

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

Tina MIHELIC (KRŽMANC)

**VPLIVI INDIVIDUALNIH IN OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA
REPRODUKCIJO JELENJADI (*Cervus elaphus* L.) V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL AND ENVIRONMENTAL
CONSTRAINTS ON REPRODUCTION OF RED DEER
(*Cervus elaphus* L.) IN SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
University studies

LJUBLJANA, 2009

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Miha Adamiča, somentorja dr. Klemna Jerino in za recenzentko prof. dr. Majo Jurc.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Tina Mihelič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 153:149.72(043.2)=163.6
KG	reprodukcija/jelenjad/ <i>Cervus elaphus</i> L./okoljski dejavniki
KK	
AV	MIHELIC (KRŽMANC), Tina
SA	ADAMIČ, Miha (mentor), JERINA, Klemen (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2009
IN	VPLIVI INDIVIDUALNIH IN OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA REPRODUKCIJO JELENJADI V SLOVENIJI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	78 str., 14 pregl., 23 sl., 1 pril., 69 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AB	V nalogi so proučevali reprodukcijo prostoživečih košut (<i>Cervus elaphus</i> L.) v Sloveniji. Material za raziskavo so iz rednega odstrela prispevala lovišča s posebnim namenom. Košute, ki so jih obravnavali v raziskavi, so bile odvzete iz populacije, v času med 12. 11. in 30. 12. 2008, na območju kočevske in kamniške regije ter Pohorja. V laboratoriju, na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, so opravili pregled maternic in zarodkov. Starost košut je bila ugotovljena z metodo brušenja zob. Podatke o košutah in zarodkih so, skupaj z okoljskimi podatki iz območja, kjer je bila posamezna košuta odstreljena, statistično obdelali. Ugotovili so, da telesna masa košut vpliva na njihov reprodukcijski uspeh, medtem ko niti starost košute, niti populacijsko območje iz katerega je izhajala, nista pokazala vpliva na reprodukcijo. Analiza je pokazala, da noben izmed okoljskih dejavnikov ni povezan z reprodukcijo. Izpostaviti pa je treba, da je vzorec analiziranih košut za tovrstne analize zelo majhen ($n = 55$). Na podlagi študija literature o reprodukciji jelenjadi so ugotovili, da so rezultati primerljivi z rezultati tako domačih, kot tujih raziskav.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
 DC FDC 153:149.72(043.2)=163.6
 CX Reproduction/Red deer/*Cervus elaphus* L/environmental constraints
 CC
 AU MIHELIČ (KRŽMANC), Tina
 AA ADAMIČ, Miha (mentor), JERINA, Klemen (somentor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
 PY 2009
 TI THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL AND ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS ON REPRODUCTION OF RED DEER (*Cervus elaphus* L.) IN SLOVENIA
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO 78 p., 14 tab., 23 fig., 1 ann., 69 ref.
 LA Sl
 AL sl/en
 AB The subject of research was the reproduction of wild red deer (*Cervus elaphus* L.) in Slovenia. Material was sampled as a part of regular yearly shooting plan by the special intent hunting grounds. Hinds included into research were harvested from the 12th of November 2008 to the 30th of December 2008. Harvesting was conducted in the Kočevje, Kamnik and Pohorje region. The examination of uteruses and fetuses took place in the laboratory in the Department of forestry and renewable resources. Exact age of sampled hinds was determined using the molar eruption prediction method. The data on hinds and fetuses have been statistically processed together with the environmental data from the area where hinds were harvested. They have established that hind bodymass does influence their reproductive success, however there was no evident correlation of reproductive success to hind age, nor the population area. In the course of the research they could not link any of the analysed ecological constraints to reproductive success, mainly because of a small sample (n = 55). With the study of literature they have come to a conclusion that the results are comparable to domestic as well as foreign researches.

KAZALO VSEBINE

str.

Ključna dokumentacijska informacija (KDI).....	III
Key Words Documentation (KWD).....	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo prilog.....	IX

1	UVOD	1
2	NAMEN NALOGE in opredelitev problema.....	3
3	PREGLED OBJAV	5
3.1	Metode za proučevanje reprodukcije	5
3.1.1	Popolni odstrel in rekonstrukcija natalitete	5
3.1.2	Kontrolna metoda	7
3.1.3	Genetika.....	9
3.1.4	Preiskave reproduktivnih organov.....	10
3.1.5	Ultrazvočni pregledi	15
3.2	Reprodukcijski uspeh jelenjadi.....	15
3.3	Vzroki variiranja reprodukcijskega uspeha pri jelenjadi	18
3.3.1	Okoljski dejavniki	18
3.3.2	Individualni dejavniki.....	23
4	DELOVNE HIPOTEZE	25
5	MATERIAL IN METODE	26
5.1	Zbiranje materiala.....	27
5.2	Obdelava vzorcev.....	29
5.3	Preverjanje točnosti podatkov in spajanje z drugimi bazami.....	32
5.4	Določanje starosti košut z brušenjem zob	33
5.5	Statistična obdelava podatkov.....	34
6	REZULTATI RAZISKAVE.....	36
6.1	Osnovni statistični parametri	36
6.2	Razvoj zarodka v maternici.....	37
6.3	Spolna sestava zarodkov	40
6.3.1	Vpliv starosti košut na spolno sestavo potomcev	41
6.3.2	Vpliv telesne mase košut na spolno sestavo potomcev	42
6.3.3	Spolna sestava potomcev po različnih populacijah	43
6.3.4	Vpliv okolja na spolno sestavo potomcev	44
6.4	Delež oplojenosti	44
6.4.1	Vpliv starosti košut na delež oplojenosti.....	44
6.4.2	Vpliv različnih populacij na delež oplojenosti košut	47
6.4.3	Vpliv telesne mase košut na delež oplojenosti	47
6.4.4	Vpliv okolja na delež oplojenosti	49

6.5	Datum oplojenosti in poleganja.....	49
6.5.1	Vpliv telesne mase in starosti košut na datum poleganja mladičev	51
6.5.2	Vpliv okolja na datum poleganja mladičev	52
7	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	54
7.1	Metode za proučevanje reprodukcije	54
7.2	Razvoj zarodka v maternici.....	55
7.3	Spolna struktura	56
7.4	Delež oplojenosti	59
7.5	Datum oplojenosti in poleganja.....	62
8	POVZETEK	65
9	SUMMARY	67
10	VIRI	69
	ZAHVALA.....	77
	PRILOGE.....	78

KAZALO PREGLEDNIC

str.

Preglednica 1: Osnovni statistični parametri za starosti ugotovljen po zobeh in okularno ter telesno maso	36
Preglednica 2: Povzetek modela in prilagoditve parametrov	39
Preglednica 3: Rezultat univariatne analize razlik med samci in samicami glede na starost košute	41
Preglednica 4: Rezultat univariatne analize razlik med samci in samicami glede na telesno maso košute	42
Preglednica 5: Rezultat univariatne analize razlik med samci in samicami glede na genotip	43
Preglednica 6: Rezultati bivariatne analize razlik deleža samcev med potomci glede na okoljske dejavnike	44
Preglednica 7: Število oplojenih košut po starostnih razredih (dejanske vrednosti)	46
Preglednica 8: Število oplojenih košut po starostnih razredih (teoretične vrednosti)	46
Preglednica 9: Razlike med dejanskimi in prilagojenimi vrednostmi	46
Preglednica 10: Rezultat univariatne analize razlik oplojenimi in neoplojenimi samicami glede na genotip košute	47
Preglednica 11: Rezultat univariatne analize razlik med oplojenimi in neoplojenimi košutami glede na telesno maso košute	48
Preglednica 12: Rezultati bivariatne analize razlik v oplojenosti glede na okoljske dejavnike	49
Preglednica 13: Rezultati multivariatne regresijske analize datuma poleganja mladičev glede na starost in telesno maso košut	51
Preglednica 14: Rezultat regresijske analize razlik z metodo enter; vpliv okoljskih dejavnikov na čas poleganja mladičev	53

KAZALO SLIK

str.

Slika 1: Shema dejavnikov in kazalnikov reproduktivnega uspeha	27
Slika 2: Vsa lovišča s posebnim namenom, ki so bila zaprošena za zbiranje vzorcev.....	28
Slika 3: Območja lovišč s posebnim namenom, ki so prispevala vzorce z označenimi kvadranti izločenih košut.....	29
Slika 4: Neoplojena maternica s prebavnim traktom, izločali in bezgavkami	30
Slika 5: Oplojena maternica pripravljena za sekcijo	30
Slika 6: Desni rog maternice s posteljico, ki se pripenja na karunkle	31
Slika 7: Prerezan levi maternični rog z zarodkom.....	32
Slika 8: Vzdolžni prerez meljakov	34
Slika 9: Razvoj zarodka v maternici s prilagojeno krivuljo in enačbo	37
Slika 10: Povečevanje velikosti zarodkov s časom	38
Slika 11: Naraščanje mase zarodka v odvisnosti od njegove starosti.....	39
Slika 12: Naraščanje mase zarodka v odvisnosti od njegove telesne dolžine	39
Slika 13: Naraščanje dolžine glave zarodka v odvisnosti od njihove starosti	40
Slika 14: Naraščanje premera glave zarodka v odvisnosti od njegove starosti	40
Slika 15: Število zarodkov po spolu	40
Slika 16: Spol zarodkov glede na starost košute	41
Slika 17: Spol zarodkov glede na telesno maso košute	42
Slika 18: Število oplojenih košut po območjih glede na spol	43
Slika 19: Oplojenost košut po starosti	45
Slika 20: Število oplojenih in neoplojenih košut glede na populacijsko območje	47
Slika 21: Delež oplojenosti po telesni masi.....	49
Slika 22: Število oplojenih košut po desetdnevni obdobjih	50
Slika 23: Čas poleganja glede na starost košute	52

KAZALO PRILOG

str.

PRILOGA A: Podatki o odstreljenih košutah in zarodkih.....	78
--	----

1 UVOD

Gozd je v slovenskem prostoru prisoten že več milijonov let. Njegova današnja podoba je med drugim rezultat prisotnosti različnih živalskih vrst, ki so gozd uporabljale za svoj življenjski prostor skozi čas. Po pojavu človeka so se začele spreminjati zgradba, videz in delež gozda. Zaradi pomembnih vlog gozda, kot so nabiralništvo, lov, vir energije, domovanje in pribežališče, je gozd človeku pomenil življenjsko nepogrešljivo dobrino.

Želja po gozdnih dobrinah je sčasoma pripeljala do vse večjega krčenja gozdne površine, s tem pa so se zaostri tudi konflikti med človekom in prostoživečimi živalmi, saj so oboji tekmovali za iste vire energije. Pritisk divjadi na njen vse manjši življenjski prostor se je začel povečevati. Zaradi tega se je kmalu pokazala potreba po ukrepih za uravnavanje številčnosti populacij divjadi. Ti ukrepi so nujni, saj divjad še danes tekmuje s človekom za iste dobrine, prav tako pa prostoživeče živali same po sebi predstavljajo pomembno dobrino.

Parkljarji, kamor spada tudi jelenjad (*Cervus elaphus* L.), predstavljajo pomembno komponento gozdnega ekosistema. Pri nas so nepretrgano prisotni že od pozne ledene dobe (Hafner, 1997), zato s svojim obstojem ves čas razvoja sedanjih gozdov močno vplivajo na gozd kot ekosistem, njegovo zgradbo in delovanje. Igrajo pomembno vlogo pri vertikalnem in horizontalnem transportu hranil, skrbijo za prenos semena med in znotraj ekosistemov (Kotar, 2005). Parkljarji se prehranjujejo z listjem dreves. Objedajo predvsem mlade poganjke, brste in skorjo. S selektivnim prehranjevanjem vplivajo na pogostnost, prostorsko razporeditev, rast in habitus rastlinskih vrst (Augustine in McNaughton, 1998, Jerina, 2006). Spreminjajo tudi lastnosti tal, vegetacije in tako igrajo ključno vlogo v zgradbi, delovanju in razvojni dinamiki ekosistemov.

V nalogi smo obravnavali jelenjad (*Cervus elaphus* L.), ki je pri nas pomembna avtohtona živalska vrsta in poseljuje večji del (okoli 80 odstotkov) gozdnatih površin Slovenije. Njena številčnost znaša po grobi oceni od 10.000 do 14.000 osebkov (Jerina, 2003).

Kakor smo že izpostavili jelenjad in človek tekmujeta za nekatere dobrine, kar lahko proži težave, kadar številčnost jelenjadi na posameznem območju preseže meje ekološke ali kake druge nosilne zmogljivosti prostora. Podrto razmerje med rastlinsko in zookomponento se odraža z zmanjšano vrstno pestrostjo vegetacije in slabšim stanjem v živalski populaciji. Problemi, ki nastajajo zaradi neusklajenosti med živalskimi in rastlinskimi populacijami v gozdnem prostoru so v določenih predelih Slovenije obsežni (Dolgoročni načrt za V. Primorsko ..., 2009), zato je potrebno stalno usklajevanje med komponentama. Eden izmed pogojev za uspešno upravljanje z jelenjadjo je dobro poznavanje njihove spolne in starostne strukture, ki v povezavi z okoljem vpliva na njihovo reprodukcijo. Šele potem lahko uspešno izberemo ukrepe za uravnavanje populacije (Simonič, 1982).

2 NAMEN NALOGE IN OPREDELITEV PROBLEMA

Zanimalo nas je, na kakšen način lahko raziskujemo reprodukcijo jelenjadi, zato smo naredili celovit pregled metod za proučevanje reprodukcije, jih kritično ovrednotili ter ugotavljali njihovo uporabnost pri jelenjadi.

Opravili smo tudi študij literature o dejavnikih, ki vplivajo na reprodukcijo. Reprodukcijski uspeh jelenjadi znotrajvrstno variira, nas pa je zanimalo, kje so vzroki te variabilnosti. Preverjali smo, ali je vzrok za različen reprodukcijski uspeh v okolju, ali so morda pomembnejši individualni dejavniki, kot so spol, starost osebka in območje iz katerega izhaja (vplivi genotipa). Zanimalo nas je, kateri so tisti dejavniki, ki bi utegnili imeti največji vpliv na samo reprodukcijo jelenjadi, predvsem košut.

Naredili smo pregled oplojenosti maternic košut in premerbo zarodkov z namenom ugotavljanja spolne strukture ob skotu ter deleža oplojenosti. Preko mer zarodkov smo lahko ocenili čas oploditve in kotitve. Izdelali smo tudi nekaj rastnih krivulj, ki se nanašajo na prenatalno rast pri jelenu. Ta del raziskave se sicer ne navezuje direktno na temo naše naloge, vključili pa smo ga z namenom uporabe v nadaljnjih raziskavah. Dejstvo je, da je v domači literaturi malo objav o embrionalni rasti pri jelenjadi (Valentinčič, 1960).

V Sloveniji je bila reprodukcija jelenjadi raziskovana že pred več desetletji. Valentinčič (1960) je v petdesetih letih primerjal oplojenost in spolno strukturo zarodkov na dveh različnih habitatih. Naredili smo primerjavo njegovih rezultatov izpred štiridesetih let z našimi, saj menimo, da bi zaradi sprememb v gostoti populacij jelenjadi in drugih okoljskih dejavnikov, lahko prišlo do večjih odstopanj. Med domačimi objavami nismo zasledili raziskave, ki bi povezovala okoljske spremenljivke z reprodukcijskim uspehom, prav tako ni bilo še nič napisanega o vplivih individualnih dejavnikov na reprodukcijski uspeh jelenjadi.

V nalogi smo povezali reprodukcijo jelenjadi z okoljskimi dejavniki, navezali smo se tudi na telesno maso in individualne dejavnike osebkov. Zanimalo nas je, če in s kakšno jakostjo dejavniki okolja in individualni dejavniki vplivajo na uspešnost reprodukcije. Naše rezultate smo primerjali z rezultati podobnih domačih in tujih raziskav.

Podatke smo kljub majhnemu vzorcu statistično obdelali na način, ki je primeren za velike vzorce, saj smo v nalogi predvsem želeli predstaviti metodo, ki bi bila lahko uporabna za proučevanje reprodukcije jelenjadi.

3 PREGLED OBJAV

Pri pripravi naloge smo se naslanjali na domače in tuje raziskave. Najprej smo naredili pregled metod, ki so jih različni avtorji do sedaj uporabljali doma in v tujini za raziskovanje reprodukcije pri živalskih vrstah z reprodukcijo primerljivo z jelenjadjo (sesalci). Metode smo kritično presodili, saj nas je zanimala možnost njihove uporabe pri jelenjadi.

V nadaljevanju smo pregledali obstoječo literaturo o reprodukciji jelenjadi s poudarkom na reprodukcijskem uspehu jelenjadi. Le-ta se znotrajvrstno spreminja, kar je posledica različnih faktorjev. Iz literature smo povzeli faktorje oz. dejavnike reproduktivnega uspeha jelenjadi, jih razčlenili ter razdelili na okoljske, ki so posledica naravnih pojavov, in individualne, ki izhajajo iz osebka samega.

3.1 METODE ZA PROUČEVANJE REPRODUKCIJE

3.1.1 Popolni odstrel in rekonstrukcija natalitete na osnovi podatkov o odvzemu osebkov iz populacije

V preteklosti se je v praksi številčnost jelenjadi pogosto ocenjevalo brez uporabe znanstveno preverljivih metod, zato je bilo število glav pogosto določeno subjektivno, tudi glede na interes stroke. Gozdarji so pogosto ocenili precej večjo populacijo kot lovci. Na podlagi teh nenatančnih ocen so nato načrtovali letni odstrel. V sedemdesetih letih so lovci na Snežniku, po večletnem sistematičnem opazovanju, ugotovili, da so tudi najbolj drzne ocene številčnosti populacije podcenjene (Simonič, 1982).

V kolikšni meri so gostote jelenjadi lahko podcenjene sta na Kočevskem proučevala Adamič in Kotar (1987). Poskus so izvedli v dveh oborah s skupno površino 2042 ha. Najprej je strokovno osebje ocenilo število osebkov po zaprtju obore, nato so v oborah

izvedli popolni odstrel. Vsem odstreljenim osebkom so določili spol in starost z metodo brušenja zob. V naslednjem koraku so jim iz neto mase izračunali bruto maso ter gostoto jelenjadi in srnjadi, posebej za samce in samice. Ugotovili so, da so gostoto podcenili za 83 % pri srnjadi in za 9 % pri jelenjadi. Z delom so avtorji želeli opozoriti na neprimerne metode za ugotavljanje številčnosti divjadi in spodbuditi raziskovalce za razvijanje novih, bolj zanesljivih metod.

Podoben poskus so izvedli tudi na Danskem, kjer so ugotovili še večje razlike med stvarno in ocenjeno gostoto srnjadi. V obori so izvedli metodo popolnega odstrela, zaradi slabe telesne razvitosti srnjadi. Izločili so 213 živali, kar je bilo trikrat več od številčnosti, ocenjene z preštevanjem živali (Andersen, 1953 cit. po Adamič in sod., 1987).

Metoda popolnega odstrela, ki so jo uporabljali na Kočevskem in Danskem je v splošnem zelo natančna metoda, vendar ima ključno pomanjkljivost, da jo je možno izvesti le v velikih ograjenih območjih, saj v nasprotnem primeru vodi do iztrebitve vrste. V primerih, ko popolni odstrel ni mogoč, uporabljamo podoben način ocenjevanja natalitete v neograjenih območjih, ki se imenuje rekonstrukcijska metoda (Simonič, 1982). Pri tem načinu moramo podatke o mortaliteti dobiti iz odstrela in izgub, zato je zelo pomembno, da so ti podatki čim bolj natančni, oz. da evidentirana smrtnost predstavlja čim večji delež dejanske smrtnosti. Podatke o številu izločenih osebkov razvrstimo v starostne skupine po življenjskih letih. Seštevamo za toliko let, za kolikor let imamo razpoložljive podatke, oz. dokler ne pogine zadnji pripadnik proučevane kohorte, seštevek pa nam pove minimalno število osebkov poleženih v prvem letu. Na tak način dobimo večleten povprečen prirastek, na podlagi katerega določamo letni odstrel za posamezna območja (Simonič, 1982).

Metoda je zelo primerna za lovne vrste, katerih težišče mortalitete je v odstrelu, saj je tako najlažje spremljati mortaliteto. Pomembno je tudi, da je smrtnost osebkov nizka in časovno konstantna. Za dobre rezultate je pomembna tudi predpostavka, da je populacija zaprta oz. da ni emigrantov in imigrantov. Migracije so izjemoma dovoljene, vendar le v primeru, da je število imigrantov enako številu emigrantov (Skalski in sod., 2005).

Rekonstrukcijska metoda ima več slabosti. Ena pomembnejših je zagotovo dejstvo, da je potrebno letni odstrel in izgube spremljati več let zaporedoma, da lahko dobimo želeni rezultat. Metoda je rekonstrukcijska, kar pomeni, da dobimo oceno natalitete za toliko let nazaj, kolikšna je starost kohorte. Predvsem je zasnovana na teoretični populaciji, saj v naravi ni populacij, v katerih ni migracij.

Kljub vsem pomanjkljivostim je metoda primerna za raziskavo natalitete jelenjadi, saj je jelenjad lovna vrsta, pri kateri odstrel pokriva večji del dejanske smrtnosti. Poleg tega lahko z brušenjem zob zelo natančno določimo starost. Imamo tudi ustrezne podatke o večletnem odstrelu in izgubah jelenjadi. Smrtnost je v času konstantna ali pa poznamo njeno dinamiko. Vplive migracij je znotraj območij, ki pokrivajo zaokrožene populacije, mogoče zanemariti.

