

## Dejavniki, ki vplivajo na velikost domačih okolišev poljskih zajcev (*Lepus europaeus*)

### *Factors influencing home range size of the European brown hare (*Lepus europaeus*)*

Anja Kos<sup>1</sup>, Ivan Kos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lamutova 2, 1000 Ljubljana; anja.blackbird@gmail.com

<sup>2</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana; ivan.kos@bf.uni-lj.si

#### Izvleček

V zadnjih desetletjih poročajo o drastičnem zmanjšanju številčnosti poljskega zajca (*Lepus europaeus*) po vsej Evropi. Posledično so se začele intenzivne raziskave ekologije zajca, predvsem s področja rabe prostora, da bi se ugotovilo, kakšen način upravljanja s prostorom je potreben za ugodno stanje populacij. V zadnjih dveh desetletjih so ob razvoju telemetrične tehnologije, zlasti možnosti GPS-telemetrije, tovrstne raziskave lažje izvedljive. Raziskave s tega področja se med seboj razlikujejo glede na metode in okolje, v katerem so spremljali osebe, zato sta za predstavitev splošnih bioloških dejstev potrebna sinteza in pregled rezultatov s tega področja. V prispevku smo povzeli dosedanja dognanja o vplivu dejavnikov na velikost domačih okolišev zajcev. Podatki o velikostih njihovih domačih okolišev se gibljejo od 12 do 190 ha. Ugotovljena velikost domačih okolišev je odvisna od mnogih dejavnikov, ki so podrobneje predstavljeni v pregledu, kot so spol, populacijska gostota, struktura prostora in uporabljene metode. Velikosti dnevnih okolišev se med letom spreminjajo in se razlikujejo med dnevom in nočjo. V Sloveniji obsežnejših raziskav s tega področja ni bilo, kar je deloma posledica finančne in časovne zahtevnosti takih raziskav.

**Ključne besede:** poljski zajec, *Lepus europaeus*, telemetrija, domači okoliš, poljedelstvo, raba prostora

#### Abstract

*The populations of the European brown hare (*Lepus europaeus*) have been in decline*

*throughout Europe for the last decades. As a consequence, intensive studies have been conducted focusing on the ecology of the brown hare and its habitat trying to figure out how to adapt land use of agricultural landscapes to keep the populations in favourable condition. In the last two decades the development of telemetry, especially GPS telemetry, made the methodology more widely used. Researches differ from each other according to the methods and the environments in which the individuals were followed. Therefore the synthesis of the findings in the research field is necessary. In the paper we compiled findings on the factors influencing home range sizes of European hare. Reported sizes of home ranges are between 12 ha and 190 ha. Identified sizes of the home ranges depend on many factors, presented in the paper, such as sex, population density, landscape structure and used methods. In Slovenia, only few studies in this field were conducted, partially because of expensive and time consuming methodology.*

**Keywords:** European brown hare, *Lepus europaeus*, telemetry, agriculture, habitat use, home range

#### 1 Uvod

Z intenzivnejšimi raziskavami ekologije poljskega zajca (*Lepus europaeus*) so začeli predvsem po opazanju zmanjševanja populacij poljskega zajca v prejšnjem stoletju (npr. Tapper in Barnes, 1986, Smith in sod., 2005, Rühle in Hohmann,

Pregledni znanstveni članek

2004). Da bi razumeli vzroke za zmanjševanja, so raziskovalci začeli intenzivno proučevati njegovo ekologijo, med drugim populacijsko dinamiko (npr. Wincenz, 2009, Potočnik, 2004, Schmidt, 2004) in rabo prostora (npr. Schai-Braun in sod., 2013, Tapper in Barnes, 1986). Velik napredek v možnosti raziskav so prinesle nove tehnologije, sprva dostopnejše metode radiotelemetrije, kasneje tudi GPS-telemetrije, še vedno pa se uporabljajo tudi druge metode, npr. transektne metode. Med drugim so razkrile pomen individualnosti posameznih osebkov, kar dodatno povečuje zapletenost proučevanega področja in potrebo po večji previdnosti pri interpretaciji rezultatov (Rühe in Hohmannu, 2004).

Kljub novemu znanju ostaja še veliko neraziskanega, ob tem pa večina raziskav izhaja iz območij intenzivnega poljedelstva srednje in zahodne Evrope (Velika Britanija, Švica, Nemčija, Poljska, in druge) (preglednica 1), kjer so značilnosti prostora lahko precej drugačne kot npr. v slovenskem prostoru z manj obsežnim in manj intenzivnim poljedelstvom. Posledično

je pri prenosu ugotovitev iz teh raziskav in pri sprejemanju upravljalških ukrepov v slovenskem prostoru potrebna velika mera previdnosti.

V Sloveniji je bilo le malo raziskav s področja ekologije zajca. Markelj (2013) je v diplomskem delu raziskovala gibanje poljskega zajca v agroekosistemi, Potočnik (2004) pa populacijsko dinamiko te vrste. Še vedno prepogosto ostaja razlog za manjšo raziskanost pomanjkanje finančnih sredstev za telemetrične študije. Za boljše poznavanje vrste in učinkovitejše upravljanje bi bilo treba z novimi, učinkovitejšimi metodami raziskati ekologijo zajca tudi v našem prostoru.

