deer habitat selection in cold and warm part of the year for the red deer monitored with GPS telemetry

SPREMENLJIVKE V MODELU	OCENA PARAMETRA (B)	WALD STAT.	P	RAZMERJE OBETOV	RAZMERJE OBETOV (pri +X)
ODD_KRM_50	$2,00 \times E-03$	594,7	$2,37 \times E-131$	1,0020	1,221 (100 m)
NKL_50	$7,88 \times E-02$	197,1	$8,95 \times E-45$	1,0820	1,082 (1°)
NEG_50_750	$1,59 \times E-02$	155,0	$1,41 \times E-35$	1,0160	4,891 (100 %)
DEL_OST_SEST_50	$-9,04 \times E-03$	99,0	$2,52 \times E-23$	0,9910	0,405 (100 %)
RABA TAL_50		18,3	$3,76 \times E-04$		
DEL_POM_50	$-1,01 \times E-02$	17,0	$3,68 \times E-05$	0,9900	0,366 (100 %)
RABA TAL_50 (1 proti 4)	$4,66 \times E-01$	2,0	NS	1,5930	
RABA TAL_50 (2 proti 4)	$-1,30 \times E-01$	0,2	NS	0,8780	
RABA TAL_50 (3 proti 4)	$9,95 \times E-03$	0,0	NS	1,0100	
KONSTANTA	$4,78 \times E-01$	0,7	NS		
Vrednosti nivojev odvisne spremenljivke: 0 – hladni del leta, 1 – topli del leta					

Preglednica 32: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistični model razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo

Table 32: Classification accuracy of logistic model of differences in red deer habitat selection in cold and warm part of year for red deer monitored with GPS telemetry

	UVRŠČENO V HLADNI DEL LETA	UVRŠČENO V TOPLI DEL LETA
HLADNI DEL LETA	75,1	24,9
TOPLI DEL LETA	30,7	69,3
POVPREČJE	72,2	

6.1.2.3 Sinteza rezultatov analiz razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta

Rezultati analiz razlik sezone rabe prostora jelenjadi, spremljane z VHF in GPS telemetrijo, se v veliki meri prekrivajo. Multivariatna logistična modela razlik v rabi prostora med toplim in hladnim delom leta, ki sta bila izdelana za jelenjad, spremljano z VHF in GPS telemetrijo, tako vključujeta kar štiri enake spremenljivke zgradbe prostora (krmišča, naklon terena, delež prebiralnih gozdov in sestojev v pomlajevanju, raba gozdnih in negozdnih oblik vegetacije). V obeh modelih imajo vse enako predznačen vpliv na jelenjad. Ostali dve (pri GPS telemetriji) oz. ena spremenljivka (pri VHF telemetriji), ki so vključene le v en končni logistični model, pa pomensko sovpadajo s štirimi spremenljivkami, ki so skupne obema modeloma. V nadaljevanju smo skušali rezultate analiz obeh metod zajemanja podatkov strniti in izpostaviti spremenljivke zgradbe prostora, katerih raba je izrazito sezonsko pogojena.

Pri obeh multivariatnih analizah in vseh univariatnih analizah je bila **oddaljenost od najbližjega krmišča** spremenljivka, ki je najmočneje pogojevala razlike v sezonski prostorski razporeditvi spremljane jelenjadi. Pozimi se je le-ta zbirala v okolici krmišč, v

toplem delu leta pa je uporabljala njihovo širšo okolico. Povprečna oddaljenost posnetih lokacij jelenjadi je bila v hladnem delu leta tako za 51 (GPS telemetrija) oziroma 20 odstotkov (VHF telemetrija) manjša kot v toplem delu leta; tudi prvi in zadnji decil posnetih lokacij sta bila pozimi precej manjša kot poleti. Spremenljivka je v oba multivariatna logistična modela vključena z zelo majhnim tveganjem ($2,37 \times E-131 < p < 6,88 \times E-05$).

Naslednja od pomembnih spremenljivk zgradbe prostora, katere raba se je med toplim in hladnim delom leta značilno razlikovala in je bila vključena v oba multivariatna logistična modela, je **nagib terena**. Spremljana jelenjad je za zimovališča izbirala predele z manjšim nagibom, v toplem delu leta pa se je zadrževala v strmejših območjih. Nagib terena v rastrskih celicah s posnetimi lokacijami jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, znaša v hladnem delu leta od 3 do 13 stopinj (v povprečju 7,3), v toplem delu leta pa od 3 do 15 stopinj (v povprečju 8,0). Pri GPS telemetriji so posnete lokacije jelenjadi v hladnem delu leta ležale na terenu z nagibom od 1 do 12 stopinj (v povprečju 5,7), v toplem delu leta pa od 2 do 16 stopinj (v povprečju 7,6). Povprečen nagib uporabljanega prostora je v hladnem delu leta za 10 (VHF telemetrija) oziroma 25 (GPS telemetrija) odstotkov manjši kot v toplem delu leta. Spremenljivka je v oba multivariatna logistična modela vključena z majhnim tveganjem ($8,95 \times E-45 < p < 3,09 \times E-04$).

Poleg zgoraj naštetih spremenljivk je spremljana jelenjad v toplem in v hladnem delu leta z različno pogostnostjo uporabljala tudi **gozdne in negozdne površine**. Relativna raba negozdnih oblik vegetacije glede na rabo gozdnih površin je bila v toplem delu leta večja kot v hladnem. Poleg tega se je v toplem delu leta jelenjad na negozdnih površinah bolj oddaljevala od gozdnega roba kot v hladnem delu leta. V toplem delu leta znaša povprečen delež negozdnih površin v rastrskih celicah s posneto prisotnostjo jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, 8 odstotkov (spremenljivka DEL_NEG_250_750), v hladnem delu leta pa 5,5 odstotka (indeks hladni del leta / topli del leta = 0,695). Pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo, so razlike med sezonama še večje in znaša delež negozdnih vegetacijskih oblik (spremenljivka DEL_NEG_50_750) v toplem delu leta 38,8, v hladnem delu leta pa 22,5 odstotka (indeks hladni del leta / topli del leta = 0,580). V toplem delu leta so posnete lokacije jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, od najbližjega gozdnega roba v povprečju oddaljene 49 metrov, v hladnem delu leta pa 23 metrov. Pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo, znašata ti dve vrednosti 34 in 43 metrov. Neodvisne spremenljivke, ki podajajo deleže gozdnih in negozdnih vegetacijskih oblik, so v oba končna multivariatna logistična modela vključene z razmeroma majhnim tveganjem ($1,41 \times E-35 < p < 5,3 \times E-03$) in imajo v obeh multivariatnih modelih ter tudi v vseh univariatnih analizah vsebinsko enako predznačen vpliv na sezonsko prostorsko porazdelitev jelenjadi.

Od preučevanih neodvisnih spremenljivk, ki opisujejo vegetacijske značilnosti raziskovalnega območja, je na sezonsko prostorsko porazdelitev jelenjadi vplivala tudi zgradba gozda – delež posameznih **razvojnih faz sestojev**. V hladnem delu leta je jelenjad pogostejša kot v toplem delu uporabljala oblike gozda, za katere je značilna večja vertikalna in horizontalna razčlenjenost – prebiralne gozdove in sestoje v pomlajevanju ($3,7 \times E-05 < p < 4,4 \times E-03$) ter »ostale oblike gozda« ($p = 2,52 \times E-23$). Raba prebiralnih gozdov in sestojev v pomlajevanju je bila v hladnem delu leta tako v povprečju za 9 (VHF telemetrija) oz. 21 (GPS telemetrija) odstotkov pogostnejša kot v toplem delu leta; raba »ostalih oblik gozda« je v hladnem delu leta za 13 oz. 49 odstotkov pogostnejša kot v toplem delu leta.

6.1.3 Razlike v rabi prostora med dnevom in nočjo

V tem podpoglavju so prikazani rezultati analiz razlik habitatnega izbora jelenjadi med dnevom in nočjo. Ker se je s pomočjo VHF telemetrije jelenjad spremljalo zgolj ali večinoma podnevi smo v okviru tega sklopa analiz uporabili le podatke štirih osebkov jelenjadi, spremljanih z GPS telemetrijskim sistemom, s katerim smo lokacije snemali nepretrgoma vsako polno uro. Glede na čas snemanja konkretne lokacije in skozi leto spreminjajočega se časa sončnega vzhoda in zahoda smo vse lokacije razdelili v dve kontrastni skupini: 1) lokacije, posnete med sončnim vzhodom in zahodom – v nadaljevanju podnevi, 2) lokacije, posnete med sončnim zahodom in vzhodom – v nadaljevanju ponoči. Pri analizi razlik v rabi prostora med dnevom in nočjo smo uporabili enake univariatne in multivariatne statistične metode kot v prejšnjih dveh sklopih naloge.

Osnovni statistični parametri (aritmetična sredina, prvi in zadnji decil, število enot) obravnavanih spremenljivk zgradbe prostora za dan in noč so podani v prilogi H. Rezultati univariatnih primerjav rabe prostora v obeh delih dneva so predstavljeni v preglednici 33, rezultati multivariatne analize razlik v dnevno-nočni rabi prostora – to je binarni logistični regresijski model – pa v preglednici 34. Njegova točnost razvrščanja je podana v preglednici 35.

Table 33: Univariate comparisons of daytime and nighttime habitat use for red deer monitored with GPS telemetry

SPREMENLJIVKA		$X_{POV_DAN} / X_{POV_NOC}$	Z	N (SKUPAJ)	P	RANG
NDV_50		1,07	-13,3	15420	$0,0 \times E+00$	12
NKL_50		1,33	-19,7	15343	$0,0 \times E+00$	10
SONCE_50		0,98	17,8	15405	$0,0 \times E+00$	11
RABA TAL 50- kategorija*	1	3,73	$\chi^2 = 5692$ df = 3	15420	$0,0 \times E+00$	1
	2	1,19				
	3	0,14				
	4	0,13				
NEG_50_250		0,22	78,8	15420	$0,0 \times E+00$	2
NEG_50_750		0,37	62,1	15420	$0,0 \times E+00$	3
NEG_50_1250		0,48	52,0	15420	$0,0 \times E+00$	4
ODD_GOZD_50		0,35	20,4	7926	$0,0 \times E+00$	8
ODD_NEGOZD_50		2,81	-40,2	7494	$0,0 \times E+00$	6
DEL_MLD_50		1,24	-6,3	5952	$2,6 \times E-10$	15
DEL_DRG_50		1,07	-3,6	5952	$3,2 \times E-04$	19
DEL_DEB_50		1,55	-7,0	5952	$2,2 \times E-12$	14
DEL_POM_50		0,48	3,8	5952	$1,4 \times E-04$	18
DEL_OST_SEST_50		0,82	5,4	5952	$6,8 \times E-08$	16
LZ_SEST_50		1,08	-19,7	15420	$0,0 \times E+00$	9
DEL_IGL_50		1,20	-51,2	15420	$0,0 \times E+00$	5
ODD_CESTA_JAVNA_50		1,06	-5,3	7808	$1,2 \times E-07$	17
ODD_CESTA_VSE_50		1,86	-9,3	7808	$9,8 \times E-21$	13
ODD_NASELJE_50		1,14	-25,9	15420	$0,0 \times E+00$	7
ODD_KRM_50		1,01	-2,3	15420	$2,4 \times E-02$	20
OPOMBE: 1 – gozd, 2 – površine v zaraščanju, 3 – kmetijske površine, 4 – ostalo						

Preglednica 34: Rezultati multivariatne analize razlik v dnevni in nočni rabi prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo

Table 34: Results of multivariate analysis of differences between daytime and nighttime habitat use for red deer monitored with GPS telemetry

SPREMENLJIVKE V MODELU	OCENA PARAMETRA (B)	WALD STAT.	P	RAZMERJE OBETOV	RAZMERJE OBETOV (pri +X)
RABA TAL 50		557,5	0,00 × E+00		
ODD_CESTA_VSE_50	-5,01 × E-03	454,1	0,00 × E+00	0,995	0,61 (100 m)
NEG_50_250	3,05 × E-02	267,7	0,00 × E+00	1,031	21,18 (100 %)
ODD_NEGOZD_50	-5,01 × E-03	184,5	0,00 × E+00	0,995	0,61 (100 m)
NDV_50	-3,00 × E-03	152,0	0,00 × E+00	0,9970	0,74 (100 m)
ODD_GOZD_50	3,05 × E-02	107,5	0,00 × E+00	1,031	21,18 (100 m)
SONCE_50	2,00 × E-03	99,6	0,00 × E+00	1,002	1,22 (100 MJ)
RABA 2 proti 4	-2,69 × E+00	43,5	0,00 × E+00	0,068	
RABA 3 proti 4	-2,40 × E+00	35,7	0,00 × E+00	0,091	
NEG_50_1250	1,29 × E-02	20,5	0,00 × E+00	1,013	3,64 (100 %)
NKL_50	-3,05 × E-02	15,8	0,00 × E+00	0,970	0,970 (1°)
DEL_MLD_50	-1,31 × E-02	15,2	0,00 × E+00	0,987	0,27 (100 %)
DEL_DRG_50	-4,01 × E-03	10,6	1,00 × E-03	0,996	0,67 (100 %)
RABA 1 proti 4	3,34 × E-02	0,0	NS	1,034	
Konstanta	-6,91 × E+00	75,7	0,00 × E+00		
Vrednosti nivojev odvisne spremenljivke: 0 – dan, 1 – noč					

Preglednica 35: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov za logistični model razlik med dnevno in nočno rabo prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo

Table 35: Classification accuracy of logistic model of differences between daytime and nighttime habitat use for the red deer monitored with GPS telemetry

	UVRŠČENO V DNEVNE LOKACIJE	UVRŠČENO V NOČNE LOKACIJE
DNEVNE LOKACIJE	87,2	12,8
NOČNE LOKACIJE	15,3	84,7
POVPREČJE	85,9	

Iz rezultatov analiz je razvidno, da so razlike v zgradbi prostora, ki ga jelenjad uporablja podnevi in ponoči, velike. Z univariatnimi statističnimi metodami smo namreč prav za vse preučevane spremenljivke zgradbe prostora ugotovili statistično značilne razlike v njihovi rabi med dnevom in nočjo. V multivariatni logistični model, ki napoveduje razlike v dnevno-nočni rabi prostora spremljane jelenjadi, pa je vključenih kar 13 (od skupaj 20) neodvisnih spremenljivk. Ta model je med vsemi multivariatnimi modeli, izdelanimi v okviru habitatnih analiz jelenjadi, najbolj kompleksen oz. vsebuje največ neodvisnih spremenljivk. Poleg tega je klasifikacijska točnost dnevno-nočne rabe prostora jelenjadi med vsemi klasifikacijskimi točnostmi njene rabe prostora največja. Glede na rezultate opravljenih analiz lahko sodimo, da na dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi najbolj vplivajo naslednje od preučevanih spremenljivk zgradbe prostora:

- **vrsta vegetacije (kategorije rabe tal) v neposredni, bližnji in širši okolici ter oddaljenost od najbližjega gozda** (RABA_TAL_50, NEG_50_250, NEG_50_1250, ODD_GOZD_50). Spremljana jelenjad se je podnevi zadrževala skoraj izključno znotraj gozda, ponoči pa je pogosteje uporabljala tudi negozdne površine. Tako je skoraj 90 odstotkov dnevnih lokacij ležalo znotraj gozda ali površin v zaraščanju. Ponoči pa je znašal delež rabe teh dveh kategorij v skupni rabi prostora le še 27 odstotkov. Poleg tega se je jelenjad na negozdnih površinah ponoči precej bolj oddaljevala od najbližjega gozdnega roba kot podnevi. Dnevne lokacije, posnete na negozdnih površinah, so bile tako od najbližjega gozdnega roba oddaljene nekako od dveh do 34 metrov (prvi in zadnji decil), ponoči pa od 6 do 98 metrov. Na razlike v prostorski razporeditvi jelenjadi med dnevom in nočjo ne vpliva le vrsta vegetacije v njeni neposredni, ampak tudi v širši okolici. S povečevanjem fragmentiranosti nekega prostora in večanjem deleža negozdnih vegetacijskih oblik v njegovi ožji in širši okolici, se je namreč povečevala tudi razlika v njegovi rabi med dnevom in nočjo. Povedano drugače: podnevi se je spremljana jelenjad zadrževala le v večjih in velikih zaplatah gozda, ponoči pa tudi v manjših gozdnih krpah. Vse našete neodvisne spremenljivke so v kompleksen statističen model razlik dnevno nočne rabe prostora vključene z izredno majhnim tveganjem ($P \ll 0,00 \times E-999$) in imajo v vseh univariatnih in tudi v multivariatni analizi pomensko enako predznačen vpliv na jelenjad.
- **oddaljenost od najbližjih cest** (ODD_CESTA_VSE_50). Jelenjad se je podnevi zadrževala dlje od cest kot ponoči. Dnevne lokacije so bile od najbližje ceste oddaljene nekako od 60 do 410 metrov (prvi in zadnji decil), v povprečju 220 metrov, ponoči pa precej manj: od 20 do 260 metrov (v povprečju 120 metrov). Obravnavana spremenljivka je v multivariatni model vključena z zelo majhnim tveganjem: $p \ll 0,00 \times E-999$ in ima v multivariatni ter univariatni analizi enako predznačen vpliv na jelenjad.
- **oddaljenost od najbližjih negozdnih površin** (ODD_NEGOZD_50). Jelenjad se je podnevi zadrževala globlje v gozdu kot ponoči. Dnevne lokacije, ki so ležale v gozdu so bile od najbližje negozdne površine oddaljene nekako od 17 do 390 metrov (prvi in zadnji decil), v povprečju dobrih 190 metrov. Ponoči pa je ta razdalja znašala od dva do 200 metrov (v povprečju 70 metrov).
- **nadmorska višina, nagib terena in jakost sončnega obsevanja** (NDV_50, NKL_50, SONCE_50). Spremljani osebki jelenjadi so se podnevi zadrževali na višjih, bolj strmih predelih z manjšo jakostjo sončnega obsevanja. Nadmorska višina območij, ki jih je spremljana jelenjad uporabljala podnevi, je v povprečju za 45 metrov višja od povprečne višine območij, ki jih je uporabljala ponoči. Lokacije, ki so bile posnete podnevi, se nahajajo na terenu z nagibom od ene do 17 stopinj (povprečno 8,2 stopinje), lokacije nočnih snemanj pa na terenu z nagibom od dveh do 13 stopinj (povprečno 6,2 stopinje). Jakost sončnega obsevanja je na mestih dnevnih lokacij jelenjadi za dva odstotka manjša kot na nočnih lokacijah. Vse tri spremenljivke so v multivariatni model vključene z zelo majhnim tveganjem: $p \ll 0,00 \times E-999$ in imajo v multivariatni in univariatnih analizah paroma enake predznake vplivov na jelenjad.
- **delež mladovij in drogovnjakov** (DEL_MLD_50, DEL_DRG_50). Podnevi se je spremljana jelenjad zadrževala v sestojih z večjim deležem mladovij in drogovnjakov. Povprečen delež mladovij je na dnevnih lokacijah za 24 in delež drogovnjakov za 7 odstotkov večji kot na nočnih lokacijah. Spremenljivki sta v kompleksni model razlik dnevno nočne rabe prostora vključeni z zelo majhnim statističnim tveganjem ($p \ll 0,00 \times E-999$ in 0,001).

6.2 VELIKOST IN ZGRADBA CELOLETNIH INDIVIDUALNIH OBMOČIJ AKTIVNOSTI

V tem podpoglavju so predstavljeni rezultati analiz velikosti in zgradbe celoletnih individualnih območij aktivnosti (IOA) spremljane jelenjadi. Vsebinsko se deli na dva dela. V njegovem prvem delu (podpoglavje 6.2.1) smo primerjali rezultate dveh različnih cenilk za ugotavljanje velikosti IOA (Preglednici 36 in 38) in ugotavljali razlike v velikosti IOA med spoloma ter območji raziskave (Preglednici 37 in 39) ter preverjali, ali pogostnost snemanja lokacij vpliva na velikost ugotovljenih IOA. V njegovem drugem, osrednjem delu (podpoglavje 6.2.2) so podani rezultati analiz odnosov med zgradbo in velikostjo IOA (Preglednici 40 in 41).

6.2.1 Velikosti celoletnih individualnih območij aktivnosti

Preglednica 36: Test razlik med površinami celoletnih individualnih območij aktivnosti, ugotovljenimi s kernelsko metodo in metodo minimalnega konveksnega poligona

Table 36: Test of differences between size of annual home range estimated with fixed kernel method and minimal convex polygon method

IOA ZA VERJETNOST:	MEDIANA IOA		WILCOXONOV TEST PAROV (n = 73)		
	FIKSNA KERNELSKA M.	MCP	T	z-vrednost	p-nivo
$p = 0,35$	17	64	162	6,4	$1,61 \times E-10$
$p = 0,65$	76	191	412	5,1	$4,16 \times E-07$
$p = 0,95$	391	497	931	2,3	0,021

Za ugotavljanje celoletnih IOA jelenjadi smo uporabili dve cenilki: fiksno kernelsko metodo in metodo minimalnega konveksnega poligona (v nadaljevanju MCP). Kernelsko metodo smo uporabili zato, ker ima pred drugimi cenilkami IOA številne prednosti (poglavje 5.3.2), MCP metodo pa zato, da bi lahko naše rezultate primerjali z rezultati drugih študij, saj se je to metodo v preteklosti najpogosteje uporabljalo. Z obema metodama smo za vse nize posnetih lokacij enoletnih spremljav jelenjadi ugotovili celoletna IOA (za verjetnost rabe prostora $p = 0,95$), celoletna osrednja območja aktivnosti ($p = 0,65$) in centre aktivnosti ($p = 0,35$). Kernelska metoda daje pri vseh treh verjetnostih rabe prostora ($p = 0,95$; $0,65$; $0,35$) značilno manjše ocene (Preglednica 36) za velikosti IOA od MCP metode ($0,021 < p < 1,61 \times E-10$). Pri kernelski metodi znašajo srednje vrednosti IOA za tri verjetnosti rabe prostora 17 ($p = 0,35$), 76 ($p = 0,65$) in 391 ha ($p = 0,95$), pri MCP metodi pa 64 ($p = 0,35$), 191 ($p = 0,65$) in 497 ha ($p = 0,95$). MCP metoda namreč pri policentrični rabi prostora vključi tudi predele, ki jih žival v resnici ni uporabljala, in zato pogosto precenjuje velikosti IOA. V vseh nadaljnjih analizah smo zato uporabili rezultate kernelske metode.

Posamezno celoletno IOA smo izračunavali za posnete lokacije natanko enoletnega snemanja enega osebk. Pri tem smo upoštevali le nize enoletnih snemanj osebkov, ki so vsebovali vsaj 50 posnetih lokacij, saj pri tej velikosti vzorca velikost IOA navadno že konvergirajo (Seamann in sod., 1999). Vendar pa nekateri avtorji (Belant in Follmann, 2002) ugotavljajo, da je za konvergenco IOA pri določenih živalskih vrstah (npr. medvedu) potrebnih več kot 50 (celo do 250) lokacij. Ker s *splošnim modelom multivariatne*

regresijske analize nismo odkrili statistično značilnih vplivov ($P = 0,405$) števila posnetih lokacij na velikost IOA (Preglednica 37), sodimo, da je v našem primeru kriterij 50 lokacij dovolj konservativen.

Preglednica 37: Vplivi spola, območja raziskave in števila posnetih lokacij na velikosti celoletnih območij aktivnosti jelenjadi, ugotovljenimi s kernelsko metodo

Table 37: Influences of sex, research area and number of recorded locations on red deer annual home range size estimated by the kernel method

ODVISNA SPR: Ln IOA NEODNISNE SPREMENLJIVKE V MODELU:	SS	d.f.	MS	F-vrednost	p-nivo
Konstanta	227,1	1	227,07	1412,39	0,000***
Območje	33,4	2	16,72	104,01	0,000***
Spol	2,2	1	2,21	13,78	0,000***
Število posnetih lokacij na IOA	0,1	1	0,11	0,70	0,405 NS
Napaka	10,9	68	0,16		
$R^2 = 0,78$; $N = 73$; $F = 61,3***$					

Celoletna IOA spremljane jelenjadi, ugotovljena s pomočjo kernelske metode, v povprečju obsegajo dobrih 650 ha (653 ± 128 ha). Pri tem je treba izpostaviti, da so razlike med posameznimi osebkami izredno velike. Najmanjše IOA je tako znašalo 90, srednje 390, največje pa prek 2.600 ha; 80 odstotkov jih je velikih od 170 do 1.450 ha (Preglednica 38: prvi in zadnji decil). Celoletna osrednja individualna območja aktivnosti v povprečju obsegajo 134 ± 30 ha, celoletni individualni centri aktivnosti pa 32 ± 7 ha. Ker so oboji precej manjši od IOA lahko sodimo, da jelenjad intenzivno uporablja le manjši del površin znotraj IOA oz. da je notranja raba IOA pri jelenjadi izrazito nehomogena. Osrednje individualno območje aktivnosti je tako najpogostejše obsegalo le dobrih 20 odstotkov IOA ($20,8 \pm 2,1$), centri aktivnosti pa le 5 odstotkov ($5,0 \pm 0,7$) vsega IOA.

Del variabilnosti celoletnih IOA je mogoče razložiti z vplivom spola živali in vplivom zgradbe območij raziskave. Jeleni imajo večja IOA kot košute; jelenjad na Snežniško-javorniškem območju ima precej večja IOA od jelenjadi na Menišiji in Kočevskem. Celoletna IOA spremljanih jelenov so v povprečju tako obsegala skoraj 770 ha (767 ± 230 ha, $n = 30$), košut pa 570 ha (572 ± 142 ha, $n = 43$). Z *Mann-Whitney U testom* smo med spoloma ugotovili statistično značilne razlike v srednji velikosti IOA ($P = 0,036^*$). Po vključitvi območij raziskave v model se je statistična značilnost razlik med spoloma še povečala ($P < 0,000***$). Velikosti IOA so se še bolj kot med spoloma razlikovale med območji telemetrijskih spremljav. Na Snežniško-javorniškem območju so IOA spremljane jelenjadi tako v povprečju obsegala skoraj 1.270 ha (1.267 ± 181 ha, $n = 26$), na Kočevskem 330 ha (329 ± 48 ha, $n = 39$), na Menišiji pa 230 ha (226 ± 135 ha, $n = 8$). Razlike med območji so statistično značilne z zelo majhnim tveganjem (*Kruskall-Wallis test*: $p = 8,37 \times E-10$). Z *aposteriornimi primerjavami* smo ugotovili statistično značilne razlike med Snežniško-javorniškim območjem in ostalima dvema območjema telemetrijskih spremljav, ne pa med Kočevsko in Menišijo. Z *dvofaktorsko analizo variance* (Preglednica 39), v katero smo zajeli le podatke Snežniško-javorniškega območja in Kočevske, ne pa tudi Menišije, saj so bili tam vsi spremljani osebki ženskega spola, smo potrdili vpliv spola in območja raziskave na velikost IOA, interakcija obeh faktorjev pa ni bila statistično značilna ($p = 0,101$ NS).

Preglednica 38: Osnovne statistične značilnosti velikosti celoletnih individualnih območij aktivnosti jelenjadi, ugotovljenih s kernelsko metodo in z metodo minimalnega konveksnega poligona

Table 38: Basic statistical characteristics of red deer annual home range size estimated with kernel method and minimal convex polygon method

N = 73 POVRŠINA (ha)	FIKSNA KERNELSKA METODA			METODA MINIMALNEGA KONVEKSNEGA POLIGONA		
	P = 0,35 (P _{0,35} / P _{0,95})	P = 0,65 (P _{0,65} / P _{0,95})	P = 0,95	P = 0,35 (P _{0,35} / P _{0,95})	P = 0,65 (P _{0,65} / P _{0,95})	P = 0,95
DECIL 0,1	5 (0,019)	23 (0,092)	172	16 (0,056)	41 (0,221)	92
MEDIANA	17 (0,044)	76 (0,195)	391	64 (0,155)	191 (0,437)	497
DECIL 0,9	87 (0,093)	325 (0,331)	1455	319 (0,313)	829 (0,624)	2216
POVPREČJE	32 ± 7 (0,050±0,007)	134 ± 30 (0,208±0,021)	653 ± 128	156 ± 70 (0,184±0,029)	342 ± 106 (0,427±0,041)	931 ± 312
MIN	4 (0,009)	16 (0,06)	90	2 (0,016)	7 (0,027)	56
MAKS	143 (0,116)	581 (0,426)	2615	2362 (0,697)	3143 (0,927)	8488

Preglednica 39: Velikosti celoletnih območij aktivnosti jelenjadi glede na spol in območje raziskave

Table 39: Red deer annual home range size in regard to gender and research area

OBMOČJE	KOŠUTE	JELENI	SKUPAJ	TESTI
Snežniško-javorniško	1091 ± 165 ha	1548 ± 330 ha	1267 ± 181 ha	Spol; Mann-Whitney U test: p = 0,036*
	n = 16	n = 10	n = 26	
Kočevska	280 ± 77 ha	337 ± 52 ha	329 ± 48 ha	
	n = 19	n = 20	n = 39	
Menišija	226 ± 135 ha	/	226 ± 135 ha	
	n = 8		n = 8	
Skupaj	572 ± 142 ha	767 ± 230 ha	653 ± 127 ha	Spol in Območje; anova (Ln IOA): • Spol, p < 0,000*** • Območje, p < 0,000*** • Interakcija, p = 0,101 NS
	n = 43	n = 30	n = 73	
Testi	Območje; Kruskal-Wallis test: p = 8,37 × E-10***			

6.2.2 Zgradba celoletnih individualnih območij aktivnosti

Analize vplivov prostorske zgradbe in nekaterih drugih okoljskih dejavnikov na velikosti celoletnih IOA jelenjadi smo izvedli v dveh korakih. S *Kendal-τ* neparametrično korelacijsko analizo, *Mann-Whitney U* testom in *Kruskal-Wallisovim* testom smo ugotavljali bivariatno povezanost velikosti IOA in neodvisnih spremenljivk (zgradba prostora, območje raziskave, značilnosti spremljanih živali). Vse neodvisne spremenljivke so glede na ugotovljeno statistično značilnost njihove povezave z odvisno spremenljivko po padajočem vrstnem redu razvrščene v preglednici 40. V drugem koraku smo analizirali,

kakšne so multivariatne povezave med velikostjo IOA in obravnavanimi neodvisnimi spremenljivkami, pri čemer smo uporabili model *splošne multivariatne regresijske analize*. Multivariatno analizo smo izvedli dvakrat. Prvič tako, da smo v postopek izbire spremenljivk poleg ostalih spremenljivk, naštetih v spodnji preglednici, vključili tudi spremenljivko območje teletetrijskih spremljav, drugič pa smo analizo izvedli brez te spremenljivke. Rezultati obeh multivariatnih analiz so podani v preglednici 41.

Preglednica 40: Rezultati bivariatnih analiz velikosti celoletnih območij aktivnosti jelenjadi glede na zgradbo prostora in nekatere druge dejavnike

Table 40: Results of bivariate analyses of red deer annual home range size in regard to habitat features and some other factors

ODVISNA SPR: IOA NEODVISNE SPREMENLJIVKE:	Kendall- τ : $r =$	Z-vrednost	P-nivo	UPORABLJEN TEST
ODD_CESTA_JAVNA_250 (BUFFER)	0,609	7,6	$2,43 \times E-14$	Kendallova korelacija
ODD_CESTA_JAVNA_250	0,550	6,9	$5,79 \times E-12$	Kendallova korelacija
Območje raziskave (atr.)	(H (2, 73) = 41,8)		$8,37 \times E-10$	Kruskall-Wallis test
ODSTREL_250	-0,479	-6,0	$2,06 \times E-09$	Kendallova korelacija
KRM_KG_250	-0,425	-5,3	$1,02 \times E-07$	Kendallova korelacija
NDM_250	0,387	4,8	$1,28 \times E-06$	Kendallova korelacija
TEMP_250	-0,367	-4,6	$4,32 \times E-06$	Kendallova korelacija
KRM_N_250	-0,366	-4,6	$4,59 \times E-06$	Kendallova korelacija
DEL_GOZD_250 (BUFFER)	0,350	4,4	$1,17 \times E-05$	Kendallova korelacija
P_EXP_250	0,343	4,3	$1,74 \times E-05$	Kendallova korelacija
DEL_KMET_250	-0,297	-3,7	$2,02 \times E-04$	Kendallova korelacija
P_SONCE_250	-0,285	-3,6	$3,59 \times E-04$	Kendallova korelacija
ODD_KRM_250	0,223	2,8	$5,23 \times E-03$	Kendallova korelacija
ROB_250	-0,198	-2,5	$1,33 \times E-02$	Kendallova korelacija
ODD_NEGOZD_250	0,196	2,5	$1,42 \times E-02$	Kendallova korelacija
ODD_CESTA_VSE_250	0,172	2,2	$3,12 \times E-02$	Kendallova korelacija
Spol spremljanega osebk	(U = 455,5)	2,1	$3,36 \times E-02$	Mann-Whitney U test
Št. posnetih lokacij / IOA	-0,160	-2,0	$4,51 \times E-02$	Kendallova korelacija
P_ZDR_250	-0,126	-1,6	NS	Kendallova korelacija
DEL_DRG_DEB_250	0,096	1,2	NS	Kendallova korelacija
Starost spremljanega osebk	0,089	1,1	NS	Kendallova korelacija
ZDR_250	-0,057	-0,7	NS	Kendallova korelacija
P_NKL_250	0,039	0,5	NS	Kendallova korelacija
ODD_GOZD_250	-0,007	-0,1	NS	Kendallova korelacija

Z bivariatnimi analizami smo za 18 od 24 analiziranih neodvisnih spremenljivk odkrili statistično značilne povezave z velikostjo celoletnih IOA jelenjadi (Preglednica 20). Iz ugotovljenih bivariatnih povezav lahko povzamemo naslednje zakonitosti celoletnih IOA spremljanega vzorca jelenjadi:

- Osebkki jelenjadi, ki so živeli bližje javnim prometnicam oz. so bila njihova IOA z več strani in tesneje obdana z javnimi prometnicami, so imeli manjša celoletna IOA (ODD_CESTA_JAVNA_250 (BUFFER); ODD_CESTA_JAVNA_250),
- IOA spremljane jelenjadi so se zmanjševala z naraščanjem gostote odstrela jelenjadi, torej tudi s populacijsko gostoto jelenjadi (ODSTREL_250),
- IOA jelenjadi so upadala s povečevanjem intenzivnosti zimskega dopolnilnega krmljenja: s povečevanjem gostote položene krme v IOA, s povečevanjem gostote krmišč v IOA in z zmanjševanjem povprečne oddaljenosti rastrskih celic v IOA od najbližjega krmišča (KRM_KG_250; KRM_N_250; ODD_KRM_250),
- celoletna IOA spremljane jelenjadi so naraščala z nadmorsko višino in upadala s povprečno letno temperaturo (NDV_250; TEMP_250),
- z naraščanjem gozdnatosti v okolici IOA, s povečevanjem povprečne razdalje do najbližjih negozdnih površin in z zmanjševanjem deleža kmetijskih površin ter gostote gozdnega roba v IOA se je velikost IOA spremljanih osebkov povečevala (DEL_GOZD_250 (BUFFER); DEL_KMET_250; ROB_250; ODD_NEGOZD_250).

Vse zgoraj našteje povezave smo ugotovili s Kendallovo neparametrično korelacijsko analizo. Ker le-ta deluje na osnovi rangov, lahko zaznava vse monotone relacije med analiziranimi spremenljivkama in ne le linearnih povezav, kot je značilno za linearne regresijske analize, katerih rezultati so prikazani v nadaljevanju tega podpoglavja. Vendar pa z bivariatnimi korelacijami za razliko od multivariatnih linearnih regresijskih analiz ni mogoče preučevati hkratnega vpliva več neodvisnih spremenljivk. Zato je za celostno razumevanje odnosov med velikostjo IOA jelenjadi glede na zgradbo prostora in drugih dejavnikov smiselno upoštevati rezultate obeh analiz.

Prvi od obeh multivariatnih modelov (Preglednica 41: zgoraj) napoveduje, da na velikost celoletnih IOA jelenjadi vpliva naslednjih 6 spremenljivk:

- gostota odstrela jelenjadi v IOA (ODSTREL_250; s povečevanjem gostote odstrela jelenjadi, torej tudi njene populacijske gostote, se IOA zmanjšujejo),
- gostota krmišč v IOA (KRM_N_250; z naraščanjem gostote krmišč se IOA jelenjadi zmanjšujejo),
- oddaljenost najbližjih cest javnega pomena v okolici IOA (ODD_CESTE_JAVNE_250 (BUFFER); z večanjem gostote cest javnega pomena se IOA jelenjadi manjšajo),
- nadmorska višina (NDV_250; z naraščanjem nadmorske višine se IOA jelenjadi povečujejo),
- gostota letno položene krme na krmiščih (KRM_KG_250, s povečevanjem gostote položene krme se IOA jelenjadi zmanjšujejo),
- pestrost gozdnih združb (P_ZDR_250; s povečevanjem pestrosti gozdnih združb se IOA jelenjadi zmanjšujejo).

Model pojasnjuje 77 odstotkov skupnega variiranja logaritmiranih vrednosti IOA jelenjadi.

Preglednica 41: Rezultati multivariatne regresijske analize velikosti celoletnih območij aktivnosti jelenjadi glede na zgradbo prostora in nekatere druge dejavnike

Table 41: Results of multivariate regression analysis of red deer annual home range size in regard to habitat features and some other factors

Odvisna spremenljivka: ln IOA Neodvisne spremenljivke v modelu:	Ocena parametra (B)	Beta	Std. Err. Beta	t-vrednost	p-nivo
ODSTREL_250	-0,035	-0,353	0,100	-3,5	0,001
KRM_N_250*	-0,001	-0,327	0,104	-3,2	0,002
ODD_CESTA_JAVNA_250 (BUFFER)*	0,368	0,317	0,107	3,0	0,004
NDM_250*	0,231	0,253	0,106	2,4	0,021
KRM_KG_250	-0,001	-0,321	0,136	-2,4	0,021
P_ZDR_250	-0,008	-0,190	0,085	-2,2	0,030
Konstanta	4,426			3,9	0,000
Posplošena multivariatna regresija, metoda <i>forward stepwise</i> $R^2 = 0,77$; $N = 72$; $F(6,65) = 26,9^{***}$ OPOMBE: *Logaritemska transformacija neodvisne spremenljivke					
Odvisna spremenljivka: ln IOA Neodvisne spremenljivke v modelu:	Ocena parametra (B)	Beta	Std.Err. Beta	t-vrednost	p-nivo
Območje* (1 proti 3)	1,726	0,995	0,097	10,2	0,000
ODD_NEGOZD_250	0,002	0,241	0,058	4,2	0,000
Območje* (2 proti 3)	1,225	0,735	0,187	3,9	0,000
Spol (košute proti jeleni)	-0,328	-0,194	0,055	-3,5	0,001
ODSTREL_250	-0,047	-0,481	0,199	-2,4	0,018
Konstanta	5,723			15,1	0,000
Posplošena multivariatna regresija, metoda <i>forward stepwise</i> $R^2 = 0,84$; $N = 72$; $F(5,66) = 66,3^{***}$ Območje*: 1 – Snežniško-javorniško, 2 – Kočevska, 3 – Menišija					
OPOMBA: V spodnjem delu preglednice so predstavljeni rezultati analize, v kateri je bila v izbor spremenljivk po <i>forward stepwise</i> algoritmu ponujena tudi kategorialna spremenljivka na treh nivojih »Območje raziskave«. V zgornjem delu pa so podani rezultati analize, ki te spremenljivke ni vključevala.					

Drugi multivariatni regresijski model (Preglednica 41: spodaj) pa napoveduje, da je velikost IOA jelenjadi odvisna le od štirih neodvisnih spremenljivk in sicer od dveh kategorialnih in dveh zveznih; pojasnjuje 84 odstotkov skupnega variiranja logaritmiranih vrednosti IOA jelenjadi. Model vključuje naslednje spremenljivke:

- območje raziskave (»Območje«; model napoveduje, da ima jelenjad na Snežniško-javorniškem območju za 4,62-krat večja IOA kot jelenjad na Menišiji, jelenjad na Kočevskem pa 2,40-krat večja IOA od jelenjadi na Menišiji),
- oddaljenost od najbližjega negozda (ODD_NEG_250; s povečevanjem povprečne oddaljenosti rastrskih celic IOA od najbližjih negozdnih površin se velikost IOA povečuje),
- spol spremljane živali (»Spol«; model napoveduje, da imajo košute za 28 odstotkov manjša IOA od jelenov),
- gostota odstrela jelenjadi v IOA (ODSTREL_250; s povečevanjem gostote odstrela jelenjadi, torej tudi njene populacijske gostote, se IOA zmanjšujejo).

Modela se močno razlikujeta, saj vsebujeta le eno skupno neodvisno spremenljivko (ODSTREL_250). V preliminarni analizi podatkov smo ugotovili, da je variabilnost številnih obravnavanih okoljskih dejavnikov med območji telemetrijskih spremljav (Snežniško-javorniško, Kočevska, Menišija) večja kot znotraj teh območij. Prav zaradi tega razloga smo se tudi odločili za izvedbo dveh multivariatnih analiz. Vsako od območij telemetrijskih spremljav predstavlja za več okoljskih spremenljivk nekakšen blok. Prva analiza zato poudarja pomen spremenljivk, ki variirajo med območji, druga pa tistih, ki variirajo znotraj območij.

6.3 TELESNA MASA

V tem podpoglavju naloge so predstavljeni rezultati analiz vplivov okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi. Za razliko od prejšnjih dveh glavnih sklopov naloge ta ne temelji na podatkih, zbranih s telemetrijo, temveč na geografsko opredeljenih podatkih o izločeni jelenjadi iz »Osrednjega registra velike lovne divjadi in velikih zveri«, ki prostorsko pokrivajo skoraj vso Slovenijo. Poglavje se vsebinsko deli na dva dela. V prvem delu so podani rezultati osnovnih analiz telesne mase jelenjadi iz različnih subpopulacijskih območij te živalske vrste v Sloveniji, neupoštevaje zgradbo teh območij (Preglednici 42 in 43). V drugem, osrednjem delu tega poglavja pa so prikazani rezultati analiz, v katerih smo skušali kompleksno preučiti, od katerih dejavnikov (zlasti okoljskih) in v kolikšni meri je odvisna telesna masa jelenjadi (Preglednice 44 do 48).

Preglednica 42: Telesna masa košut in jelenov v štirih populacijskih območjih jelenjadi v Sloveniji
 Table 42: Body mass of hinds and stags in four population ranges of red deer in Slovenia

POPULACIJSKO OBMOČJE	SAMCI	SAMICE	SKUPAJ
Prekmurje	95,8 ± 6,8; n = 212	65,1 ± 2,5; n = 265	78,7 ± 3,6; n = 477
Pohorje	84,5 ± 8,4; n = 107	55 ± 3,2; n = 131	68,2 ± 4,6; n = 238
Alpe in Karavanke	73,6 ± 3,6; n = 391	52,3 ± 1,6; n = 468	62,0 ± 2,0; n = 859
Južna Slovenija	79 ± 2,5; n = 1087	53,7 ± 1,0; n = 1259	65,4 ± 1,4; n = 2346
SKUPAJ	80,1 ± 2,0; n = 1797	54,9 ± 0,8; n = 2123	66,4 ± 1,1; n = 3920

V preglednici 42 so ločeno za oba spola prikazane povprečne telesne mase izločene jelenjadi iz štirih območij Slovenije. Način določanja teh območij in njihove meje so predstavljeni v poglavju 5.2.3.6. Iz preglednice je razvidno, da so razlike v telesni masi jelenjadi med območji velike. Najmanjšo telesno maso ima jelenjad v severnem delu Slovenije – v Alpah in Karavankah –, kjer le-ta za samce v povprečju znaša 73,6 ± 3,6 kg (n = 391) in za samice 52,3 ± 1,6 kg (n = 468); skupna povprečna telesna masa obeh spolov pa je 62,0 ± 2,0 kg (n = 859). Največjo telesno maso pa ima jelenjad v Prekmurju, kjer so uplenjeni samci v povprečju tehtali 95,8 ± 6,8 kg (n = 212), samice 65,1 ± 2,5 kg (n = 265), skupna povprečna telesna masa obeh spolov pa znaša 78,7 ± 3,6 kg (n = 477), kar je za skoraj 17 kilogramov (oz. 27 odstotkov) več kot pri jelenjadi z Alpskega in Karavanškega dela Slovenije. Razlike med populacijskimi območji in spoloma so značilne pri zelo majhnem tveganju ($P \ll 0,000$), interakcija obeh faktorjev pa je neznačilna ($P = 0,698$), kar pomeni, da je razmerje med telesno maso obeh spolov med območji razmeroma konstantno (Preglednica 43). V analizi so bili v vsakem od štirih območij zajeti vsi osebki jelenjadi, odvzeti v letu 2004, ne glede na njihovo starost. Ker starost osebkov v modelu ni

bila upoštevana, le-ta pojasnjuje majhen delež skupnega variiranja telesne mase jelenjadi: le 12 odstotkov. Vendar kljub temu sodimo, da so ugotovljene razlike med primerjanimi vzorci zelo blizu dejanskim razlikam med subpopulacijami jelenjadi, saj so starostne strukture odvzete jelenjadi z vseh štirih območij zaradi njihove demografske zaprtosti izenačene, poleg tega je število enot (izločenih osebkov) v vseh območjih veliko ($N_{\min} = 238$).

Preglednica 43: Telesna masa jelenjadi glede spol in populacijsko območje: analiza variance

Table 43: Red deer body mass in regard to gender and population range: analysis of variance

NEODVISNA SPREMENLJIVKA: Ln TELESNA MASA	SS	d.f.	MS	F	p-vrednost
KONSTANTA	63191,7	1	63191,71	332277,36	0,000***
Območje	18,1	3	6,04	31,78	0,000***
Spol	83,9	1	83,93	441,30	0,000***
Spol × Območje	0,3	3	0,09	0,48	0,698 NS
Napaka	719,6	3912	0,18		
R = 0,12; F (7, 3912) = 76,9***					

V okviru preučevanj odvisnosti telesne mase jelenjadi (v nadaljevanju odvisna spremenljivka) od zgradbe njenega življenjskega prostora in nekaterih drugih okoljskih ter tudi populacijskih dejavnikov (v nadaljevanju neodvisne spremenljivke) smo izvedli več analiz. To so: 1) bivariatne korelacijske analize odvisne in neodvisnih spremenljivke, 2) kompleksne (multivariatne) analize odvisne in neodvisnih spremenljivk.

Za ugotavljanje bivariatnih povezav med pari neodvisnih in odvisne spremenljivke smo uporabili *Kendallovo neparametrično korelacijo*. Pri tem smo kot odvisno spremenljivko namesto absolutnih vrednosti uporabili odklon telesne mase osebkov od aritmetične sredine telesnih mas vseh osebkov iste spolne in starostne kategorije. Poleg tega smo samce in samice obravnavali ločeno.