3.1.2 Kontrolna metoda

Kontrolna metoda se je prvič pojavila kot spoznavni pristop do gozda kot objekta gospodarjenja (Bončina, 2009). V 70. letih so jo začeli uporabljati tudi v gospodarjenju s prostoživečimi živalmi (Simonič, 1982). To je pristop, pri katerem je odločanje o prihodnjem ravnanju zasnovano na spremljavi sprememb populacije in opravljenih ukrepov. Spremljava velikih rastlinojedov temelji na bioloških kazalnikih obravnavane živalske vrste in njenega okolja. Zanima nas predvsem usklajenost med populacijo velikih rastlinojedov in gozdno vegetacijo, saj le-ta pomembno vpliva na procese naravnega pomlajevanja drevesnih vrst (Bončina, 2009).

Ker neposreden vpogled v stanje populacije (število, nataliteta, spolna in starostna struktura, odnosi) ni mogoč, ali pa je z vidika porabe dela in sredstev preobsežen, si moramo pomagati s kazalci. Za ugotavljanje stanja v populaciji je potrebno evidentiranje telesnih mas, rogovja, stopnje oplojenosti junic in košut ter spremljanje splošnega zdravstvenega stanja (Simonič, 1982). Istočasno v gozdni vegetaciji spremljamo spremembe v objedenosti zeliščne in grmovne plasti, poškodbe, gostoto in višinsko strukturo pomladka, preverjamo tudi vegetacijo v ograjenih in neograjanih površinah. Spremljava odnosov je pomembna za odločanje o neposrednem ukrepu – odstrelu. S to

metodo ne ugotavljamo dejanske številčnosti populacije, ampak spremembe v populaciji in trende. Poškodovanost pomladka ni odvisna le od številčnosti populacije, ampak tudi od nosilne zmogljivosti gozdnih ekosistemov, vremenskih razmer in različnih motenj v gozdu. Spremembe vrednosti kazalcev moramo znati pojasniti in upoštevati tudi dosedANJI odstrel ter ostale ukrepe in dejavnike, ki vplivajo na divjad in gozd. Na podlagi teh sprememb se nato odločimo o ukrepanju v naslednjem letu (Bončina, 2009). Naloga kazalcev kontrolne metode je, da sproti kažejo, kako storjeni ukrepi premikajo populacije med dvema, z biološkimi zakonitostmi, postavljenima mejama (Simonič, 1982). Gozd je namreč kompleksen in nedefiniran sistem, njegove reakcije na ukrepe pa niso vedno enake, zato jih težko predvidimo v naprej (Adamič in sod., 1983). Kazalci kontrolne metode so različno odzivni, saj nekateri dobro ponazarjajo uspešnost ukrepanja, drugi pa slabše. V literaturi nismo zasledili raziskav o tem, kako se na ukrepe odziva oplojenost košut, zato menimo, da bi bilo plastičnost tega kazalca v prihodnje potrebno še ugotoviti.

Kot vsaka metoda ima tudi ta svoje dobre in slabe plati. Pozitivna lastnost kontrolne metode je, da so absolutni podatki o kazalcih jelenjadi in tudi o kazalcih okolja relativno lahko dosegljivi, saj se jih beleži ob vsakem odvzemu. Te evidence so vodene že daljše časovno obdobje, tako da lahko iz teh podatkov oblikujemo večletne trende. Po drugi strani ima to pomanjkljivost, da z njo ne moremo spremljati absolutne številčnosti jelenjadi, saj je bolj namenjena spremljavi trendov in ugotavljanju sprememb v populaciji.

3.1.3 Genetika

Genetske raziskave v današnjem času prodirajo tudi na področje proučevanja dinamike populacij prostoživečih živali, tako pri nas kot v tujini. Molekularna genetika v marsičem dopolnjuje in nadgrajuje tradicionalna orodja kot so radiotelemetrija, sledenje v snegu, označevanje živali z različnimi sistemi in podobno. Vzporedno se razvija tudi GPS telemetrija, ki je prav tako izjemno pomembno orodje, ki izboljšuje molekularno genetske metode in s tem omogoča vpogled v življenje divjadi. V Sloveniji so genotip jelenjadi že raziskovali z namenom ugotavljanja uspešnosti njihove ponovne naselitve v 19. stoletju (Adamič in sod., 2007), z namenom raziskovanja reprodukcije pa uporabljajo preiskave genotipa pri medvedih (Medvedi.si, 2008). V tujini se je metoda, tudi pri jelenjadi, izkazala za uspešno (Slate in sod., 2002).

Z genetskimi analizami lahko proučujemo DNK živali. Preko zgradbe DNK ugotavljamo sorodstvene vezi med živalmi. Prednost tega načina ugotavljanja sorodstvenih vezi je dejstvo, da lahko z dovolj velikim vzorcem ugotovimo število potomcev določenega osebka v njegovi celotni življenjski dobi. Poleg tega lahko, za razliko od drugih metod, določimo število potomcev tudi pri samcih in ne le pri samicah.

Metoda je pri raziskovanju reprodukcije jelenjadi sicer izvedljiva, a precej dolgotrajna, saj moramo podatke o mortaliteti dopolnjevati več let. Poleg tega tudi genetska metoda predpostavlja, da v preučevani populaciji ni bilo neevidentirane mortalitete osebkov ter da je populacija prostorsko zaprta.

3.1.4 Preiskave reproduktivnih organov

3.1.4.1 Štetje zarodkov

Metoda je preprosta in ne potrebuje posebnega ožjega predznanja raziskovalca. Gre za preprost pregled vsebine maternic odstreljenih samic in štetje zarodkov.

Pomembno pri izvedbi te metode je, da so lovne dobe usklajene z obdobjem brejosti živali. Za izvedbo morajo biti zarodki namreč dovolj veliki, da jih lahko identificiramo. Problemi lahko nastanejo pri odloženi implantaciji, ki je značilna za določene živalske vrste (medved, srna, hermelin) (Støen in sod., 2005). Pri teh vrstah se po oploditvi jajčece ne ugnezdi takoj, ampak ostane neaktivno tudi več mesecev. Pri nekaterih vrstah se implantacija oplojene jajčne celice zgodi šele takrat, ko so pogoji v okolju primerni. V takih primerih lahko pride do napačne diagnoze brejosti, saj je žival več mesecev v fazi zgodnje gravidnosti, ko še niti ne moremo govoriti o zarodkih ampak o blastocistah, ki pa so s prostim očesom nevidne. Metoda je torej neprimerna za živalske vrste z odloženo implantacijo. Negativna lastnost metode je tudi njena destruktivnost.

Najboljše rezultate daje pri poliestričnih vrstah, to so vrste, ki imajo legla z več mladiči naenkrat (polytocus species). V tem primeru je to zelo preprosta in natančna metoda, s katero lahko ugotavljamo povprečno velikost legla, delež oplojenosti, prirastek in spolno strukturo (Simonič 1982).

3.1.4.2 Metoda štetja placentarnih brazd (PSC)

Metoda je dobro poznana v tujini. Prvi je brazgotine opisal Deno leta 1937 na miših (*Mus musculus*) (Martin, 1976). Kasneje so brazde opisali še na podganah, rakunih, lisicah in drugih poliestričnih vrstah. Brazgotine nastanejo ob porodu, ko se prekine stik med placentalnimi vrečami (mehurji) in mezometrijem. Zaradi tega nastanejo na stenah maternice krvavitve, ki s pomočjo makrofagov v nekaj dneh tvorijo brazgotine, ki so vrstno specifične. Makrofagi delujejo na brazgotino, tako da brazde sčasoma spreminjajo barvo. Kmalu po porodu so živo rdeče nato črne, rjave in sčasoma vedno bolj svetlijo, na

koncu pa izginejo. Barva brazde nam je lahko v veliko pomoč pri ocenjevanju časa, ki je potekel od poroda. Vendar moramo paziti, saj moramo barvno lestvico prilagoditi za vsako vrsto posebej, saj se rane celijo različno hitro pri različnih vrstah.

Znotraj ene maternice je možno z brazdami razločiti tudi več legel, predvsem pri poliestričnih vrstah, katerih brazde se celijo počasi (Mowat in sod., 1996). Martin in sod. (1976) so opazili, da so mlajše brazde pri volkovih prekrile površino starejših brazd, ki so bile globlje vtisnjene v maternično tkivo.

Slaba stran metode je, da brazgotine dokaj hitro izginejo. Čas, ki je potreben za to, da postanejo brazgotine nevidne, je prav tako odvisen od vrste živali, variira od nekaj dni, pri rovkci (*Blarina brevicauda*) (Pearson, 1944, cit. po Mowat in sod., 1996), do enega leta pri podgani (*Rattus rattus*) (Deno, 1941 cit. po Mowat in sod., 1996) ter več kot leto dni pri risu (Mowat in sod., 1996).

Število brazd ni nujno točen pokazatelj števila živorojenih mladičev, saj lahko ostanejo tudi od mrtvorojenih mladičev. Prav tako so lahko posamezni mladiči znotraj enega legla poleženi predčasno in zato ne preživijo. To dokazujejo različne barve brazd, ki so ostali od mladičev znotraj enega legla. Saunders (1961) opisuje tudi problem post-implantalne resorpcije na primeru risa. Resorbira se lahko en zarodek ali pa kar celo leglo. Zaradi tega lahko prihaja do precenitve velikosti legla in tudi števila legel. Poleg tega različni avtorji navajajo različne načine, prepoznavanja brazde, ki nakazuje abortiran zarodek, medtem ko nekateri trdijo, da je ta znak nemogoče prepoznati oz. oceniti z dovolj zanesljivo metodo (Mowat in sod., 1996).

Težavo pri tej metodi predstavlja tudi shranjevanje in kemična obdelava vzorcev. Raziskovalci so se posluževali različnih načinov shranjevanja maternic. Nellis in sod. (1972) so poskušali maternice obeliti s hidrogen peroksidom ter jih očistiti z metil salicilno kislino, kar je povzročilo obledelost brazd. Fiksiranje vzorcev v alkoholu in formalinu naj bi povzročilo popoln izbris brazgotin (Saunders, 1961), medtem ko je Mech leta 1980 poskušal fiksirati tkivo maternic risov v enakih medijih, in poročal, da so brazde ostale vidne le na 2 od 22 vzorcev. Gilbert (1987, cit po. Mowat, 1996) omenja dve metodi

za preparacijo tkiva, ki naj bi izboljšali vidnost brazd, vendar je ugotovil, da je še vedno najbolje delati s svežimi vzorci, kar pa je neprikladno predvsem, če delamo raziskavo na večji površini.

Naslednja negativna lastnost metode je njena destruktivnost. Prisotnosti brazd ne moremo ugotoviti preko ultrazvočnega ali rektalnega pregleda, temveč zahteva delo s kadavri.

Metoda je boljša za poliestrične vrste, kjer običajno raziskujemo število mladičev v zadnjem leglu. Pri monoestričnih in sezonsko poliestričnih vrstah daje manj informacij, saj nam prisotnost brazgotine lahko pove le to, da je žival pred kratkim bila breja.

Jelenjad je sezonsko poliestrična vrsta s skoraj izključno enim mladičem na leto (Žele, 2000), zato nam prisotnost brazgotin ne bi dala potrebnih informacij. Poleg tega spada jelenjad, tako kot govedo, v red parklarjev ali sodoprstih kopitarjev (*Artiodactyla*) (Jurc, 2008), ki imajo bipartitno maternico z epiteliohoralno kotiledonsko placento. Pri temu tipu maternice se placenta ne pripenja direktno na endometrij, ampak preko posebnih tvorbo - karunklov. To so ovalne izbokline brez žlez, podobne bradavicam ali gobam, ki se v času brejosti močno povečajo (Peters, 1996).

Ob preliminarinem pregledu maternic junic in košut zato nismo odkrili brazd. Metoda PSC se je torej v našem primeru izkazala za neprimerno.

3.1.4.3 Analiza regresije rumenih teles na jajčnikih

Z jajčniki belorepih jelenov (*Odocoileus virginianus*), kot pokazatelji reproduktivne zgodovine, so se začeli ukvarjati že sredi prejšnjega stoletja na univerzi v Torontu (Gibson, 1957 cit. po Mansell, 1971). Kasneje so metode analize jajčnikov izboljšali in dopolnili. Mansell je leta 1971 dokazal visoko korelacijo ($r = 0,90$) med številom rumenih teles na jajčnikih in starostjo košute. Opisal je tudi tri različne faze dozorevanja rumenih teles. Thomas je leta 1983 prvi začel delati z večjim vzorcem. Preko rumenega telesa je raziskoval odvisnost med starostjo črnorepih košut (*Odocoileus hemionus columbianus*) in fertiliteto. Degeneracijo rumenega telesa je še podrobneje razčlenil na več faz.

Rumeno telo ali corpus luteum je struktura na jajčnikih vretenčarjev. Njegova glavna naloga je tvorba hormona progesterona. Naloge progesterona so, da izzove fazne sekrecije endometrija (maternične sluznice) ter pripravi pogoje za implantacijo blastocist. Zaustavlja motoriko maternice, vzdržuje in varuje brejost in razvoj mlečne žleze. Pri gravidnih (brejih) samicah ostane corpus luteum aktiven in funkcionalen skoraj vso gravidnost in predstavlja glavni izvor progesterona. Progesteron skupaj z estrogenom, ki je njegov antagonist, uravnava tudi spolni cikel, zato rumena telesa nastajajo tudi v jajčnikih spolno zrelih negravidnih samic. Nastane iz raztrganega Graafovega folikla iz katerega se izloči jajčna celica. Tej fazi rečemo ovulacija. Takrat pravimo, da je žival v estrusu. Rumeno telo nastane pod vplivom hormonov hipofize, ki so tudi odgovorni za njegovo degeneracijo. V začetku izloča manj progesterona nato vedno več, kasneje pa se njegova koncentracija vedno bolj zmanjšuje s fazami razgradnje.

Ločimo naslednje faze rumenih teles, ki nam služijo za identifikacijo reproduktivne zgodovine (Langvatn, 1992 cit. po Langvatn in sod., 1994):

1. Primarni corpus luteum (PCL) je lutealna struktura, ki nastane med medestrusom in ostane do konca diestrusa v primeru, da ne pride do oploditve. Nastane iz ovuliranega Graafovega folikla. Ni povezan z oplojeno jajčno celico, lahko pa degenerira v corpus luteum spurium (CLS) ali corpus luteum verum (CLV), odvisno od tega ali je prišlo do oploditve ali ne.
2. Corpus luteum spurium (CLS) je faza rumenega telesa, ki nastane iz PCL in je prisotna v poznem diestrusu, nastane kadar do oploditve ne pride.
3. Corpus luteum verum (CLV) prav tako nastane iz PCL in je funkcionalno povezan s plodom.
4. Corpus luteum accessorium (CLA) nastane iz neraztrganega Grafovega folikla.
5. Corpus rubrum (CR) nastane iz CLV po koncu gestacije in ostane manj kot eno leto po gestaciji.
6. Corpus albicans (CA) nastane z nadaljno regresijo CLV preko CR in ostane še nekaj let.
7. Corpus albicans accessorium (CAA) je več kot eno leto stara struktura, ki nastane preko CLA. CAA in CLS omenjamo predvsem zaradi zmede, ki lahko nastane pri determinaciji ostalih struktur.

Z rumenimi telesi je mogoče precej natančno ugotavljati pretekle brejosti, vendar lahko nastanejo metodološki problemi zaradi obstojnosti lutealnih struktur. Lutealna telesa razkrivajo karakteristike, ki nakazujejo faze degeneracijskega procesa rumenega telesa. Strukture nastale med kasnejšimi brejostmi lahko prekrijejo brazgotine preteklih brejosti, zato strukture postanejo slabo prepoznavne in zavajajoče, zaradi tega se je morda bolje zanašati le na mlajše lutealne strukture (Langvatn, 1994).

Stanje rumenih teles ugotavljamo z zahtevnimi histološkimi raziskavami. Jajčnike za nekaj dni fiksiramo v Bouinovo raztopino in očistimo v 70 % etanolu, nato dehidriramo v benzenu in metil benzoatu. Sledi razrez jajčnikov na 10 µm debele rezine, ki jih obarvamo z barvilom. Rumenim telesom izmerimo dva premera in vzamemo povprečje. Rezine tkiv nato podrobno pregledamo pod mikroskopom in ugotovimo kakšne in koliko struktur se nahaja na njih.

Za raziskavo reprodukcijske zgodovine preko rumenih teles moramo dobiti zelo sveže vzorce, da so uporabni za histologijo, saj v nasprotnem primeru celice izgubijo določene lastnosti, ki so potrebne za determinacijo. Raziskovalec mora biti izkušen v prepoznavanju različnih vrst tkiv. Zaradi tega se za takšen način raziskovanja natalitete jelenjadi nismo odločili.

3.1.5 Ultrazvočni pregledi

Ultrazvočna metoda je ena najbolj natančnih, preprostih, neinvazivnih in varnih metod, ki je v zadnjih letih splošno razširjena na mnogih področjih, tako pri živalih kot ljudeh. Z njo, poleg diagnosticiranja brejosti v zgodnji fazi, lahko določimo tudi število zarodkov ter ugotavljamo njihovo stanje in mere. Sonda se uvede transabdominalno, vaginalno ali transrektalno (Žele, 2000), odvisno od vrste in izmer, ki jih želimo opraviti na zarodkih (Bingham, 1990).

Metodo so začeli uporabljati na ljudeh in drugih primatih v sedemdesetih letih, pri jelenih pa je bila metoda prvič uporabljena na koncu osemdesetih let (White, 1989), ko so ugotovili, da se trajanje brejosti da ugotoviti preko meritev maternice in zarodkov. V ta namen je Bingham s sodelavci leta 1990 objavil kriterije za determinacijo starosti zarodkov in sicer preko devetih izmerljivih parametrov zarodka in maternice. Metoda omogoča večletno spremljavo brejosti istih živali. Na ta način lahko dobimo zelo kakovostne podatke, ki nam služijo za ugotavljanje fekunditete osebkov ali celotne populacije.

3.2 REPRODUKCIJSKI USPEH JELENJADI

Reprodukcijski uspeh je eden izmed ključnih elementov teorije o naravni selekciji in evoluciji. Definiran je kot prenos genov v naslednjo generacijo na tak način, da se ti geni prenašajo naprej preko naslednjih generacij. Drugače povedano, to je število plodnih potomcev, ki jih osebek proizvede v življenjski dobi. Ti potomci nato gene prejšnje generacije prenesejo v naslednjo generacijo (Darwin, 1859, cit. po Darwin, 1954).

Reproduktivni uspeh osebkov je eden izmed glavnih kazalnikov njihove vitalnosti (Clutton-Brock, 1990). Pri parkljarjih je telesna masa eden pomembnejših kazalnikov vitalnosti, kot tudi življenjskega reprodukcijskega uspeha (Jerina, 2006).

Raziskave so pokazale, da imajo vitalne oz. dominantne košute večje število potomcev moškega spola (Kruuk in sod, 1999). Da materina kondicija in njena telesna masa vplivata na spolno razmerje potomstva, so ugotovili tudi Flint in sod. (1997). Osebki moškega spola so že ob skotu nekoliko težji od osebkov ženskega spola (Clutton-Brock, 1982), zato razvoj samčkov zahteva večji energetski vložek kot razvoj samičk. Flint in sod. (1997) ugotavljajo, da naj bi večji delež samčkov polegale samice v boljši telesni kondiciji, torej samice z višjo telesno maso.

Za reproduktivni uspeh je pomemben tudi delež preživelih mladičev. Mladiči so prvo leto svojega življenja najobčutljivejši, zato je največja verjetnost, da bodo poginili prvo leto. Večja verjetnost preživetja prvega leta življenja je pri mladičih z višjo telesno maso ob skotu (Kruuk in sod., 1999), kar velja za mlade samčke, ne pa za samičke. Loison in sod. (1998) so pokazali, da telesna masa ob skotu variira glede na zimske razmere v času brejosti. Na telesno maso enoletnikov in na preživetje mladičev obeh spolov vplivajo tudi nizke zimske temperature, spomladansko vreme pa vpliva na preživetje samcev v vseh starostnih razredih. Ista raziskava je pokazala, da pomanjkljiva hrana med brejostjo vodi do večje smrtnosti mladičev. Smrt mladičev zaradi pomanjkljive hrane matere je verjetnejša kot smrt same matere, abortusa ali resorpcije mladiča. Prenatalna smrt je pri jelenjadi zelo redka (Wegge, 1985).

Clutton-Brock (1982) ugotavlja večjo smrtnost pri teletih, ki so bila poležena zelo zgodaj oz. pozno poleti, v primerjavi s tistimi, ki so bila poležena v vrhuncu poleganja. Zgodnje poleganje je namreč neugodno zaradi slabih vremenskih razmer, pozno pa zaradi slabše kakovosti hrane in krajše vegetacijske dobe ter s tem povezane telesne mase mladičev pozimi, ki pogojuje verjetnost njihovega preživetja.

Pri samicah je eden od kazalnikov njihovega reprodukcijskega uspeha tudi starost, ko spolno dozori, saj to pomeni, da so v svoji življenjski dobi zmožne proizvesti več

potomcev. Saetler (1985) je ugotovil, da so imele košute losa, ki so bile oplojene kot enoletnice, torej so bile zgodaj spolno zrele, pri starosti 2,5 let manjšo telesno maso kot njihove vrstnice, ki so bile prvič breje leto kasneje. To si lahko razlagamo z dejstvom, da so samice, ki so kotile mlajše, porabile več energije za reprodukcijo in so zato v naslednjem letu v rasti zaostale za samicami, ki v prejšnjem letu niso imele mladičev. Do nasprotujočih zaključkov je prišel Wegge (1985), ki je testiral košute z območja, kjer je bolj bogata hrana in košute z otoka, kjer je revna hrana. Košute z območja z bogato hrano so se parile mlajše od košut z otoka, kjer je bila hrana revnejša. Te košute so bile v nadaljnjem življenju lažje, saj so večji del energije investirale v reprodukcijo. Ugotovil je tudi povezanost med kvaliteto hrane in telesno maso. Predvsem je opozoril na pomembnost kakovostne poletne hrane v primerjavi z zimsko.

