

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Peter ŠTEMBERGER

**VAROVANJE DIVJADI PRED POŠKODBAMI MED KOŠNJO S
POMOČJO INFRARDEČIH SENZORJEV NA KOSILNICAH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**WILD ANIMAL PROTECTION DURING MOWING USING
INFRARED SENSORS**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija kmetijstvo – zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za kmetijsko mehanizacijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer so bili podatki obdelani in opisani. Raziskava je bila opravljen na lokacijah: Hraše pri Preddvoru, Ledeča vas pri Prekopi in Ribno pri Bledu.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. Rajka Bernika.

Recenzent: prof. dr. Andrej Lavrenčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Jurij POHAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Andrej LAVRENČIČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Rajko BERNIK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Peter ŠTEMBERGER

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

| | |
|----|---|
| ŠD | Dn |
| DK | UDK 630*15(043.2)=163.6 |
| KG | divjad/prostoživeče živali/poškodbe/košnja/infrardeči senzorji/kosilnice |
| KK | AGRIS N20 |
| AV | ŠTEMBERGER, Peter |
| SA | BERNIK, Rajko (mentor) |
| KZ | SI-1230 Domžale, Groblje 3 |
| ZA | Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko |
| LI | 2008 |
| IN | VAROVANJE DIVJADI PRED POŠKODBAMI MED KOŠNJO S POMOČJO INFRARDEČIH SENZORJEV NA KOSILNICAH |
| TD | Diplomsko delo (univerzitetni študij) |
| OP | IX, 42 str., 5 pregl., 15 sl., 20 vir. |
| IJ | sl |
| JI | sl/en |
| AI | V letih 2007 in 2008 smo, med košnjo različno visoke travne ruše, preučili učinkovitost varovanja prostoživečih živali z infrardečimi senzorji. Infrardeče senzorje smo nastavili tako, da so odkrivali živali pod štirimi različnimi vertikalnimi koti ter na štirih razdaljah. Primerjali smo učinkovitost čelne in bočne namestitve infrardečih senzorjev glede na smer vožnje. Največ uspešno odkritih živali smo zabeležili z bočno nameščenimi senzorji, ki so odkrivali živali na razdaljah 5-7 metrov in pod vertikalnim kotom 45 stopinj. Ugotovili smo, da so infrardeči senzorji najbolj učinkoviti v kombinaciji z že znanim načinom košnje »od znotraj navzven«. |

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDK 630*15(043.2)=163.6

CX wildlife/wild animals/protection/injuries/mowing/infrared sensors/mowers

CC AGRIS N20

AU ŠTEMBERGER, Peter

AA BERNIK, Rajko (supervisor)

PP SI-1230 Domžale, Groblje 3

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science

PY 2008

TI WILD ANIMAL PROTECTION DURING MOWING USING INFRARED SENSORS

DT Graduation Thesis (University studies)

NO IX, 42 p., 5 tab., 15 fig., 20 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In 2007 and 2008, efficacy of wild animal protection during mowing using infrared sensors was investigated. Infrared sensors were set up according to four different angles and sensing distances. The effect of head and side mounted infrared sensors was also studied. Most efficient were infrared sensors mounted in the side position of a tractor, sensing at 5-7 meter distance and mounted at vertical angle of 45 degrees. Infrared sensors are most efficient in a combination with already known protection methods of mowing.

KAZALO VSEBINE

| | str. |
|--|----------|
| Ključna dokumentacijska informacija (KDI) | III |
| Key Words Documentation (KWD) | IV |
| Kazalo vsebine | V |
| Kazalo preglednic | VII |
| Kazalo slik | VIII |
| Okrajšave in simboli | IX |
| 1 UVOD | 1 |
| 2 PREGLED OBJAV | 3 |
| 2.1 SRNJAD (<i>CAPREOLUS CAPREOLUS</i> L.) | 3 |
| 2.1.1 Opis živali | 3 |
| 2.1.2 Način življenja | 5 |
| 2.1.3 Poleganje mladičev | 5 |
| 2.1.4 Obnašanje mladičev | 6 |
| 2.1.5 Geografska razširjenost srnjadi po svetu | 6 |
| 2.1.6 Življenjski prostor srnjadi v Sloveniji | 7 |
| 2.2. VZROKI ZA POGIN SRNJADI | 8 |
| 2.3 VARSTVENI UKREPI ZA PREPREČEVANJE POŠKODB MED KOŠNJO | 10 |
| 2.3.1 Preventivna tehnična sredstva s kemičnimi učinki | 10 |
| 2.3.2 Preventivna tehnična sredstva s fizikalnimi učinki | 11 |
| 2.3.2.1 Klasične in električne ograje | 12 |
| 2.3.2.2 Obešanje krp in utripajočih luči | 13 |
| 2.3.3 Sodobni načini varstva prostoživečih živali | 13 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 2.3.3.1 | Preiskovanje kosnih površin s psi | 13 |
| 2.3.3.2 | Mehanski reševalniki | 15 |
| 2.3.3.3 | Načini košnje | 15 |
| 2.3.4 | PIR (pasivni infrardeči) senzorji | 16 |
| 3 | MATERIAL IN METODE | 23 |
| 4 | REZULTATI | 35 |
| 5 | RAZPRAVA IN SKLEPI | 36 |
| 6 | POVZETEK | 39 |
| 7 | VIRI | 40 |
| | ZAHVALA | |

KAZALO PREGLEDNIC

| | str. |
|--|------|
| Preglednica 1: Izgube srnjadi v cestnem prometu in ob košnji med leti 2004 in 2008 v enaindvajsetih loviščih novomeškega lovsko-upravljalnega območja (Gabrijel, 2008) | 9 |
| Preglednica 2: Lokacija, datum in izmerjena višina travne ruše ter temperatura okolja med poskusom | 23 |
| Preglednica 3: Nastavitev vertikalnih kotov in razdalj odkrivanja živali ter način namestitve posameznega PIR senzorskega modula glede na smer vožnje | 29 |
| Preglednica 4: Odstotek uspešno odkritih živali glede na čelno ali bočno namestitev sistema PIR senzorskih modulov | 31 |
| Preglednica 5: Število odkritih živali posameznega PIR senzorskega modula v travni ruši različnih višin | 33 |

KAZALO SLIK

| | str. |
|---|------|
| Slika 1: Odrasla srna (<i>Capreolus capreolus</i> L.) (Roe deer, 2008) | 4 |
| Slika 2: Razširjenost srnjadi po svetu (Krže, 2000) | 7 |
| Slika 3: Mladič srnjadi v travni ruši (Roe deer calf, 2008) | 10 |
| Slika 4: Nemški prepeličar na travniku (foto: Rajko Bernik) | 14 |
| Slika 5: Načini košnje (prirejeno po Böck in Pötsch, 2007) | 16 |
| Slika 6: PIR (pasivni infrardeči) senzorski modul (PIR sensors, 2008) | 17 |
| Slika 7: Spekter elektromagnetnega in IR sevanja (Basics ..., 2008) | 18 |
| Slika 8: PIR detektor gibanja (foto: Peter Štemberger) | 19 |
| Slika 9: Skica Fresnelove in klasične plano-konveksne leče (Fresnel lens, 2008) | 21 |
| Slika 10: Pes mešanec v poskusu (foto: Peter Štemberger) | 25 |
| Slika 11: PIR senzorski modul in njegovi glavni sestavni deli (foto: Peter Štemberger) | 25 |
| Slika 12: Sprejemna enota (foto: Peter Štemberger) | 26 |
| Slika 13: Prikaz odkrivanja živali s čelno namestitvijo PIR senzorskih modulov | 30 |
| Slika 14: Prikaz odkrivanja živali z bočno namestitvijo PIR senzorskega modula | 30 |
| Slika 15: Prikaz uspešnosti odkrivanja posameznih PIR senzorskih modulov glede na nastavitev vertikalnih kotov | 33 |

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

| | |
|-----|-----------------------|
| IR | infrardeče |
| LED | nizko emisivne diode |
| PIR | pasivni infrardeči |
| UV | ultravijolično |
| VHF | zelo visoka frekvenca |

1 UVOD

Prva dejstva in utemeljitve o povezanosti človeka s prostoživečimi živalmi pri nas segajo v dobo prazgodovine, v obliki raznih upodobitev lovca in plena na stene jam ter v obliki prazgodovinskega orožja, ki je služilo za lov. V časih, ko je bila človekova primarna dejavnost lovstvo in nabiralništvo, so bile prostoživeče živali edini vir živalskih beljakovin in esencialnih aminokislin za naše daljne prednike.

Srnjad je bila prvobitno divjad mešanih listnatih, predvsem hrastovih in bukovih gozdov ter gozdnega roba. Že v času požigalništva in nastajanja kulturne krajine ter krčenja in presvetljevanja gozdov pa je zasedla nove prostore v neposredni bližini ljudi, kjer je lažje našla hrano in bila hkrati varnejša pred plenilci. V tem obdobju se je srnjad začela deliti na gozdno srnjad in srnjad gozdnega roba (Krže, 2000).

Obdobje poleganja srnjadi in zgodnje košnje sta zaradi napredka in racionalizacije kmetijske pridelave krme začela časovno sovpadati. Zato vsako leto beležimo večje število poškodovane in poginule srnjadi, zlasti v obdobju spravila voluminozne krme. Za velik delež izgub je značilno obdobje prve košnje travinja, v mesecu maju in juniju. Izgube najbolj prizadenejo mladiče v prvih dneh in tednih življenja. Mladič srnjadi je v prvih tednih življenja večino dneva skrit v travni ruši. Mirovanje mu je prirojena lastnost. V kolikor mu preti nevarnost, pred njo ne zbeži. Še globlje se skrije v travno rušo in čaka, da nevarnost mine. Enako ravnajo mladiči, če se jim plenilec, traktor ali človek. Med košnjo prihaja do poškodb prostoživečih živali zaradi kmetijske mehanizacije. Obseg izgub je predvsem odvisen od staleža srnjadi in biotopa ter velikosti kosnih površin, vrste strojev ter načina košnje ali žetve. Stalež živali se v zadnjem stoletju nepretrgoma večja, zato so tudi izgube vse večje (Gabrijel, 2008).

Srnad pa ni edina prostoživeča žival, ki jo med košnjo ali strojnimi posegi v okolje ogrožamo ljudje. Travniki skozi celo leto naravno okolje v katerem bivajo in gnezdiyo različne živali, za nas najpomembnejše ptice in poljski zajci. Izgube zlasti ogroženih vrst ptic, nekatere od njih gnezdiyo širom Slovenije, obsojajo tako okoljevarstveniki kot

ljubitelji narave. Z uporabe ustreznega načina obdelave tal in izbiro učinkovitih tehnoloških pripomočkov pa dandanes lahko veliko prispevamo k ohranitvi naravne pestrosti in zmanjšanju izgub prostoživečih živali zaradi poškodb s kmetijsko mehanizacijo (Gabrijel, 2008).

Za varstvo živali med strojnimi posegi v njihovo življenjsko okolje pa je poskrbljeno tudi z zakonodajo. Zakon o divjadi in lovstvu v četrtem odstavku 32. člena veleva, da morajo izvajalci kmetijskih del, zlasti strojnih, ki ogrožajo prostoživeče živali, obvezno uporabljati preventivna sredstva in načine dela za preprečevanje oziroma omejevanje izgub na leglih in gnezdih. Republika Slovenija je dolžna subvencionirati nabavo teh sredstev, lastniki in drugi uporabniki zemljišč pa so sredstva dolžni uporabljati. V praksi pa je izvajanje 32. člena omenjenega zakona neučinkovito, še posebej z vidika nadzora in kaznovanja ter dodeljevanja subvencij. V Sloveniji pristojne službe nadzora nad uporabo preventivnih sredstev za varstvo živali v kmetijstvu ne izvajajo ali izvedba ni dovolj učinkovita (Gabrijel, 2008; Zakon o divjadi in lovstvu, 2004)

Namen diplomske naloge je preučiti učinkovitost infrardečih senzorjev pri varovanju srnjadi in ostalih prostoživečih živali med košnjo travinja pri različnih višinah travne ruše. Ugotoviti smo želeli, kako uspešni bomo pri odkrivanju živali z bočno in čelno namestitvijo infrardečih senzorjev ter kakšne so razlike v uspešnosti odkrivanja prostoživečih živali pri različnih nastavitvah vertikalnih kotov senzorjev. Zanimalo nas je tudi na kakšni razdalji so infrardeči senzorji še učinkoviti pri odkrivanju živali v travni ruši med košnjo. Dosedanje raziskave prikazujejo infrardeče senzorje kot učinkovit pripomoček pri varstvu prostoživečih živali med mehansko obdelavo kmetijskih zemljišč. Predvidevamo, da je učinkovitost infrardečih senzorjev boljša v nižji travni ruši in na manjših razdaljah odkrivanja živali. Infrardeči senzorji so učinkovitejši, če z njimi odkrivamo živali pod večjim vertikalnim kotom. Uporaba infrardečih senzorjev bi pomenila novost v kmetijstvu in varstvu prostoživečih živali med košnjo v Sloveniji, njihova dosledna uporaba pa bi lahko bistveno vplivala na zmanjšanje izgub srnjadi (*Capreolus capreolus L.*) in ostalih prostoživečih živali med košnjo in strojno obdelavo tal s kmetijsko mehanizacijo.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SRNJAD (*CAPREOLUS CAPREOLUS* L.)