Rezultati bivariatnih korelacijskih analiz so prikazani v preglednici 44. Iz nje je razvidno, da je telesna masa jelenjadi statistično značilno povezana z večino obravnavanih neodvisnih spremenljivk. Pri samcih telesna masa značilno korelira s 23 pri samicah pa s 26 od skupno 31 analiziranih neodvisnih spremenljivk. Zgradba prostora vpliva na telesno maso obeh spolov praviloma v isti smeri. Tako ima vseh 22 spremenljivk, katerih nivo je značilno povezan s telesno maso samcev in samic tudi enako predznačeno korelacijo s telesno maso obeh spolov. Ta ugotovitev se vsebinsko ujema z rezultatom analize razlik v telesni masi med spoloma in območji raziskave, v kateri smo ugotovili, da interakcije med spoloma in območji raziskave niso značilne (Preglednica 44). Telesna masa samic je očitno močnejše odvisna od obravnavanih dejavnikov kot telesna masa samcev. Pri vseh 22 spremenljivkah, katerih raven značilno korelira s telesno maso osebkov obeh spolov, je namreč absolutna vrednost korelacijskega koeficienta in statistična značilnost korelacije večja pri samicah kot pri samcih. Za te spremenljivke so absolutne vrednosti korelacijskih koeficientov pri samicah v povprečju za 23 odstotkov večje kot pri samcih in vrednosti standardiziranega znaka Z pri testu značilnosti korelacije za 35 odstotkov večje. Absolutne vrednosti korelacijskih koeficientov znašajo pri samicah od 0 do 0,231, pri samcih pa od 0 do 0,192. Med vsemi obravnavanimi spremenljivkami telesna masa samic in samcev najmočnejše pozitivno korelira s povprečno letno temperaturo (TEMP_3000), negativno pa

Preglednica 44: Rezultati bivariatnih korelacijskih analiz telesne mase jelenjadi in okoljskih spremenljivk
 Table 44: Results of bivariate correlation analyses of red deer body mass and environmental variables

OZNAKA SPREMENLJIVKE	SAMICE (n = 2.123)			SAMCI (n = 1.797)			SKUPAJ	
	r	Z	RANG	r	Z	RANG	VPLIV	ZNAČ.
TEMP_3000	0,231	15,8***	1	0,192	11,9***	1	++	++
NDV_3000	-0,201	-13,7***	2	-0,162	-10,0***	2	--	++
DEL_KMET_3000	0,192	13,1***	3	0,144	8,9***	4	++	++
PADAVINE_3000	-0,189	-12,9***	4	-0,155	-9,6***	3	--	++
NDV_DELTA_3000	-0,170	-11,6***	5	-0,141	-8,7***	6	--	++
LZ_SEST_3000	-0,163	-11,1***	6	-0,142	-8,8***	5	--	++
DEL_GOZD_3000	-0,162	-11***	7	-0,119	-7,4***	9	--	++
ODD_NEGOZD_3000	-0,137	-9,3***	9	-0,122	-7,6***	8	--	++
DEL_DEB_3000	0,121	8,3***	10	0,129	8,0***	7	++	++
ODD_NASELJE_3000	-0,157	-10,7***	8	-0,113	-7,0***	11	--	++
DEL_IGL_3000	-0,118	-8,1***	13	-0,108	-6,7***	12	--	++
DEL_DRG_3000	-0,102	-7,0***	15	-0,117	-7,2***	10	--	++
ODD_CESTA_JAVNA_3000	-0,120	-8,2***	11	-0,071	-4,4***	16	--	++
DEL_POM_3000	-0,119	-8,2***	12	-0,077	-4,8***	15	--	++
ROB_3000	0,111	7,6***	14	0,082	5,1***	14	++	++
ODST_REG_3	-0,073	-5***	19	-0,103	-6,4***	13	--	++
P_EXP_3000	-0,090	-6,2***	17	-0,065	-4,0***	18	--	++
ZDR_3000	-0,099	-6,8***	16	-0,047	-2,9**	20	--	++
ODD_GOZD_3000	0,078	5,3***	18	0,044	2,7**	23	++	++
P_SONCE_3000	-0,041	-2,9**	23	-0,056	-3,5***	19	--	++
P_NKL_3000	-0,039	-2,7**	25	-0,067	-4,2***	17	--	++
DEL_OSTALO_3000	0,064	4,4***	21	0,046	2,9**	22	++	++
ODD_CESTA_GL_3000	-0,072	-4,9***	20	-0,018	-1,1 NS	30	--	+ -
DEL_OST_SEST_3000	0,007	0,5 NS	29	-0,047	-2,9**	21	+ -	- +
KRM_N_3000	0,064	4,4***	22	0,019	1,2 NS	29	++	+ -
DEL_SUKC_3000	0,037	2,6*	26	-0,022	-1,4 NS	25	+ -	+ -
ODSTREL_3000	-0,017	-1,2 NS	27	-0,026	-1,6 NS	24	--	--
P_ZDR_3000	-0,040	-2,8**	24	-0,013	-0,8 NS	31	--	+ -
ODD_KRM_3000	-0,015	-1,1 NS	28	0,020	1,2 NS	27	- +	--
KRM_KG_3000	0,004	0,3 NS	30	-0,022	-1,3 NS	26	+ -	--
DEL_MLD_3000	-0,003	-0,3 NS	31	0,020	1,2 NS	28	- +	--

OPOMBA:
V korelacijskih analizah smo kot odvisno spremenljivko uporabili po spolnih in starostnih kategorijah osredinjene vrednosti telesne mase jelenjadi

Velikost telesne mase jelenjadi glede na okoljske dejavnike smo analizirali tudi z multivariatno statistično metodo: *s splošnim modelom multivariatne regresijske analize*. Izvedli smo jo dvakrat. Prvič tako, da smo v postopek izbire neodvisnih spremenljivk vključili vse spremenljivke, našteje v preglednici 17 (Poglavje 5.3.3), in tudi spremenljivko JEL_OBM_3000, ki označuje pripadnost osebka določenemu subpopulacijskemu območju jelenjadi, drugič pa brez te spremenljivke. Ker je iz opravljenih bivariatnih korelacijskih analiz razvidno, da je predznak vpliva vseh okoljskih spremenljivk na telesno maso samcev in samic enak, smo podatke obeh spolov tokrat združeno analizirali. V obeh analizah smo v postopek izbire spremenljivk poleg okoljskih spremenljivk vključili tudi znake, ki primarno pogojujejo telesno maso nekega osebka jelenjadi: spol in starostno kategorijo tega osebka, zaporedni dan v letu, v katerem je bil ta osebek izločen, in interakcije teh dejavnikov (Poglavje 5.4.3). Za oba regresijska modela smo ovrednotili, kolikšen del skupne variabilnosti telesne mase pojasnijo neodvisne spremenljivke, ki so vanju vključene. Poleg tega smo ugotovljeni regresijski enačbi uporabili tudi kot modela in z njima ocenili, za koliko se ob določeni spremembi vrednosti spremenljivk zgradbe okolja spremeni telesna masa jelenjadi. Izračunali smo spremembo telesne mase jelenjadi ob spremembi okoljske spremenljivke iz njenega spodnjega v zgornji decil. Pri tem smo kot zalogo vrednosti okoljskih spremenljivk upoštevali vse rastrske celice (3×3 km), v katerih je bila v letu 2004 odvzeta jelenjad (Preglednica 17). Z opisanim postopkom smo torej ugotavljali, za koliko se ob odstranitvi vplivov vseh ostalih spremenljivk razlikujejo telesne mase osebkov, ki živijo na obeh skrajnih delih gradienta obravnavane spremenljivke.

Preglednica 45: Vplivi okoljskih dejavnikov in populacijskih območij na telesno maso jelenjadi: analiza variance multivariatnega regresijskega modela

Table 45: Influences of environmental factors and of population ranges on red deer body mass: analysis of variance of multivariate regression model

Odvisna spr: Ln Telesna masa	SS	d.f.	MS	F- vrednost	SS (%)			
Spol in Starost	667,86	11	60,71	2072 ***	81,34	83,47 (96,39) ^a	97,44 ^b	
Dan	7,61	1	7,61	260 ***	0,93		2,56 ^b	
Dan ²	3,53	1	3,53	121 ***	0,43			
Spol in Starost × Dan	6,39	11	0,58	20,0***	0,78			
JEL_OBM_30	18,17	3	6,06	207 ***	2,21	3,13 (3,61) ^a	13,39 ^c	70,70 ^d
TEMP_3000	2,84	1	2,84	97 ***	0,35		2,09 ^c	11,05 ^d
ROB_3000	0,50	1	0,5	17 ***	0,06		0,37 ^c	1,95 ^d
DEL_IGL_3000	0,51	1	0,51	17 ***	0,06		0,38 ^c	1,98 ^d
ODST_REG_3000	3,19	1	3,19	109 ***	0,39		2,35 ^c	14,32 ^d
ODSTREL_3000	0,49	1	0,49	17 ***	0,06		0,36 ^c	
ERROR	110,02	3887	0,03		13,40	13,40	81,06 ^c	
SKUPAJ	821,11	3919			100,0	100,00		
KONSTANTA	63114,4	1	63114	2154069***				

OPOMBE:
^a deleži vsote kvadratov odstopanj spremenljivk v skupni pojasnjeni varianci modela
^{b, c, d} deleži vsote kvadratov odstopanj spremenljivk v skupni pojasnjeni varianci skupine spremenljivk; vsota vseh deležev vsote kvadratov odstopanj spremenljivk, označenih z enakim znakom je 100

Preglednica 45 prikazuje rezultate prve od obeh opisanih multivariatnih analiz. Iz nje je razvidno, da je telesna masa izločenih osebkov jelenjadi v največji meri odvisna od njihove starosti in spola ter dneva v letu, ko so bili izločeni, nanjo pa vplivajo tudi nekatere okoljske spremenljivke. Prvo omenjeno skupino spremenljivk v nadaljevanju tega poglavja poimenujemo »primarni dejavniki«. Mednje spadajo:

- spolna in starostna kategorija osebkov (kategorialna spremenljivka z dvanajstimi nivoji, od katerih jih 5 označuje različne starostne kategorije samic, 7 pa različne starostne kategorije samcev – preglednica 16 v poglavju 5.3.3),
- zaporedni dan v letu, v katerem je bil osebek izločen (zvezna spremenljivka, ki je v model vključena kot polinom druge stopnje),
- interakcija obeh zgoraj naštetih spremenljivk (ker je sezonsko spreminjanje telesne mase jelenjadi specifično za vsako starostno kategorijo, je v model vključena tudi interakcija, ki za vsako starostno kategorijo posebej korigira splošno regresijsko povezavo med spremenljivko »Dan« in telesno maso).

Vsota linearnih kombinacij naštetih spremenljivk in pripadajočih regresijskih koeficientov tvori funkcijo, ki je sestavljena iz več odsekov konkavnih polinomov druge stopnje. Ta funkcija aproksimira gibanje telesne mase povprečnega osebkov jelenjadi tekom njihovega odrasčanja (starostne kategorije) in med letom (Dan in interakcija) in sicer ločeno za vsak spol posebej.

Del individualnih odklonov telesne mase od te funkcije pojasnjujejo naslednji okoljski dejavniki:

- populacijsko območje jelenjadi (JEL_OBM_3000; telesna masa jelenjadi je odvisna od populacijskega območja; prekmurska oz. panonska jelenjad ima večjo telesno maso od jelenjadi z ostalih treh območij),
- gostota odstrela jelenjadi (ODST_REG_3000, ODSTREL_LD_3000; telesna masa jelenjadi upada z naraščanjem obeh spremenljivk, s katerima smo kvantificirali prostorsko variiranj gostote odstrela jelenjadi),
- povprečna celoletna temperatura (TEMP_3000; telesna masa jelenjadi narašča z naraščanjem povprečne celoletne temperature),
- gostota gozdnega roba (ROB_3000; telesna masa jelenjadi narašča z naraščanjem gostote gozdnega roba),
- delež iglavcev (DEL_IGL_3000; telesna masa jelenjadi upada s povečevanjem deleža iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev).

Opisana model pojasnjuje slabih 87 (86,60) odstotkov skupnega variiranja telesne mase jelenjadi v Sloveniji. Od tega prek 96 odstotkov (96,39) pojasnjujejo primarni dejavniki, predvsem starost in spol živali, slabe 4 odstotke (3,61) pa okoljske in druge spremenljivke, predvsem populacijsko območje jelenjadi (JEL_OBM_3000), gostota odstrela jelenjadi (ODSTREL_LD_3000, ODSTREL_REG_3000) in povprečna celoletna temperatura (TEMP_3000).

Preglednica 46: Multivariatni regresijski model telesne mase jelenjadi glede na okoljske dejavnike in populacijska območja jelenjadi

Table 46: Multivariate regression model of red deer body mass in regard to environmental factors and red deer population ranges

ODV. SPR : Ln MASA NEODVISNE SPREMENLJIVKE V MODELU:		OCENA PAR. (B)	ST. NAPAKA (B)	t	$X_{0,9}-X_{0,1}$	Exp (B× ($X_{0,9}-X_{0,1}$))	OCENA MAX. RAZLIKE TELESNE MASE (kg) ^a
TEMP_3000		1,61E-02	3,02E-03	5,3***	4	1,066	+ 4,4 (3,6 do 5,3)
ROB_3000		1,00E-05	2,00E-06	2,8***	4517	1,046	+ 3,1 (2,5 do 3,7)
DEL_IGL_3000		-7,00E-04	1,50E-04	-4,5***	65	0,955	- 3,0 (-3,6 do -2,4)
ODST_REG_3000		-8,00E-05	1,90E-05	-4,1***	602	0,953	- 3,1 (-3,9 do -2,4)
ODSTREL_LD_3000		-2,20E-04	6,00E-05	-3,7***	250	0,946	- 3,6 (-4,5 do -2,7)
JEL_OBM_3000 ^d	2-1	-2,88E-02	9,47E-03	-3,0***			
	3-1	-8,49E-02	7,63E-03	-11,1***			
	4-1	-2,90E-02	5,66E-03	-5,1***			
Spol in Starost		Primerjalne ocene vrednosti za 11 kategorij glede na vrednost 12. kategorije ^b					
Dan		2,50E-03	3,18E-04	7,9***			
Dan ²		-1,00E-05	1,00E-06	-8,8***			
Spol in Starost × Dan		Primerjalne ocene vrednosti za 11 kategorij glede na vrednost 12. kategorije ^c					
KONSTANTA		4,10E+00	4,49E-02	91,3***			
OPOMBE: a – razlika telesne mase med ocenama za zgornji in spodnji decil preučevane okoljske spremenljivke. Ocena je podana za povprečno telesno maso in fiksirane vrednosti ostalih spremenljivk v modelu b – ocene parametrov enajstih spolnih in starostnih kategorij glede na 12. spolno in starostno kategorijo c – ocene interakcije enajstih spolnih in starostnih kategorij in dneva izločitve živali glede na velikost interakcije pri 12. spolni in starostni kategoriji d – ocene parametrov treh populacij glede na 4. populacijo; 1 - Prekmurje, 2 - Pohorje, 3 - Alpe in Karavanke, 4 - Južna Slovenija $X_{0,9}-X_{0,1}$ – razlika zgornjega in spodnjega decila okoljske spremenljivke v rastrskih celicah na katerih je bila izločena jelenjad $R^2 = 0,87$; $F(32, 3887) = 758,4***$ Splošni linearni regresijski model; metoda <i>forward stepwise</i>							

Rezultati druge multivariatne analize (Preglednici 47 in 49) se veliki meri ujemajo z rezultati prve analize. Skladno s pričakovanji oba modela vključujeta iste primarne dejavnike. Poleg tega so regresijski koeficienti in pojasnjena vsota kvadratov za primarne dejavnike v obeh modelih skoraj identični. Ker le-ti tudi niso predmet našega preučevanja, jih ne bomo ponovno razlagali. Modela se v določeni meri razlikujeta po vključenih okoljskih spremenljivkah. Drugi model tako napoveduje, da na telesno maso jelenjadi poleg primarnih dejavnikov vplivajo naslednje okoljske spremenljivke:

- povprečna celoletna količina padavin (PADAVINE_3000; telesna masa jelenjadi upada z naraščanjem padavin),
- gostota odstrela jelenjadi (ODST_REG_3000, ODSTREL_LD_3000; telesna masa jelenjadi upada z naraščanjem obeh spremenljivk, ki ponazarjata prostorsko variiranje gostote odstrela jelenjadi);
- povprečna celoletna temperatura (TEMP_3000; telesna masa jelenjadi narašča z naraščanjem povprečne celoletne temperature),
- delež kmetijske rabe tal (DEL_KMET_3000; telesna masa jelenjadi narašča z naraščanjem deleža kmetijskih površin),

- delež drogovnjakov (DEL_DRG_3000; telesna masa jelenjadi upada z naraščanjem deležev drogovnjakov),
- delež iglavcev (DEL_IGL_3000; telesna masa jelenjadi upada s povečevanjem deleža iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev).

Za drugo multivariatno regresijo smo analizirali tudi velikosti individualnih odklonov od regresijskega modela glede na pripadnost osebka določenemu populacijskemu območju jelenjadi. V ta namen smo uporabili enostavno analizo variance. Vse ostanke po regresiji smo razvrstili glede na pripadnost populacijskemu območju jelenjadi in testirali značilnost razlik med območji. Z analizo smo ugotovili značilne razlike med populacijskimi območji jelenjadi ($F_{(3, 3915)} = 161,08^{***}$). Telesna masa jelenjadi z različnih populacijskih območij se torej tudi po odstranitvi vplivov primarnih dejavnikov in okolja značilno razlikuje. S *post-hoc* analizo (*Tukeyeva resnična značilna razlika*) smo ugotovili značilne razlike med prekmursko jelenjadjo (večja telesna masa) in jelenjadjo z ostalih treh populacijskih območij ($p \ll 0,001$), med jelenjadjo z Alp in Karavank (manjša telesna masa) in jelenjadjo z vseh ostalih treh populacijskih območij ($0,001 < p < 0,05$), nismo pa odkrili značilnih razlik med Pohorsko jelenjadjo in jelenjadjo z južnega dela Slovenije ($p = 0,87$). Razlike so bile zlasti velike med jelenjadjo s Prekmurja in jelenjadjo z ostalih treh populacijskih območij.

Preglednica 47: Vplivi okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi: analiza variance multivariatnega regresijskega modela

Table 47: Influences of environmental factors on red deer body mass: analysis of variance of multivariate regression model

	SS	d.f.	MS	F- vrednost	SS (%)			
Spol in Starost	670,71	11	60,97	2029 ***	81,68	83,67 (97,01) ^a	97,62 ^b	
Dan	6,91	1	6,91	230 ***	0,84		2,38 ^b	
Dan ²	2,31	1	2,31	77 ***	0,28			
Spol in Starost × Dan	7,13	11	0,65	22 ***	0,87			
PADAVINE_3000	9,77	1	9,77	325 ***	1,19	2,58 (2,99) ^a	7,29 ^c	46,13 ^d
TEMP_3000	4,31	1	4,31	144 ***	0,52		3,22 ^c	20,35 ^d
DEL_KMET_3000	1,60	1	1,6	53 ***	0,19		1,19 ^c	7,55 ^d
DEL_DRG_3000	0,55	1	0,55	18 ***	0,07		0,41 ^c	2,60 ^d
DEL_IGL_3000	0,36	1	0,36	12 ***	0,04		0,27 ^c	1,70 ^d
ODSTREL_LD_3000	3,76	1	3,76	125 ***	0,46		2,81 ^c	20,56 ^d
ODST_REG_3000	0,83	1	0,83	28 ***	0,10		0,62 ^c	
NAPAKA	112,85	3887	0,03		13,74	13,74	84,20 ^c	
SKUPAJ	821,11	3919			100,0	100,0		
KONSTANTA	63114	1	63114	2100579***				

OPOMBE:

^a deleži vsote kvadratov odstopanj spremenljivk v skupni pojasnjeni varianci modela

^{b, c, d} deleži vsote kvadratov odstopanj spremenljivk v skupni pojasnjeni varianci skupine spremenljivk; vsota vseh deležev vsote kvadratov odstopanj spremenljivk, označenih z enakim znakom je 100

OPOMBE:

^a deleži vsote kvadratov odstopanj spremenljivk v skupni pojasnjeni varianci modela

b, c, d deleži vsote kvadratov odstopanj spremenljivk v skupni pojasnjeni varianci skupine spremenljivk; vsota vseh deležev vsote kvadratov odstopanj spremenljivk, označenih z enakim znakom je 100

Preglednica 48: Multivariatni regresijski model telesne mase jelenjadi glede na okoljske dejavnike

Table 48: Multivariate regression model of red deer body mass in regard to environmental factors

ODV. SPR : L_n MASA NEODVISNE SPREMENLJIVKE V MODELU:	OCENA PAR. (B)	ST. NAPAKA (B)	t	$X_{0,9}-X_{0,1}$	Exp (B× ($X_{0,9}-X_{0,1}$))	OCENA MAX. RAZLIKE TELESNE MASE (kg) ^a
PADAVINE_3000	-9,00E-05	1,10E-05	-8,4***	1100	0,906	- 6,3 (-7,0 do -5,5)
TEMP_3000	1,56E-02	3,13E-03	5,0***	4	1,064	+ 4,3 (3,4 do 5,2)
DEL_KMET_3000	1,70E-03	2,70E-04	6,1***	37	1,064	+ 4,3 (3,6 do 5,0)
DEL_DRG_3000	-8,00E-04	2,00E-04	-3,9***	42	0,967	- 2,2 (-2,7 do -1,6)
DEL_IGL_3000	-8,00E-04	1,50E-04	-5,5***	65	0,949	- 3,4 (-4,0 do -2,8)
ODST_REG_3000	-1,10E-04	1,90E-05	-5,7***	602	0,936	- 4,3 (-5,0 do -3,5)
ODSTREL_LD_3000	-1,30E-04	5,60E-05	-2,3*	250	0,968	- 2,1 (-3,0 do -1,2)
Spol in Starost	Primerjalne ocene vrednosti za 11 kategorij glede na vrednost 12. kategorije ^b					
Dan	2,00E-03	3,19E-04	6,3***			
Dan ²	-1,00E-05	1,00E-06	-7,3***			
Spol in Starost × Dan	Primerjalne ocene vrednosti za 11 kategorij glede na vrednost 12. kategorije ^c					
KONSTANTA	4,29E+00	5,24E-02	81,9***			
OPOMBE: a – razlika telesne mase med ocenama za zgornji in spodnji decil preučevane okoljske spremenljivke. Ocena je podana za povprečno telesno maso in fiksirane vrednosti ostalih spremenljivk v modelu b – ocene parametrov enajstih spolnih in starostnih kategorij glede na 12. spolno in starostno kategorijo c – ocene interakcije enajstih spolnih in starostnih kategorij in dneva izločitve živali glede na velikost interakcije pri 12. spolni in starostni kategoriji $X_{0,9}-X_{0,1}$ – razlika zgornjega in spodnjega decila okoljske spremenljivke v rastrskih celicah, na katerih je bila izločena jelenjad $R^2 = 0,86$; $F(31, 3888) = 760,4***$ Splošni linearni regresijski model; metoda <i>forward stepwise</i>						

Če rezultate obeh multivariatnih analiz in bivariatnih korelacij strnemo, lahko izpostavimo naslednje ugotovitve:

- Telesna masa jelenjadi je od vseh analiziranih dejavnikov najbolj pogojena s spolom in starostjo; spreminja se tudi med letom. Potek letnega spreminjanja telesne mase je prav tako odvisen od spola in starosti živali. Z naštetimi dejavniki smo v multivariatnih analizah uspeli pojasniti 83,47 (model 1) oz. 83,67 (model 2) odstotkov vse variabilnosti telesne mase jelenjadi ali 96,39 oz. 97,01 odstotkov vse pojasnjene variance. Analize so zajemale 3.920 osebkov jelenjadi vseh starosti in obeh spolov, ki so bili leta 2004 izločeni iz celotnega območja razširjenosti jelenjadi v Sloveniji.
- Telesna masa jelenjadi je poleg prej naštetih dejavnikov odvisna tudi od ravni nekaterih okoljskih spremenljivk (model 1 in 2); kljub odstranitvi vplivov okolja variira tudi med štirimi obravnavanimi populacijskimi območji jelenjadi, zlasti med Prekmurjem in ostalimi deli Slovenije (model 1). Našteti dejavniki skupaj pojasnjujejo 3,13 (model 1) oz. 2,58 (model 2) odstotkov vse variabilnosti telesne mase jelenjadi, kar ustreza 18,94 (model 1) oz. 15,80 (model 2) odstotkom vse variabilnosti telesne mase jelenjadi, ki ni pojasnjena s starostjo, spolom in letnim časom.
- Telesna masa samic jelenjadi (tj. telice do košute) je bolj odvisna od okoljskih dejavnikov kot telesna masa samcev jelenjadi (tj. moških telet do jelenov).

- Na telesno maso jelenjadi so od 31 obravnavanih najbolj vplivale naslednje okoljske spremenljivke: povprečna celoletna temperatura (pozitivna povezava), gostota odstrela jelenjadi (negativna povezava), delež iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev (negativna povezava), gostota gozdnega roba (pozitivna povezava), delež kmetijske rabe tal (pozitivna povezava), letna količina padavin (negativna povezava) in delež sestojev razvojni fazi drogovnjak (negativna povezava).

Kvantitativni in kvalitativni vplivi naštetih okoljskih spremenljivk na telesno maso jelenjadi so bolj natančno obrazloženi v nadaljevanju tega poglavja. V njem se sklicujemo na rezultate iz preglednic 46 in 48, v katerih so podane točkovne in intervalne ocene sprememb telesne mase jelenjadi ob spremembi vrednosti okoljskega dejavnika iz spodnjega v zgornji decil. V tekstu zaradi boljše preglednosti navajamo le točkovne ocene sprememb telesne mase.

Povprečna letna temperatura je bila v vseh analizah eden najpomembnejših ali celo najpomembnejši okoljski dejavnik, ki vpliva na telesno maso jelenjadi. Z regresijskima modeloma smo ocenili, da se ob povečanju celoletne povprečne temperature za 4°C (iz 5 na 9°C) telesna masa jelenjadi v povprečju poveča za 4,4 kilograma (model 1) oz. za 4,3 kilograme (model 2) ali za 6,6 (model 1) oz. 6,4 (model 2) odstotke. Ker sta temperatura in nadmorska višina skoraj funkcijsko povezani ($r = -0,98^{***}$), telesna masa jelenjadi upada tudi z nadmorsko višino.

Telesna masa jelenjadi je očitno odvisna tudi od **populacijske gostote** in s tem posredno tudi od gostote odvzema jelenjadi, preučevane v tej nalogi. Za ponazoritev prostorskega in časovnega variiranja gostote odstrela smo uporabili dve spremenljivki: ODST_REG_3000 in ODSTREL_LD_3000. Prva podaja lokalno gostoto odvzema jelenjadi v letu 2004, druga pa povprečno gostoto odvzema jelenjadi po loviščih v Sloveniji za obdobje 1997–2004 (poglavje 5.2.3.6). Obe spremenljivki sta bili vključeni v oba regresijska modela telesne mase jelenjadi. Z modeloma smo ocenili, da se ob povečanju vrednosti prve spremenljivke (ODST_REG_3000) iz spodnjega v zgornji decil telesna masa jelenjadi v povprečju zmanjša za 3,1 kilograma (model 1) oziroma za 4,3 kilograma (model 2). Ob povečanju druge spremenljivke (ODSTREL_LD_3000) iz spodnjega v zgornji decil se telesna masa jelenjadi v povprečju zmanjša za 3,6 kilograma (model 1) oz. za 2,1 kilograma (model 2). Ob povečanju obeh spremenljivk iz spodnjega v zgornji decil pa se ob odstranitvi vplivov drugih dejavnikov telesna masa jelenjadi v povprečju zmanjša za 6,7 (model 1) oz. 6,4 (model 2) kilograma. Vsota vplivov obeh spremenljivk se med modeloma precej manj razlikuje od vplivov posamezne spremenljivke. Verjetno je to posledica močne koreliranosti obeh spremenljivk in s tem povezanih nestabilnih regresijskih koeficientih v modelih.

Oba multivariatna modela vključujeta spremenljivko **delež iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev** (DEL_IGL_3000). Z njima smo ocenili, da se ob povečanju deleža iglavcev iz spodnjega v zgornji decil (tj. s 15 na 81 odstotkov) telesna masa jelenjadi v povprečju zmanjša za 3,0 (model 1) oziroma za 3,4 kilograma (model 2).

Telesna masa jelenjadi je poleg temperature pozitivno odvisna tudi od **gostote gozdnega roba** (ROB_3000) in **deleža kmetijskih površin** (DEL_KMET_3000). Prva od obeh spremenljivk je bila vključena v prvi in druga v drugi multivariatni model. Njun vpliv na telesno maso je statistično značilen tudi pri bivariatnih korelacijskih analizah. Sodimo, da

nista bili obe hkrati vključeni v isti model zaradi dokaj velike medsebojne soodvisnosti (Pearsonov korelacijski koeficient: $r = 0,68^{***}$). Telesna masa povprečnega osebka jelenjadi se glede na ocene modelov ob povečanju gostote dolžine gozdnega roba iz spodnjega v zgornji decil (iz 746 na 5263 m/9 km²) poveča za 3,1 kilograme, ob povečanju deleža kmetijskih površin iz spodnjega v zgornji decil (z 2 na 38 odstotkov) pa za 4,3 kilograma.

Spremenljivki **delež drogovnjakov** (DEL_DRG_3000) in **povprečna letna količina padavin** (PADAVINE_3000) sta bili vključeni v drugi, ne pa tudi v prvi multivariatni model telesne mase jelenjadi. Bivariatno obe korelirata s telesno maso jelenjadi in imata v vseh analizah enako predznačen vpliv na jelenjad. Da bi ugotovili vzroke nesoglasja obeh modelov, smo vplive obeh spremenljivk dodatno analizirali. Izračunali smo njuna povprečja za populacijska območja jelenjadi. Za vsa območja smo ločeno analizirali tudi korelacije obeh spremenljivk z osredinjenimi vrednostmi telesne mase. Vrednosti slednjih smo glede na vrednosti obeh spremenljivk še grafično ponazorili. Zaradi preglednosti dela teh analiz ne prikazujemo. Z opisanimi analizami smo ugotovili, da delež drogovnjakov statistično značilno negativno korelira s telesno maso jelenjadi v treh od štirih populacijskih območjih jelenjadi, v enem pa korelacija ni značilna. Zato sodimo, da obravnavana spremenljivka vpliva na telesno maso jelenjadi. Z modelom smo ocenili, da se ob povečanju deleža drogovnjakov s spodnjega v zgornji decil (s 14 na 56 odstotkov) telesna masa jelenjadi v povprečju zmanjša za 2,2 kilograma (intervalna ocena: -3,0 do -1,2 kg). Prej našteje analize so pokazale, da je povezanost med letno količino padavin in telesno maso jelenjadi nelinearna in nemonotona. Ko smo odstranili podatke o jelenjadi s Prekmurja, je postala povezava precej šibkejša, kar je razumljivo, saj ima jelenjad v Panonskem delu Slovenije največjo telesno maso, hkrati pa so to deli z najmanjšo količino padavin v Slovenije. Vendar pa smo na osnovi grafičnega prikaza osredinjenih vrednosti telesne mase jelenjadi glede na količino padavin in temperature ugotovili, da telesna masa jelenjadi na najvišjih predelih, ki hkrati prejmejo veliko padavin, zelo strmo upade, kar bi lahko bila posledica vplivov velikih količin snega (interakcija padavin in temperatur) na telesno maso jelenjadi. Zato domnevamo, da povprečna količina padavin sicer vpliva na telesno maso jelenjadi, vendar pa so vplivi te spremenljivke precej šibkejši, kot bi lahko sklepali na osnovi rezultatov prvega modela. Le-ta namreč napoveduje, da se ob povečanju povprečne letne količine padavin iz spodnje v zgornji decil te spremenljivke telesna masa v povprečju zmanjša za 6,3 kilograma (od -7,0 do -5,5 kg) oz. za skoraj 10 odstotkov.

Poleg naštetih spremenljivk se je telesna masa jelenjadi razlikovala tudi **med različnimi populacijskimi območji te živalske vrste v Sloveniji** (južna Slovenija, Alpe in Karavanke, Pohorje, Prekmurje). Razlike med območji so bile statistično značilne tudi po odstranitvi vplivov primarnih in okoljskih dejavnikov. Spremenljivka JEL_OBM_3000, s katero smo označevali pripadnost nekega osebka določenemu populacijskemu območju jelenjadi, je pojasnjevala več variabilnosti telesne mase jelenjadi kot vsi okoljski dejavniki skupaj (Preglednica 45). Tudi analiza ostankov po regresiji modela, ki ni vključeval populacijskega območja jelenjadi (model 2), je pokazala značilne razlike med območji. Med vsemi štirimi obravnavanimi populacijskimi območji jelenjadi v Sloveniji zlasti izstopa Prekmurje. Panonska jelenjad ima za več kot dvajset (21,6) odstotkov večjo telesno maso od jelenjadi z drugih delov Slovenije.

7 RAZPRAVA IN SKLEPI

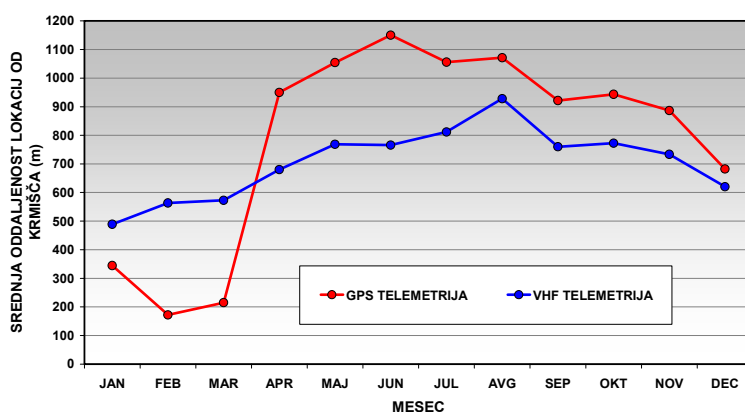
7.1 RAZPRAVA

Pričujoče delo ima več glavnih namenov. V njem smo skušali celostno preučiti rabo prostora jelenjadi na celoletnem, sezonskem in dnevno-nočnem nivoju, ugotoviti vplive zgradbe prostora na velikosti celoletnih individualnih območij aktivnosti jelenjadi in ugotoviti, kako zgradba prostora ter nekateri drugi, domnevno pomembni okoljski dejavniki in populacijski parametri vplivajo na telesno maso obravnavane živalske vrste. Rezultati naštetih sklopov in pod-sklopov analiz se vsebinsko dopolnjujejo, zlasti pri rabi prostora jelenjadi v različnih časovnih merilih (celo leto, sezona, dan in noč). Rezultate prvega glavnega sklopa analiz (tj. rabe prostora jelenjadi v različnih časovnih obdobjih) zato v diskusiji obravnavamo združeno po posameznih skupinah spremenljivk zgradbe prostora. Zadnja dva glavna sklopa naloge (tj. velikost celoletnih IOA in telesna masa jelenjadi glede na okoljske dejavnike) pa sta v diskusiji podana v enakem zaporedju, kot sta bila obravnavana v prejšnjih delih naloge.

7.1.1 Vplivi dejavnikov zgradbe prostora na celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi

7.1.1.1 Krmišča

Krmišča očitno zelo močno pogojujejo prostorsko razporeditev jelenjadi. Med vsemi obravnavanimi spremenljivkami zgradbe prostora so namreč najbolj vplivala na celoletno prostorsko razporeditev spremljanega vzorca jelenjadi (Preglednice 19–26) in pojasnjevala največ razlik v njegovi rabi prostora med toplim hladnim delom leta (Preglednice 27–32). Poleg tega sta gostota in lega krmišč pomembno vplivali tudi na velikosti njegovih celoletnih individualnih območij aktivnosti (Preglednica 41).

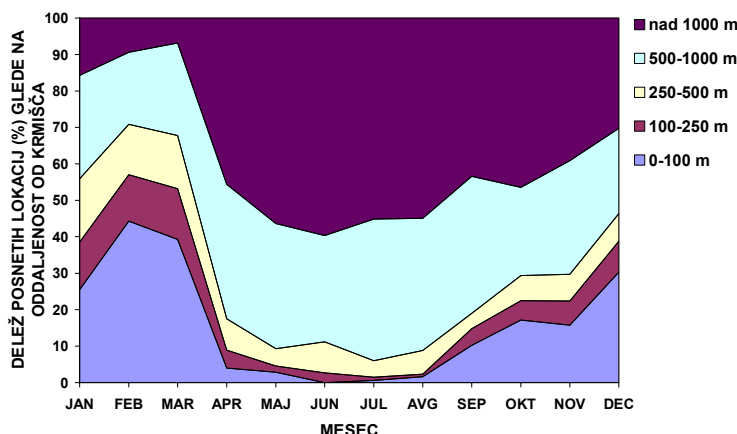


Slika 24: Mesečne mediane razdalj med lokacijami jelenjadi in najbližjim krmiščem

Fig 24: Monthly median distances between red deer locations and nearest feeding places

Vpliv krmišč na prostorsko razporeditev jelenjadi je najmočnejše izražen zunaj vegetacijske dobe, v zimskem času, ko količina v naravi dostopne hrane praviloma izrazito upade in je njeno iskanje zaradi snega povezano z veliko porabo energije, zaradi česar se začne jelenjad prehranjevati na krmiščih in se posledično zbirati v njihovi okolici. S slik 24 in 25 je razvidno, da so se spremljani osebki jelenjadi pomaknili v bližino krmišč med septembrom in novembrom in ostali tam vso zimo, do konca marca. V hladnem delu leta je

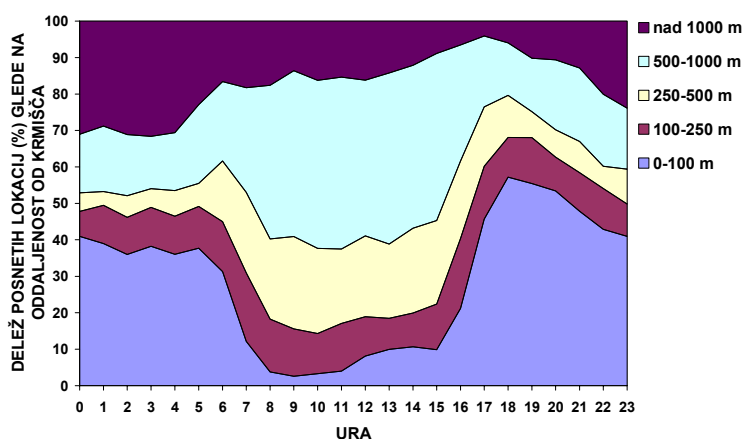
bila polovica posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo, od najbližjega krmišča tako oddaljenih manj kot 290 metrov, 32 odstotkov vseh njihovih lokacij pa je bilo posnetih na ali tik ob krmiščih – manj kot sto metrov stran od najbližjega krmišča. V toplem delu leta, ko se jelenjad razprši v širši prostor, znašata ti dve vrednosti 895 metrov in 5,5 odstotka. Pri jelenjadi, ki je bila spremljana z VHF telemetrijo, so sezonske razlike v oddaljenosti od krmišč sicer manj izrazite, vendar pa vseeno visoko statistično značilne (Preglednice 27–29). V hladnem delu leta je bila tako polovica njihovih lokacij od najbližjega krmišča oddaljenih manj kot 590 metrov, v toplem delu leta pa manj kot 770 metrov.



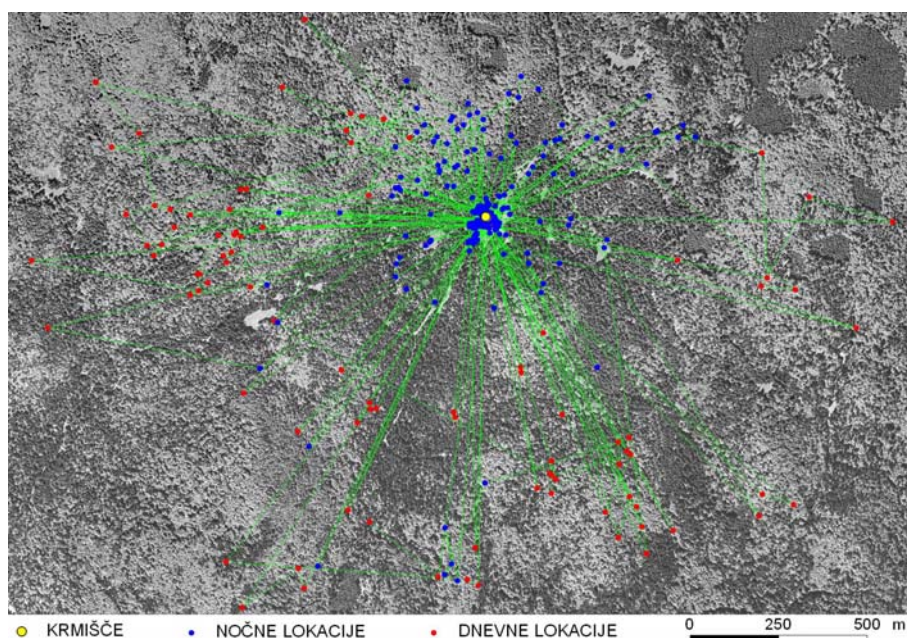
Slika 25: Letno menjavanje deležev lokacij glede na oddaljenost od najbližjega krmišča pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo

Figure 25: Annual alternation of percentages of red deer locations in regard to the distance of nearest feeding place, for red deer monitored with GPS telemetry

Iz zgoraj navedenih rezultatov in s slike 24 je razvidno, da se rezultati med skupinama jelenjadi, spremljanima z VHF in GPS telemetrijo, kvantitativno, ne pa tudi kvalitativno razlikujejo. Sezonske razlike v prostorski razporeditvi glede na oddaljenost od najbližjega krmišča so pri osebkih, spremljanih z GPS telemetrijo, precej bolj poudarjene, kot pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo. To je verjetno delno posledica individualnih razlik obeh spremljanih vzorcev jelenjadi, predvsem pa razlik obeh telemetrijskih tehnik zajemanja podatkov; VHF telemetrijo se je namreč izvajalo predvsem podnevi, GPS telemetrijo pa nepretrgoma vsako uro podnevi in ponoči. Z analizo 24-urne dinamike prostorske razporeditve posnetih lokacij glede na oddaljenost od najbližjega krmišča (Slika 26), v katero smo zajeli lokacije jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo, ki so bile posnete v hladnem delu leta, pa smo ugotovili, da se jelenjad zadržuje najbližje krmiščem od petih popoldne do šestih zjutraj, kar okvirno ustreza obdobju med sončnim zahodom in sončnim vzhodom. Torej smo z VHF telemetrijo jelenjad praviloma spremljali v delu dneva, ko ta že ni bila več na krmiščih. Zato lahko zanesljivo pričakujemo, da bi bile ugotovljene sezonske razlike v oddaljenosti posnetih lokacij od najbližjega krmišča tudi pri skupini osebkov jelenjadi, spremljanih z VHF telemetrijo večje, če bi jih spremljali tudi ponoči.



Slika 26: 24-urno menjavanje deležev lokacij jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjega krmišča
Figure 26: Circadian alternation of percentages of red deer locations in regard to nearest feeding place

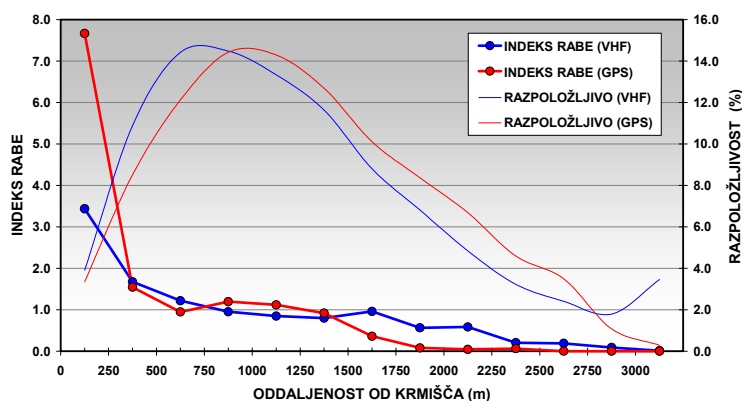


Slika 27: Dnevne in nočne lokacije košute s Snežniško-javorniškega območja v mesecu februarju
Figure 27: Daytime and nighttime locations of hind from Snežnik-javorniki research area in February

Mediana oddaljenosti posnetih lokacij od najbližjega krmišča se je pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo, začela naglo zmanjševati meseca novembra, dosegla minimalno vrednost februarja (190 metrov) in se po koncu marca strmo povečala (Slika 24). Pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo, pa se je začela občutno zmanjševati meseca novembra, bila najmanjša januarja (600 metrov), in narasla po koncu marca. Čas nastopa obeh minimumov (tj. januar pri VHF telemetriji in februar pri GPS telemetriji) se okvirno ujema z obdobjem največje prehranske navezanosti jelenjadi na hrano s krmišč. Adamič (1990) ugotavlja, da znaša povprečen volumski delež krme v skupni prehrani jelenjadi v zimskih mesecih od 5 do 50 odstotkov, v preostalem delu leta pa je zanemarljiv. Isti avtor poroča, da je na Snežniško-javorniškem območju krma v prehrani jelenjadi najmočnejše zastopana januarja (okoli 50 odstotkov), na Kočevskem pa februarja (okoli 40 odstotkov). Pri tem pa je treba opozoriti, da prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjega krmišča in pomen hrane s krmišč v skupni prehrani jelenjadi nista odvisna le od letnega časa, ampak oz. predvsem od tekočih klimatskih parametrov (npr. debeline in

trajanja snežne odeje, temperature) in z njimi pogojene razpoložljivosti naravne hrane in kondicije osebka – stopnje iztrošenosti njegovih maščobnih rezerv (Ozoga in Verme, 1982; Adamič, 1990); zato se lahko med območji in med leti v istem mesecu razlikujejo. Adamič (1990) tako ugotavlja, da na Snežniško-javorniškem območju delež krme v prehrani jelenjadi pozitivno korelira z višino snega. Ozoga in Verme (1982) poročata, da začne belorepi jelen (*Odocoileus virginianus*) obiskovati krmišča šele, ko zapade sneg, čeprav so le-ta tudi prej založena s hrano. Analiza rabe prostora jelenjadi s Snežniško-javorniškega območja je podobno pokazala (Jerina, 2003), da oddaljenost lokacij jelenjadi od najbližjega krmišča v hladnem delu leta negativno korelira z debelino snežne odeje in pozitivno s povprečno dnevno temperaturo.