Reproduktivni uspeh so raziskovalci želeli ovrednotiti na različne načine. Conradt s sodelavci (1999) je reproduktivni uspeh košut izračunaval preko komponent oz. kazalnikov reprodukcijskega uspeha, ki so bili predvsem povezani z deležem preživetja potomcev. Vsak izmed kazalcev je predstavljal en faktor v enačbi, s katero je nato izračunaval reprodukcijski uspeh. Uporabili so naslednje kazalce: življenjska doba (LS), fekunditeta (število mladičev rojenih v celotni življenjski dobi) (F), število mladičev ženskega in moškega spola, ki je preživel poletje (SFCS, SMCS), število mladičev ženskega in moškega spola, ki je preživel zimo (WFCS, WMCS), število mladičev ženskega in moškega spola, ki so preživel prvih dve leti življenja (FYS, MYS), delež mladičev ženskega spola (FPT), in delež mladičev ženskega spola, ki so preživel dve leti (FPT). Ko so ugotovili vse parametre so jih vstavili v enačbo:

$$\text{Število preživelih mladičev ženskega spola (LRSF)} = LS \times F \times FPB \times SFCS \times WFCS \times FYS$$

$$\text{Število preživelih mladičev moškega spola (LRSM)} = LS \times F \times (1-FPB) \times SMCS \times WMCS \times MYS$$

$$\text{Življenjski reproduktivni uspeh (LRS)} = LRSF + LRSM$$

Na tak način so dobili številčno vrednost življenjskega reproduktivnega uspeha (LRS) košut, s tem pa so nadalje ugotavljali njegovo povezanost s kakovostjo habitata.

3.3 VZROKI VARIIRANJA REPRODUKCIJSKEGA USPEHA PRI JELENJADI

Vzroki variiranja reprodukcijskega uspeha so različni. V prvi vrsti se razlike pojavljajo znotraj osebka samega, variabilnost se torej kaže glede na spol, starost in genotip individuum. Njegove karakteristike pa niso edine, zaradi katerih prihaja do razlik v reprodukciji. Vzroki za razlike so tudi v njegovem okolju. Okolje odloča o kakovosti življenjskega prostora, ki se spreminja s spreminjanjem vrednosti okoljskih spremenljivk (npr. temperatura, nadmorska višina, delež gozda).

Osebek je reprodukcijsko uspešnejši, kadar je vitalen. Pri jelenjadi je vitalnost osebka povezana predvsem s telesno maso, s katero je mogoče pojasniti tako variabilnost okolja (Jerina, 2006) kot tudi individualne dejavnike osebka.

V sledečem poglavju smo podrobneje razčlenili okoljske in individualne dejavnike, ki bi utegnili vplivati na reprodukcijski uspeh jelenjadi.

3.3.1 Okoljski dejavniki

Okoljski dejavniki predstavljajo množico razmer v okolju, ki odločajo o kakovosti habitata; habitat pa predstavljajo dobrine, ki osebkom omogočajo preživetje. Okoljski dejavniki so lahko biotskega ali abiotskega izvora in vplivajo na izbor ustreznega življenjskega okolja osebka.

Okoljski dejavniki prostorsko variirajo. Če je v okolju dovolj neke dobrine, potem ne bo pomembno vplivala na izbiro življenjskega prostora, zato so najpomembnejši dejavniki, ki so v nekem prostoru omejujoči. Določen dejavnik je na nekem območju lahko zelo pomemben, druge pa zanemarljiv.

Poleg prostorske variabilnosti poznamo tudi časovno variabilnost dejavnikov. Pomembnost določenega okoljskega dejavnika se lahko spreminja tudi tekom leta zaradi

vremenskih sprememb, saj je lahko določene dobrine del leta v izobilju, del leta pa je lahko ista dobrina v pomanjkanju.

Okoljski dejavniki in kakovost habitata vplivajo na telesno maso jelenjadi (Jerina, 2006, Mysterud in sod., 2001), ki je pomembna za njen reprodukcijski uspeh (Clutton-Brock, 1982). Jerina (2006) je za območje cele Slovenije preučeval vplive okoljskih dejavnikov na telesno maso jelenjadi. V svoji disertaciji je podrobno razčlenil okoljske dejavnike in ugotavljal njihov vpliv na telesno maso. Ugotovil je, da telesna masa jelenjadi upada z naraščanjem nadmorske višine, kar je verjetno posledica krajše vegetacijske dobe, trajanja in debeline snežne odeje, zunanje temperature in s tem povezane porabe energije za vzdrževanje stalne telesne temperature. Prav tako telesna masa upada z naraščanjem deleža iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev in naraščanjem površinskega deleža drogovnjakov, narašča pa s povečevanjem deleža kmetijskih površin in z večanjem gostote gozdnega roba v območju. Odkril je tudi povezanost med telesno maso in populacijsko gostoto.

Kakovost habitata in telesno maso jelenjadi so proučevali tudi na Norveškem (Mysterud in sod., 2001). Ugotovili so, da je telesna masa jelenjadi povezana z nadmorsko višino in ekspozicijo terena. S pestrostjo nadmorskih višin se namreč izboljšuje tudi ponudba najrazličnejše hrane, hkrati to omogoča letno migracijo od nižjih (pozimi) do višjih (poleti) nadmorskih višin. Prav tako je bilo ugotovljeno, da telesna masa narašča tudi s pestrostjo ekspozicij, ne pa z naraščanjem deleža severno usmerjenih ekspozicij. V raziskavi so odstranili vplive spola, populacijske gostote, starosti in letnega časa merjenja telesne teže.

Na otoku Rhum, na Škotskem, so raziskovali življenjski reprodukcijski uspeh (lifetime reproductive success - LRS) v odvisnosti od habitata. To je bila obsežna raziskava, v katero so vključili košute, ki so jih spremljali skozi celotno življenjsko dobo od leta 1968 do 1993. Zabeležili so število poleženih mladičev v življenjski dobi, število preživelih mladičev, življenjsko dobo in druge parametre, ki vplivajo na LRS, na podlagi katerih so za vsako košuto posebej izračunali LRS. V raziskavi so iskali povezavo med LRS in rabo travniške združbe *Agrostis-Festuca*, ki ima visoko hranilno vrednost. Ugotovili so, da

košute povečajo rabo te travniške združbe, ko imajo mladiča, začetek reprodukcije posamezne košute pa z rabo te travniške združbe ni povezan. V raziskavi so ugotovili, da košute kakovost habitata kompenzirajo s populacijsko gostoto in zato njihov LRS ostaja konstanten, kar pa ne velja za košute, ki so v mladosti dispergirale stran od mater, ker imajo le-te večji LRS, saj so dispergirale v območja z manjšo populacijsko gostoto (Conradt in sod., 1999).

Za uspešno reprodukcijo je pomembno, da populacijska gostota ni previsoka, saj bi lahko prišlo do prevelike kompeticije za hrano, hkrati pa ne sme biti prenizka, da se lahko vzpostavi interakcija med samci in samicami (Allejev efekt). Habitat mora nuditi dovolj zavetja pred plenilci ter zagotavljati zavetje za kotenje in vzrejo mladičev. Visoka primernost habitata naj bi se torej odražala z vitalnimi individui, ki imajo visoko telesno maso in so tudi reprodukcijsko uspešni.

Dejavniki okolja so bili že uporabljeni v predhodnih raziskavah (Jerina, 2007), ko so ugotavljali povezanost s telesno maso. Ker je analiza pokazala korelacije med telesno maso in okoljskimi dejavniki, smo se v pričujoči nalogi osredotočili na te iste dejavnike, le da nas je bolj zanimal reprodukcijski uspeh samic, saj je dokazano, da je telesna masa samic bolj odvisna od okoljskih dejavnikov kot telesna masa samcev (Jerina, 2006). Glede na raziskave, ki so pokazale povezanost telesne mase in okoljskih dejavnikov (Jerina, 2007), smo v tem poglavju podrobneje komentirali naslednje dejavnike: populacijska gostota, povprečna temperatura, gostota gozdnega roba, delež iglavcev v območju. Te iste dejavnike smo vključili tudi v analizo reprodukcije.

3.3.1.1 Populacijska gostota

Populacijska gostota in telesna masa velikih rastlinojedih parkljarjev sta praviloma v negativni povezavi (Sand in sod., 1996). Na Švedskem so ugotovili, da se pri visoki in srednji populacijski gostoti pri losu (*Alces alces* L.) zmanjša investicija energije v reprodukcijo, na enoto telesne mase. Prav tako so ugotovili, da se je naraščanje gostote odrazilo v zmanjšani količini hrane, kar je privedlo do nižjih telesnih velikosti losov in slabše reprodukcije. Zmanjšana količina hranil kaže negativni vpliv tudi na telesno maso

mladičev, saj Stopher in sod. (2009) ugotavljajo, da se predvsem pri srednje vitalnih košutah visoka populacijska gostota odraža v nižjih masah novorojenih mladičev moškega spola. Košute, ki so zaradi visoke gostote izpostavljene slabšim prehranskim razmeram v zgodnji gestaciji (brejosti), so vložile manj energije v moškega potomca.

Povečevanje populacijske gostote povzroči zmanjševanje količine in kakovosti hrane, ki je dostopna živalim in s tem manjše nosilne zmogljivosti habitata, kar v naslednjih letih vodi do zmanjšanja številčnosti jelenjadi. Zmanjšana prehranska nosilnost okolja ob nespremenjeni gostoti jelenjadi praviloma povzroči spremembe v telesni kondiciji živali, velikosti in masi (Beninde, 1937 cit. po Hafner, 2008).

3.3.1.2 Povprečna letna temperatura

Povprečna letna temperatura je povezana z ostalimi okoljskimi dejavniki npr. nadmorsko višino, lego in jakostjo sončnega obsevanja. Temperatura zraka vpliva na primarno produkcijo (Kotar, 2005) in s tem na kvaliteto in količino hrane ter energijsko bilanco živali, saj živali pri nižjih temperaturah zraka porabijo več energije za uravnavanje telesne temperature (Gillingham, 1990, cit. po Jerina, 2007). To energijo bi pri višjih temperaturah lahko investirale v reprodukcijo ali v povečanje telesne mase.

Norvežani so odkrili, da zaradi nizkih zimskih temperatur večji delež mladičev in enoletnikov ne preživi zime. Ostre zime so bolj usodne za mlade samce kot samice, saj so le-ti težji in zato potrebujejo več energije za termoregulacijo telesa (Loison, 1998, Loison, 1999). Glede vpliva nizkih zimskih temperatur si raziskave nasprotujejo. Na Škotskem so nizke zimske temperature vplivale na preživetje odraslih jelenov (Albon, 1988); Loison (1998) pa je na Norveškem dokazala, da temu ni tako. Razlike v rezultatih najverjetneje posledica temperaturnih razlik med raziskovanima območjema.

Kruuk (1999) je ugotovil, da nizke zimske temperature v letu, ko je bil osebek skoten, povzročijo značilen upad vitalnosti pri samicah, medtem ko ni značilnih razlik v reprodukcijskemu uspehu pri samcih.

Jelenjad se temperaturnim spremembam tekom leta prilagaja s sezonskimi migracijami. Več raziskav je pokazalo, da se jelenjad poleti raje zadržuje na višjih nadmorskih višinah, kjer je tudi temperatura nižja (Mysterud in sod., 2001). Vzrok temu so boljše prehranske razmere, saj so mlada rastlinska tkiva (v prvih fenoloških fazah) bolj hranljiva, trajanje in debelina snežna odeja z nižjo temperaturo narašča. Temperatura je v povezavi tudi z zgradbo vegetacije, saj je v gozdu poleti nekoliko nižja, pozimi pa nekoliko višja kot na prostem.

3.3.1.3 Gostota gozdnega roba

Jelenjad pogosto naseljuje habitate na gozdnemu robu. Gozdni rob je pomembno stičišče odprtih površin, ki nudijo jelenom hrano (travniki, kmetijske kulture) in gozda, ki jim predstavlja varno zavetje. Ugotovili so, da jelenjad skoraj ne uporablja negozdnih površin, ki so od najbližjega gozdnega roba oddaljene več kot 100 m. Uporaba gozdnega roba se spreminja gleda na posamezno obdobje v letu in celo v obdobju dneva. Pozimi so bili osebkii pogostejši na prostem, vendar bližje gozdnega roba kot poleti (Jerina, 2003). Ker gostota gozdnega roba dokazano vpliva na telesno maso jelenjadi (Jerina, 2007), je pričakovano, da bi posredno lahko vplivala tudi na reproduktivni uspeh. Manjša raba negozdnih površin glede na oddaljenost od gozdnega roba opozarja na velik pomen dostopnosti kritja ob uporabi pašnih površin (Jerina, 2006).

3.3.1.4 Delež iglavcev

Jelenjad preferira listnate in mešane gozdove v jesensko-zimskem času, saj je takrat tu na voljo več hrane (žir, želod). V temu obdobju si namreč nabira tolščo za lažje preživetje neugodnih razmer (Hafner, 1997). Večji delež iglavcev na nekem območju pomeni, da ima jelenjad na voljo manjše količine hrane, kar privede do nižje nosilne kapacitete okolja, to pa ob isti populacijski gostoti pripelje do slabše reprodukcije. Ellenberg (1974 cit. po Adamič in sod., 1983) hkrati ugotavlja, da ima količina in kakovost dostopne hrane večji vpliv na populacijsko dinamiko in reprodukcijo parkljarjev kot populacijska gostota.

Da delež iglavcev posredno vpliva na reprodukcijo so dokazali na Kočevskem, kjer se jelenjad v hladnih zimah z veliko snega pomakne v smrekove kulture in iz njih ne izstopa, dokler na prostem debelina snega presega 45 cm (Adamič, 1990). To pomeni, da jim smrekove kulture služijo kot zavetje pred neugodnimi okoljskimi pogoji, kar ugodno vpliva na toplotno bilanco telesa, saj lahko s tem več energije vloži v reprodukcijo.

3.3.2 Individualni dejavniki

Poleg okoljskih dejavnikov lahko na reprodukcijski uspeh vplivajo tudi individualni dejavniki, kot so spol (Clutton-Brock, 1990), starost (Guinness in sod., 1978) in genotip (Pemberton in sod., 1991).

3.3.2.1 Spol

Reprodukcijski uspeh jelenov je podvržen večji variabilnosti kot reprodukcijski uspeh košut, kar je značilnost vrst s spolnim dimorfizmom. Samci v dobri telesni kondiciji imajo možnost boljšega življenjskega reproduktivnega uspeha kot vitalne samice, saj je samec zmožen v svojem življenju zaploditi več potomcev, kot jih v življenjski dobi lahko skoti ena samica (Clutton-Brock, 1990). Po drugi strani je slabše vitalna samica lahko reprodukcijsko uspešnejša od samca, saj se košute le redko pariyo z nedominantnimi jeleni (Hafner, 2008).

3.3.2.2 Starost

Samice se dokazano redkeje pariyo tudi s samci mlajšimi od 5 let (Hafner, 2008). Samci se začnejo pariti kasneje od košut. Njihov reproduktivni uspeh po petem letu starosti strmo narašča do devetega leta, nato pa hitro upada (Clutton-Brock, 1990). Spmembe reprodukcijskega uspeha pri samcih so torej povezane s starostjo osebkov, podobno pa velja tudi za samice. Delež košut, ki vodijo mladiča je do prvega leta starosti ničeln, počasi narašča do drugega leta, nato pa strmo do četrtega leta, ko se ustali (Clutton-Brock, 1990). Do dopolnjenega prvega leta starosti so košute spolno nezrele. Večinoma postanejo plodne v drugem ali tretjem življenjskem letu (Hafner, 2008). Mlajše košute niso reprodukcijsko najbolj uspešne, saj se večinoma še ne pariyo uspešno (Clutton-Brock, 1982). Delež oplojenosti košut ostaja po tretjem letu dlje časa bolj ali manj konstanten, po

trinajstem letu pa začne reproduktivna moč počasi upadati. Novorojeni mladiči starejših košut so podvrženi večji smrtnosti kot mladiči mlajših košut, saj so njihove porodne teže nižje (Sadleir, 1969, cit. po Guinness in sod., 1978) , hkrati pa je smrtnost starejših mladičev zaradi neugodnih zimskih razmer večja pri mlajših samicah (Clutton-Brock, 1990). Starejše samice tudi kasneje polegajo mladiče (Sadleir, 1969, cit. po Guinness in sod., 1978).

3.3.2.3 Genotip

Dokazano je, da se telesna masa razlikuje med populacijskimi območji v Sloveniji (Jerina, 2007), kar je posledica genetskih in okoljskih razlik med populacijami v različnih območjih. Genetske razlike med populacijami so nastale tudi kot posledica iztrebljene in ponovno naseljene jelenjadi. Po močnem zmanjšanju populacije na Slovenskem, so v 19. stoletju jelenjad ponovno naselili iz različnih populacij (Jerina, 2007), katerih potomci so osebki današnjih populacij jelenjadi (Adamič, 2007). Genotip jelenjadi se med območji razlikuje, kar se odraža tudi v različnih telesnih masah med območji v Sloveniji. Razlike med populacijskimi območji so posledica genotipskih razlik in vplivov genotipa na fenotip. Ker genotip dokazano vpliva na telesno maso jelenjadi, smatramo, da obstaja tudi vpliv genotipa na reprodukcijo, kar bi se odrazilo v razlikah v reprodukciji med populacijskimi območji v Sloveniji.

4 DELOVNE HIPOTEZE

V okviru diplomske naloge bomo preverjali naslednje hipoteze:

- reproduktivni uspeh košut je odvisen od njene telesne mase starosti in območja iz katerega izhaja košuta,
- na reproduktivni uspeh jelenjadi vplivajo tudi okoljski dejavniki.

5 MATERIAL IN METODE

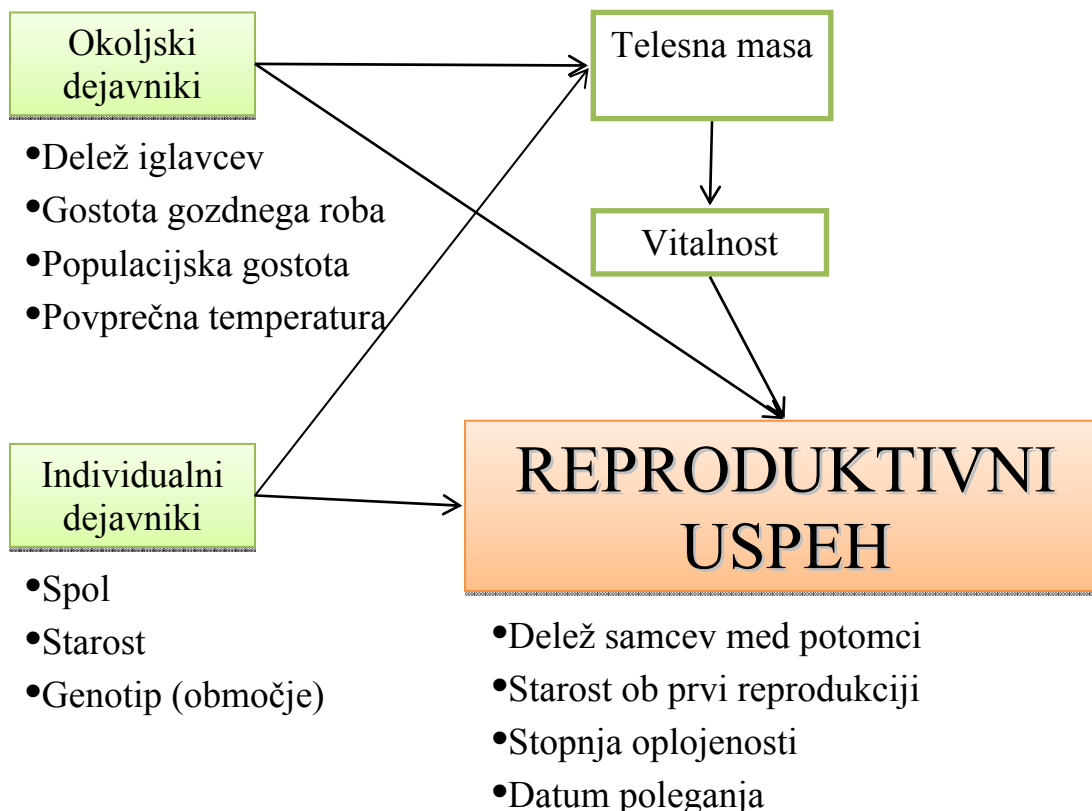
Iz literature smo povzeli, kaj je reproduktivni uspeh košut in na kakšen način ga lahko ugotavljamo. Podobno kot Conradt s sodelavci (1999) smo reprodukcijski uspeh košut razdelili na komponente, le da smo mi uporabili kazalnike, ki so glede na pretekle objave del reprodukcijskega uspeha. Ti kazalniki so:

- fertiliteta (Clutton-Brock, 1990) oz. delež oplojenosti,
- delež samcev med potomci (Clutton-Brock, 1982, Flint in sod., 1997, Kruuk in sod, 1999, Loison in sod., 1999),
- čas poleganja mladičev (Clutton-Brock, 1982),
- starost ob prvi reprodukciji (Saetler, 1985, Wegge, 1985).

Statistično smo analizirali kazalnike reprodukcijskega uspeha in sicer oplojenost (1), delež samcev med potomci (2) in čas oplojenosti (3). Ugotavljali smo tudi koliko so bile stare samice ob prvi brejosti. Oplojenost (1) smo ugotovili preko pregleda maternic, s tem smo ugotovili tudi ali je košuta že kdaj bila oplojena ali ne. Delež samcev med potomci (2) smo ugotovili s pregledom zarodkov, ki smo jim izmerili telesno dolžino, preko katere smo izračunali čas oplojenosti (3).

