
FORENZIKA PTICA GRABLJIVICA

UDRUGA SOKOLARSKI CENTAR 2012

**TRULEŽNE PROMJENE NA TIJELIMA UGINULIH PTICA GRABLJIVICA U CILJU
UTVRĐIVANJA VREMENA UGINUĆA I IZRADE PRIJEDLOGA PRAVILNIKA O
POSTUPANJU PRI PRONALASKU UGINULE JEDINKE ZAŠTIĆENE I STROGO ZAŠTIĆENE
VRSTE**

Mendušić A. Emilio, USC, voditelj projekta
Emil Ofner, dr.vet.med. USC, stručni suradnik
Stipe Klisović, USC, pomoćnik voditelja projekta

Po kriteriju razloga za provedbu (Cooper), post mortem analizu možemo svrstati u nekoliko kategorija: 1. Dijagnostička, u cilju utvrđivanja uzroka uginuća, 2. Nadzora stanja zdravlja određene populacije u cilju određivanja podataka o prisutnosti ili odsutnosti ozljeda, parazita i drugih čimbenika koji mogu biti bitni za određivanje zdravstvenog stanja, 3. Forenzička, u cilju utvrđivanja vremena uginuća, okolnosti uginuća i prikupljanja materijalnih dokaza kao osnove za pokretanje pravnog postupka i 4. Istraživačka, u cilju provođenja različitih znanstveno- istraživačkih projekta. Metodologija se razlikuje od kategorije do kategorije ali sve uključuju određivanje vremena uginuća kao osnovnog, bazičnog podatka.

Kao ovlaštena ustanova Ministarstva zaštite okoliša i prirode na poslovima skrbi, liječenja i držanja ptica grabljivica vrlo često smo se susreli sa problemom određivanja post mortem intervala (PMI). Pretragom znanstvene literature nije bilo moguće pronaći podatke o truležnim promjenama kod ptica grabljivica stoga smo se odlučili provesti projekt kojemu je cilj bio pronaći „ključeve“ za određivanje vremena uginuća. Projekt je trajao od rujna 2011 do srpnja 2012. Praćenje truležnih promjena provedeno je na 21 primjerku ptica grabljivica koje je Udruga Sokolarski centar prihvatala kao uginule ili su zbog nemogućnosti izlječenja eutanazirane. Od toga 11 primjeraka Škanjca mišara (*Buteo buteo*), pet primjeraka Sova ušara (*Bubo bubo*), tri primjerka Kopca ptičara (*Accipiter nisus*) i jednog primjerka Orla zmijara (*Circaetus gallicus*). Postupak eutanazije proveden je u skladu sa veterinarskim propisima.

Projekt je sufinanciran sredstvima Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost uz prethodno pozitivno mišljenje Državnog zavoda za zaštitu prirode i Uprave za zaštitu prirode Ministarstva kulture.

1. UVOD

Diljem svijeta provedena su brojna istraživanja kojima je cilj bio odrediti vrijeme uginuća i faze truljenja. Nažalost samo mali broj istraživanja se odnosi na divlje životinje a za ptice grabljivica nikakva istraživanja truležnih promjena nisu provedena. Rezultati istraživanja H.B. Reed (1858), Jerry A. Payne (1965) i Michael D. Johnson (1975) na lešinama svinja i pasa i dalje ostaju relevantni. Reed je proučavajući truležne promjene na tijelima pasa i sukcesiju insekata tijekom godine dana podijelio proces truljenja u četiri faze: Svježa faza, Faza nadimanja (anaerobna faza), aerobna faza i suha faza, mali ostaci tkiva.