Srna v nekaterih jezikih pomeni »pikasto žival«. Tako poimenovanje pa je verjetno posledica vzorca obarvanosti dlake mladičev. Varovalna barva jim omogoča zlitje z naravnimi svetlobnimi efekti travnika (Krže, 2000).

Biološka sistematika srnjad uvršča v kraljestvo živali (*Animalia*), deblo strunarjev (*Chordata*), razred sesalcev (*Mammalia*), red sodoprstih kopitarjev (*Artiodactyla*) in družino jelenov (*Cervidae*). Evropska srna pripada rodu *Capreolus*, z znanstvenim imenom *Capreolus capreolus* L. (Roe Deer, 2008).

2.1.1 Opis živali

Srna je toplokrvna žival. Telesna temperatura pri odraslih živali znaša okoli 39 °C. Odrasla žival je visoka okoli 75 in dolga do 120 cm. Zadaj je nekoliko višja kot v vihru. Največja teža srnjaka dosega do 35 in srne do 30 kg. V povprečju osebki tehtajo med 21 in 25 kilogrami. Ima močna mišičasta stegna, ki ji omogočajo dolge in visoke skoke. Telesna konstitucija pa ji ne omogoča dolgih in vztrajnih begov pred plenilci, zato jo uvrščamo med značilne predstavnike goščav, podrasti in visoke trave (Krže, 2000).

Srnjak ima roge, srna je mulasta (slika 1). Prav redko zelo stari srni rastejo kratke rožice. Srnjad ima lepo oblikovano glavo z velikimi temnimi očmi in uhlji. Vrat je dolg, telo podolgovato in oblo, noge visoke in tanke. Repa nima, oziroma je zakrnel (dolga le do 2 cm) in ga iz dlake ni videti. Srnjad ima dve vrsti dlake in tudi barve: letno in zimsko (Cvenkel in sod., 1980).



Slika 1: Odrasla srna (*Capreolus capreolus* L.) (Roe deer, 2008)

Zimska dlaka je iz dveh vrst; finejše, krajše, volnate podlanke ter dolge, grobe, votle in od polovice navzgor valovite nadlanke. Zimska barva srnjadi je siva, razen v spodnji tretjini vrata. Pod trebuhom in na zadku je bela, ima »zrcalo« (Krže, 2000).

Poletna dlaka sestoji iz redke podlanke ter kratke in tanke nadlanke, ki ni votla in je pri odrasli srnjadi rjasto rdeča, pod trebuhom, med zadnjima nogama in na zadnjici pa rjavo rumenkasta. Spomladanska menjava dlake poteka od konca marca do maja. Dlako menja najprej mlada srnjad, potem starejša, nazadnje zelo stara srnjad in breje srne. Sicer pa je spomladanska menjava hitra, tako, da zimska dlaka odpada kar v kosmih. Jesenska menjava dlake poteka v zadnjih tednih septembra in v prvih tednih oktobra (Cvenkel in sod., 1980).

Srnjad se oglašja na več načinov. Če je preplašena, če čuti kaj sumljivega ali opazi kaj neznanega, boka ali bavka. Srnjak boka z nižjim, bolj kratkim glasom in redkeje, medtem ko je srnin glas višji, bolj zategnjen in svoje bavkanje večkrat ponavlja tudi v svarilo

mladičem ali v opozorilo okolici. Pójava srna kliče srnjaka s pivkanjem. S tem glasom, navadno tišjim in mehkejšim, kliče tudi svoje mladiče. Mladiči se oglašajo s posebnim višjim in bolj piskajočim glasom (Cvenkel in sod., 1980).

2.1.2 Način življenja

Srnjad prebiva zlasti v mešanih gozdovih, kjer je dovolj podrasti, jas in travnikov ter v bližini njiv. Najraje pa se odpravi na travnike in polja, kjer se pase ob večernih in zgodnjih jutranjih urah. Hrani se z objedanjem listov in brstov, njena glavna hrana pa so mladi poganjki, drevesni vršički, sadje, zelišča, žir in mladi poganjki kulturnih rastlin. Približno polovico dneva porabi za pašo in prežvekovanje. Pred nevarnostjo pobegne v goščavo. Vse življenje ostane zvesta istemu stanišču (Cvenkel in sod., 1980; Krže, 2000).

2.1.3 Poleganje mladičev

Srne polegajo v mesecu maju in juniju od 1 do 4 mladiče svetlo rjave barve z značilnimi belimi pikami. Prvih nekaj ur mladiči slabo vidijo in se orientirajo le po sluhu. Ob poleganju so mladiči težki okoli 1,5 kg. Dnevni prirast se v prvih tednih po poleganju giblje od 70 do 207 g. Približno polovica mladičev je poležena do 1. junija. V dveh mesecih poležejo kar 96 % vseh mladičev. Na datume poleganja vpliva predvsem geografska lega. Tako se termini poleganja podaljšujejo v juniju od jugozahoda proti severovzhodu in od nižje do višje nadmorske višine. Obdobje poleganja se sicer ne spreminja, pač pa njegov vrhunec (Rieck, 1955, cit. po Krže, 2000).

Velik delež srnjadi polega na travnikih in njivah. V hribih dajejo srne prednost južnim legam, kar velja le za številčno skromnejše populacije, sicer lega ni odločilna. Srna si poišče svoj prostor že kakšen mesec pred poleganjem in ga brani pred drugimi srnami (Kurt, 1966, cit. po Krže, 2000).

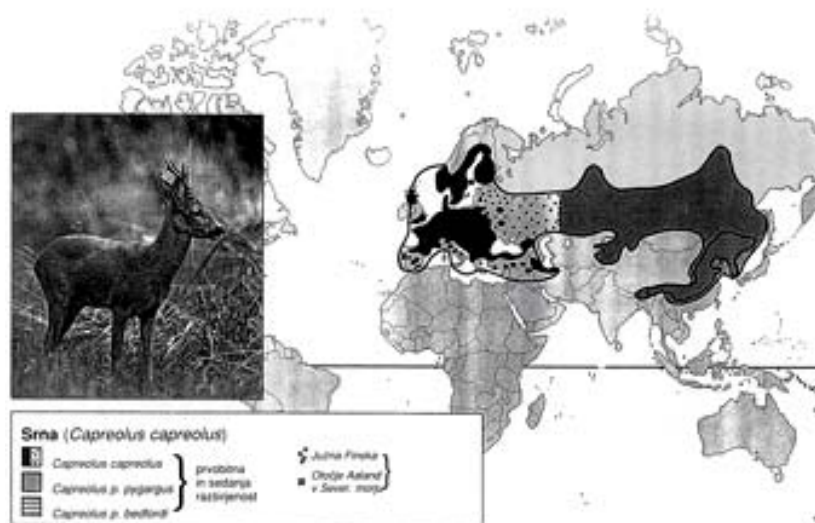
Kar 74 % mladičev (slika 3) je poleženih na travnikih, 23 % v gozdu in 3 % na polju. Na travnikih s travo visoko do 20 cm je bilo poleženih 17 %, na travnikih s travo visoko med 20 in 50 cm 51 %, medtem ko je bilo v travi višji kot 50 cm poleženih 31 % vseh mladičev (Blankenhorn, 1975, cit. po Krže, 2000).

2.1.4 Obnašanje mladičev

Obdobje med rojstvom in trenutkom, ko mladič začne slediti svojo mater, je obdobje dojenja in traja do 4 tedne od rojstva mladiča. To obdobje je za mladiča najbolj kritično. V omenjenem obdobju mladiči niso vedno ob materi. Do starosti dveh tednov srna z zvokom udarca parkljev in z gibi ukaže mladiču popolno mirovanje. Mladič se v odsotnosti matere potuhne. Aktivno, samostojno ravnanje mladiča, da si sam izbere ležišče, imenuje Stubbe (1997, cit. po Krže, 2000) odložitev. To dokazujejo tudi primeri iz živalskih vrtov, kjer mladiči srnjadi nemalokrat prečkajo ogrado in se potuhnejo zunaj nje ter se vanjo vrnejo šele, ko jih srna pokliče. Dvojčka se največkrat napotita v povsem različne smeri in ju je le izjemoma mogoče najti na istem ležišču. V nekaj dnevih sta med seboj lahko oddaljena tudi do več 100 metrov. Mladiči, ki neposredno nevarnost sicer poznajo, refleksno in potajeno mirujejo tudi, če se jim približa človek ali delovni stroj, vse do starosti 3 oziroma 4 tednov (Krže, 2000).

2.1.5 Geografska razširjenost srnjadi po svetu

Srnjad je razširjena po vsej Zahodni Evropi, Zahodni prednji Aziji, zahodni ter južni polovici evropskega dela nekdanje Sovjetske zveze, v južni Sibiriji in daljnem vzhodu, Kazahstanu, na pogorju Tienšan, v Mongoliji ter severovzhodnih, vzhodnih in jugovzhodnih predelih Kitajske vse do Sečuana (slika 2). Geografsko ločujemo več podvrst, poleg njih pa tudi lokalne tipe srnjadi, med katere spada tudi evropska srna (*Capreolus capreolus* LINNAEUS, 1758) (Krže, 2000).



Slika 2: Razširjenost srnjadi po svetu (Krže, 2000)

Območje evropske srne zajema vso Malo Azijo, severne predele Sirije in Iraka ter Izraela, Haife ter Irana. Južne meje naseljenosti so nejasne. Srnjad živi tudi v ozkem pasu vzdolž pogorja Elbrus vse do jugovzhodnih obal Kaspijskega morja (Krže, 2000).

2.1.6 Življenjski prostor srnjadi v Sloveniji

Osnovni življenjski prostor srnjadi je meja med gozdom in kmetijsko površino. V Sloveniji pokriva gozd okoli 60 % celotne površine, kar je za skoraj 20 % več od evropskega povprečja. Gozdne površine sestavljajo pretežno bukov, jelovo-bukov ter bukovo-hrastov gozd, bogat s podrastjo, zelišči in plodonosnimi drevesi, v višjih predelih pa prevladuje mešani, še višje pa iglasti gozd s smreko, jelko in macesnom (Gozdnatost, 2008).

Srnjad je teritorialna divjad. Vsaka žival posebej potrebuje zase določeno staniščno površino ali teritorij. To je eden osnovnih pogojev za razvoj in celo obstoj osebka, pa tudi vrste. Najmanjša površina tega prostora naj bi znašala okoli 10 ha. Odrasle srne potrebujejo prostor tudi za parjenje, kotitev in vzgojo mladičev. Tako pride konec aprila pri srnjadi do

bojev za stanišče. Po prsku opuste značilno vedenje in se prenehajo preganjati ter žive v manjših tropih do naslednje pomladi (Krže, 2000).

Stalna voda srnjadi ni potrebna, saj jo dobi z zeleno pašo in roso. Najbolj ji ustrezajo topla apnenčasta tla, poleti sveže osojne, pozimi pa prisojne lege. Živi na vseh nadmorskih višinah do zgornje gozdne meje. Ustrezen gospodarsko znosen stalež je do 10 živali na 100 ha površine. V Sloveniji je srnjad razširjena v praktično vseh geografskih območjih in ni lovske družine, katere področja ne bi poseljevala (Cvenkel in sod., 1980).

2.2 VZROKI ZA POGIN SRNJADI

Srnjad je izpostavljena številnim izgubam, bodisi naravnega bodisi nenaravnega vzroka. Velik delež pa predstavljajo pogini prostoživečih živali zaradi fizičnih poškodb (Krže, 2000).