Izbrali smo individualne dejavnike: starost (1), genotip (2) in telesna masa (3). (Spola nismo izbrali, saj smo raziskovali le košute.) Izbrali smo še okoljske spremenljivke, ki jih je uporabil Jerina (2007), ko je ugotavljal odvisnost med habitatno strukturo in telesno maso jelenjadi, le da smo v našem primeru ugotavljali vpliv na reprodukcijo. Te spremenljivke so: (1) populacijska gostota, (2) povprečna letna temperatura, (3) gostota gozdnega roba in (4) delež iglavcev. Nato smo naredili statistično analizo vpliva individualnih in okoljskih dejavnikov na reprodukcijo jelenjadi.

Kazalnike in dejavnike, ki vplivajo na reproduktivni uspeh košut, smo prikazali tudi na shemi (Slika 1).



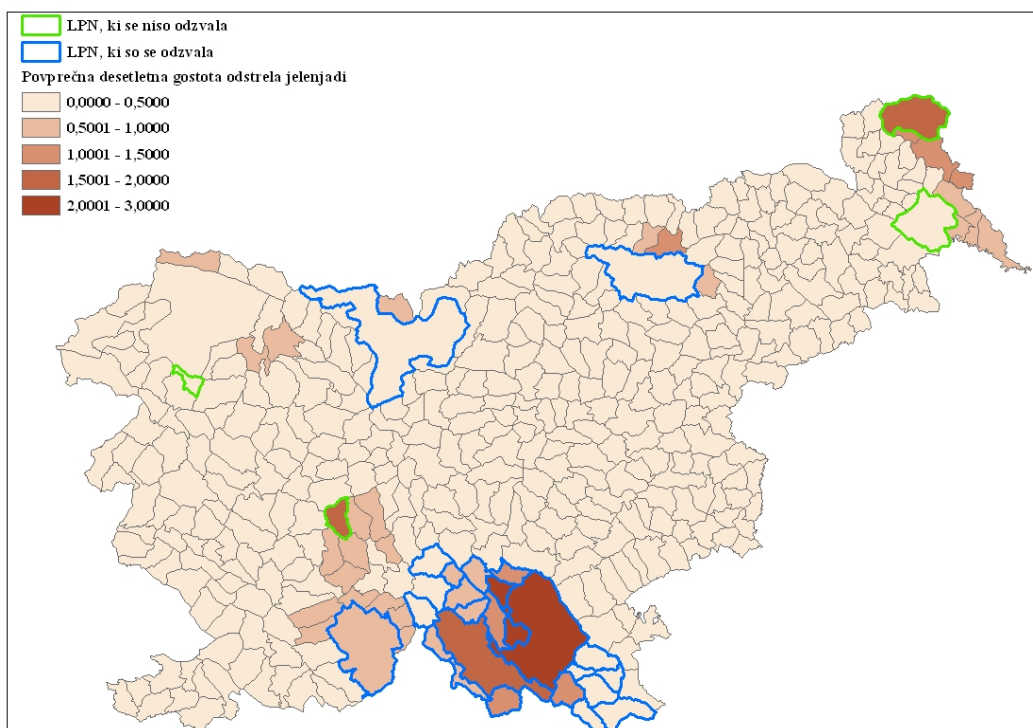
Slika 1: Shema dejavnikov in kazalnikov reproduktivnega uspeha

5.1 ZBIRANJE MATERIALA

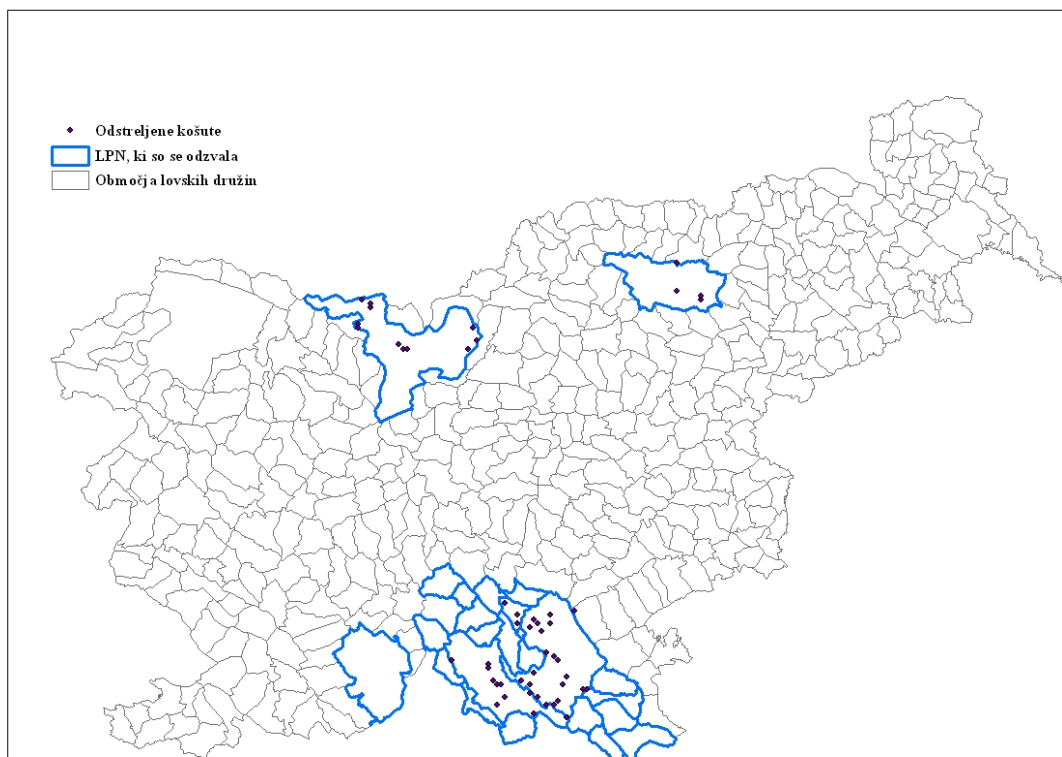
Raziskava je bila zasnovana za delo z velikim vzorcem. Za zbiranje materiala smo se obrnili na lovišča s posebnim namenom, ki delujejo v sklopu Zavoda za gozdove Slovenije in pokrivajo glavna populacijska območja jelenjadi v državi. V dopisu smo jih prosili za shranjevanje maternic odstreljenih košut, skupaj s čeljustmi, s pomočjo katerih smo kasneje natančneje določili starost košut. Maternice in pripadajoče čeljusti so skupaj zapakirali v vrečko, ki so jo označili s podatki: zaporedna številka iz evidenčne knjige odvzema, zaporedna številka vzorca, šifra LD/LPN, telesna teža, kvadrant izločitve, datum odvzema/odstrela, ocena starosti.

Odziv s strani LPN je bil majhen. Vzorce smo dobili iz LPN Medved, LPN Pohorje, LPN Snežnik - Kočevska Reka, LPN Žitna Gora, LPN Kozorog Kamnik in LPN Jelen (Slika 2, 3).

Dobili smo tudi nekaj materiala, ki ga iz različnih razlogov (neprimerno označene maternice, stara, razpadajoča tkiva, brez priloženih čeljusti ...) nismo mogli uporabiti v raziskavi.



Slika 2: Vsa lovišča s posebnim namenom, ki so bila zaprosena za zbiranje vzorcev



Slika 3: Območja lovišč s posebnim namenom, ki so prispevala vzorce z označenimi kvadranti izločenih košut

5.2 OBDELAVA VZORCEV

Delo je potekalo v Laboratoriju za ekološke raziskave, Katedre za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali, na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Biotehniški fakulteti. Za sekcijo maternic smo potrebovali kljunasto merilo, skalpel, škarje, tehtnico, urno steklo, ledvičko. Maternice so bile nekaj časa zamrznjene, nekaj dni pred sekcijo pa smo jih odtajali. Običajno smo v prvi fazi morali ločiti del prebavnega trakta in izločal od maternice. Odrezali smo torej spodnje dele kolona in rektum. V določenih primerih smo morali odstraniti ledvici, sečnici, sečni mehur ter bezgavke (Slika 4).



Slika 4: Neoplojena maternica s prebavnim traktom, izločali in bezgavkami

Rez smo začeli pri fundusu in je potekal longitudinalno po materničnem rogu, do notranjega materničnega ustja na cerviksu (Slika 5).



Slika 5: Oplojena maternica pripravljena za sekcijo

Skozi zarezo smo potegnili placento iz enega roga maternice (Slika 6). Prerezali smo tudi posteljico iz katere je iztekla plodovnica z zarodkom.



Slika 6: Desni rog maternice s posteljico, ki se pripenja na karunkle

Skozi bifurkacijo smo potegnili vsebino maternice še iz drugega roga. Fetusu smo prerezali popkovino in ga ločili od ostalega tkiva (Slika 7).



Slika 7: Prerezan levi maternični rog z zarodkom

Uporabili smo parametre, ki jih je predlagal Bingham s sodelavci leta 1990, ko je meril zarodke s pomočjo ultrazvoka, le da smo v našem primeru zarodke izmerili fizično, brez ultrazvoka. S kljunastim merilom smo zarodkom izmerili dolžino od začetka repa do temena na 1 mm natančno. Izmerili smo jim še širino glave in dolžino glave od temena do konca nosu. Stehtali smo jih na tehtnici z natančnostjo 0,01 g in določili spol.

Če je bila maternica neoplojena, smo določili le to, ali je košuta že imela kdaj mladiča ali ne.

5.3 PREVERJANJE TOČNOSTI PODATKOV IN SPAJANJE Z DRUGIMI BAZAMI

Čeljusti smo označili s podatki košute in zaporedno številko, ki jo je vsak osebek dobil ob pregledu maternice. Vse skupaj smo predali podjetju Erico d. o. o. v Velenje, kjer so zobe zbrusili in s tem določili točno starost za vsako košuto posebej. S tem smo izboljšali kakovost podatkov, saj smo imeli prej na voljo le okularno oceno starosti. Naše podatke smo nato nadomestili z bolj zanesljivimi podatki o starosti košut.

Točnost zbranih podatkov o košutah smo nato primerjali z bazo podatkov o izločenih živalih v letu 2008, ki nam jo je posredoval Zavod za gozdove Slovenije. S tem smo še nadaljnje izboljšali kakovost podatkov, saj smo naše podatke lahko dopolnili še s podatki o uplenjenih košutah. Popravili smo napake in v bazi dopolnili morebitne manjkajoče podatke.

Iz kvadrantov, kjer so bile naše košute odstreljene, smo z uporabo geografskega informacijskega sistema naše podatke dopolnili še z različnimi podatki o okolju, ki smo jih dobili preko digitalnega modela reliefa in rastrskih kart, baze podatkov pa so bile že pripravljene v okviru predhodnih projektov (vir podatkov: Jerina, 2006).

5.4 DOLOČANJE STAROSTI KOŠUT Z BRUŠENJEM ZOB

Vzorci čeljusti smo poslali na obdelavo v podjetje Erico d. o. o. Velenje, kjer so bolj točno določili starost odstreljenih košut. Starost je bila določena na podlagi štetja plasti cementa pod zobno krono in na koreninah.

Pri metodi štetja plasti cementa najprej izrežemo iz čeljusti prvi meljak (M1), če ga ni, pa drugi ali tretji meljak (M2, M3) in ga še vzdolžno prerežemo (Slika 8).



Slika 8: Vzdolžni prerez meljakov

Za vsak vzorec smo imeli na voljo dva odrezka. V tabelo smo vnesli oceno starosti na obeh odrezkih ter oceno starosti, ki so nam jih posredovali lovci, ki je bila ocenjena okularno s strani LPN. Ugotovili smo, da je pri nekaterih vzorcih prišlo do zelo velikih razlik v oceni starosti.

Ker je ocena starosti po zobeh zelo zanesljiva metoda ugotavljanja starosti, smo okularne ocene zanemarili in vzeli povprečje obeh odrezkov za pravo starost košut. Če povprečje obeh odrezkov ni bilo celo število, smo naredili zaokrožitev starosti navzgor ali navzdol na celo leto glede na okularno oceno.

5.5 STATISTIČNE OBDELAVA PODATKOV

Pri delu smo uporabljali različne teste za testiranje hipotez in interpretacijo podatkov. Uporabljali smo logistično regresijo, to je metoda, ki je primernejša za delo z velikimi vzorci. Kadar je bila odzivna (odvisna) spremenljivka dihotomna (npr. spol, oplojenost) smo uporabili bivariatno logistično regresijo. Kadar je bila zvezna (telesna masa) pa smo

uporabili linearno multiplo regresijo. Naredili smo tudi nekaj kontingenčnih testov, s katerimi smo testirali podatke razporejene v razrede. Za ugotavljanje razlik v strukturi frekvenčnih porazdelitev smo uporabili χ^2 test, F in t test ter Waldovo statistiko. Za logistično regresijo in prilagoditve nekaterih krivulj smo uporabljali programski paket SPSS 16.0 for Windows, za χ^2 test, F in t test, Waldovo statistiko in izdelavo grafikonov pa Microsoft Excel.

6 REZULTATI RAZISKAVE

6.1 OSNOVNI STATISTIČNI PARAMETRI

Izmed 72 maternic, ki so nam jih posredovala LPN po Sloveniji, je bilo za raziskavo uporabnih le 55 maternic. To pomeni, da je bilo tkivo dovolj sveže, maternice pa primerno opremljene s podatki o odstreljeni košuti. Košute so bile odvzete oz. odstreljene v časovnem intervalu od 12. 11. 2008 do 30. 12. 2008. Starosti, ugotovljene pri brušenju zob, so se gibale med 1 in 15 let v intervalu zaupanja $5,9 \pm 1,1$ leta. Povprečna starost, ocenjena s strani lovcev, je znašala $6,6 \pm 1,2$ leta, torej je bila za slabo leto precenjena. Neto telesne mase košut so se gibale med 42 kg in 91 kg s povprečjem in intervalom zaupanja $70,1 \pm 3,1$ kg (Preglednica 1).

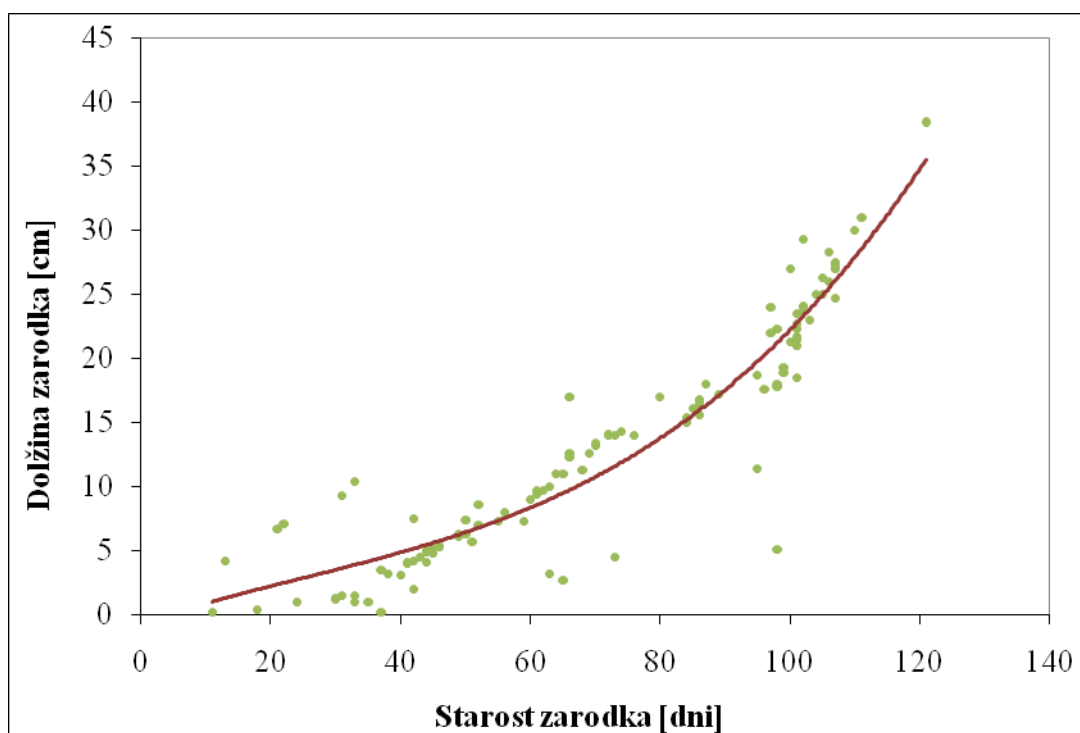
Preglednica 1: Osnovni statistični parametri za starosti ugotovljene po zobeh in okularno ter telesno maso

	N	Minimum	Maksimum	Srednja vrednost	
				Vrednost	SE
Starost (zobje)	55	1,00	15,00	5,87	0,58
Starost (okularno)	55	0,50	15,00	6,59	0,60
Telesna masa	55	42,00	91,00	70,09	1,57

Oplojenost je bila 82,1 %. Samice, ki še niso reprodukcijsko aktivne oz. so sterilne, je v vzorcu 10,7 % glede na celoten vzorec. V vzorcu smo imeli 10 junic, med njimi je bilo 6 oplojenih. Med dvoletnimi košutami so bile v našem vzorcu vse oplojene, imeli smo triletno košuto s Kočevskega območja, ki še nikoli ni bila breja. Imela je nenavadno nizko telesno težo (42 kg), zato obstaja verjetnost, da je prišlo do napake pri oceni starosti oz. napačno označenega vzorca.

6.2 RAZVOJ ZARODKA V MATERNICI

Pri določanju starosti zarodkov, smo si pomagali s podatki o razvoju zarodka v maternici, ki so jih zbrali na Inštitutu za zoohigieno in patologijo divjadi v Ljubljani v letih od 1981 do 1986. To je bila obsežna raziskava oplojenosti košut in junic na območju takratnega gojitvenega lovišča Jelen. Premerili so dolžino 127 zarodkom ter jim določili njihovo starost, podatke pa nato prikazali s točkami na grafu. Njihovi zarodki so bili stari od 11 do 121 dni in dolgi od 0,2 do 38,4 cm. Mi smo njihovim podatkom priredili regresijsko krivuljo in sicer parabolo tretje stopnje z $r^2 = 0,895$ in si s tem pomagali pri določanju starosti naših zarodkov, preko prilagojenih vrednosti (Slika 9).



Slika 9: Razvoj zarodka v maternici (vir podatkov: Bidovec, Valentinčič 1983 - 1987) s prilagojeno krivuljo in enačbo

Izračunali smo enačbo krivulje: $Y = 0,00002x^3 - 0,0016x^2 + 0,1668x - 0,6409$. Ko smo izračunali starosti zarodkov, smo s pomočjo podatkov o datumu odvzema izračunali še datume oploditev.

Parabola tretje stopnje je primerna za določanje velikosti zarodkov v odvisnosti od starosti le za potrebe našega primera, ko imamo na voljo le podatke o zgodnjih embrionalnih fazah, torej do 121 dneva brejosti, ko je naraščanje telesne dolžine zarodkov še zelo hitro (Slika 10).



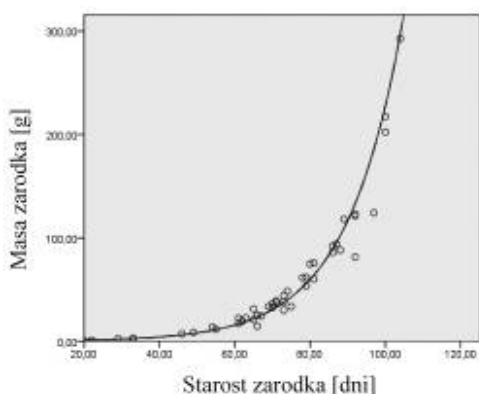
Slika 10: Povečevanje velikosti zarodkov s časom (starost 54, 66, 100 in 104 dni)

V vzorcu smo imeli 46 zarodkov starih od 20 do 104 dni in dolgih od 2,1 do 21,0 cm. Zarodkom smo izmerili maso, dolžino telesa ter dolžino in premer glave. Določili smo jim tudi spol. Preko predhodno ugotovljenih prilagojenih vrednosti smo ugotovili čas, ki je potekel od oploditve. Ugotovili smo, da masa narašča s starostjo zarodkov. Prilagodili rastno, eksponentno in logistično funkcijo. Vse tri enačbe so dale korelacijski koeficient $r^2 = 0,974$ (Preglednica 2).

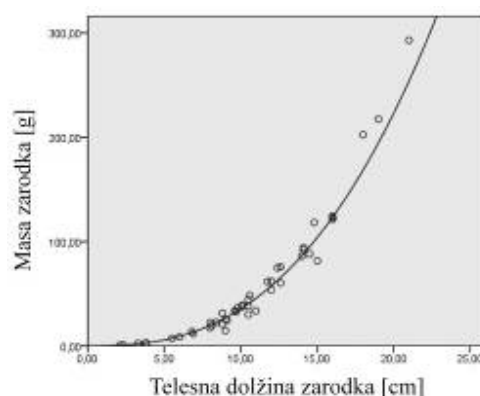
Masa zarodka glede na dolžino telesa se spreminja s potenčno funkcijo. Korelacijski koeficient je $r^2 = 0,986$. S starostjo prav tako naraščata dolžina in premer glave. Prilagodili smo jima rastni funkciji in dobili dobro ujemanje $r^2 = 0,961$ za dolžino glave in $r^2 = 0,904$ za širino glave (Slika 11, 12, 13, 14).