Payne je u ljetu 1962 i 1963 proveo istraživanje na tijelima svinja kako bi odredio faze truljenja prema prisutnosti ili odsutnosti insekata. Faze truljenja po Paynu su:

1. Svježa faza koja traje od uginuća pa do nadimanja,
2. Faza nadimanja zbog anaerobnih procesa tragovi krvi se mogu pronaći u nosnicama i/ili u anusu. U ovoj fazi zadah postaja intenzivan.
3. Aktivna faza u kojoj larve insekata penetriraju kroz kožu, a lešina poprima plošni oblik. Zadah kao posljedica enzimske reakcije larvi postaje neugodno jak.
4. Faza uznapredovanog truljenja mala količina svježeg tkiva, zadah postupno nestaje. Na kraju ove faze ostaci tkiva se sasuše.
5. Suha faza, mala količina sasušenog tkiva i kosti.
6. Ostaci, teško razlikovati tranziciju iz suhe faze u fazu ostataka. Zadaha gotovo da i nema. Koža, potkožno tkivo gotovo nestalo. Nekrofilnih insekata više nema.

Payne naglašava da faze truljenja nisu precizno određene i u slučaju kada insekti (*Diptera, Coleoptera*) nisu prisutni teško je odrediti pojedine faze.

Johnson u svojim istraživanja iz 1975 i 1968 na lešinu gleda kao mikro zajednicu u kojoj se kolonizacija insekata odvija utvrđenim redoslijedom ali da redoslijed ima „sezonski“ karakter. Prisutnost i redoslijed kolonizacije insekata nije istovjetna za ljetne i zimske lešine.

Alison Galloway, 1997. provodi istraživanje o procesu truljenja u pustinjskim uvjetima i zaključuje da visoke temperature i mala vlažnost ubrzavaju proces jer insekti imaju malo vremena za polaganje larvi zbog ubrzanog isušivanje tkiva. Ona dijeli faze truljenja na:

1. Svježa fazu
2. Rana faza truljenja
3. Uznapredovala faza
4. Faza skeletonizacije
5. Ekstremnu fazu

Kako bi utvrdila faze truljenja u hladnim klimatskim područjima, Debra A. Komar 1998 provodi istraživanje nad 20 lešina i zaključuje da tijekom ljetnih mjeseci lešina prođe sva faze truljenja u manje od šest tjedana dok u zimskim uvjetima isti proces može trajati do četiri mjeseca.

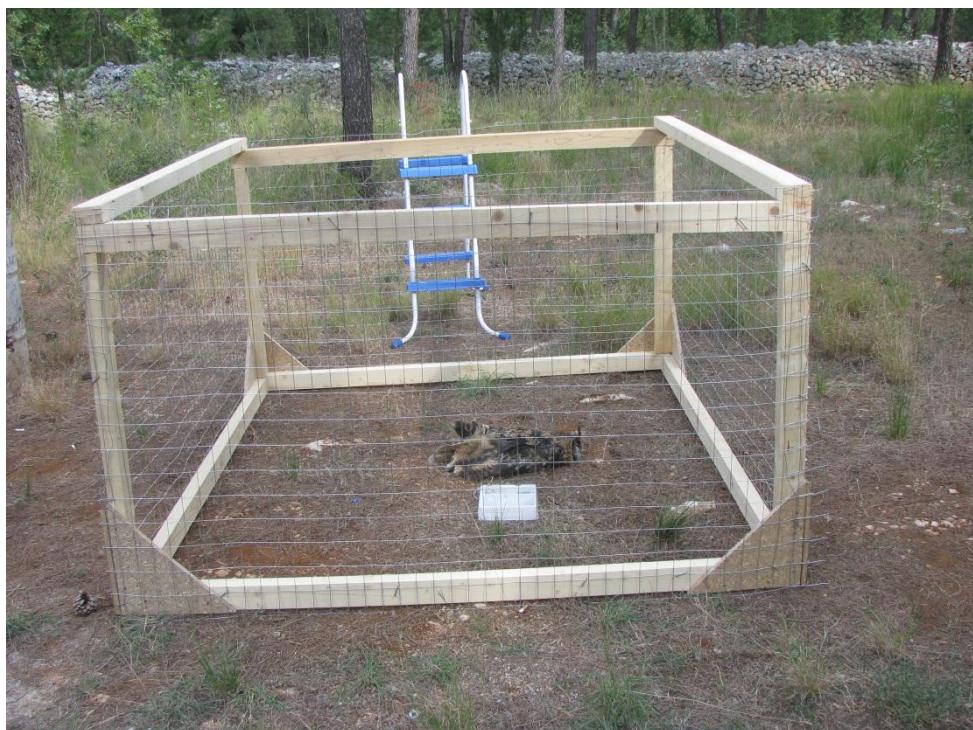
Sažimajući rezultate navedenih istraživanja jasno je da proces truljenja u jednoj klimatskoj zoni ne predstavlja univerzalni model i da se ne može preslikati na neku drugu klimatsku zonu. Istovremeno