Pripravili smo pregled raziskav, kjer so proučevali velikosti domačih okolišev poljskih zajcev. Osredotočili smo se predvsem na novejšo raziskavo, objavljene po letu 2000. Članke smo poiskali v spletnih bazah Web of Science, Wiley online library in SpringerLink z iskalnimi besedami home range, brown hare, habitat use. Posamezne članke smo poiskali tudi po omembi v katerem od prvotno najdenih člankov.

Preglednica 1: Primerjava rezultatov velikosti domačih okolišev zajcev med različnimi raziskavami. M – raziskava je bila omenjena v Misiorowska, 2013, U – v raziskavi so uporabili zajce, ki so jih vzredili v obori in nato izpustili na območju raziskave, T – vrsta poljski zajec je na območju raziskave tujerodna. ? – podatek ni dostopen.

Table 1: Comparison of the reported home range sizes of the european hare in published studies. M – study was cited in Misiorowska 2013, S – study was cited in Smith in sod. (2004), U – hares used in the study were raised enclosure-type rearing and released into study area, T – european hare is non native species in the study area. ? – information not available.

Št. os.	Povp. velikost (ha)	Metoda ocene	Metoda spremljanja osebkov	Povp. gostota (/km <sup>2</sup> )	Raba tal na območju	Trajanje študije/interval	Vir
45	330	Velikost kroga	CMR	?	?	več sezon	Pielowski, 1979M
10	26	MCP (<100 %)	TEL + nočno opazovanje	?	pašniki, prevladuje govedo	1–14 mesecev	Broekhuizen in Maaskamp, 1982
3	39	MCP (<100 %)	TEL+ nočno opazovanje	?	večinoma poljščine	1–14 mesecev	Broekhuizen in Maaskamp, 1982
5	53	MCP (90 %)	TEL	?	?	vse leto	Parkers, 1984 MT
15	38	harmonična sredina (90 %)	TEL	64	cca. 50% poljščine, drugo trava, 6% pašniki	1–7 mesecev; sep–jan	Tapper in Barnes, 1986

Pregledni znanstveni članek

Št. os.	Povp. velikost (ha)	Metoda ocene	Metoda spremljanja osebkov	Povp. gostota (/km <sup>2</sup> )	Raba tal na območju	Trajanje študije/interval	Vir
6	37	MCP (100 %)	TEL	?	?	?	Kovacs in Buza, 1992 M
6	45	MCP (100%)	TEL	?	?	?	Kovacs in Buza, 1992 M
6	123	MCP (100 %)	TEL	spomladi 10–20	večinoma poljščine, <6 % travnatih površin, povp. Velikost polja 10 ha	jun–mar / 9–10 mesecev	Reitz in Leonard, 1994
14	44	Kemel (95 %)	TEL	spomladi 10–20	večinoma poljščine, <6 % travnatih površin, povp. Velikost polja 10 ha	Jul–sep / 2,5 meseca	Reitz in Leonard, 1994
20	190	MCP (95 %)	TEL	153	večinoma poljščine, 11% neobdelanih površin, povp. Velikost polja 20ha	maj–sep	Marboutin in Aebischer, 1996
6	142	MCP (100 %)	TEL	jeseni 100	slano močvirje	apr–maj, dec–jan	Kunst in sod., 2001 T
6	43	MCP (95 %)	TEL	jeseni 100	slano močvirje	apr–maj, dec–jan	Kunst in sod., 2001 T
38	21	MCP (95 %)	TEL	/	večinoma poljščine, 1% neobdelanih površin, povp. Velikost polja 6,5 ha	celo leto/ na 2 meseca	Rühe in Hohmann, 2004
1	40	/	TEL	/	travniki obsegajo 25 %, gozd 23 %, njive 7,5 %	302 dni	Markelj, 2004 U
25	88	MCP (95 %)	TEL	jeseni 10	večinoma poljščine, 4 % neobdelanih površin	eno leto	Misiorowska, 2013 U
9	12	MCP (100 %)	TEL + GPS	jeseni 35	večinoma poljščine, 10% neobdelanih površin, povp. Velikost polja 3,1 ha	maj–sep/ na 1 teden	Schai-Braun in Hackländer, 2014
43	29	MCP (100 %)	TEL	jeseni 16	mešano kmetijstvo, 23 % poljščine, 63% travnatih površin, povp. Velikost polja 6,6 ha	celo leto/ na 1 mesec	Smith in sod., 2004
6	133	MCP (100 %)	TEL	/	poljedelstvo in reja drobnice, 13% grmovnih površin, povp. Velikost polja 50 ha	okt–apr	Stott, 2003 T
85	25	MCP (100 %)	TEL	?	mešano kmetijstvo, 25 % travnatih površin	2 meseca	Bradshaw, 1993 S

## 2 Domači okoliš

Domači okoliš zajema prostor, kjer lahko osebek zadovolji svoje potrebe, predvsem po hrani in kritju (Smith in sod., 2004, Tarman, 1992). Največja velikost okoliša je odvisna od energijske bilance in socialne strukture populacije (Rühe in Hohmann, 2004).