Preglednica 2: Povzetek modela in prilagoditve parametrov

Enačba	Povzetek modela					Prilagoditve parametrov	
	R ²	F	df ₁	df ₂	p	Konstanta	b ₁
Rastna	0,974	1669,141	1	44	0,000	-1,260	0,067
EkspONENTNA	0,974	1669,141	1	44	0,000	0,284	0,067
Logistična	0,974	1669,141	1	44	0,000	3,527	0,935
Neodvisna spremenljivka: starost zarodka							
Odvisna spremenljivka: masa zarodka							
Enačba	Povzetek modela					Prilagoditve parametrov	
	R ²	F	df ₁	df ₂	p	Konstanta	b ₁
Potenčna	0,986	3015,92	1	44	0,000	0,078	2,657
Odvisna spremenljivka: masa zarodka							
Neodvisna spremenljivka: telesna dolžina							
Enačba	Povzetek modela					Prilagoditve parametrov	
	R ²	F	df ₁	df ₂	p	Konstanta	b ₁
Rastna	0,961	1084,900	1	44	0,000	1,728	0,024
Odvisna spremenljivka: dolžina glave							
Neodvisna spremenljivka: starost zarodka							
Enačba	Povzetek modela					Prilagoditve parametrov	
	R ²	F	df ₁	df ₂	p	Konstanta	b ₁
Rastna	0,904	414,419	1	44	0,000	1,091	0,025
Odvisna spremenljivka: premer glave							
Neodvisna spremenljivka: starost zarodka							



Slika 11: Naraščanje mase zarodka v odvisnosti od njegove starosti



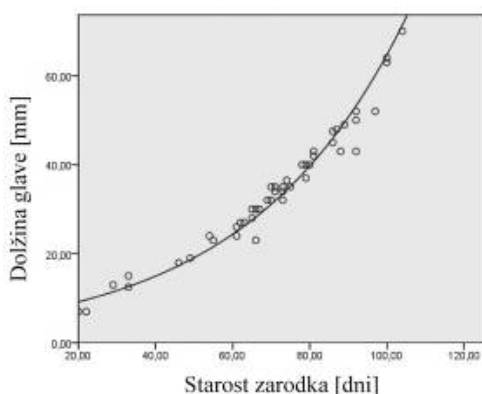
Slika 12: Naraščanje mase zarodka v odvisnosti od njegove telesne dolžine

$$Y = -1,260 * e^{0,067*t}$$

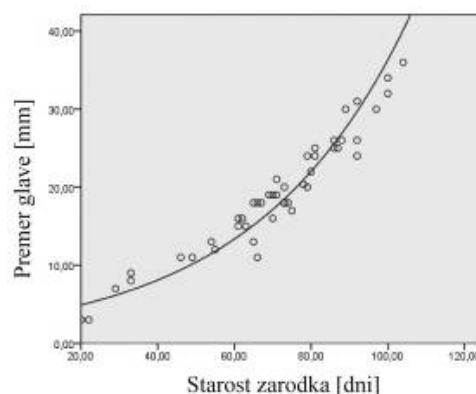
$$Y = 0,284 * e^{0,067*t}$$

$$Y = (1/u + 3,527 * 0,935^t) - 1$$

$$Y = 0,078 * t^{2,657}$$



Slika 13: Naraščanje dolžine glave zarodka v odvisnosti od njihove starosti



Slika 14: Naraščanje premera glave zarodka v odvisnosti od njegove starosti

$$Y = 1,728 * e^{0,024*t}$$

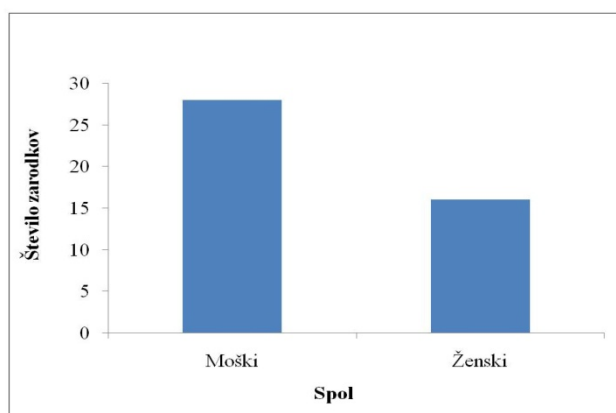
$$Y = 1,091 * e^{0,025*t}$$

u – zgornja meja

t – neodvisna spremenljivka (čas)

6.3 SPOLNA SESTAVA ZARODKOV

Dva zarodka sta bila za določitev spola premalo razvita, zato smo ju izločili iz statistične analize. Zarodkom, ki so bili starejši od 29 dni in daljši od 3 cm smo že lahko določili spol. V vzorcu smo torej imeli 44 osebkov. Ugotovili smo, da je v proučevanem vzorcu v zgodnji embrionalni fazi 63,6 % samčkov in 36,4 % samičk (Slika 15).



Slika 15: Število zarodkov po spolu

Ugotavljali smo tudi, ali je spolna sestava zarodkov odvisna od individualnih dejavnikov in okolja.

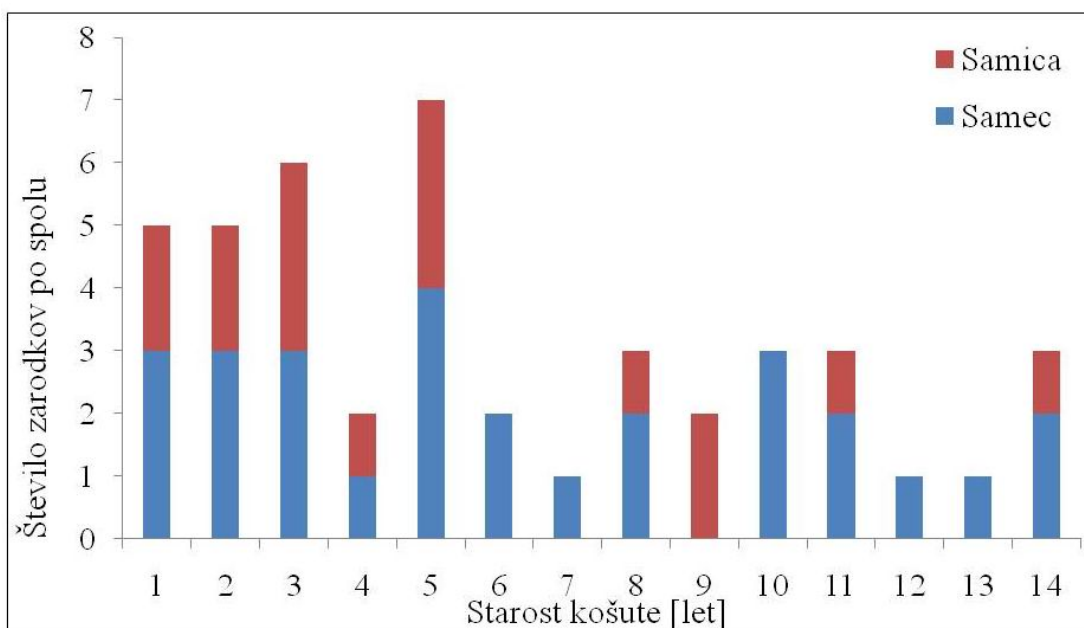
6.3.1 Vpliv starosti košut na spolno sestavo potomcev

Kot smo že ugotovili, je v našem vzorcu delež samcev med potomci večji od deleža samic (Preglednica 3).

Preglednica 3: Rezultat univariatne analize razlik med samci in samicami glede na starost košute

Spremenljivke v enačbi	Ocena parametra	S.E.	Wald	df	p	Razmerje obetov
Starost	-0,077	0,082	0,882	1	0,348	0,926
Konstanta	-0,106	0,565	0,035	1	0,851	0,899

Vpliv starosti košute na spol plodu smo preverili z binarno logistično regresijo. Embrije moškega spola smo označili z 0, embrije ženskega spola pa z 1. Tiste z nedoločljivim spolom smo predhodno izključili iz analize. Test ni pokazal značilnih razlik ($p > 0,05$). Spolno strukturo glede na starost smo prikazali tudi z grafikonom (Slika 16).



Slika 16: Spol zarodkov glede na starost košute

Zaradi majhnega vzorca nismo mogli izluščiti nobene zakonitosti, ki bi bila statistično značilna.

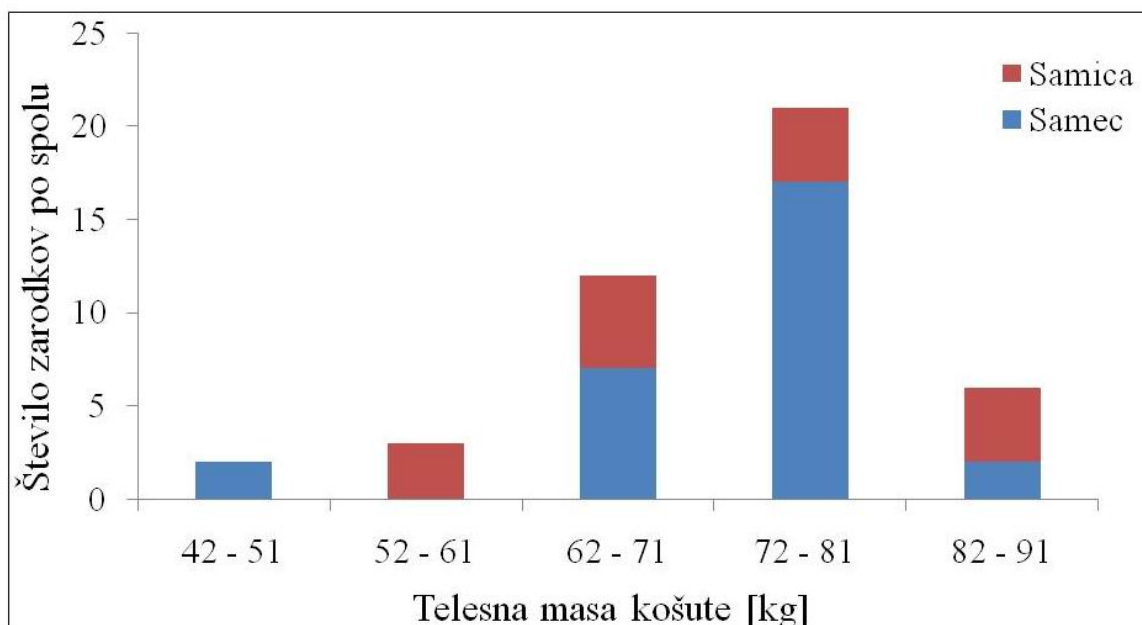
6.3.2 Vpliv telesne mase košut na spolno sestavo potomcev

Preverili smo ali telesna masa vpliva na spol zarodka pri košutah. Test ni pokazal značilnih razlik (Preglednica 4).

Preglednica 4: Rezultat univariatne analize razlik med samci in samicami glede na telesno maso košute

Spremenljivke v enačbi	Ocena parametra	S.E.	Wald	df	p	Razmerje obetov
Telesna masa	-0,004	0,037	0,013	1	0,909	0,996
Konstanta	-0,252	2,704	0,009	1	0,926	0,777

Spolno strukturo zarodkov smo prikazali še na grafikonu (Slika 17). Iz grafikona je razvidno, da se število samčkov res povečuje s telesno maso košute. V zadnjem razredu število zarodkov moškega spola upade. V zadnjem razredu je tudi občutno nižja oplojenost, kar je razvidno iz Slike 17.



Slika 17: Spol zarodkov glede na telesno maso košute

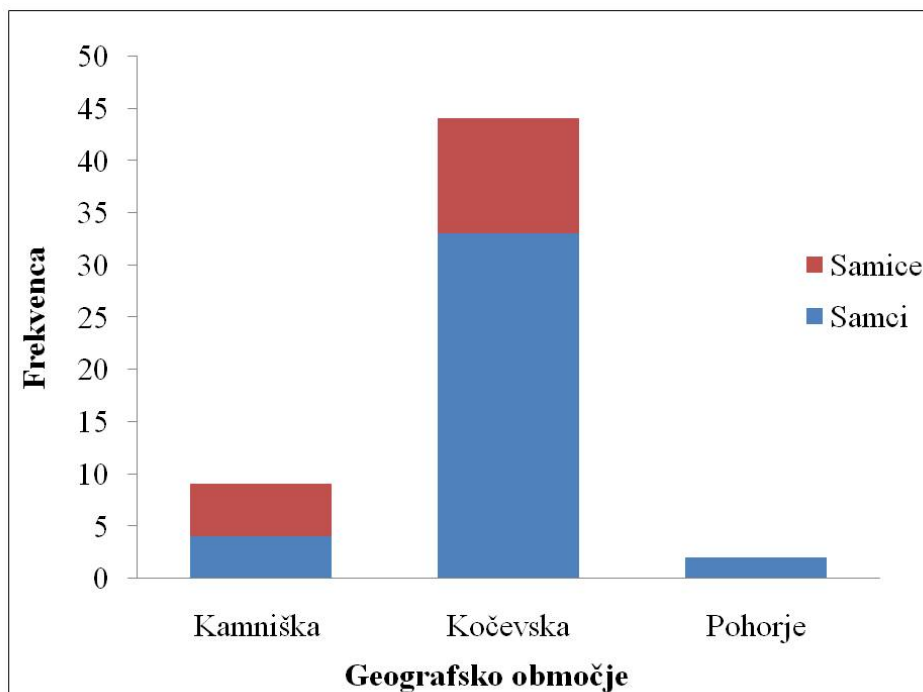
6.3.3 Spolna sestava potomcev po različnih populacijah

Statistično smo analizirali košute z različnih območij Slovenije. Preverili smo, ali obstajajo značilne razlike v deležu samcev med potomci med populacijskimi območji (Preglednica 5).

Preglednica 5: Rezultat univariatne analize razlik med samci in samicami glede na genotip

Spremenljivke v enačbi	Ocena parametra	S.E.	Wald	df	p	Razmerje obetov
Območje			1,432	2	0,489	
Kamniška	21,426	28420,742	$5,683 \times 10^{-7}$	1	0,999	$2,019 \times 10^{+9}$
Kočevska	20,510	28420,742	$5,208 \times 10^{-7}$	1	0,999	$8,077 \times 10^{+8}$
Konstanta	-0,212	28420,742	$5,566 \times 10^{-7}$	1	0,999	$6,190 \times 10^{-10}$

Test ni pokazal značilnih razlik. Pohorsko območje je bilo izločeno iz poskusa, saj sta bili na tem območju samo dve oplojeni košuti (Slika 18).



Slika 18: Število oplojenih košut po območjih glede na spol

6.3.4 Vpliv okolja na spolno sestavo potomcev

Izbrali smo pet okoljskih dejavnikov, ki smo jih proučevali posamično in zato nismo vključili interakcij med posameznimi dejavniki, čeprav se načeloma nobeden dejavnik ne pojavlja posamično, ampak deluje sočasno z drugimi in v medsebojni korelaciji. Uporabili smo logistično regresijo (Preglednica 6).

Preglednica 6: Rezultati bivariatne analize razlik deleža samcev med potomci glede na okoljske dejavnike

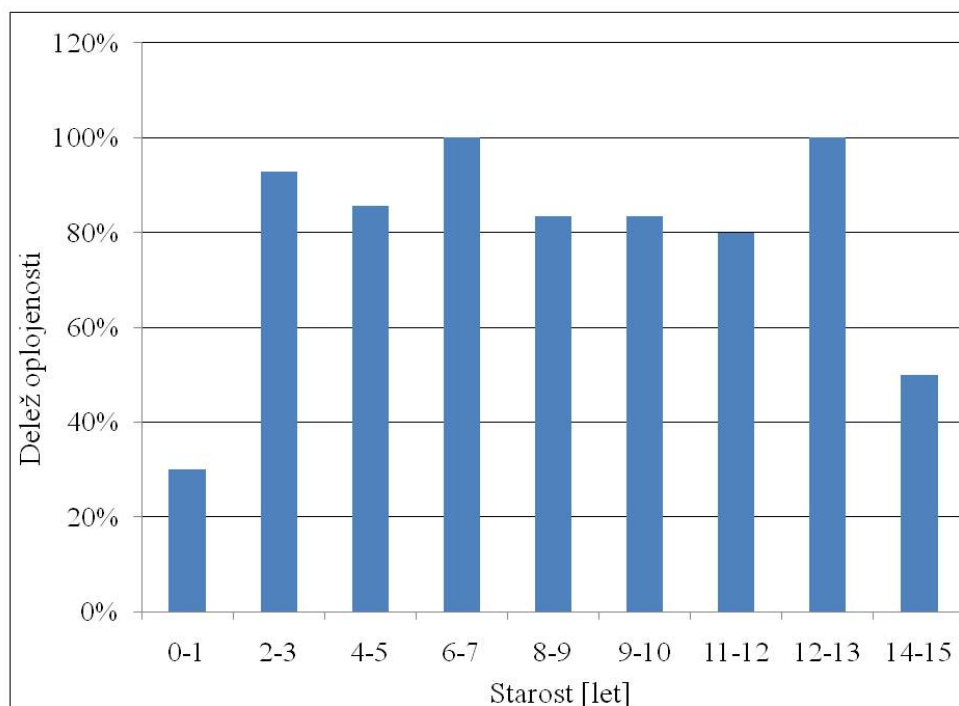
Spremenljivke v modelu	Ocena parametra	S.E.	Wald	df	p	Razmerje obetov
Temperatura	0,178	0,385	0,215	1	0,643	1,195
Populacijska gostota	-0,607	0,744	0,667	1	0,414	0,545
Delež iglavcev	-0,028	0,024	1,443	1	0,230	0,972
Gostota gozdnega roba	0,000	0,000	0,800	1	0,371	1,000
Konstanta	2,297	3,504	0,430	1	0,512	9,946

Preverili smo vpliv okoljskih dejavnikov na delež samcev med potomci. Nobeden izmed dejavnikov ni pokazal vpliva na delež samcev med potomci.

6.4 DELEŽ OPLOJENOSTI

6.4.1 Vpliv starosti košut na delež oplojenosti

Preverili smo, ali so pri našem vzorcu vidne razlike v deležu oplojenosti glede na starost košut. Oplojenost po letih smo prikazali na grafikonu (Slika 19), kjer je razvidno, da je pri enoletnih košutah oplojenost 30 %, pri vseh neoplojenih košutah pa je bilo na maternicah vidno, da še nikoli niso bile oplojene.



Slika 19: Oplojenost košut po starosti

Živali, ki bi bile mlajše od enega leta, v vzorcu nimamo. Pri dve- in triletnih košutah oplojenost naraste na 93 %. Pri triletnih košutah je bila izmed sedmih košut ena neoplojena, hkrati pa maternica ni kazala znakov, da bi bila košuta že kdaj oplojena. Pri starostih 4 do 13 let je delež oplojenosti ves čas precej visok. Imamo tudi primer sterilne enajstletne košute. Pri starostni skupini 14 do 15 let je viden precejšen upad oplojenosti, saj imamo poleg 3 oplojenih 14 letnih košut le eno 15 letno košuto, ki pa ni bila oplojena.

Razlike v deležu oplojenosti smo poskušali dokazati s kontingenco in χ^2 in z G-testom. V kontingenco tabelo smo vnesli število oplojenih in neoplojenih košut po starostnih razredih. Iz devetih starostnih razredov smo tvorili tri. Izračunali smo robne vrednosti. V naslednji kontingenčni tabeli smo izračunali teoretične vrednosti glede na robne vrednosti. V tretjo tabelo smo vnesli razlike med dejansko in teoretično vrednostjo za vsako polje posebej. Nato smo naredili χ^2 in G - test (Preglednica 7, 8, 9).

Preglednica 7: Število oplojenih košut po starostnih razredih (dejanske vrednosti)

Starost [let]	Oplojenost		Skupaj
	Oplojena	Neoplojena	
0-2	18	5	23
3-12	24	3	27
13-15	4	1	5
Skupaj	46	9	55

Preglednica 8: Število oplojenih košut po starostnih razredih (teoretične vrednosti)

Starost [let]	Oplojenost		Skupaj
	Oplojena	Neoplojena	
0-2	19,24	3,76	23
3-12	22,58	4,42	27
13-15	4,18	0,82	5
Skupaj	46	9	55

Preglednica 9: Razlike med dejanskimi in prilagojenimi vrednostmi

Starost [let]	Oplojenost		Skupaj
	Oplojena	Neoplojena	
0-2	-1,24	1,24	0,00
3-12	1,42	-1,42	0,00
13-15	-0,18	0,18	0,00
Skupaj	0,00	0,00	0,00

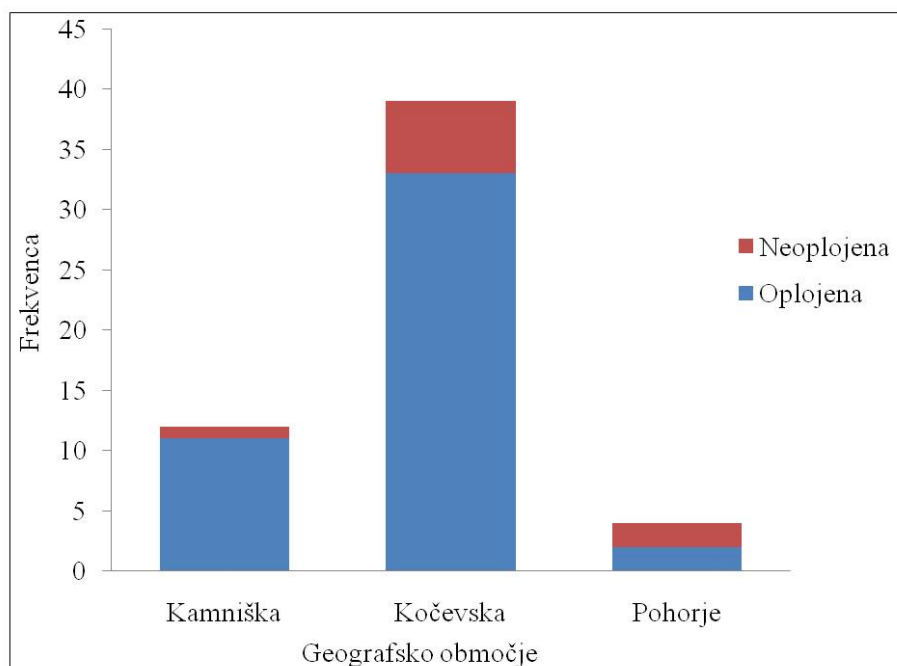
$$\chi^2 = \sum \frac{(f_{rc} - f'_{rc})^2}{f'_{rc}}$$

$$G = 2[(\sum f_{rc} \times \ln f_{rc}) - (\sum f_{r.} \times \ln f_{r.} + \sum f_{c.} \times \ln f_{c.}) + n \times \ln n]$$

Test ni pokazal, da sta oplojenost in starost košut v medsebojni povezavi, kar nakazujeta vrednosti testov ($\chi^2 = 1,08$, $\chi^2_{\text{tabl}} = 6,00$, $G = -10,6$), sta obe nižji kot tablični χ^2 pri 5 % tveganju.