prisutnost insekata koji sudjeluju u procesu truljenja treba sagledati sa „lokalnog“ i „sezonskog“ aspekta.

2. MATERIJAL I METODE

Lešine su postavljenu na prostoru u neposrednoj blizini Sokolarskog centru (Dubrava, zaseok Škugori, lokalni naziv područja: Livince) kako bi olakšalo svakodnevno prikupljanje , zabilježba i pohrana uzoraka i podataka. Istraživačko polje nije bilo vidljivo slučajnim šetačima ili posjetiteljima Centra . Na pristupnim putovima i truležnim kavezima vidljivo su bila istaknuta upozorenja o zabrani pristupa. Ukupna površina istraživačkog područja : 1500 m².

Za potrebe istraživanja izgrađena su tri kaveza dimenzija 2m x 2m x 1.5 m. Za oplate kaveza upotrijebljena je pocinčana mreža kako bi osigurala prirodna cirkulacija i spriječila predaciju drugih divljih životinja (čagljevi, škanjci) nad lešinama. Svaki kavez je bio opremljen sa pokretnom meteorološkom stanicom i Taylor termometrom za mjerjenja temperature tla. Izvedba kaveza omogućavala je pomicanje kaveza . Nakon što bi lešina dosegla zadnju fazu truljenja, kavez bi se praznio i premještao na novu lokaciju kako bi se osiguralo da u tlu nema preostalih pupa, te da se tragovi prethodnih i novih lešina ne pomiješaju. Lokacije kaveza: 1(N 5577390, E 4843019), 2(N5577388, E 4843023), 3(N5577393, E4843028), 4(N5577394, E4843035),5(N5577391, E48430359,6(N5577373, E4843047).



Oprema i sredstva:

RTG aparat Siemens SR 90/120

Vaga za mjerjenje težine lešina- Gorenje Prodigy (+/- 5g),

Fotografski aparat: Canon SX100IS,

Meteorološka stanica: Auriol

Taylor digital thermometer

Falcon tube za uzorkovanje insekata,

Qiagen Blood and tissue kit za izolaciju DNK

Qiagen QiaSafe za pohranu DNK uzoraka

Biohit mikropipete

Ultrak KC 5501CP video kamera

Intel-Tm300 laboratorijska vaga

Koncentrirani alkohol (96%) za prezervaciju uzoraka insekata, larvi i pupa.

Sve lešine su postavljane u kaveze neposredno po uginuću , prije postavljanja obavljena su nužna biometrijska mjerena (Prilog1) i zabilježene sve eventualne ozljede ili promjene. Lešine su postavljane u kaveze u položaju koje su imale u trenutku uginuća.