Podatki o velikostih domačih okolišev poljskih zajcev se gibljejo od 21 ha do 190 ha. Na variabilnost velikosti domačih okolišev vpliva tudi heterogenost značilnosti prostora (npr. različni posevki) in sprememb v njem kot posledica človeških aktivnosti (npr. sajenje, žetev) (Rühe in Hohmann, 2004, Schai-Braun in Hackländer, 2014).

### 3 Vpliv spola in populacijske gostote

Samci imajo večje domače okoliše kot samice (npr. Misiorowska, 2013, Zaccaroni in sod., 2009, Bray in sod., 2007, Rühle in Hohmann, 2004), a spol pri analizi podatkov mnogokrat ni bil upoštevan. Velikosti domačih okolišev, kjer so spol upoštevali, nakazujejo veliko variabilnost med osebki in študijami (preglednica 2). Še posebno odstopajo velikosti domačih okolišev posameznih samcev v nekaterih raziskavah, ki imajo mnogo večji domači okoliš od drugih (Misiorowska, 2013, Reitz in Leonard, 1994). Odstopanja bi bila lahko povezana s socialno strukturo populacije (Rühle in Hohmann, 2004).

Različna velikost domačih okolišev med samci in samicami je verjetno odvisna tudi od populacijskih gostot (Bray in sod., 2007). Bray in sod. (2007) so ugotovili, da imajo ob majhnih gostotah samci večje domače okoliše kot samice. Pri večjih gostotah se okoliši samcev zmanjšajo ob

skorajda nespremenjeni velikosti okolišev samic (preglednica 2). To je skladno z rezultati Kunsta in sod. (2001), ki v raziskavi na območju z velikimi populacijskimi gostotami niso potrdili razlik med velikostmi domačih okolišev med spoloma.

Velikost domačih okolišev je obratno sorazmerna s populacijsko gostoto (npr. Rühle in Hohmann, 2004, Bray in sod., 2007, Rühle in Hohmann, 2004, cit. po Späth, 1989), najverjetneje, ker je ob večjih gostotah močnejša intraspecifična kompeticija (Rühle in Hohmann, 2004). Schai-Braun in Hackländer (2014) sta primerjala rezultate predhodnih raziskav (Tapper in Barnes, 1986, Reitz in Leonard, 1994, Smith in sod., 2004, Marboutin in Aebischer, 1996). Povezave med populacijsko gostoto in velikostjo domačega okoliša nista ugotovila. Vendar so njune ugotovitve vprašljive, saj sta primerjala posamezne raziskave, ki so se med seboj poleg populacijskih gostot razlikovale še v drugih dejavnikih - spremenljivkah.

Preglednica 2: Primerjava rezultatov velikosti domačih okolišev zajcev med spoloma. U – v raziskavi so uporabili zajce, ki so jih vzredili v obori in nato izpustili na območju raziskave, T – vrsta poljski zajec je na območju raziskave tujerodna, ? – podatek ni dostopen. f – samice, m – samci.

Table 2: Comparison of the reported home range sizes of the male and female european hares. U – hares used in the study were raised enclosure-type rearing and released into study area, T – european hare is non native species in the study area. ? – information not available. f – female, m – male.

Št. os.	Povp. velikost (ha) – m	Povp. velikost (ha) – f	Metoda ocene	Št. točk/ lokacij	Povp. gostota (/km <sup>2</sup> )	Raba tal na območju	Vir
6	54 (n = 5)	33 (n = 1)	Kernel (95 %)	221 (14)	10-20 (pomlad)	poljedelska krajina	Reitz in Leonard, 1994
10	18–29	11–45	Kernel (95 %)	povp. 785	?	mešana raba tal	Zaccaroni in sod., 2009
?	23	37	?	?	49 (pomlad)	poljedelsko-živinorejska krajina	Bray in sod., 2007
?	64	39	?	?	14 (pomlad)	poljedelsko-živinorejska krajina	Bray in sod., 2007
25	168 (n = 9)	43 (n = 16)	MCP (95 %)	95 (45–110)	10 (jesen)	poljedelska krajina	Misiorowska, 2013 U
6	25 (n = 3)	30 (n = 3)	MCP (90 %)	povp. 204	100 (jesen)	slano močvirje	Kunst in sod., 2001 T

## 4 Vpliv lastnosti krajine

Zajci imajo v krajini s prevladujočimi intenzivno obdelanimi večjimi polji večje domače okoliše, kot v krajini, kjer prevladujejo pašniki in travniki. To velja kljub dejstvu, da v poljedelski krajini dosegajo večje gostote (Smith in sod., 2004). Poudarimo pa naj, da skorajda ni raziskav, ki bi ugotavljale velikosti domačih okolišev v manj intenzivno obdelani krajini z večjimi deleži travnikov in pašnikov.

Veliko raziskav nakazuje, da se domači okoliši povečajo ob povečani velikosti 'domačega' polja (Reitz in Léonard, 1994, Marboutin in Aebischer, 1996, Schai-Braun in Hackländer, 2014, Rühle in Hohmann, 2004, cit. po Späth, Tapper in Barnes, 1986). Nasprotno Rühle in Hohmann (2004), v raziskavi, kjer je bila velikost polj 3–31 ha, niso potrdili te povezave. Najverjetneje so dobili drugačne rezultate, ker so okoliši zajemali preseke več različnih polj. Pri zelo velikih površinah polj se lahko celo zmanjšanja domači okoliš (Rühle in Hohmann, 2004). Na splošno pa lahko povzamemo, da naj bi povečanje velikosti polj do 20 hektarjev vplivalo na povečevanje domačih okolišev zajcev (Rühle in Hohmann, 2004).