6.4.2 Razlike v oplojenosti košut med populacijami

Z logistično regresijo smo preverili vpliv geografskega območja na delež oplojenosti. Test ni pokazal značilnosti (Slika 20, Preglednica 10).



Slika 20: Število oplojenih in neoplojenih košut glede na populacijsko območje

Preglednica 10: Rezultat univariatne analize razlik oplojenimi in neoplojenimi samicami glede na genotip košute

Spremenljivke v enačbi	Ocena parametra	S.E.	Wald	df	p	Razmerje obetov
Območje			3,183	2	0,204	
Kamniška	2,398	1,446	2,750	1	0,097	11,000
Kočevska	1,705	1,094	2,428	1	0,119	5,500
Konstanta	0,000	1,000	0,000	1	1,000	1,000

6.4.3 Vpliv telesne mase košut na delež oplojenosti

Značilnost smo dokazali še z binominalno logistično regresijo. Razlike so značilne ($p = 0,007$); razmerje obetov znaša 1,095, kar pomeni, da se s telesno maso statistično povečuje verjetnost za to, da bo košuta oplojena. Z vsakim dodatnim kilogramom telesne teže je verjetnost, da bo košuta oplojena večja za 1,095 krat. Vzeli smo še širši interval (10 kg) in izračunali, kako se obeti za oplojenost spremenijo, če se telesna masa košute poveča za 10 kg (Preglednica 11).

Preglednica 11: Rezultat univariatne analize razlik med oplojenimi in neoplojenimi košutami glede na telesno maso košute

Spremenljivke v enačbi	Ocena parametra	S.E.	Wald	df	p	Razmerje obetov
Telesna masa	0,091	0,034	7,239	1	0,007	1,095
Konstanta	-4,413	2,191	4,057	1	0,044	0,012

$$\exp(10 \cdot (0,091)) = 2,4843$$

Pripadajoč interval zaupanja:

Spodnja meja:

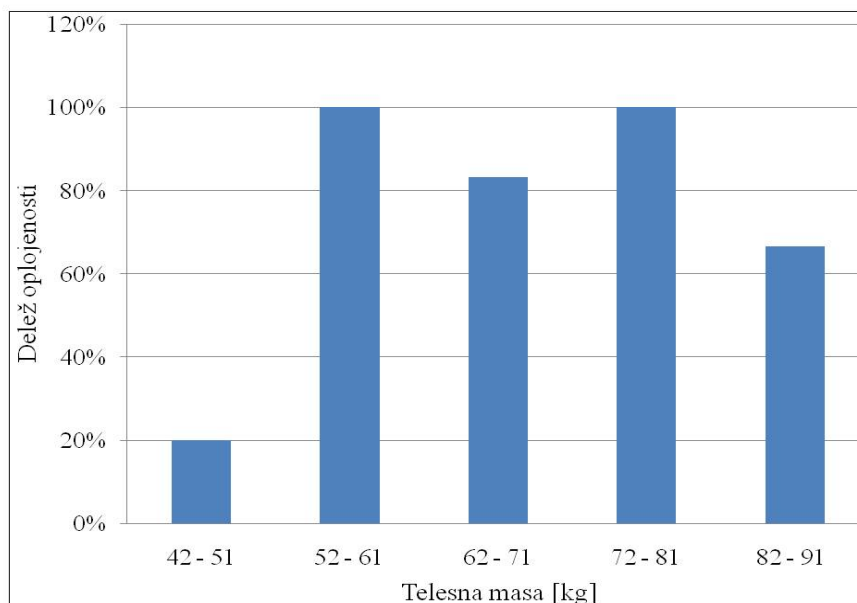
$$\exp(10 \cdot (0,091) - 1,96 \cdot 10 \cdot 0,034) = 1,2758$$

Zgornja meja:

$$\exp(10 \cdot (0,091) + 1,96 \cdot 10 \cdot 0,034) = 4,8375$$

Obeti za oplojeno košuto se za vsakih 10 kg telesne teže povečajo za 2,5 krat. Pripadajoč 95 % interval zaupanja pa je 1,28 do 4,84.

Oplojenost košut glede na telesno maso smo prikazali tudi na grafu (Slika 21), kjer smo mase košut razvrstili v enake razrede s širino 10 kg.



Slika 21: Delež oplojenosti glede na telesno maso

Pri nizkih telesnih masah je na grafu vidna relativno nizka stopnja oplojenosti. Presenetljiv pa je nižji delež oplojenosti v zadnjem razredu.

6.4.4 Vpliv okolja na delež oplojenosti

Izvedli smo bivariatno logistično regresijo ter vključili vse izbrane faktorje. Nobeden izmed faktorjev ni pokazal povezave z deležem oplojenosti (Preglednica 12).

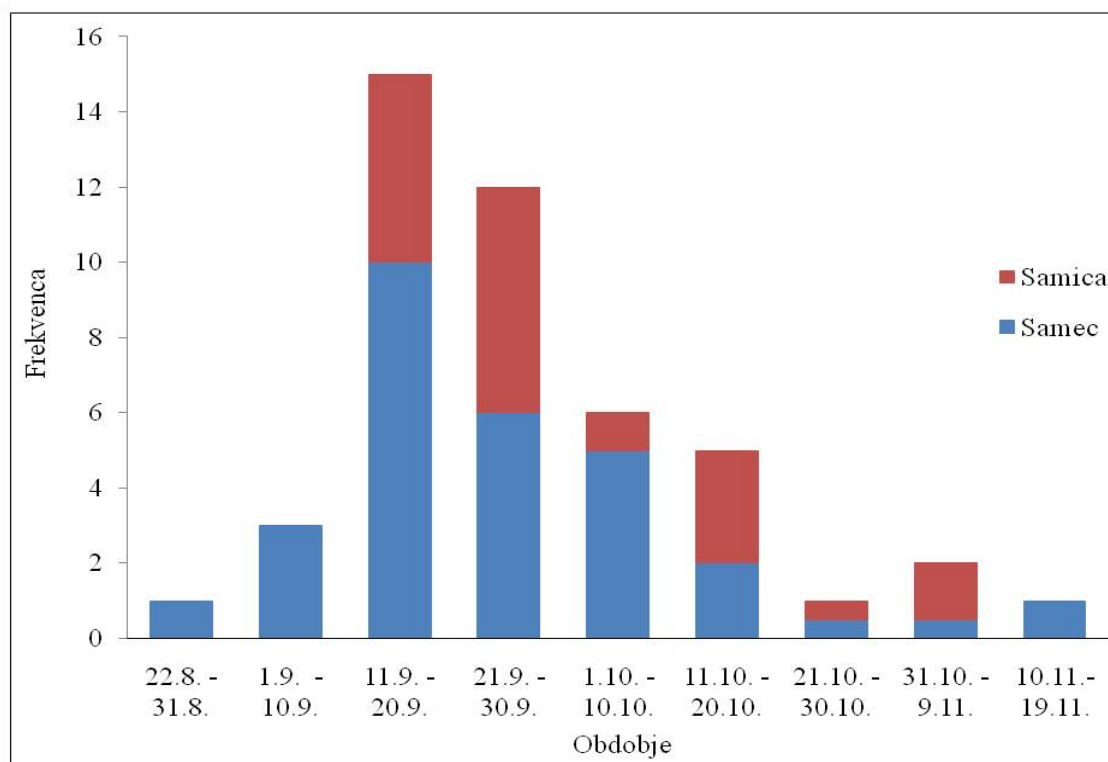
Preglednica 12: Rezultati bivariatne analize razlik v oplojenosti glede na okoljske dejavnike

Spremenljivke v enačbi	Ocena parametra	S.E.	Wald	df	p	Razmerje obetov
Temperatura	-0,496	0,376	1,739	1	0,187	0,609
Populacijska gostota	-0,420	0,917	0,210	1	0,647	0,657
Gostota gozdnega roba	0,000	0,000	0,716	1	0,397	1,000
Delež iglavcev	-0,045	0,029	2,417	1	0,120	0,956
Konstanta	9,119	4,324	4,447	1	0,035	9130,945

6.5 DATUM OPLOJENOSTI IN POLEGANJA

Starosti zarodkov smo izračunali iz podatkov o njihovi telesni dolžini. Na podlagi dolžine zarodkov smo določili čas oploditve po 9-dnevnih obdobjih, da bi določili dolžino obdobja

parjenja. 73,9 % košut in junic je bilo oplojenih v času od 11. 9. do 10. 10., porazdelitev pa je bila normalna. Ugotovili smo, da je v tem času spočetih 22 samčkov in 12 samic (Slika 22).



Slika 22: Število oplojenih košut po desetdnevni obdobjih

Samci so ob skotu nekoliko večji od samic, zato je možno, da v embrionalnem obdobju nekoliko hitreje rastejo. Če to drži, je prišlo do napake pri oceni starosti, saj smo starosti za oba spola izračunali s pomočjo iste krivulje. To pomeni, da smo starost samčkov precenili, starost samičk pa podcenili. Nekoliko višjo telesno maso samčkov ob skotu si lahko razlagamo tudi z ugotovitvijo Clutton-Brocka (1982), da se samci skotijo v povprečju 2 dni kasneje kot samičke.

Razlike v deležu samcev in samic glede na obdobje v katerem je bila košuta oplojena smo poskušali dokazati še s kontingenco in χ^2 testom, ki je primeren za podatke razporejene v razrede, med katerimi nato ugotavljamo razlike. Test ni pokazal razlik med spoloma glede na čas oploditve, kar nakazuje vrednost testa ($\chi^2 = 7,41$), kar je nižje od tablične vrednosti ($\chi^2 = 15,51$) pri 5 % tveganju.

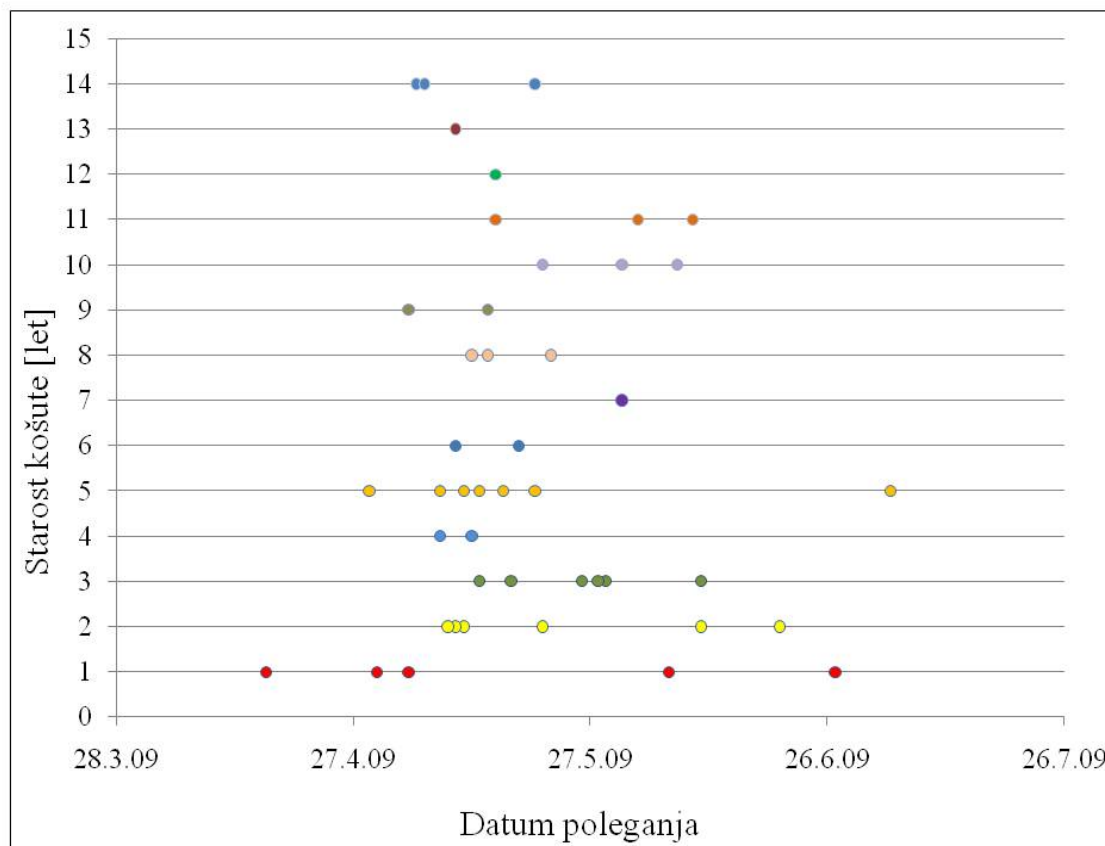
6.5.1 Vpliv telesne mase in starosti košut na datum poleganja mladičev

Datum poleganja smo izračunali preko telesne velikosti zarodkov. Vsakemu fetusu smo glede na velikost določili datum, ko je bila košuta oplojena, nato pa smo prišteli za samčke 236 dni in za samičke 234 dni, kot naj bi trajala brejost (Clutton-Brock, 1982). Tako smo dobili datum poleganja mladičev. Datume smo pretvorili v števila, da smo lahko z njimi računali. S programom SPSS 16.0 for Windows smo nato vpliv telesne mase in starosti preverili z linearno multiplo regresijo. V poskus smo vključili oba faktorja hkrati. Telesna masa je pokazala značilen vpliv na datum poleganja mladičev, medtem ko vpliv starosti na čas poleganja mladičev ni značilen (Preglednica 13).

Preglednica 13: Rezultati multivariatne regresijske analize datuma poleganja mladičev glede na starost in telesno maso košut

Analiza variance	SS	df	MS	F	p
Regresija	1560,0	2	780,0	3,1	0,1
Ostanek	10964,1	43	255,0		
Skupaj	12524,1	45			
Neodvisne spremenljivke v modelu: konstanta, telesna masa, starost Odvisna spremenljivka: datum poleganja					
Neodvisne spremenljivke v enačbi:	Ocena parametra	S.E.	Beta	t	p
Konstanta	40001,3	20,7		1933,5	0,000
Starost	-0,001	0,7	0,000	-0,002	1,0
Telesna masa	-0,7	0,3	-0,4	-2,1	0,04
Odvisna spremenljivka: datum poleganja $R^2=0,125$; $N=46$					

Datume poleganja mladičev za različno stare košute smo prikazali še na časovnih premicah (Slika 23).



Slika 23: Čas poleganja glede na starost košute

Iz Slike 23 je razvidno, da enoletne košute polegajo v časovnem intervalu s širino 72 dni, medtem ko se pri starejših košutah ta interval oži. Opazno je oženje časovnega intervala poleganja s starostjo predvsem v prvih petih letih, po petem letu starosti pa se širina časovnega intervala poleganja ustali.

6.5.2 Vpliv okolja na datum poleganja mladičev

Preverili smo vpliv okoljskih dejavnikov na čas poleganja mladičev. Uporabili smo linearno multiplo regresijo. Metoda ni pokazala povezanosti z nobenim okoljskim dejavnikom (Preglednica 14).

Preglednica 14: Rezultat regresijske analize razlik z metodo enter; vpliv okoljskih dejavnikov na čas poleganja mladičev

Neodvisne spremenljivke v enačbi	Ocena parametra	S.E.	Beta	t	p
Konstanta	39952,005	25,974		1538,137	0,000
Temperatura	-1,106	2,633	-0,093	-0,420	0,677
Populacijska gostota	-0,509	5,351	-0,028	-0,095	0,925
Delež iglavcev	0,083	0,174	0,131	0,477	0,636
Gostota gozdnega roba	0,003	0,003	0,195	1,188	0,242
Odvisna spremenljivka: datum poleganja					

7 RAZPRAVA

7.1 METODE ZA PROUČEVANJE REPRODUKCIJE

Pri pregledu literature smo kritično presodili, katere izmed metod so primerne za proučevanje reprodukcije jelenjadi. Prvi dve omenjeni metodi sta rekonstrukcijski, zato je pomembno, da je starost proučevanih živali določena čim bolj natančno. Metodi imata pomanjkljivost. Z njima ne moremo ugotoviti starostno specifične natalitete. Prav tako lahko pri obeh pride do nezabeleženih izgub, kar lahko vodi do podcenitve številčnosti populacije. Po drugi strani pa je dobra plat metode ta, da nam pove absolutno številčnost populacije, kar za nekatere druge metode ne moremo trditi.

Za razliko od rekonstrukcijskih metod nam kontrolna metoda ne podaja dejanskega številčnega stanja in natalitete populacije, ampak le trende in spremembe v populaciji jelenjadi in njenem okolju, kar utegne biti za raziskovanje reprodukcije manj uporabno.

Proučevanje reprodukcije s pomočjo genskih raziskav je zelo učinkovito pri ugotavljanju števila potomcev tudi pri osebkih moškega spola, kar je pri ostalih metodah neizvedljivo. Pomembna prednost metode je tudi ta, da lahko ugotavljamo število potomcev za celotno življenjsko dobo osebkov. Negativna lastnost metode je njena dolgotrajnost, saj moramo podatke o mortaliteti spremljati več let zapored, do neevidentiranih poginov pa ne sme priti. Poleg tega metoda predpostavlja, da je populacija prostorsko zaprta.

Štetje placentálnih brazd se je izkazalo za neprimerno, saj ima jelenjad, kot predstavnica parkljarjev maternico, na kateri po porodu ne ostanejo brazde, saj je stik med placento in maternico drugačen. Diagnosticiranje, predvsem zelo zgodnje, brejosti preko ultrazvoka je zelo učinkovito (Žele, 2000), vendar glede na naše pogoje neprimerno, saj je metoda prezahtevna, ker je vsako žival potrebno predhodno uloviti, po potrebi umiriti s sedativom ter nato pripeljati na mesto, kjer imamo ultrazvočni aparat, če že nimamo prenosne

naprave. To pomeni precej večje stroške, kakor delo z odstreljenimi živalmi. Za jelenjad bi bila uporabna metoda ugotavljanja regresije rumenih teles na jajčnikih, vendar ta metoda zahteva bistveno več znanja in zahtevnejše postopke.

Za potrebe naše raziskave se je štetje zarodkov oz. ugotavljanje oplojenosti izkazalo za najučinkovitejšo metodo. Metoda se je izkazala za preprosto, natančno in hitro. Oplojenost lahko služi tudi kot kazalec stanja populacije, ki bi ga lahko uporabili v kontrolni metodi. V literaturi nismo našli ocene plastičnosti tega kazalca, kar je tudi razlog, da smo ga podrobneje preučili in s tem poskušali ugotoviti ali vsaj nakazati, kako dobro prikazuje stanje populacije jelenjadi. Zaradi premajhnega vzorca nismo mogli oceniti kako kakovosten kazalec je oplojenost, vendar menimo, da bi bilo to v prihodnjih raziskavah koristno izvedeti.

7.2 RAZVOJ ZARODKA V MATERNICI

Ugotovili smo, da dolžina zarodka pri jelenu narašča s časom. Podatkom smo prilagodili polinom tretje stopnje (Slika 9). Če bi imeli podatke za celotno brejost, bi najverjetneje izbrali eno izmed rastnih funkcij, saj se rast zarodkov v kasnejši brejosti upočasni. Tudi masa narašča v odvisnosti od starosti zarodkov. Naraščanju mase smo prilagodili rastno, eksponentno in logistično funkcijo (Slika 11). Če bi spremljali nadaljnji razvoj zarodkov, bi bil verjetno najprimernejši izbor eksponentna funkcija, saj masa glede na dolžino zarodka tudi v nadaljnjem embrionalnem razvoju napreduje zelo hitro. Masa hitreje napreduje predvsem pri embrijih moškega spola, kar so ugotovili na Madžarskem (Heltay in sod., 1983), kjer so naredili različne prilagoditve glede na spol zarodka in glede na območje iz katerega je izhajala košuta. Za razliko od naše študije, so naraščanju mase zarodkov v odvisnosti od časa, prilagodili linearno funkcijo. Masa zarodka glede na dolžino telesa se spreminja s potenčno funkcijo (Slika 12). S starostjo prav tako naraščata dolžina in premer glave. Prilagodili smo jima rastne funkcije in dobili dobro ujemanje (Slika 13 in 14).

Pomembno je poudariti, da vse prilagoditve veljajo za zgodnejše faze embrionalnega razvoja, saj so bili zarodki, ki smo jih merili, stari največ 104 dni in dolgi do 21 cm. Starejših zarodkov nismo imeli, saj se odstrel konča s koncem koledarskega leta, ko so košute še v začetku brejosti. Če bi upoštevali celotno obdobje brejosti košut (34 tednov) bi najverjetneje izbrali drugačne prilagoditvene krivulje.

Metoda, ki smo jo uporabili za določanje starosti zarodkov, je obremenjena z napako, saj je rast zarodka v določeni meri odvisna tako od spola zarodka (Clutton-Brock, 1982, Heltay in sod., 1983), kot tudi od stanja matere in kakovosti habitata (Heltay in sod., 1983), mi pa smo za oba spola in vse košute uporabili isto prilagoditveno krivuljo. Verme (1980 cit. po Adamič in sod., 1983) je dokazal, da podhranjenost košut upočasni rast in razvoj njihovih zarodkov. Razlike se kasneje pokažejo tudi v telesnih masah novorojencev, ki se lahko med različnimi habitati razlikujejo za kar 46 %. Drugi avtorji (Heltay in sod., 1983) so starost zarodkov ocenjevali preko datuma odstrela košute ter predpostavili, da so bili vse košute in junice oplojene na isti dan. Tudi ta metoda ni povsem korektna, saj je malo verjetno, da bi bile vse košute oplojene v istem obdobju, je pa boljša za ugotavljanje razlik v hitrosti prenatalne rasti med spoloma.