Nakon postave u kaveze za truljenje, svaka lešina je pregledavana jednom dnevno pri čemu su se:

1. Fotografirale i bilježile sve promjene na lešini i oko nje.
2. Bilježili meteo uvjeti *in situ*- temperatura tla, temperatura zraka, relativna vlažnost, oborine.
3. Podaci o meteo uvjetima od najbliže stanice Državnog meteorološkog zavoda kako bi utvrdila moguća razlika u podacima i provjerila mogućnost da se u budućoj rekonstrukciji mogu koristi podaci DHMZ-a.
4. Prisutnost/odsutnost insekata na lešini i u njenoj blizini. Uzorci insekata, larvi i pupa (290 uzoraka)prikupljeni tijekom trajanja projekta poslani su na PMF u Splitu, odjel za biologiju kod doc.dr.sc. Biljane Rađe na identifikaciju
5. Mjerjenje i zabilježba mase lešine.
6. Subjektivna ocjena intenziteta zadaha: 0- bez zadaha, 1-zadah slab, 2-zadah umjeren, 3-zadah umjeren jak 4- zadah jak i 5- zadah vrlo jak.

Kada bi stanje lešine došlo u krajnju fazu truljenja (suhu fazu za jesenske, zimske i rano proljetne lešine, fazu skeletonizacije za proljetne i ljetne lešine) lešina bi se vadila iz kaveza i trajno pohranila.

Vrsta	Oznaka	Datum postave	Datum vađenja	Broj dana u kavezu	Opaske
Škanjac mišar	Buteo buteo	03.09.2011	07.10.2011	34	predacija čaglja
Škanjac mišar	Buteo1	07.11.2011	02.01.2012	56	
Škanjac mišar	Buteo2	05.11.2011	01.04.2012	139	
Škanjac mišar	Buteo3	12.12.2011	28.02.2012	82	
Škanjac mišar	Buteo4	12.12.2011	01.04.2012	111	
Škanjac mišar	Buteo5	19.12.2011	01.04.2012	104	
Škanjac mišar	Buteo6	07.01.2012	01.04.2012	87	
Škanjac mišar	Buteo7	21.01.2012	01.04.2012	71	
Škanjac mišar	Buteo8	01.02.2012	01.04.2012	51	
Škanjac mišar	Buteo9	01.03.2012	01.04.2012	35	
Škanjac mišar	Buteo10	06.04.2012	07.06.2012	61	
Škanjac mišar	Buteo11	07.04.2012	07.06.2012	61	
Sova ušara	Bubo bubo	28.09.2012	07.10.2011	10	predacija čaglja
Sova ušara	Bubo bubo1	11.10.2012	13.10.2011	3	predacija čaglja
Sova ušara	Bubo bubo2	19.10.2012	02.01.2012	76	
Sova ušara	Bubo bubo3	27.01.2012	01.04.2012	63	
Sova ušara	Bubo bubo4	10.05.2012	07.06.2012	29	
Kobac ptičar	KO1	06.11.2011	16.12.2011	40	
Kobac ptičar	KO2	31.12.2011	16.01.2012	16	predacija škanjca
Kobac ptičar	Kobac	28.10.2011	23.12.2011	57	
Orao zmijar	Gallicus	24.09.2012	07.10.2011	14	predacija čaglja

3. REZULTATI

Kod lešina ptica grabljivica ne manifestira se faza nadimanja. Ptice grabljivice nemaju abdominalni šupljinu pa se faza nadimanja tijela uslijed anaerobnih kemijskih procesa ne može manifestirati. Plinovi nastali u tijelu izlaze kroz tjelesne otvore tlak se izjednačuje te se nadimanje ne manifestira. Paynov model truljenja može se upotrijebiti na ptice grabljivice samo ako se izbaci faza nadimanja.

3.1 PROMJENE NA OČIMA

Post mortalne promjene na očima također isključuju fazu povećanje volumena (bulking, exophthalmos) koja se redovito manifestira kod sisavaca kao posljedica anaerobnih procesa i stvaranja plinova u tijelu. Faza depresije prednje očne komore (retraction, endophtalmos) koja se kod sisavaca javlja u uznapredovanoj fazi truljenja kod ptica se manifestira odmah po uginuću. Proces depresij traje 50-55 sati (*Buteo buteo*) nakon čega je oko suho.