Pozitivna povezava med velikostjo domačih okolišev in velikostjo polj pri manjših poljih bi bila lahko posledica vpliva linearnih struktur, kot so robovi polj (Rühle in Hohmann, 2004), števila habitatnih struktur (Tapper in Barnes, 1986, Rühle in Hohmann, 2004) in dostopnosti poljščin (Rühle in Hohmann, 2004), ki so posledica večje heterogenosti prostora (Schai-Braun in Hackländer, 2014, Smith in sod., 2004). Povezava med velikostjo polj in domačih okolišev je v skladu z ugotovitvami, da zajci v primeru večjih polj razširijo domače okoliše tako, da vključujejo vse potrebne habitatne tipe (Reitz in Leonard, 1994, Stott, 2003; Smith in sod., 2004), ne pa tudi z rezultati avtorjev Tapper and Barnes (1986). Najverjetneje so odstopanja njihovih ugotovitev posledica uporabe drugačne metode za oceno domačih okolišev.

Schai-Braun in Hackländer (2014) sta primerjala rezultate predhodnih raziskav (Tapper in Barnes, 1986, Smith in sod., 2004, Marboutin in Aebischer, 1996, Rühle in Hohmann, 2004) in ugotovila, da najverjetneje ni povezave med deležem neobdelanih površin in velikostjo domačega okoliša. Njune ugotovitve temeljijo zgolj na primerjavi rezultatov zelo različnih raziskav, zato bi bile potrebne za potrditev njihovih zaključkov dodatne študije.

## 5 Spremembe domačih okolišev med letom

Med letom se spreminjajo struktura prostora in posledično dostopnost kritja in hrane ter preference prehranjevanja z različnimi poljščinami glede na razvoj posevkov. Spremembe so še posebno izrazite na območju intenzivnega poljedelstva (Rühle in Hohmann, 2004, Tapper in Barnes, 1986). Posledično se velikost domačih okolišev med letom lahko spreminja (Reitz in Léonard, 1994, Misiorowska, 2013, Smith in sod., 2005a) (Preglednica 3), medtem ko Rühle in Hohmann (2004) nista ugotovila razlik med posameznimi deli leta (sezonami). Možno je, da značilnih razlik v velikosti domačih okolišev niso zaznali zaradi velike individualne variabilnosti in premajhnega vzorca. Prav tako pri delitvi v dvomesečne intervale nista upoštevala obdobja parjenja (Misiorowska, 2013). Tudi Kunst in sod. (2001) v raziskavi, ki je bila izvedena na območju slanega mokrišča, niso ugotovili razlik v domačih okoliših. Območje osrednjega gibanja zajcev v tej raziskavi (izračunano iz 50 % najbližjih si točk) je bilo najmanjše pozimi.

Misiorowska (2013) je v raziskavi zajcev, izpuščenih iz obore, ugotovila, da se velikost domačega okoliša med letom pri samicah ni spreminjala. Pri samcih je bila značilno večja velikost domačega okoliša v pomladansko-poletnem času v primerjavi z jesensko-zimskim. Smith in sod. (2005a) so v raziskavi, kjer prevladujejo pašniki in travniki, ugotovili, da so domači okoliši največji pozimi, najmanjši pa poleti in jeseni. To se razlikuje od ugotovitev

Pregledni znanstveni članek

Preglednica 3: Primerjava rezultatov velikosti domačih okolišev zajcev med letom. (U – v raziskavi so uporabili zajce, ki so jih vzredili v obori in nato izpustili na območju raziskave; f – samice, m – samci).

Table 3: Comparison of the reported home range sizes of the European brown hares in different seasons. (U – hares used in the study were raised enclosure-type rearing and released into study area. ? – information not available. f – female, m – male).

Št. os.	Povp. velikost (ha) ±SD	Metoda ocene	Število točk	Raba tal na območju	Obdobje spremljanja	Vir
14	60 ± 31	Kernel (95 %)	179	poljedeljska krajina	poletje - jesen	Reitz in Leonard, 1996
13	50 ± 39	Kernel (95 %)	179	poljedeljska krajina	jesen - zima	Reitz in Leonard, 1997
16	f = 30 ± 19 / m = 180 ± 169	MCP (95 %)	95 (45-110)	poljedeljska krajina	pomlad - poletje	Misiorowska, 2013U
16	f = 21 ± 10 / m = 52 ± 32	MCP (95 %)	95 (45-110)	poljedeljska krajina	jesen - zima	Misiorowska, 2013U
10–11	64 ± 24	Kernel (95 %)	>30	večinoma travniki in pašniki	zima	Smith, 2005a
10–11	37 ± 28	Kernel (95 %)	>30	večinoma travniki in pašniki	pomlad	Smith, 2005a
10–11	25 ± 15	Kernel (95 %)	>30	večinoma travniki in pašniki	poletje	Smith, 2005a
10–11	21 ± 16	Kernel (95 %)	>30	večinoma travniki in pašniki	jesen	Smith, 2005a

drugih avtorjev, kar je mogoče pripisati drugačnim značilnostim prostora, v kateri je bila raziskava izvedena. Primerjava raziskav spreminjanja domačih okolišev med letom pogosto ni mogoča zaradi različnih delitev v časovne intervale pri analizi ali zaradi spremljanja zajcev le v določenem delu leta.