7.3 SPOLNA STRUKTURA

Rezultati pregleda maternic so pokazali 63,6 % samčkov in 36,4 % samičk (Slika 15). To bi lahko bil znak porušene spolne strukture v populaciji. Glede na kromosomsko uravnavanje spola bi bilo pričakovano spolno razmerje med samci in samicami v populaciji približno 1:1. Sesalci naj bi kotili približno enako število samcev in samic, čeprav preiskave zarodkov jelenjadi kažejo zelo različne spolne strukture (Wagenknecht, 1981), vendar nobena izmed evropskih študij ni pokazala tako velikega odklona kot naša. Heltay (1983) v svojem preglednem članku navaja, več evropskih raziskav o spolni strukturi zarodkov pri jelenjadi. Madžari (Heltay in sod., 1983) in Nemci (Behrens in sod., 1908, Krönig in sod. 1951, cit po Heltay in sod., 1983) so ugotovili približno enakomeren delež samcev in samic, medtem ko je Valentinčič (1960) v Sremu ugotovil razmerje 1: 0,71 v korist samcev. Sremsko populacijo je Valentinčič primerjal z

Alpsko populacijo v Karavankah, le-ta pa je imela skoraj dvakrat več embrijev ženskega spola. Precej večji delež samičk so ugotovili tudi na Nizozemskem (Crombrugghe, 1964 cit. po Hetay in sod., 1983), kjer je razmerje znašalo 1:1,40. Obstaja tudi možnost, da se v neenakomerno porazdeljenih spolnih strukturah zarodkov stanje populacije uravnoteži šele kasneje, s povečano mortaliteto samcev v določenem življenjskem obdobju. Ker sta pri jelenjadi tako abortus kot resorpcija zarodka izredno redka (Clutton-Brock, 1982, Wegge, 1985), se spolna struktura najverjetneje uravna šele po skotu z višjo smrtnostjo osebkov moškega spola.

Ena izmed razlag je tudi višja smrtnost telet moškega spola v prvih dnevih življenja (Wagenknecht, 1981) ali kasneje. Mladi samčki so namreč občutljivejši na okoljske dejavnike kot samičke. Visoka populacijska gostota lahko privede do večje smrtnosti samcev v primerjavi s samicami predvsem v prvih dveh letih življenja, kar lahko v kasnejših fazah pripelje tudi do večjega deleža košut in s tem manjše tekmovalnosti pri parjenju med jeleni. To ima za posledico večje hareme košut, a tudi manjšo stabilnost letih. Obdobja parjenja lahko zato trajajo dlje (Clutton-Brock, 1982).

Obdobje parjenja je v našem vzorcu usklajeno, saj je bila večina košut oplojenih v času vrhunca ruka, to je od 11. 9. do 10. 10. (Hafner, 2008), zato o nestabilnosti spolne strukture ne moremo govoriti, čeprav ugotovljeno spolno razmerje fetusov kaže drugače. To neskladje so različni avtorji poskušali pojasniti s tem, da samice lahko uravnavajo spolno razmerje svojih potomcev glede na stanje v okolju in njeno lastno telesno zgradbo. Samice, ki so v dobrem telesnem stanju, torej polegajo večji delež moških potomcev (Flint in sod., 1997, Kruuk in sod., 1999). Njihova dobra telesna kondicija je produkt dobrih življenjskih pogojev (Flueck, 2002), zato lahko košuta vloži več energije v reprodukcijo in donosi samčka, ki potrebuje nekoliko večja energijska vlaganja kot samička, saj je njegova telesna masa ob rojstvu višja (Clutton-Brock, 1982). Samčki pa ne rastejo hitreje le v predrojstnem obdobju, ampak tudi kasneje, saj so njihove telesne mase vse življenjsko obdobje višje od samic, zato so ugodni okoljski pogoji za vzrejo mladičev moškega spola še posebej pomembni.

Kruuk in sod. (1999) so na otoku Rhum proučevali spreminjanja spolnega razmerja v odvisnosti od okoljskih dejavnikov. Odkrili so, da učinek dominantnosti samic izgine pri visokih populacijskih gostotah v času brejosti. Tega v naši raziskavi ne moremo potrditi, saj populacijska gostota v našem primeru ni pokazala vpliva na delež moških potomcev, prav tako nismo našli povezave z drugimi okoljskimi spremenljivkami.

Ugotovili smo, da spol zarodka ni povezan niti s starostjo košute, saj je število potomcev moškega spola v celotni življenjski dobi enakomeren. Na grafikonu (Slika 16) je možno zaznati blag upad potomcev ženskega spola po petem letu starosti. Do petega leta delež med samci in samicami ostaja konstanten, kasneje pa postane neenakomeren, kar je najverjetneje tudi posledica tega, da smo imeli v vzorcu več mlajših košut. Nihanje deleža samcev in samic lahko ponovno pripišemo majhnemu vzorcu. Tudi študija, ki jo je opravil Heltay (1983), ni kazala povezave med spolno strukturo potomcev in starostjo košut.

Če je telesna masa košut v povezavi z njeno vitalnostjo (Jerina, 2006), naj bi košute z visoko telesno maso polegale večji delež samcev. V našem primeru to ne drži. Število zarodkov ženskega spola je v vseh razredih konstantno, medtem ko v zadnjem razredu (pri najtežjih košutah) število zarodkov moškega spola močno upade, kar lahko obrazložimo z dejstvom, da so košute večji del energije porabile za svojo telesno maso namesto za reprodukcijo. V zadnjem razredu je zaradi tega tudi občutno nižja oplojenost kot prikazuje Slika 17.

Predhodnje raziskave so pokazale povezavo med geografskim območjem in deležem samcev med potomci, saj se košute, ki prihajajo iz različnih predelov morfološko razlikujejo, kar je tudi posledica različnega vpliva genotipa na fenotip (Jerina, 2007). Podobno primerjavo je naredil tudi Valentinčič (1960), le da je primerjal alpsko populacijo (Karavanke) in populacijo hrvaško-srbske meje. Njegovi rezultati kažejo precej večji delež zarodkov ženskega spola v alpski populaciji, kjer so prehranske razmere slabše ter nekoliko višji delež zarodkov moškega spola v sremski populaciji. Proučevani populaciji sta se razlikovali tudi po telesnih masah. Na Madžarskem so primerjali spolno strukturo zarodkov med petimi, habitatno različnimi, območji ter ugotovili višje deleže samčkov v boljših habitatih, medtem ko so samičke prevladovali v slabših habitatnih pogojih.

(Heltay, 1983). Mi smo testirali razlike le med dvema slovenskima območjema (kamniško in kočevsko), saj je bilo s Pohorja premalo materiala (Slika 18). Test ni pokazal značilnih razlik, vendar je bil vzorec majhen.

7.4 DELEŽ OPLOJENOSTI

Oplojenost je pomemben indikator stanja v populaciji, saj z njim ugotavljamo nataliteto in plodnost samic. Velik delež oplojenosti nakazuje na primeren delež samcev v populaciji (Hafner, 2008). Oplojenost se dokazano razlikuje po letih (Clutton-Brock, 1990), kar so proučevali že številni evropski avtorji. Oplojenost košut je, ne glede na proučevano območje in kakovost habitata, visoka, saj delež znaša od cca. 70 % v Nemčiji (Behrens-Gussone, 1908, cit. po Heltay in sod. 1983) in na Norveškem (Wegge, 1975) do 100 % na Danskem (Thampdur, 1956, cit. po Heltay in sod. 1983). Tudi v našem primeru je oplojenost košut v starostnem razredu od 3 do 15 let precej visoka, kar 87,5 %.

Večina evropskih avtorjev prikazuje oplojenost košut ločeno od junic, saj je oplojenost junic, zaradi znatno večje variabilnosti, precej boljši pokazatelj stanja v populaciji kot oplojenost košut. Samice postanejo plodne šele v prvem ali drugem življenjskem letu, kar je pokazal tudi naš primer, saj je bila oplojenost pri junicah je 30,0 %, pri vseh pa je bilo na maternicah vidno, da še nikoli niso bile oplojene. Naša ugotovitev je skladna z Valentinčičevo (1960) izpred 40 let, ko je v Sremu ugotovil prav tolikšno oplojenost junic, medtem ko v Karavankah niti ena izmed 9 junic ni bila breja. V našem primeru je bila skupna oplojenost na kamniškem območju zelo visoka (91,7 %), med štirimi junicami je bila le ena neoplojena. Do razlik je lahko pripeljalo izboljšanje habitatnih razmer, še verjetneje pa so razlog manjše populacijske gostote kot pred 40 leti.

Druge evropske študije kažejo širok spekter deležev oplojenosti junic, saj se le-ta giblje med 25,0 % na Nizozemskem (Crombrugghe, 1964, cit. po Heltay in sod., 1983) do 80 % na Danskem (Thampdur, 1956, cit. po Heltay in sod., 1983) in Madžarskem (Heltay in sod., 1983).

Čeprav χ^2 test s kontingenco ni pokazal razlik v oplojenosti med starostnimi razredi, je bilo z grafikona lepo vidno nihanje oplojenosti med starostnimi razredi (Slika 19). Oplojenost pri junicah je 30 %, Pri dve- in triletnih košutah oplojenost naraste na 93 % in ostane dokaj konstantna do 13. leta. Pri triletnih košutah je bila ena izmed sedmih košut neoplojena, hkrati pa maternica ni kazala znakov, da bi bila košuta že kdaj oplojena. Vzrok za tako stanje je lahko napaka pri določanju starosti, najverjetneje pa je prišlo do napake pri označevanju čeljusti, ki smo jo zato priložili napačni maternici. Ta košuta je namreč imela tudi zelo nizko telesno težo glede na starost. Clutton-Brock (1982) ugotavlja, da neoplojenost pri triletnih košutah ni posebnost, saj se le-te še ne pariyo najbolj uspešno. Uspešnost parjenja se ustali šele po četrtem letu starosti in ostane konstantna vse do njihovega 13. leta (Clutton-Brock, 1982). Pri prenosu rezultatov v zvezi z oplojenostjo junic iz območij Velike Britanije (otok Rhum) je potrebna previdnost, saj Heltay (1983) ugotavlja, da so samice v Veliki Britaniji (Clutton-Brock, 1982) prvič oplojene šele v tretjem oz. četrtem letu, kar pa ne velja za ostale evropske države.

Pri starostih 2 do 13 let je delež oplojenosti ves čas precej visok, kar pomeni, da so košute v teh letih na vrhuncu svoje reproduktivne moči. Neoplojenost pri posameznih odraslih osebkih lahko razložimo s slabimi življenjskimi pogoji v tistem letu in posledično abortusom mladiča, saj so košute v prejšnjih letih že večinoma bile oplojene. Slabša plodnost je značilna tudi za košute, ki že vodijo mladiče (Hafner, 2008). Imamo tudi primer sterilne enajstletne košute, katere starost je bila najverjetneje ocenjena korektno, saj je njena telesna masa primerna za starejšo košuto. Sterilnost pri enajstih letih je nenavadna, saj so na Škotskem ugotovili, da je večina košut, ki ni vzgojila nobenega mladiča, poginila pred 4. letom življenja (Clutton-Brock, 1982). Pri starostni skupini 14 do 15 let je v našem primeru viden precejšen upad oplojenosti, ki je predvsem posledica ničelne oplojenosti pri 15 letnih košutah, kar nakazuje na upad reproduktivne moči pri senescentnih košutah. V raziskavi jelenjadi na otoku Rhum so ugotovili, da verjetnost preživetja košut v populaciji začne upadati pri starosti 9 let (Nussey, 2006). Pri mlajših košutah so ugotovili naraščanje telesne mase njihovih mladičev ob rojstvu in tudi kasnejše poleganje, po devetem letu pa so zaznali ponovni upad telesnih mas mladičev in zgodnejše poleganje (Clutton-Brock, 1982). Ugotovitev, da naj bi starejše košute večino svoje

energije vložile v produkcijo potomcev, namesto svojo v telesno maso (Jerina, 2006), v našem primeru ne drži.

Preizkušali smo tudi razlike v oplojenosti med različno težkimi košutami. Tu se je pokazala odvisnost, saj je test pokazal visoko značilnost. Razmerje obetov znaša 1,095, kar pomeni, da se s telesno maso statistično povečuje verjetnost za to, da bo košuta oplojena. Z vsakim dodatnim kilogramom telesne teže je verjetnost, da bo košuta oplojena večja za 1,095 krat. Na vsakih dodatnih 10 kg telesne mase pa se verjetnost, da bo košuta oplojena poveča za 2,5 krat. Oplojenost košut glede na telesno maso smo prikazali na grafu (Slika 21), kjer smo mase košut razvrstili v enake razrede s širino 10 kg. Pri nizkih telesnih masah je na grafu, v skladu s pričakovanjem, vidna relativno nizka stopnja oplojenosti. Nizka telesna masa nakazuje na zelo mlade osebkke, lahko pa tudi slabo vitalnost osebkov. Rezultat tega je, da osebkki dobijo zaradi pomanjkanja hrane premalo energije in jo zato ne investirajo v reprodukcijo ampak v lastno preživetje. Nizka oplojenost pri nizkih telesnih masah je morda lahko posledica laktacije. Hafner (2008) ugotavlja, da je nižja oplojenost pri košutah, ki že vodijo mladiča, torej laktirajočih košutah, ali košutah, ki so v tem letu odstavile mladiča, saj imajo te običajno nižjo telesno maso, ker laktacija zahteva velika energetska vlaganja.

Zanimiv je tudi nižji delež oplojenosti v zadnjem razredu. Te košute so v tem letu investirale energijo vase, torej v svojo telesno maso in ne v reprodukcijo. Vse košute iz zadnjega razreda prihajajo iz kočevske regije, torej lahko vpliv območja izločimo. Nizek delež oplojenosti pri težkih košutah je lahko tudi posledica naključja, saj je vzorec majhen.

Prav tako je lahko posledica premajhnega vzorca neznačilnost razlik v oplojenosti med kamniškimi in kočevskimi košutami (Slika 20), čeprav obstajajo dokazi, da je oplojenost odvisna od habitatnih razmer. Heltay in sod. (1983) so primerjali oplojenost košut in junic na petih različnih lokacijah, na katerih so ocenili habitatno primernost. Izkazalo se je, da junice s precej nižjim deležem oplojenosti prihajajo iz območij z revnejšo ponudbo hrane. Na območjih s srednjo in kakovostno hrano je bila oplojenost junic 100 %. Zanimivo pa je nihanje deleža oplojenosti 5- do 10-letnih košut, saj je, obratno kot pri junicah, višji v

slabših habitatih. Morda je vzrok za tako stanje kompenzacija nižje plodnosti pri mlajših osebkih, vendar zanesljivega odgovora avtorji niso našli.

Delež oplojenosti v naši raziskavi ni bil povezan z nobenim izmed testiranih okoljskih dejavnikov.

7.5 DATUM POLEGANJA

Večina košut in junic je v uravnoteženi populaciji oplojenih v času vrhunca ruka, to je od 11. 9. do 10. 10. (Hafner, 2008), kar pomeni, da je spolna struktura v naši populaciji glede na vzorec uravnotežena, saj je kar 73,9 % košut in junic oplojenih v tem času. V vrhuncu ruka spočetih 22 samcev in 12 samic (Slika 22).

Hafner (2008) navaja, da je večja smrtnost pri teletih, ki so bili poleženi zelo zgodaj oz. pozno poleti, glede na tiste, ki so bili poleženi v vrhuncu poleganja. Zgodaj rojena teleta so namreč podvržena neugodnim vremenskim razmeram, pozno poleti poleženi mladiči pa so podvrženi spremembi v kakovosti hrane. Pozno oplojene košute imajo tudi majhno izbiro hrane v zgodnji brejosti, kar bi lahko bil razlog za prenatalno smrt mladiča.

Iz grafikona (Slika 22), je bilo razvidno, da so v času od 22. 8. do 10. 9., to je pred začetkom vrhunca ruka, bili spočeti le samčki. Ti samčki naj bi bili skoteni precej zgodaj, v obdobju med 16. 4. in 4. 5., takrat bi lahko slabi vremenski pogoji privedeli do povečane smrtnosti novorojencev, ki so v našem primeru vsi moškega spola. To pomeni, da bi bili v našem primeru, mladi samčki bolj podvrženi smrti v zgodnjem življenjskem obdobju.

Razlike v deležu samcev in samic glede na datum oploditve košut smo testirali s χ^2 testom, saj nas je zanimalo, ali je določen spol bolj podvržen pred-ali post-natalni smrtnosti zaradi poznega ali zgodnjega začetka brejosti. Test ni pokazal značilnih razlik med spoloma.

Čas poleganja mladičev smo prikazali na časovni premici za vsako starost posebej (Slika 23). Ugotovimo lahko, da je največja variabilnost v času poleganja mladičev

predvsem pri mlajših košutah. Predvsem pri enoletnih in dvoletnih je opazno široko definicijsko območje, kasneje pa se opazno zoži. V času vrhunca ruka je bila oplojena le ena enoletna košuta v našem vzorcu, ostalih pet pa izven, predvsem kasneje. Po končani glavni sezoni ruka so bile oplojene predvsem mlajše košute (enoletne in dvoletne). Povprečna starost samic oplojenih v času od 11. 9. do 10. 10. je precej višja od povprečne starosti košut oplojenih pred in po tem obdobju. To potrjuje Hafnerjevo trditev, da še posebno mlade (enoletne in dvoletne) košute pogosto opaziti skupaj z nedominantnimi (zelo mladimi ali zelo starimi) jeleni po končani sezoni parjenja, odrasle samice pa se pariyo z odraslimi samci v času glavnega ruka. Zato je presenetljivo, da t-test in F-test ni pokazal značilnih razlik v času poleganja glede na starost košut, medtem ko se je pokazal vpliv telesne mase na datum poleganja.

Da telesno stanje matere v jesenskem času vpliva na datum telitve so ugotovili Britanci (Mitchell in sod., 1973, cit po Clutton-Brock, 1982). Ugotovili so, da je telesno stanje matere najverjetneje posledica laktacije, saj so bile košute, ki so že vodile mladiča, značilno lažje od košut brez mladičev, hkrati pa so telile kasneje. Podobno smo ugotovili tudi v naši raziskavi, saj so v naši populaciji košute z višjo telesno maso polegale prej. Datumi poleganja so v škotski raziskavi zakasnili ob povečani populacijski gostoti, kar pa ne moremo reči za naš primer, saj niti populacijska gostota, niti drugi okoljski dejavniki niso pokazali vpliva na datum poleganja mladičev.

8 SKLEPI NALOGE

V okviru diplomske naloge smo prišli do sledečih sklepov:

- Reproductivni uspeh košut je v odvisen od njene telesne mase, saj smo dokazali odvisnost med telesno maso košute in oplojenostjo. Težja kot je košuta, večja je verjetnost, da bo oplojena. Torej so težje košute tudi reprodukcijsko bolj uspešne. Težje košute polegajo tudi bolj zgodaj v letu.
- Hipotezo o vplivu analiziranih okoljskih dejavnikov na reproductivni uspeh smo ovrgli, saj nismo odkrili značilnih razlik v reprodukciji.

9 POVZETEK

Reprodukcija jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) je bila tako doma kot v tujini že večkrat predmet raziskave. Raziskovalci so za proučevanje reprodukcije razvili različne metode, ki smo jih opisali v okviru pričujoče diplomske naloge. Število osebkov v populaciji lahko ocenimo z metodami, ki temeljijo na mortaliteti in rekonstrukciji podatkov o odstreljenih osebkih. V nalogi omenjamo popolni odstrel, ki ga običajno izvajamo v oborah in rekurzivni izračun na osnovi podatkov o odvzemu osebkov iz populacije. Izpostavili smo tudi kontrolno metodo, s katero lahko kontinuirano spremljamo spremembe stanja živalske populacije preko bioloških indikatorjev, ki pa morajo biti tem bolj reprezentativni. Oplojenost, kot enega izmed indikatorjev, je možno ugotavljati preko preiskav reproduktivnih organov samic. Podrobneje smo opisali tri metode: štetje zarodkov, placentalnih brazd in proučevanje degeneracije rumenega telesa. Na živih živalih pa lahko nataliteto ugotavljamo z ultrazvočnim pregledom maternic in preko DNK, s katerim izvemo tudi informacije o sorodstvenih vezeh med živalmi.

V nalogi smo naredili pregled dejavnikov, ki so v povezavi z reprodukcijskim uspehom jelenjadi, nato pa smo vpliv okolja in individualnih dejavnikov ugotavljali tudi na našem primeru. Zbrali smo maternice košut, ki smo jih dobili iz rednega odstrela skupaj s podatki o posamezni košuti in čeljustjo, ki nam je služila za ugotavljanje starosti po zobeh. Uporabili smo metodo štetja zarodkov, katere smo premerili, stehali ter jim določili spol. Podatke o košutah in zarodkih smo združili z okoljskimi podatki o območju, kjer je bila posamezna košuta odstreljena. Podatke smo statistično obdelali.

Ugotovili smo, da je delež oplojenosti košut odvisen od njene telesne mase. Težje živali so imele večji delež oplojenosti. Pokazala se je tudi povezava med telesno maso in datumom

poleganja, saj naj bi težje košute polegale prej. Okoljski dejavniki glede na naše rezultate niso vplivali na reprodukcijo košut.

Predhodne raziskave so, za razliko od naše, pokazale velik nabor dejavnikov, ki vplivajo na uspeh razmnoževanja parkljarjev. Te raziskave temeljijo na obsežni bazi podatkov, ki so bili zbrani v daljšem časovnem obdobju, kar je za raziskovanje reprodukcije zelo pomembno. Uspešnost razmnoževanja namreč težko ocenimo na podlagi kratkega časovnega obdobja, saj se lahko okoljski pogoji iz leta v leto znatno spreminjajo, prav tako pa se spreminja tudi stanje populacij jelenjadi. Pričujoča raziskava naj služi kot prikaz ene izmed možnih načinov raziskovanja reprodukcije jelenjadi, ki je po našem mnenju najpreprostejši.