Reimoser in sod. (1983; cit. po Krže, 2000) so ugotovili, da je 25 % izgub srnjadi povezano s košnjo, 30,4 % izgub s cestnim prometom in 44,6 % izgub z drugimi vzroki. Obseg izgub, zaradi poškodb srnjadi s kmetijsko mehanizacijo, je odvisen od biotopa in številčnosti, vremena pozimi in spomladi, velikosti kosnih površin, vrste strojev ter tehnike košnje. Kadar so najpomembnejše površine košene zgodaj, še pred vrhuncem poleganj, so izgube manjše (Krže, 2000)

Izgube najbolj prizadenejo mladiče v prvih dneh in tednih po poleganju, redkeje pa odraslo srnjad in mladiče v poznejših mesecih. Večina poškodb prostoživečih živali nastane pri obdelavi kmetijskih površin s kmetijskimi stroji (traktor s kosilnico) na zemljiščih (travniki in polja) ob gozdni meji večji (Gabrijel, 2008).

V Sloveniji ni zanesljivega in celovitega spremljanja tovrstnih dogodkov, razen evidentiranja števila srnjadi, ki je bila žrtev cestnega prometa, predvsem zaradi izplačil odškodnin. Kmetje poškodovanja prostoživečih živali ob uporabi kmetijske mehanizacije ponavadi ne prijavljajo odgovornim institucijam zaradi bojazni pred plačilom odškodnine

lovski družini, pomanjkanja časa in podobnih vzrokov. Evidentiranje in spremljanje statistike o prostoživečih živali se je leta 2000 iz Lovske zveze Slovenije preneslo na Zavod za gozdove (Gabrijel, 2008).

Po ocenah Lovske zveze Slovenije je bilo v Sloveniji leta 1984 povoženih 1732 glav srnjadi ali 5,31 % od takratnega odstrela (35.600 glav), leta 1989 je bil odstotek celo nekoliko manjši (5,27 %). V letu 1997/98, ob odstrelu 38.300 glav, se je delež srnjadi, poškodovane v prometu, povečal na 4520 glav in je znašal 14,6 % takratnega odstrela. Pri tem je, žal, doseženo ali celo preseženo evropsko povprečje. Sicer se v povprečju skrivajo različne razmere v različnih delih Slovenije. Ponekod je delež izgub srnjadi zaradi cestnega prometa celo večji kot delež odstreljene srnjadi. Če izgubam dodamo še vsaj podoben delež izgub zaradi drugih vzrokov, zlasti poškodb zaradi kmetijske mehanizacije, je že jasneje, kam se izgublja vedno večji del prirastka (Krže, 2000).

Preglednica 1: Izgube srnjadi v cestnem prometu in ob košnji med leti 2004 in 2008 v enaindvajsetih loviščih novomeškega lovsko- upravljalnega območja (Gabrijel, 2008)

| Vrsta izgub | Leto | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Cestni promet | 278 | 266 | 359 | 258 | 256 |
| Ob košnji | 125 | 128 | 150 | 129 | 158 |

V preglednici 1 smo prikazali prijavljene izgube srnjadi zaradi cestnega prometa in prijavljene izgube zaradi poškodb s kmetijsko mehanizacijo v enaindvajsetih loviščih novomeškega lovsko-upravljalnega območja. Podatki o izgubah v cestnem prometu odražajo boljši približek dejanskega stanja, saj moramo za uveljavljanje odškodnine škodo prijaviti policiji in lovski družini, medtem, ko izgube zaradi kmetijske mehanizacije predstavljajo število uradnih prijav, ki so jih kmetje podali Zvezi lovskih družin v Novem mestu. Po ocenah tajnika ZLD Novo mesto je dejansko število srnjadi poginule zaradi kmetijske mehanizacije tudi 2 ali 3 krat večje od števila prijavljenih izgub (Gabrijel, 2008).



Slika 3: Mladič srnjadi v travni ruši (Roe deer calf, 2008)

2.3 VARSTVENI UKREPI ZA PREPREČEVANJE POŠKODB SRNJADI MED KOŠNJO

Varstveni ukrepi se med seboj ločijo predvsem po obliki in v načinu delovanja sredstva. V grobem ločimo preventivna sredstva s kemičnimi in fizikalnimi učinki. Zadnje čase pa je napredek tehnike omogočil uporabo najrazličnejših elektronskih naprav, ki delujejo na osnovi zaznavanja IR svetlobe (Gabrijel, 2008).

2.3.1 Preventivna tehnična sredstva s kemičnimi učinki

Kemična sredstva so novejšje poglavje pri preventivnem varstvu prostoživečih živali pred poškodbami zaradi uporabe kmetijske mehanizacije. Delujejo na osnovi neprijetnega vonja, smradu in slabega okusa premazanih rastlin ali fizičnih ovir. Splošno znano je, da se srnjad umika pred neznanim vonjem. Zlasti vonj po človeku in mehanizaciji je za odraslo srnjad najbolj odvrčajoč. Kemična sredstva se delijo glede na obliko in način fizičnega nanašanja

na površino. V uporabi so predvsem tekočine, granulati in maziva, ki jih namažemo, polijemo ali posipamo na talno površino, rastlinje, les ali kamen (Gabrijel, 2008).

Kemična sredstva se nanašajo bodisi neposredno na mejno rastlinje ali pa na krpe, ki jih obesimo na vrvice napete na količke. Namočene krpe hitro izgubijo vonj, se izperejo ali osušijo. Učinkovita in praktična rešitev pa je nalivanje odvrčala v pločevinke ali platenke ter vstavljanje krp, ki potem same vlečejo vsebino iz zalogovnika. Tako najlažje podaljšamo dobo učinkovanja odvrčala (Eygenraam, 1957; cit. po Milevoj in sod., 1997).

Kemična odvrčala se med seboj ločijo predvsem po vonju, ki ga oddajajo. Izdelki, ki temeljijo na intenzivnem človeškem vonju (Hukinol ali Armacol) ali parfumski osnovi (Aromit–MK), so v osnovi odvrčala širokega spektra. Kemična odvrčala so učinkovita za odvrčanje prostoživečih živali, zlasti v urbanih naseljih pa je lahko njihov močan vonj človeku moteč. Proizvajalci in prodajalci opozarjajo na previdnost pri uporabi kemičnih odvrčal v strnjenih naseljih (Rak, 2005; Animal repellents, 2008).

Na trgu pa so se pojavila tudi vrstam specifična odvrčala. Za srnjad in jelenjad je uspešno in znano granulirano odvrčalo Deer Scram. Človek vonja Deer Scram-a ne zaznava, granulirana oblika odvrčala pa je za uporabo nezahtevna, saj ga preprosto potresemo po gozdni meji, hkrati pa sprošča vonjave na daljši obdobje (Roe deer repellents, 2008).

2.3.2 Preventivna tehnična sredstva s fizikalnimi učinki

Preventivna tehnična sredstva za odvrčanje srnjadi s fizikalnimi učinki delimo predvsem glede na sredstvo, ki odvrča žival od polja ali travnika. V primerjavi s kemičnimi sredstvi veljajo za dolgoročneje rešitve. Ločijo se predvsem na fizične in vidne ovire (Krže, 2000).

2.3.2.1 Klasične in električne ograje

Veljajo za eno od najstarejših oblik preprečevanja vdora prostoživečih živali na kmetijska zemljišča. Ograje delimo glede na uporabljen material na: zidane (značilne za primorsko regijo), lesene in splošno razširjene žičnate. Veljajo za zelo učinkovito preventivno sredstvo, ki varuje pred vdorom srnjadi in prostoživečih živali na travnike. Njihova pomanjkljivost pa je predvsem zahtevna in dolgotrajna postavitvev, ki od kmetovalca zahteva veliko vloženega truda ter materiala. V praksi največkrat srečamo lesene in žičnate ograje, katerih slaba lastnost je kazenje videza krajine (Črne, 2000, cit. po Rak, 2005).

Za zadovoljivo zaščito pred vdorom srnjadi morajo biti ograje visoke vsaj 1,5 m. Razdalja med nosilnimi stebri pa ne sme presegati 8 m. Žica naj bo debela med 2 in 2,5 mm, najboljša iz debelejše in obstojnejše pocinkane pločevine, ki je hkrati živalim opaznejša. Spodnji rob žice mora segati do tal, da se srnjad ne splazi pod ograjo (Krže, 1997).

Električne ograje veljajo za preizkušen način preprečevanja vdorov prostoživečih živali na kmetijske površine. Delimo jih na dva osnovna tipa: stabilne in prenosne. Stabilne postavimo in jih ne umikamo, dokler jih zaradi obrabe ali drugih vzrokov ni potrebno zamenjati, prenosne pa uporabljamo predvsem za ograjevanje čredink, pašnikov, kjer jih sproti po potrebi premikamo. Slednje so manj učinkovite za odvrčanje prostoživečih živali. Ključen problem pri električnih ograjah pa ostaja opaznost ograje živali. V kolikor žival ograje pravočasno ne opazi, jo v naletu zlahka podre. Kot rešitev se uporablja namestitvev svetlečih se kosov alufolije ali podobnih materialov, ki odsevajo svetlobo. Poleg relativno zahtevne namestitve in dragega vzdrževanja ter amortizacije pa je potrebno električne ograje napajati z električno energijo. Ponavadi v bližini travnika nimamo na voljo dostopa do električnega omrežja in energije, zato se poslužujemo baterijskega načina napajanja, ki ga je možno nadgraditi tudi s foto-voltaičnimi moduli, kar sistem dodatno podraži. To pa že postavlja pod vprašaj razmerje med uporabnostjo in ceno (Krže, 1997; Vidrih T. in Vidrih M., 1999).

Vsi tipi ograj pa so problematični, zlasti pri ograjevanju kosnih površin, saj jih z delovnim strojem ali traktorjem in priključkom med vožnjo zlahka poškodujemo. Zato je potrebno travno rušo ob ograji kositi ročno, kar pa je zamudno in ne pripomore k racionalizaciji pridelave krme. Hkrati pa je ograja ali oprema za ograjo nezaščitena pred nepridipravi in krajo ali odtujitvijo (Bernik, 2008).

2.3.2.2 Obešanje krp in utripajočih luči

Manj znan in manj učinkovit način odvracanja prostoživečih živali je obešanje krp ali manjših utripajočih luči po travniku ali gozdni meji. Hkrati pa ta način odvracanja prostoživečih živali velja za enega najcenejših (Krže, 2000).

Na koles lahko namestimo večje plapolajoče svetle krpe ali odpadne papirnate vreče. Priporočajo mere okoli 400×50 cm. Vreče ali luči naj ne bodo nameščene več kot 1 m nad tlemi. Uporabni so tudi načini odvracanja s pasovi nerjaveče, svetleče se kovine ali alufolije. Takšni načini odvracanja prostoživečih živali pa so učinkoviti le do 24 ur po izvedbi, potem pa se živali na njih navadijo in brez strahu prehajajo na kmetijske površine (Krže, 2000).

2.3.3 Sodobni načini varstva srnjadi

Med sodobne načine varstva srnjadi pred poškodbami zaradi kmetijske mehanizacije v času košnje in obdelave kmetijskih površin sodijo: preiskovanje kosnih površin s psi, uporaba mehanskih reševalnikov, košnja od znotraj navzven in uporaba PIR senzorjev (Krže, 2000).

2.3.3.1 Preiskovanje kosnih površin s psi

Zlasti v razvitih državah zahodne Evrope se uveljavlja preventivno pregledovanje kosnih površin pred košnjo s psi. Pregled se načeloma izvaja na predvečer košnje ali neposredno

pred košnjo. Kmetje so po zakonu in predpisih dolžni bodisi sami pregledati površino ali pa pregled naročiti pri pristojni lovski organizaciji. Takšen način varstva prostoživečih živali je naraven in učinkovit, hkrati pa zamuden, saj je potrebno termin košnje in pregleda površin uskladiti, prilagajati pa se je treba tudi vremenu (Gabrijel, 2008).

Za izvedbo pregleda površine, ki jo bomo kosili, potrebujemo dobrega psa, saj mladič srne izloča le malo značilnega vonja, ki ga psi težko zaznajo. Med ustrezne pse pa sodijo lovski psi šarivci (slika 4), med katere spada tudi pasma Nemški prepeličar, ki prostoživeče živali išče v gosti podrasti, jih dvigne in glasno zasleduje na kratki razdalji (Bernik, 2008; Pravilnik ..., 2002).