Kot možne vzroke za spreminjanje velikosti domačih okolišev med letom v literaturi navajajo spremembe v dostopnosti hrane (Misiorowska, 2013, cit. po Hubert in sod., 1996) in posledično manjšo mobilnost zajcev pozimi zaradi varčevanja z energijo (Kunst in sod., 2001, Misiorowska, 2013, cit. po Hubert in sod., 1996), spremembe v dostopnosti kritja (Smith in sod., 2005a) in spremembe v vedenju v obdobju parjenja (Kunst in sod., 2001, Misiorowska, 2013, Smith in sod., 2005a). Paritveno vedenje je najaktivnejše proti koncu zime in spomladi (Smith in sod., 2005a).

Razen študije Smitha in sodelavcev (2005a) nam ni poznano, da bi bile opravljene raziskave, ki bi podrobneje iskale vzroke za spremembe velikosti domačih okolišev med letom.

Smith in sodelavci (2005a) so v raziskavi prehrane in rabe prostora zajcev, kjer prevladujejo pašniki, utemeljili, da spremembe v razpoložljivosti energijske vsebnosti paše v proučevanem okolju najverjetneje niso vzrok za spremembe velikosti (nočnih) domačih okolišev med letom. V raziskavi so bili največji domači okoliši pozimi, ko je dostopnost hrane najmanjša. Spomladi, ko je bila dostopna energijska vrednost paše sedemkrat večja kot pozimi, so se domači okoliši zmanjšali. To je v nasprotju s trditvami Misiorowske (2013) in deloma Kunsta in sod. (2001), da naj bi velikost zimskih domačih okolišev omejevala dostopnost hrane. Spremembe v velikosti domačih okolišev Smith in sodelavci (2005a)

pojasnjujejo s spremembami v dostopnosti kritja in s spremembami vedenja v času parjenja. Raziskava Smitha in sod. (2005a) se od drugih razlikuje, saj je edina izvedena v krajini, kjer prevladujejo pašniki in travniki. Posledično se značilnosti in dinamika dostopnosti hrane in kritja precej razlikujejo od razmer v poljedeljski krajini.

Veliko zmanjšanje razpoložljivosti hrane in kritja v kmetijski krajini predstavlja žetev poljščin (npr. Rühle in Hohmann, 2004, Tapper in Barnes, 1986). Mnoge raziskave so proučevale vpliv žetve na spremembo velikosti domačih okolišev, vendar se ugotovitve med raziskovalci razlikujejo. Reitz in Leonard (1994) sta ugotovila, da je bila žetev povezana z zmanjšanjem velikosti domačih okolišev. Drugi raziskovalci (Marboutin in Aebischer, 1996, Rühle in Hohmann, 2004) niso ugotovili značilnega vpliva žetve na velikost domačih okolišev. Rühle in Hohmann (2004) sta sklepala, da se zajci spremembam v dostopnosti hrane in kritja zaradi rasti poljščin prilagodijo v okviru svojega domačega okoliša, kar je skladno z ugotovitvami Schai-Brauna in sodelavcev

(2014), ki so ugotovili, da se po žetvi v krajšem obdobju nočni domači okoliš poveča, dnevni pa se ne spremeni. Sprememba je zelo kratkotrajna, saj je že pri analizi tedenskih domačih okolišev razlika v velikosti domačih okolišev pred žetvijo in po njej opazna samo ob uporabi metode MCP, ne pa tudi po metodi Kernel. Po žetvi se je spremenila raba prostora znotraj domačega okoliša, sprememb lokacije domačega okoliša pa ni bila. Vpliv žetve na spremembe velikosti domačih okolišev je najverjetneje odvisen tudi od drugih dejavnikov (vrsta poljščin, heterogenost prostora, socialna struktura, in drugo), ki bi jih bilo treba podrobneje raziskati.

Med letom se sezonski okoliši v velikem deležu površine prekrivajo (Misiorowska, 2013, Rühle in Hohmann, 2004). Misiorowska (2013) je ugotovila 60 % prekrivanje med pomladno-poletnimi in jesensko-zimskimi domačimi okoliši pri samicah in 46 % pri samcih. Rühle in Hohmann (2004) sta ugotovila, da se je središče domačega okoliša v povprečju premaknilo za 131 m med dvema dvomesečnima obdobjema.

Preglednica 4: Primerjava rezultatov velikosti domačih okolišev zajcev med obdobjem večje aktivnosti (nočni) in manjše aktivnosti (dnevni). *m* = mediana; *D* – interval za izračun je 24h, *T* – interval za izračun je en teden.

Table 4: Comparison of the reported home range sizes of the european haare during active (night) and inactive (day) period. *m* = median; *D* – the interval for calculation was 24h, *T* – the interval for calculation was seven days.