Po končani zimi se jelenjad razprši stran od krmišč in v toplem delu leta uporablja njihovo širšo okolico. Kljub temu pa se prostorska razporeditev krmišč močno odraža tudi na celoletni prostorski razporeditvi jelenjadi. Gostota celoletne rabe prostora jelenjadi z oddaljenostjo od krmišč upada. S slike 28 je razvidno, da se indeks rabe prostora (tj. raba/razpoložljivost) jelenjadi, spremljane z GPS in VHF telemetrijo, z oddaljenostjo od krmišč prvih 500 metrov zelo strmo zmanjšuje, se nato začasno ustali pri vrednosti 1, in pri razdaljah večjih od 1.500 metrov spet začne upadati. Sodimo, da ima opisana krivulja dva prevoja zaradi izrazitega zimskega koncentriranja jelenjadi v neposredni okolici krmišč (prvi del krivulje: od nič do okoli 500 metrov) in njenih prostorsko omejenih sezonskih migracij med zimovališči in poletnimi območji aktivnosti (drugi del krivulje: do 1.500 metrov). V prejšnji raziskavi jelenjadi s Snežniško-javorniškega območja (Jerina, 2003) smo namreč ugotovili, da se njena zimska in poletna območja aktivnosti praviloma v veliki meri (okoli 90 odstotkov) prekrivajo, kar pomeni, da se tam jelenjad tudi v toplem delu leta ne odmakne daleč od njenih zimskih območij aktivnosti. Na ostalih območjih raziskave (Kočevska, Menišija, Goričko), ki jih pokriva pričujoča študija, pa so sezonski premiki še občutno manjši kot na Snežniško-javorniškem območju.



Slika 28: Celoletna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od krmišč
 Figure 28: Annual red deer spatial distribution in regard to distance from the feeding places

Pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo, znaša indeks rabe za prvi pas okoli krmišč (od 0 do 250 m) skoraj 8, pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo, pa je za več kot polovico manjši in znaša 3,5. Indeksa rabe se verjetno razlikujeta predvsem zaradi specifik snemanja podatkov obeh telemetrijskih tehnik, ki smo jih izpostavili že pri primerjavi rezultatov sezonske dinamike prostorske razporeditve jelenjadi glede na oddaljenost od krmišč. Ker jelenjad uporablja krmišča skoraj izključno ponoči (Sliki 26 in 27) so rezultati, ki izhajajo iz GPS telemetrije, verjetno precej bolj točni.

Vse zgoraj naštetе ugotovitve se ujemajo z ugotovitvami prejšnje študije, ki je temeljila na podatkih jelenjadi s Snežniško-javorniškega območja, praviloma spremljani le podnevi s klasično VHF telemetrijo (Jerina, 2003). V pričujoči študiji smo rezultate prejšnje študije izboljšali z vključitvijo več območij raziskave, s čimer smo povečali njihovo splošno veljavnost. Poleg tega smo z GPS telemetrijo nekaj osebkov jelenjadi spremljali nepretrgano vsako uro in ne le podnevi kot z VHF telemetrijo. Rezultati opravljenih GPS telemetrijskih spremljav opozarjajo, da so vplivi krmišč na prostorsko razporeditev jelenjadi še večji, kot bi lahko sodili le na osnovi rezultatov prejšnje raziskave, ki je temeljila zgolj na dnevnem spremljanju jelenjadi z VHF telemetrijo.

Pri obeh tehnikah zajemanja podatkov so krmišča med vsemi obravnavanimi spremenljivkami zgradbe prostora najmočnejše vplivala na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi in pojasnjevala največ razlik med njeno rabo prostora v hladnem in v toplem delu leta. Celoletna individualna območja aktivnosti jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, so vsebovala od 0 do 6, v povprečju $1,64 \pm 0,31$ krmišč ($n = 73$); spodnji in zgornji decil števila krmišč na celoletno IOA znašata 1 oz. 3 (Preglednica 15). Tudi IOA nekaj osebkov jelenjadi, ki niso vsebovala nobenega krmišča, so vedno ležala v neposredni bližini vsaj enega krmišča. Glede na ugotovljeno 24-urno dinamiko rabe krmišč in časovnega razporeda zajemanja lokacij z VHF telemetrijo lahko domnevamo, da jih je jelenjad uporabljala ponoči, ko je nismo spremljali. Pri ostalih osebkih, spremljanih z VHF telemetrijo, in pri vseh z GPS telemetrijo spremljanih živalih, pa so se krmišča praviloma nahajala v osrednjih delih njihovih individualnih območij aktivnosti. Podobno poročajo tudi Guillet in sod. (1996). Od januarja do marca so s telemetrijo intenzivno spremljali srnjad v dveh gozdnatih območjih na Švedskem. Ugotovili so, da tudi srnjad pozimi prilagodi svoja območja aktivnosti prostorski razporeditvi krmišč. V osrednjih območjih aktivnosti vseh spremljanih osebkov je ležalo vsaj eno krmišče. V prejšnji telemetrijski raziskavi na Snežniško-javorniškem območju (Jerina, 2003) smo ugotovili, da nekatera zimovališča tamkajšnje jelenjadi ležijo precej visoko (srednja nadmorska višina nad 1.000 metra) in tudi po vegetacijski sestavi (slabo termično kritje in kritje za prestrežanje snega) ne ustrezajo »tipičnim« zimovališčem, kot jih opisujejo drugi avtorji (npr. Moen, 1967; Moen, 1976; Ozoga, 1968; Adamič, 1990; Brunt, 1990), vendar pa se nahajajo v neposredni okolici dobro založenih osrednjih krmišč.

Na osnovi naštetih ugotovitev lahko sodimo, da prisotnost krmišč v zimskih in celoletnih individualnih območjih aktivnosti jelenjadi ni zgolj rezultat izkustvenega poznavanja zimske prostorske razporeditve jelenjadi in naknadne postavitve krmišč, ampak je mogoče jelenjad s kontinuiranim krmljenjem pozimi »privabiti« tudi v predele, ki jih sicer tedaj ne bi uporabljala. Tudi Gossow (1987) ugotavlja, da je bila pred postavitvijo krmišč jelenjad v alpskem delu Avstrije prisotna samo del leta. Zdaj pa se čez vse leto zadržuje tudi na višjih predelih – v okolici krmišč. Laaperi (1990) poroča, da so s postavitvijo krmišč in solnic preoblikovali zimska območja aktivnosti losa. Raba prostora okoli postavljenih krmišč se je močno povečala. Avtor sicer navaja, da losi krmišč, ki so bila zunaj širše okolice tradicionalnih zimovališč, v času raziskave niso začeli uporabljati, vendar pa lahko na podlagi rezultatov pričujoče študije sodimo, da bi se zaradi habituacije, ki je na ta vir prehrane očitno močna, to v nekaj letih ali generacijah utegnilo spremeniti.

S prostorsko razmestitvijo krmišč torej v veliki meri vplivamo tudi na prostorsko razporeditev jelenjadi in s tem na obseg in mesta njenih vplivov na gozdne ekosisteme. Jelenjad namreč nikoli ne zadosti vseh svojih potreb po hrani le na krmiščih, ampak se

vselej prehranjuje tudi v naravi. Na krmiščih se zadržuje v večernem do jutranjem času, podnevi pa se prehranjuje v njihovi okolici. Adamič (1990) ugotavlja, da noben izmed 430 analiziranih prehranskih vzorcev jelenjadi z GL Jelen ni vseboval samo krme. Jelenjad tudi pozimi večino hrane (50–85 odstotkov) najde v naravi – v okolici krmišč. Zaradi zimskih koncentracij in tudi poletne rabe okolice krmišč, so tam njene gostote in s tem tudi vplivi večji, kot bi bili sicer. Glede na rezultate naše študije lahko sodimo, da so gostote in zato verjetno tudi vplivi jelenjadi na gozdni prostor izrazito povečani nekako do 500 metrov, še vedno opazni pa do razdalje 1.500 metrov okoli krmišč. Na osnovi dejanskih meritev stopnje poškodovanosti talne vegetacije glede na oddaljenost od najbližjega krmišča so do podobnih zaključkov prišli tudi drugi avtorji. Doenier in sod. (1997) tako ugotavljajo, da poškodovanost gozdnega mladja zaradi objedanja belorepega jelena značilno upada z oddaljenostjo od krmišč; povečana je znotraj 900-metrskega pasu okoli krmišč. Williamson (2000, cit. po Smith, 2001) pa je za isto živalsko vrsto zabeležil povečano poškodovanost talne vegetacije v polmeru 1.800 metrov okoli krmišč. S krmljenjem lahko torej kvečjemu spremenimo obseg in prostorsko porazdelitev poškodb gozda in jih v določeni meri lokaliziramo na okolico krmišč, ne moremo pa jih odstraniti.

Krmljenje lahko vpliva tudi na sezonsko migratornost in na velikosti individualnih območij aktivnosti velikih rastlinojedov. Smith (2001) tako poroča, da krmljene populacije severnoameriškega vapitija navadno izkazujejo celoletno zvestobo zimovališčem – okolici krmišč. Na območjih s krmljenjem je nekdanji migrator postal rezident. Cooper in sod. (2002) ugotavljajo, da imajo samice belorepega jelena, ki se prehranjujejo na krmiščih, manjša območja aktivnosti od samic, ki se hranijo izključno v prosti naravi. Tudi v pričujoči raziskavi smo ugotovili povezanost med velikostjo celoletnih IOA jelenjadi in gostoto, založenostjo ter prostorsko lego krmišč (Preglednici 40 in 41). Površina celoletnih IOA je tako negativno korelirala s povprečno gostoto položene krme v IOA (Kendall $r = -0,425^{***}$, $n = 73$) in gostoto krmišč v IOA (Kendall $r = -0,366^{***}$, $n = 73$), pozitivno pa s povprečno oddaljenostjo rastrskih celic v IOA od najbližjega krmišča (Kendall $r = 0,233^{**}$, $n = 73$). Od treh naštetih spremenljivk, sta bili v multivariatni regresijski model, ki napoveduje velikosti IOA spremljane jelenjadi glede na zgradbo njihovih IOA, vključeni le prvi dve: gostota položene krme in gostota krmišč v IOA jelenjadi. Model napoveduje, da se velikost individualnih celoletnih območij aktivnosti jelenjadi zmanjšuje z gostoto položene krme in z gostoto krmišč. Za razliko od prejšnjih navedenih študij smo v pričujoči poleg krmišč multivariatno analizirali vplive mnogih drugih okoljskih dejavnikov, ki bi potencialno lahko vplivali na velikost IOA jelenjadi, ter s tem dosegli večjo zanesljivost ugotovitev.

Glede na to, da jelenjad del hrane dobi na krmiščih, je – ob predpostavki o enaki količini zaužite hrane, ne glede na to, ali se osebek prehranjuje le v prosti naravi ali tudi na krmiščih, ki pa ni nujno veljavna: glej Tarr in Perkins, 2002 – do toliko manj použije v naravi, kar pomeni določeno razbremenitev okolja. Zato bi pričakovali, da s krmljenjem vselej absolutno zmanjšamo obseg poškodb gozda. Vendar se je pri tem treba zavedati, da je v celoletnem obdobju volumski delež krme v skupni prehrani jelenjadi majhen. V GL Jelen znaša na primer le okoli 5 odstotkov (Adamič, 1990). Poleg tega pa manjši absolutni odvzem biomase še ne pomeni nujno tudi manjših poškodb gozda, saj je pomembno, na kako veliki površini je biomasa odvzeta. Če krmljenje res vpliva tudi na spremembo vedenja, kot nakazujejo prej omenjene tuje študije in pričujoča raziskava, in zaradi njega jelenjad postane bolj rezidentna (ima manjša območja aktivnosti) lahko sodimo, da so v določenih primerih zaradi tega ukrepa poškodbe gozda tudi v absolutnem merilu celo večje

kot bi bile sicer. Kadar so na nekem širšem področju celoletna individualna in skupinska zimska območja jelenjadi zaradi krmljenja skrčena ali njena raba prostora močno spremenjena – in je le-ta vse leto koncentrirana predvsem v okolici krmišč –, smo s krmljenjem ustvarili žarišča poškodb, ki jih drugače ne bi bilo. Glede na dosedanje telemetrijske študije jelenjadi v Sloveniji (Jerina, 2000; Jerina in sod., 2002 a; Jerina, 2003; pričujoča študija) lahko sodimo, da so takšne situacije pri nas zelo pogoste.

Krmljenje je z vidika zmanjševanja poškodb v gozdu torej verjetno smiselno predvsem ali celo samo tedaj, kadar z njim jelenjad pritegnemo v območja, ki so na njene vplive manj občutljiva, ali v gozdove, v katerih so poškodbe z gozdno-gospodarskega vidika manj problematične. Volk (1999) poroča, da so v avstrijski provinci Vorarlberg s sistemom verižnega privabilnega krmljenja zmanjšali stopnjo poškodovanosti smrekovih drogovnjakov. Isti avtor pa poroča, da so na avstrijskem Koroškem poškodovanost smrekovih drogovnjakov zmanjšali tako, da so v višjih predelih, kjer se nahaja glavna telesa sestojev, prenehali s krmljenjem, nakar je jelenjad sama začela pogosteje uporabljati nižje ležeče gozdove, ki so bili na lupljenje manj občutljivi.

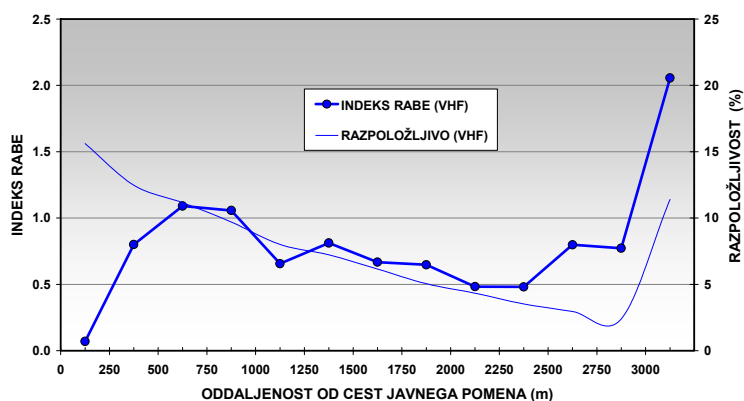
Tudi Adamič (1990) opozarja, da se z neustreznim izborom območij in z nepravilno sestavo dopolnilne krme doseže prav nasprotni učinki od načrtovanih. Več avtorjev (npr. Steffen in sod., 1999; Gross in Miller, 2001; Smith, 2001) ugotavlja, da krmljenje slabša tudi zdravstveno stanje velikih rastlinojedov, saj je prenos parazitov in bolezni ob krmiščih zaradi večje koncentriranosti parkljaste divjadi lažji. Povečana obolenost v sinergiji z večjimi populacijskimi gostotami velikih rastlinojedih parkljarjev v praksi pogosto izniči vse morebitne pozitivne učinke dopolnilnega krmljenja na povečanje telesne mase in natalitete ter zmanjšanje mortalitete parkljaste divjadi (zbrano v Smith, 2001). Tudi v pričujoči študiji nismo odkrili povezav med telesno maso jelenjadi in intenzivnostjo zimskega dopolnilnega krmljenja (Preglednice 44–48). V bivariatnih primerjavah je sicer ena (gostota krmišč) od treh spremenljivk (gostota krmišč, gostota položene krme, povprečna oddaljenost od najbližjega krmišča) s katerimi smo ponazarjali geografsko variiranje intenzivnosti krmljenja, statistično značilno korelirala s telesno maso košut (ne pa tudi jelenov). Vendar pa je bila jakost njene korelacije s telesno maso v primerjavi z ostalimi obravnavanimi spremenljivkami zgradbe prostora razmeroma šibka (rang: 25 od 31). Poleg tega ni bila nobena od treh naštetih spremenljivk vključena tudi v multivariatni regresijski model telesne mase jelenjadi v odvisnosti od zgradbe prostora. Sodimo, da so morebitni pozitivni vplivi dopolnilnega krmljenja na telesno maso jelenjadi izničeni s povečanimi populacijskimi gostotami jelenjadi ob krmiščih in tudi z zmanjšanimi površinami IOA jelenjadi, vezane na krmišča.

7.1.1.2 Ceste in naselja

Z analizo vplivov cest in naselij smo želeli posredno ugotoviti predvsem, kako motnje pogojene s človekovimi aktivnostmi v prostoru (kot so promet, delo v gozdu, rekreacija, ipd.) vplivajo na jelenjad. Vendar pa ceste in naselja ne predstavljajo le lokalnega izvora motenj (hrupa, prisotnosti ljudi, ipd.), ki lahko prek povečevanja porabe energije zaradi pogostnejše vznemirjenosti in bežanja negativno vplivajo na obravnavano živalsko vrsto, ampak tudi odpirajo gozdni prostor, ki je zato v njihovi bližini praviloma intenzivneje gospodarjen, delež negozdnih vegetacijskih oblik v njem večji, skratka njegova prehranska nosilna zmogljivost povečana, kar vsaj v določenem intervalu gradienta gozd-negozd

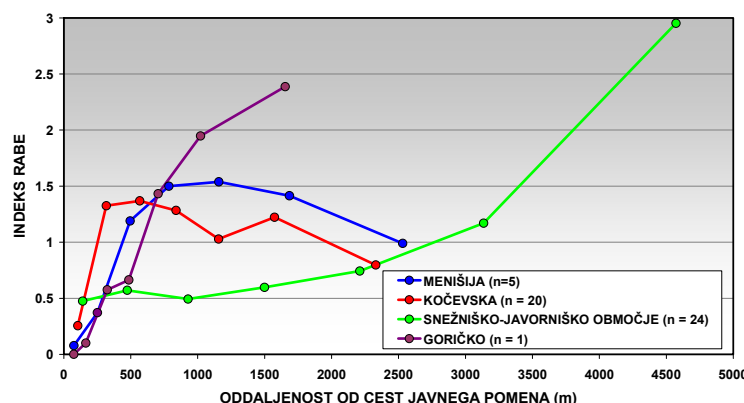
gotovo pomeni večjo kakovost habitata za jelenjad. Zato je pomembno, da smo vplive cestne infrastrukture in naselij analizirali hkrati (multivariatno) z drugimi spremenljivkami, ki lahko vplivajo na jelenjad in katerih nivo je lahko povezan z bližino cest in naselij (npr. zgradba gozda, raba tal, gozdni rob, itd.). Le tako smo namreč lahko preučevali, kakšni so »čisti« učinki cest in naselij. Ker lahko sklepamo, da je jakost motenj odvisna tudi od obremenjenosti prometnic, smo v analizah ločeno obravnavali ceste javnega pomena, to je pomembnejše ceste z večjo gostoto prometa, in vse druge ceste (predvsem gozdne ceste, namenjene prevozu lesa), ki so prometno manj obremenjene.

Izvedene multivariatne analize kažejo, da naselja in zlasti ceste močno in večplastno vplivajo na jelenjad: 1) na njeno celoletno prostorsko razporeditev, 2) na poudarjeno rabo specifičnih vegetacijskih oblik, ki nudijo boljše varnostno kritje, 3) na njeno dnevno-nočno prostorsko razporeditev in 4) na velikosti njenih celoletnih individualnih območij aktivnosti.



Slika 29: Celoletna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od cest javnega pomena – združeni podatki vseh raziskovalnih območij

Figure 29: Annual red deer spatial distribution in regard to distance from major roads – joint data from all research areas



Slika 30: Celoletna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od cest javnega pomena po raziskovalnih območjih

Figure 30: Annual red deer spatial distribution in regard to distance from major roads for all research areas

Oddaljenost od cest javnega pomena je bila ena pomembnejših spremenljivk z vplivom na celoletno prostorsko razporeditev spremljanega vzorca jelenjadi (Preglednice 19–26). Vpliv glavnih cest je bil zlasti velik pri analizah prvega reda, kar pomeni, da ceste določajo meje območij aktivnosti jelenjadi, manj pa vplivajo na njihovo notranjo rabo. Poleg tega je

bil močnejše izražen pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo, kot pri osebkih spremljanih z GPS sistemom. To si razlagamo predvsem kot posledico razlik v 24-urni časovni dinamiki snemanj lokacij obeh telemetrijskih metod v povezavi s specifično dnevno-nočno prostorsko razporeditvijo jelenjadi glede na oddaljenost od cest (Slike 31 in 32). Širine vplivnih območij cest na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi so razvidne s slike 29, ki prikazuje indekse rabe posameznih pasov oddaljenosti od cest javnega pomena za vso jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo, in s slike 30, ki te indekse prikazuje ločeno po raziskovalnih območjih. S slike 29 je razvidno, da verjetnost rabe prostora z oddaljenostjo od cest sprva strmo narašča. V najbližjem pasu – neposredno ob cestah (0-250 m) – tako znaša skoraj nič, nato narašča do razdalje 750 metrov kjer doseže vrednost ena, kar pomeni, da se tam intenzivnost rabe izenači z naključno pričakovano. Nato pa gostota rabe proti pričakovanjem začne upadati in šele po razdalji večji od 3.000 metrov zopet naraščati. Takšna slika indeksov rabe je verjetno: 1) posledica združene obravnave podatkov vse spremljane jelenjadi in 2) razlik v prilagojenosti jelenjadi na ceste med različnimi območji raziskave. S slike 30, kjer so indeksi rabe prikazani ločeno za vsako raziskovalno območje posebej, je namreč razvidno, da le-ti naraščajo v vseh območjih, vendar pa se hitrosti njihovega naraščanja med območji raziskave precej razlikujejo. Na Snežniško-javorniškem območju, kjer je gostota javnih prometnic najmanjša (Preglednica 1), so njihovi vplivi segali globlje v prostor kot v ostalih treh območjih raziskave. Očitno se jelenjad na bližino prometnic lahko v določeni meri prilagodi. Iz rezultatov raziskav (zbrano v Jerina 2003: 107), v katerih so preučevali odzive velikih rastlinojedih parkljarjev na pogostnost, vir, trajanje in predvidljivost motenj je razvidno, da intenziteta odziva v splošnem upada z naraščanjem pogostnosti in predvidljivosti motnje. S to ugotovitvijo je mogoče razložiti tudi razlike v vplivu cest med snežniškim in ostalimi območji raziskave. Ker je na Snežniku gostota cest majhna in je zato tam verjetno tudi pogostnost stikov med jelenjadjo in cestami manjša kot v drugih raziskovalnih območjih, je jelenjad na motnje tam verjetno manj prilagojena in se cestam bolj izogiba. Prilagoditev je verjetno hitrejša in močnejša, če je bližina cest povezana tudi z bližino hrane, kot na primer na ožjem območju spremljane jelenjadi na Kočevskem. V njem se namreč skoraj vse negozdne površine nahajajo ob glavnih prometnicah, hkrati pa je tam vpliv prometnic na jelenjad segal najmanj globoko.

Tudi iz raziskav drugih avtorjev je razvidno, da se veliki rastlinojedi izogibajo bližini cest oziroma predelom z večjo gostoto cestnega omrežja in da vplivno območje prometnic ni neka konstantna vrednost (Cole in sod., 1997; Rowland in sod., 2000, Jerina, 2003). Basile in Loner (1997) navajata, da se vapiti izogiba 800-metrskemu pasu okoli cest, kar je zelo blizu ugotovljenega povprečnega vpliva glavnih cest pričujoče študije. Nellesmann in sod. (2001) pa ugotavljajo, da se karibu izogiba področjem, ki so od glavnih cest oddaljeni manj kot 5 kilometrov. Edge in Marcum (1985) ugotavljata, da se vapiti izogiba predelom, ki so od delovišč – cest oddaljeni manj kot kilometer.

Glavne prometnice so na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi vplivale tudi v interakciji z drugimi okoljskimi spremenljivkami: z deležem mladovij in oddaljenostjo od najbližjega naselja. Blizu cest je spremljana jelenjad pogostejše uporabljala sestoje z večjim deležem mladovij; verjetno zato, ker nudijo dobro varnostno kritje. Kadar se veliki rastlinojedi zadržujejo v kritju, dopustijo plenilcem in ljudem, da se jim približajo na manjšo razdaljo, preden začno bežati; ko pa že začno bežati, so begi krajši, kot bi bili sicer (Brunt, 1990). S poudarjeno rabo varnostnega kritja lahko jelenjad torej v določeni meri

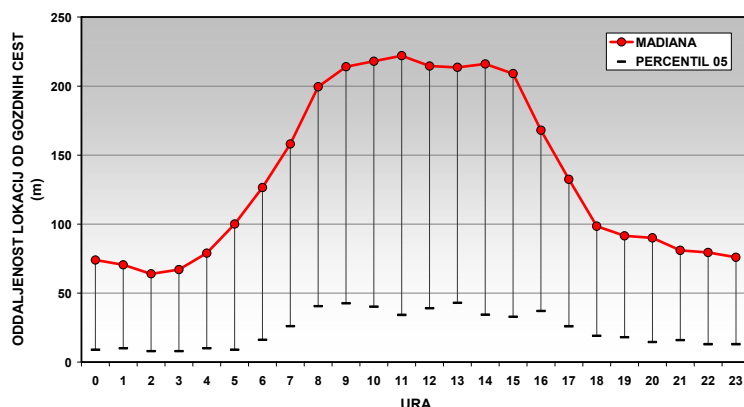
nevtralizira negativne učinke motenj, ki jih v prostor vnašajo prometnice. Tako hkrati tudi zmanjšuje porabo energije za pogoste in dolge umike.

Na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi je vplivala tudi interakcija glavnih cest in oddaljenosti od naselij. Sodimo, da se predelom, ki so hkrati blizu javnih cest in naselij jelenjad zlasti izogiba zato, ker je tam jakost motenj še večja. Do enakih ugotovitev smo z metodo odločitvenih dreves prišli v študiji jelenjadi s Snežniško-javorniškega območja (Jerina, 2003). Modelna odločitvena drevesa so napovedovala, da jelenjad blizu cest uporablja le sestoje z večjim deležem mladovja (več kot 32 odstotkov); predelov, ki so hkrati blizu cestam in naseljem, pa sploh ne uporablja.

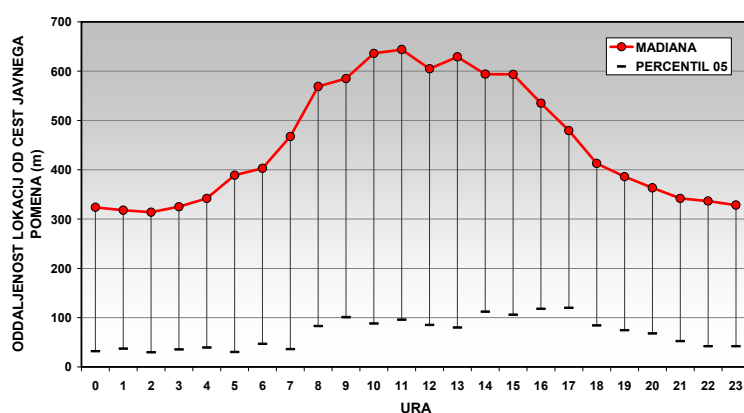
Izogibanje območjem s pogostnejšimi motnjami je lahko trajno ali začasno in v slednjem primeru traja le v obdobju, ko so motnje prisotne oziroma pogostnejše. V pričujoči študiji smo tako ugotovili, da ceste vplivajo tudi na 24-urno dinamiko prostorske razporeditve jelenjadi. Med vsemi obravnavanimi spremenljivkami zgradbe prostora je njihov pomen v multivariatni logistični regresiji uvrščen na drugo mesto (Preglednica 34). Podnevi so se spremljani osebki jelenjadi zadrževali stran od cest, ponoči pa so uporabljali tudi predele blizu cest (Slika 31). V multivariatnem modelu so bile razlike med obema deloma dneva sicer statistično značilne le pri prometno manj obremenjenih cestah, vendar pa so močno izražene tudi pri cestah javnega pomena in naseljih, kar je razvidno s slik 32 in 33. Čeprav časovne variabilnosti obremenjenosti cest v 24 urah in dinamike pogostnosti motenj v bližini naselij nismo merili, lahko sklepamo, da se jelenjad podnevi bolj izogiba prometnicam in bližini naselij, ker je človek tedaj aktiven in so motnje, ki jih povzroča, pogostnejše. Iz primerjave slik 31–33 je namreč razvidno, da se je jelenjad manj pomembnim cestam (med katerimi izrazito prevladujejo gozdne ceste) najbolj izogibala med 8. in 15. uro, kar se okvirno ujema s trajanjem delavnika gozdnih delavcev. Vpliv naselij pa doseže maksimum šele v pozno-popoldanskem času med 16. in 18. uro, kar je verjetno posledica povečanega števila ljudi v gozdovih okoli naselij po končani službi.

Zelo informativni so tudi rezultati analize razlik med dnevi v tednu, ki pa jih zaradi preglednosti dela ne prikazujemo v celoti. V njih smo ugotovili, da se je spremljana jelenjad ob sobotah in nedeljah zadrževala značilno dlje od cest javnega pomena (Mann-Whitney U test; $Z = 4,40$; $p < 0,001$) in od naselij (Mann-Whitney U test; $Z = 2,03$; $p = 0,04^*$) kot med delavnikom.

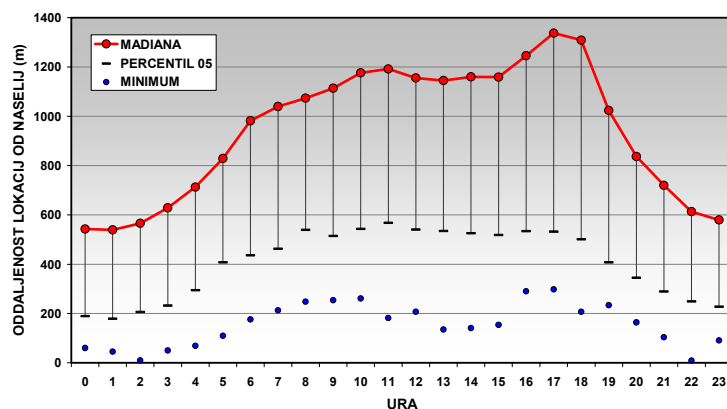
S slik 31, 32 in 33 je razvidno, da so vzorci dnevno-nočne prostorske razporeditve jelenjadi glede na oddaljenost od vira motenj (zlasti gozdnih cest) zelo »čisti«. Zato sodimo, da niso posledica vsakokratnih naključnih umikov spremljanih živali ob nenadnem pojavu motnje, ampak se je jelenjad na motnje, katerih pojavljanje je vsaj v neki meri predvidljivo, prilagodila s pravočasnim umikom v mirnejše predele in je to ena njenih strategij, ki ji omogoča varčnejšo rabo energije.



Slika 31: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjih gozdnih cest
Figure 31: Red deer circadian spatial distribution in regard to distance from the nearest forest roads



Slika 32: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjih cest javnega pomena
Figure 32: Red deer circadian spatial distribution in regard to distance from the nearest major roads



Slika 33: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na oddaljenost od najbližjih naselij
Figure 33: Red deer circadian spatial distribution in regard to distance from the nearest settlements

Opisani vplivi cest in naselij na spremljano jelenjad se ujemajo z rezultati drugih študij, v katerih so preučevali vplive antropogenih motenj (promet, rekreacija, delo v gozdu, ipd.) na vedenje in izbiro življenjskega prostora velikih rastlinojedov. V njih so ugotovili, da se veliki rastlinojedji odzivajo na motnje na več načinov: a.) z begom (Cederna in Lovari, 1985; Edge in Marcum, 1985; Freedy in sod., 1986; Recarte in sod., 1998), b.) z izborom vegetacijskih oblik, ki nudijo dobro kritje (Herbold, 1995; Kuck in sod., 1985; Brunt, 1990), c.) s spremenjenim ritmom dnevno-nočne aktivnosti (Schröder, 1980; Herbold,

1995), d.) z izogibanjem območjem s pogostnejšimi motnjami (Edge in Marcum, 1985; Kuck in sod., 1985; Cole in sod., 1997; Rowland in sod., 2000). Odzivi na motnje so v splošnem odvisni od njihove oddaljenosti, trajanja in predvidljivosti ter tudi od velikosti skupine živali, ki je motnji izpostavljena. Recarte in sod. (1998) tako poročajo, da je pri damjaku (*Dama dama*) pogostnost bežanja negativno odvisna od razdalje med virom motnje in skupino živali. Preučevane živali so pri sicer enakih pogojih pogosteje bežale, če so bile v manjših skupinah. Vodeče samice so od vseh preučevanih skupin živali reagirale najmočnejše. Cederna in Lovari (1985) ugotavljata, da abruški gamsi bežijo bolj daleč in več časa, če jim obiskovalci parka sledijo – če je motnja dolgotrajnejša. Freddy in sod. (1986) poročajo, da se mulasti jelen odziva na bližino sprehajalcev pogosteje in več časa kot na druge motnje. Opaženi pojav razlaga z bolj nepredvidljivim vedenjem sprehajalcev. Negativni vplivi cest, ki se uporabljajo za rekreacijo, so zato izraženi v širšem pasu, kot če se ceste uporabljajo le za promet ali za delo v gozdu. Basile in Lonner (1979) tako poročata, da se jelenjad izogiba cestam v 300-metrskem pasu, če se te uporabljajo za strojno sečnjo in transport lesa, ter v 800-metrskem pasu, če se ceste uporabljajo za rekreacijo ali druge aktivnosti, pri katerih človek ni v vozilu. Prav razlike v pogostnosti, trajanju in vrsti motenj so verjetno glavni razlog za različne velikosti vplivnih območij treh spremenljivk, ki smo jih obravnavali v pričujoči nalogi. S slik 31–33 je tako razvidno, da znaša razlika med najmanjšo in največjo srednjo oddaljenostjo lokacij jelenjadi v 24 urah pri gozdnih cestah okoli 150 metrov, pri cestah javnega pomena okoli 340 metrov, pri naseljih pa skoraj 800 metrov.

Kljub več vedenjskim prilagoditvam jelenjadi na motnje, pogojene s prisotnostjo cest in naselij (poudarjena raba kritja, nočna aktivnost, začasno umikanje), te vsekakor vsaj v določeni meri fragmentirajo njen življenjski prostor. To zlasti velja za glavne ceste. Analiza zgradbe in velikosti celoletnih individualnih območij aktivnosti jelenjadi je pokazala, da so prav glavne ceste med vsemi obravnavanimi spremenljivkami najpomembnejše vplivale na velikost IOA spremljanega vzorca osebkov jelenjadi (Preglednici 40 in 41). Z večanjem gostote glavnih cest v neposredni okolici IOA jelenjadi se je njihova površina zmanjševala. Glavne ceste funkcionalno razrežejo gozdni prostor – potencialni habitat jelenjadi – na zaplate. V večjih zaplatah so IOA jelenjadi večja, v manjših pa manjša. Kot smo izpostavili že v začetku tega poglavja, ceste nekako določajo meje IOA jelenjadi. Opisan vpliv cest je lepo razviden s slike 17, ki prikazuje celoletno IOA spremljane košute na Kočevskem (Gotenica). Z nje je razvidno, da se meja IOA košute zelo dobro ujema s cestami.

Glede na rezultate analiz rabe prostora in velikosti območij aktivnosti jelenjadi v izbranih raziskovalnih območjih po Sloveniji lahko torej zaključimo, da le-ta na prisotnost cest in naselij reagira: 1) s trajnim izogibanjem območjem, ki so cestam oz. naseljem najbližje, 2.) s poudarjeno rabo vegetacijskih oblik, ki nudijo dobro varnostno kritje, 3) z začasnim izogibanjem bližini cest in naselij oz. z njihovo rabo v nočnem času. Poleg tega ceste fragmentirajo življenjski prostor jelenjadi in zmanjšujejo njena individualna območja aktivnosti. V predhodni študiji jelenjadi na Snežniku (Jerina, 2003) smo ugotovili, da je tudi gibalna aktivnost jelenjadi blizu cest nekoliko povečana, verjetno zaradi pogostnejših umikov pred nemirom.

Ceste torej zmanjšujejo uporabno površino življenjskega prostora jelenjadi, narekujejo ji rabo specifičnih habitatov, zmanjšujejo velikosti njenih IOA, morda povečujejo tudi njeno porabo energije zaradi vznemirjenosti in pogostnejšega bežanja. To lahko vpliva na

nastanek specifičnih poškodb gozda, saj so populacijske gostote jelenjadi v predelih, ki so najbolj oddaljeni od cest, večje, kot bi bile sicer. Blizu cest pa jelenjad živi bolj prikrito in večji del energijskih potreb zadovolji znotraj gozda (glej tudi naslednje poglavje). Raba mladovja in verjetno tudi drugih razvojnih faz, ki nudijo dobro kritje pred nevarnostjo (sestoji v pomlajevanju, prebiralni gozdovi) in so hkrati najbolj občutljive na poškodbe, se poveča. Zato se je treba pri gradnji cest izogibati predelom, ki so za jelenjad ključnega pomena: območjem zimovališč, prehranskim krpam – travnikom, pašnikom, vodnim virom. Pri obstoječih prometnicah lahko njihove negativne vplive omilimo tako, da jih del leta ali v večernem do jutranjem času zapremo za promet. Basille in Lonner (1979) ugotavljata, da se je po tovrstni zapor gozdnih cest raba njihove neposredne okolice povečala. Lyon (1979, cit. po Adamič, 1990) ugotavlja, da se je po avtomobilski zapor cest raba bližnjih travnih površin močno povečala.

7.1.1.3 Raba tal in gozdni rob

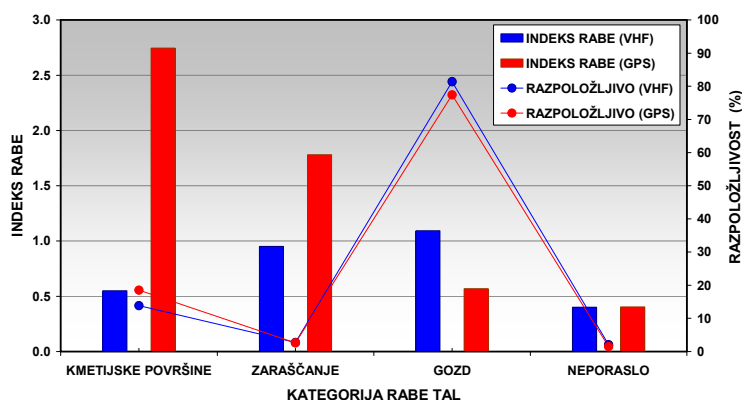
Spremenljivke, ki smo jih obravnavali v prejšnjih dveh podpoglavjih, sodijo po osnovni klasifikaciji elementov prostora (About GIS ..., 1998) med točkovne (krmišča in naselja) in linijske elemente (ceste). Osnovne podatkovne plasti, iz katerih smo izdelali plasti neodvisnih spremenljivk za opisovanje vegetacijskih značilnosti območij raziskave pa med vektorske poligonske elemente. Temu ustrezno smo za preučevanje vplivov zgradbe vegetacije na rabo prostora jelenjadi poleg oddaljenosti od najbližjega gozda in negozda pripravili tudi podatkovne plasti neodvisnih spremenljivk (Poglavje 5.2.3.3), ki podaja bodisi kategorijo prevladujoče rabe tal (kategorialna spremenljivka) ali pa deleže posameznih kategorij rabe tal (zvezna spremenljivka) in pri slednji izdelali več plasti, ki se med seboj razlikujejo po merilu – po prostorski ločljivosti (velikost rastrske celice od 50 do 1.250 metrov). Za analizo več spremenljivk, ki se med seboj razlikujejo le po merilu, smo se odločili, ker habitatni izbor pri visoko mobilnih živalskih vrstah ne poteka nujno le na malo-površinskem nivoju, temveč praviloma tudi v bolj grobih merilih (Thompson in McGarigal, 2002; Zebel in sod., 2003; Fischer in sod., 2004). Nanj torej vpliva tudi širše okolje.

Iz rezultatov analiz vplivov vegetacijske zgradbe prostora na celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi je razvidno, da smo s takšnim pristopom uspeli nekoliko izboljšati logistične multivariatne habitatne modele, saj so bile spremenljivke večjih prostorskih meril vanje večkrat vključene (Preglednice 20, 21, 28, 31 in 34). Predvsem pa je omogočil globlje razumevanje vplivov zgradbe vegetacije (zlasti fragmentiranosti gozda) na jelenjad, saj se spremenljivke različnih meril v modelih vsebinsko smiselno dopolnjujejo. Vendar je pri tem treba poudariti, da so bile v modele največkrat vključene spremenljivke z najbolj podrobno prostorsko ločljivostjo, kar je sicer v nasprotju z ugotovitvami drugih avtorjev (zbrano v Graf in sod., 2005), ki pa niso preučevali jelenjadi. Ker se vsaka vrsta odziva na okolje v specifičnih prostorskih merilih (Levin, 1992), pa ni nobeno merilo vnaprej boljše ali slabše.

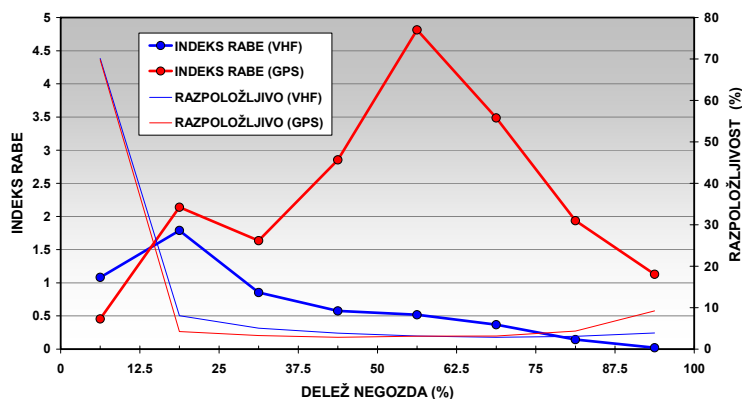
Zgradba in prostorska razporeditve glavnih vegetacijskih tipov (gozd, površine v zaraščanju, kmetijske površine, ostale oblike rabe tal) je vplivala na prostorsko razporeditev jelenjadi na celoletnem in sezonskem, še najbolj izrazito pa na dnevno-nočnem nivoju.

Glede na rezultate multivariatnih analiz lahko sodimo, da se prostor, ki ga je spremljana jelenjad uporabljala prek celega leta od primerjalne okolice razlikuje: 1) po deležu kategorij rabe tal in 2) po oddaljenosti od gozdnega roba v smeri proti gozdu in iz gozda na odprte površine. Slednji od obeh navedenih vzorcev habitatnega izbora je enako predznačen pri jelenjadi, spremljani z VHF in GPS telemetrijo, prvi pa se za podatke obeh telemetrijskih tehnik diametralno razlikuje.

Pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo, tako znaša delež gozda in površin v zaraščanju v celotnem območju raziskave 82 odstotkov, v združenih območjih aktivnosti spremljane jelenjadi 90,6 odstotka in na posnetih lokacijah jelenjadi 91,6 odstotka (Priloga D). Tudi multivariatni klasifikacijski funkciji obeh faz analize napovedujeta, da se s povečevanjem gozdnatosti verjetnost rabe prostora pri jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo, povečuje (Preglednici 20 in 21). Pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo, pa znaša delež gozda in površin v zaraščanju v celotnem območju raziskave 80,0 odstotkov, v združenih območjih aktivnosti spremljane jelenjadi 71,6 odstotka in na posnetih lokacijah jelenjadi 47,2 odstotka (Priloga E). Multivariatni klasifikacijski funkciji obeh faz analize podatkov, zbranih z GPS telemetrijo napovedujeta, da se s povečevanjem gozdnatosti verjetnost rabe prostora zmanjšuje (Preglednici 24 in 25). Razlike ugotovljenih indeksov rabe posameznih kategorij rabe tal oz. intervalov gozdnatosti med obema telemetrijskima metodama so razvidne tudi s slik 34 in 35.

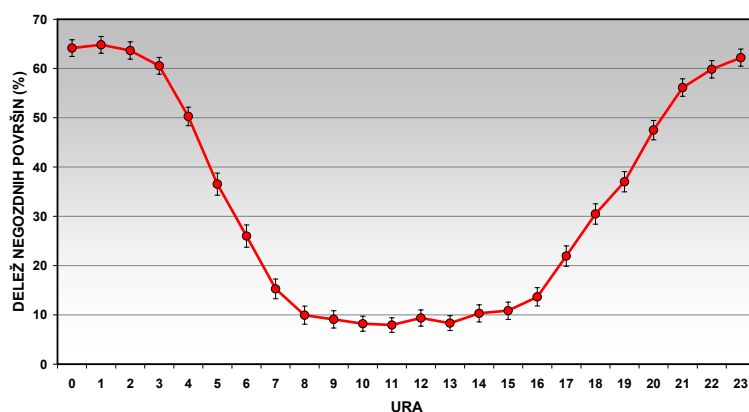


Slika 34: Celoletna relativna raba kategorij rabe tal
 Figure 34: Annual preferences of land use types



Slika 35: Celoletna relativna raba gozdnih in negozdnih površin
 Figure 35: Annual relative use of forest and non-forest areas

Razlike v evidentirani rabi posameznih kategorij rabe tal med obema telemetrijskima tehnikama niso nepričakovane. S klasično VHF telemetrijo se je jelenjad namreč najpogosteje spremljalo podnevi (Slika 7), ko se zadržuje skoraj izključno znotraj gozda (Slika 36). Pri GPS telemetriji pa je zajemanje podatkov sicer potekalo nepretrgano vsako uro, vendar pa je bil delež uspešnih snemaj ponoči, ko jelenjad izstopa na negozdne površine, znatno večji kot podnevi (Slika 10), saj krošnje dreves vsaj v določeni meri prestrezajo satelitski signal in tako selektivno zmanjšujejo uspešnost snemanja lokacij. V podatkih, ki so bili posneti z VHF telemetrijo, je torej pomen gozda v skupni rabi prostora precejšen, pri podatkih GPS telemetrije pa podcenjen. Tudi Žnidaršič (2005), ki je analiziral podatke hkratnih snemanj ene košute, spremljane z obema telemetrijskima metodama, ugotavlja, da je izmerjeni delež gozda v njeni skupni rabi prostora pri VHF telemetriji bistveno večji kot pri GPS telemetriji. Ob predpostavki, da individualne razlike med spremljanimi osebki niso zelo velike in se v povprečjih obeh skupin izravnavajo, lahko sklepamo, da dejanski delež gozda v skupni rabi prostora jelenjadi leži med ocenama, ki jih dajeta obe telemetrijski metodi (Prilogi D in E), to je med 91,6 odstotka (pri VHF telemetriji) in 47,2 odstotka (pri GPS telemetriji). Ocena je zelo ohlapna. Poznavanje natančnejše ocene bi bilo vsekakor pomembno z več vidikov: pri upravljanju habitata jelenjadi, ocenjevanju nosilne zmogljivosti prostora, itd. Ker je jelenjad glede rabe vegetacije precej generalistično naravnana in lahko živi na izključno negozdnih površinah (npr. Škotska: Clutton-Brock in sod., 1982) ali pa samo v gozdu in v njem kot prehranske zaplate uporablja golosečne površine (npr. Oregon, ZDA: Witmer in Calesta, 1983), ugotovitev tujih raziskav ni mogoče prenašati v naš prostor. Poleg tega se je v veliki večini tujih in vseh dosedanjih domačih raziskavah jelenjad spremljalo skoraj izključno podnevi (Jerina, 2000; Debeljak in sod., 2001; Jerina, 2003). Iz rezultatov analiz razlik v rabi prostora med dnevom in nočjo jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo, pa je razvidno (Preglednica 34), da se le-ta najbolj razlikuje prav v zgradbi vegetacije: spremenljivka, ki označuje kategorijo kmetijske rabe tal, je v končnem multivariatnem modelu uvrščena na prvo mesto; vanj je vključena tudi spremenljivka, ki podaja delež gozda v širši okolici (1.250 m) obravnavane celice. Zato lahko sodimo, da so rezultati dosedanjih študij za kvantitativne ocene pomena negozdnih površin v celodnevni rabi prostora jelenjadi tako rekoč neuporabni.