Slika 4: Nemški prepeličar na travniku (foto: Rajko Bernik)

Predele okoli travnika, ki ga nameravamo kositi, je treba širše pregledati že nekaj dni poprej, tako da se zadnji dan lahko posvetimo le košenemu delu. Nikakor pa ni nobenega zagotovila, da zjutraj pred košnjo mladič srnjadi ali druga prostoživeča žival ne bo ležala v s psom pregledani travni ruši. Najdene mladiče je najbolje odnesti nekaj 100 m od kosne površine, sicer se lahko zgodi, da se nanjo vrnejo (Krže, 2000).

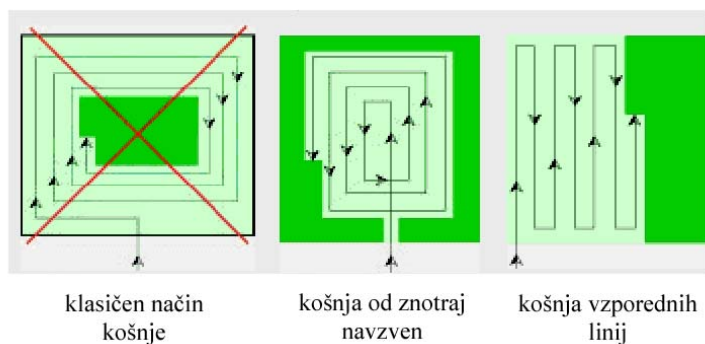
2.3.3.2 Mehanski reševalniki

Pri mehanskih reševalnikih gre za integracijo fizičnih preventivnih sredstev na kmetijsko mehanizacijo. Predstavljajo jih različne oblike konstrukcij, katerih namen je »izločiti« nepoškodovano žival med košnjo ali siliranjem (Krže, 2000).

Ob izvajanju košnje z reševalnikom prečemo pas travnika tik ob košenem delu. Pri mehanskem česanju mladiča srnjadi nepoškodovanega izločimo iz travne ruše. Zaradi vse zmogljivejših in hitrejših traktorjev ter premajhne pozornosti upravljavcev kmetijskih strojev, so preventivni učinki lahko manjši, kot bi želeli (Krže, 2000).

2.3.3.3 Načini košnje

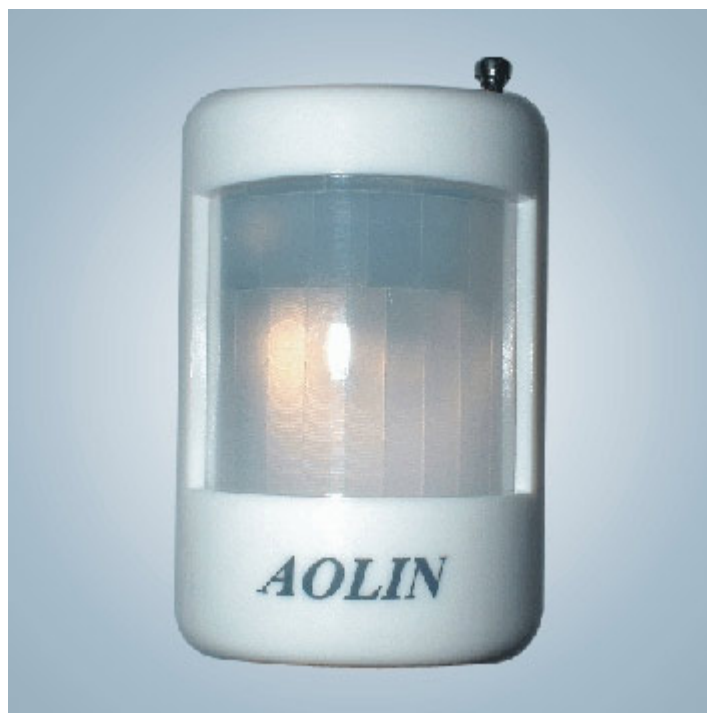
Košnja od znotraj navzven (slika 5) se najpogosteje priporoča, ko kosimo predele, ki jih naseljujejo zaščitene živali (Ljubljansko barje). Kot že poimenovanje načina košnje pove, začnemo kositi na sredini travnika in košnjo nadaljujemo navzven. Tako omogočimo živalim umik pred kosilnico in traktorjem in jih obvarujemo poškodb zaradi kmetijske mehanizacije. Pri klasičnem načinu košnje pa začnemo kositi na zunanjem robu parcele in nadaljujemo proti notranjosti. Žival se skriva v travni ruši dokler je s kosilnico ne poškodujemo, saj ji z načinom košnje zapiramo izhod v gozd ali na druge zatravljene površine (Böck in Pötsch, 2007).



Slika 5: Načini košnje (prirejeno po Böck in Pötsch, 2007)

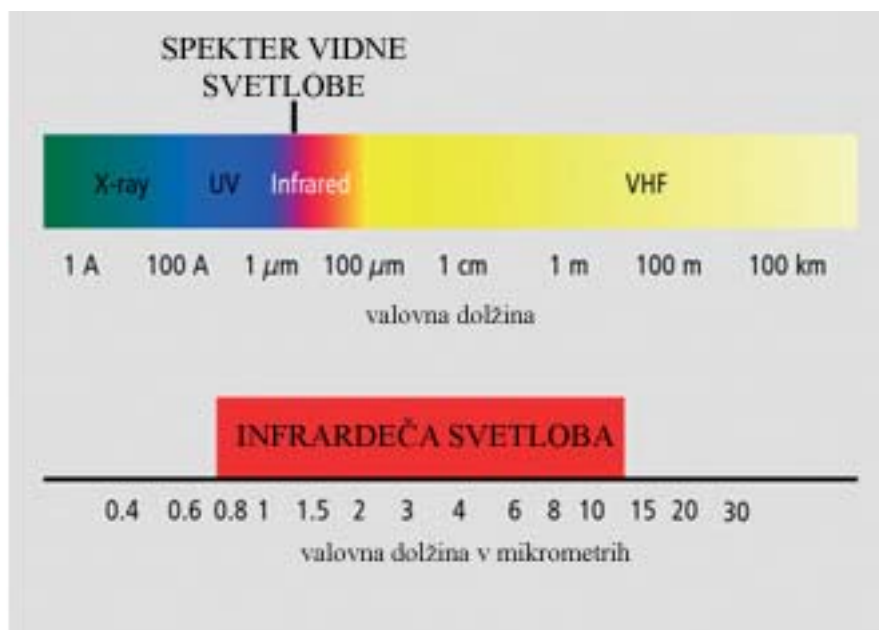
2.3.4 PIR (pasivni infrardeči) senzorji

Revolucionarna novost na področju varstva živali med mehanično obdelavo kmetijskih zemljišč so infrardeči senzorji (slika 6), ki so se začeli v praksi uporabljati v Nemčiji leta 1999. Delujejo na principu sistema senzorjev, ki zaznavajo razliko med toploto živih bitji in toploto okolice. Praktična uporabnost naprav, ki bodo v naslednjih letih nedvomno še izpopolnjene, je nesporna, čeprav je potrebnih še veliko izboljšav, da bi povečali njihovo učinkovitost (Krže, 2000).



Slika 6: PIR (pasivni infrardeči) senzorski modul (PIR sensors, 2008)

Človek in večina sesalcev vidi svetlobo le v vidnem spektru ali povedano drugače, svetlobo valovnih dolžin med 400 in 700 nm, kar predstavlja le neznamenit del spektra elektromagnetnega sevanja. Nam nevidni spekter nam omogoča pridobivanje pomembnih informacij. Vsako telo, ki ima telesno temperaturo nad absolutno ničlo ($-273,15^{\circ}\text{C}$ ali 0 K), elektromagnetno seva. Moč sevanja je sorazmerna telesni temperaturi (Basics ..., 2008).



Slika 7: Spekter elektromagnetnega in IR sevanja (Basics ..., 2008)

IR spekter (slika 7) se začne pri valovnih dolžinah okoli 0,78 μm na meji z UV in konča pri okoli 1000 μm na meji z VHF valovanjem. Za spremljanje temperatur in razlik med temperaturo objekta in njegovo okolico so najpomembnejše valovne dolžine med 0,7 in 15 μm. Energijski nivoji višjih valovnih dolžin so prešibki, da bi jih s klasičnimi PIR senzorji lahko zaznali. Za dobro razumevanje IR sevanja je potrebno razumeti sevanje »črnega telesa«. To je telo, ki absorbira vso radiacijo in je ne odbija ali prepušča. Seva največjo možno energijo pri vsaki valovni dolžini. Velja pravilo, da kolikor energije »črno telo« sprejme, toliko jo odda. »Črno telo« v praksi ne obstaja in je namenjeno le lažjemu razumevanju elektromagnetnega sevanja. Osnova brezkontaktnega merjenja temperature je Planckov zakon, ki opisuje spektralno radiacijo »črnega telesa« v polprostor v odvisnosti od temperature in valovne dolžine. Velja, da telesa z višjo telesno temperaturo sevajo najmočneje pri nižjih valovnih dolžinah (Basics ..., 2008).

Če želimo narediti PIR detektor gibanja, potrebujemo piroelektrične snovi. To so snovi, ki lahko tvorijo električni naboj v primeru, da skozi njih steče toplotni tok. PIR detektor gibanja je prekrit s tankim filmom prevodne plasti, ki služi kot elektroda, preko katere se zbira električni naboj. PIR detektor gibanja (slika 8) je neke vrste kondenzator, ki ob sprejemu toplotnega (IR) sevanja spremeni svoj električni naboj. Piroelektrični pojav so

opazili prvič v kristalu turmalina v devetnajstem stoletju, čeprav obstajajo indici, da so ga poznali že stari Grki. Po letu 1915 je bila uspešno izdelana cela vrsta kristalov in keramik, ki izkazujejo piroelektrične lastnosti na primer: KDP (KH_2PO_4), ADP ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), PbTO_3 , PbZrO_3 . V zadnjem času je bilo razvitih še veliko drugih snovi, kot so posebni polimerni filmi (SOLEF, KYNAR) ter tankoslojni nanosi piroelektričnih snovi, ki imajo visok piroelektrični koeficient in kratek odzivni čas (Arnolj, 2008).



Slika 8: PIR detektor gibanja (foto: Peter Štemberger)

Ob zaznavi toplotnega telesa (na primer živali v travni ruši) pride pri primarnem piroelektričnem pojavu do spremembe orientacije dipolov in spremembe njihove jakosti na površini kristala PIR detektorja gibanja, zaradi česar pride do tvorbe naboja. Ta sproži nizko električno napetost in signal, ki ga pošlje sprejemni enoti (PIR sensor, 2008).

PIR senzorski modul (slika 11) je v osnovi sestavljen iz: PIR detektorja gibanja, električnega vezja in Fresnelove optične leče (Arnolj, 2008).

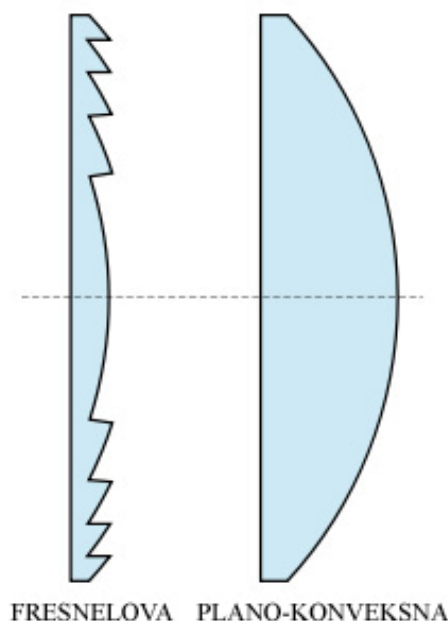
Poznamo več tipov PIR detektorjev gibanja, ki se med seboj razlikujejo glede na uporabljen material, vidni kot zaznave, temperaturno območje zaznave, število in postavitev piroelektričnih elementov. V osnovi je PIR detektor gibanja zgrajen iz kovinskega ohišja in konektorja. Na zgornji strani ohišja se nahaja piroelektrični kristal ali kompozit, ki ob toplotni zaznavi ustvarja električni naboj. Pod kompozitom je nameščena ploščica, ki služi za odkrivanje električne napetosti oziroma prerazporeditve naboja na piroelektričnem materialu (PIR sensors, 2008; Arnolj, 2008).

Elektronsko vezje je zelo pomemben člen PIR senzorskega modula (slika 11), saj skrbi za nemoten pretok informacij o napetosti in pretvarja šibek električni signal v močnejšega in ga pošilja preko antene do sprejemne enote. Najpomembnejši del elektronskega vezja je pasovni filter, ki ojača frekvenčni spekter koristnega signala in duši motnje. V kolikor je razmerje koristnega signala in motenj ugodno, ni lažnih zaznav PIR senzorskih modulov (Arnolj, 2008).