Nakon 2 sata



Nakon 3 sata



Nakon 55 sati

Promjene na oku bilježene su u laboratorijskim uvjetima pri temperaturi od 20C bez prisutnosti insekata.



Post mortalne promjene na očima nisu simetrične. Kod oka koje je zatvoreno proces depresije traje dulje i kasnije se manifestira. Pomak u „fazi“ je 1-3 dana. Istovremeno kod oka koje je do tla post mortalne promjene su brže nego kod „gornjeg“ oka.

Isti postupak proveden je za zabilježbu promjena na očima kod sove ušare (*Bubo bubo*). Proces depresije prednje očne komore i sušenje oka trajao je 210 sati.



Nakon 1 sat



Nakon 10 sati



Nakon 26 sati



Nakon 62 sata



Nakon 143 sata



Nakon 170 sati

3.2 RIGOR MORTIS

Neposredno po uginuću dolazi do opuštanja(relaksacije) mišića, nakon opuštanja slijedi ukočenost mišića bez njihovog skraćivanja. U mišićima dolazi do konverzije glikogena u mliječnu kiselinu. Kako se PH smanjuje dolazi do promjena u mišićnoj protoplazmi. U kratkim i malim mišićima rigor mortis se manifestira brže nago u dugim i velikim mišićima. Rigor mortis se definira subjektivno i različiti promatrači mogu imati drugačiju ocjenu. Hladna okolina usporava a topla ubrzava proces ukočenosti. Uobičajene definicije stupnja rigor mortisa (Spitz and Fisher Mediocolegal Investigation of Death) su:

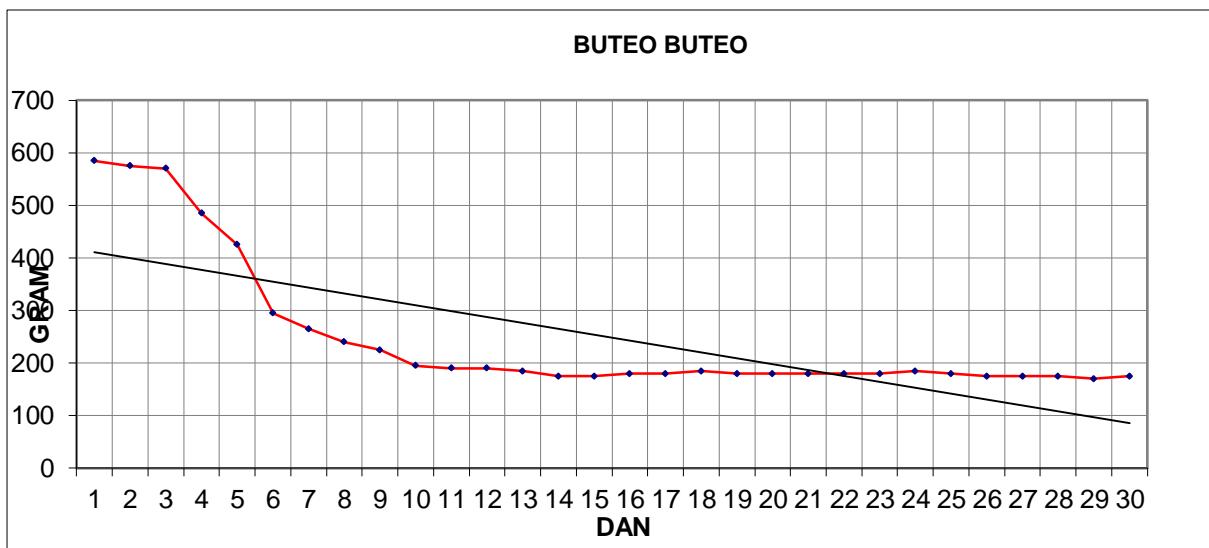
1. Početni
2. Umjereni
3. Uznapredovali
4. Potpuni.