Št. os.	Povp. velikost (ha) - nočni	Povp. velikost (ha) – dnevni	Metoda ocene	Povp. gostota (/km <sup>2</sup> )	Raba tal na območju	Trajanje študije	Vir
24	61 SE=± 7	46 SE=± 6	MCP (100 %)	/	poljedeljska krajina	jul-sep	Reitz in Leonard, 1997
20	138 SD=± 52	92 SD=± 38	MCP (95 %)	153	poljedeljska krajina	maj-sep	Marboutin in Aebischer, 1996
38	19 SD=± 8	11 SD=± 5	MCP (95 %)	/	poljedeljska krajina	vse leto	Rühle in Hohmann, 2004
9	<i>m</i> = 2,5 SE=±0,28	<i>m</i> = 0,03 SE=±0,03	MCP (100 %)	35 (jesen)	poljedeljska krajina	maj-sep	Schai-Braun in Hackländer, 2014, D
9	<i>m</i> = 11 SE=±1,23	<i>m</i> = 2,9 SE=±0,64	MCP (100 %)	35 (jesen)	poljedeljska krajina	maj-sep	Schai-Braun in Hackländer, 2014, T
43	36 SD=± 26	19 SD=± 13	Kernel (95 %)	16	predvsem pašniki in travniki	vse leto	Smith in sod., 2004

## 6 Zvestoba domačemu okolišu in stopnja prekrivanja

Domači okoliši zajcev se med osebkami lahko znatno prekrivajo. Zabeleženi so podatki o 51 % oz. 32 % prekrivanju okolišev z drugimi osebkami (Kunst in sod., 2001, Rühle in Hohmann, 2004). Rühle in Hohmann (2004) sta ugotovila, da imajo zajci zelo izraženo zvestobo (ang. site fidelity) domačemu okolišu. Posledično verjetno nastaja močna kompeticija in vzpostavitev hierarhijske med njimi (ibid.). Podatkov o populacijski gostoti v tej raziskavi ni, čeprav verjetno vpliva na intraspecifične interakcije, ki vplivajo tudi na prekrivanje domačih okolišev.

Zaradi vezanosti na domače okoliše in razmeroma stabilne velikosti domačih okolišev skozi leto lahko v spreminjajoči poljedelski krajini nastane občasno pomanjkanje virov hrane. Najverjetneje slabše prehranjevalne razmere nastanejo zgodaj poleti, ko ni mladih posevkov. Takrat sta izrazitejša močnejša intraspecifična kompeticija in plenjenje. To zaradi sovpadanja z obdobjem parjenja, kotenja mladičev in dojenja najverjetneje zmanjša preživetje mladičev (Rühle in Hohmann, 2004).

## 7 Dnevni in nočni domači okoliši

Nočni domači okoliši zajcev so 1,5- do 4-krat večji od dnevnih (npr. Rühle in Hohmann, 2004, Reitz in Leonard, 1994, Marboutin in Aebischer, 1996, Schai-Braun in Hackländer, 2014) (preglednica 4), medtem ko Kunst in sodelavci (2001) razlik med obema niso zaznali. V primeru zelo majhnih dnevnih domačih okolišev so lahko vrednosti nočnih in skupnih (dnevno-nočnih) velikosti okolišev zelo podobne (Schai-Braun in Hackländer, 2014).

Schai-Braun in Hackländer (2014) so se v raziskavi osredotočili na analizo domačih okolišev v krajših časovnih intervalih. Ugotovili so, da so dnevni domači okoliši (v času neaktivnosti podnevi) v tedenskem intervalu precej večji kot v intervalu 24 ur. To nakazuje, da so zajci čez dan

precej nemobilni, da pa so si mesta počitka med posameznimi dnevi precej narazen (ibid.).

## 8 Vpliv raziskovalne metodologije na rezultate

Za ugotovljene rezultate velikosti domačih okolišev poleg značilnosti prostora in lastnosti opazovanih osebkov in populacije, katere del je osebek (npr. spol, starost, populacijska gostota), je pri interpretaciji rezultatov zelo pomemben tudi vpliv izbrane metodologije proučevanja.

Reitz in Leonard (1994) sta ugotovila, da trajanje študije vpliva na ocenjeno velikost domačega okoliša. Pri daljših študijah je bila tako ocenjena velikost domačega okoliša večja, kar je v skladu z raziskavama Misiorowske (2013) in Schai-Brauna in Hackländerja (2014) ter ugotovitvami, da se domači okoliši med sezonami le delno prekrivajo (Misiorowska, 2013). Broekhuizen in Maaskamp (1982) povezave med trajanjem spremljanja zajcev in velikostjo ocenjenih domačih okolišev nista potrdila, kar pomeni, da so se v tem primeru zajci v krajšem obdobju gibali po celotnem območju domačega okoliša. Podobno lahko na ugotovljeno velikost domačega okoliša vpliva število analiziranih/uporabljenih lokacij. Ob uporabi več lokacij pri izračunu se poveča ocenjena velikost domačega okoliša (Kunst, 2001, cit. po Broekhuizen, 1975, Marboutin and Aebischer, 1996). Idealno število lokacij naj bi bilo tako, da ob povečanju števila vključenih točk ne bi bilo sprememb v povprečni velikosti domačega okoliša. To bi pomenilo, da je bilo v oceno zajeto celotno območje domačega okoliša osebkami (Harris in sod., 1990).