V PIR senzorskih modulih se uporablja Fresnelova optična leča (slika 9) kratke goriščne razdalje (do 15 mm), narejena iz polietilena, ki je upogljiv, mlečne barve in za razliko od navadnega stekla prepušča le valovne dolžine IR sevanja med 8 in 14 μm , kar ustreza valovnim dolžinam IR sevanja človeka ali živali. Fresnelova leča je v primerjavi z navadno plano-konveksno lečo tanjša in zadrži vse optične karakteristike slednje, hkrati pa se pojavlja manj izgub zaradi absorpcije kot pri klasični plano-konveksni leči. Zbrane žarke strni in jih usmeri v PIR detektor gibanja. Druga pomembna naloga leče je, da razdeli prostor detekcije na polja. Vsako polje je usmerjeno v določen del površine travnika na kateri želimo odkriti žival ali človeka. Prečkanje toplega telesa skozi polja Fresnelove leče povzroči spremembe električnega naboja na površini PIR detektorja, te pa sprožijo PIR senzorski modul in posledično zvočni sprejemne enote (Fresnel lens, 2008).

Skozi Fresnelovo lečo vidi PIR detektor gibanja okolico v obliki ozkih diskretnih žarkov oziroma konusov in ne vidi celotne vidne površine, hkrati pa ne zaznava zastrtih objektov, ki oddajajo toploto, razen, če jih ne zastira material, ki je prepusten za IR sevanje določenih valovnih dolžin. Polje zaznave žarka se z razdaljo horizontalno širi. Vzorec pokritosti površine ima obliko »ventilatorja« in ga tvorijo konični teksturni razdelki. Od števila razdelkov in same teksture je odvisna kakovost leče in širina polja zaznave (Arnolj, 2008).

Učinkovitost infrardečih senzorjev je odvisna predvsem od PIR detektorja gibanja, kakovosti in zasnove elektronskega vezja in leče. Za zaznavanje toplokrvnih živali manjše mase pa moramo izbrati Fresnelovo lečo, ki je občutljivejša, z več teksturnimi podrazdelki (Arnolj, 2008; Fresnel lens, 2008).



Slika 9: Skica Fresnelove in klasične plano-konveksne leče (Fresnel lens, 2008)

PIR detektor gibanja izkorišča dejstvo, da vsa telesa, ki imajo temperaturo nad absolutno ničlo, sevajo IR svetlobo v prostor. Za delovanje je bistven premik toplega telesa v polju zaznave PIR detektorja gibanja, saj le ta sproži spremembo naboja in izhodne napetost. Neposredno povezavo med valovno dolžino IR sevanja telesa in moč ter temperaturo telesa podaja Wienov zakon. Valovna dolžina pri kateri telo največ seva je pogojena s telesno temperaturo in se giblje med 9 in 10 μm . Dovolj hitro gibanje toplega telesa skozi polje zaznave senzorja sproži signal infrardečega senzorja. Sprejemna enota ga obdela in odda v obliki zvočnega signala (Basics ..., 2008).

Na uspešnost odkrivanja toplokrvnih živali ima vpliv temperatura okolice in vlaga ter vsebnost CO_2 v zraku. V primeru, da bi skušali odkriti žival, ki ima enako temperaturo kot okolica, nam to zagotovo ne bi uspelo. Razlika med temperaturo živali in njeno okolico mora znašati vsaj 15 °C. Temperatura okolice mora biti v tem primeru nižja od temperature živali. Toplogredni plini v večjih koncentracijah absorbirajo IR sevanje. Količniki prepustnosti pri CO_2 so različni pri različnih valovnih dolžinah. Zaradi različnih vplivov

okolja in specifične odkrivanja živali moramo uporabiti ustrezno občutljiv PIR detektor gibanja z ustrezno oblikovano Fresnelovo optično lečo (Arnolj, 2008).

PIR senzorski moduli in njihovi sistemi se že 15 let uporabljajo v varnostni industriji, robotiki, optiki, za merjenje temperature in avtomatizacijo objektov in delovnih procesov.

Uporaba infrardečih senzorjev ima naslednje prednosti (Arnolj, 2008):

- Dolga življenjska doba (približno 12 do 15 let),
- majhna poraba električne energije za delovanje,
- preprosta namestitvev in nezahtevno nastavitvev,
- razširjenost uporabe,
- majhne mere senzorjev in njihova priročnost,
- pri odkrivanju ne pride do neposrednega kontakta med infrardečimi senzorji in živalmi.

3 MATERIAL IN METODE

Konec meseca maja in v juniju 2007 ter v začetku septembra 2008, smo izvedli poskus odkrivanja toplokrvne živali v travni ruši med košnjo, s pomočjo infrardečih senzorjev. Ugotavljali smo, kako učinkoviti so infrardeči senzori pri odkrivanju prostoživečih živali med košnjo v različnih višinah travne ruše, pod različnimi koti in razdaljami odkrivanja živali ter primerjali učinkovitost čelnega in bočnega načina namestitve PIR senzorskih modulov glede na smer vožnje traktorja.

V septembru, ko smo kosili travo za otavčič, je bil mladič srnjadi že dovolj razvit, da bi pred traktorjem ali človekom pobegnil, zato ni bilo neposredne nevarnosti, da bi ga med košnjo poškodovala kosilnica ali traktor. Pri pregledu literature smo ugotovili, da srnjad polega tako v nizki kot visoki travni ruši. Želeli pa smo ugotoviti, kako učinkoviti so infrardeči senzori pri odkrivanju živali med košnjo travne ruše različnih višin. Za lažjo ponazoritev in razumevanje smo višine travne ruše razdelili v razrede (preglednica 2). Najvišjo travno rušo smo izmerili v Hrašah pri Preddvoru, kjer je na približno hektar velikem trokosnem travniku merila 55 - 60 cm. Na Ribnem pri Bledu, kjer smo poskus izvajali med košnjo za svežo krmo krav molznic, je travna ruša merila 35 - 45 cm. Poskus v najnižji travni ruši pa smo izvajali v Ledeči vasi pri Prekopi, v začetku meseca septembra, ko je travna ruša merila 20 - 25 cm v višino.

Preglednica 2: Lokacija, datum in izmerjena višina travne ruše ter temperatura okolja med poskusom

| Lokacija | Datum | Višina travne ruše | Temperatura zraka |
|------------------------|-----------|--------------------|-------------------|
| Ribno pri Bledu | 26.5.2007 | 35 do 45 cm | 20° C |
| Hraše pri Preddvoru | 9.6.2007 | 55 do 60 cm | 20° C |
| Ledeča vas pri Prekopi | 7.9.2008 | 20 do 25 cm | 21° C |

Botanična sestava travne ruše je bila na vseh treh lokacijah podobna, saj so kmetje travnike dosegali, da bi si zagotovili ustrezno kakovost krme. Prevladovalo je rastlinje značilno za srednje vlažna tla.

Pri izvedbi poskusa smo upoštevali, da ima temperatura okolja ključen pomen za učinkovito delovanje infrardečih senzorjev, saj v primeru, da bi bili temperaturi okolja in živali izenačeni, IR detektor gibanja živali v travni ruši ne bi odkril. Infrardeči senzorji so najbolj učinkoviti v hladnejših okoljih, v temperaturnem območju 15 do 20 °C.

Poskus smo izvajali pri temperaturah 20 in 21 °C, da bi izsledke raziskave čimbolj približali dejanski uporabi med košnjo. Na lokaciji Ledeča vas je temperatura odstopala in znašala 21 °C (preglednica 2), vendar sta se temperatura okolice in živali v poskusu razlikovali za 17 °C, kar za normalno odkrivanje toplokrvnih živali v travni ruši z infrardečimi senzorji, popolnoma zadostuje.

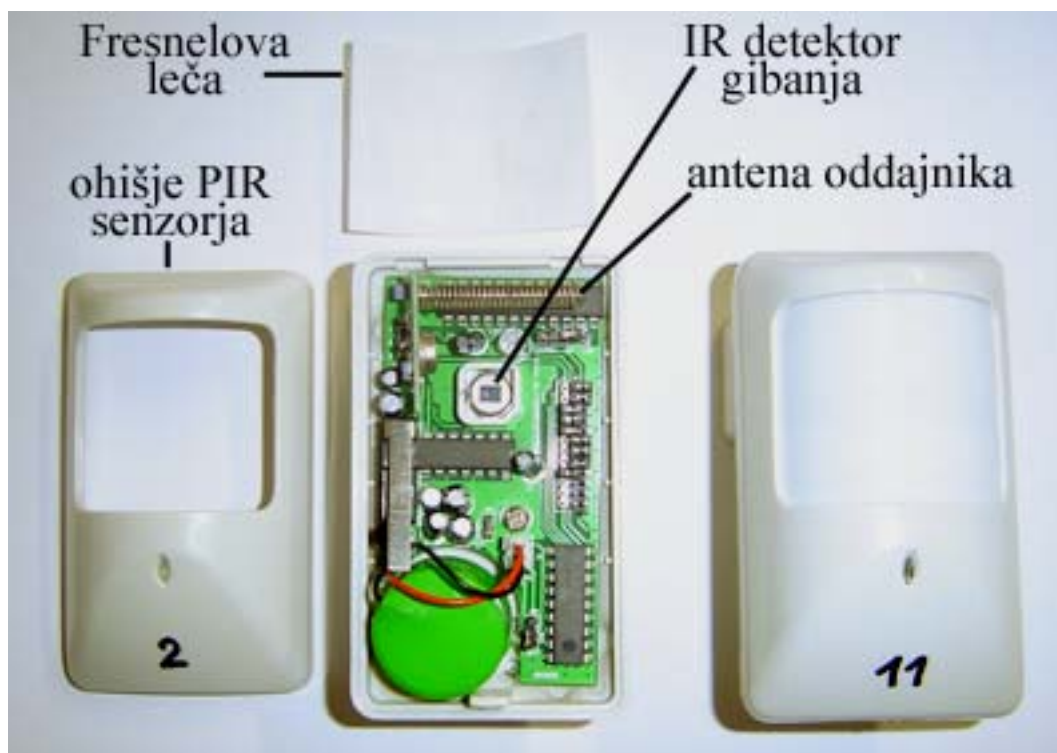
Na vseh treh lokacijah smo hitrost traktorja omejili na 10 km/h ali 2,8 m/s. Gibanje je za odkrivanje živali z infrardečimi senzorji nujno potrebno, saj se ti odzivajo na premike toplotnih teles. Pri preveliki hitrosti traktorja, obstaja verjetnost, da bi se uspešnost odkrivanja prostoživečih živali v travni ruši med košnjo zmanjšala, kot posledica prehitrih premikov IR žarkov na površini PIR detektorja gibanja. Prav tako poskus ne bi uspel, če bi traktor in žival mirovala ali pa bi vozili počasneje od omejene hitrosti. V takšnem primeru IR žarki počasi prehajajo iz enega na drugo polje PIR detektorja gibanja in posledično ne pride do razlik v napetostnem potencialu.

Zaradi ponovljivosti, etičnih in okoljevarstvenih omejitev je bilo potrebno v poskusu uporabiti domačo žival, ki leže na ukaz in kljub neposredni bližini delujočega traktorja miruje. Potrebno je bilo zagotoviti tudi primerno težo živali, v razredu do 5 kg in podobne anatomske značilnosti, ki veljajo za mladiča srnjadi do starosti 21 dni in ostale prostoživeče živali, naprimer poljskega zajca.

V poskusu smo prostoživečo žival ponazorili s psa mešancem (slika 10), ki je v vihu meril 32 cm v višino in tehtal 5 kilogramov. Telesna temperatura, izmerjena v rektalnem predelu z IR termometrom, je znašala 38 °C.



Slika 10: Pes mešanec (foto: Peter Štemberger)



Slika 11: PIR senzorski modul in njegovi glavni sestavni deli (foto: Peter Štemberger)

PIR senzorski moduli, ki smo jih uporabili v poskusu, so bili sestavljeni iz belega ohišja, s čimer smo se izognili pregrevanju PIR detektorja gibanja zaradi sonca in akumulaciji toplote znotraj ohišja. V ohišje je pritrjeno tiskano vezje na katerem je bil pritrjen PIR detektor gibanja, stikalo za vklop in baterija (slika 11).