Raziskava nam je prinesla tudi precej vprašanj, ki jih še ne znamo odgovoriti. Kaj je vzrok povezanosti telesne mase z datumom poleganja, torej, zakaj težje samice kotijo bolj zgodaj kot mlajše? Zakaj je delež oplojenosti povezan s telesno maso in ne s starostjo košute, ter kaj je vzrok nižje stopnje oplojenosti pri težjih košutah? Morda je vzrok le premajhna variabilnost vzorca, vsekakor pa so vsa ta vprašanja zanimiva iztočnica za nadaljnje raziskave. Upajmo, da bo z obsežnejšimi raziskavami in večjim vzorcem v prihodnje na ta vprašanja možno odgovoriti.

10 SUMMARY

The reproduction phenomena of red deer (*Cervus elaphus* L.) has been a subject of research many times in the past years. Different methods for the reproduction research have been developed and many are described in the graduation thesis. The number of red deer in a population can be assessed using mortality based methods. The data based on harvested animals are used for the reconstruction of birth year of an individual. In the research, we are mentioning age-structured population reconstruction methods, which can be done by a total removal that is usually carried out in enclosure and recursive calculation based on the harvesting data of red deer.

Using control method, we can track changes in animal population, assuming continuous monitoring of population is provided. The biological indicators used for monitoring have to be representative. Fertility, as one of the indicators, can be determined using different methods of female reproductive organs examination. Three methods have been described: fetus counts, placental scar counts (PSC) and retrospective studies using regressing luteal structures. The number of offspring can be determined in living animals using noninvasive methods as ultrasound examinations of uterus and DNA analysis. The latter also provides us with data on relationships amongst animals.

In the thesis, we have also conducted an overview of factors connected to the reproductive success of red deer. The influence of environment and individual factors was tested on our sample. Hind uteruses were collected together with the data on individual specimen and the corresponding mandibulas, which were sampled for determining the hind's age. A method of fetus counts was employed. We have conducted morphological analysis of the fetuses. We have also weighted, measured and determined their age. The data on individual hinds and their embryos were joined with environmental data and then statistically processed.

We have come to the conclusion that the percent of hinds with young is dependent on its bodymass. Heavier animals had a higher birth-rate. Also the connection between bodymass and calving date was confirmed as heavier hinds gave birth sooner. We found no ascertainable connection amongst the environmental factors and the hind reproductive capacity.

Other researches however state that there is a large array of factors that influence reproductive success of ungulates. These researches are based on large databases collected during several years. These prerequisites are very important for the reproduction research. The reproductive success is not well assessed in a short period of time because the ecological factors vary in time and so does the population of deer. This research should serve as a possible way of the red deer reproductive research.

This thesis has provided us with several questions that cannot be. These are the following: What is the cause of the correlation of bodymass and the date of birth and why is the percent of gravid hinds correlated to the body mass and not to the hind age? Perhaps the answer to these questions lies in a small variability of our sample, but we believe these questions are an interesting starting point for other research. We hope that an increased sample size will eventually provide the answers.

11 VIRI

1. Adamič M. 1989. Prehranske značilnosti kot prvina načrtovanja varstva, gojitve in lova parkljaste divjadi s poudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus* L.). Gozdarski vestnik, 47, 4, : 145-162.
2. Adamič M. 1990. Prehranske značilnosti kot element načrtovanja varstva, gojitve in lova divjadi s poudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus* L.). (Strokovna in znanstvena dela, 105). Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 203 str.
3. Adamič M., Dovč P., Frank J. 2007. Varstvena Genetika Jelenjadi: končno poročilo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 19 str.
4. Adamič M., Kotar M. 1987. Gostota in biomasa srnjadi (*Capreolus capreolus* L.) in Jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) v nekaterih ekosistemih Kočevske. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 29: 31-58.
5. 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.
6. Albon S. D., Clutton-Brock T. H. 1988. Climate and population dynamics of red deer in Scotland. V: Usher M.B. , Thompson D. B. A. Ecological changes in the Uplands. Blackwell, Oxford, 93-107.
7. Augustine D., Mcnaughton S. J. 1998. Ungulate effecton the functional species composition of plant communities: herbivory selectivity and plant tolerance. Journal of Wildlife management, 62, 4: 1165-1183.

8. Bingham C. M., Wilson P. R., Davies A. S. 1990. Real-time ultrasonography for pregnancy diagnosis and estimation of fetal age in farmed red deer. The veterinary record, 126: 102-106.
9. Blejec A., Kendall D. G., Lienert G. A., Prodan M., Snedecor G. W. (priredil Kotar M.) 1977. Statistične metode: izbrana poglavja za študij gozdarstva. Ljubljana: 374 str. (neobjavljen vir)
10. Bray Y., Marboutin E., Peroux R., Ferron J. 2003. Reliability of stained placental-scar counts in European hares. Wildlife society bulletin, 31, 1: 237-246.
11. 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.
12. Clutton-Brock T. H. 1990. Reproductive success: studies of individual variation in contrasting breeding systems. Chicago, University Of Chicago Press: 308 str.
13. Clutton-Brock T.H., Guines F.E., Albon S.D. 1982. Red deer, behaviour and ecology of two sexes, The university of Chicago, Edinburgh University Press: 533 str.
14. Darwin C. 1954. O nastanku vrst z naravnim izborom ali ohranjanje boljših pasem v boju za obstanek. Državna založba Slovenije, Ljubljana: 461 str.
15. Dolgoročni načrt za V. Primorsko Lovsko upravljavsko območje za obdobje 2007-2016. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Sežana: 23 str.
<http://www.zgs.gov.si/> (5. 11. 2009)
16. Elmeros M., Hammershøj M. 2006. Experimental evaluation of the reliability of placental scar counts in American mink (*Mustela vison*). European journal of wildlife research, 52: 132-135.

17. Flint A.P.F., Albon, S.D., Jafar, S.I. 1997. Blastocyst development and conceptus sex selection in red deer (*Cervus elaphus*): studies of a free-living population on the Isle of Rhum. General and comparative endocrinology, 106: 347-383.
18. Gaillard J. M., Festa-Bianchet M., Yoccoz N. G. 1998. Population dynamics of large herbivores: constant adult survival and variable recruitment. Trends in ecology & evolution, 13: 58-63.
19. Guinness F.E., Albon S.D., Clutton-Brock T.H. 1978. Factors affecting reproduction in red deer (*Cervus elaphus*) hinds on Rhum. Journal of reproduction and fertility, 54: 325-334.
20. Hafner M. 1997. Vpliv nekaterih ekoloških dejavnikov na razširjenost jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) na Jelovici: specialistična naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 100 str.
21. Hafner M. 2008. Jelenjad: zgodovina na Slovenskem: ekologija: upravljanje. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 431 str.
22. Heltay I., Adorján Á., Sugár L. 1983. Vergleichende Untersuchungen über die Fertilität und Embryonalentwicklung beim Rotwild in Ungarn. V: Proceedings from XVI. congress of the international union of game biologists, Vysoké Tatry, Štrbské pleso, ČSSR: 102-111.
23. Jedrzejewska B., Okarma H., Jedrzejewski W., Milkowski 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: 664-676.
24. 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.
25. Jerina K. 2007. The effect of habitat structure on red deer (*Cervus elaphus*) body mass. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 82: 3-13.
26. Jerina K. 2006. Prostorska razporeditev, območja aktivnosti in telesna masa jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) glede na okoljske dejavnike: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 172 str.
27. Jurc M. 2008. Gozdna zoologija: univerzitetni učbenik. 2. natis. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.
28. Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove: 500 str.
29. Košmelj K. 2001. Osnove logistične regresije (1. in 2. del). Zbornik Biotehniške fakultete: 227-245.
30. Košmelj K. 2007. Uporabna biostatistika: skripta (Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti). Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 187 str. (neobjavljen vir)
31. Kruuk L. E. B., Clutton-Brock T. H., Albon S. D., Pemberton J. M., Guinness F. E. 1999. Population density affects sex ratio variation in red deer. *Nature*, 399: 459-461.
32. 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*, 266: 1655-1661.

33. Langvatn R., Bakke Ø., Engen S. 1994. Retrospective studies of red deer reproduction using regressing luteal structures. *Journal of wildlife management*, 58, 4: 654-663.
34. 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.
35. 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.
36. Loison A., Langvatan R. 1998. Short- and long-term effects of winter and spring weather on growth and survival of red deer in Norway. *Oecologia*, 116: 489-500.
37. Mansell W. D. 1971. Accessory corpora lutea in ovaries of white-tailed deer. *Journal of wildlife management*, 35, 2: 369-374.
38. Marboutin E., Bray Y., Peroux R., Mauvy B., Lartiges A. Population dynamics in European hare: breeding parameters and sustainable harvest rates. *Journal of applied ecology*, 40: 580-591.
39. Martin K. H., Stehn R. A., Richmond M. E. 1976. Reliability of placental scar counts in the prairie vole. *Journal of wildlife management*, 40, 2: 264-271.
40. McNay M. E., Stephenson T. R., Dale B. W. 2006. Diagnosing pregnancy, in utero litter size, and fetal growth with ultrasound in wild, free-ranging wolves. *Journal of mammalogy*, 87, 1: 85-92.
41. Mech L.D. 1980. Age, sex, reproduction, and spatial organization of lynxes colonizing northeastern Minnesota. *Journal of mammalogy*, 61: 261-267.

42. Medvedi.si.: o medvedih v Sloveniji. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
<http://www.medvedi.si/>. (30. 3. 2009)
43. Mowat G., Boutin S., Slough B. G. 1996. Using placental scar counts to estimate litter size and pregnancy rate in lynx. *Journal of wildlife management*, 60, 2: 430-440.
44. 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.
45. Nellis C. H., Whetmor S. P., Keith L. B. 1972. Lynx-prey interactions in central Alberta. *Journal of wildlife management*, 36: 320-329.
46. Nussey D. H., Kruuk L. E. B., Donald A., Fowlie M., Clutton-Brock T. H. 2006. The rate of senescence in maternal performance increases with early-life fecundity in red deer. *Ecology letters*, 9: 1342-1350.
47. Pemberton J. M., Albon S. D., Guinness F. E., Clutton-Brock T. H. 1991. Countervailing selection in different fitness components in female red deer. *Evolution*, 45, 1: 93-103.
48. Pharr J. W., Rowell J. E., Flood P. F. 1994. Fetal growth in muskoxen determined by transabdominal ultrasonography. *Canadian journal veterinary research*, 58: 167-172.
49. Peters A. R., Ball P. J. H. 1996. *Reproduction in cattle*. Oxford. Blackwell science: 234 str.
50. Revol B., Wilson P. R. 1991. Foetal ageing in farmed red deer using real-time ultrasonography. *Animal reproduction science*, 25: 241-253.

51. Saetler B. E., Haagenrund H. 1985. Life history of the moose *Alces alces*: relationship between growth and reproduction. *Holarctic ecology*, 8: 100-106.
52. Sand H., Bergstrom R., Cederlund G., Östergren M., Stalfelt F. 1996. Density-dependent variation in reproduction and bodymass in female moose *Alces alces*. *Wildlife biology*, 2: 233-245.
53. Saunders J.K. 1961. The biology of the Newfoundland lynx (*Felis canadensis subsolanus* Bangs). Ph. D. Thesis, Cornell Univ., Ithaca, N.Y.: 109 str.
54. Schroeder J., Schroeder W. A. simulation model for red deer management. V: Proceedings from XVI. congress of the international union of game biologists. Vysoké Tatry, Štrbské pleso, ČSSR: 91- 96.
55. Simonič A. 1982. Kontrolna metoda v gospodarjenju z divjadjo. V: Gozd – divjad. Gozdarski študijski dnevi v Ljubljani, 28. in 29. januar 1980. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 161-214.
56. Skalski J. R., Ryding K. E., Millspaugh J. J. 2005. Wildlife demography: Analysis of sex, age, and count data. Oxford Elsevier academic press: 636 str.
57. Slate J., Visscher P. M., MacGregor S., Stevens D., Tate M. L., Pemberton J. M. 2002. A genome scan for quantitative trait loci in a wild population of red deer (*Cervus elaphus*). *Genetics*, 162: 1863-1873.
58. Stopher K. V., Pemberton J. M., Clutton-Brock T. H., Coulson T. Individual differences, density dependence and offspring birth traits in a population of red deer. *Proceedings of the Royal society*. 275: 2137-2145.
59. Støen O. G., Zedrosser A., Wegge P., Swenson J. E. 2005. Socially induced delayed primiparity in brown bears *Ursus arctos*. Behavioral Ecology and Sociobiology, 61, 1: 1-8.

60. Thomas D. C. 1983. Age-specific fertility of female columbian black-tailed deer. Journal of wildlife management, 47, 2: 501-506.
61. Valentinčič S. 1960. Komparative Studie einiger Reproduktionserscheinungen beim Rotwild des Alpen- und Au-Gebietes. Transactions of the IVth Congress. International union of game biologist, 4: 188-197
62. Wagenknecht E. 1981. Rotwild. Berlin, BLV: 489 str.
63. Wegge P. 1975. Reproduction and early calf mortality in Norwegian red deer. Journal of wildlife management, 39, 1: 92-100.
64. White I. R., McKelvey W. A. C., Busby S., Sneddon A., Hamilton W. J. 1989. Diagnosis of pregnancy and prediction of fetal age in red deer by real-timeultrasonic scanning. The veterinary record, 124: 395 – 397.
65. Wilson P. R., Bingham C. M. 1990. Accuracy of pregnancy diagnosis and prediction of calving date in red deer using real-time ultrasound scanning. The veterinary record, 126: 133-135.
66. Žele D. 2000. Dinamika reprodukcijskega ciklusa pri samici navadnega jelena (*Cervus elaphus* L.). Ljubljana, Inštitut za inovativnost in tehnologijo: 70 str.
67. Ženski spolni organi.
http://veterinarji06.zverinice.com/Anatomija/zenski_spolni.ppt. (16. 3. 2009)
68. Žnidaršič A. 2006. Telemetrično spremljanje jelenjadi na območju Kočevske Reke. Lovec, 89: 284-287.
69. Wikipedija prosta enciklopedija. 2009.
<http://sl.wikipedia.org/>. (16. 3. 2009)

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojemu mentorju prof. dr. Mihi Adamiču za koristne nasvete, hitre preglede in pomoč pri iskanju literature. Somentorju dr. Klemnu Jerini se zahvaljujem za usmerjanje, večkratne preglede, izredne sestanke in tudi njegovo kritičnost, saj je veliko pripomogla h kvaliteti diplomskega dela. Hvala tudi prof. dr. Maji Jurc za recenziranje diplomske naloge.

Za sodelovanje pri raziskavi reprodukcije jelenjadi se zahvaljujem vsem zaposlenim na Loviščih s posebnim namenom, predvsem LPN Medved, LPN Pohorje, LPN Snežnik - Kočevska Reka, LPN Žitna Gora, LPN Kozorog Kamnik in LPN Jelen, ki so zame prostovoljno zbirali material.

Najlepša hvala dr. Diani Žele dr. vet. med., z inštituta za zdravstveno varstvo in gojitev divjih živali, rib in čebel, ker si je večkrat vzela čas ter mi obrazložila marsikatero nejasnost s področja veterine. Zahvaljujem se tudi specialistu Miranu Hafnerju dipl. ing. gozd. za pomoč pri iskanju literature. Hvala tudi Maji Božič za izredno hiter pregled naloge.

Posebno zahvalo dolgujem mojemu možu Matevžu za večkratne preglede diplomske naloge ter za veliko pomoč in moralno podporo, ki mi jo je nudil v času študija in pisanja diplome.

Seveda hvala tudi mami Vandi in očetu Franciju, ki sta mi študij omogočila ter prijateljem Bari, Evi, Jurčku, Lauri, Tamari in Teji za nepozabne študijske dni.

Lepo je bilo sodelovati z vami!

PRILOGE

PRILOGA A: Podatki o odstreljenih košutah in zarodkih

Številka	Podatki košuta				Podatki plod						
	Telesna masa [kg]	Kvadrant izločitve	Datum odvzema/odstrela	Starost [let]	Oplojena-neoplojena	Sterilna-nesterilna	Dolžina telesa [cm]	Dolžina glave [mm]	Premjer glave [mm]	Masa [g]	Spol
1	90,0	M3D5	13.12.2008	14	1	0	15,00	43,00	24,00	81,50	M
2	76,0	M3C2	6.12.2008	9	1	0	11,00	35,00	17,00	33,53	Ž
3	79,0	N0B9	29.11.2008	6	1	0	9,00	23,00	11,00	14,45	M
4	74,0	M2D3	6.12.2008	4	1	0	12,00	37,00	20,00	53,56	Ž
5	84,0	N0B9	29.11.2008	11	0	1					
6	82,0	L9D4	1.12.2008	3	1	0	10,50	34,00	18,00	38,11	Ž
7	42,0	M8C6	30.11.2008	15	0	0					
8	70,0	M9C5	13.12.2008	8	1	0	14,00	47,50	25,00	86,05	M
9	75,0	L9D6	25.11.2008	10	1	0	6,00	19,00	11,00	8,51	M
10	71,0	M4D4	13.12.2008	2	1	0	14,50	43,00	26,00	88,12	M
11	72,0	M4B6	14.12.2008	10	1	0	8,00	24,00	15,00	17,20	M
12	76,0	M2B7	2.12.2008	13	1	0	12,00	40,00	24,00	61,85	M
13	66,0	N1C1	18.12.2008	2	1	0	10,50	32,00	18,00	30,13	Ž
14	66,0	M6C7	30.11.2008	12	1	0	9,70	32,00	16,00	32,66	M
15	82,0	M8B4	9.12.2008	14	1	0	14,80	49,00	30,00	118,21	M
16	85,0	M3B2	28.11.2008	9	0	0					
17	91,0	L4B4	4.12.2008	14	1	0	9,10	30,00	18,00	24,44	Ž
18	62,0	M0C0	7.12.2008	1	1	0	6,90	23,00	12,00	11,72	M
20	72,0	M6B4	9.12.2008	5	1	0	12,60	43,00	25,00	75,62	M
21	78,0	M7D4	7.12.2008	9	1	0	14,10	45,00	26,00	92,03	Ž
22	75,0	M5D2	7.12.2008	5	1	0	16,00	52,00	26,00	122,93	M
23	70,0	M9B5	5.12.2008	3	1	0	10,50	35,00	20,00	44,26	M
24	77,0	N3D7	30.11.2008	8	1	0	8,40	27,00	15,00	22,63	M
25	80,0	L6D9	25.11.2008	5	1	0	8,10	27,00	16,00	19,46	Ž
26	81,0	N1B1	29.11.2008	10	1	0	10,10	35,00	21,00	39,00	M
27	80,0	M7D6	7.12.2008	4	1	0	12,40	40,00	22,00	74,78	M
28	76,0	M2D3	6.12.2008	5	1	0	12,60	42,00	24,00	60,24	Ž
29	81,0	N6B8	30.11.2008	8	1	0	9,60	32,00	19,00	33,63	Ž
30	77,0	N5B8	2.12.2008	3	1	0	8,00	26,00	16,00	22,27	M
31	81,0	L9D4	1.12.2008	5	1	0	14,10	48,00	25,00	94,08	M
32	42,0	L3C0	3.12.2008	1	0	1					
33	70,0	L4B9	23.12.2008	11	1	0	9,00	30,00	18,00	25,36	Ž
34	64,0	K3C5	29.12.2008	1	1	0	6,80	24,00	13,00	13,58	Ž
35	45,0	L5B9	6.12.2008	1	0	1					
36	42,0	L2C4	19.12.2008	3	0	1					
37	80,0	L2C3	19.12.2008	1	1	0	18,00	63,00	32,00	202,35	M
38	67,0	L6B6	30.12.2008	11	1	0	19,00	64,00	34,00	217,33	M
39	70,0	K9K3	18.12.2008	1	0	1					
40	66,0	K7K1	20.12.2008	1	1	0	16,00	50,00	31,00	121,43	Ž
41	77,0	K8K6	28.12.2008	2	1	0	21,00	70,00	36,00	292,89	M
42	60,0	J0K2	17.11.2008	3	1	0	3,30	13,00	7,00	2,41	Ž
43	66,0	J1K1	21.11.2008	2	1	0	3,80	15,00	9,00	2,82	Ž
44	56,0	J1K1	24.11.2008	1	1	0	2,10	7,00	3,00	0,51	??
45	62,0	J2K1	12.11.2008	2	1	0	5,50	18,00	11,00	7,24	M
46	60,0	I1L3	19.11.2008	2	1	0	2,30	7,00	3,00	0,95	??
47	46,0	I3L1	28.11.2008	1	1	0	16,00	52,00	30,00	124,28	M
48	61,0	I3L2	9.12.2008	3	1	0	8,80	30,00	18,00	31,32	M
49	68,0	I0K7	7.12.2008	5	1	0	9,80	35,00	19,00	36,30	Ž
50	64,0	I0K6	9.12.2008	3	1	0	10,10	34,00	19,00	37,50	Ž
51	62,0	Q4L3	9.12.2008	1	0	1					
52	63,0	P8M2	13.12.2008	11	1	0	8,80	28,00	13,00	20,83	M
53	80,0	P8L5	20.12.2008	7	1	0	10,60	36,50	18,00	48,54	M
54	63,0	Q4L4	29.12.2008	11	0	0					
55	73,0	M9C5	13.12.2008	5	1	0	3,80	12,50	8,00	2,26	M
56	77,0	M2B9	3.12.2008	6	1	0	11,75	40,00	20,35	61,61	M

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

Tina MIHELICH

**VPLIVI INDIVIDUALNIH IN OKOLJSKIH
DEJAVNIKOV NA REPRODUKCIJO JELENJADI
(*Cervus elaphus* L.) V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

LJUBLJANA, 2009