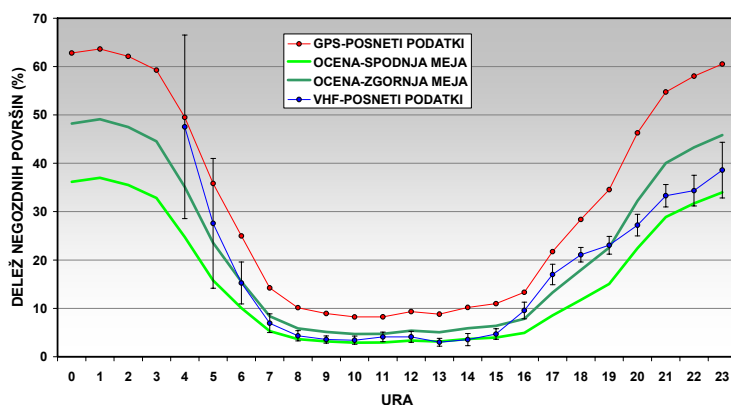


Slika 36: 24-urno menjavanje rabe gozdnih in negozdnih površin

Figure 36: Circadian alternation of use of forest and non-forest areas

Bolj natančno oceno celoletne rabe gozdnih in negozdnih površin jelenjadi v Sloveniji smo skušali ugotoviti s hkratno analizo podatkov klasične VHF in GPS telemetrije. Pri tem smo predpostavili: 1) da individualne razlike med živalmi niso pomembne, 2) da je VHF

telemetrija dajala nepristranske ocene rabe gozdnih in negozdnih površin v urah, ko se je z njo spremljalo živali, 3) da je verjetnost uspešnega snemanja lokacije z GPS telemetrijo pri rabi enake vrste vegetacije (gozd, negozd) v času vsaj približno konstantna. Ob navedenih predpostavkah smo na osnovi povprečne uspešnosti snemanja lokacij GPS telemetrije in deležev rabe negozdnih površin jelenjadi, spremljane z GPS in VHF telemetrijo, za vsako uro izračunali pogojne verjetnosti uspešnega snemanja lokacije z GPS telemetrijo za gozd in negozd. Zatem smo izračunali povprečno celodnevno pogojno verjetnost za uspešno snemanje lokacije v gozdu in zunaj gozda (in njene intervale zaupanja). Pogojna verjetnost za uspešno snemanje lokacije v gozdu znaša 0,36 (0,33–0,40), v negozdu pa 0,90 (0,72–0,99). S pogojnima verjetnostma smo korigirali izhodiščno oceno dinamike rabe gozdnih in negozdnih površin, ki jih daje GPS telemetrija. Tako smo empirično funkcijo, ki podaja 24-urno dinamiko rabe negozdnih površin štirih osebkov jelenjadi, spremljanih z GPS telemetrijo, prilagodili podatkom 24-urne dinamike rabe negozdnih površin jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo. Rezultati prilagoditve (spodnja in zgornja ocena rabe negozdnih površin) so prikazani na sliki 37. Ker sredine obeh prilagojenih funkcij pojasnjujejo kar 98 odstotkov skupnega variiranja deležev rabe negozdnih površin, ugotovljenih na osnovi podatkov VHF telemetrije, lahko sodimo, da je prilagoditev dobro uspela. Prilagojeni funkciji napovedujeta, da je delež negozdnih površin v skupni rabi prostora pri jelenjadi največji ponoči med 22. in 4. uro, ko znaša nekako od 30 do 60 odstotkov, najmanjši pa podnevi med 8. in 15. uro, ko znaša od 3 do 5 odstotkov. Delež negozdnih površin v skupni 24-urni rabi prostora jelenjadi pa znaša po tej oceni od 17 do 25 odstotkov (sredina ocene je 21 odstotkov). Zelo podobno vrednost smo dobili tudi na osnovi podatkov lokacij odstrela jelenjadi iz »Osrednjega slovenskega registra velike divjadi in velikih zveri« (poglavje 5.2.2). Povprečni delež negozdnih površin v vseh kilometrskih rastrskih celicah, v katerih je bil leta 2004 izločen vsaj en osebek jelenjadi, znaša 20,1 ($\pm 0,5$) odstotka, spodnji in zgornji decil pa 7,8 oziroma 28,5 odstotka.

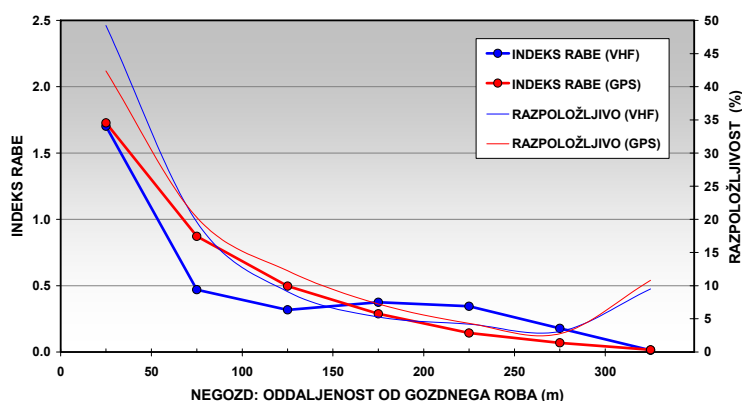


Slika 37: Ocena dejanske 24-urne dinamike rabe gozdnih in negozdnih površin

Figure 37: Estimation of real circadian dynamics of use of forest and non-forest areas

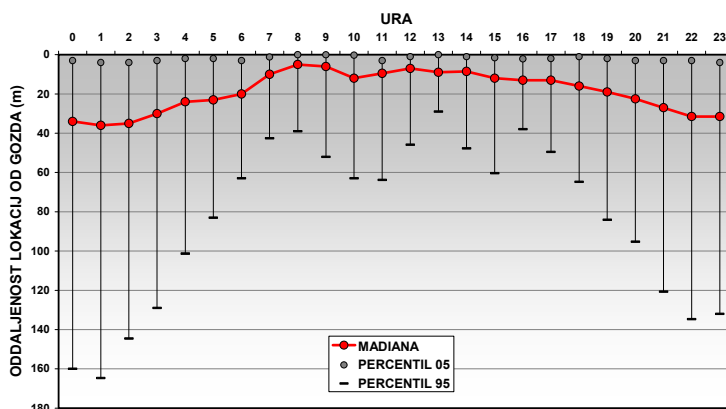
Poleg absolutne kategorije rabe tal je na celoletno rabo prostora jelenjadi vplivala tudi oddaljenost od gozdnega roba. Verjetnost rabe odprtih površin je z oddaljenostjo od gozda strmo upadala. S slike 38 je razvidno, da je bila raba negozdnih površin pri obeh telemetrijskih tehnikah spremljanja jelenjadi večja od pričakovane (indeks rabe 1,7) le v prvem pasu oddaljenosti od gozdnega roba (od 0 do 50 m), v naslednjem padla pod pričakovano in se z večanjem oddaljenosti od roba še naprej eksponentno zmanjševala. Pri GPS in VHF telemetriji (Prilogi D in E) je bilo tako 90 odstotkov vseh lokacij, posnetih na negozdnih površinah, od najbližjega gozdnega roba oddaljenih manj kot 92 metrov.

Upadajoča raba negozdnih površin glede na oddaljenost od gozdnega roba opozarja na velik pomen dostopnosti kritja (gozda) pri delovanju in izrabi pašnih površin, namenjenih jelenjadi in drugim vrstam velike rastlinojede divjadi. Te naj bi bile oblikovane tako, da je dolžina gozdnega roba in s tem skupna uporabna površina čim večja. Jelenjad namreč v celoti izkorišča le manjše zaplate negozdnih površin, od večjih pa le njihove robne dele. Glede na rezultate naše in drugih podobnih študij (Brunt, 1990) lahko sodimo, da so najbolj izkoriščene jase in druge gozdne odprtine, katerih premer ne presega 200 metrov.



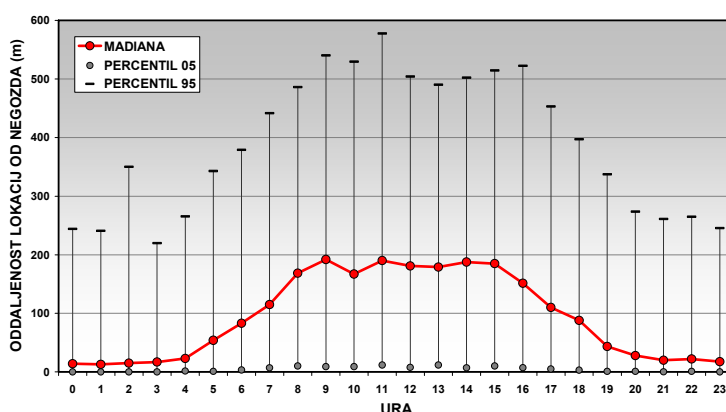
Slika 38: Celoletna relativna raba negozdnih površin glede na oddaljenost od najbližjega gozdnega roba
 Figure 38: Annual relative use of non forest areas in regard to distance from nearest forest edge

Raba negozdnih površin je najintenzivnejša sredi noči (Slika 34). Tedaj so se spremljane živali zadrževale tudi najdlje od gozdnega roba (Slika 39). Proti jutru so se začele postopno pomikati proti gozdu in podnevi čedalje globlje v gozd (Slika 40). Hkrati se je delež negozdnih površin v skupni rabi prostora zmanjševal (Slika 34). Sredi dneva so se spremljani osebki jelenjadi zadrževali skoraj izključno znotraj gozda. Če pa so bili na negozdnih površinah, je bilo to neposredno ob gozdnem robu (Slika 39). V popoldanskem do nočnem času se je opisano dogajanje ponovilo v obratnem vrstnem redu. Opisana dinamika rabe gozdnih in negozdnih površin je bila skozi vse leto tesno vezana na fotoperiodiko (Slika 16). Spreminjanje rabe iz gozda v negozd in obratno je bilo najhitrejše ob času sončnega vzhoda in zahoda, ko je jelenjad tudi sicer najbolj aktivna (Georgii, 1980; Georgii in Schröder, 1983). Negozdne površine so očitno izredno pomembna komponenta celoletnega in dnevnega habitata jelenjadi, saj so jih vse štiri spremljane košute uporabljale prav vsak dan, skozi vse leto. Vsi podatkovni nizi 24-urnih snemanj vseh spremljanih osebkov so vsebovali lokacije, posnete v gozdu in na negozdnih oblikah rabe tal.



Slika 39: 24-urno menjavanje srednje oddaljenosti lokacij jelenjadi od najbližjega gozdnega roba – za lokacije, posnete na negozdnih površinah

Figure 39 : Circadian alternation of median distance of red deer locations from nearest forest edge – for locations recorded out of forest



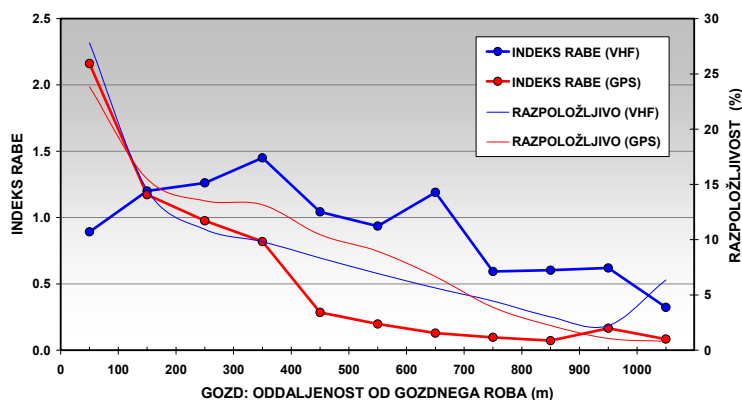
Slika 40: 24-urno menjavanje srednje oddaljenosti lokacij jelenjadi od najbližjega gozdnega roba – za lokacije posnete v gozdu

Figure 40: Circadian alternation of median distance of red deer locations from nearest forest edge – for locations recorded in forest

Zaradi ciklične dnevno-nočne rabe gozdnih in negozdnih površin z oddaljenostjo od najbližjega gozdnega roba upada tudi raba gozdnih površin. Z vidika racionalizacije porabe energije je raba najbolj oddaljenih predelov gozda verjetno manj smotna, ker je povezana z dolgimi vsakodnevnimi prehodi do najbližjih negozdnih površin. S slike 41 je razvidno, da gostota rabe gozda z oddaljenostjo od negozdnih površin upada pri jelenjadi, spremljani z VHF in GPS telemetrijo, vendar pa je pri slednji opisana zakonitost močnejše izražena. Ker se raba različnih pasov gozda glede na njihovo oddaljenost od gozdnega roba v teku 24 ur izrazito spreminja, sodimo, da so rezultati GPS telemetrije točnejši, saj se je z VHF telemetrijo jelenjad najpogosteje spremljalo podnevi, ko je ta že globlje v gozdu. S slike 41 je razvidno, da pri jelenjadi, spremljani z GPS telemetrijo, gostota rabe gozdnih površin strmo zmanjšuje nekako do razdalje 500 metrov od gozdnega roba in se nato ustali. Od vseh lokacij, ki so bile posnete na gozdnih površinah, jih je 90 odstotkov od najbližjega gozdnega roba oddaljenih manj kot 340 metrov. Raba gozdnih površin je večja od pričakovane v oddaljenosti od 0 do 300 metrov od gozdnega roba.

Podobne zakonitosti rabe gozdnih in negozdnih površin pri jelenjadi ugotavljajo tudi drugi avtorji. Brunt (1990, cit. po Brunt in sod., 1989) poroča, da severnoameriška podvrsta jelenjadi *Cervus elaphus roosevelti* najpogosteje uporablja dele gozda in negozdnih

površin, ki se nahajajo blizu gozdnega roba; upadanje rabe z oddaljenostjo od gozdnega roba je na negozdnih površinah strmejša kot v gozdu. Witmer in sod. (1985) so s sintezo raziskav drugih avtorjev podobno zaključili, da pri jelenjadi raba prehranskih habitatov (odprtih površin) in kritja (gozda) z oddaljenostjo od njunega skupnega roba obojestransko upada. Na osnovi lastnih in tujih raziskav lahko torej sodimo, da je tudi jelenjad v precejšnji meri ekotonska vrsta, saj je njena raba prostora zgoščena okoli gozdnega roba.



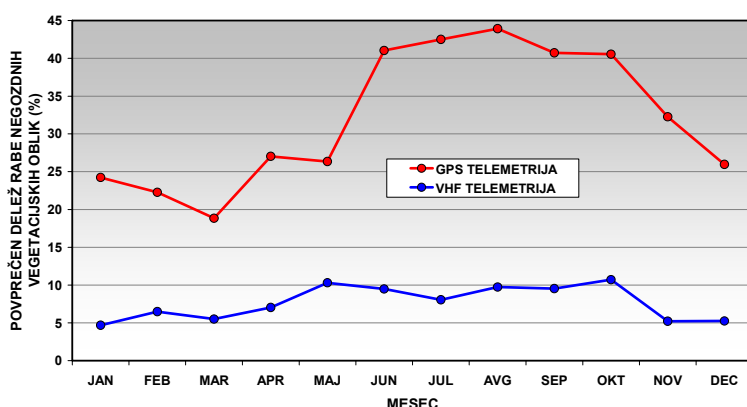
Slika 41: Celoletna relativna raba gozdnih površin glede na njihovo oddaljenost od najbližjega gozdnega roba
 Figure 41: Annual relative use of forest areas in relation to their distance from nearest forest edge

Na osnovi upadajoče rabe gozdnih površin glede na njihovo oddaljenost od najbližjega gozdnega roba bi bilo mogoče sklepati, da se s povečevanjem fragmentacije nekega gozdnatega območja njegova habitatna primernost za jelenjad nenehno povečuje – da je za to živalsko vrsto najprimernejši prostor, kjer ni večjih strnjenih gozdnih površin in se v majhnem merilu prepletajo gozdne in travniške površine. V takšnem prostoru bi bila namreč gostota gozdnega roba in zastopanost površin, ki se nahajajo v njegovi neposredni okolici, največja, te pa so, kot smo že prej pokazali, priljubljen življenjski prostor jelenjadi. Vendar pa naši podatki tega sklepa ne potrjujejo. Vsi spremljani osebki jelenjadi so namreč živeli na območju večjih gozdnih kompleksov, ki vsaj nekajkrat presegajo velikosti njihovih celoletnih IOA, in znotraj teh kompleksov pogosteje uporabljali dele gozda, ki so bliže gozdnemu robu. Nekateri od spremljanih osebkov so bili odlovljeni na robu strnjenih gozdov in bi lahko stalno uporabljali tudi okoliške zaplate gozda, a jih niso. Vsaj podnevi so se vsi zadrževali skoraj izključno znotraj gozdne matice, praviloma globlje v njeni notranjosti. Zato lahko sodimo, da jelenjad na najvišjem hierarhičnem nivoju (tj. nivo izbire življenjskih območij aktivnosti; glej Brunt, 1990) izbira večje strnjene gozdne površine. Morda zato, ker se v njih lahko prosto giblje (Frair in sod., 2005; Kie in sod., 2005) in umika pred nevarnostjo ter motnjami tudi podnevi, ne da bi pri tem morala izstopati iz gozda. S povečevanjem razdrobljenosti gozdnega prostora se njegova prehranska nosilna zmogljivost povečuje, kakovost varnostnega kritja pa zmanjšuje. Zato se njegova skupna nosilna zmogljivost za jelenjad povečuje le nekaj časa, nato pa začne upadati, saj začne pomanjkanje dostopnosti kritja (gozdne matice) prej ali slej predstavljati omejitveni faktor.

Prostorska razporeditev in dostopnost negozdnih površin vpliva tudi na velikost življenjskega prostora jelenjadi. Iz analiz zgradbe in velikosti celoletnih IOA jelenjadi (Preglednica 41) je razvidno, da se z upadanjem povprečne razdalje rastrskih celic v IOA jelenjadi do najbližjih negozdnih površin in z naraščanjem deleža negozda v neposredni okolici IOA le-ta zmanjšujejo. To je lahko posledica inverzne povezave med prehransko zmogljivostjo prostora in velikostjo IOA (npr. Clutton-Brock in sod., 1982; Tufto in sod.,

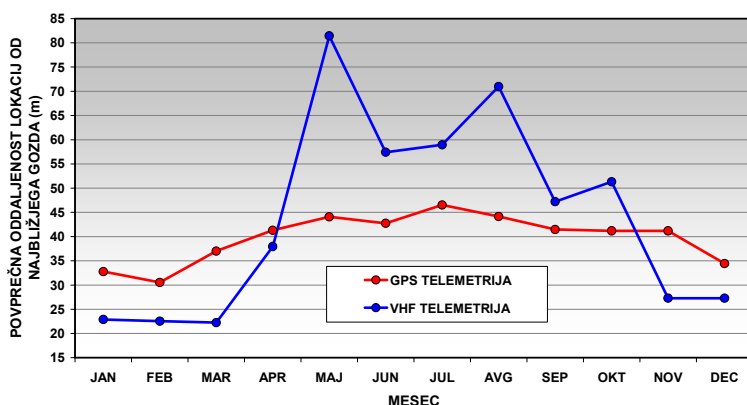
1996; Dahle in Swenson, 2003) ali pa tudi bariernega vpliva negozdnih oblik vegetacije na prosto gibanje jelenjadi (Frair in sod. 2005; Kie in sod., 2005). Jelenjad se na povečano drobljenje gozda verjetno lahko v določeni meri prilagaja z zmanjševanjem velikosti svojih IOA, vendar pa to prilagajanje vsekakor ni neomejeno.

Zgradba vegetacije vpliva tudi na sezonsko prostorsko razporeditev jelenjadi. V toplem delu leta so spremljani osebk jelenjadi pogosteje uporabljali negozdne površine in se na njih oddaljevali dlje od gozdnega roba kot v hladnem delu leta (Prilogi D in E, Preglednici 28 in 31, Sliki 42 in 43). Naštete razlike v rabi gozdnih in negozdnih površin smo zabeležili z obema telemetrijskima tehnikama, vendar pa so bile pri GPS telemetriji bolj izrazite, kar je verjetno posledica že večkrat izpostavljenih razlik v času spremljanja živali med obema telemetrijskima metodama. Delež negozdnih površin v skupni rabi prostora je bil najmanjši pozimi, od decembra do marca. Pri GPS telemetriji je tedaj znašal 23 odstotkov, pri VHF telemetriji pa 5,5 odstotka. V hladnem delu leta so se spremljane živali na odprtih površinah praviloma zadrževale zelo blizu gozdnega roba. Povprečna oddaljenost posnetih lokacij od najbližjega gozda tako znaša le 33 (GPS) oziroma 24 (VHF) metrov. Po koncu zime se je delež negozdnih vegetacijskih oblik v skupni rabi prostora začel postopno povečevati. Največji je bil v obdobju od maja do oktobra, ko je znašal 39 (GPS) oziroma 10 (VHF) odstotkov. Povprečna razdalja posnetih lokacij od najbližjega gozda je tedaj znašala 43 (GPS) oziroma 61 (VHF) metrov.



Slika 42: Letno menjavanje rabe gozda in negozdnih površin

Figure 42: Annual alternation of use of forests and non-forest areas



Slika 43: Letno menjavanje rabe negozdnih površin glede na njihovo oddaljenost od najbližjega gozdnega roba

Figure 43: Annual alternation of use of non-forest areas in relation to their distance from nearest forest edge

Razloge za opisane sezonske spremembe v rabi negozdnih površin, med katerimi so v največji meri – okoli 90 odstotkov – zastopani intenzivni in ekstenzivni travniki, je potrebno poiskati v njihovem prehranskem pomenu za jelenjad. Negozdne površine so v toplem delu leta izredno pomemben prehranski habitat jelenjadi, v hladnem delu leta pa je njihov pomen z vidika prehrane jelenjadi vsaj pri nas praviloma majhen (vendar glej tudi Knight, 1970; Bruckner, 1977, cit. po Adamič, 1990: 61). Adamič (1990) tako ugotavlja, da se trave, med katerimi po ugotovitvah avtorja prevladujejo predvsem tiste z negovanih travnikov, sicer pojavljajo v prehrani jelenjadi skozi vse leto, vendar pa je njihov delež praviloma velik le v toplem delu leta. Volumski delež trav v vampih uplenjene jelenjadi na Kočevskem je tako v povprečju prek vsega leta znašal 30 odstotkov, v toplem delu leta (med aprilom in oktobrom) prek 50 odstotkov. Pozimi pa je bil bistveno manjši in je bil povezan z dostopnostjo trav v prosti naravi – od debeline snežne odeje. Kljub temu, da so rastlinojedi parkljarji razvili energijsko učinkovit sistem za razkopavanje snega (Fancy in White, 1985), si s kopanjem iščejo hrano le do določene debeline snežne odeje. Z naraščanjem debeline snega namreč poraba energije za kopanje prej ali slej preseže pridobljeno energijo iz zaužite hrane. Fischer in Gossow (1985, cit. po Adamič, 1990) ugotavljata, da jelenjad na ravnem svetu koplje hrano izpod snega, ki ni višji od 10 cm, na nagnjenih predelih pa izpod 30 cm. V mesecih, ko je snega največ, delež trav v prehrani jelenjadi pri nas upade le na nekaj odstotkov (Adamič, 1990), naraste pa delež tipičnih zimskih prehranskih komponent: krme s krmišč, iglavcev in listavcev. Opisano menjavanje pomena trav v prehrani jelenjadi se v grobem precej dobro ujema z ugotovljenim sezonskim menjavanjem rabe negozdnih površin pričujoče študije, le da so pri slednji razlike med sezonama manjše. Povedano drugače: spremljani osebki so negozdne površine pozimi uporabljali pogostejše, kot bi lahko pričakovali le na osnovi pomena trav v zimski prehrani jelenjadi. Domnevamo, da je to predvsem posledica značilne prostorske razporeditve krmišč, ki so jih uporabljali osebki, spremljani v pričujoči študiji. Vsa so se namreč nahajala na negozdnih površinah blizu gozdnega roba. Ko jih je spremljana jelenjad uporabljala, se je nujno zadrževala na negozdnih površinah. To tudi pojasnjuje izrazito zmanjšanje oddaljenosti posnetih lokacij jelenjadi na negozdnih površinah od najbližjega gozdnega roba v zimskem času (Slika 43). Nekateri avtorji sicer ugotavljajo (npr. Schmidt, 1993), da jelenjad pozimi uporablja negozdne površine tudi zato, ker je na njih sončno sevanje in zato tudi efektivna temperatura neposrednega okolja živali povečana. Tako torej zmanjšujejo porabo energije za vzdrževanje stalne telesne temperature (glej Parker in Gillingham, 1990). Vendar pa naši podatki te razlage ne podpirajo. Vse štiri spremljane živali so se namreč tudi pozimi na negozdnih površinah zadrževale skoraj izključno ponoči. Dinamika rabe gozdnih in negozdnih površin je bila v toplem in hladnem delu leta zelo podobna in v obeh delih leta tesno povezana s fotoperiodiko (Slika 16). To pa ne pomeni nujno, da efektivna temperatura okolja ni vplivala na njihovo dnevno prostorsko razporeditev v zimskem času. Spremljane živali so se lahko »sončile« tudi v gozdu: v sestojih listavcev in na manjših odprtinah v gozdu.

Na osnovi navedenih rezultatov pričujoče raziskave in domačih raziskav prehrane jelenjadi lahko zaključimo, da prostorska razporeditev negozdnih površin v toplem delu leta zelo pomembno vpliva na prostorsko razporeditev jelenjadi, saj tedaj predstavljajo njen ključni prehranski habitat. Kako zelo so za jelenjad pomembne negozdne površine opozarjajo tudi rezultati analiz odvisnosti telesne mase jelenjadi od zgradbe prostora. Ugotovili smo, da se telesna masa značilno povečuje z naraščanjem deleža kmetijskih površin (ekstenzivnih in intenzivnih travnikov ter obdelovalnih površin) in z naraščanjem gostote gozdnega roba (Preglednice 45–48). Izdelani multivariatni regresijski modeli napovedujejo, da se ob

povečanju gostote gozdnega roba iz spodnjega v zgornji decil (s 746 na 5.263 m / 9 km²) telesna masa jelenjadi poveča za 3,1 (2,5–3,7) kilograma ali za skoraj 5 odstotkov; ob povečanju deleža kmetijskih površin iz spodnjega v zgornji decil (z 2 na 38 odstotkov) pa se telesna masa jelenjadi poveča za 4,3 (3,5–6,0) kilograme ali za več kot 6 odstotkov. Od 31 analiziranih spremenljivk zgradbe prostora je bila spremenljivka delež kmetijskih površin po značilnosti korelacijske povezanosti s telesno maso jelenjadi uvrščena na tretje, gostota gozdnega roba pa na 14. mesto.

V hladnem delu leta pomen negozdnih površin za jelenjad praviloma upade. Njihova raba je tedaj odvisna predvsem od debeline snežne odeje, ki je pomemben faktor, ki vpliva na dostopnost trav in energetske učinkovitost prehranjevanja na odprtih površinah. Zimska raba negozdnih površin pa je lahko posredno pogojena tudi z drugimi dejavniki: v našem primeru je bila tak dejavnik prostorska razporeditev krmišč, ki so se vsa nahajala zunaj gozda. Schmidt (1993) pa poroča, da nekatera jelenjad v Avstrijskih Alpah v najhujših zimah uporablja travnike nad zgornjo gozdno mejo. Močni vetrovi tam mestoma spihajo ves sneg, okoli kopnih krp pa ga močno zbijejo. Zato lahko jelenjad tam najde dovolj hrane, gibanje je lažje, z izborom toplih leg lahko nevtralizira nizke zunanje temperature.

O sezonsko specifični rabi travniških površin poročajo tudi drugi avtorji. Atzler (1984) tako ugotavlja, da jelenjad v Bavarskih Alpah oblikuje svoja sezonska območja aktivnosti glede na maksimalno hranilnost in dostopnost trav. Zgodaj poleti, ko je vsebnost in prebavljivost trav največja na alpskih pašnikih, se jelenjad iz dolin premakne nad zgornjo gozdno mejo, v jeseni pa se vrne nazaj v doline, kjer na negovanih travnikih in pašnikih še v pozni jeseni najde kakovostno hrano. Tudi Diecilowski (1969, cit. po Adamič, 1990) ugotavlja visoko preferenco jelenjadi do travniških površin v poletnem obdobju.

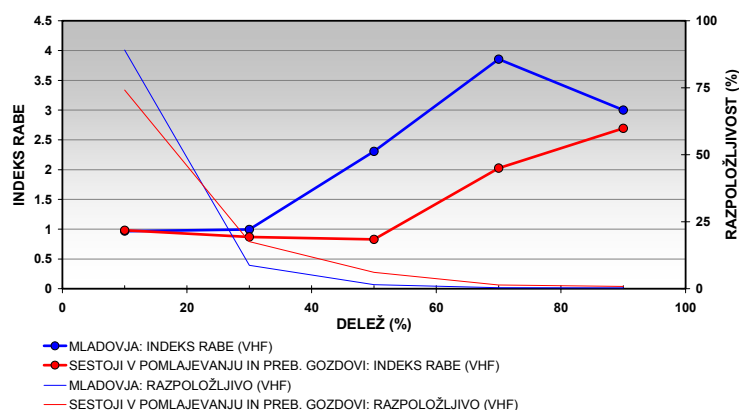
Poleg klimatskih dejavnikov, letnega časa in dostopnosti kritja vpliva na stopnjo izkoriščenost negozdnih prehranskih površin tudi pogostnost motenj, pogojenih s človekovimi aktivnostmi. Ceste in poti, ki vodijo prek ali blizu takih površin, bistveno zmanjšajo njihovo privlačnost in rabo. Basile in Lonner (1979) sta ugotovila, da se je po zapori gozdnih cest za motorni promet povečal efektivni čas izrabe pašnikov v njihovi bližini. Do podobnih zaključkov vodijo tudi analize primerjave rabe negozdnih površin med deli tedna, opravljene v pričujoči nalogi. S primerjavo rabe negozdnih površin med deli tedna za štiri košute, spremljane z GPS telemetrijo, smo namreč ugotovili, da se le-te ob koncu tedna (ob sobotah in nedeljah) zadržujejo globlje v gozdu (Mann-Whitney U test; $Z = 3,53$; $p < 0,001^{***}$) in manj časa uporabljajo negozdne površine (Mann-Whitney U test; $Z = -2,44$; $p = 0,01^{*}$) kot med delavnikom (od ponedeljka do petka). Ob koncu tedna so se v primerjavi z delavnikom zjutraj nekoliko prej vrnile v gozd, čez dan uporabljale manjši delež negozdnih oblik vegetacije in zvečer pozneje izstopale iz gozda. Podobno je razlike v rabi kritja med deli tedna pri srnjadi v primestnih gozdovih Heidelberga v Nemčiji evidentiral tudi Herboldt (1995). Z analizo lokacij telemetirane srnjadi je ugotovil, da se ta čez dan najpogosteje zadržuje v sestojih z gosto grmovno plastjo. Najbolj priljubljena so bila mladovja, višja od 0,8 metra. Raba varnostnega kritja je še posebej narasla ob koncu tedna, ko je bilo v raziskovalnem območju več obiskovalcev.

7.1.1.4 Zgradba gozda

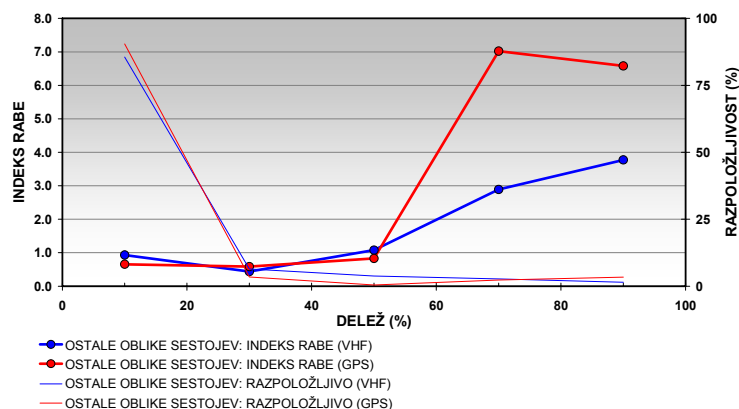
Znotraj gozda so spremljani osebki jelenjadi izkazovali določeno selektivnost do posameznih razvojnih faz sestojev oziroma oblik gospodarjenja z gozdom. Univariatne primerjave in multivariatne logistične regresije so pokazale, da so na nivoju celoletne rabe prostora nekoliko bolj priljubljena mladovja, sestoji v pomlajevanju in prebiralni gozdovi ter »ostale oblike gozda«, to so grmišča, listniki in steljniki (Preglednice 20, 21, 24 in 25, Slike 44 in 45). Nasprotno pa je bila raba debeljakov in zlasti drogovnjakov manj pogosta od naključno pričakovane. Za oblike gozda, ki so izstopale po priljubljenosti, je značilna večja pokrovnost in biomasa zeliščne in grmovne plasti. Jelenjad jih pogosteje uporabljala zato, ker je v njih prehranska ponudba pestrejša in obilnejša skozi vse leto, hkrati pa nudijo tudi dobro varnostno kritje. Poudarjeno rabo podobnih oblik gozda ugotavljajo tudi nekateri drugi avtorji. Yeo in Peek (1992) tako poročata, da košute belorepega jelena pozimi in poleti pogosteje uporabljajo mladovja. Mooty in sod. (1987) ugotavljajo, da košute belorepega jelena pozimi najpogosteje uporabljajo gozdne združbe, ki so vertikalno in horizontalno razčlenjene, so floristično pestrejša, nudijo več hrane in dobro varnostno kritje. Posebej pogosto so uporabljale stare sestoje. Isto ugotavljata tudi Walmo in Schoen (1980). Avtorja poročata, da so za belorepega jelena raznodobni stari sestoji primernejši od na novo osnovanih enodobnih gozdov. Raba starih sestojev je bila v poletnem obdobju petkrat, pozimi pa sedemkrat višja od rabe sekundarnih enodobnih sestojev, starih od 35 do 65 let. V starih sestojih je zastopanost grmovnih vrst trikrat, zastopanost zelnatih rastlin in praproti pa štirikrat večja kot v sekundarnih srednje starih sestojih.

V primerjavi s spremenljivkami, ki smo jih obravnavali v prejšnjih poglavjih diskusije (krmišča, ceste, gozdni rob), so vplivi notranje zgradbe gozda na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi šibkejši. V multivariatnih logističnih regresijskih modelih celoletne rabe prostora so spremenljivke zgradbe gozda praviloma uvrščene na zadnja mesta. Poleg tega niso vse vključene v vse modele. Večkrat so bile vključene v modele analiz drugega reda, kar pomeni, da zgradba gozda praviloma ne vpliva na lego in meje območij aktivnosti jelenjadi, temveč le na njihovo notranjo rabo. Nekateri (delež iglavcev in lesna zaloga sestojev) so celo izpadle iz vseh multivariatnih modelov. Na ravni celoletne rabe prostora je bila jelenjad glede zgradbe gozda torej dokaj generalistično naravnana. Nekoliko bolj selektivna pa postane pozimi, v določenih delih dneva in blizu pomembnejših cest. Kot smo izpostavili že v poglavju 7.1.1.2, je raba oblik gozda, ki nudijo dobro varnostno kritje (mladovij), zlasti poudarjena blizu glavnih cest. Verjetno zato, ker je tam pogostnost motenj in zato tudi potreba po varnostnem kritju povečana. Enako ugotavljajo za severnoameriškega vapičja Unsworth in sod. (1998). Intenzivnost motenj ne variira le prostorsko (glede na oddaljenost od cest) ampak tudi časovno – v 24-urnem obdobju. Njihova jakost je podnevi, ko je človek aktiven, večja. Zato bi pričakovali, da bo raba varnostnega kritja povečana tudi podnevi. Analize razlik v rabi posameznih oblik gozda med dnevom in nočjo so to pričakovanje potrdila. Spremljana jelenjad je namreč podnevi dejansko značilno pogosteje uporabljala sestoje z večjim deležem mladovij in drogovnjakov (Preglednica 34) kot v nočnem času. Poleg tega je pomen oblik sestojev, ki nudijo dobro varnostno kritje in več hrane, v multivariatnih modelih celoletne rabe prostora jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo, večji kot pri modelih za podatke GPS telemetrije (Preglednice 20, 21, 24, 25). Verjetno zato, ker se je z VHF telemetrijo jelenjad spremljalo le podnevi, ko zaradi pogostnejših motenj takšne sestoje potrebuje in jih zato tudi pogosteje uporablja.

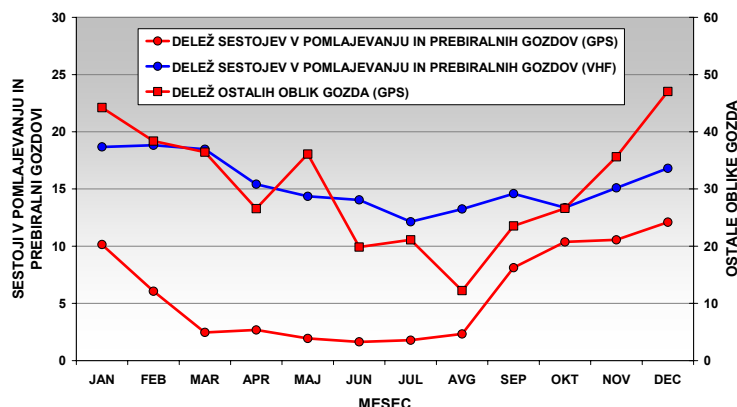
Raba sestojev v pomlajevanju, prebiralnih gozdov in »ostalnih oblik gozda« je bila tudi sezonsko pogojena. V hladnem delu leta jih je spremljana jelenjad uporabljala značilno pogostejše kot v toplem delu leta (Preglednici 28 in 31, Slika 46). Njihovo poudarjeno rabo v zimskem času si razlagamo kot posledico prehranskih strategij jelenjadi. Iz domačih raziskav (Adamič, 1990) je namreč razvidno, da so v vegetacijski dobi trave glavna prehranska komponenta jelenjadi. V drugi polovici poletja in zgodnji jeseni – od julija do septembra – jih ponekod nadomeščajo tudi zelišča, to so enoletnice, dveletnice, večletnice in trajne zelnice. Pozimi pa delež trav in zelišč upade, naraste pa delež krme ter poganjkov in vejic drevesnih in grmovnih vrst (listavcev in iglavcev). Slednjih je v sestojih v pomlajevanju, prebiralnih gozdovih in »ostalnih oblikah gozda« zaradi ugodnejših svetlobnih pritalnih razmer več kot v sestojih z strnjenim sklepom krošenj, kot so drogovnjaki in debeljaki. Mehle (1995), ki je na Jelovici meril količino rastlinske biomase, primerne za prehrano velike rastlinojede divjadi, poroča, da le-ta upada z naraščanjem sklepa krošenj. V sestojih z redkim sklepom krošenj (od 0 do 0,5) je bilo sveže lesnate biomase 440 kilogramov na hektar, v sestojih z gostim sklepom (od 0,9 do 1,0) pa le še 234 kilogramov na hektar. Škulj (1983), ki je na Kočevskem meril biomaso hrane za velike rastlinojede, celo poroča, da je v gostih enodobnih sestojih iglavcev v razvojni fazi drogovnjak, le 10 kilogramov na hektar.



Slika 44: Celoletna relativna raba mladovij, sestojev v pomlajevanju in prebiralnih gozdov
Figure 44: Annual relative use of young forests, forests in regeneration and selection forests



Slika 45: Celoletna relativna raba »ostalnih oblik gozda«
Figure 45: Annual relative use of »other forest types«



Slika 46: Letno menjavanje rabe sestojev v pomlajevanju in prebiralnih gozdov

Figure 46: Annual alternation of use of stands in regeneration and selection forests

Jelenjad porabi za iskanje hrane in prehranjevanje okoli 50 odstotkov dneva, 40 odstotkov časa počiva, preostalih 10 odstotkov pa porabi za prehajanje med prehranskimi habitatmi in počivališči ter za druge aktivnosti (Georgii in Schröder, 1983; Green in Bear, 1990). Prehranjevanje in počitek sta torej njeni dominantni aktivnosti, za kateri porabi skupaj 90 odstotkov časa. Na dan ima od dva do osem viškov aktivnosti, povezanih z iskanjem hrane in s prehranjevanjem. Od teh sta dva precej močnejša od ostalih in nastopata v času sončnega zahoda in vzhoda. Ostali pa so bolj ali manj enakomerno razporejeni v vmesnem času, skladno s spreminjanjem dolžine dneva in noči. Dnevni so praviloma krajši in šibkejši kot nočni. Med posameznimi obdobji aktivnosti jelenjad počiva (Berger in sod., 2002). Če te podatke združimo z ugotovljeno celoletno in dnevno-nočno dinamiko rabe gozdnih in negodnih površin, lahko sodimo, da je gozd pomemben prehranski habitat jelenjadi in malone ekskluzivni prostor njenih počivališč.

Iz raziskav funkcionalnih sklopov habitatov velikih rastlinojedih parkljarjev je razvidno, da ti izbirajo počivališča, ki jim omogočajo čim manjšo porabo energije (termonevtralna območja, mir, varnostno kritje; npr. Ockenfels in Brooks, 1993; Mysterud, 1996; Strohmayer in sod., 1999); zaradi optimizacije rabe energije za prehode med funkcionalnimi sklopi habitatov se počivališča, zlasti nočna, praviloma nahajajo tudi blizu prehranskih habitatov (Mysterud, 1996). Pri izbiri in uporabi prehranskih zaplat pa skušajo maksimirati razmerje med pridobljeno energijo in porabo energije pri iskanju hrane in hranjenju (npr. Langvatn in Hanley, 1993; Parker in sod., 1996; Illus in sod., 1999). Zgradba gozda lahko znatno vpliva na efektivno temperaturo neposrednega okolja živali ter tako na njeno porabo energije za vzdrževanje stalne telesne temperature (npr. Parker in Robins, 1984; Parker in Gillingham, 1990), na prikritost živali in s tem posredno na njene odzive na motnje pogojene s človekovimi aktivnostmi ali na bližino velikih zveri (npr. Brunt, 1990). Najbolj pomembno pa pogojuje količino in kakovost velikim rastlinojedom dostopne hrane. Nanjo vpliva neposredno, prek vrstne sestave, biomase in primarne produkcije zeliščnega in grmovnega sloja (npr. Thill in sod., 1983; Jedrzejewska in sod., 1994) in tudi posredno, z vplivom na debelino in gostoto snežne odeje (npr. Kirchoff in Schoen, 1987) in s tem na dostopnost in racionalnost prehranjevanja z določenim prehranskim virom. Zgradba gozda torej večplastno vpliva na primernost nekega prostora za počivališča in prehranske habitate; nasprotno pa značilnosti izbranega prostora kažejo na potrebe obravnavane živalske vrste. Posamezne oblike vegetacije, ki še posebej dobro opravljajo katero od prej naštetih vlog, se navadno označuje kot termično kritje, varnostno kritje, kritje za prestrežanje snega in prehranske zaplate (zbrano v Mysterud in Østbye,

1999). Zgradba optimalnih počivališč in prehranskih habitatov se med deli leta zaradi sprememb v ravni abiotskih in biotskih dejavnikov in tudi sezonsko specifičnih potreb velikih rastlinojedih parkljarjev praviloma spreminja.

V pričujoči študiji sta se od naštetih možnih vplivov zgradbe na primernost nekega prostora za habitat jelenjadi kot najpomembnejša izkazala dva: varnostno kritje in pa prehranska ponudba.

Več raziskovalcev (npr. Moen, 1976; Ozoga, 1968; Kremsater, 1989, cit. po Bunell in sod., 1990; Mysterud in sod., 1997), ki so preučevali zimski habitatni izbor velikih rastlinojedih parkljarjev v severni Ameriki in Skandinaviji, pripisuje velik pomen tudi termalnemu kritju in kritju za prestrezanje snega. Navedeni avtorji poročajo, da se rastlinojedi parkljarji pozimi praviloma zadržujejo v kritju gostih sestojev iglavcev. Zaradi manjše debeline snežne odeje (Kirchoff in Schoen, 1987), nekoliko višje temperature in skoraj popolnega brezvetrja (Moen, 1976), ti namreč nudijo živalim energetsko varčno okolje, v katerega se zatekajo v času najhujše zime, kljub temu, da v njih razen lubja mlajših dreves skoraj ni hrane. V splošnem sta količina biomase, primerne za prehrano velikih rastlinojedov, in kakovost kritja za prestrezanje snega v sestojih namreč obratno-sorazmerno povezani. Iz raziskav, v katerih so merili prehransko nosilno zmogljivost različnih oblik sestojev in njihovo intercepcijsko sposobnost snega (Ozoga, 1968; Thill in sod., 1983; Kirchoff in Schoen, 1987; Bunell in sod., 1990) je tako razvidno, da sta obe količini odvisni od temeljnice in sklenjenosti krošenj: produkcija hrane negativno, intercepcijske značilnosti sestojev pa pozitivno. Slednja je poleg temeljnice in sklenjenosti krošenj odvisna tudi od deleža iglavcev. Oblike gozda, ki nudijo dobro kritje pred snegom in ekstremnimi temperaturami, so praviloma dobra počivališča in slabi prehranski habitat in obratno. Pri prej izpostavljeni močno poudarjeni rabi gostih sestojev iglavcev veliki rastlinojedi torej skrajno reducirajo rabo različnih funkcionalnih sklopov habitata v prid počivališčem. Čeprav je pri izboru zimskih območij aktivnosti velikih rastlinojedih parkljarjev možnost varčne porabe energije pogosto (Moen, 1967; Telfer, 1978) pomembnejša od količine dostopne hrane (od zmožnosti pridobivanja energije s prehranjevanjem), je takšna ekstremna redukcija ene aktivnosti v prid drugi z vidika skupne energijske bilance verjetno smotrna le na območjih z zelo hudimi zimami z veliko snega in posledično slabo splošno prehransko ponudbo.