Mere sprejemne enote znašajo $150 \times 145 \times 40$ mm v širino, dolžino in globino. Gre za preprost sprejemnik (slika 12), ki omogoča področno nastavljanje PIR senzorskih modulov ter programiranje posameznih vhodnih in izhodnih naprav ter funkcij le-teh. Sestavljajo jo belo plastično ohišje, tiskano vezje, antena in kontrolna plošča. Slednja združuje numerično tipkovnico, LED prikazovalnik, sireno, indikator alarma, gumbe za programiranje in zvočnik. V poskusu smo uporabili možnost avtonomnega napajanja, kar pomeni, da električno napajanje sprejemne enote izvira iz lastnega akumulatorja oziroma baterije. Sprejemnik deluje pri nazivni moči 150 do 300 mA in napetosti 9 V enosmernega toka. V časovni dobi do 300 ms po tem, ko je senzor na razdalji do 30 m oddal signal za zaznavo živali, je sprejemna enota sprožila zvočni signal jakosti okoli 120 dB.



Slika 12: Sprejemna enota (foto: Peter Štemberger)

PIR senzorski modul je služil za odkrivanje toplokrvne živali med košnjo in pošiljanje radijskega signala sprejemni enoti. Povezali smo ju z brezžično povezavo na frekvencah $433,92 \text{ MHz} \pm 2 \text{ KHZ}$. Vsak senzor oddaja signal na svoji frekvenci, tako, da pri oddajanju signala večih senzorjev hkrati, ne prihaja do motenj. Domet brezžične povezave PIR senzorskih modulov in sprejemne enote je v našem primeru znašal dobrih 30 m.

V poskusu smo uporabili štiri PIR senzorske module. Namestili smo jih na plastične nosilce, ki omogočajo usmerjanje posameznega PIR senzorskega modula horizontalno in vertikalno. Nosilce smo na traktorsko kabino pričvrstili z dvostranskim lepilnim trakom, na višino približno 2,5 m od tal. Pri vsaki ponovitvi poskusa oziroma poskusni vožnji smo opazovali delovanje vseh senzorjev hkrati. Pred montažo smo PIR senzorske module označili z arabskimi številkami in njihovo označbo uskladili z označbo na sprejemni enoti (slika 12). LED prikazovalnik sprejemne enote nam je omogočil izpis številke oziroma oznake posameznega PIR senzorskega modula ob odkritju prisotnosti živali v travni ruši.

Vplivom toplote motorja na delovanje senzorjev smo se izognili tako, da smo na pokrov motorja traktorja namestili oblogo iz pene, ki je služila kot izolator pokrova motorja.

Da bi zagotovili varnost živali v poskusu, smo pred izvedbo del parcele, širine približno 25 m, prej pokosili. Tako smo ustvarili mejo (ločnico) med pokošenim in nepokošenim delom parcele, kjer je delovni stroj ustavljal. Na osnovi odzivnega časa sprejemne enote in reakcijskega časa voznika ter časa zaviranja traktorja, ki znašajo skupaj okoli 2 sekundi, smo izračunali minimalno razdaljo za varno ustavljanje pri hitrosti 10 km/h. V času dveh sekund je traktor pri dani hitrosti prevozil okoli 5,5 m, kar pomeni, da smo s tem določili minimalno varnostno razdaljo ter kriterij za nastavitev minimalne razdalje odkrivanja živali s čelno namestitvijo PIR senzorskim modulom glede na smer vožnje traktorja. Pri bočni namestitvi senzorjev ta razdalja nima pomena, saj žival v trenutku, ko jo odkrivamo, neposredno ne ogrožamo.

Na pokošenem delu travnika smo na tleh, s hidratiziranim apnom v prašnem stanju, označili vzporedne linije, med katerimi smo napravili meterske razmike (slika 13). Narisano merilo nam je služilo za odčitavanje razdalje traktorja od živali, ko je bil sprožen zvočni signal sprejemne enote in je bila žival odkrita. Na osnovi zabeležene razdalje traktorja od živali, pri zaznavi infrardečega sensorja, in skupnega reakcijskega časa, smo izračunali korigirano razdaljo med traktorjem in živaljo ter ju primerjali. V kolikor sta se razdalji ujemale na 2 metra natančno, kolikor odstopa razdalja dometa posameznega infrardečega sensorja, smo zabeležili uspešno odkrivanje toplokrvne živali v travni ruši.

Gosta travna ruša do določene mere preprečuje oziroma zakriva IR sevanje živali, ki v njej leži. Na delovanje in uspehe pri odkrivanju živali z infrardečimi senzorji bistveno vpliva tudi nastavitev vertikalnega kota PIR senzorskega modula oziroma vpadnega kota IR žarkov na travno površino ali žival. Večji kot je vertikalni vpadni kot IR žarka na žival, manj je IR sevanje živali zastrto z zelinjem in večja je verjetnost, da bo PIR senzorski modul živali odkril. Zato smo se odločili toplokrvne živali v travni ruši odkrivati pod različnimi nastavitvami vertikalnih kotov PIR senzorskih modulov. IR žarki PIR senzorskih modulov št. 1, 2 in 3 so bili usmerjeni na travno površino pod vertikalnim kotom 10, 16 in 22° (preglednica 3), PIR senzorski modul št. 4 pa je bil usmerjen pod vertikalnim kotom 45°.

PIR senzorski moduli drugače zaznavajo različno velike živali na različnih razdaljah. Na krajših razdaljah so učinkoviti praktično vsi tipi PIR senzorskih modulov, na daljših pa morajo biti ti usmerjeni in dovolj občutljivi, da zaznajo manjšo žival. Zato smo se odločili PIR senzorske module nastaviti tako, da so odkrivali živali na različnih razdaljah (slika 13 in 14). PIR senzorski moduli št. 1, 2 in 3 so odkrivali žival na razdaljah 15 ± 2 , 10 ± 2 ter 7 ± 2 m v smeri vožnje traktorja, medtem, ko je PIR senzorski modul št. 4 pregledoval na razdalji 5 ± 2 m, bočno glede na smer vožnje. Na vseh treh lokacijah smo uporabili enotno nastavitev sistema PIR senzorskih modulov. S tremi PIR senzorskimi moduli, št. 1, 2 in 3, smo odkrivali živali postavljene čelno v smeri vožnje traktorja (slika 13), s senzorjem s št. 4 pa smo odkrivali živali postavljene v travno rušo bočno glede na smer vožnje (slika 14).

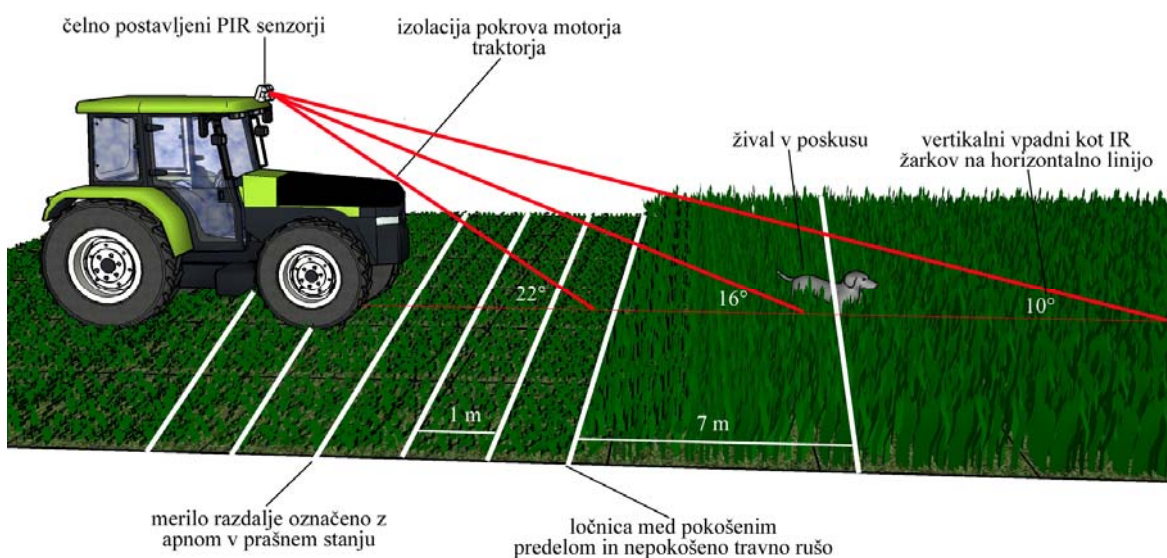
Preglednica 3: Nastavitve vertikalnih kotov in razdalj odkrivanja živali ter način namestitve posameznega PIR senzorskega modula glede na smer vožnje

| Številka senzorja | Postavitev senzorja | Vertikalni vpadni kot IR žarkov senzorja | Razdalja odkrivanja |
|-------------------|---------------------|--|---------------------|
| 1 | čelna | 10° | 15 ± 2 m |
| 2 | čelna | 16° | 10 ± 2 m |
| 3 | čelna | 22° | 7 ± 2 m |
| 4 | bočna | 45° | 5 ± 2 m |

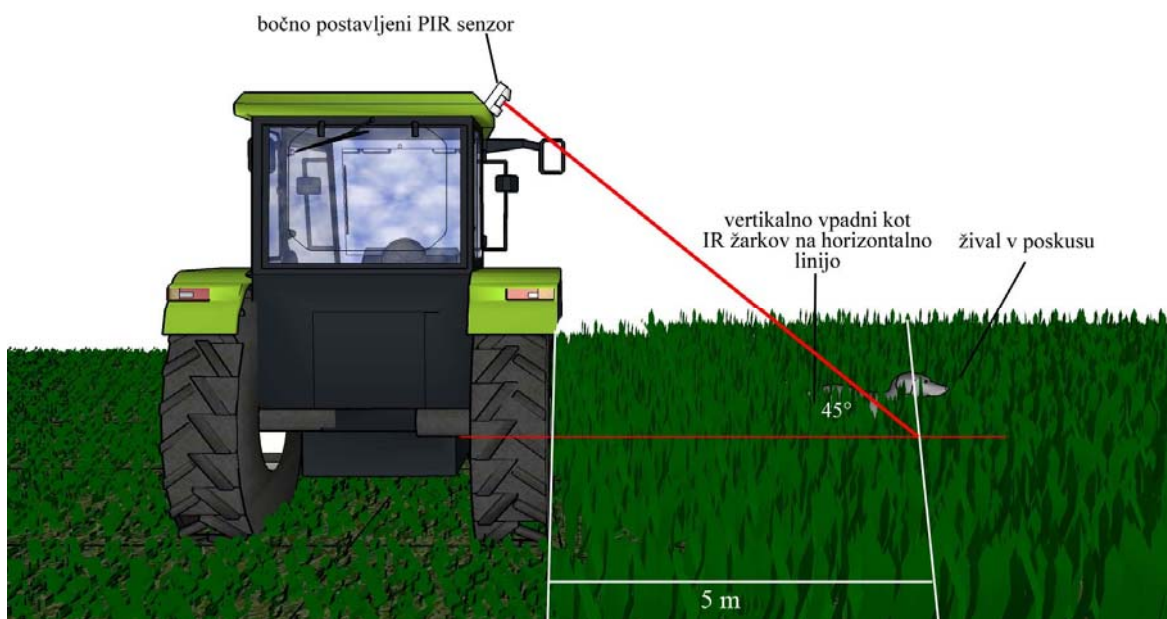
Opravili smo dvajset ponovitev poskusa na vsaki lokaciji. Deset ponovitev smo opravili s čelno namestitvijo treh PIR senzorskih modulov, ki so odkrivali žival pred traktorjem na treh različnih razdaljah (slika 13), prav toliko ponovitev z bočno namestitvijo. Pri ponovitvah poskusa z bočno namestitvijo senzorjev smo žival postavili 3 – 5 metrov od meje med pokošenim delom in nepokošeno travno rušo, pri čelni je bila ta razdalja nekoliko večja in je znašala 7 metrov (varnostna razdalja).

Štemberger P. Varovanje divjadi pred poškodbami med košnjo s pomočjo infrardečih senzorjev na kosilnicah.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko, 2008



Slika 13: Prikaz odkrivanja živali s čelno namestitvijo PIR senzorskih modulov



Slika 14: Prikaz odkrivanja živali z bočno namestitvijo PIR senzorskih modulov

4 REZULTATI

Poskus odkrivanja toplokrvnih živali v travni ruši med košnjo smo opravili s po 20 ponovitvami na vsaki lokaciji, od tega smo 10 ponovitev opravili s čelno in prav toliko z bočno namestitvijo PIR senzorskih modulov glede na smer vožnje traktorja. Pri vsaki od ponovitev smo spremljali zaznavanje senzorjev pri različnih nastavitvah vertikalnih vpadnih kotov IR žarkov (10° , 16° , 22° in 45°) in razdaljah pregledovanja ($2,5 \pm 2$ m, 7 ± 2 m, 10 ± 2 m ter 15 ± 2 m) ter če je bil zvočni signal zaznave PIR sensorja sprožen v območju dometa posameznega PIR senzorskega modula.