Pri izračunu velikosti domačega okoliša je ključna odločitev, katero metodo za izračun izbrati ter kolikšen delež najbližjih si točk upoštevamo v analizi. Primerjava rezultatov študij z različnimi metodami izračuna ni mogoča. Najpogosteje sta v rabi metodi MCP (minimum convex polygon) in metoda Kernel (Worton 1989). Prednost metode minimalnih konveksnih



poligonov – MCP je, da omogoča grobo, a umerjeno primerjavo med študijami, kar z drugimi metodami ni mogoče (Harris in sod., 1990). Posledico uporabe različnih metod in deleža točk prikažejo tudi rezultati Reitz in Leonard (1994). Pri izračunu velikosti domačih okolišev po metodi MCP (100 %) sta ugotovila velikost domačih okolišev 123 ha, pri metodi Kernel (100 %) 109 ha, pri metodi Kernel (95 %) pa 54 ha.

## 9 Zaključek

Poznavanje ekologije zajca je še posebno v zadnjih desetletjih, ko se je njegova številčnost zmanjšala, izjemnega pomena. Na področju poznavanja domačih okolišev zajca je bilo narejenih mnogo raziskav ob uporabi različnih raziskovalnih metod. S tem prispevkom smo pregledali dostopno literaturo in izpostavili pridobljeno znanje ter priložnosti za nadaljnje raziskave.

Velikost domačih okolišev je odvisna od mnogih dejavnikov. Samci imajo kljub velikim razlikam med posameznimi osebkami in raziskavami v povprečju večje domače okoliše kot samice, velikost domačih okolišev pa je obratno sorazmerna s populacijsko gostoto. Na velikost domačih okolišev pomembno vpliva struktura prostora, ki med drugim vpliva na dostopnost hrane in razpoložljivost kritja. Domači okoliši so dinamični, kar pomeni, da se velikost in središče območja gibanja zajcev med letom spreminjata in sta manjša podnevi kot ponoči.

Še vedno primankuje raziskav, ki bi uspele celoviteje predstaviti vpliv upravljanja s prostorom na ekologijo poljskega zajca. Posebno redke so raziskave v manj intenzivno obdelani krajini. Poleg osnovnega ugotavljanja velikosti domačih okolišev imajo dodano vrednost študije, ki iščejo zakonitosti v povezavah med okoljskimi dejavniki in njihovo velikostjo. Nedvomno je velika potreba po raziskavah v slovenskem prostoru, ki bi lahko v razmerah z drugačnim načinom kmetovanja prinesla drugačna dognanja,

kot jih poznamo sedaj. Žal so študije rabe prostora živali finančno, časovno in tehnično precej zahtevne, kar prepogosto ostaja razlog za neizvajanje takšnih raziskav.

## 10 Povzetek

V delu smo predstavili novejšo raziskavo, ki se osredotoča na proučevanje rabe prostora zajcev oziroma določanja velikosti njihovih domačih okolišev. Domači okoliš zajema prostor, kjer lahko osebki zadovolji svoje potrebe, predvsem po hrani in kritju. Podatki o velikostih domačih okolišev poljskih zajcev se gibljejo od 12 ha do 190 ha. Samci imajo v povprečju večje domače okoliše kot samice, velikost domačih okolišev pa je obratno sorazmerna s populacijsko gostoto. Zajci imajo v poljedeljski krajini večje domače okoliše kot v krajini, kjer prevladujejo pašniki in travniki. Na velikost domačih okolišev vpliva struktura prostora, torej kolikšen je delež poljedeljskih in pašnih površin, velikost obdelovanih polj, heterogenost prostora in intenzivnost rabe tal. Med letom se spreminjata struktura prostora ter dostopnost virov in kritja, posledično se velikost domačih okolišev med letom lahko spreminja. Nočni domači okoliši zajcev so lahko do 4-krat večji od dnevnih. Na ugotovljene rezultate raziskav lahko vpliva tudi metodologija pridobivanja podatkov, zato je pri izvajanju raziskav in interpretaciji rezultatov potreben ustrezen premislek. Prepoznavanje povezav med dejavniki in velikostjo domačih okolišev otežuje velika variabilnost med posameznimi osebkami, kar je vsaj delno posledica različnega socialnega statusa (spol, starost) osebkov.

## 11 Summary

*In this paper, we presented recent findings from researches focusing on habitat use of European brown hares, more explicitly with the size of their home ranges. Home range covers an area, in which an individual can satisfy its needs, especially for food and cover. Reported sizes*

Pregledni znanstveni članek

*of home ranges are between 12 ha and 190 ha. Males have larger average home ranges than females, home range sizes are inversely related to population density. They are larger in agricultural than in pastural landscape, even though population densities are larger in agricultural landscapes. Home range sizes can be influenced by landscape structure, e.g. proportion of agricultural and pastural area, size of fields, heterogeneity of space or intensity of land-use. During the year the structure of space, availability of resources and vegetation cover changes, consequently there can be changes in the size of home ranges. Night home ranges are up to 4 times larger than daily HR. The methodology used influences the reported home ranges, therefore caution must be taken in conducting a research and interpreting the results. Recognizing correlations between environmental factors and home range sizes is difficult, because of great individual variability, which is at least partially a consequence of different social status between studied individuals*