V pričujoči nalogi tega vzorca rabe prostora nismo odkrili. Z multivariatnimi logističnimi regresijami nismo odkrili značilnih razlik v rabi sestojev glede na njihov delež iglavcev med hladnim in toplim delom leta. Delež iglavcev tudi ni statistično značilno vplival na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi (Preglednice 20, 21, 24, 25). Iz rezultatov analiz razlik rabe prostora spremljane jelenjadi je razvidno, da se je le-ta pozimi zadrževala bližje krmiščem in uporabljala večji delež sestojev v pomlajevanju, prebiralnih gozdov in »ostalnih oblik gozda«. Na osnovi rezultatov lastnih analiz lahko torej sodimo, da jelenjad pri nas na prihajajočo zimo praviloma ne reagira s poudarjeno rabo energetsko zelo varčnih, a prehransko sterilnih gostih sestojev iglavcev, temveč tako, da se pomakne v bližino krmišč in v močnejše presvetljene sestoje z obilnejšo grmovno plastjo. Pozimi torej uporablja območja, kjer lahko tudi ob snegu najde hrano. Pri tem je treba poudariti, da se navedene ugotovitve nanašajo na »povprečne zime« in na glavnino spremljane jelenjadi. V prejšnji telemetrijski študiji jelenjadi (Jerina, 2003) na Snežniško-javorniškem območju, za katerega so značilne dolge zime z obilico snega, smo namreč ugotovili, da se zimovališča tamkajšnje jelenjadi praviloma nahajajo v neposredni okolici krmišč, manjši del

spremljanih osebkov, ki niso bili vezani na hrano s krmišč, pa je zimo preživel v gostih sestojih iglavcev. Škulj (1986, cit. po Adamič 1990: 81) celo poroča, da se jelenjad na Kočevskem v hladnih zimah z veliko snega pomakne v smrekove kulture in iz njih ne izstopa, dokler debelina snega na prostem presega 45 cm. Poudarjeno rabo gostih sestojev iglavcev, ki nudijo dobro kritje za prestrezanje snega in termično kritje, lahko razumemo kot funkcionalni odziv velikih rastlinojedih parkljarjev na ekstremne zimske razmere. V splošnem pa njihova raba ob normalnih zimah vsaj pri nas verjetno ne odstopa od naključne pričakovane, saj je prehranska ponudba v njih zelo pičla. Škulj (1987) je v 25–30 let starem smrekovem nasadu v gozdnogospodarski enoti Vrbovec na Kočevskem, ki je nastal z neposredno premeno grmišč, tako ugotovil, da je dostopne biomase lesnatih rastlin (brez smrekovega lubja), ki je potencialni vir zimske hrane jelenjadi, v njem komaj 10 kg na hektar.

Zaradi izredno nizke količine druge hrane (razen lubja), raba takšnih sestojev nujno vodi v njihovo poškodovanost in to že pri nizkih populacijskih gostotah jelenjadi (Volk, 1999). Škulj (1987) je tako v prej omenjenih preučevanih monokulturah smreke ugotovil poškodbe zaradi lupljenja jelenjadi na kar 60 odstotkih dreves. Ker takšne poškodbe navadno vodijo v zahteve po povečanem odstrelu jelenjadi, nekateri avtorji (Gossow, 1986; Adamič, 1990) takšne sestoje označujejo kot ekološko past. Poleg razlogov, pogojenih z gozdnogospodarskimi cilji teh sestojev, pa predstavljajo ekološko past za jelenjad tudi zaradi čisto osnovnih ekoloških razlogov: njihovih negativnih vplivov na telesno maso jelenjadi in s tem na stopnjo njenega preživetja, natalitete, itd. (zbrano v poglavju 3.3.1). V analizah vplivov zgradbe prostora na telesno maso jelenjadi smo ugotovili, da le-ta značilno upada z naraščanjem površinskega deleža sestojev v razvojni fazi drogovnjak in z naraščanjem deleža iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev. Izdelani multivariatni modeli napovedujejo (Preglednici 46 in 48), da se pri povečanju deleža iglavcev v življenjskem območju osebkov jelenjadi iz spodnjega v zgornji decil (tj. s 15 na 81 odstotkov) njegova telesna masa v povprečju zmanjša za skoraj pet odstotkov (model 1: 4,5; model 2: 5,1 odstotka) oziroma za dobre 3 (od 2,4 do 4,0) kilograme. Pri povečanju površinskega deleža drogovnjakov iz spodnjega v zgornji decil (s 15 na 56 odstotkov) pa se povprečna telesna masa jelenjadi zmanjša za dobre tri odstotke oziroma za 2 kilograma (1,6 do 2,7 kg). Ob predpostavki o aditivni in ne-interaktivni povezavi dejavnikov zgradbe prostora, ima neki osebki jelenjadi, ki živi na območju z velikim deležem drogovnjakov iglavcev, ob odstranitvi vplivov drugih okoljskih dejavnikov (populacijske gostote, nadmorske višine, deleža negozdnih površin) za okoli 8 odstotkov (ali za dobrih 5 kilogramov) manjšo telesno maso od osebkov, ki živi v sestojih z majhnim deležem iglavcev in majhnim deležem drogovnjakov.

Vplive prve od obeh zgoraj naštetih spremenljivk zgradbe gozda, ki sta značilno povezani s telesno maso jelenjadi, je mogoče preprosto pojasniti s količino biomase, ki je v njih dostopna za prehrano jelenjadi. Jelenjad, ki zaradi takšnega ali drugačnega razloga živi na območjih z večjim deležem drogovnjakov, ima manjšo telesno maso, ker je v njih zaradi gostega sklepa krošenj količina hrane izredno majhna. Obratno lahko sklepamo, da ima jelenjad, ki živi v sestojih in oblikah gozda, v katerih sta zaradi redkejšega sklepa krošenj in s tem povezanih ugodnejših pritalnih svetlobnih razmer pokrovnost in biomasa zeliščnega in grmovnega sloja večji, večjo telesno maso. Vzroki za ugotovljeno povezavo med telesno maso jelenjadi in deležem iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev so nekoliko manj očitni, vendar sodimo, da so prav tako povezani s količino in kakovostjo dostopne hrane: predvsem opada in semena listavcev. Pod sestoji listavcev lahko jelenjad najde

opad, ki je zaradi visoke energijske vrednosti (Renecker in Hudson, 1986) in lahke dostopnosti pomembna in pogosta komponenta jesenske prehrane jelenjadi (Adamič, 1990). V letih z bogatim obrodом so zelo pomembna prehranska komponenta jelenjadi in drugih vrst parkljaste divjadi tudi semena listavcev. Iz raziskav populacijske dinamike parkljarjev je razvidno, da pri nekaterih vrstah (npr. pri divjem prašiču) ciklični obrodi plodonosnih drevesnih vrst prožijo celo nihanja v njihovi številčnosti in nataliteti (Jedrzejewska in Jedrzejewski, 1998; Bieber in Ruf, 2005). Zanimiva je tudi raziskava Jedrzejewskega in sod. (1994), ki so v narodnem parku Bialowieza na belorusko-poljski meji preučevali odnose med populacijsko gostoto in biomaso petih vrst parkljarjev glede na zgradbo gozda. Ugotovili so, da njihova skupna biomasa na enoto površine upada z naraščanjem deležem iglavcev in je v pragozdu, kjer prevladujejo listavci, 4-krat večja kot v monokulturah iglavcev. Pospeševanje iglavcev in snovanje zlasti borovih in smrekovih kultur torej znižuje prehransko nosilno zmogljivost okolja, kar se odraža tako na telesni masi parkljarjev (pričujoča študija), kot tudi na njihovi populacijski gostoti in biiasi (Jedrzejewski in sod., 1994).

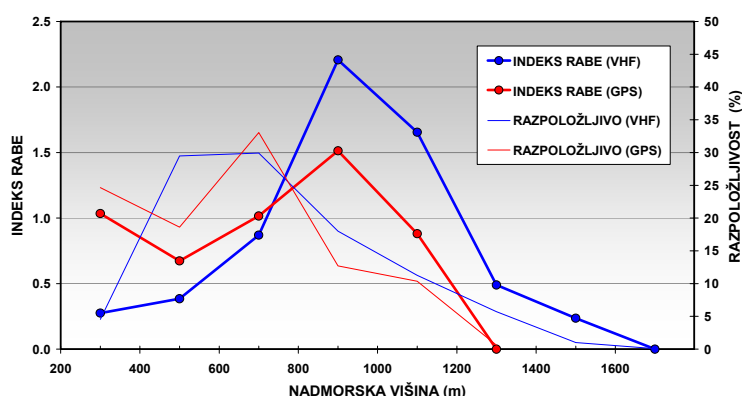
7.1.1.5 Topografija in jakost sončnega obsevanja

V tem poglavju so obravnavani vplivi spremenljivk, ki so povezane s topografskimi značilnostmi območja raziskave. To so: nadmorska višina, naklon terena in jakost sončnega obsevanja. Slednja je funkcijsko odvisna od naklona in ekspozicije terena (Gabrovec, 1996). Obravnavane spremenljivke lahko vplivajo na jelenjadi posredno, npr. prek pogojevanja vegetacijskih značilnosti (oblik rabe tal, zgradbe gozda, itd.) in fenologije rastlin, debeline in trajanja snežne odeje ter količine padavin, ali pa tudi neposredno: z oblikovanjem toplotnega okolja živali (Parker in Robbins, 1984; Parker, 1988; Parker in Gillingham, 1990). Torej lahko vplivajo tako na količino in kakovost dostopne hrane ter porabe energije pri njenem iskanju in gibanju (npr. debelina snega; naklon terena) kot tudi na zmožnost ekonomične porabe energije med mirovanjem (npr. za vzdrževanje stalne telesne temperature). Zato ni presenetljivo, da so spremenljivke iz te skupine vplivale prav na vse preučevane parametre jelenjadi: na njeno celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev, velikosti njenih celoletnih IOA, kot tudi na njeno telesno maso.

Med spremenljivkami tega poglavja diskusije se je na nivoju analiz celoletne rabe prostora jelenjadi (Preglednice 20, 21, 24 in 25) kot najpomembnejša izkazala interakcija nadmorske višine in jakosti sončnega obsevanja, v en model celoletne rabe prostora jelenjadi pa je bila vključena tudi nadmorska višina. Ta model napoveduje, da se z naraščanjem nadmorske višine verjetnost rabe prostora povečuje. Vendar je treba opozoriti, da lahko uporabljena logistična regresija zaznava le monotone povezave med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami. S slike 47 pa je razvidno, da je empirična odzivna funkcija, ki prikazuje relativno gostoto posnetih lokacij jelenjadi po posameznih višinskih pasovih, asimetrično zvonasta. Zato je dejanski vpliv nadmorske višine na prostorsko razmestitev jelenjadi verjetno večji, kot sledi iz modelov. To domnevo potrjujejo tudi rezultati študije jelenjadi na Snežniško-javorniškem območju, v kateri smo uporabili metodo odločitvenih dreves, ki v modelni prostor ne vnaša *apriornih* predpostavk o linearni ali kakih drugih oblikah povezave med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami, v kateri smo ugotovili pomemben vpliv nadmorske višine na celoletno in sezonsko prostorsko razmestitev jelenjadi (Jerina, 2003).

Verjetnost rabe prostora v najvišjih delih raziskovalnega območja z naraščanjem nadmorske višine strmo upada (Slika 47). Pri skupini živali, spremljani z GPS telemetrijo, je manjša od naključno pričakovane na nadmorskih višinah, večjih od 1.100 metrov, pri skupini jelenjadi, spremljani z VHF telemetrijo, pa leži ta meja na približno 1.200 metrih, najvišja posneta lokacija spremljanih osebkov jelenjadi leži na nadmorski višini 1.480 metrov.

Glede na ugotovljene indekse rabe pasov posameznih višinskih razredov in visoko značilnih interakcij nadmorske višine in jakosti sončnega obsevanja sodimo, da so najvišji predeli nepriljubljeni, ker so že prehladni. Jelenjad, kot tudi druge vrste živali, lahko preživijo le znotraj določenega vrstno specifičnega temperaturnega intervala. Za vzdrževanje stalne telesne temperature porabi najmanj energije, če je zunanja efektivna temperatura (Parker, 1984) okolja znotraj meja njenega termo-nevtralnega območja. S povečevanjem absolutne razlike obeh temperatur začne poraba energije hitro naraščati, nakar osebek doživi toplotni stres in končno odmre. Z naraščanjem nadmorske višine se temperatura zraka v povprečju vsakih 100 metrov zniža za približno eno stopinjo. Glede na to, da mesečno povprečje najnižjih dnevnih temperatur najtoplejšega meseca na meteorološki postaji Nova vas (nadmorska višina 700 metrov) znaša okoli 11°C in da je spodnja meja termo-nevtralnega območja jelenjadi poleti pomaknjena na približno 5°C (Parker in Robbins, 1984), lahko ugotovimo, da je raba predelov nad 1.300 metri nadmorske višine tudi v najtoplejšem mesecu povezana s povečano porabo energije za vzdrževanje stalne telesne temperature. Seveda pa temperature kot omejitvenega dejavnika ne kaže razumeti preveč togo. Izbor habitata je namreč proces, v katerem sta tehtana poraba in pridobivanje energije (Brunt, 1990). Če lahko živali povečano porabo energije nadomestijo z intenzivnejšim hranjenjem – vnosom energije, izbirajo tudi predele, ki po termičnih lastnostih zanje niso najustreznejši. Raesfeld in Reulecke (1991) npr. navajata, da se jelenjad v avstrijskih Alpah vzpne do nadmorske višine 2.000 metrov – na travne površine nad gozdno mejo. Na območjih raziskave pričujoče študije pa je na najvišjih predelih povečana poraba energije za vzdrževanje stalne telesne temperature verjetno višja od potencialnih prednosti (npr. kakovostnejša hrana v pozno poletnem obdobju, manj antropogenih motenj, manjše populacijske gostote), ki bi jih prinašala raba teh predelov.



Slika 47: Celoletna relativna raba pasov nadmorskih višin

Figure 47: Annual relative use of altitude belts

Poraba energije za uravnavanje stalne telesne temperature je poleg efektivne temperature okolja in telesne temperature osebka odvisna tudi od učinkovitosti termoregulacijskih mehanizmov osebka: toplotne prevodnosti kože, razmerja med površino in maso osebka,

regulacije menjanja toplote med venozno in arterijsko krvjo ter drugih fizioloških in vedenjskih prilagoditev na mraz in vročino (Moen, 1967). Toplotna prevodnost mokrega kožuha se zelo poveča, s tem pa tudi poraba energije za vzdrževanje stalne telesne temperature. Parker (1988) ugotavlja, da se poleti pri črnorepem jelenu, ki je izpostavljen dežju, poraba energije za termoregulacijo poveča za 50 do 92 odstotkov, kar ustreza znižanju zunanje temperature za 12 do 15°C (pri suhem zraku). Ker je na višjih delih območij raziskave veliko padavin, so lahko tudi te pripomogle k opaženi prostorski porazdelitvi jelenjadi. Debeljak in sod. (1999), ki so na območju Snežnika in Javornikov preučevali odvisnost telesne mase jelenjadi od meteoroloških parametrov, ugotavljajo, da imajo enoletna teleta v letih z veliko količino poletnih padavin manjšo maso kot sicer.

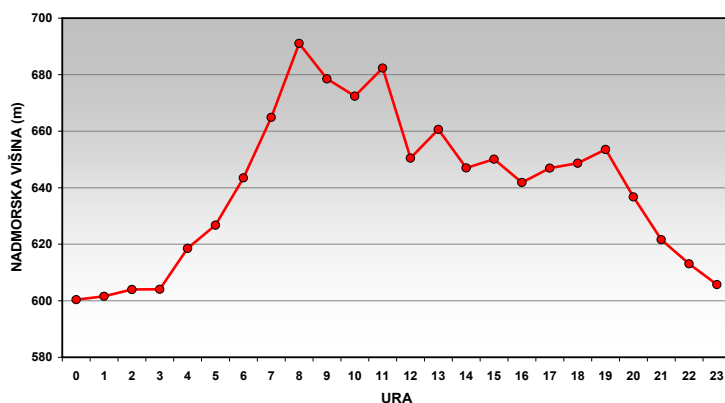
S slike 47 je razvidno, da je bila tudi raba najnižjih delov območja raziskave manj pogosta od naključne pričakovane, vendar pa rezultata obeh skupin spremljane jelenjadi v tem primeru nista tako skladna kot pri rabi njegovih najvišjih delov. Zgornja meja termonevtralnega območja jelenjadi znaša poleti okoli 25°C (Parker in Robbins, 1984). Povprečne najvišje dnevne temperature v najtoplejšem mesecu to mejo presegajo na nadmorskih višinah, manjših od 700 metrov. V hladnem delu leta pa zgornja meja termonevtralnega območja ni nikjer presežena. Zato lahko sodimo, da evidentirana manj pogosta raba najnižjih delov območja raziskave – razen morda v najbolj vročih mesecih – ni rezultat vplivov temperature v povezavi s porabo energije za termoregulacijo, temveč kakega drugega dejavnika: morda povečane gostote cest in naselij, večjega deleža obsežnih negozdnih oblik rabe tal in ipd. Iz raziskav termoregulacije jelenjadi in mulastega jelena je tudi razvidno, da je hitrost naraščanja porabe energije za vzdrževanje stalne telesne temperature pod spodnjo mejo termonevtralnega območja hitrejša kot nad zgornjo (Parker in Robbins, 1984). Ob visokih efektivnih temperaturah pa močno naraste poraba vode. Raba najnižjih delov območij raziskave je lahko manj pogosta od naključne pričakovane tudi zato, ker jelenjad tam v poletnem obdobju težje zadosti potrebam po vodi. Schoen (1977, cit. po Marcum in Scott, 1985) podobno poroča, da vapiti v sušnih poletjih pogosteje uporablja obvodne habitate in sestoje s tesnejšim sklepom krošenj, ki nudijo dobro termično kritje.

Med spremenljivkami, ki so obravnavane v tem poglavju, je na celoletno prostorsko razporeditev najpomembneje vplivala interakcija nadmorske višine in jakosti sončnega obsevanja. Z enakim (pozitivnim) predznakom je bila vključena v vse štiri multivariatne regresijske modele rabe prostora (Preglednice 20, 21, 24 in 25). Spremljana jelenjad je na najvišjih delih območja raziskave pogosteje uporabljala lege z večjo jakostjo sončnega obsevanja, na najnižjih delih območja raziskave pa lege z manjšo jakostjo sončnega obsevanja, to je hladnejše lege. Tudi ta rezultat opozarja, da termalno okolje vpliva na prostorsko razporeditev jelenjadi. Efektivna temperatura (to je temperatura, ki jo nek osebek »občuti«) je poleg temperature zraka namreč v veliki meri odvisna tudi od hitrosti vetra (konvekcijska menjava toplote) in jakosti sončnega obsevanja (dvig temperature zaradi vpivanja IR dela sončnega sevanja v kožuh živali). Ob sončnih jasnih dneh je pri enaki temperaturi zraka efektivna temperatura na soncu tako do 30°C večja kot v senci (Parker in Gillingham, 1990). Dvig efektivne temperature je funkcijsko odvisen od jakosti sončnega sevanja. S poudarjeno rabo toplih leg na najvišjih območjih raziskave in (morda) hladnih na najnižjih (interakcija nadmorske višine in jakosti sončnega sevanja) jelenjad zmanjšuje porabo energije za vzdrževanje stalne telesne temperature. Interakcija obeh faktorjev ustvarja ugodnejše toplotno okolje.

V večini drugih raziskav termoeenergetike velikih rastlinojedih parkljarjev so vplive temperature okolja na njihovo prostorsko razmestitev preučevali v podrobnejših prostorskih merilih kot v pričujoči študiji: z analizo zgradbe počivališč (Huegel in sod., 1986; Myterud in sod., 1996; Strohmayer in sod., 1999), opazovanja velikih rastlinojedov (Moen, 1976), v nadzorovanih poskusih (Cook in sod., 1998). Huegel in sod. (1986) ugotavljajo, da se dnevna počivališča mladičev belorepega jelena v hladnih dneh pogosteje nahajajo na sončnih legah, v vegetacijskih oblikah, ki ne nudijo termalnega kritja. V toplih dneh pa so belorepci prav nasprotno pogosteje počivali na hladnih legah v gostejši vegetaciji. Strohmayer in sod. (1999) so preučevali zgradbo dnevnih počivališč vapitija na vročem sušnem območju. Ugotavljajo, da podnevi tam vapiti praviloma počiva na mestih, ki od primerjalnih lokacij izstopajo po vertikalnem in horizontalnem kritju, kar mu omogoča zmanjševanje toplotnega stresa in manjšo porabo vode, ter da je v najbolj vročih dneh bolj nočno aktiven kot sicer. Myterud in sod. 1996, ki so v najtopplejših mesecih preučevali zgradbo dnevnih počivališč srnjadi v Skandinaviji, poročajo, da so se le-ta praviloma nahajala na vlažnih tleh. V zgradbi gozda (sklenjenost krošenj, oddaljenost od najbližjega drevesa) pa med dnevnimi počivališči in primerjalnimi lokacijami niso odkrili razlik. Na analiziranih počivališčih je srnjad odvečno toploto oddajala v tla s kondukcijo in na ta način zmanjševala porabo energije za termoregulacijo in tudi varčevala z vodo. Armstrong in sod. (1983), ki so analizirali zgradbo počivališč belorepega jelena v zimskem obdobju, poročajo, da se le-ta ponoči praviloma nahajajo v sklenjenih sestojih iglavcev, podnevi pa na sončnih legah v odprtih habitatih. V gostih sestojih iglavcev je ponoči efektivna temperatura lahko znatno višja kot na prostem. V njih namreč skoraj ni vetra, poleg tega krošnje dreves odbijajo dolgovalovni del IR sevanja (Verme, 1968). Zato je konvekcijsko in radiacijsko izgubljanje toplote tam lahko znatno manjše kot na prostem. Moen (1968) pa poroča, da so belorepi jeleni, ki so se ponoči prehranjevali na kmetijskih kulturah, pogosto tudi počivali na prostem – neposredno ob prehranskih habitatih. Ob vetru so se premaknili v zavetje najbližje naravne vegetacije ali topografskega kritja (zavetrne lege). Isti avtor opozarja, da je izbor habitata tudi pozimi primarno odvisen od skupne dosežene energijske bilance živali: če imajo na odprtih površinah na voljo veliko energetske bogate hrane, se bodo tam zadrževale tudi v hladnih zimskih nočeh. Na osnovi meritev na modelih živali (kalorimetrih) je ugotovil (Moen, 1967), da odrasel belorepi jelen (ki ima bolj ugodno razmerje med površino in telesno maso od mladičev) ob slabi in pičli hrani doseže negativno energetsko bilanco pri temperaturah blizu 0°C in hitrosti vetra 3 milje na uro. Če pa je hranjen s kvalitetno hrano, doseže negativno bilanco šele pri -40°C in hitrosti vetra 8 milj na uro.

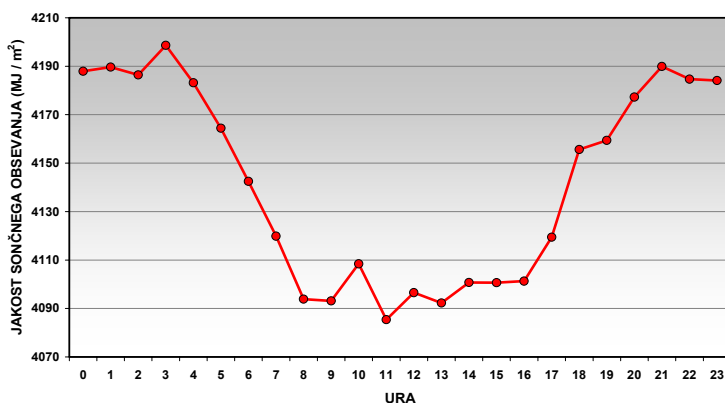
Iz omenjenih raziskav je razvidno, da je toplotno okolje živali pomemben dejavnik zlasti pri izboru dnevnih in nočnih počivališč; pomen temperature okolja pogosto naraste tudi pozimi, ko veliki rastlinojedi reducirajo svoje aktivnosti in skušajo optimizirati skupno energetsko bilanco z zmanjšanim prehranjevanjem in gibanjem ter izborom območij, ki jim omogočajo čim manjšo porabo energije. Če skušamo vsebino vseh zgoraj navedenih študij pomensko strniti, lahko ugotovimo, da veliki rastlinojedi parkljarji zlasti ko niso aktivni, pogosto izbirajo prostor, katerega efektivna temperatura je čim bližje njihovemu termonevtralnemu območju. Podobno prilagajanje tekočim temperaturnim spremembam v okolju je razvidno tudi iz rezultatov naših analiz dnevno-nočne dinamike rabe prostora spremljane jelenjadi: s slike 49, ki prikazuje dinamiko rabe posameznih rastrskih celic glede na jakost sončnega obsevanja, ki ga le-te prejmejo, in slike 48, ki prikazuje 24-urno dinamiko rabe različnih nadmorskih višin. S slik je razvidno, da se je spremljana jelenjad podnevi, ko je zunanja temperatura večja, zadrževala na večjih nadmorskih višinah in na hladnejših legah

kot ponoči, ko se temperature spustijo. Zanimiva je tudi slika 50, ki prikazuje 24-urno rabo posameznih naklonskih razredov. Iz nje je razvidno, da se je spremljana jelenjad na najbolj strmih legah zadrževala med 7. in 9. uro zjutraj, to je eno do dve uri po sončnem vzhodu. Očitno so se živali zjutraj, tik po sončnem vzhodu, ko so zunanje temperature najnižje, »sončile« na strmih, jutranjemu soncu izpostavljenih legah. Iz raziskav aktivnosti jelenjadi je razvidno, da tedaj (po višku aktivnosti ob sončnem vzhodu) le-ta praviloma počiva (Georgii in Schröder, 1983; Green in Bear, 1990). Vse tri naštetje spremenljivke so bile vključene v multivariatni model dnevno-nočne rabe prostora (Preglednica 34).



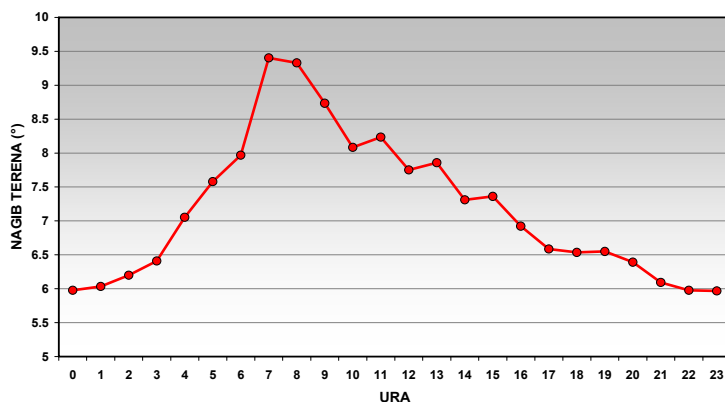
Slika 48: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na nadmorsko višino

Figure 48: Red deer circadian spatial distribution in regard to altitude



Slika 49: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na jakost sončnega obsevanja

Figure 49: Red deer circadian spatial distribution in regard to density of solar radiation on terrain



Slika 50: 24-urna prostorska razporeditev jelenjadi glede na nagib terena

Figure 50: Red deer circadian spatial distribution in regard to terrain inclination

Kljub temu, da se je jelenjad na sezonska nihanja temperature prilagodila in je sredina njenega termo-nevtralnega območja pozimi za okoli 15°C nižja kot poleti (Parker in Robbins, 1984), bi pričakovali, da bo v toplem delu leta pogostejše kot pozimi uporabljala višje nadmorske višine in hladnejše lege. Na nižjih nadmorskih višinah in toplih legah je namreč zaradi višjih temperatur tudi debelina snežne odeje manjša, sneg se hitreje prekrizalizira in stali, obdobje pokritosti s snegom je krajše, kar pomeni, da je pozimi tam dostopne več hrane. Mnogi avtorji (npr. Adams, 1982; Kirchoff in Schoen, 1985; Myserud in sod., 2001), ki so preučevali sezonsko rabo prostora velikih rastlinojedih parkljarjev na vertikalno razgibanih območjih, poročajo, da parkljarji po koncu zime migrirajo v višje ležeče predele. Telfer in Kelsal (1984) ter Kirchoff in Shojen (1985) opredeljujejo sezonsko migratornost celo kot eno od pomembnejših življenjskih strategij velikih rastlinojedih parkljarjev zmerne in subpolarnega klimatskega pasu. Pri spremljanem vzorcu jelenjadi pa v sezonski rabi nadmorskih višin ter toplih in hladnih leg proti pričakovanjem nismo odkrili statistično značilnih razlik. Jelenjad, spremljana z VHF telemetrijo, se je v toplem delu leta sicer zadrževala nekoliko višje in na toplejših legah kot v hladnem delu leta, vendar pa so razlike med sezonama statistično značilne le v univariatnih ne pa tudi v multivariatnih analizah. Zimska raba prostora spremljanega vzorca jelenjadi je bila daleč najmočnejše pogojena s prostorsko razporeditvijo krmišč. Vendar pa je pri treba opozoriti, da so nekateri od spremljanih osebkov jelenjadi živeli na malo razgibanih območjih (Goričko, deli Kočevske reke), kjer vertikalne migracije niti niso mogoče. Največ (Kočevska – Onek; Menišija) jih je vse leto, zlasti pa pozimi, živelo ob krmiščih, ki so ležala v zgornjih delih lokalnih območij raziskave in v njihovi neposredni okolici ni bilo višjih hribov. Le določeni del spremljane jelenjadi s Snežniško-javorniškega območja je bival na vertikalno razgibanem terenu. V študiji, ki je zajemala le jelenjad s Snežniško-javorniškega območja, pa smo ugotovili značilne vertikalne migracije med toplim in hladnim delom leta (Jerina, 2003). Raba različnih nadmorskih višin se je zelo dobro ujemala z letnim spreminjanjem temperature ($R = 0,94$; $F = 60,6^{***}$; $n = 10$). Vsi osebki, pri katerih smo ugotovili značilne razlike med nadmorskimi višinami v poletnih in zimskih mesecih, so se poleti zadrževali na višjih predelih kot pozimi. Tudi Hafner (1997), ki je na Jelovici na osnovi opažanj jelenjadi v kilometrskih kvadrantih primerjal njeno rabo prostora med zimskim in poletnim obdobjem, ugotavlja, da se jelenjad pozimi pogostejše kot poleti pojavlja na nižjih nadmorskih višinah.

Za vzpostavitev vertikalne sezonske migratornosti je več potencialnih razlogov. Poleg prej izpostavljenega prilagajanja temperaturnim in snežnim razmeram jo ponekod prožijo tudi insekti (Clutton-Brock in sod., 1982: 228). Myserud in sod. (2001) pa ugotavljajo, da veliki rastlinojedi z migracijami v višje predele sledijo fenologiji vegetacije, kar jim omogoča, da dlje časa izkoriščajo kakovostnejšo hrano. Poznejši začetek vegetacijske dobe in nižje temperature namreč zavirajo razvoj rastlin, kar pozitivno vpliva na njihovo prebavljivost in prehransko vrednost (Bennet in Mathias, 1984, cit. po Myserud in sod., 2001). Sezonske selitve vsekakor prinašajo določene prednosti, saj Klein (1965, cit. po Schoen in Kirchoff 1985) ugotavlja, da migracijski del populacije dosega večjo telesno maso, raste hitreje in je bolj reproduktiven od nemigracijskega dela. Myserud in sod. (2001) podobno ugotavljajo, da telesna masa parkljarjev in vertikalna razgibanost terena pozitivno korelirata (na razgibanem terenu se seli večji del populacije). Vertikalna sezonska migratornost je v razgibanih območjih pri velikih rastlinojedih torej precej pogost in – z vidika kompetitivnih prednosti proti ostalim osebkom iste vrste, ki ne migrirajo – pomemben vedenjski vzorec.

Raba višjih oz. visokih nadmorskih višin prinaša določene prednosti le v delu leta. Gledano skozi vse leto pa skupna nosilna zmogljivost prostora v zmernem klimatskem pasu z naraščanjem nadmorske višine v splošnem verjetno upada. Z naraščanjem nadmorske višine (upadanjem povprečne letne temperature) se trajanje zime in povprečna debelina snežne odeje povečujeta, vegetacijska doba pa skrajšuje. Torej lahko domnevamo, da je na višjih nadmorskih višinah (pri podobni vegetacijski zgradbi prostora) pozimi (in kumulativno tudi skozi vse leto) manj hrane, poraba energija pri iskanju hrane (njenem kopanju izpod snega: Fancy in White, 1984), gibanju (Parker in sod., 1984; Bunnell in sod., 1990) in ohranjanju stalne telesne temperature pa je povečana, kar pomeni da je tam tudi obdobje negativne energijske bilance daljše kot na nižjih predelih. Kumulativni učinki naštetih dejavnikov se odražajo tako na telesni masi jelenjadi kot tudi na velikosti njenih celoletnih IOA. Z multivariatno analizo vplivov zgradbe prostora na velikosti celoletnih IOA jelenjadi smo ugotovili, da se le-ta z naraščanjem nadmorske višine povečujejo (logaritemska transformacija neodvisne in odvisne spremenljivke; $b = 0,253^*$; $n = 73$). Ugotovljena značilna povezava je lahko posledica (zbrano v poglavju 3.2.2) pozitivne odvisnosti velikosti IOA od porabe energije osebka (hujše zime $\Rightarrow$ večja celoletna kumulativna poraba energije), negativne odvisnosti velikosti IOA od nosilne zmogljivosti prostora (hujše zime $\Rightarrow$ manjša celoletna kumulativna prehranska nosilna zmogljivost okolja), ali celo hkratnega vpliva obeh naštetih povezav. Z analizo telesne mase jelenjadi glede na zgradbo njenega življenjskega prostora smo ugotovili, da telesna masa jelenjadi narašča z naraščanjem povprečne celoletne temperature. Temperatura je med vsemi obravnavanimi spremenljivkami zgradbe prostora najmočnejše vplivala na telesno maso jelenjadi. Multivariatni regresijski model napoveduje, da se telesna masa z naraščanjem temperature iz spodnjega v zgornji decil (s 5 na 9°C) poveča za dobrih 6 odstotkov, kar pri povprečni živali znaša 4,3 kilograme. Zaradi majhne razlike geografskih širin skrajnih točk v državi sta na območju Slovenije temperatura in nadmorska višina skoraj funkcijsko linearno povezani ($r = -0,98^{***}$), zato lahko ugotovljeno pozitivno povezavo med temperaturo in telesno maso praktično enačimo s povezavo med telesno maso in nadmorsko višino.

Iz habitatnih analiz pričujoče naloge in v njej navedenih raziskav drugih avtorjev je razvidno, da se veliki rastlinojedi parkljarji na sezonske in dnevno-nočne spremembe abiotских in biotских dejavnikov prilagajajo z izborom specifičnih habitatov, v katerih lahko na energetsko učinkovit način zadovoljijo svoje trenutne potrebe. Časovno in prostorsko variiranje kakovosti in količine hrane, ter dejavnikov, ki vplivajo na ekonomičnost porabe energije (termalno okolje, mir, varnost pred plenilci, ipd.), so glavni prožitelji njihovih sezonskih migracij in dnevno-nočnih premikov. Določena kombinacija okoljskih spremenljivk optimalno zadovoljuje neko njihovo funkcionalno aktivnost, druga pa drugo. Za zadovoljitev vseh potreb skozi leto potrebujejo nabor določenih habitatnih tipov. Obenem lahko predvidevamo, da imajo osebkii jelenjadi na območjih, kjer so primerni habitatni tipi prostorsko koncentrirani, lahko manjša celoletna individualna območja aktivnosti (ali večjo telesno maso) od osebkov, ki žive na območjih, kjer so le-ti široko razpršeni. Ker je jelenjad generalistična vrsta, je vsakega od teh habitatnih tipov sicer skoraj nemogoče kvantitativno opredeliti, zlasti prostorsko eksplicitno. Kljub temu pa je mogoče na osnovi zgornjega razmišljanja postaviti preverljivo hipotezo: pestrost okoljskih razmer pozitivno vpliva na telesno maso jelenjadi in/ali negativno na velikosti njenih celoletnih IOA. V pričujoči študiji smo analizirali vplive pestrosti nadmorskih višin, ekspozicij, jakosti sončnega obsevanja in vegetacijskih združb (Preglednici 15 in 17) na velikosti IOA jelenjadi in njeno telesno maso.

Spremenljivke, s katerimi smo ponazarjali geografsko variiranje pestrosti, proti pričakovanjem niso bistveno vplivale na telesno maso in velikosti celoletnih IOA jelenjadi. Bivariatne analize so sicer pokazale določene povezave med obravnavanima neodvisnima in odvisnimi spremenljivkami. V multivariatni model – in še to le pri analizi velikosti IOA – pa je bila uvrščena le ena spremenljivka: vegetacijska pestrost. Model napoveduje, da se površine IOA spremljanih osebkov jelenjadi zmanjšujejo z naraščanjem pestrosti vegetacijskih združb, kar potrjuje osnovno postavljeno hipotezo, saj pestrost vegetacijskih združb nakazuje tudi splošno habitatno pestrost. Vplivov pestrosti na telesno maso jelenjadi pa nismo potrdili. Mysterud in sod. (2001), ki so na južnem Norveškem preučevali odvisnost telesne mase jelenjadi od absolutne nadmorske višine, populacijske gostote, pestrosti ekspozicij in nadmorskih višin pa so ugotovili visoko (pozitivno) odvisnost telesne mase jelenjadi od pestrosti nadmorskih višin in pestrosti ekspozicij. Pri tem so kot osnovno prostorsko celico analiz uporabili meje mestnih občin (površina nekaj 1.000 ha). Torej je prostorska ločljivost podatkov njihove študije dosti manjša od naše. To je lahko tudi razlog za neskladnost rezultatov obeh študij. Morda je bila v pričujoči študiji zaradi večje prostorske ločljivosti podatkov variabilnost nadmorskih višin in ekspozicij znotraj osnovne prostorske enote analiz še premajhna, da bi lahko zaznali njene vplive.

7.1.2 Velikost in zgradba celoletnih individualnih območij aktivnosti jelenjadi

Izbira specifičnih dnevnih in nočnih ter sezonskih habitatov jelenjadi, ter njihova prostorska razmestitev se odražajo na zgradbi in velikosti celoletnih individualnih območij aktivnosti jelenjadi.

Celoletna IOA jelenjadi smo ugotavljali le za podatkovne nize z več kot 50 posnetimi lokacijami, ki so bile z nepretrganim spremljanjem enega osebka zbrane v natanko enoletnem obdobju. Zato lahko domnevamo, da so vplivi sezonskih razlik v rabi prostora jelenjadi na velikosti in zgradbo ugotovljenih IOA zanemarljivi. Multivariatna regresija (Preglednica 37) je pokazala, da je minimalni prag 50 posnetih lokacij tudi dovolj konservativen, saj se z naraščanjem števila lokacij velikost IOA ni spreminjala ($p = 0,405$ NS). V analize smo zajeli le jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo. Nekateri osebki so bili spremljani le podnevi, drugi pa delno tudi ponoči. Zaradi primerljivosti rezultatov smo IOA ugotavljali le za lokacije, ki so bile posnete podnevi. Ugotovljena IOA torej pokrivajo le dnevno, ne pa tudi nočne rabe prostora jelenjadi. To lahko zaradi njenih premikov med dnevom in nočjo povzroča določeno napako. Vendar pa je preliminarne analiza lokacij jelenjadi, ki je bila spremljana z GPS telemetrijo, pokazala, da se njena dnevna in 24-urna celoletna IOA v veliki meri prekrivata. Spremljani osebki so se ponoči praviloma zadrževali v dnevnih IOA ali pa v njihovi neposredni okolici, največkrat na travniških pašnih površinah. Zato sodimo, da so ugotovljena celoletna IOA, četudi zajemajo le dnevne lokacije, dovolj dober kazalnik dejanskih IOA in jih lahko uporabimo za preučevanje obravnavanih tematik. Pri tem je treba poudariti, da so kriteriji drugih avtorjev za ugotavljanje IOA precej manj strogi, kot smo jih postavili v pričujoči študiji, ali pa kriterijev sploh ne navajajo (npr. Clutton-Brock in sod., 1982; Tufto in sod., 1996; Szemethy in sod., 1998; Dahle in Swenson, 2003; viri v poglavju 3.2). Poleg tega smo nekatere spremenljivke, katerih raba oziroma vpliv se med dnevom in nočjo izrazito razlikuje (npr. delež negozdnih oblik rabe tal, ceste), ločeno analizirali tudi v okolici ugotovljenih IOA.

Celoletna individualna območja aktivnosti (IOA) spremljane jelenjadi, ugotovljena s fiksno kernelsko metodo, v povprečju obsegajo dobrih 650 ha (653 ± 128 ; $n = 73$). Porazdeljena so desno asimetrično, v log-normalni porazdelitvi. Njihova aritmetična sredina je zato znatno večja od mediane, ki znaša 390 ha. Osemdeset odstotkov vseh IOA meri od 170 do 1.450 ha (prvi in zadnji decil). Razlike v velikosti IOA med posameznimi spremljanimi osebki so velike. Največje ugotovljeno IOA, ki meri prek 2.600 ha, je skoraj-30 krat večje od najmanjšega, ki obsega 90 ha. Iz rezultatov neparametričnih bivariatnih korelacijskih analiz in multivariatnih regresijskih modelov je razvidno, da je mogoče del variiranja velikosti celoletnih IOA pojasniti z vplivi okoljskih dejavnikov (zgradbe IOA in populacijske gostote jelenjadi), del pa s spolom živali.

Na velikosti IOA spremljane jelenjadi je značilno vplivalo več spremenljivk, ki so povezane z nosilno zmogljivostjo prostora. To so:

- nadmorska višina; IOA naraščajo z nadmorsko višino (vplivi nadmorske višine na nosilno zmogljivost prostora so kvalitativno opisani v poglavju 7.1.1.5),
- intenzivnost zimskega dopolnilnega krmljenja (intenzivnejše krmljenje vpliva na zmanjševanje IOA jelenjadi; hrana s krmišč je zelo pomembna komponenta zimске prehrane jelenjadi),
- oddaljenost od najbližjih negozdnih površin (na območjih z večjim deležem negozdnih površin in večjo fragmentiranostjo gozda ima jelenjad manjša celoletna IOA; trave so najpomembnejša komponenta prehrane jelenjadi v vegetacijski dobi),
- gostota odstrela (IOA se zmanjšujejo z naraščanjem gostote odstrela; ker smo gostoto odstrela ugotavljali za daljše časovno obdobje, jo ta vsekakor tudi indikator populacijske gostote jelenjadi in splošne nosilne zmogljivosti prostora).

Vse našete spremenljivke so vključene v multivariatna modela velikosti IOA spremljane jelenjadi. Neparametrične bivariatne korelacijske analize (ki za razliko od multivariatne analize ne predpostavljajo linearne povezave med spremenljivkama) kažejo, da so velikosti IOA odvisne tudi od naslednjih spremenljivk, povezanih s prehransko nosilno zmogljivostjo prostora: 1) od deleža gozda v neposredni okolici IOA jelenjadi – pozitivna povezava, 2) od deleža kmetijskih površin v IOA – negativna povezava, in 3) od gostote gozdnega roba v IOA – negativna povezava.

Naštete spremenljivke lahko vplivajo na efektivno nosilno zmogljivost prostora prek pogojevanja količine in kakovosti hrane za jelenjad (npr. intenzivnost krmljenja, dostopnost negozdnih površin) ali pa s hkratnim vplivom na količino dostopne hrane in na porabo energije jelenjadi bodisi za vzdrževanje stalne telesne temperature, bodisi za iskanje hrane in gibanje, ipd. (npr. nadmorska višina $\Rightarrow$ dolžina in ostrina zime, trajanje vegetacijske dobe, zunanja temperatura). Habitatna primernost torej vpliva na velikost življenjskega prostora nekega osebka jelenjadi. Če živi na »boljšem« habitatu, lahko svoje energijske potrebe zadovolji na manjši površini in obratno.

Negativna odvisnost površine IOA od prehranske nosilne zmogljivosti prostora je bila ugotovljena tudi za nekatere druge vrste velike parkljaste divjadi in velikih zveri: za srnjad (Tufto in sod., 1996), rjavega medveda (Dahle in Swenson, 2003), mulastega jelena (Relyea in sod., 2000). Vsi našeti avtorji izpostavljajo zgolj vplive količine hrane na velikosti IOA preučevanih živalskih vrst. Nekatere spremenljivke (nadmorska višina in populacijska gostota), ki so vplivale na velikosti IOA jelenjadi, spremljane v naši raziskavi, pa nakazujejo, da velikost IOA verjetno ni odvisna le od prehranske, temveč od

skupne efektivne nosilne zmogljivosti okolja, to je od razlike med količino pridobljene in porabljene energije, kar je skladno tudi z rezultati celoletnih, sezonskih in dnevno-nočnih habitatnih analiz pričujoče naloge in habitatnih analiz drugih avtorjev. Habitatni izbor je namreč proces, v katerem sta pogosto tehtana pridobivanje in poraba energije.

Glede na to, da je skupna poraba energije nekega osebk a odvisna od njegove telesne mase, bi pričakovali, da je velikost IOA poleg zgradbe prostora odvisna tudi od spola živali. Klein (1975) je ugotovil, da pri rastlinojedih vrstah površina IOA nelinearno narašča s telesno maso ($E = TM^{0,75}$). Neto telesna masa odraslih košut v Sloveniji znaša okoli 80 kg, jelenov pa 130 kg (Slika 19). Na osnovi navedenih parametrov lahko pričakujemo, da imajo košute zaradi manjše telesne mase v povprečju za okoli 30 odstotkov manjša IOA od jelenov. Celoletna IOA spremljanih jelenov so v povprečju znašala $767 (\pm 230, n = 30)$ ha, košut pa $572 (\pm 142, n = 43)$ ha, kar je za okoli 25 odstotkov manj od IOA jelenov. Ocenjena in dejanska razlika v velikosti IOA obeh spolov se torej precej dobro ujemata. Z Mann-Whitney U testom (Preglednica 39; $p = 0,036^*$) in splošnim modelom multivariatne regresije (Preglednica 41, $p = 0,001^{***}$), v kateri smo kot kategorialno spremenljivko vključili tudi območja telemetrijskih spremljav, smo med spoloma v velikosti IOA ugotovili statistično značilne razlike. Z modelom splošne multivariatne regresije, ki je vključevala le okoljske spremenljivke in spol živali, pa značilnih razlik nismo ugotovili. Variabilnost večine obravnavanih okoljskih dejavnikov v IOA jelenjadi je bila med območji telemetrijskih spremljav večja kot znotraj teh območij. Verjetno se zato rezultata obeh multivariatnih testov razlikujeta. Pri drugem testu vsako od območij telemetrijskih spremljav predstavlja blok, zato so pri njem razlike med spoloma značilne. V zadnjem od treh navedenih statističnih modelov pa so okoljske spremenljivke pojasnile tolikšen del razlik v velikosti IOA med spoloma, da te niso več statistično značilno različne. Del razlik v velikosti IOA obeh spolov torej pojasnjuje tudi zgradba prostora, kar kaže na pomen kompleksnega pristopa pri tovrstnih analizah.

Na velikosti celoletnih IOA spremljane jelenjadi so zelo pomembno vplivale tudi pomembnejše ceste (ceste javnega pomena). Neparametrične korelacijske analize so njihov vpliv med vsemi obravnavanimi okoljskimi spremenljivkami uvrstile celo na prvo mesto. Z naraščanjem gostote cest v okolici IOA jelenjadi so se le-ta zmanjševala. Iz analiz celoletne rabe prostora je razvidno, da se jelenjad izrazito izogiba bližini glavnih cest. Ko smo v okviru monitoringa prehajanja velikih vrst sesalcev čez viadukte, podvoze in nadvoze nad avtocesto na odseku Vrhnika-Kozina preučevali prepustnost avtocest, smo celo ugotovili, da te jelenjadi in divjim prašičem predstavljajo malone absolutno bariero (Adamič in sod., 2000; Jerina in Adamič, 2000). Ceste očitno funkcionalno razrežejo potencialni habitat jelenjadi na zaplate in omejuje njeno prosto prehajanje med tako nastalimi zaplatami. V večjih zaplatah ima jelenjad večja IOA, v manjših pa manjša.