Odkrivanje živali z infrardečimi senzorji med košnjo smo opravili v travni ruši visoki 20 - 25 cm, 35 - 45 cm in 55 - 60 cm. Pri vsaki ponovitvi smo omejili hitrost traktorja na 10 km/h ali 2,8 m/s in uporabili isto žival. Temperatura okolja je ob poskusu na dveh lokacijah znašala 20 ter na tretji 21 °C.

V preglednici 4 prikazujemo razlike v uspešnosti odkrivanja živali s sistemom PIR senzorskih modulov v travni ruši različnih višin glede na čelno ali bočno namestitev PIR senzorskih modulov. Uspehe pri odkrivanju smo beležili, ko je vsaj eden od PIR senzorski modulov žival odkril in se je bil oglasil zvočni signal sprejemnika, voznik pa je ustavil pred ali na ločnici med pokošenim delom in nepokošeno travno rušo. Pri čelni namestitvi smo uporabili tri PIR senzorske module, ki so zaznavali živali vsak na svoji razdalji, pri bočni namestitvi smo uporabili enega.

Preglednica 4: Odstotek uspešno odkritih živali glede na čelno ali bočno namestitev sistema PIR senzorskih modulov

| Višina travne ruše | Uspešnost zaznave sistema PIR senzorjev | | | |
|--------------------|---|----|-------|----|
| | Čelno | N | Bočno | N |
| 20 – 25 cm | 70 % | 10 | 100 % | 10 |
| 35 – 45 cm | 30 % | 10 | 100 % | 10 |
| 55 – 60 cm | 10 % | 10 | 90 % | 10 |

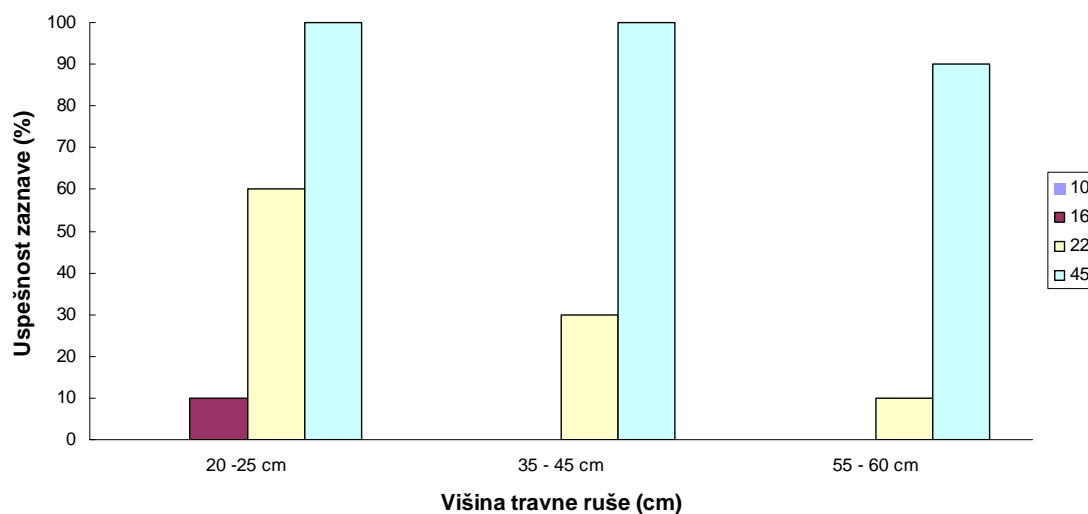
Za najbolj primerne so se izkazali bočno nameščeni PIR senzorski moduli, ki so odkrili vse žival v travni ruši višine 20 - 25 cm. Za prav tako zanesljivo se je bočna namestitev PIR senzorskih modulov izkazala v travni ruši višine 35 - 45 cm. V višji travni ruši (nad 50 cm) pa se je odstotek uspešno zaznanih živali z bočno nameščenimi PIR senzorskimi moduli znižal za 10 %, kar pomeni, da smo uspešno odkrili devet od desetih živali. Pri čelni namestitvi pa se je odstotek uspešno odkritih živali gibal med 10 in 70 %. V travni ruši visoki do 25 cm smo živali uspeli odkriti v 70 % ponovitev. Odstotek uspešno odkritih živali, s čelno nameščenimi PIR senzorskimi modulim, se je drastično zmanjšal v travni ruši višine 35 - 45 cm, ko smo beležili le 30 % uspeh. Za najmanj zanesljivo se je čelna namestitev PIR senzorskih modulov izkazala v najvišji travni ruši, ko nismo beležili odkrite živali (preglednica 4).

V preglednici 5 smo zabeležili število odkritih živali s posameznim PIR senzorskim modulom. S tem smo želeli pokazati, kako razdalje traktorja od odkrivane živali vplivajo na uspešnost odkrivanja, in ugotoviti na kateri razdalji so PIR senzorski moduli dovolj učinkoviti. Največ uspeha smo beležili pri bočni namestitvi PIR senzorskega modula (št. 4), ki je zaznaval na razdalji $2,5 \pm 2$ m. Uspeh pri odkrivanju živali s PIR senzorskim modulom št. 4 je bil dokaj izenačen v vseh treh višinah travne ruše in se je gibal med 90 in 100 %. Največji je bil v travni ruši visoki 20 - 25 cm. Pri čelni namestitvi senzorjev pa smo beležili največji uspeh pri odkrivanju s PIR senzorskim modulom št. 3, ki je odkrival živali na razdalji 7 ± 2 m v 20 - 25 cm visoki travni ruši. S tako nastavitvijo razdalje odkrivanja PIR senzorskega modula smo uspešno odkrili 60 % živali. V travni ruši višine 35 - 45 cm pa smo pri čelni namestitvi PIR senzorskih modulov odkrili žival le s senzorjem št. 3, ki je zaznaval živali na razdalji 7 ± 2 m od traktorja in beležili uspeh v 30 % ponovitev poskusa. PIR senzorski modul št. 3 je uspešno odkril le še 10 % živali v travni ruši visoki 55 - 60 cm. Kot neučinkovita pa sta se izkazala čelno nameščena PIR senzorska modula, ki sta odkrivala žival na razdalji 15 ± 2 m in 10 ± 2 m od traktorja. S slednjim smo le v eni od ponovitev poskusa zaznali žival, v ruši visoki 20 - 25 cm, medtem ko v višji travni ruši nismo beležili uspešnega odkrivanja živali. Senzor št. 1, ki je odkrival živali na razdalji 15 ± 2 m od traktorja, pa ni uspešno odkril žival v nobeni od ponovitev poskusa.

Preglednica 5: Število odkritih živali posameznega PIR senzorskega modula v travni ruši različnih višin

| Višina travne ruše | Številka PIR senzorskega modula | | | |
|--------------------|---------------------------------|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20 – 25 cm | 0 | 1 | 6 | 10 |
| 35 – 45 cm | 0 | 0 | 3 | 10 |
| 55 – 60 cm | 0 | 0 | 1 | 9 |

Na uspešnost zaznave poleg nepojasnjenih vplivov temperature okolice in hitrosti vožnje traktorja vpliva tudi nastavitve vertikalnega kota PIR senzorskih modulov. V nizki travni ruši (do 25 cm) je žival odkrita že na večji razdalji. Pri višji ruši pa je potrebno, za zagotovitev uspeha odkrivanja, PIR senzorske module nastaviti pod večjim vertikalnim kotom. Uspešnost odkrivanja nazorno prikazuje PIR senzorski modul št. 4 v preglednici 5, ki je odkrival pod kotom 45°.



Slika 15: Prikaz uspešnosti odkrivanja posameznih PIR senzorskih modulov glede na nastavitve vertikalnih kotov

Pod večjim kotom se vidno polje površine živali poveča in zastrtost z rastlinjem zmanjša. V nižji travni ruši zadostuje že nastavitve manjšega kota PIR senzorskega modula. Bolj problematična pa so odkrivanja živali pod manjšimi koti v višji travni ruši, saj IR sevanje živali zastira zelenje in žival težje odkrijemo. V kolikor je travna ruša redkejša in ne zastira

živali v popolnosti je mogoče, da bi tudi pri nastavitvi manjšega kota PIR senzorskega modula, žival odkrili. Uspešnost odkrivanja živali s PIR senzorskimi moduli je tako večja pri večjih vertikalnih kotih (slika 15). V poskusu smo uporabili, pri namestitvah PIR senzorskih modulov, štiri različne kote med 10° in 45° . Pri namestitvi PIR senzorskega modula št. 1 pod kotom 10° , nismo odkrili živali v nobeni od ponovitev poskusa. S podobno uspešnostjo odkrivanja živali smo se srečali pri nastavitvi kota 16° , s senzorjem št. 2, s katerim smo uspeli odkriti le 10 % živali v travni ruši visoki 20 do 25 cm. Boljše rezultate pa smo beležili pri odkrivanju senzorjima št. 3 in 4, ki sta bila nameščena pod večjim vertikalnim kotom (22° in 45°). Pri namestitvi PIR senzorskega modula št. 3, pod kotom 22° , smo uspešno odkrili 60 % živali v travni ruši visoki 20 - 25 cm. Odstotek uspešno odkritih živali pa je v travni ruši visoki 35 - 45 cm znašal 30 %, v travni ruši visoki 55 - 60 cm le še 10 %.

PIR senzorski modul nameščen pod vertikalni kot 45° ali bočno postavljen PIR senzorski modul, ki je pregledoval pas travne ruše vzporedno z vožnjo traktorja, se je pokazal za najbolj učinkovitega pri odkrivanju živali v travni ruši. Za učinkovite so se pokazali tudi PIR senzorski moduli, ki so zaznavali pod manjšimi vertikalnimi koti in v nižji travni ruši. V praksi bi bil zaželen zanesljiv način odkrivanja živali v travni ruši s pomočjo infrardečih senzorjev med košnjo, zato bi bilo vredno razmisliti o uporabi kombinaciji bočno nameščenih infrardečih senzorjev in načina košnje »od znotraj navzven«.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Velik odstotek poškodb prostoživečih živali zaradi prometa predstavljajo poškodbe zaradi kmetijske mehanizacije. Obseg poškodb je odvisen predvsem od tipa kmetijske mehanizacije in načina obdelave tal. Od prostoživečih živali so najbolj izpostavljeni mladiči srnjadi (*Capreolus capreolus* L.). Srnjad polega ravno v času košnje travinja za seno, konec maja in v začetku junija. Mladiči se do starosti 3 do 4 tednov skrivajo v travni ruši. Evidence o poškodbah prostoživečih živali so skope, saj se jih kmetovalci bojijo prijaviti ustreznim institucijam zaradi različnih vzrokov, kot so strah pred kaznovanjem, pomanjkanje časa in, najbolj verjetno, odgovornosti. Pristojne institucije ocenjujejo, da je število med košnjo poginulih živali celo večje od števila odstreljenih (Gabrijel, 2008; Krže, 2000).

Za zelo učinkovit način varstva prostoživečih živali med košnjo se je pokazala uporaba infrardeči senzorjev nameščenih neposredno na traktorsko kabino. Ti delujejo na principu zaznave premikov toplokrvnih živali. Veljajo za neinvaziven način varstva prostoživečih živali in so hkrati cenovno ugodna rešitev. Največji strošek predstavlja nabava, samo vzdrževanje pa je preprosto in cenovno nezahtevno, saj imajo infrardeči senzorji življensko dobo tudi do 15 let. Najlažje jih je namestiti na traktorsko kabino, sprejemno enoto pa v kabino traktorja. Tako jih lahko uporabljamo praktično pri vsaki vrsti opravila, kjer je nujna uporaba traktorja, da zavarujemo domače ali prostoživeče živali pred poškodbami.