## 12 Viri

- Bray, Y., Devillard, S., Marboutin, E., Mauvy, B., Peroux, R. 2007: Natal dispersal of European hare in France. *Journal of Zoology*, 273(4): 426–434.
- Broekhuizen, S., Maaskamp, F. 1982: Movement, Home Range and Clustering in the European Hare (*Lepus europaeus* Pallas) in The Netherland. *Zeitung für Säugetierkunde*, 47(1): 22–32.
- Harris, S., Cresswell, W. J., Forde, P. G., Trehwella, W. J., Woollard, T., Wray, S. 1990: Home-range analysis using radio-tracking data—a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mamm Rev* 20: 97–123.
- Holley, A. J. F. (1986): A hierarchy of hares: dominance status and access to oestrous does. *Mammal Review*, 16(3-4): 181–186.
- Hutchings, M. R., Harris, S. 1996: The current status of the brown hare (*Lepus europaeus*) in Britain. *Joint Nature Conservation Committee*, Peterborough, 1–78.
- Kryštufek, B. 1991: Sesalci Slovenije. *Prirodoslovni muzej Slovenije*, Ljubljana, 294 str.
- Kunst, P. J., Van der Wal, R., van Wieren S. 2001: Home ranges of brown hares in a natural salt marsh: comparisons with agricultural systems. *Acta Theriologica*, 46(3): 287–294.
- Marboutin, E., Aebischer, N. J. 1996: Does harvesting arable crops influence the behaviour of the European hare *Lepus europaeus*? *Wildlife Biology*, 2: 83–9.
- Markelj, M. 2013: Gibanje poljskega zajca (*Lepus europaeus* P.) v agroekosistemih. *Diplomsko delo*. Ljubljana, 76 str.
- Misiorowska, M. 2013: Annual and seasonal home range and distances of movements of released hares (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) in Central Poland. *Folia Zoologica*, 62(2): 133–142.
- Potočnik, M. 2004: Izdelava modela populacijske dinamike poljskega zajca (*Lepus europaeus*). *Diplomsko delo*. Ljubljana, 196 str.
- Reitz, F., Léonard, Y. 1994: Characteristics of European hare *Lepus europaeus* use of space in a French agricultural region of intensive farming. *Acta Theriologica*, 39: 143–157.

Rühe, F., Hohmann, U. 2004: Seasonal locomotion and home-range characteristics of European hares (*Lepus europaeus*) in an arable region in central Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 50(3): 101–111.

Schai-Braun, S. C., Weber, D., Hackländer, K. 2013: Spring and autumn habitat preferences of active European hares (*Lepus europaeus*) in an agricultural area with low hare density. *European journal of wildlife research*, 59(3): 387–397.

Schai-Braun, S. C., Peneder, S., Frey-Roos, F., Hackländer, K. 2014: The influence of cereal harvest on the home-range use of the European hare (*Lepus europaeus*). *Mammalia*, 78: 497–506.

Schai-Braun, S. C., Hackländer, K. 2014: Home range use by the European hare (*Lepus europaeus*) in a structurally diverse agricultural landscape analysed at a fine temporal scale. *Acta theriologica*, 59(2): 277–287.

Schmidt, N. M., Asferg, T., Forchhammer, M. C. 2004: Long-term patterns in European brown hare population dynamics in Denmark: effects of agriculture, predation and climate. *BMC ecology*, 4(1): 15.

Smith, R. K., Jennings, N. V., Robinson, A., Harris, S. 2004: Conservation of European hares *Lepus europaeus* in Britain: is increasing habitat heterogeneity in farmland the answer? *Journal of Applied Ecology*, 41(6): 1092–1102.

Smith, R. K., Jennings, N. V., Tataruch, F., Hackländer, K., Harris, S. 2005a: Vegetation quality and habitat selection by European hares *Lepus europaeus* in a pastoral landscape. *Acta Theriologica*, 50(3): 391–404.

Smith, R. K., Vaughan Jennings, N., Harris, S. 2005b: A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares *Lepus europaeus* in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate. *Mammal review*, 35(1): 1–24.

Stott, P. 2003: Use of space by sympatric European hares (*Lepus europaeus*) and European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Australia. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 68(5): 317–327.

Tapper, S. C., Barnes, R. F. W. 1986: Influence of farming practice on the ecology of the brown hare (*Lepus europaeus*). *Journal of Applied Ecology*, 23: 39–52.

Tarman, K., 1992: Osnove ekologije in ekologija živali. Državna založba Slovenije, Ljubljana, 547 str.

Wincentz, T. 2009: Identifying causes for population decline of the brown hare (*Lepus europaeus*) in agricultural landscapes in Denmark. *Doktorska dizertacija*, Copenhagen, 194 str.

Worton, B. J. 1989: Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 10: 164–168.

Zaccaroni, M., Biliotti, N., Calieri, S., Ferretti, M., Genghini, M., Riga, F., ... in Dessi-Fulgheri, F. 2009: Habitat use by brown hares (*Lepus europaeus*) in an agricultural ecosystem in Tuscany (Italy) using GPS collars: implication for agri-environmental management. In: Short communication, published in the act of the conference, IUGB.