Ugotovljeni vpliv cest na velikosti IOA jelenjadi je v nasprotju z raziskavo Tufta in sod. (1996), ki so na osnovi raziskav srnjadi postavili hipotezo, da samice vseh poliginij vrst uporabljajo najmanjši možni prostor, znotraj katerega lahko še zadovoljijo svoje energijske potrebe. Ceste so namreč vplivale na velikosti IOA obeh spolov neodvisno od nosilne zmogljivosti okolja, katerega variiranje je v modelih velikosti IOA kontroliralo več drugih spremenljivk (populacijska gostota, nadmorska višina, oddaljenost od negozdnih površin). Prehranska nosilna zmogljivost okolja že po definiciji pogojuje najmanjše možno IOA nekega osebk a, kar pa ne pomeni, da ga le-ta tudi uporablja oz. da ne uporablja večjega. Dahle in Swenson (2003) sta analizirala velikosti IOA odraslih medvedk glede na njihov

reprodukcijski status. Ugotovila sta, da imajo medvedke z mladiči dosti manjša območja aktivnosti od nevodečih medvedk, kar tudi ni v skladu s predlagano hipotezo Tufteja in sod. (1996). Vodeče medvedke imajo zaradi dojenja namreč povečane energijske potrebe. Avtorja ocenjujeta, da porabijo do enkrat več energije kot nevodeče medvedke. Čeprav prehranska nosilna zmogljivost okolja v povezavi z osebkovo porabo energije nedvomno pomembno vpliva na velikost njegovega IOA, je redukcija vseh drugih dejavnikov, ki prav tako vplivajo na velikosti IOA, kot jo predlagajo Tufte in sod., 1996, očitno pregroba. V naši raziskavi smo pokazali, da na velikost IOA neodvisno od nosilne zmogljivosti prostora vpliva tudi sekundarna fragmentacija prostora, ki jo povzročajo ceste z večjo gostoto prometa. Več avtorjev ugotavlja (npr. Vincent in sod., 1995; McLoughlin in sod., 2000; Dahle in Swenson, 2003; Kjellander in sod., 2004), da se le-ta verjetno zaradi socialnih interakcij med osebki, neodvisno od nosilne zmogljivosti okolja zmanjšujejo z naraščanjem populacijske gostote. Clutton-Brock in Harvey (1978) ugotavljata, da je pri več vrstah sesalcev velikost IOA odvisna tudi od prostorske razporeditve prehranskih habitatov: kjer so prehranske zaplate majhne in enakomerno porazdeljene, so tudi IOA majhna; kjer pa so velike, redke in neenakomerno razporejene po prostoru, so IOA velika.

7.1.3 Vplivi okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi

Pri velikih rastlinojedih parkljarjih je relativna telesna masa osebkov (tj. masa osebkov v primerjavi z maso drugih enako starih osebkov iste vrste) eden ključnih dejavnikov, ki pogojuje verjetnost njegovega vsakoletnega preživetja in skupno doseženo življenjsko dobo, starost ob prvi reprodukciji, vsakoletno nataliteto, reprodukcijski uspeh v celotnem življenjskem obdobju in tudi spolno strukturo, telesno maso ter verjetnost preživetja njegovih potomcev (zbrano v poglavju 3.3.1). Telesna masa je torej pomemben ekološki parameter, saj večplastno vpliva na populacijsko dinamiko velikih rastlinojedih parkljarjev in v veliki meri pogojuje evolucijsko-kompetitivne razlike med osebki iste vrste.

V dosedanjih raziskavah vplivov okolja na telesno maso velikih rastlinojedih parkljarjev se je najpogosteje preučevalo časovno variiranje povprečne telesne mase osebkov iste populacije glede na nekatere dejavnike, ki so neodvisni od populacijske gostote (npr. vreme, klima: Loison in Langvatn, 1988; Loison in sod., 1999; Post in Stenseth, 1999) in glede na populacijsko gostoto preučevane vrste (npr. Klein in Strandgard, 1972; Clutton-Brock in Albon, 1983; Pettoirelli in sod., 2001; Pettoirelli in sod., 2002). Nekaj informacij se je pridobilo tudi o populacijskih gostotah in telesnih masah velikih rastlinojedih parkljarjev v različnih habitatnih tipih (npr. Klein in Strandegaerd, 1972; Jedrzejewska in sod., 1994; Pettoirelli in sod., 2001; Nielsen in sod., 2004) ter o vplivih topografskih spremenljivk na telesno maso (Myserud in sod., 2001). Od zadnjih treh naštetih sklopov raziskav jih je večino obravnavalo srnjad. Poleg tega se je pri večini dosedanjih raziskav vplivov habitata na telesno maso velikih rastlinojedih parkljarjev v analize zajelo povprečne telesne mase osebkov z nekega območja in jih primerjalo s telesno maso osebkov z drugega območja (ali več drugih območij). Ker se primerjana območja lahko razlikujejo po več okoljskih dejavnikih, na osnovi takšnih raziskav ni mogoče sklepati, kateri od njih dejansko vpliva na telesno maso. V času pisanja naloge nismo našli objavljenih raziskav, ki bi celostno obravnavala vplive zgradbe okolja na telesno maso jelenjadi ali druge vrste velike rastlinojede divjadi. Manjkajo tudi raziskave vplivov zgradbe gozda in prostorske razporeditve gozdnih in negozdnih površin na telesno maso jelenjadi. V pričujoči nalogi smo analize zasnovali na osnovi velikega vzorca prostorsko

natančno opredeljenih podatkov o telesnih masah izločenih osebkov jelenjadi in obravnavali vplive mnogih – domnevno pomembnih – okoljskih spremenljivk. Ker smo v analize zajeli podatke, ki prostorsko pokrivajo skoraj celotno populacijsko območje jelenjadi v Sloveniji, so intervali zaloga vrednosti obravnavanih neodvisnih spremenljivk zelo široki. Zato lahko sodimo, da smo vplive obravnavanih neodvisnih okoljskih spremenljivk na telesno maso jelenjadi precej verjetno zaznali, če so obstajali.

Multivariatne analize so pokazale, da je telesna masa jelenjadi odvisna od naslednjih okoljskih spremenljivk (Preglednici 45 in 47):

- nadmorske višine oz. celoletne povprečne temperature (telesna masa jelenjadi se z naraščanjem povprečne temperature oz. z zmanjševanjem nadmorske višine povečuje),
- deleža kmetijskih površin (to je ekstenzivnih in intenzivnih travnikov ter kmetijskih kultur) in gostote gozdnega roba (s povečevanjem deleža kmetijskih površin in gostote gozdnega roba se telesna masa jelenjadi povečuje),
- deleža iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev in površinskega deleža sestojev v razvojni fazi drogovnjakov (z naraščanjem deleža iglavcev in površinskega deleža drogovnjakov se telesna masa jelenjadi zmanjšuje),
- od povprečne gostote odstrela jelenjadi v obdobju zadnjih sedmih let in gostote odstrela v zadnjem letu (z naraščanjem obeh gostot se telesna masa jelenjadi zmanjšuje).

Naštete spremenljivke lahko glede na način pogojevanja energijske bilance jelenjadi podobno kot pri zgradbi celoletnih IOA jelenjadi razvrstimo v dve skupini. Spremenljivke delež kmetijskih površin, gostota gozdnega roba, delež iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev in površinski delež drogovnjakov verjetno vplivajo na telesno maso jelenjadi predvsem prek določanja količine in kakovosti biomase, ki je primerna za prehrano obravnavane živalske vrste. Z variiranjem nadmorske višine pa se verjetno spreminjata tako količina dostopne hrane (dolžina vegetacijske dobe), kot tudi kumulativna celoletna poraba energije nekega osebka jelenjadi. Torej le-ta verjetno vpliva tako na količino dobljene energije kot tudi na njeno porabo.

Poleg zgradbe življenjskega prostora je na telesno maso jelenjadi vplivala tudi gostota njenega odstrela, s katero smo ponazarjali prostorsko variiranje populacijske gostote jelenjadi. Neodvisna in odvisna spremenljivka sta v modelu negativno povezani. Naraščanje populacijske gostote jelenjadi torej vpliva na zmanjševanje njene telesne mase. V pričujoči nalogi smo vplive okoljskih spremenljivk na telesno maso jelenjadi z regresijskim modelom tudi kvantitativno ocenili. Izračunali smo spremembe (v deležih in absolutno) telesne mase jelenjadi pri spremembi okoljske spremenljivke iz njenega prvega v deveti decil. Če vrednosti teh ocen za spremenljivke primerjamo, lahko ugotovimo, da populacijska gostota vpliva na telesno maso jelenjadi s podobno jakostjo kot spremenljivke zgradbe prostora. Zato lahko sklepamo, da je pri sedanjih populacijskih gostotah jelenjadi v Sloveniji kumulativni vpliv spremenljivk zgradbe prostora na telesno maso praviloma večji od vpliva same populacijske gostote. Povedano drugače: na najboljšem habitatu (npr. prostor z velikim deležem negozdnih vegetacijskih oblik, majhnim deležem drogovnjakov in iglavcev) ima jelenjad kljub visoki populacijski gostoti praviloma večjo telesno maso od jelenjadi na slabem habitatu pri nizkih populacijskih gostotah. S spreminjanjem habitata je torej mogoče telesno stanje jelenjadi izboljševati vsaj tako učinkovito, kot z zmanjševanjem njene populacijske gostote.

Upadanje telesnih mas z naraščanjem populacijske gostote so ugotovili tudi mnogi drugi avtorji za več vrst velikih rastlinojedih parkljarjev (npr. Klein in Strandgard, 1972; Clutton-Brock in Albon, 1983; Pettorelli in sod., 2001; Pettorelli in sod., 2002). Navedena povezava je lahko posledica več dejavnikov, kot so: zmanjšanje količine dostopne hrane na posamezno žival, pogostnejše neposredne interakcije med osebki, lažji prenos parazitov (zbrano v Smith, 2001; Kelley in sod., 2005). Kelley in sod. (2005) so vplive populacijske gostote jelenjadi na kazalnike njene vitalnosti (reprodukcija, telesna masa) preučevali s kontroliranim poskusom. Avtorji ugotavljajo, da se z naraščanjem populacijske gostote jelenjadi njena vitalnost zmanjšuje predvsem zaradi slabšanja prehranskih razmer: zmanjševanja dostopne količine hrane na posamezno žival. Po njihovem mnenju na telesno maso osebkov jelenjadi zlasti pomembno vplivajo prehranske razmere v toplem delu leta, ko so njihove energijske potrebe zaradi rasti rogovja, razvoja in dojenja potomcev, paritve in kopičenja maščobnih zalog za zimo velike.

Telesna masa je bila negativno odvisna od povprečne gostote odstrela jelenjadi v obdobju zadnjih sedmih let in od gostote odstrela v zadnjem letu (od dveh spremenljivk). Zato lahko sodimo, da trenutna telesna masa nekega osebka jelenjadi ni zgolj rezultat vplivov okolja v zadnjem letu, temveč se v njej odražajo tudi razmere iz daljše preteklosti. Podobno ugotavljajo tudi Forchhammer in sod. (2001), ki so preučevali vplive nihanja severnoatlantske klimatske oscilacije in časovnega nihanja populacijske gostote na telesno maso Soayeve ovce (*Ovis aries*). Ugotovili so, da nihanje severnoatlantske klimatske oscilacije v sinergiji z nihanjem populacijskih gostot proži velike razlike v telesnih masah ovc, skotenih v različnih letih in območjih. Razlike v telesni masi med enako starimi kohortami živali so bile opazne še nekaj let zatem, ko je dejavnik, ki je te razlike povzročil, že nehal delovati. Iz navedene raziskave je razvidno, da dinamika rasti nekega osebka v prvem življenjskem letu pomembno vpliva na ves njegov nadaljnji telesni razvoj in reprodukcijo.

Ugotovljeni zapoznili učinki vplivov okolja na telesno maso jelenjadi so pomembni z vidika njenega upravljanja. Spremljanje dinamike telesne mase velike rastlinojede parkljaste divjadi glede na izvršene ukrepe v okolju in populacijah divjadi je namreč eden najpomembnejših kazalnikov (povratnih informacij) pri kontrolni metodi gospodarjenja z gozdom in divjadjo (Simonič, 1980). Rezultati naše in prej omenjene raziskave opozarjajo, da pri pričakovanju učinkov upravljanja rastlinojede divjadi na njihovo telesno stanje ne smemo biti neučakani, zlasti ne pri odraslih živalih. Simonič (1980) je na Snežniško-javorniškem območju preučeval učinke upadanja populacijske gostote jelenjadi (kot posledica načrtnega intenzivnejšega odstrela) in izboljševanja splošnih prehranskih razmer v okolju na telesno maso, zdravstveno stanje in nataliteto (stopnjo oplojenosti) jelenjadi. Ugotovil je, da se spremembe populacijske gostote dokaj hitro in močno odražajo na telesni masi mladičev in stopnji oplojenosti junic, pri odraslih živalih pa so učinki zmanjšane gostote počasnejši in manj opazni.

Poleg naštetih okoljskih dejavnikov je bila telesna masa nekega osebka jelenjadi odvisna tudi od njegove pripadnosti določenemu populacijskemu območju (južna Slovenija, Pohorje, Prekmurje, Alpe in Karavanke). Meje naštetih območij smo določili na osnovi poročil o lokacijah in poteku ponovnih naselitev jelenjadi na območju današnje RS ob koncu 19. stoletja in njenem poznejšem prostorskem širjenju (Adamič 1990; Behin, 1997; August, 1998; Muznik, 1999; Polanc, 2001). V eno območje smo združili lovišča, katerih jelenjad izvira iz iste naselitve, ali lovišča z jelenjadjo, ki izvira iz več med seboj že

spojenih naselitvenih jeder. Jelenjad, ki je bila ob koncu 19. stoletja ponovno naseljena v več oborah po Sloveniji, izhaja iz različnih delov nekdanje avstroogrske monarhije. Ker so osebkii iz obravnavanih populacijskih območij jelenjadi potomci različnih izvornih populacij, se torej lahko med seboj genetsko razlikujejo. Poznejša molekularna analiza (Frank, 2005) je pokazala, da med jelenjadjo z obravnavanih območij dejansko obstajajo genetske razlike. Ista raziskava je pokazala, da na območjih, ki smo ju v pričujoči nalogi označili kot južna Slovenija ter Alpsko-karavanško območje živi več genotipov jelenjadi, na Pohorju in zlasti v Prekmurju pa močno prevladuje en genotip jelenjadi – na vsakem svoj. Fenotipske lastnosti nekega organizma (tudi njegova telesna masa) so v splošnem odvisne od njegovega genotipa in vplivov okolja. Ker se telesne mase jelenjadi iz štirih obravnavanih populacijskih območij tudi po odstranitvi vplivov primarnih (spola, starosti in letnega časa) in okoljskih dejavnikov statistično značilno razlikujejo, domnevamo, da so ugotovljene razlike v telesnih masah verjetno tudi posledica genotipskih razlik jelenjadi med območji oz. vplivov genotipa na telesno maso. Z analizami, ki smo jih opravili v pričujoči nalogi, tega sicer ni mogoče neizpodbitno dokazati, saj so lahko vplivi okoljskih dejavnikov zapletenejši, kot jih predpostavljajo v nalogi uporabljeni statistični modeli. Vendar pa so razlike med nekaterimi obravnavanimi populacijskimi območji tako velike, da zelo verjetno niso zgolj posledica vplivov okolja. Jelenjad s Prekmurja ima na primer v povprečju za prek dvajset odstotkov (21,6) večjo telesno maso od jelenjadi z drugih delov Slovenije.

Na osnovi opravljenih analiz lahko sodimo, da telesna masa osebkov jelenjadi zaradi vplivov določenih dejavnikov zgradbe prostora (nadmorske višine, zgradbe gozda, deleža in oblike gozdnih in negozdnih površin), populacijske gostote jelenjadi in morda tudi vplivov genotipa, prostorsko variira. Jelenjad, ki živi v »boljšem« okolju, ima večjo telesno maso. Telesna masa je pri samcih in samicah velikih rastlinojedih parkljarjev tesno pozitivno povezana z njihovo nataliteto (Clutton-Brock in sod., 1982; Langvatn in sod., 1996; Gaillard in sod., 2000). Zato se poraja vprašanje, zakaj se bodisi prek naraščanja lokalne populacijske gostote (katere dinamika bi ustrezala habitatnim danostim) bodisi prek disperzije jelenjad v prostoru ne razporedi tako, da bi dosegla idealno prosto porazdelitev (kot jo definirata Fretwell in Lucas, 1970), kar bi pomenilo, da se telesne mase (oz. življenjski reprodukcijski uspeh) enako starih osebkov v gradientu okoljskih spremenljivk ne spreminjajo. Coulson in sod. (1997) so primerjali stopnjo preživetja mladičev za dve populaciji jelenjadi na Škotskem, ki se med seboj razlikujeta po gostoti. Ugotovili so, da je le-ta pri populaciji z nižjo gostoto, ki živi na območju z slabšimi naravnimi danostmi, večja kot pri drugi populaciji jelenjadi z večjo gostoto. Podobno ugotavljajo tudi Conrad in sod. (1999), ki so primerjali življenjski reprodukcijski uspeh jelenjadi s treh ločenih območij na otoku Rhum (Škotska). Ugotovili so, da je ta največji pri jelenjadi, ki živi na območju z najmanjšo prehransko nosilno zmogljivostjo, a so tam njene populacijske gostote najmanjše. Znotraj teh območij pa so bili osebkii jelenjadi idealno prosto porazdeljeni (glej tudi poglavje 3.3.2). Jelenjad in drugi veliki rastlinojedi parkljarji (Wahlström in Kjellander, 1995; Pettorelli in sod., 2001) se očitno idealno prosto razporedijo le znotraj manjših območij, ne pa tudi v večjem prostorskem merilu, saj je njihova prostorska disperzija omejena. Podobno ugotavljata tudi Tyler in Hargrove (1997). Z modeliranjem sta ugotovila, da se živali najverjetneje idealno prosto razporedijo le na območju, ki ustreza največjim dnevnim migracijskim razdaljam obravnavane živalske vrste.

V prejšnjih delih diskusije smo pokazali, da zgradba prostora in nekateri drugi okoljski dejavniki vplivajo na celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi, na velikosti njenih celoletnih IOA in tudi na njeno telesno maso. V luči klasične evolucijske teorije je vsaka aktivnost – življenjska strategija – nekega osebka smiselna le, če se tako ali drugače odraža v povečevanju njegovega reprodukcijskega uspeha. Kot je bilo že večkrat izpostavljeno, je le-ta pri velikih rastlinojedih močno odvisen od relativne telesne mase osebka. Zato lahko pričakujemo, da vsaj nekatere spremenljivke, ki vplivajo na prostorsko razporeditev jelenjadi (zlasti celoletno), pogojujejo tudi njeno telesno maso. Razlike v kvaliteti habitata lahko osebki jelenjadi v določeni meri kompenzirajo tudi z rabo različno velikih celoletnih IOA. Zato bi pričakovali, da tudi rezultati analiz zgradbe celoletnih IOA sovpadajo z rezultati drugih dveh sklopov naloge.

Rezultati glavnih sklopov analiz prej izpostavljeni domnevi delno potrjujejo. Nekatero spremenljivko zgradbe prostora so bile prepoznane kot pomembne v vseh treh glavnih sklopih analiz, druge pa le v enem ali dveh.

Razporeditev gozdnih in negozdnih površin tako na primer vpliva na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi (iz analiz je razvidno, da je jelenjad ekotonska vrsta), na velikosti njenih celoletnih IOA (s povečevanjem negozdnih površin se njena celoletna IOA zmanjšujejo) in tudi na njeno telesno maso (s povečevanjem deleža negozdnih površin in gostote gozdnega roba se telesna masa jelenjadi povečuje). Podobno bi lahko ugotovili tudi za zgradbo gozda (deleži posameznih razvojnih faz sestojev in oblik gospodarjenja z gozdom) in za nadmorsko višino. Poudarjena raba naštetih spremenljivk je za osebe jelenjadi torej smotrna tudi z vidika povečevanja njihove telesne mase in s tem življenjskega uspeha pri reprodukciji.

Ravno obratno pa so krmišča med vsemi obravnavanimi spremenljivkami najmočnejše vplivala na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi in pomembno pogojevala tudi velikosti njenih celoletnih IOA, vplivov krmljenja na telesno maso pa nismo ugotovili. Lahko bi torej sklepali, da jelenjad dejanski »pomen« hrane s krmišč v primerjavi z drugimi prehranskimi viri precenjuje. Morda zato, ker so v naravi prostorsko ozko koncentrirani in v kratkem obdobju količinsko nihajoči viri hrane za velike rastlinojede zelo redki ali pa jih sploh ni (Schmidt in Hoi, 1999) in se zato nanje evolucijsko niso imeli možnosti prilagoditi.

Tudi ceste javnega pomena so pomembno vplivale na celoletno prostorsko razporeditev in na velikosti celoletnih IOA jelenjadi, njihovih vplivov na telesno maso pa nismo ugotovili. Zato sodimo, da ceste in z njimi povezane motnje ne vplivajo na energijsko bilanco jelenjadi v tolikšni meri, da bi se to odražalo na njeni telesni masi. Morda zato, ker se jelenjad na motnje, pogojene z bližino cest, očitno lahko v določeni meri prilagodi tako, da do njih postane bolj tolerantna (poglavje 7.1.1.2). Razvila je tudi več vedenjskih mehanizmov (izogibanje bližini cest, poudarjena raba varnostnega kritja blizu cest, izogibanje bližini cest podnevi), s katerimi ublaži negativne vplive cest oz. ji ti omogočajo, da z njimi zmanjšuje pogostnost bežanja in zato tudi porabo energije za »prazno« gibanje – bežanje. Neznačilne vplive cest na telesno maso jelenjadi pa je mogoče pojasniti tudi z drugo, dodatno razlago. Geist (1982) ugotavlja, da se vapiti na prisotnost velikih plenilcev odziva z združevanjem v večje skupine, spremembo dnevno-nočnega ritma aktivnosti, poudarjeno rabo vegetacijskih oblik, ki nudijo boljše varnostno kritje, ali pa se začne celo trajno izogibati področjem, kjer je aktivnost plenilcev večja. O spremenjenem vedenju

parkljarjev na območjih z velikimi plenilci poročajo tudi drugi avtorji (Mech, 1977; McLaren in Peterson, 1994; Ripple in sod., 2001). Veliko naštetih proti-plenilskih reakcij vapija je zelo podobnih ugotovljenim reakcijam jelenjadi na človeka oz. na bližino cest. Zdi se, kot da reakcije jelenjadi na človeka (in bližino cest) izvirajo oz. so podobne njenim reakcijam na velike plenilce. Večina proti-plenilskih strategij pa ne optimizira življenjskega reprodukcijskega uspeha velikih rastlinojedih parkljarjev prek varčevanja energije, temveč prek povečanja verjetnosti preživetja, tj. zmanjševanja verjetnosti biti uplenjen. Vedenjski odzivi na velike plenilce torej povečujejo življenjski reprodukcijski uspeh velikih rastlinojedih parkljarjev, vendar pa to povečanje ni povezano s povečevanjem njihove telesne mase. Evidentirane reakcije jelenjadi na ceste bi bile z vidika povečevanja življenjskega reprodukcijskega uspeha verjetno smotrne, v kolikor bi bližina cest dejansko pomenila povečano verjetnost plenilskih napadov. Ker je pri nas lov z vozil prepovedan, pa je opažena reakcija jelenjadi na ceste verjetno »pretirana«.

Na osnovi primerjav spremenljivk zgradbe prostora, ki so se v treh glavnih skopih analiz izkazale kot najpomembnejše, lahko torej zaključimo, da se poudarjena raba določenega vira (oz. nehomogena razporeditev jelenjadi glede na gradient neke spremenljivke zgradbe prostora) sicer praviloma odraža tudi na povečani telesni masi jelenjadi, kar pomeni tudi povečanje njenega življenjskega uspeha pri reprodukciji, pri nekaj spremenljivkah (krmišča in ceste) pa teh povezav nismo odkrili.

Rezultati pričujoče naloge so pomembni tudi z vidika upravljanja jelenjadi. Na njeno celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev, na velikosti njenih celoletnih IOA in tudi na njeno telesno maso namreč vpliva več spremenljivk, ki jih je mogoče vsaj v določeni meri regulirati. To so: krmišča, prostorska razporeditev gozda in negozdnih površin, zgradba gozda, potek in gostota cest. Z modificiranjem naštetih spremenljivk posredno torej vplivamo tudi na prostorsko razporeditev (lokalno populacijsko gostoto), na velikosti IOA in na telesno maso jelenjadi (s tem tudi na njeno nataliteto). Pri upravljanju populacij jelenjadi in usklajevanju odnosov med jelenjadjo in gozdom torej odstrel (s katerim vplivamo predvsem na lokalno populacijsko gostoto) še zdaleč ni edino orodje, temveč le eden od številnih možnih ukrepov.

7.2 SKLEPI

Pri preverjanju hipotez smo prišli do naslednjih sklepov:

A RABA PROSTORA

A.1 Celoletna raba prostora

A.1.1 Zgradba prostora pomembno vpliva na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi. Z univariatnimi in multivariatnimi analizami smo ugotovili, da so posnete lokacije jelenjadi in njena združena celoletna individualna območja aktivnosti (IOA) nehomogeno razporejeni v gradientu mnogih spremenljivk zgradbe prostora. Rezultati analiz prvega (izbira IOA) in drugega nivoja (notranja raba IOA) habitatnega izbora so za večino obravnavanih spremenljivk skladni. Čeprav je bila celoletna prostorska razporeditev jelenjadi pogojena z več spremenljivkami zgradbe prostora in njihovimi interakcijami prvega reda, so klasifikacijske točnosti izdelanih modelov celoletne rabe prostora jelenjadi razmeroma majhne, kar je verjetno posledica velike prilagodljivosti jelenjadi pri izbiri habitata.

A.1.1.1 Jelenjad čez vse leto poudarjeno uporablja območja, na katerih lahko hkrati najde več hrane in kritje, kjer se stikajo prehranske zaplate in gozd. Verjetnost njene rabe prostora je tako obojestransko upadala z oddaljenostjo od gozdnega roba: na negozdnih površinah zelo hitro, znotraj gozda počasneje. Ker jelenjad intenzivno uporablja gozdni rob in njegovo neposredno okolico, jo lahko opredelimo kot ekotonsko vrsto. Znotraj gozda je nekoliko pogostejše uporabljala sestoje in oblike gozda z obilnejše razvito grmovno in zeliščno plastjo: sestoje v pomlajevanju, prebiralne gozdove, grmišča in mladovja. Verjetno zato, ker le-ti v nasprotju z drogovnjaki in debeljaki, ki so bili nepriljubljeni, nudijo več hrane in hkrati tudi varnostno kritje. Čeprav se jelenjad zelo izrazito koncentrira v okolici krmišč le v zimskem času, se zaradi njenih omejenih sezonskih migracij med zimskimi in letnimi območji aktivnosti, prostorska razmestitev krmišč močno odraža tudi na celoletni prostorski razporeditvi jelenjadi. Krmišča so pri univariatnih in multivariatnih analizah obeh nivojev habitatnega izbora med vsemi obravnavanimi spremenljivkami najmočnejše vplivala na njeno celoletno prostorsko razporeditev. Glede na rezultate naših telemetrijskih spremljav (50 osebkov z VHF telemetrijo in 4 z GPS telemetrijo), lahko sodimo, da so gostote jelenjadi in torej tudi njeni vplivi na gozdni prostor zelo povečani v 500-metrskem pasu okoli krmišč, še vedno občutni pa v pasu s 1.500-metrskim polmerom okoli krmišč.

A.1.1.2 Na celoletno prostorsko razporeditev jelenjadi vplivajo tudi ceste in naselja, saj v prostor vnašajo nemir. Jelenjad na prisotnost človeka reagira s trajnim umikom, poudarjeno rabo varnostnega kritja in z nočno rabo območij, na katerih so motnje, pogojene s človekovimi aktivnostmi, pogostnejše. Analize so tako pokazale, da se jelenjad izogiba bližini glavnih cest in predelom, ki so hkrati blizu glavnih cest in naselij. Širine vplivnih območij cest se med raziskovalnimi območji (Snežniško-javorniško, Kočevska, Menišija in Goričko) razlikujejo, kar nakazuje, da se jelenjad na motnje, pogojene z bližino cest, lahko v določeni meri prilagodi, vendar pa so bila vplivna območja cest vselej širša od 250 metrov. Blizu glavnih cest jelenjad pogostejše uporabljala mladovja, saj nudijo dobro varnostno kritje. Z analizo 24-urne rabe prostora smo poleg tega ugotovili, da se jelenjad podnevi, ko je človek aktiven, zadržuje dlje od gozdnih in glavnih cest in tudi od naselij. Svojo aktivnost je torej časovno (negativno) uskladila z aktivnostjo človeka.

Poleg naštetih spremenljivk je na celoletno rabo prostora jelenjadi vplivala tudi nadmorska višina (oziroma temperatura) in interakcija nadmorske višine in jakosti sončnega sevanja. Gostota posnetih lokacij je na nadmorskih višinah, večjih od 1.200

metrov, z nadaljnjim naraščanjem višine strmo upadala. Verjetno zato, ker so tam temperature že tako nizke, da narekujejo povečano porabo energije za termoregulacijo. Na večjih nadmorskih višinah (nižje temperature) je pogostejše uporabljala lege z večjo jakostjo sončnega sevanja, na nižjih predelih pa lege z manjšo jakostjo sevanja. Verjetno zato, ker interakcija obeh spremenljivk ustvarja ugodnejše termalno okolje. Na predelih z večjo jakostjo sončnega sevanja so namreč učinkovite temperature okolja lahko močno povečane.

Če vse navedene spremenljivke opredelimo glede na njihovo pogojevanje energijske bilance jelenjadi, lahko ugotovimo, da le-ta pogostejše uporablja območja, kjer najde več hrane (večji vnos energije), izogiba pa se predelom, ki narekujejo povečano porabo energije, bodisi za termoregulacijo (najvišji predeli), bodisi zaradi pogostnejšega bežanja in povečane vznemirjenosti (bližina cest).

A.2 Sezonska raba prostora

A.2.1 Jelenjad se na sezonske spremembe v ravni abiotских in biotских dejavnikov odziva s sezonsko specifično rabo prostora. Univariatne in multivariatne analize so tako pokazale, da se zgradba prostora, ki ga uporablja v toplem delu leta, v več spremenljivkah zgradbe prostora razlikuje od zgradbe njenih zimskih območij aktivnosti. Pozimi je jelenjad pri izboru habitata bolj specialistično naravnana kot v toplem delu leta.

A.2.1.1 Spremljana jelenjad se je pozimi premaknila v bližino krmišč, manj pogosto uporabljala negozdne površine, pogostejše uporabljala sestoje z obilnejšo grmovno plastjo (grmišča, sestoje v pomlajevanju in prebiralne gozdove) in položnejše predele. Proti pričakovanjem pa med sezonama nismo odkrili značilnih razlik v rabi nadmorskih višin ter toplih in hladnih leg kakor tudi ne v zgradbi sestojev glede na njihovo intercepcijo snega in s tem debelino pritalne snežne odeje.

Krmišča so med vsemi obravnavanimi spremenljivkami zgradbe prostora pojasnjevala največ razlik v prostorski razporeditvi jelenjadi med toplim in hladnim delom leta. Jelenjad se v hladnem delu leta izrazito koncentrira v neposredni okolici krmišč, v toplem delu leta pa se razprši v njihovo širšo okolico. Njena zimska prostorska razporeditev glede na oddaljenost od krmišč je verjetno v veliki meri pogojena z debelino snega in deloma tudi s temperaturo. V mesecu z največ snega je srednja oddaljenost posnetih lokacij jelenjadi spremljane z GPS telemetrijo znašala 200 metrov, v najtoplejšem mesecu pa 1.100 metrov. Izrazita zimska koncentracija jelenjadi v neposredni okolici krmišč je zaradi problematik njenih vplivov na gozd rizični faktor, ki ga je pri načrtovanju prostorske razporeditve krmišč treba upoštevati.

Negozdne površine so zelo pomemben prehranski habitat jelenjadi. S hkratno analizo podatkov, zbranih z VHF in GPS telemetrijo, smo ocenili, da jelenjad preživi v letu povprečno okoli 80 odstotkov časa v gozdu, 20 pa na negozdih površinah. Verjetno ima prostor s takšno zgradbo za jelenjad tudi največjo nosilno zmogljivost. Primerjava sezonske rabe prostora je pokazala, da v času vegetacijske dobe negozdne površine (intenzivni in ekstenzivni travniki ter obdelovalne površine) zelo pomembno vplivajo na prostorsko razporeditev jelenjadi. Trave tedaj predstavljajo tudi njen najpomembnejši prehranski vir. V hladnem delu leta pa jelenjad redkeje zapušča kritje gozda. Tedaj znotraj gozda pogostejše uporablja sestoje in oblike gozdov z razvito grmovno plastjo, v katerih lahko tudi v snegu najde hrano.

A.3 Dnevno-nočna raba prostora

A.3.1 Zaradi značilnih cirkadianih ritmov aktivnosti jelenjadi (počivanje, prehranjevanje, iskanje hrane in prehajanje med prehranskimi habitatami in počivališči) in sprememb v ravni okoljskih dejavnikov se raba prostora jelenjadi spreminja tudi v 24-urnem obdobju. Univariatne in multivariatne analize so tako pokazale, da se raba prostora štirih košut, spremljanih z GPS telemetrijo, med dnevom in nočjo značilno razlikuje v mnogih spremenljivkah. Razlike v dnevno-nočni rabi prostora spremljane jelenjadi so bile celo večje od sezonskih. Dnevno-nočno menjavanje rabe prostora je tekom vsega leta vezano na fotoperiodiko.

A.3.1.1 Jelenjad se podnevi zadržuje skoraj izključno znotraj gozda, praviloma globlje v gozdu, zvečer se pomakne proti gozdnemu robu in ob mraku izstopa na odprte površine. Delež rabe negozdne vegetacijske oblike je pri 4 spremljanih košutah sredi dneva tako znašal 3–5 odstotkov, sredi noči pa od 35–60 odstotkov. Ponoči jelenjad uporablja tudi negozdne površine, ki so dlje od gozdnega roba, vendar pa se od njega praviloma ne oddaljuje več kot 100 metrov, kar opozarja na pomen kritja (gozda) pri izrabi pašnih površin. Te so najboljše izkoriščene, če je njihov premer manjši od 200 metrov in imajo veliko razmerje med obsegom ter površino.

A.3.1.2 Jelenjad je rabo območij, na katerih je človek pogosto prisoten, uskladila z ritmom človekove aktivnosti, zato jih pogosteje uporablja ponoči. Povprečna oddaljenost posnetih lokacij jelenjadi od najbližjih gozdnih in glavnih cest ter naselij je bila tako podnevi značilno večja kot ponoči. Razdalje dnevno-nočnih premikov jelenjadi se verjetno ujemajo z jakostjo motenj vira, ki jih proži, in so glede na naselja največje, najmanjše pa glede na gozdne ceste. Na spremembe človekove aktivnosti se jelenjad odziva tudi s časovno spremenljivo rabo vegetacijske oblike. Podnevi tako pogosteje kot ponoči uporablja sestoje, ki nudijo boljše varnostno kritje (zlasti mladovja).

Dnevna in nočna raba prostora jelenjadi se je razlikovala tudi po nadmorski višini, naklonu in osončenosti terena. Podnevi se je jelenjad zadrževala višje kot ponoči. Zlasti zjutraj, tik po sončnem vzhodu, se je pogosto zadrževala na strmih sončnih legah. Sredi dneva pa je pogosteje uporabljala lege z manjšo jakostjo sončnega obsevanja. Verjetno se z rabo različnih nadmorskih višin in toplih ter hladnih leg prilagaja dnevno nočnim spremembam zunanje temperature, kar ji omogoča manjšo porabo energije za termoregulacijo.

Če vse razlike v rabi prostora med dnevom in nočjo opredelimo glede njihovega pogojevanja energijske bilance jelenjadi, lahko ugotovimo, da na njeno nočno prostorsko razporeditev vpliva predvsem količina dostopne hrane (pridobivanje energije). Podnevi pa pogosteje uporablja prostor, na katerem lahko minimalizira porabo energije (varnostno kritje, termo-nevtralna območja, oddaljevanje od človeka). Navedene ugotovitve so skladne z rezultati raziskav časovne bilance funkcionalnih aktivnosti jelenjadi. Iz njih je razvidno, da se jelenjad ponoči bolj intenzivno prehranjuje in je bolj aktivna kot podnevi, ko več časa preživi na počivališčih. Slednja izbira po drugačnih načelih kot prehranske habitate.

B VELIKOSTI IN ZGRADBA CELOLETNIH INDIVIDUALNIH OBMOČIJ AKTIVNOSTI

B.1 Zgradba in velikost celoletnega IOA nekega osebkaja je rezultat njegove izbire specifičnih dnevnih, nočnih in sezonskih habitatov in njihove medsebojne prostorske razporeditve. Celoletna IOA jelenjadi, ugotovljena s kernelsko metodo, v povprečju obsegajo 653 ± 128 ha ($n = 73$). Individualne razlike so velike. Najmanjše IOA je tako obsegalo 90, največje pa prek 2.600 ha. Multivariatne in univariatne analize zgradbe IOA so pokazale, da na njihovo

velikost vpliva več okoljskih dejavnikov, povezanih z nosilno zmogljivostjo in sekundarno fragmentacijo prostora, ter spol živali.

B.1.1 Ker imajo jeleni večjo telesno maso od košut, potrebujejo za pokritje energijskih potreb večja IOA. Celoletna IOA spremljanih jelenov so v povprečju obsegala 767 ± 230 ha ($n = 30$), košut pa 572 ± 142 ha ($n = 43$). Razlike med spoloma so statistično značilne. Ugotovljene razlike v velikosti IOA med spoloma se zelo dobro ujemajo z napovedanimi razlikami v velikosti IOA, ki temeljijo na izračunani porabi metabolne energije obeh spolov.

B.1.2–B.1.5 Površina celoletnega IOA jelenjadi je pozitivno odvisna od nadmorske višine (oziroma negativno od povprečne celoletne temperature) in od povprečne oddaljenosti najbližjih negozdnih površin, negativno pa od intenzivnosti zimskega dopolnilnega krmljenja in deleža kmetijskih površin v neposredni okolici IOA. Naštete spremenljivke vplivajo na skupno nosilno zmogljivost prostora prek pogojevanja količine in kakovosti jelenjadi dostopne hrane (npr. intenzivnost zimskega krmljenja, dostopnost negozdnih površin) ali s hkratnim vplivom na količino dostopne hrane in porabo energije za vzdrževanje stalne telesne temperature, iskanje hrane, gibanje (npr. nadmorska višina $\Rightarrow$ dolžina in ostrina zime, efektivna temperatura, dolžina vegetacijske dobe). Habitatna primernost torej vpliva na velikost življenjskega prostora osebkov jelenjadi. Če le-ta živi na »boljšem« habitatu, ki ji omogoča doseganje ugodnejše energijske bilance, lahko preživi na manjšem prostoru. Velikosti celoletnih IOA so bile poleg nosilne zmogljivosti negativno povezane tudi s povprečno gostoto odstrela jelenjadi, s katero smo ponazarjali prostorsko variiranje populacijske gostote jelenjadi. Opisana povezava je lahko posledica povečanih populacijskih gostot jelenjadi na habitatih z večjo nosilno zmogljivostjo. Na upadanje celoletnih IOA z naraščanjem populacijskih gostote verjetno dodatno vplivajo tudi neposredne interakcije med osebki.

Na velikosti IOA jelenjadi so zelo pomembno vplivale tudi ceste. Pomembnejše ceste funkcionalno razrežejo življenjski prostor jelenjadi na zaplate. V večjih zaplatah ima jelenjad večja IOA, v manjših pa manjša. Ker ceste neodvisno od nosilne zmogljivosti prostora (katerega variiranje so v analizah kontrolirale prej naštete spremenljivke) vplivajo na velikosti IOA jelenjadi, sodimo, da le-ta ne uporablja najmanjšega možnega prostora, na katerem lahko zadovolji svoje energijske potrebe (kar je hipoteza nekaterih drugih avtorjev), temveč večjega. Velikosti IOA jelenjadi sicer so negativno odvisne od nosilne zmogljivosti prostora in slednja nedvomno (že po definiciji) pogojuje najmanjšo možno površino IOA osebkov jelenjadi, kar pa ne pomeni da le-ti ne uporabljajo večjih.

C TELESNA MASA

C.1 Telesna masa osebkov jelenjadi je poleg spola in starosti ter letnega časa (v nadaljevanju: primarni dejavniki) odvisna tudi od zgradbe njihovega življenjskega prostora, populacijske gostote in verjetno tudi od genotipa. Telesna masa samcev jelenjadi se povečuje nekako do dopolnjenega osmega leta (ocenjena starost), ko v povprečju znaša med 130 in 140 kg (tehtano brez prebavnih organov in krvi), telesna masa košut pa preneha naraščati po dopolnjenem četrtem letu ko znaša povprečno okoli 80 kg. Telesne mase jelenjadi z različnih obravnavanih populacijskih območij se značilno razlikujejo. Povprečna telesna masa jelenjadi v Prekmurju tako znaša $78,7 \pm 3,6$ kg ($n = 477$), na Pohorju $68,2 \pm 4,6$ kg ($n = 238$), v južni Sloveniji $65,4 \pm 1,4$ kg ($n = 2346$) ter v Alpah in Karavankah $62,0 \pm 2,0$ kg ($n = 859$). Razlike so velike zlasti med Prekmurjem in ostalimi deli Slovenije. Jelenjad v Prekmurju ima namreč v povprečju za prek dvajset (21,6) odstotkov večjo telesno maso od preostale jelenjadi v Sloveniji.

C.1.1–C.1.4 Z multivariatnimi analizami smo ugotovili, da je telesna masa osebkov jelenjadi ob odstranitvi vplivov primarnih dejavnikov pozitivno odvisna od deleža kmetijskih

površin (to je intenzivnih in ekstenzivnih travnikov in obdelovalnih površin) in gostote gozdnega roba v njihovem življenjskem prostoru, negativno pa od nadmorske višine (oz. pozitivno od povprečne celoletne temperature), površinskega deleža sestojev v razvojni fazi drogovnjak, deleža iglavcev v skupni lesni zalogi in povprečne gostote odstrela jelenjadi v obdobju zadnjih sedmih let in zadnjega leta. Proti pričakovanjem pa nismo ugotovili vplivov topografske (katere vplivi so bili že potrjeni v neki drugi sorodni raziskavi) in drugih pestrosti kakor tudi ne intenzivnosti zimskega dopolnilnega krmljenja. Vplivi krmljenja na energetiko jelenjadi so očitno manjši, kot bi pričakovali na osnovi njihovega vpliva na prostorsko razporeditev in velikosti IOA jelenjadi.

Delež kmetijskih površin, gostota gozdnega roba, delež iglavcev, delež drogovnjakov in populacijska gostota vplivajo na telesno maso jelenjadi predvsem prek pogojevanja količine in kakovosti hrane, ki je dostopna nekemu osebkju jelenjadi. Nadmorska višina pa nanjo verjetno vpliva s hkratnim pogojevanjem skupne celoletne količine dostopne hrane in porabe energije. Kombinacija naštetih spremenljivk vpliva na neto doseženo energijsko bilanco osebkja, le-ta pa pogojuje njegovo telesno maso.

Z modelom smo za vse okoljske dejavnike ocenili absolutno (v kg) in relativno (v odstotkih) spremembo telesne mase jelenjadi ob spremembi vrednosti obravnavanega okoljskega dejavnika iz njegovega spodnjega v zgornji decil. Z medsebojno primerjavo izračunanih ocen smo ugotovili, da populacijska gostota vpliva na telesno maso jelenjadi s podobno jakostjo kot posamezni dejavniki zgradbe prostora. Zato lahko sklepamo, da je pri sedanjih populacijskih gostotah jelenjadi v Sloveniji skupni vpliv dejavnikov zgradbe prostora na telesno maso praviloma večji od vpliva populacijske gostote. Povedano drugače: na najboljših habitatih (npr. prostor z velikim deležem negozdnih vegetacijskih oblik, majhnim deležem drogovnjakov in iglavcev) ima jelenjad kljub visoki populacijski gostoti praviloma večjo telesno maso od jelenjadi na slabem habitatu pri nizkih populacijskih gostotah. Z upravljanjem habitata je torej mogoče telesno stanje jelenjadi vsaj tako močno regulirati kot z uravnavanjem njene populacijske gostote. Pri tem velja poudariti, da se izvršeni ukrepi (bodisi v okolju bodisi v populacijah jelenjadi) na stanju jelenjadi (telesna masa, nataliteta) – zlasti pri odraslih živalih – ne izrazijo takoj v celoti, temveč tudi z nekajletno časovno zamudo.

Poleg naštetih okoljskih dejavnikov je bila telesna masa jelenjadi odvisna tudi od njene pripadnosti določenemu populacijskemu območju. Povprečne telesne mase jelenjadi z območij, naštetih v odstavku C.1, se tudi po odstranitvi vplivov primarnih in okoljskih dejavnikov značilno razlikujejo, kar je lahko posledica genetskih razlik med jelenjadjo s teh območij in vplivov genotipa na telesno maso.

V luči klasične evolucijske teorije je vsaka aktivnost, življenjska strategija nekega osebkja (tudi izbor določenega prostora) smotrna le, če z njo povečuje življenjski uspeh pri reprodukciji. Pri velikih rastlinojedih parkljarjih telesna masa prek več neposrednih in posrednih učinkov močno vpliva na njihov življenjski uspeh pri reprodukciji. Razlike v kakovosti habitata lahko osebkji v določeni meri kompenzirajo tudi z rabo večjih ali manjših IOA. Torej je smiselno pričakovati, da vsaj nekatere spremenljivke, ki so pomembne pri habitatnem izboru jelenjadi (zlasti na celoletnem nivoju: A.1), vplivajo tudi na velikosti njenih celoletnih IOA (B) in na njeno telesno maso (C). Vsebinska primerjava rezultatov vseh treh sklopov analiz je to pričakovanje delno potrdila. Nekatere spremenljivke (npr. razporeditev gozdnih in negozdnih površin, zgradba gozda, nadmorska višina) so se izkazale kot pomembne pri vseh treh naštetih sklopih raziskave. Ceste javnega pomena in krmišča pa močno vplivajo na prostorsko razporeditev jelenjadi in velikosti njenih IOA, njunih vplivov na telesno maso pa nismo ugotovili.

9 POVZETEK

Jelenjad in druge vrste velike rastlinojede divjadi lahko prek selektivnega prehranjevanja z deli rastlin, izločanja ekskrementov in številnih posrednih kaskadnih učinkov pomembno vplivajo na zgradbo in procese v ekosistemih, ki jih poseljujejo in v njih opravljajo celo vlogo ključne vrste. Nekateri od njihovih vplivov na gozd (npr. zaviranje naravne obnove zaradi objedanja gozdnega mladja, poškodbe mlajših sestojev zaradi lupljenja dreves) so z vidika gospodarjenja z gozdovi izrazito negativni. V gozdno-kmetijski krajini so pogosto problematične tudi škode, ki jih povzročajo na kmetijskih kulturah. Zato je upravljanje velike rastlinojede divjadi že z ekonomskih vidikov danes nujno sredstvo pri doseganju zastavljenih gospodarskih ciljev. Eden od predpogojev učinkovitega upravljanja velike rastlinojede divjadi je poznavanje vplivov okoljskih dejavnikov na njeno prostorsko razporeditev in vitalnost. Samo to namreč omogoča izbiro učinkovitih ukrepov in točnejše napovedovanje učinkov takšnih ali drugačnih posegov v populacije velike rastlinojede divjadi in v njihov življenjski prostor.