Konec meseca maja in v juniju 2007 ter v začetku septembra 2008, smo izvedli poskus odkrivanja toplokrvne živali v travni ruši med košnjo s pomočjo infrardečih senzorjev. Ugotavljali smo, kako učinkoviti so infrardeči senzorji pri odkrivanju prostoživečih živali med košnjo v različnih višinah travne ruše, pod različnimi koti in razdaljami odkrivanja živali ter primerjali učinkovitost čelnega in bočnega načina namestitve PIR senzorskih modulov glede na smer vožnje traktorja. Dobljeni rezultati prikazujejo učinkovitost uporabe infrardečih senzorjev pri varovanju prostoživečih živali med košnjo, žetvijo, siliranjem in podobnimi opravili, kjer uporabljamo stroje za obdelavo tal in pridelavo krme.

Poskus odkrivanja prostoživečih živali s PIR senzorskimi moduli smo opravili na treh lokacijah (Ribno pri Bledu, Hraše pri Preddvoru in Ledea vas pri Prekopi). Na vseh treh lokacijah smo poskus izvajali pri podobni temperaturi okolja in hitrosti traktorja, z enako nastavitvijo vertikalnih kotov in razdalje odkrivanja. Ponovitve poskusa smo opravili s tremi različnimi višinami travne ruše (20 do 25, 35 do 45 in 55 do 60 cm) ter s štirimi različnimi namestitvami vertikalnih kotov PIR senzorskih modulov (10, 16, 22 in 45°) ter štirimi različnimi razdaljami odkrivanja (15 ± 2 , 10 ± 2 , 7 ± 2 in $2,5 \pm 2$ m).

Vpliva hitrosti traktorja in temperature okolja smo zanemarili oziroma jih pri dani strukturi podatkov nismo pojasnjevali. Izmerjene vrednosti temperature okolja in hitrosti sta bili po specifikaciji infrardečih senzorjev v mejah sprejemljivega za uspešno zaznavo toplokrvnih živali s PIR senzorsko tehnologijo.

Ugotovili smo, da je uspešnost odkrivanja prostoživečih živali odvisna od višine travne ruše, kota in razdalje zaznavanja ter načina postavitve sistema PIR senzorskih modulov. Infrardeče senzorje lahko uporabimo za odkrivanje večjih živali z maso okoli 5 kg oziroma pri varstvu poljskega zajca (*Lepus europaeus Pallas*) ter srnjadi (*Capreolus capreolus L.*).

Pri odkrivanja prostoživečih živali med košnjo na večjih razdaljah, infrardeči senzorji niso zanesljivi. Infrardeči senzorji so najbolj učinkoviti pri nastavitvi razdalje odkrivanja do pet metrov od traktorja in pri odkrivanju živali v travni ruši, ki ne meri več kot 50 cm v višino.

Večja kot je razdalja odkrivanja, manjši je vpadni kot žarka IR svetlobe živali in obratno. IR sevanje ne prodira skozi zelinje, ki obdaja žival in jo je zato težje odkriti. Večji kot je bil kot pregledovanja, večja je bila uspešnost odkrivanja. Smiselne so nastavitve vertikalnih kotov odkrivanja med 45 in 22°, saj PIR senzorski moduli nastavljeni pod manjšimi vertikalnimi koti, zaradi zastrtosti živali z zelinjem, ne odkrivajo živali zanesljivo. Večji vertikalni koti zmanjšujejo tudi razdaljo odkrivanja, kar je zlasti pri načinu čelne namestitve infrardečih senzorjev in na krajših razdaljah odkrivanja lahko problematično, saj ob upoštevanju reakcijskega časa voznika in ustavljanja, ne moremo zagotoviti pravočasnega ustavljanja traktorja in prostoživečo žival skoraj zanesljivo poškodujemo. Najbolj zanesljiv je bočni način namestitve infrardečih senzorjev, ko pregledujemo pas

travnika tik ob pasu po katerem vozimo. Ne smemo pozabiti, da poznamo več tipov kosilnic in načinov košnje. Smiselno bi bilo uporabiti bočno ali čelno kosilnico in bočno namestitev infrardečih senzorjev v kombinaciji z načinom košnje »od znotraj navzven« ali košnje vzporednih linij, ki ju predlagajo strokovnjaki iz področju lovstva in varstva prostoživečih živali. S takima načinoma košnje naj bi žival prisilili, da se pred traktorjem umakne, v primeru da se to ne zgodi, jo odkrijemo z infrardečimi senzorji in jo obvarujemo poškodb zaradi kmetijske mehanizacije. Infrardeči senzorji so primerni za varstvo živali med košnjo zlasti zato, ker se pri odkrivanju živali ne dotaknemo, ne vplivamo na njeno vedenje ter jo preprosto obidememo.

Uporaba sistema infrardečih senzorjev se je izkazala za zelo učinkovito in cenovno ugodno. V poskusu smo z bočno postavitvijo infrardečih senzorjev v najmanj devetdesetih odstotkih primerov žival obvarovali pred gotovim poginom zaradi poškodb. Z uporabo infrardečih senzorjev ob košnji na vsej kmetijski mehanizaciji, bi tako v letih 2004 do 2008 samo na Dolenjskem obvarovali najmanj 500 mladičev srnjadi in zmanjšali izgube srnjadi in gospodarsko škodo.

Z raziskavo smo v letih 2007 in 2008 ugotovili sledeče:

- da je uporaba infrardečih senzorjev med košnjo neinvaziven in napreden način varstva prostoživečih živali,
- da je uporaba infrardečih senzorjev med košnjo ekonomsko opravičljiv način varstva prostoživečih živali, saj zmanjšamo gospodarsko škodo, ki nastaja s poškodbami prostoživečih živali zaradi mehanizacije,
- da obstaja razlika med številom uspešno odkritih živali v različnih višinah travne ruše,
- da je odkrivanje prostoživečih živali z infrardečimi senzorji najbolj zanesljivo v travni ruši visoki do 50 cm,
- da infrardeči senzorji, ki smo jih v poskusu uporabili, dovolj zanesljivo odkrivajo živali na razdalji do 7 m,

- da je število uspešno odkritih prostoživečih živali z infrardečimi senzorji odvisno tudi od vertikalnega kota namestitve infrardečega sensorja in je največje pri namestitvi sensorja pod vertikalnim kotom 45° ,
- da je bočna namestitev infrardečih senzorjev uspešnejši način varstva prostoživečih živali med košnjo kot čelna,
- da je pomemben tudi način košnje, saj se sistem infrardečih senzorjev najbolje obnese v kombinaciji z že znanim načinom košnje »od znotraj navzven«,
- da je PIR senzorska tehnologija ob upoštevanju navodil za uporabo nezahtevna.

6 POVZETEK

Srnjad (*Capreolus capreolus* L.) polega po večini v konec maja in v mesecu juniju, predvsem na travnikih in njivah, zlasti na meji med kmetijskimi površinami in gozdom. Večina poleganj se zgodi prav na travnikih. Največ poleganj časovno sovpada z intenzivno obdelavo kmetijskih površin, zlasti z obdobjem košnje za krmo prežvekovalcev.

Večina poškodb srnjad utrpi zaradi prometa in kmetijske mehanizacije. Skupno število poškodovanih živali je na nekaterih kmetijskih področjih celo večje od števila odstreljenih. Največ poškodb zaradi kmetijske mehanizacije se zgodi ob uporabi traktorjev, kosilnic in silokombajnov. Najbolj ogroženi so mladiči do starosti okoli treh tednov, ki neposredno nevarnost sicer poznajo, vendar nagonsko mirujejo v travni ruši in ob preteči nevarnosti ne odkrijejo svojega položaja.

Večina tovrstnih poškodb prostoživečih živali se konča s smrtnim izidom. Vrste poškodb mladičev srnjadi in ostalih prostoživečih živali pa so odvisne predvsem od vrste delovnega stroja in načina obdelave kmetijske površine. Kosilnice največkrat poškodujejo mladiča v predelu trupa, vratu ali nog.

Med opisanimi sredstvi in načini uporabe sredstev za preprečevanje poškodb prostoživečih živali smo preizkusili delovanje infrardečih senzorjev, ki jih v državah zahodne evrope uporabljajo že od konca devetdesetih letih prejšnjega stoletja.

Ugotovili smo, da je PIR senzorska tehnologija varuje prostoživeče živali pred poškodbami med košnjo in velja za zanesliv način odkrivanja živali v travni ruši visoki do 50 cm in pri namestitvi senzorja na vertikalni kot 45°. Uporaba PIR senzorskih modulov je pri odkrivanju prostoživečih živali zelo učinkovita razdaljah do 7 m od traktorja. Najbolj zanesljiv način pa je bočna namestitvev infrardečih senzorjev na traktorsko kabino, ki odlično dopolnjujejo že znan način varstva prostoživečih živali- košnjo »od znotraj navzven«.

7 VIRI

Animal repellents. 2008.

<http://www.der-gartenfreund.com/> (12. nov. 2008)

Arnolj M. 2008. PIR senzor. Seminarska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko: 23 str.

Basics of noncontact temperature measurement. 2008.

<http://www.micro-epsilon.com/staticcontent/PDF/optris--basics-infrared-temperature-measurement--en.pdf> (12. nov. 2008)

Bernik R. 2008. »Šarivci in njihova vloga pri varstvu srnjadi«. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (osebni vir, 2. dec. 2008)

Böck C., Pötsch M.E. 2007. Wildtiere vor dem Mahtod schutzen. Landwirt, 7, 10: 16-17

Cvenkel F., Črne A., Hribar H., Jenko V., Kovač S., Krže B., Ramšak M., Simčič V., Simonič A., Šuler P., Šušteršič M., Valentinčič S., Varičak V., Zadnik L. 1980. Slovenski lovski priročnik. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 790 str.

Fresnel lens. 2008.

http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Fresnel_lens.svg (14. nov. 2008)

Gozdnatost. 2008. Zavod za gozdove Republike Slovenije.

<http://www.zgs.gov.si/slo/gozdovi-slovenije/index.html> (14. nov. 2008)

Gabrijel S. 2008. »Izgube srnjadi«. Novo mesto, Zveza lovskih družin Novo mesto (osebni vir, 27. nov. 2008)

Krže B. 1997. Lovec kot kmet in gozdar. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 216 str.

Krže B. 2000. Srnjad. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 271 str.

Milevoj L., Nádesy M., Dancs M., Takocs B., Grmovšek S., Burges G. 1997. Varstvo nekaterih kmetijskih rastlin pred divjadjo v kritičnih fazah izpostavljenosti. V: Zbornik predavanj in referatov 3. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Portorož, 4-5 marec 1997. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 225-232

PIR sensors. 2008.

<http://www.global.com/pirparts/infrared.html> (12. nov. 2008)

Pravilnik o uporabi lovskih psov v loviščih. Ur.l. RS št. 98-10722/02

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200298&stevilka=4897> (14. nov. 2008)

Rak A. 2005. Ugotavljanje učinkovitosti različnih načinov odvrčanja srnjadi (*Capreolus capreolus* L.) in poljskega zajca (*Lepus europaeus* Pallas) od vrtnin. Diplomsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 31 str.

Roe deer: *Capreolus capreolus*. 2008.

http://en.wikipedia.org/wiki/Roe_deer (14. nov. 2008)

Roe deer calf. 2008.

<http://www.glenlivetestate.co.uk/wildlife.html> (14. nov. 2008)

Roe deer repellents. 2008.

<http://yardocity.com/3080006.html> (12. nov. 2008)

Vidrih T., Vidrih M. 1999. Elektroograje: postavitve in vzdrževanje. Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 62 str.

Štemberger P. Varovanje divjadi pred poškodbami med košnjo s pomočjo infrardečih senzorjev na kosilnicah.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko, 2008

Zakon o divjadi in lovstvu. Ur.l. RS št. 17-1577/04.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200416&stevilka=630> (12. nov. 2008)

ZAHVALA

Ob tej posebni priložnosti bi se rad zahvalil mentorju prof. dr. Rajku Berniku za potrpežljivost in dragocene nasvete, recenzentu prof. dr. Andreju Lavrenčiču za svetovanje pri vsebinskih popravkih izdelka ter dr. Nataši Siard in gospe Karmeli Malinger za pomoč pri oblikovanju izdelka.

Zahvala velja tudi očetu in mami, ki sta mi v času študija moralno in finančno stala ob strani ter mojim dekletoma Manci in Meti, ki sta sodelovali pri poskusu. Želel bi se zahvaliti tudi kolegom iz študentskih dni, s katerimi sem preživel res zanimivo obdobje, ki ga ne bom nikoli pozabil.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Peter ŠTEMBERGER

**VAROVANJE DIVJADI PRED POŠKODBAMI MED
KOŠNJO S POMOČJO INFRARDEČIH SENZORJEV
NA KOSILNICAH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008