V pričujoči nalogi smo preučili vplive mnogih domnevno pomembnih okoljskih dejavnikov (zlasti dejavnikov zgradbe prostora) na: (a) celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi, (b) na velikosti njenih individualnih celoletnih območij aktivnosti (IOA) in (c) na njeno telesno maso. Pri jelenjadi kot tudi drugih vrstah velikih rastlinojedih parkljarjev relativna telesna masa nekega osebkov vpliva na njegov življenjski reprodukcijski uspeh. S primerjavo glavnih rezultatov vseh treh sklopov analiz naloge smo lahko posredno ugotovili: 1) ali jelenjad razlike v kakovosti habitata kompenzira z rabo različno velikih celoletnih IOA in 2) ali se poudarjena raba določene ravni nekega okoljskega dejavnika odraža tudi na povečanju telesne mase in s tem verjetno tudi življenjskega reprodukcijskega uspeha jelenjadi. S kompleksno raziskavo različnih vidikov vplivov okoljskih dejavnikov na jelenjad smo skušali strniti in razširiti poznavanje njene temeljne ekologije ter hkrati poudariti zakonitosti, ki so še posebej pomembne z vidika upravljanja jelenjadi in njenega življenjskega prostora.

Vplive dejavnikov zgradbe prostora na prostorsko razporeditev in velikosti celoletnih IOA jelenjadi (a in b) smo preučevali na osnovi podatkov telemetrijskega spremljanja jelenjadi s Snežniško-javorniškega območja, Kočevske, z Menišije in Goričkega. S klasično VHF radiotelemetrijo, z uporabo prilagojene triangulacijske metode, smo v obdobju 1996–2004 največkrat v dnevnem času snemali lokacije 50 odraslih osebkov jelenjadi (30 košut in 20 jelenov) in jih skupaj posneli prek 11.000. Štiri odrasle košute smo eno leto nepretrgoma vsako uro spremljali tudi z GPS telemetrijo in z njo posneli skupno prek 16.000 lokacij in s tem pridobili tudi podatke za analize dnevno-nočne rabe prostora jelenjadi. Vplive okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi (c) pa smo preučevali na osnovi podatkov o spolu, starosti, telesni masi, datumu in geografski lokaciji mesta izločitve (na km natančno) 3.920 izločenih osebkov jelenjadi z vsega območja razširjenosti jelenjadi v Sloveniji, ki so bili leta 2004 zbrani v »Osrednji slovenski register velike divjadi in velikih zveri«. Vse podatke o zgradbi prostora (npr. topografske in vegetacijsko-sestojne značilnosti, oddaljenost cest, naselij in krmišč, jakost sončnega obsevanja) in o nekaterih drugih okoljskih dejavnikih (npr. dolgoletna povprečna temperatura in količina padavin, povprečna gostota odstrela jelenjadi) smo pridobili na osnovi javno dostopnih in lastnih georeferenciranih podatkovnih baz. V geografsko informacijskem sistemu smo podatke o jelenjadi (odvisna spremenljivka) povezali s podatki o zgradbi prostora (neodvisne

spremenljivke), pri čemer smo prostorsko ločljivost podatkovnih plasti vselej prilagodili ločljivosti zbranih podatkov o jelenjadi in namenu analiz.

Multivariatne in univariatne analize so pokazale, da dejavniki zgradbe prostora in nekateri drugi okoljski dejavniki (populacijska gostota, celoletna povprečna temperatura, jakost sončnega sevanja) večplastno in pomembno vplivajo na celoletno, sezonsko in dnevno-nočno prostorsko razporeditev jelenjadi, na velikosti njenih celoletnih IOA in na njeno telesno maso.

Razširjenost jelenjadi je v grobem prostorskem merilu pogojena z minimalno velikostjo gozdne matice. Vsi spremljani osebki jelenjadi so namreč vse leto živeli na območju večjih strnjenih gozdnih kompleksov, ki vsaj nekajkrat presegajo velikosti njihovih celoletnih IOA. Znotraj teh kompleksov in v njihovi neposredni okolici so pogosteje uporabljali predele, ki se nahajajo blizu gozdnega roba. Verjetnost celoletne rabe prostora je tako obojestransko upadala z oddaljenostjo od gozdnega roba: na negozdnih površinah zelo hitro, znotraj gozda počasneje. Ker jelenjad intenzivno uporablja gozdni rob in njegovo okolico, jo lahko opredelimo kot ekotonsko vrsto. Podnevi se zadržuje skoraj izključno znotraj gozda, praviloma globlje v gozdu, zvečer se pomakne proti gozdnemu robu in ob mraku ter ponoči izstopa na odprte površine. Delež rabe negozdnih vegetacijskih oblik je sredi dneva tako znašal od 3–5 odstotkov, sredi noči pa od 35–60 odstotkov. Sredi noči jelenjad uporablja tudi negozdne površine, ki so dlje od gozdnega roba, vendar pa se od njega praviloma ne oddaljuje več kot 100 metrov, kar poudarja pomen kritja (gozda) pri izrabi pašnih površin. Le-te so najboljše izkoriščene, če je njihov premer manjši od 200 metrov in imajo veliko razmerje med obsegom ter površino. S hkratno analizo podatkov, zbranih z VHF in GPS telemetrijo, smo ocenili, da jelenjad v letu povprečno preživi okoli 80 odstotkov časa v gozdu, 20 pa na negozdnih površinah (na travnikih in obdelovalnih površinah). Verjetno ima prostor s takšnim deležem gozdnih in negozdnih površin tudi največjo nosilno zmogljivost. Negozdne površine so eden ključnih prehranskih habitatov jelenjadi. Njihova dostopnost vpliva na nosilno zmogljivost prostora in zato tudi na velikosti celoletnih IOA in telesno maso jelenjadi. Analize so pokazale, da z naraščanjem deleža negozdnih površin in gostote gozdnega roba velikosti celoletnih IOA jelenjadi upadajo, njena telesna masa pa se povečuje.

Tudi notranja raba gozda je v določeni meri pogojena s hkratno dostopnostjo varnostnega kritja in hrane. Spremljani osebki jelenjadi so čez vse leto nekoliko pogosteje uporabljali sestoje in oblike gozda z bogato zeliščno in grmovno plastjo: mladovja, sestoje v pomlajevanju in prebiralne gozdove ter »ostale oblike gozda« (to so: grmišča, panjevci in opuščeni panjevci, listniki in steljniki). Debeljaki in drogovnjaki pa so bili nepriljubljeni. Delež slednjih vpliva tudi na telesno maso jelenjadi. Le-ta se z naraščanjem površinskega deleža drogovnjakov zmanjšuje. Telesna masa jelenjadi je negativno odvisna tudi od deleža iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev. Verjetno zato, ker se z naraščanjem deleža iglavcev zmanjšuje količina opada in plodov listavcev, ki sta zaradi visoke energijske vrednosti in lahke dostopnosti pomembna in pogostna komponenta jesenske prehrane jelenjadi. Jelenjad se glede vegetacijske zgradbe prostora bolj specializira v hladnem delu leta. Tedaj zaradi snega redkeje zapušča kritje gozda in v njem poudarjeno uporablja sestoje z bogatejšo grmovno plastjo: sestoje v pomlajevanju in prebiralne gozdove ter »ostale oblike gozda«. V njih lahko tudi v snegu najde hrano.

Na prostorsko razporeditev jelenjadi poleg vegetacijsko-sestojnih dejavnikov močno vplivajo tudi krmišča. Multivariatne in univariatne analize so njihov vpliv na celoletno in sezonsko prostorsko razporeditev jelenjadi uvrstile celo na prvo mesto. Jelenjad se zelo izrazito koncentrira v okolici krmišč le v zimskem času. Vendar pa se zaradi njenih omejenih sezonskih migracij prostorska razmestitev krmišč močno odraža tudi na celoletni prostorski razporeditvi jelenjadi. Ta ukrep vpliva tudi na velikosti njenih celoletnih IOA. Le-ta se s povečevanjem intenzivnosti krmljenja (z večanjem gostote krmišč in gostote položene krme) zmanjšujejo. Vplivov krmljenja na telesno maso jelenjadi pa nismo ugotovili. Vnos hrane na krmišča vsekakor vsaj nekoliko poveča skupno prehransko nosilno zmogljivost prostora. Vendar pa so učinki povečane prehranske ponudbe verjetno izničeni, ker se po uvedbi krmljenja lokalne gostote jelenjadi ob krmiščih postopno povečajo, velikosti njenih IOA pa upadejo. Analize so pokazale da telesne mase jelenjadi upadajo z naraščanjem gostote odstrela jelenjadi, torej tudi z naraščanjem njene populacijske gostote. Neto učinki krmljenja na telesno maso jelenjadi so vsekakor manjši, kot bi lahko pričakovali na osnovi jakosti vplivov krmišč na prostorsko razporeditev in velikosti IOA jelenjadi. V Sloveniji se zimsko dopolnilno krmljenje jelenjadi pogosto uporablja z namenom zmanjševanja njenih poškodb gozda. Močno povečane koncentracije jelenjadi v okolici krmišč so rizični faktor, ki ga je treba pri presojah o uporabi tega ukrepa in pri načrtovanju prostorske razporeditve krmišč upoštevati. Sicer lahko dosežemo prav nasprotno učinke od načrtovanih. Jelenjad namreč nikoli ne zadosti vseh svojih potreb po hrani le na krmiščih, ampak se vedno prehranjuje tudi v njihovi okolici. Zato so tam tudi poškodbe gozda nujno povečane. Glede na rezultate pričujoče raziskave lahko sodimo, da so gostote jelenjadi in torej tudi njeni vplivi na gozdni prostor zelo povečani v 500-metrskem pasu okoli krmišč, še vedno občutni pa v pasu okoli krmišč s 1500-metrskim polmerom.

Na prostorsko razporeditev jelenjadi vplivajo tudi ceste in naselja, saj v prostor vnašajo nemir. Jelenjad na prisotnost človeka reagira s trajnim umikom, poudarjeno rabo varnostnega kritja in z nočno rabo območij, na katerih so motnje, pogojene s človekovimi aktivnostmi, pogostnejše. Analize so tako pokazale, da se jelenjad izogiba bližini glavnih cest in predelom, ki so hkrati blizu glavnih cest in naselij. Širine vplivnih območij cest se med raziskovalnimi območji (Snežniško-javorniško območje, Kočevska, Menišija in Goričko) razlikujejo, kar nakazuje, da se jelenjad na motnje, pogojene z bližino cest, lahko v določeni meri prilagodi, vendar pa so bila vplivna območja cest vselej širša od 250 metrov. Blizu glavnih cest jelenjad pogosteje uporablja mladovja in verjetno tudi druge oblike sestojev, ki nudijo dobro varnostno kritje. Z analizo 24-urne rabe prostora smo poleg tega ugotovili, da se jelenjad podnevi, ko je človek aktiven, zadržuje dlje od gozdnih in glavnih cest in tudi dlje od naselij. Svojo aktivnost je torej časovno (negativno) uskladila z aktivnostjo človeka. Pomembnejše ceste vplivajo tudi na velikosti celoletnih IOA jelenjadi. Ker se jelenjad izogiba bližini cest, le-te funkcionalno razrežejo njen življenjski prostor na manjše zaplate. V večjih zaplatah ima jelenjad večja IOA, v manjših pa manjša. Ceste torej krčijo in drobijo življenjski prostor jelenjadi. Le-ta se posledično koncentrira v mirnejših predelih, v bližini cest pa živi bolj prikrito. Oboje lahko vodi v povečane poškodbe gozda. Zato se je že v fazi načrtovanja cest smiselno izogibati ključnim habitatom jelenjadi: zimovališčem, prehranskim krpam, ipd. Negativne vplive že obstoječih cest pa je mogoče omiliti z omejitvijo njihove rabe na določen del dneva ali leta.

Prostorska razporeditev jelenjadi je odvisna tudi od topografskih dejavnikov. Gostota posnetih lokacij jelenjadi je na nadmorskih višinah, večjih od 1.200 metrov, z nadaljnjim

naraščanjem nadmorske višine strmo upadala. Verjetno zato, ker so tam temperature že tako nizke, da narekujejo povečano porabo energije za termoregulacijo. Poleg tega je na večjih nadmorskih višinah (nižje temperature) pogostejše uporabljala lege z večjo jakostjo sončnega obsevanja, na nižjih predelih pa lege z manjšo jakostjo obsevanja. Interakcija obeh spremenljivk ustvarja ugodnejše termalno okolje. Na predelih z večjo jakostjo sončnega sevanja so namreč učinkovite temperature okolja lahko močno povečane. Podnevi se je jelenjad zadrževala višje kot ponoči. Zlasti zjutraj, tik po sončnem vzhodu je pogosto uporabljala strme sončne lege, sredi dneva pa hladnejše lege. Verjetno se z rabo različnih nadmorskih višin in toplih ter hladnih leg prilagaja dnevno-nočnim spremembam zunanje temperature, kar ji omogoča zmanjšano porabo energije za termoregulacijo. Nadmorska višina (oziroma celoletna povprečna temperatura) vpliva tudi na velikosti celoletnih IOA in na telesno maso jelenjadi. Z naraščanjem nadmorske višine se namreč vegetacijska doba skrajšuje, zime pa se podaljšujejo in postajajo čedalje ostrejšje. Zato se z naraščanjem nadmorske višine verjetno zmanjšuje tudi celoletna povprečna količina jelenjadi dostopne hrane. Ostrejši zunanji pogoji pa narekujejo povečano porabo energije. Posledično se z naraščanjem nadmorske višine nosilna zmogljivost prostora verjetno učinkovito zmanjšuje, kar proži povečevanje celoletnih IOA jelenjadi in zmanjševanje njene telesne mase.

Iz prvega glavnega sklopa naloge (a) lahko povzamemo, da je izbor habitata pri jelenjadi hierarhični proces, v katerem le-ta izbere določena dnevno-nočna, sezonska in celoletna območja aktivnosti. Razlike v zgradbi življenjskega prostora med sezonami in deli dneva so posledica njenih odzivov na dnevno-nočno in sezonsko variiranje biotskih in abiotskih dejavnikov, kot tudi njenih sezonskih in cirkadianih ritmov aktivnosti oz. potreb jelenjadi v določenem časovnem obdobju. Verjetno skuša na vsakem koraku procesa habitatnega izbora optimizirati razmerje med pridobljeno in porabljeno energijo. Na primer: če dejavnike, ki vplivajo na njeno celoletno prostorsko razporeditev, opredelimo glede njihovega pogojevanja energetike jelenjadi, lahko ugotovimo, da le-ta poudarjeno uporablja prostor (npr. gozdni rob, krmišča, sestoji z bujno zeliščno-grmovno plastjo), v katerem lahko dobi več hrane (večji vnos energije), izogiba pa se območjem, ki narekujejo povečano porabo energije (npr. bližina cest: pogostnejši begi zaradi motenj, najvišji predeli: povečani stroški za termoregulacijo).

Zgradba in velikost celoletnega IOA nekega osebka jelenjadi je rezultat njegove izbire specifičnih dnevnih, nočnih in sezonskih habitatov in njihove medsebojne prostorske razporeditve. Celoletna IOA jelenjadi, ugotovljena s pomočjo kernelske metode, v povprečju obsegajo 653 ± 128 ha ($n = 73$). Individualne razlike so velike. Najmanjše IOA je tako obsegalo 90, največje pa prek 2.600 ha. Multivariatne in univariatne analize so pokazale, da na njihovo velikost vpliva več okoljskih dejavnikov, ki pogojujejo količino hrane za jelenjad oz. nosilno zmogljivostjo prostora (delež negozdnih površin in gostota gozdnega roba, nadmorska višina, krmišča, populacijska gostota jelenjadi). Vplivi vseh teh dejavnikov so pomensko enako predznačeni in napovedujejo, da se s povečevanjem nosilne zmogljivosti prostora velikosti celoletnih IOA jelenjadi zmanjšujejo. IOA jelenjadi so poleg tega odvisna tudi od sekundarne fragmentacije prostora (od glavnih cest; IOA se s povečevanjem fragmentiranosti zmanjšujejo), kot tudi od spola živali. Jeleni (767 ± 230 ha, $n = 30$) imajo značilno večja IOA od košut (572 ± 142 ; $n = 43$). Verjetno zato, ker zaradi večje telesne mase za pokritje energijskih potreb potrebujejo večja IOA. Ugotovljene razlike v velikosti IOA med spoloma se zelo dobro ujemajo z napovedanimi razlikami v velikosti IOA, ki temeljijo na izračunani porabi metabolne energije obeh spolov.

Jelenjad lahko z rabo večjih ali manjših IOA le delno kompenzira razlike v kakovosti habitata. Ob odstranitvi vplivov primarnih dejavnikov (tj. spola in starosti osebka in letnega časa) in populacijske gostote je namreč tudi njena telesna masa odvisna od več dejavnikov, povezanih z nosilno zmogljivostjo prostora (od gostote gozdnega roba, deleža kmetijskih površin, deleža drogovnjakov, deleža iglavcev in nadmorske višine oz. povprečne celoletne temperature). S povečevanjem skupne količine dostopne hrane oz. nosilne zmogljivosti prostora se telesna masa jelenjadi v splošnem povečuje. Z naraščanjem njene populacijske gostote pa se zmanjšuje, saj se s povečevanjem populacijske gostote jelenjadi količina dostopnih virov na posamezni osebek jelenjadi zmanjšuje. Poleg naštetih okoljskih dejavnikov je telesna masa nekega osebka jelenjadi odvisna tudi od njegove pripadnosti določenemu populacijskemu območju. Povprečne telesne mase jelenjadi z obravnavanih območij (južna Slovenija, Alpe in Karavanke, Pohorje in Prekmurje) se tudi po odstranitvi vplivov primarnih in okoljskih dejavnikov značilno razlikujejo, kar je lahko posledica genetskih razlik med jelenjadjo s teh območij in vplivov genotipa na telesno maso. Razlike v telesni masi so zlasti velike med jelenjadjo v Prekmurju ($78,7 \pm 3,6$ kg; $n = 477$) in drugimi deli Slovenije ($64,7 \pm 1,1$ kg; $n = 3.443$). Prekmurska jelenjad ima za 14 kg oziroma prek 20 (21,6) odstotkov večjo telesno maso od jelenjadi z drugih delov Slovenije.

Jelenjad se na prostorsko variiranje kakovosti habitata torej prilagaja s specifično prostorsko razporeditvijo, rabo večjih ali manjših celoletnih IOA. Kljub temu pa ne doseže idealne proste razporeditve, saj smo ugotovili, da kakovost habitata vpliva tudi na njeno telesno maso.

V luči klasične evolucijske teorije je vsaka aktivnost, življenjska strategija nekega osebka (tudi izbor določenega prostora) smotrna le, če z njo povečuje življenjski uspeh pri reprodukciji. Pri velikih rastlinojedih parkljarjih telesna masa prek več neposrednih in posrednih učinkov močno vpliva na njihov življenjski uspeh pri reprodukciji. Razlike v kakovosti habitata lahko osebki v določeni meri kompenzirajo tudi z rabo večjih ali manjših IOA. Zato je smiselno pričakovati, da vsaj nekatere spremenljivke, ki so pomembne pri habitatnem izboru jelenjadi (zlasti na celoletnem nivoju), vplivajo tudi na velikosti njenih celoletnih IOA in na njeno telesno maso. Vsebinska primerjava rezultatov vseh treh sklopov analiz je to pričakovanje delno potrdila. Nekatere spremenljivke (npr. oddaljenost od gozdnega roba, notranja zgradba gozda, nadmorska višina) so se izkazale kot pomembne pri vseh treh sklopih raziskav. Ceste javnega pomena in krmišča močno vplivajo na prostorsko razporeditev jelenjadi in velikosti njenih IOA, njihovih vplivov na telesno maso pa nismo ugotovili.

10 SUMMARY

Through selective feeding, excretion and numerous indirect cascade effects, red deer, like other species of large herbivores, can significantly influence the structure and dynamics of the ecosystems they inhabit, and even play a role as a keystone species. Some of the ways they influence forest ecosystems (e.g. suppression of natural regeneration of the forest due to heavy browsing of regeneration, damage to pole stands caused by bark peeling) are extremely negative from a forest management point of view. Moreover, crop damage caused by large herbivores is often problematic in the forest-agriculture landscape. Contemporary management of large herbivore species is, at least from an economic perspective, a necessary tool to reach desirable goals. One of the prerequisites toward effective large herbivore management is understanding how environmental factors influence herbivore spatial distribution and vitality. This ensures that appropriate strategies and precise forecasting of the effects of these strategies are implemented in populations of large herbivores and in their habitat.

The aim of this study was to examine the effects of various, presumably relevant environmental factors (spatially explicit) on the: (a) annual, seasonal, and circadian spatial distribution, (b) annual home range size (HR), and (c) body weight of red deer. In red deer and other species of large herbivores, certain individual's relative body weight affects its lifetime reproductive success. A comparison of the results of the three major parts of this study enabled us to determine: 1) if red deer compensates for habitat quality differences with adaptation of HR size, and 2) if access to preferable resources results in enlarged body weight and consequently higher lifetime reproductive success. By examining the effects of different environmental factors on different aspects of red deer populations (a, b, c.), this study extends our fundamental knowledge of red deer ecology and will be invaluable for the management of red deer and its habitat.

The influence of environmental factors on red deer spatial distribution and HR size were studied based on telemetry data gathered from red deer in the areas of Snežnik-Javorniki, Kočevska, Menišija, and Goričko. In the period from 1996 to 2004, 11.000 fixes of 50 adult red deer (30 hinds, 20 stags) were recorded with VHF radio-telemetry (with the triangulation method) mainly during the daytime. During a one-year period, 4 adult hinds were monitored every hour with GPS telemetry. We obtained 16.000 fixes, which enabled us to study red deer habitat selection over a 24-hour period. The influence of the environmental factors on red deer body weight were studied based on data sets (gender, age, body weight, date, and geographic location of place where deer was harvested) of 3.920 red deer from its entire range in Slovenia. Data were assembled in the "Slovenian Central Register of Large Game Species and Large Carnivores" in 2004. Spatially explicit data of habitat features (topography, vegetation, roads, settlements, supplemental feeding places, etc.) and other environmental factors (annual temperature, intensity of solar radiation, precipitation, density of harvested red deer) were gathered based from publicly available and our own geo-referenced databases. In the GIS environment, data on red deer (dependent variable) were connected with data on environmental factors (independent variables). The resolution of the different data layers was always adjusted to the resolution of the gathered red deer data and to the purpose of the study.

Multivariate and univariate analyses show that environmental factors (topography, vegetation, roads, supplemental feeding places, population density, etc.) complexly

influence annual, seasonal and circadian red deer spatial distribution, as well as HR size and body weight.

On large scales, the spatial distribution of red deer is dependant on the minimal size of the forest patch. Throughout the year, all monitored deer lived in areas of large forest blocks that significantly exceed their annual HR size. Within these blocks and their immediate surroundings the deer particularly utilized the areas close to external as well as internal forest edges. The probability of use of space by red deer declined mutually with the distance from the forest edge: steeply on the non-forest areas, and more gradually within the forest. As a consequence of the deer's intense use of forest edge and its immediate surroundings the species can be regarded as ecotonal. It spends most of the day within the forest, usually in the deeper areas, and at dusk it moves towards the forest edge and leaves the cover of the forest at night. The portion of meadow usage ranges from 3–5% during the day to 35–60% in the middle of the night. At this time the deer also utilize remote meadows located further away from the forest edge, yet regularly stays within a 100 meter buffer from the forest edge, which shows the significance of cover with pasture use. The meadows that are optimally utilized are those narrower than 200 meters, which also have a large circumference-diameter ratio. By simultaneously analyzing data gathered through both VHF and GPS telemetry we estimated that deer spend around 80 percent of the time in the forest and 20 percent out of the forest (grasslands and agricultural areas). Spaces with the optimal ratio of forest to non-forest areas are most likely to have the largest carrying capacity. Non-forest areas are one of the key feeding habitats of red deer. Their accessibility influences the carrying capacity of the habitat and consequently also the red deer HR size and bodyweight. Analyses showed that with an increase in both the portion of the non-forest area and the forest edge density, the annual HR size decreases and the deer's bodyweight increases.

To some extent, the internal usage of forest is also influenced by simultaneous access to both security cover and food. The monitored deer utilized forest stands and silviculture types with rich herb and shrub layers (stands in rejuvenation phase, selective thinning forest, young growth, coppice, early successional stages of forest) slightly more often. In contrast, pole stands and mature stands were less favored. The percentage of pole stands also influences red deer bodyweight. Body weight decreases as the portion of pole stands increase. Red deer bodyweight also negatively depends on the percentage of conifers in the timber volume of the stands. This is likely due to the fact that with an increase in conifers, the biomass of litter fall and seed mast of deciduous tree species decreases. Both are an important and common component of autumn red deer nutrition due to their high nutritious value and easy accessibility. With regard to the vegetation structure, red deer becomes more specialized during the wintertime. Due to snow it seldom abandons the forest cover and more frequently uses the stands with richer shrub layers (stands in rejuvenation, selective thinning forests and similar forest types). In such stands red deer can find food despite snow cover.

Apart from vegetation and forest structure, the spatial distribution of the red deer also strongly depends upon supplemental feeding places. According to the results of multivariate and univariate analyses their influence is the most important one. Deer tend to densely aggregate around supplemental feeding places only in the wintertime. However, due to limited seasonal migrations (summer/winter ranges) of red deer, the spatial distribution of feeding places affect the deer's spatial distribution throughout the year as

well. This measure also influences its HR size. By increasing the supplemental feeding intensity (through the increase of feeding place density and the density of the food provided) the HR diminishes. No evidence of this measure affecting the deer's bodyweight was found. Cumulative nutritional carrying capacity of the environment is definitely increased to some degree by external input of supplemental food. However, since the enhanced feeding also triggers the increase of red deer density as well as the decrease of its HR size, all the effects of extra food provision are nullified. Through analyzing red deer bodyweight we have determined that it decreases with the increase of the deer population density. The net effects of supplemental feeding on red deer body mass are obviously less than expected based on the observed impact of supplemental feeding places on the spatial distribution and the HR size of the red deer. In Slovenia, the supplemental feeding of the red deer during wintertime is commonly used in order to decrease damage to the forest. However, red deer never satisfies its nutritional needs entirely in the supplemental feeding places, but always feeds in their vicinity as well. Consequently, damage to the forest is always larger around feeding places. The risk factor that needs to be therefore considered while both evaluating whether such a measure is rational as well as planning the spatial distribution of feeding places, is the dramatic increase of red deer concentration in the vicinity of feeding places. Poor estimates may result in the process of supplemental feeding having the exact opposite effects (damage to the forest) than planned. According to the results of our study, the population densities and thus also the damage caused by deer are highly increased within a 500 meter radius around supplemental feeding places and still present within a wider 1500 meter radius.

Roads and settlements also influence deer spatial density due to the disturbance they cause. Permanent avoidance, increased use of security cover, and limiting the usage of man-frequented areas to nighttime are common reactions of red deer to human presence. Analyses showed that the deer avoid the vicinity of main roads, especially near settlements. The width of road impact belts differs among the four research areas covered in this study, suggesting deer can adapt to human presence, yet the impact band is always wider than 250 meters. Nearby main roads, the deer tend to use young growth and other vegetation that offers good security cover more often than randomly expected. Apart from this, we have established through 24-hour space usage analysis that deer stay further away from forest and main roads (as well as settlements) during the daytime, when people are active. Thus, red deer negatively synchronized their activity with human activity. Main roads also influence the annual red deer HR size. Because deer avoid roads, this functionally divides the deer living space into smaller fragments, such that HR size corresponds to the size of the fragments. As the roads shrink and fragment the deer's living space, they tend to aggregate in remote undisturbed areas or stay more concealed near the roads. Both can lead to increased forest damage. Therefore, it is important to avoid key deer habitats (winter habitats, feeding areas) in the phase of road planning. The negative influence of existing roads can be mitigated through their closure, limiting their use to a certain part of the day and/or year.

The spatial distribution of red deer also depends on topographic factors. Above 1.200 meters the density of red deer recorded locations decreased sharply. This is most likely a consequence of lower temperatures, which cause increased energy usage required for deer thermoregulation. At high elevations, deer tend to use areas with a higher intensity of solar radiation as opposed to areas with lower solar radiation intensity at lower elevations. The interaction of altitude and solar radiation creates a more suitable thermal environment since

the areas with higher solar radiation intensity possibly share a strongly increased effective temperature. During the daytime, deer ascend to higher elevations and descend to lower elevation at night. In the early morning, just after sunrise, deer commonly utilized steep areas that are exposed to the sun. By using various altitudes and warm/cool expositions the deer likely adapt to circadian variation of external temperature, which enables a lower usage of energy required for thermoregulation. Altitude (as well as average annual temperature) also influences the annual HR size and red deer bodyweight. At higher altitudes, the vegetation period decreases and the winter duration extends. Therefore, for the same reason the amount of food accessible to deer throughout the year decreases and rigorous outside conditions dictate increased energy consumption. As a consequence, the effective carrying capacity of habitats decreases with higher altitudes, resulting in larger annual deer HR and lower body mass.

From the results of the first main part of the present research it can be summarized that red deer habitat selection is a hierarchical process during which an individual chooses a certain day-night, seasonal, and annual living space. Differences in the structure of its day-night and seasonal activity ranges derive from the deer's functional response to day-night and seasonal variation of biotic and abiotic factors, as well as circadian and seasonal rhythms of red deer activity. During each step of the selection process red deer likely tends to optimize the ratio between acquired and consumed energy. For example, if the variables that influence its annual spatial distribution are evaluated in regard to their effect on red deer energy status, we can establish that deer concentrate in the habitats which provide more food – (forest edge, supplemental feeding places, forests with rich herbal and shrub layer) and avoid the areas that promote larger energy consumption (vicinity of roads, higher elevation).

The structure and HR size of red deer is a result of its selection of certain daytime, nighttime and seasonal habitats and their mutual spatial distribution. The average annual red deer HR size estimated with the fix kernel method is 653 ± 128 ha ($n = 73$), but there were large differences among individuals. The lowest HR size only measured 90 ha compared to over 2.600 ha. Multivariate and bivariate analyses showed that HR size is influenced by several environmental factors, which affect both the amount of food available to the deer and the effective carrying capacity (percentage of non-forest areas, density of forest edge, supplemental feeding places, altitude, and population density of the red deer). The influence of all the above factors lead to the conclusion that by increasing the carrying capacity the annual HR size decreases. Deer HR size also depends on secondary fragmentation of habitat (main roads; with the increase of fragmentation degree there is a decrease of HR size) as well as on animal gender. Stags (767 ± 230 ha; $n = 30$) have a significantly larger HR than hinds (572 ± 142 ha; $n = 43$). This is likely because the stag's higher bodyweight requires a larger HR. Estimated HR size differences between genders match perfectly with those forecasted based on calculated metabolic energy demands for both genders.

Through the use of either larger or smaller HR sizes, red deer can only partially compensate for spatial differences in habitat quality. After controlling for primary factors (gender and age of specimen, day of year) and population density, body mass also depends on several environmental factors connected to the carrying capacity of the habitat (forest edge density, percentage of meadows, percentage of pole stands, percentage of conifers, altitude, average annual temperature). An increase in the effective carrying capacity or

cumulative available food generally increases bodyweight. On the other hand, red deer body mass decreases with increasing population density because increasing the population density decreases per capita food availability. Apart from the already listed environmental factors, an individual's membership to a certain red deer population also affects its bodyweight. Red deer body mass varies over the four analyzed red deer population ranges (south Slovenia, Alps and the Karavanke, Pohorje, Prekmurje) even after controlling for primary and environmental factors – a possible consequence of genetic differences and genotype influences on body mass. These body mass differences are particularly high in Prekmurje ($78,7 \pm 3,6$ kg ; $n = 477$) compared to the other three areas ($64,7 \pm 1,1$ kg ; $n = 3443$). The deer from the Prekmurje region weigh 14 kg (21,6 %) more than deer in other parts of Slovenia on average.

Red deer thus adapts to spatial variation in habitat quality with a specific spatial distribution and usage of smaller or larger annual HR size. Despite this, it does not achieve an ideal free distribution since the habitat quality as well influences its body mass.

In light of evolutionary theory, every activity and life history strategy of a specimen (as well as choice of space) only makes sense when increasing its lifetime reproductive success. With large herbivores, body mass strongly influences their lifetime reproductive success through several direct and indirect effects. The use of various HR sizes can partly compensate for the differences in habitat quality. Therefore, it is reasonable to assume that at least some of the variables which proved to be important in red deer habitat selection (especially throughout the year) also influence annual HR size and body mass. Overall, a comparison of the results of all three major parts of this study partly confirms this assumption. Some of the variables (eg. distance from forest edge, internal forest structure, and altitude) proved to be of importance throughout the three major parts of the study. On the other hand, large roads and supplemental feeding places significantly influence red deer spatial distribution and HR size; yet we found no influence of the same two factors on red deer body mass.

11 VIRI

- About GIS, What Is a GIS?. 1998. ESRI Web Site
http://www.esri.com/library/gis/abtgis/what_gis.html (01.11.1998)
- Adamič M. 1974. Gibanje številčnosti populacij nekaterih vrst divjadi v Sloveniji v zadnjem stoletju sodeč po gibanju številčnosti odstrela. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Veterinarstvo, 11, 1/2: 15-53
- Adamič M. 1990. Prehranske značilnosti kot element načrtovanja varstva, gojitve in lova parkljaste divjadi s poudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus* L.). (Strokovna in znanstvena dela, št. 105). Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 203 str.
- Adamič M. 1996. Ravnanje s problematičnimi živalskimi vrstami v Sloveniji na osnovi spoznanj raziskovalnega dela. Gozdarski vestnik, 54: 297-306
- Adamič M., Kotar M. 1983. Analiza gibanja telesne teže rogovja pri jelenjadi in srnjadi v lovišču »Jelen« - snežnik v letih 1976 – 1980. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 22: 5-78
- Adamič M., Kobler A., Jerina K. 2000. Strokovna izhodišča za gradnjo ekoduktov za prehajanje rjavega medveda (*Ursus arctos*) in drugih velikih sesalcev prek avtoceste (na odseku Vrhnika – Razdrto – Čebulovica): končno poročilo. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 60 str.
- Adams A.W. 1982. Migration V: Elk of North America. Ecology and Management. A Wildlife Institute Book. Thomas, J.W., Toweill, D.E. (Ur.). Harrisburg, Stackpole Books: 301-323
- Anderson D.J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. Ecology, 63, 1: 103-112
- Apps C.D., McLellan B.N., Kinley T.A., Flaa J.P. 2001. Scale-dependent Habitat Selection by Mountain Caribou, Columbia Mountains, British Columbia. Journal of Wildlife Management, 65, 1: 65-77
- Armstrong E., Euler D., Racey G. 1983. Winter bed site selection by white tailed deer in central Ontario. Journal of Wildlife Management., 47: 880-884
- Arthur S.M., Schwartz C.C. 1999. Effects of sample size on accuracy and precision of brown bear home range models. Ursus, 11:139-148
- Atzler R. 1984. Nahrungsangebot und Wanderverhalten von Rothirschen in den Ammergauer Bergen. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 30: 73-81
- August N. 1998. Časovna in prostorska dinamika glavnih vrst prostoživečih živali na primorskem: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo) Ljubljana, samozaložba: 40 str.
- Augustine D., Mcnaughton S.J. 1998. Ungulate effects on the functional species composition of plant communities: herbivory selectivity and plant tolerance. Journal of Wildlife Management, 62, 4: 1165-1183
- Bailey A. 1984. New Principles of wildlife management. New York, John Wiley and Sons: 373 str.
- Basile J.V., Lonner T.N. 1979. Vehicle Restrictions Influence Elk and Hunter Distribution in Montana. Journal of Forestry, 77, 3: 155-159
- Behin L. 1997. Analiza značilnosti širjenja jelenjadi na kočevskem v obdobju 1950-1995: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo) Ljubljana, samozal: 79 str.
- Beier P., McCullough D.R. 1990. Factors influencing white-tailed deer activity patterns and habitat use. Wildlife Monographs, 109: 51 str.

- Belant J.L., Follmann, E.H. 2002. Sampling Consideration for American Black and Brown Bear Home Range and Habitat Use. *Ursus*, 13: 299-315
- Berger A., Scheibe K.M., Brelurut A., Schober F., Streich W.J. 2002. Seasonal Variation of Diurnal and Ultradian Rhythms in Red Deer. *Biological Rhythm Research*, 33, 3: 237-253
- Berger A., Scheibe K.M., Eichorn K., Scheibe A., Streich J. 1999. Diurnal and ultradian rhythms of behaviour in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, 64: 1-17
- Beyer D. E., Haufler J.B. 1994. Diurnal versus 24-hour sampling of habitat use. *Journal of Wildlife Management*, 58:178-180
- Bieber C., Ruf T. 2005. Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulse resource consumers. *Journal of Applied Ecology*, 62, 6: 1203-1213
- Biggs J.R., Bennet K.D., Fresquez P.R. 2001. Relationships between home range characteristics and the probability of obtaining successful global positioning system (GPS) collar position for elk in New Mexico. *Western North American Naturalist*, 61, 2: 213-222
- Boroski B.B., Mossman, A.S. 1996. Distribution of mule deer in relation to water sources in northern California. *Journal of Wildlife Management*, 60, 4: 770-776
- Brunt K.R. 1990. Ecology of Roosevelt elk. V: *Deer and elk Habitats in Coastal forests of southern British Columbia*. Nyberg J.B., Janz D.W. (Ur.). Victoria, B.C., Ministry of Environment: 65-98
- Bunell F.L., Hovey F.W., McNay R.S., Parker K.L. 1990. Forest cover, snow conditions, and black-tailed deer sinking depths. *Canadian Journal of Zoology*, 68: 2403-2408
- Cederna A., Lovari S. 1985. The impact of Tourism on Chamois Feeding Activities in an Area of the Abruzzo National Park, Italy. V: *The biology and Management of Mountain Ungulates*. Lovari S. (Ur.). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 91-107
- Clutton-Brock T.H. 1985. Birth sex ratios and the reproductive success of sons and daughter. V: *Evolution: Essays in Honour of John Maynard Smith*. J.J. Greenwood & M. Slatkin (Ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 221-235
- Clutton-Brock T.H., Albon, S.D. 1983. Climatic variation and body weight of red deer. *Journal of Wildlife Management*, 47, 4:1197-1201
- Clutton-Brock T.H., Harvey P.H. 1978. Mammals, resources and reproductive strategies. *Nature*, 273: 191-195
- Clutton-Brock T.H., Guinness F.E., Albon S.D. 1982. *Red Deer. Behavior and Ecology of two Sexes*. Edinburgh, Edinburgh University Press: 378 str.
- Cole E.K., Pope M.D., Anthony R.G. 1997. Effects of road management on movement and survival of Roosevelt elk. *Journal of Wildlife Management*, 61, 4: 1115-1126
- Conradt L., Clutton-Brock T.H., Guinness F.E. 1999. The relationship between habitat choice and lifetime reproductive success in female red deer. *Oecologia*, 120: 218-224
- Cooper S.M., Cooper R.M., Owens M.K., Ginnett T.F. 2002. Effect of supplemental feeding on use of space and browse utilization by white-tailed deer. V: *Land Use for Water and Wildlife*. D. Forbes & G. Piccinni (Ur.). Texas A&M Agricultural Research and Extension Center at Uvalde.
<http://uvalde.tamu.edu/research/Wildlife/Pubs.htm> (23.03.2006)
- Coulson T.N., Albon S.D., Pemberton J.M., Slate J., Guinness F.E., Clutton-Brock T.H. 1998. Genotype by environmental interactions in winter survival in red deer. *Journal of Animal Ecology*, 67: 434-445

- Cransac N., Hewison A.J.M. 1997. Seasonal use and selection of habitat by mouflon (*Ovis gmelini*): Comparison by two sexes. *Behavioural Processes*, 41: 67-67
- Dahle B., Swenson J.E. 2003. Home ranges in adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*): effect of mass, sex, reproductive category, population density and habitat type. *Journal of Zoology*, 260: 329-335
- Debeljak M., Džeroski S., Adamič M. 1999. Interactions among red deer (*Cervus elaphus* L.) population, meteorological parameters and new growth of the natural regenerated forests in Sneznik, Slovenia. *Ecological Modelling*, 121: 51-61
- Debeljak M., Džeroski S., Jerina K., Kobler A., Adamič M. 2001. Habitat suitability modelling for red deer (*Cervus elaphus* L.) in South-central Slovenia with classification trees. *Ecological Modelling*, 138: 321-330
- Digitalni model reliefa 100×100 metrov. 1995. Ljubljana, Geodetski uprava RS
- Dixon K., Chapman J. 1980. Harmonic mean measure of animal activity areas. *Ecology*, 6, 5: 1040-1044
- Donier P.B., Delguidice G.B., Riggs M.R. 1997. Effects of winter supplemental feed on browse consumption by white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin*, 25: 235-243
- Edge W.D., Marcum C.L. 1985. Movements of elk in relation to logging disturbances. *Journal of Wildlife Management*, 49, 4: 926-930
- Fabricius C., Coetzee K. 1992. Geographical information systems and artificial intelligence for predicting the presence or absence of mountain reedbuck. *South African Journal of Wildlife Research*, 22: 80-86
- Fancy S.G., White R.G. 1985. Energy expenditures by caribou while cratering in snow. *Journal of Wildlife Management*, 49, 4: 987-993
- Fischer J., Lindenmayer D.B., Cowling A. 2004. The challenge of managing multiple species at multiple scales: reptiles in an Australian grazing landscape. *Journal of Applied Ecology*, 41: 32-44
- Forchhammer M.C., Clutton-Brock T.H., Linström J., Albon S.D. 2001. Climate and population density induce long-term cohort variation in a northern ungulate. *Journal of Animal Ecology*, 70: 721-729
- Frair J.L., Merrill E.H., Visscer D.R., Fortin D., Beyer H.L., Morales J.M. 2005. Scales of movement by elk (*Cervus elaphus*) in response to heterogeneity in forage resources and predation risk. *Landscape Ecology*, 20: 273-287
- Frank J. 2005. Molekularna analiza populacij jelenjadi v Sloveniji: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo). Ljubljana, samozaložba: 36 str.
- Freddy D.J., Bronaugh W.M., Fowler M.C. 1986. Responses of mule deer to disturbance by persons afoot and snowmobiles. *Journal of Wildlife Management*, 14: 63-68
- Fretwell S.D., Lucas H.J. 1970. On territorial behaviour and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheoretica*, 19: 16-36
- Gabrovec M. 1996. Sončno obsevanje v reliefno razgibani Sloveniji. *Geografski zbornik*, 36: 47-68
- Gaillard J.M., Festa-Bianchet M., Delorme D., Jorgenson J. 2000. Body mass and individual fitness in female ungulates: bigger is not always better. *Proceedings of the Royal Society of London*, 267: 471-477
- Gedir J.V., Hudson R.J. 2000. Seasonal foraging behaviour compensation in reproductive wapiti hinds (*Cervus elaphus canadensis*). *Applied Animal Behaviour Science*, 67: 137-150

- Geist V. 1982. Adaptive behavioural strategies. V: Elk of North America. Ecology and Management. A Wildlife Institute Book. Thomas J.W., Toweill D.E. (Ur.). Harrisburg, Stackpole Books: 219-279
- Georgii B. 1980. Home range patterns of female red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps. *Oecologia*, 47: 278-285
- Georgii B., Schroder A. 1983. Home range and activity patterns of male red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps. *Oecologia*, 58: 238-248
- Gill R.M.A. 1992. A Review of damage by mammals in north temperate forests. 1. Deer. *Forestry*, 65, 2: 145-169
- Gill R.M.A., Beardall V. 2001. The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry*, 74, 3: 209-218
- Gitzen R.A., Millsaugh R. 2003. Comparison of least-squares cross-validation bandwidth options for kernel home range estimation. *Wildlife Society Bulletin*, 31, 3: 823-831
- Gossow H. 1987. Incidence of alpine red deer in conflict with various land use interests. *Centralblatt für das Gesamte Forstwesen*, 2: 82-95
- Graf R.F., Bollmann K., Suter W., Bugmann H. 2005. The importance of spatial scale in habitat models: capercaillie in the Swiss Alps. *Landscape Ecology*, 20, 6: 703 - 717
- Green R.A., Bear G.D. 1990. Seasonal cycles and daily activity patterns of Rocky Mountain Elk. *Journal of Wildlife Management*, 54, 2: 272-279
- Gross J.E., Miller M.W. 2001. Chronic wasting disease in mule deer: disease dynamics and control. *Journal of Wildlife Management*, 65: 205-215
- Guillet C., Bergström R., Cederlung G. 1996. Size of winter home range of roe deer *Capreolus capreolus* in two forest areas with artificial feeding in Sweden. *Wildlife Biology*, 2: 2107-111
- Guinness F.E., Clutton-Brock T.H., Albon S.D. 1978. Factors affecting calf mortality in red deer (*Cervus elaphus*). *Journal of Animal Ecology*, 47, 817-832
- Hafner M. 1997. Vpliv nekaterih ekoloških dejavnikov na razširjenost jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) na Jelovici: specialistična naloga, (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 100 str.
- Harestad A.S., Bunnell F.L. 1979. Home range and body weight – a reevaluation. *Ecology*, 60, 2: 389-402
- Hayes C.L., Krausman, P.R. 1993. Nocturnal activity of female desert mule deer. *Journal of Wildlife Management*, 57, 4: 897-904
- Heinken T., Raudnitschka D. 2002. Do wild ungulates contribute to the dispersal of vascular plants in central european forests by epizoochory? A case study in NE Germany. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 121, 4: 179-194
- Herbold H. 1995. Antropogenic influences on habitat utilization by roe deer (*Capreolus capreolus*). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 41, 1: 13-23
- Hobbs N.T. 1996. Modification of ecosystems by ungulates. *Journal of Wildlife Management*, 60, 4: 695-713
- Illus A.W., Gordon I.J., Elstron D.A., Milne J.D. 1999. Diet selection in goats: a test of intake-rate maximization. *Ecology*, 80, 3: 1008-1018
- Jedrzejewska B., Jedrzejewski W. 1998. Predation in Vertebrate Communities. The Bialowieza Primeval Forest as a Case Study. (Ecological Studies, Vol 135.), Berlin, New York, Springer Verlag: 450 str.
- Jedrzejewska B., Okarma H., Jedrzejewski W., Milikowski L. 1994. Effects of exploitation and protection on forest structure, ungulate density and wolf predation in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *Journal of Applied Ecology*, 31, 4: 664-676

- Jennrich R.J., Turner F.B. 1969. Measurement of non-circular home range. *Journal of Theoretical Biology*, 22: 227-237
- Jerina K. 2000. Nekateri ekološke značilnosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.): diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 98 str.
- Jerina K. 2003. Prostorska razporeditev in habitatne značilnosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) v dinarskih gozdovih jugozahodne Slovenije: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 137 str.
- Jerina K., Adamič M. 2000. Prehajanje velikih sesalcev čez avtocesto : dejavniki, ki vplivajo a dinamiko prehajanja ter rabo posameznih avtocestnih objektov. V: Zbornik povzetkov referatov, 5. slovenski kongres o cestah in prometu, Bled, [25. - 27.] oktober 2000. Ljubljana, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije: 87
- Jerina K., Adamič M., Marinčič A., Vidojevič V. 2002. Analiza in prostorsko modeliranje habitata jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) jugozahodne Slovenije v GIS rastrskem okolju. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 68: 7-31
- Jerina K., Adamič M., Kovačič R. 2002 a. Primerjava območij aktivnosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) s snežniško-javorniškega in Kočevskega področja. Pod-projekt ciljnega raziskovalnega programa Gozd (neobjavljeno poročilo).
- Jež P. 1989. Radiotelemetrijsko preučevanje gibanja jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) v Snežniško-javorniškem masivu. *Gozdarski vestnik*, 47, 1: 2-14
- Johnson D.H. 1980, The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61, 65-71
- Karta krmišč, kaluž in vzdrževanih lazov namenjenih divjadi v GL Jelen-Snežnik. 2001. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota
- Kastelec D. 1999. Uporaba splošnega kriginga za objektivno prostorsko interpolacijo povprečne letne višine padavin v Sloveniji. Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani. *Kmetijstvo*, 73, 2: 301-314
- Kastelec D. 2001. Objektivna prostorska interpolacija meteoroloških spremenljivk in njihovo kartiranje: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko). Ljubljana, samozaložba: 152 str.
- Keech M.A., Bowyer R.T., Hoef J.M., Boertje R.D., Dale B.W., Stephenson T.R. 2000. Life-history consequences of maternal condition in Alaskan Moose. *Journal of Wildlife Management*, 64, 2: 450-462
- Kelley M.S, Bowyer R.T., Dick B.L., Johnson B.K., Kie J.G. 2005. Density-dependent effects on physical condition and reproduction in North American elk: an experimental test. *Oecologia*, 143: 85-93
- Kenward R.E., Clarke R.T., Hodder K.H., Walls S.S. 2001. Density and linkage estimators of home range: nearest-neighbor clustering defines multinuclear cores. *Ecology*, 82, 7: 1905-1920
- Kernohan B.J., Gitzen R.A., Millspaugh J.J. 2001. Analysis of Animal Space Use and Movements. V: Radio tracking and Animal Populations. Millspaugh J.J., Marzluff J.M. (Ur.). New York, Academic Press: 126-169
- Kie J.G., Evans C.J., Loft E.R., Menke J.W. 1991. Foraging behavior by mule deer: influence of cattle grazing. *Journal of Wildlife Management*, 55, 4: 665-674
- Kie J.G., Ager A.A., Bowyer R.T. 2005. Landscape-level movements of North American elk (*Cervus elaphus*): effects of habitat patch structure and topography. *Landscape ecology*, 20: 289-300

- Kirchhoff M.D., Schoen J.W. 1987. Forest cover and snow: implications for deer habitat in southeast Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 51, 1: 28-33
- Kjellander P., Hewison A.J.M., Liberg O., Angibault J.M., Bideau E., Cargnelutti B. 2004. Experimental evidence for density dependence of home range size in roe deer (*Capreolus capreolus* L.): a comparison of two long term studies. *Oecologia*, 139, 3: 478-485
- Klein D.R., Strandegaard H. 1972. Factors affecting growth and body size of roe deer. *Journal of Wildlife Management*, 36: 64-79.
- Kobler A., Adamič M. 2000. Identifying brown bear habitat by combined GIS and machine learning method. *Ecological Modelling*, 135: 291-300
- Kobler A., Jonožovič M., Adamič M. 1997. Nekateri vidiki ekološke niše rjavega medveda v območju AC Vrhnika – Postojna: GIS analiza telemetrično zbranih podatkov. V: Znanje za gozd: zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 133-142
- Kobler A., Hočevar M., Kušar G. 2002. Uporaba multispuktralnih satelitskih posnetkov in metod GIS za zaznavanje ter napoved zaraščanja. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 69: 277-308
- Kohlmann S.G. 1999. Adaptive fetal sex allocation in elk: evidence and implications. *Journal of Wildlife Management*, 63, 4: 1109-1117
- Kopše I. 2000. Možnosti uporabe GPS za pridobivanje prostorskih podatkov v gozdarstvu : diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 84 str.
- Kruuk L.E.B., Clutton-Brock T.H., Rose K.E., Guinness F.E. 1999. Early determinants of lifetime reproductive success differ between the sexes in red deer. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 266: 1655-1661
- Kuck L., Hompland G.L., Merrill E.H. 1985. Elk calf response to simulated mine disturbance in southeast Idaho. *Journal of Wildlife Management*, 49, 3: 751-757
- Laaperi A. 1990. Effects of winter feeding on moose damage to young pine stands. *Acta Forestalia Fennica*, 212: 1-46
- Langvatn R., Hanley T.A. 1993. Feeding-patch choice by red deer in relation to foraging efficiency – an experiment. *Oecologia*, 95, 2: 164-170
- Langvatn R., Albon S.D., Burkey T., Clutton-Brock T.H. 1996. Climate, plant phenology and variation in age of first reproduction in a temperate herbivore. *Journal of Animal Ecology*, 65, 5: 653-670
- Leban F. 1991. Home range program. Idaho, University of Idaho, Department of Fish and Wildlife: 76 str.
- Levin S.A. 1992. The Problem of Pattern and Scale in Ecology. *Ecology*, 73: 1943-1967. LOAS 1998/99.
<http://www/ecostats.com> (24.03.2006)
- Loft E.R., Menke J.W., Kie J.G. 1991. Habitat shifts by mule deer: the influence of cattle grazing. *Journal of Wildlife Management*, 55, 1: 16-26
- Loison A., Lanvatan R. 1998. Short- and long-term effects of winter and spring weather on growth and survival of red deer on Norway. *Oecologia*, 116: 489-500
- Loison A., Langvatan R., Soleberg E.J. 1999. Body mass and winter mortality in red deer calves: disentangling sex and climate effects. *Ecography*, 22, 1: 20-30
- Marcum C. L., Scott M. D. 1985. Influences of weather on elk use of spring-summer habitat. *Journal of Wildlife Management*, 49, 1: 73-76
- Marzluff J.M., Knick S.T., Millspaugh J.J. 2001. High-Tech Behavioral Ecology: Modeling the Distribution of Animal Activities to Better Understand Wildlife Space

- Use and Resource Selection. V: Radio tracking and Animal Populations. Millspaugh J.J., Marzluff J.M. (Ur.). New York, Academic Press: 309-326
- McClean S.A., Rumble M.A., King R.M., Baker W.L. 1998. Evalation of resource selection methods with different definitions of availability. *Journal of Wildlife Management*, 62, 2: 793-801.
- McLaren B.E., Peterson R.O. 1994. Wolves, Moose, and Tree Rings on Isle Royale. *Science*, 266: 1555-1558
- McLoughlin P.D., Fergusson S.H., Messier F. 2000. Intraspecific variation in home range overlap with habitat quality: a comparison among brown bear populations. *Evolutionary Ecology*, 14: 39-60
- McNab B.K. 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. *American Naturalist*, 162: 133-140
- McShea W.J., Underwood H.B., Rappole J.H. 1997. Deer management and the concept of overabundance. V: *The Science of Overabundance*. W.J. McShea, H.B. Underwood and J.H. Rappole (Ur.). Washington, London, Smithsonian Institute Press: 1-7
- Mech L.D. 1977. Wolf -pack buffer zones as prey reservoirs. *Science*, 198: 320-331
- Mehle J. 1995. Nosilnost habitatov za prehrano jelenjadi na Jelovici: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozaložba: 74 str.
- Millspaugh J.J., Marzluff J.M. 2001. *Radio tracking and Animal Populations*. New York, Academic Press: 326 str.
- Millspaugh J.J., Raedeke K.J., Brundige G.C., Willmott C.C. 1998. Summer bed sites of elk (*Cervus elaphus*) in the Black Hills, South Dakota: considerations for the thermal cover management. *American Midland Naturalist*, 139, 1: 133-140
- Moen A. 1976. Energy conservation by white tailed deer in the witer. *Ecology*, 57: 192-198
- Moen A. 1967. Energy exchange of white-tailed deer, western Minnessota. *Ecology*, 49, 4: 676-682
- Moen R., Pastor J., Cohen Y. 1997. Accuracy of GPS telemetry collar locations with differential correction. *Journal of Wildlife Management*, 61, 2: 530-539
- Moen R., Pastor J., Cohen Y., Schwartz C.C. 1996. Effects of moose movement and habitat use on GPS collar performance. *Journal of Wildlife Management*, 60, 3: 659-668
- Mooty J.J., Karns P.D., Fuller T.K. 1987. Habitat use and seasonal range size of white-tailed deer in northcentral Minnesota. *Journal of Wildlife Management*, 51, 3: 644-648
- Muznik D. 1999. Širitev jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) na širšem območju Cerkljanskega in Tolminske: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozaložba: 62 str.
- Mysterud A. 1996. Bed site selection by adult roe deer *Capreolus capreolus* in southern Norway during summer. *Wildlife Biology*, 2, 2: 101-106
- Mysterud A., Østbye E. 1999. Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography. *Wildlife Society Bulletin*, 27: 385-394
- Mysterud A., Bjørnsen B.H., Østbye E. 1997. Effects of snow depth on food and habitat selection by roe deer *capreolus capreolus* along an altitudinal gradient in south-central Norway. *Wildlife Biology*, 3, 1: 27-33
- Mysterud A., Yoccoz N.G., Stenseth N.C., Langvatan R. 2000. Relationships between sex ratio, climate and density in red deer: the importance of spatial scale. *Journal of Animal Ecology*, 69: 959-974

- Mysterud A., Langvatan R., Yoccoz N.G., Stenseth N.C. 2001. Plant phenology, migration and geographical variation in body weight of a large herbivore: the effect of a variable topography. *Journal of Animal Ecology*, 70: 915-923
- Nellemann C., Vistnes I., Jordhoy P., Strand O. 2001. Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. *Biological Conservation*, 101: 351-360
- Nilsen E.B., Linnell J.D.C., Andersen R. 2004. Individual access to preferred habitat affects fitness components in female roe deer *Capreolus capreolus*. *Journal of Animal Ecology*, 73: 44-50
- North M. P., Reynolds J. H. 1996. Microhabitat analysis using radiotelemetry locations and polytomouslogistic regression. *Journal of Wildlife Management*, 60: 639-653
- Nyberg J.B. 1990. Interactions of Timber Management with Deer and Elk. V: *Deer and Elk Habitats in Coastal Forests of Southern British Columbia*. Nyberg J. B., Janz D. W. 1990 (Ur.). B.C. Ministry of Environment: 99-133
- Ockenfels R.A., Brooks D.E. 1994. Summer diurnal bed sites of Couses white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 58, 1: 70-75
- Otis D., White G.C. 1999. Autocorrelatiuon of location estimates and the analysis of radiotracked data. *Journal of Wildlife Management*, 63, 3: 1039-1044
- Ozoga J.J. 1968. Variation in microclimate in a conifer swamp deeryard in northern Michigan. *Journal of Wildlife Management*, 32, 3: 574-585
- Ozoga J.J., Verme L.J. 1982. Physisal and reproductive characteristics of a supplementally-fed white-tailed deer herd. *Journal of Wildlife Management*, 46, 2: 281-301
- Parker K.L. 1988. Effects of heat, cold, and rain on coastal black-tailed deer. *Canadian Journal of Zoology*, 66: 2475-2483
- Parker K.L., Robbins C.T. 1984. Thermoregulation in mule deer and elk. *Canadian Journal of Zoology*, 62: 1409-1422
- Parker K.L., Gillingham M.P. 1990. Estimates of critical thermal environments for mule deer. *Journal of Range Management*, 43, 1: 73-81
- Parker K.L., Robbins C.T., Hanley T.A. 1984. Energy expenditures for locomotion by mule deer and elk. *Journal of Wildlife Management*, 48, 2: 474-488
- Pérez-Barbería F.J., Gordon, I.J., Pagel, M. 2002. The origins of sexual dimorphism in body size in ungulates. *Ecology*, 56, 6: 1276-1285
- Perko D. 1998. Slovenija – pokrajina in ljudje. Ljubljana, Mladinska knjiga: 735 str.
- Perko F. 1977. Vpliv divjadi na naravno obnovo jelovih in bukovih gozdov na visokem krasu. *Gozdarski vestnik*, 35: 191-204
- Perko F. 1989. Usklajevanje odnosov med divjadjo in njenim življenjskim okoljem v notranjskem LGO. V: *Gospodarjenje z gozdom ob upoštevanju potreb rastlinojede divjadi*. (Strokovna in znanstvena dela, 101.). Košir B. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 167-193
- Perko F., Adamič M., Čop J., Pogačnik J. 1989. Gospodarjenje z gozdom ob upoštevanju potreb rastlinojede divjadi. (Strokovna in znanstvena dela, št. 101). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodartvo in VTOZD za gozdarstvo pri Biotehniški fakulteti: 193 str.
- Pettorelli N., Gaillard J.M., Duncan P., Quellet J.P. 2001. Population density and small-scale variation in habitat quality affect phenotypic quality in roe deer. *Oecologia*, 128: 400-405
- Pettorelli N., Gaillard J.M., Van Laere G., Duncan P., Kjellander P., Liberg O., Delorme D., Maillard D. 2002. Variations in adult body mass in roe deer: the effects of

- population density at birth and of habitat quality. Proceedings of the Royal Society of London, B, 269, 1492: 747-753
- Pohar V. 1994. Veliki sesalci iz viška zadnjega glaciala v Sloveniji. Razprave IV. razreda SAZU, 35: 85-100
- Polanc J. 2001. Karavanška jelenjad in preučevanje njenega širjenja: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo) Ljubljana, samozal.: 85 str.
- Popis gozdov Slovenije – stanje 1990. 1990. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Centralna enota
- Post E., Stenseth N.C. 1999. Climatic variability, plant phenology, and northern ungulates. Ecology, 80: 1322-1339
- Potočnik H. 2002. Prostorska razporeditev in socialna organizacija divje mačke (*Felis silvestris*) v dinarskih gozdovih južne Slovenije: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Biologijo). Ljubljana, samozaložba: 125 str.
- Prosen M. 2002. Odnos javnosti do velikih zveri v Sloveniji pri oblikovanju modela potencialnega habitata: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 125 str.
- Rabe M.J., Rosenstock S.S., DeVos J.C. 2002. Review of big-game survey methods used by wildlife agencies of the western United States, Wildlife Society Bulletin, 30, 1: 46-52
- Raesfeld F., Reulecke K. 1991. Jelenjad 1, biologija in gojitev. Prevedel in priredil Blaž Krže. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 241 str.
- Rakovec I. 1975. Razvoj kvartarne sesalske favne v Sloveniji. Arheološki vestnik, 24, 225-270.
- Recarte J.M., Vincent J.P., Hewison A.J.M. 1998. Flight responses of park fallow deer to human observers. Behavioral Process, 44: 65-72
- Relyea R.A., Lawrence R.K., Demarais S. 2000. Home range of desert mule deer: testing the body-size and habitat-productivity hypotheses. Journal of Wildlife Management, 64: 146-153
- Rempel R.S., Rodgers A.R. 1997. Effects of differential correction on accuracy of a GPS animal location system. Journal of Wildlife Management, 61, 2: 525-530
- Rempel S., Rodgers A.R., Abraham K.F. 1995. Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. Journal of Wildlife Management, 59, 3: 543-551
- Renecker L.A., Hudson R.J. 1986. Seasonal foraging rates of free-ranging moose. Journal of Wildlife Management, 50: 143-147
- Rig M., Langvatn R. 1982. Seasonal changes in weight gain, growth hormone, and thyroid hormones in male red deer (*Cervus elaphus atlanticus*). Canadian Journal Zoology, 60: 2577-2581
- Ripple W.J., Larsen E.J., Renkin R.A., Smith D.W. 2001. Trophic cascades among wolves, elk and aspen on Yellowstone National Park's northern range. Biological Conservation, 102: 227-234
- Rodgers A.R. 2001. Recent Telemetry Technology. V: Radio tracking and Animal Populations. Millspaugh J.J., Marzluff J.M. (Ur.). New York, Academic Press: 82-121
- Rodgers A.R., Rempel R.S., Abraham K.F. 1996. A GPS-based telemetry system. Wildlife Society Bulletin, 24: 559-566
- Rowland M.M., Wisdom M.J., Johnson B.K., Kie J.G. 2000. Elk distribution and modeling in relation to roads. Journal of Wildlife Management, 64, 3: 672-684

- Sand H. 1996. Life history patterns in female moose (*Alces alces*): the relationship between age, body size, fecundity and environmental condition. *Oecologia*, 106, 2: 212-220
- Sand H., Bergstrom R., Cederlung G., Östergren M., Stalfelt F. 1996. Density-dependent variation in reproduction and body mass in female moose *Alces alces*. *Wildlife Biology*, 2: 233-245
- Schmidt K. 1993. Winter ecology of nonmigratory Alpine red deer. *Oecologia*, 95: 226-233
- Schmidt K.T., Hoi H. 1999. Feeding Tactics of Low-ranking Red Deer Stags at Supplementary Feeding Sites. *Ethology*, 105: 349-360
- Schoen J.W., Kirchhoff M.D. 1985. Seasonal distribution and Home-range Patterns of Sitka Black-tailed deer on Admiralty Island, Southeast Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 49, 1: 96-103
- Schröder W. 1980. Raum-und-Zeitverhalten des Rothirsches, Gesichtspunkte für das Rothirsch Management. Tagungsbericht Wald und Wild. V: Forschungsinstitut für Wildtierkunde. Onderscheka K. (Ur.). Wien: 20-34
- Schwartz C.C., Arthur S. M. 1999. Radio-tracking large wilderness mammals: integration of GPS and ARGOS technology. *Ursus*, 11: 261-274
- Seaman D.E., Powell R.A. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology*, 77, 7: 2075-2085
- Seaman D.E., Millspaugh J.J., Kernohan B.J., Brundige G.C., Raedeke K.J., Gitzen R.A. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *Journal of Wildlife Management*, 63: 739-747
- Senn J., Suter W. 2003. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba*) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management*, 181: 151-164
- Simonič A. 1981. Lovskogospodarski načrt za lovišče »Jelen Snežnik« v Notranjskem LGO za razdobje 1981 – 1985. Snežnik, Gojitveno lovišče Jelen Snežnik: 272 str.
- Simonič A. 1982. Kontrolna metoda v gospodarjenju z divjadjo. V: Zbornik gozdarskih študijskih dni Gozd – divjad. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 161-213
- Singer F.J., Schoenecker K.A. 2003. Do ungulates accelerate or decelerate nitrogen cycling. *Forest Ecology and Management*, 181: 189-204
- Smith B.L. 2001. Winter feeding of elk in western north america. *Journal of Wildlife Management*, 65, 2: 173-190
- Springborn E.G., Maehr D.S. 2001. Diurnal and nocturnal habitat use by reintroduced elk in eastern Kentucky, United States. V: Tracking animals with GPS, 12-13 March 2001. Book of Abstracts. Gordon I.J. (Ur.). The Macauley Land Use Research Institute: 19 (abs.)
- Springer J.T. 1979. Some sources of bias and sampling error in radio triangulation. *Journal of Wildlife Management*, 43: 926-935
- Stankovski V., Debeljak M., Bratko I., Adamič M. 1998. Modelling the population dynamics of red deer (*Cervus elaphus* L.) with regard to forest development. *Ecological Modelling*, 108: 145-151
- Statistični GIS pokrovnosti/rabe tal Slovenije: vektorska oblika. 1999. Ljubljana, Statistični urad RS
- Steffen D.J., Oates D.W., Sterner M.C., Cooper V.L. 1999. Absence of tuberculosis in free-ranging deer in nebraska. *Journal of Wildlife Diseases* 35: 105-107
- Strohmayer D.C., Peek J.M., Bowlin T.R. 1999. Wapiti bed sites in Idaho sagebrush steppe. *Wildlife soc. Bulletin*, 27, 3: 547-551

- Szemethy L., Heltai M., Mátrai K., Pető Z. 1998. Home ranges and habitat selection of red deer (*Cervus elaphus*) on a lowland area. *Gibier Fauna Sauvage*, 15: 607-615
- Škulj M. 1987. Medsebojni vplivi jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) in smrekovih kultur nastalih s premeno grmišč na Kočevskem: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozaložba: 51 str.
- Tarr M.E., Perkins P.J. 2002. Influences of winter supplemental feeding on the energy balance of white-tailed deer fawns in New Hampshire, USA. *Canadian Journal of Zoology*, 80: 6-15
- Telfer E.S. 1978. Cervid distribution, browse and snow cover in Alberta. *Journal of Wildlife Management*, 42, 2: 352-361
- Thompson C.M., McGarigal K. 2002. The influence of research scale on bald eagle habitat selection along the lower Hudson River, New York (USA). *Landscape Ecology*, 17: 569-586
- Tufto J.R., Andersen J., Linnell J. 1996. Habitat use and ecological correlates of home range size in a small cervid: the roe deer. *Journal of Animal Ecology*, 65, 6: 715-724
- Tyler J.A., Hargrove W.W. 1997. Predicting spatial distribution of foragers over large large resource lanscapes: a modeling analysis of the Ideal Free Distibution. *Oikos*, 79: 376-386
- Unsworth J.W., Kuck L., Garton E.O., Butterfield B.R. 1998. Elk habitat selection on the Clearwater national forest, Idaho. *Journal of Wildlife Management*, 62, 4: 1255-1263
- Vektorska linijska karta cestnega omrežja v Sloveniji – stanje 2004. 2004. Ljubljana, Direkcija Republike Slovenije za ceste
- Vektorska karta rabe kmetijskih zemljišč. 2002. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
- Vektorska karta odsekov gozdov v Sloveniji – stanje 2004. 2004. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Centralna enota
- Vektorska karta odsekov – stanje 2000. 2000. Zavod za gozdove Slovenije, Centralna enota
- Verme L. 1968. An index of winter weather severity for nortern deer. *Journal of Wildlife Management*, 32, 3: 566-574
- Veselič Ž. 1991. Na Postojnskem preštevilna divjad še naprej hudo ogroža gozdno mladje. *Gozdarski Vestnik*, 49: 147-157
- Vincent J.P., Bideau E., Hewison A.J.M., Angibault J.M. 1995. The influence of increasing density on body weight, kid production, home range and winter grouping in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Journal of Zoology*, 236: 371-382
- Virjent Š., Jerina K. 2004. Osrednji slovenski register velike lovne divjadi in velikih zveri v sklopu novega lovsko-informacijskega sistema. *Lovec*, 86, 5: 280-281
- Volk F.H 1999. Bark peeling frequency in the alpine provinces of Austria: the importance of forest structure and red deer management. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 45, 1: 1-16
- Wahlström L.K., Kjellander P. 1995. Ideal free distribution and natal dispersal in female roe deer. *Oecologia*, 103: 302-308
- Waller D.M., Alverson W.S. 1997. The white-tailed deer: a keystone herbivore. *Wildlife Society Bulletin*, 25, 2: 217-226
- Wallmo O.C., Schoen J.W. 1980. Response of Deer to Secondary Forest Succession in Southeast Alaska. *Forest Science*, 26, 3: 448-462
- Walsh N.E., Fancy S.G., McCabe T.R., Pank L.F. 1992. Habitat use by the porcupine herd during predicted insect harassment. *Journal of Wildlife Management*, 56, 3: 465-473

- Ward A.I., White P.C.L., Smith A., Critchley C.H. 2004. Modelling the cost of roe deer browsing to forestry. *Forest Ecology and Management*, 191: 301-310
- Wauters L.A., Crombrugghe S.A., Nour N., Matthysen E. 1995. Do female roe deer in good condition produce more sons than daughters. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 37, 3: 189-193
- Weisberg P.J., Bugmann H. 2003; Forest dynamics and ungulate herbivory: from leaf to landscape. *Forest Ecology and Management*, 181: 1-12
- White G. C., Garrott R.A. 1990. Analysis of wildlife radio-tracking data. San Diego, Academic Press: 383 str.
- Witmer G.W., Calesta D.S. 1983. Habitat use by female roosevelt elk in the Oregon coast range. *Journal of Wildlife Management*, 47, 4: 933-939
- Worton B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilisation distribution in home range studies. *Ecology*, 70, 1: 164-168
- Wrey S., Cresswell W.J., White P.C.L., Harris S. 1992. What if anything is a core area? An analysis of problems of describing internal range configurations. V: *Wildlife telemetry, remote monitoring and tracking of animals*. Priede I.G.(Ur.). Aberdeen , Department of Zoology, University of Aberdeen, Ellis Horwood Limited: 256-272
- Yeo J.J., Peek J.M. 1992. Habitat selection by female Sitka black-tailed deer in logged forests of southeastern Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 56, 2: 253-261
- Zabel C.J., Dunk J.R., Stauffer H.B., Roberts L.M., Mulder B.S., Wright A. 2003. Northern spotted owl habitat models for research and management applications in California (USA). *Ecological Applications*, 13: 385-397
- Zafran J., Berce M., Marinčič A., Adamič M. 2002. Monitoring prisotnosti velikih zveri in njihovih ključnih plenskih vrst v gojitvenem lovišču ZGS »Jelen-Snežnik«. Podprojekt ciljnega raziskovalnega programa Gozd. (neobjavljeno poročilo).
- Žnidaršič A. 2005. Primerjava dveh telemetrijskih metod za spremljanje gibanja in aktivnosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.), ter proučevanje njenih habitatnih značilnosti na območju Kočevske reke: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozaložba: 37 str.

ZAHVALA

Za izvedbo disertacije v predstavljenem obsegu in vsebini je bilo bistvenega pomena sodelovanje številnih sodelavcev z Biotehniške fakultete – Oddelka za gozdarstvo, članov Zavoda za gozdove Slovenije in lovcev – članov Lavske zveze Slovenije, kot tudi pomoč in podpora prijateljev ter družinskih članov.

Pri izdelavi dela me je usmerjal mentor, prof. dr. Miha Adamič, ki je bil vedno odprt za poglobljene strokovne pogovore. S svojim širokim znanjem in intuicijo mi je že v času izdelave diplomskega dela in pozneje med podiplomskim študijem odpiral nove poglede na obravnavano tematiko ter druga področja ekologije in upravljanja divjadi. Tudi večina podatkov, uporabljenih v pričujoči nalogi, je bila zbrana pod okriljem njegovih raziskovalnih projektov. Za vse se mu ob tej priložnosti iskreno zahvaljujem. Posebna zahvala gre recenzentu naloge prof. dr. Marijanu Kotarju za pogovore in nasvete o uporabi ustreznih statističnih metod med podiplomskim študijem, še posebej pa za njegovo »skrb« za splošno visoko raven znanja statistike in metodike raziskovanja med študenti gozdarstva. Zahvaljujem se tudi drugemu recenzentu naloge prof. dr. Marijanu Grubešiču za hitro in kvalitetno opravljeno delo.

Telemetrijske podatke o jelenjadi, uporabljeni v pričujoči disertaciji, se je v sodelovanju z Zavodom za Gozdove Slovenije in Lavske zvezo Slovenije zbralo v več raziskovalnih projektih. S strani Zavoda za gozdove Slovenije so raziskave vodili in podprli vodja GL Jelen-Snežnik Anton Marinčič, vodja GL Medved Iztok Ožbolt in vodja odseka za lovstvo Marko Jonozovič, s strani Lavske zveze Slovenije pa vodja strokovnih služb Blaž Krže. Pri samem odlovu in telemetrijskem spremljanju jelenjadi so sodelovali številni člani obeh kolektivov; med njimi so največji delež opravili: Anton Marinčič in Valentin Vidojevič (v GL Jelen-Snežnik), Rudi Kovačič (v GL Medved), Aleš Žnidaršič (v Kočevska reka d.o.o.), Gregor Bolčina in Mateja Blažič (v GL Ljubljanski vrh in Žitna Gora) ter Branko Vajndorfer (v GL Kompas-Peskovci). Za dobro opravljeno delo sem vsem globoko hvaležen.

Zelo pomemben del naloge temelji na podatkih iz »Osrednjega slovenskega registra lovne divjadi in velikih zveri«. Vzdržujejo ga tako rekoč vsi člani lovskih družin Lavske zveze Slovenije, vsi zaposleni Lovišč s posebnim namenom Zavoda za gozdove Slovenije ter revirni lovci in vodja lovstva Triglavskega narodnega parka. Za aktivno sodelovanje in njihovo daljnovidnost, ki je vodila v podporo pri osnovanju registra, se zahvaljujem vodstvu naštetih lovskih organizacij: vodji odseka za lovstvo Marku Jonozoviču ZGS, predsedniku LZS Bojanu Lipičniku in predsedniku odbora za veliko divjad in velike zveri LZS Dušanu Jugu. Prepričan sem, da bodo podatki omenjenega registra omogočili spoznavanje povsem novih razsežnosti ekologije divjadi.

Za pomoč pri prevajanju delov naloge v angleščino se zahvaljujem Martinu in Klemenu Petrovčiču, za njihovo lektoriranje Tomu Nagelu, za lektoriranje slovenskega besedila pa Tadeji Petrovčič Jerina.

Hvaležen sem tudi svojim najbližjim; staršema, ker sta mi vsadila radovednost, ter mi z materialno in moralno pomočjo omogočila ves dodiplomski študij, še zlasti pa Tadeji in Ani, ki sta mi ves čas nastajanja naloge stali ob strani ter razumeli tudi slabe strani, ki jih prinaša izdelava takšnega dela.

Izdelava disertacije ne bi bila mogoče brez podpore Ministrstva za šolstvo, znanost in šport, ki je financiralo moje znanstveno-raziskovalno usposabljanje v programu mladi raziskovalci.

PRILOGE

Priloga A: Podatki o snemanjih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo

Območje raziskave	Spol	Starost	Obdobje spremljanja			Št. posnetih lokacij	Mediana dni med 2 lok.
			Začetek	Konec	Št. dni		
Snežniško – javorniško območje	Ž	2	27.02.1999	15.12.1999	291	55	4
	Ž	4	27.02.1999	21.12.1999	297	53	4
	Ž	9	28.02.1999	14.08.2002	1263	282	4
	M	4	28.02.1999	14.06.2003	1567	343	4
	M	4	05.03.1999	21.12.1999	291	53	4
	M	5	06.03.1999	08.03.2000	368	78	4
	Ž	5	30.03.1999	08.12.1999	253	55	4
	M	5	09.05.1999	10.02.2001	643	155	4
	Ž	8	26.01.2000	02.11.2002	1011	229	4
	Ž	5	30.01.2000	19.04.2000	80	22	3
	Ž	5	19.02.2000	20.08.2002	913	208	4
	Ž	4	19.02.2000	22.02.2003	1099	186	4
	M	4	24.02.2000	11.03.2000	16	5	3
	M	4	04.02.2001	07.06.2001	123	29	4
	Ž	9	05.02.2001	30.10.2004	1363	231	4
	Ž	7	06.02.2001	13.08.2003	918	156	4
	Ž	7	07.03.2001	16.02.2002	346	65	4
	Ž	6	02.03.2002	20.11.2002	263	59	4
	Ž	8	05.03.2002	30.10.2004	970	104	7
	M	5	06.03.2002	28.06.2003	479	56	7
	Ž	4	07.03.2002	29.06.2002	114	17	5
	M	6	07.03.2002	18.09.2002	195	43	4
	M	7	08.03.2002	30.10.2004	967	95	7
	M	5	09.03.2002	03.03.2004	725	112	4
Kočevska – GL Medved	Ž	4	06.03.1999	23.04.2003	1509	831	1
	Ž	7	12.03.1999	30.06.2000	476	223	1
	M	7	12.03.1999	04.10.2000	572	315	1
	M	6	12.03.1999	15.09.2002	1283	602	1
	Ž	10	12.03.1999	10.09.2003	1643	884	1
	Ž	9	15.03.1999	02.04.2000	384	172	1
	M	5	26.03.1999	30.12.2003	1740	869	1
	M	6	29.01.2000	25.11.2003	1396	768	1
	M	5	30.01.2000	11.11.2002	1016	550	1
	Ž	4	20.02.2000	30.12.2003	1409	791	1
	M	5	22.02.2002	30.12.2003	676	366	1
	M	4	26.02.2002	30.12.2003	672	380	1
	M	8	07.01.2003	17.12.2003	344	206	1
	M	7	31.01.2003	30.12.2003	333	202	1
	M	5	02.02.2003	27.09.2003	237	156	1
Kočevska – Kočevska reka	Ž	1	04.01.2003	16.11.2004	682	97	5
	Ž	3	04.01.2003	01.12.2004	697	107	5
	Ž	8	17.07.2003	01.12.2004	503	109	4
Kočevska – GL Žitna	Ž	5	21.05.1997	29.06.1998	404	76	4
	Ž	6	26.05.1997	01.06.1998	371	73	4
Menišija	Ž	5	03.03.1997	21.02.1999	720	165	4
	Ž	3	23.02.1999	06.12.2001	1017	126	6
	Ž	3	23.02.1999	20.10.2002	1335	162	7
	Ž	9	12.01.2000	30.07.2000	200	22	7
	Ž	7	12.01.2000	12.03.2002	790	81	7
Goričko	Ž	8	26.04.2004	20.11.2004	208	21	10
Minimum					16	5	1
Maksimum					1740	884	10
Povprečje					703	221	4
Vsota					35172	11045	

Priloga C: Ponderji pri analizah celoletne rabe prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo

		OBMOČJE RAZISKAVE				VSOTA (površina v km)	DELEŽ (%)
		SNEŽNIŠKO- JAVORN.	KOČ. - LOVSKI VRH	KOČEVSKA - KOČ. REKA	GORIČKO		
OSNOVNI PODATKI (1)	OBMOČJE RAZISKAVE	20946	12793	14462	10225	58426 (146.1)	92,4
	OBMOČJE AKTIVNOSTI	2299	675	990	863	4827 (12.1)	7,6
	VSOTA	23245	13468	15452	11088	63253	
	DELEŽ (%)	36,7	21,3	24,4	17,5		
PONDER (2)	OBMOČJE RAZISKAVE	0,012	0,049	0,013	0,037		
	OBMOČJE AKTIVNOSTI	0,109	0,925	0,193	0,433		
PODATKI ZA ANALIZE (= 1×2)	OBMOČJE RAZISKAVE	250,5	624,7	191,0	373,8	1440,0	50,0
	OBMOČJE AKTIVNOSTI	250,5	624,7	191,0	373,8	1440,0	50,0
	VSOTA	501,0	1249,3	382,0	747,7	2880,0	
	DELEŽ (%)	17,4	43,4	13,3	26,0		
OSNOVNI PODATKI (3)	OBMOČJA AKTIVNOSTI	2299	675	990	863	4827	24,7
	POSNETE LOKACIJE	2555	6371	1948	3813	14687	75,3
	VSOTA	4854	7046	2938	4676	19514	
	DELEŽ (%)	24,9	36,1	15,1	24,0		
PONDER (4)	OBMOČJA AKTIVNOSTI	0,109	0,925	0,193	0,433		
	POSNETE LOKACIJE	0,098	0,098	0,098	0,098		
PODATKI ZA ANALIZE (= 3×4)	OBMOČJA AKTIVNOSTI	250,5	624,7	191,0	373,8	1440,0	50,0
	POSNETE LOKACIJE	250,5	624,7	191,0	373,8	1440,0	50,0
	VSOTA	501,0	1249,3	382,0	747,7	2880,0	
	DELEŽ (%)	17,4	43,4	13,3	26,0		

OPOMBE

Zgornja polovica preglednice se nanaša na analize prvega nivoja, spodnja pa na analize drugega nivoja. Številke v okencih vrstic »OSNOVNI PODATKI« označujejo število rastrskih celic (podatkovnih nizov) po območjih raziskave. V vrsticah »PONDER« so podani ponderji, ki smo jih ob pripadajočih podatkovnih nizih uporabili kot uteži v statističnih analizah in tako odstranili vpliv nehomogenega snemanja lokacij jelenjadi v različnih območjih raziskave.

Priloga D: Zgradba območij raziskave, celoletnih območij aktivnosti in posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z VHF telemetrijo

OZNAKA SPREMENLJIVKE	OBMOČJA RAZISKAVE			OBMOČJA AKTIVNOSTI			POSNETE LOKACIJE			N
	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	
NDV_250	481	741	1157	525	786	1102	551	833	1083	1436
NKL_250	1,0	7,1	14,0	2,0	7,7	15,0	2,0	7,7	14,0	1425
SONCE_250	3611	4031	4357	3534	3970	4335	3559	3982	4311	1436
DEL_GOZD_250	5,9	79,1	100,0	48,6	87,9	100,0	65,8	89,5	100,0	1440
DEL_SUKC_250	0,0	2,9	9,0	0,0	2,7	3,1	0,0	2,4	0,1	1440
DEL_KMET_250	0,0	15,7	68,3	0,0	8,4	29,6	0,0	7,4	27,5	1440
DEL_OSTALO_250	0,0	2,3	4,0	0,0	1,1	1,6	0,0	0,8	3,6	1440
NEG_250_750	0,0	17,9	69,1	0,0	9,9	35,0	0,0	8,3	25,3	1440
NEG_250_1250	0,0	17,8	62,9	0,0	10,4	33,5	0,1	9,7	27,6	1440
ODD_GOZD_250	12	88	246	12	54	159	12	40	92	511
ODD_NEGOZD_250	27	368	862	54	357	762	40	311	652	1372
DEL_MLD_250	0,0	8,2	20,6	0,0	9,6	26,7	0,0	7,9	19,2	1342
DEL_DRG_250	2,5	36,5	76,9	4,6	34,8	70,2	0,9	29,2	62,8	1342
DEL_DEB_250	0,0	34,0	70,3	0,9	36,6	73,4	0,3	35,2	74,7	1342
DEL_POM_250	0,0	12,1	36,0	0,0	12,2	35,0	0,0	14,0	41,8	1342
DEL_OST_SEST_250	0,0	9,1	35,0	0,0	6,8	25,0	0,0	13,8	69,6	1342
LZ_SEST_250	103	240	368	114	249	367	114	243	366	1363
DEL_IGL_250	5,5	44,8	85,5	7,2	46,6	85,2	2,9	45,2	82,8	1361
ODD_CESTA_JAVNA_250	133	1309	2927	216	1629	3889	305	1823	4621	1438
ODD_CESTA_VSE_250	49	219	483	51	204	435	51	215	436	1438
ODD_NASELJE_250	507	2839	6263	854	3044	6438	1057	3104	5807	1438
ODD_KRM_250	428	1335	2461	330	977	1759	180	859	1651	1438

Priloga E: Zgradba območij raziskave, celoletnih območij aktivnosti in posnetih lokacij jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo

OZNAKA SPREMENLJIVKE		OBMOČJE RAZISKAVE			OBMOČJA AKTIVNOSTI			POSNETE LOKACIJE			N
		X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	
NDV_50		267	620	1018	290	634	998	290	628	998	1440
NKL_50		2	7,4	16	2	7,4	15	1	6,8	15	1431
SONCE_50		3623	4049	4342	3861	4134	4359	3977	4160	4353	1438
RABA_50- kategorija*	1		77,5			66,9			42,5		1440
	2		2,5			4,7			4,7		
	3		18,3			26,9			52,3		
	4		1,7			1,5			0,6		
NEG_50_250		0	20,0	86	0	27,5	87	0	41,4	88	1440
NEG_50_750		0	20,3	74	1	26,1	74	2	33,1	75	1440
NEG_50_1250		0	20,6	69	1	24,6	59	2	29,1	61	1440
ODD_GOZD_50		8	123	343	4	62	160	5	40	92	486
ODD_NEGOZD_50		32	326	676	12	186	407	5	138	341	954
DEL_MLD_50		0	6,8	20	0	5,4	16	0	5,8	16	828
DEL_DRG_50		0	40,7	90	0	36,8	91	0	39,4	91	828
DEL_DEB_50		0	36,7	80	0	20,1	68	0	16,1	55	828
DEL_POM_50		0	10,2	33	0	6,3	23	0	4,9	12	828
DEL_OST_SEST_50		0	5,5	14	0	31,3	100	0	33,7	100	828
LZ_SEST_50		144	258	370	91	190	316	91	173	299	964
DEL_IGL_50		5	42,8	84	1	43,0	83	1	37,3	83	964
ODD_CESTA_JAVNA_50		163	1303	3185	109	1051	3053	97	959	2793	1440
ODD_CESTA_VSE_50		26	193	408	31	191	391	25	149	351	1440
ODD_NASELJE_50		469	2085	3854	378	1494	2943	400	1405	2680	1440
ODD_KRM_50		490	1310	2254	191	800	1451	36	701	1354	1440
OPOMBE* 1 – gozd, 2 – površine v zaraščanju, 3 – kmetijske površine, 4 – ostalo											

Priloga F: Aritmetična sredina in prvi ter zadnji decil neodvisnih spremenljivk v obdobju hladnega in toplega dela leta za jelenjad, spremljano z VHF telemetrijo

OZNAKA SPREMENLJIVKE	HLADNI DEL LETA				TOPLI DEL LETA			
	N	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	N	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}
NDV_250	2563	555	850	1069	8189	569	863	1108
NKL_250	2538	3	7,3	13	8141	3	8,0	15
SONCE_250	2563	3609	3984	4257	8189	3516	3947	4292
DEL_GOZD_250	2563	66	91,5	100	8189	59	89,1	100
DEL_SUKC_250	2563	0	1,6	0	8189	0	2,4	0
DEL_KMET_250	2563	0	5,8	28	8189	0	7,7	28
DEL_OSTALO_250	2563	0	1,1	4	8189	0	0,8	4
NEG_250_750	2563	0	5,5	16	8189	0	8,0	20
NEG_250_1250	2563	0	7,1	17	8189	0	8,6	24
ODD_GOZD_250	848	12	23	34	2674	12	49	167
ODD_NEGOZD_250	2559	39	317	652	7902	45	338	688
DEL_MLD_250	2528	0	8,3	23	7655	0	8,9	24
DEL_DRG_250	2528	0	26,3	57	7655	0	24,5	54
DEL_DEB_250	2528	0	31,7	74	7655	0	36,2	75
DEL_POM_250	2528	0	16,4	45	7655	0	15,1	45
DEL_OST_SEST_250	2528	0	17,3	70	7655	0	15,4	70
LZ_SEST_250	2548	125	254	372	7768	125	256	375
DEL_IGL_250	2548	2	42,9	77	7768	5	45,7	79
ODD_CESTA_JAVNA_250	2563	305	1951	4874	8189	305	1930	4635
ODD_CESTA_VSE_250	2563	44	181	379	8189	47	212	428
ODD_NASELJE_250	2563	1350	3199	5569	8189	1143	3389	6221
ODD_KRM_250	2563	87	699	1590	8189	146	871	1675

Priloga G: Aritmetična sredina in prvi ter zadnji decil neodvisnih spremenljivk v obdobju hladnega in toplega dela leta za jelenjad, spremljano z GPS telemetrijo

OZNAKA SPREMENLJIVKE		HLADNI DEL LETA				TOPLI DEL LETA			
		N	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	N	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}
NDV_50		4864	290	668	1004	10556	287	605	990
NKL_50		4830	1	5,7	12	10518	2	7,6	16
SONCE_50		4858	3950	4150	4323	10547	3977	4163	4359
RABA TAL 50- kategorija*	1	4864		47,6		10556		52,4	
	2			1,4				6,8	
	3			50,6				40,0	
	4			0,5				0,8	
NEG_50_250		4864	0	33,2	77	10556	0	44,3	90
NEG_50_750		4864	1	22,5	61	10556	2	38,8	78
NEG_50_1250		4864	1	20,9	50	10556	3	33,7	71
ODD_GOZD_50		2336	4	34	77	5613	6	43	104
ODD_NEGOZD_50		2527	5	146	343	4943	6	151	367
DEL_MLD_50		2372	0	4,5	12	3271	0	6,8	16
DEL_DRG_50		2372	0	35,1	91	3271	0	41,1	91
DEL_DEB_50		2372	0	15,5	55	3271	0	20,8	61
DEL_POM_50		2372	0	6,6	20	3271	0	5,5	15
DEL_OST_SEST_50		2372	0	38,2	100	3271	0	25,7	100
LZ_SEST_50		2619	91	183	316	5131	91	181	299
DEL_IGL_50		2619	1	43,1	79	5131	1	35,0	83
ODD_CESTA_JAVNA_50		4864	161	1229	5102	10556	77	871	2704
ODD_CESTA_VSE_50		4864	26	138	317	10556	24	157	372
ODD_NASELJE_50		4864	593	1815	5000	10556	348	1202	2601
ODD_KRM_50		4864	12	434	1093	10556	217	894	1431

OPOMBE* 1 – gozd, 2 – površine v zaraščanju, 3 – kmetijske površine, 4 – ostalo

Priloga H: Aritmetična sredina in prvi ter zadnji decil neodvisnih spremenljivk zgradbe prostora – primerjava dnevne in nočne rabe prostora jelenjadi, spremljane z GPS telemetrijo

OZNAKA SPREMENLJIVKE		NOČ				DAN			
		N	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}	N	X _{0,1}	X _{pov.}	X _{0,9}
NDV_50		10063	287	616	998	5357	298	661	984
NKL_50		10052	2	6,2	13	5291	1	8,2	17
SONCE_50		10063	4015	4184	4366	5342	3822	4105	4323
RABA TAL 50- kategorija*	1	10063		22,6		5357		84,3	
	2			4,3				5,1	
	3			72,3				10,5	
	4			0,9				0,1	
NEG_50_250		10063	9	55,3	93	5357	0	12,2	48
NEG_50_750		10063	5	41,6	79	5357	1	15,3	40
NEG_50_1250		10063	9	34,9	70	5357	1	16,8	34
ODD_GOZD_50		7359	6	42,6	98	567	2	14,7	34
ODD_NEGOZD_50		2704	2	68,7	202	4790	17	192,8	389
DEL_MLD_50		2053	0	5,1	16	3899	0	6,3	16
DEL_DRG_50		2053	0	36,7	91	3899	0	39,4	91
DEL_DEB_50		2053	0	12,9	45	3899	0	20,0	62
DEL_POM_50		2053	0	7,9	20	3899	0	3,8	10
DEL_OST_SEST_50		2053	0	37,3	100	3899	0	30,5	100
LZ_SEST_50		3083	91	170	299	4725	91	183	310
DEL_IGL_50		3083	1	33,6	79	4725	1	40,4	83
ODD_CESTA_JAVNA_50		10063	78	951	2902	5357	128	1009	2587
ODD_CESTA_VSE_50		10063	20	117	265	5357	55	218	408
ODD_NASELJE_50		10063	337	1355	2792	5357	661	1543	2502
ODD_KRM_50		10063	21	713	1392	5357	190	717	1276
OPOMBE* 1 – gozd, 2 – površine v zaraščanju, 3 – kmetijske površine, 4 – ostalo									