Rigor mortis kod ptica grabljivica traje od 40-46 sati (*Buteo buteo* pri srednjoj temperaturi zraka od 30,5 C uz prosječnu vrijednost relativne vlažnosti od 46%). Ukočenost u mišićima vrata ne prelazi umjereni stupanj, a ukočenost mišića krila popušta brzo. Za određivanje stupnja ukočenosti kod ptica grabljivica referentna je ukočenost mišića nogu (ne stopala). Vremenski uvjeti u okoliš ubrzavaju (vrućina) ili usporavaju proces (hladnoća).

3.3 GUBITAK TEŽINE TIJEKOM PROCESA TRULJENJA

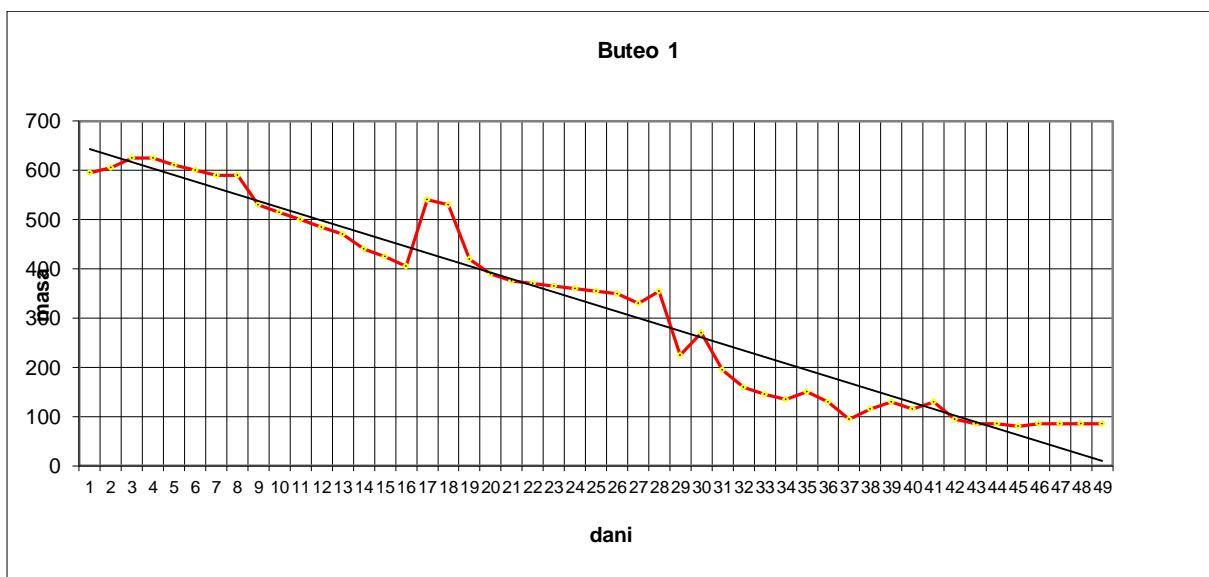
Tijela veće mase, zbog aktivnosti insekata, brže gube tjelesnu brže nego tijela manje tjelesne mase. Proces truljenja kod „ljetnih“ lešina brži je nego kod „zimskih“. Tijekom procesa truljenja u zimskim vremenskim uvjetima leštine izgube 65-72% tjelesne mase i proces truljenja ne dostiže fazu skeletonizacije već proces završava u suhoj fazi. Razlog leži u činjenici da tijekom hladnih perioda godine nema insekata koji se hrane osušenim tkivom (*Dermistidae*) koji uklanjuju ostatke tkiva. Izmjerena vrijednost tjelesne mase leštine može uz prihvatljiva ograničenja biti vrijedan pokazatelj u određivanju faze truljenja leštine, a samim tim i određivanju vremena uginuća.

1.Gubitak mase za *Bubo bubo*



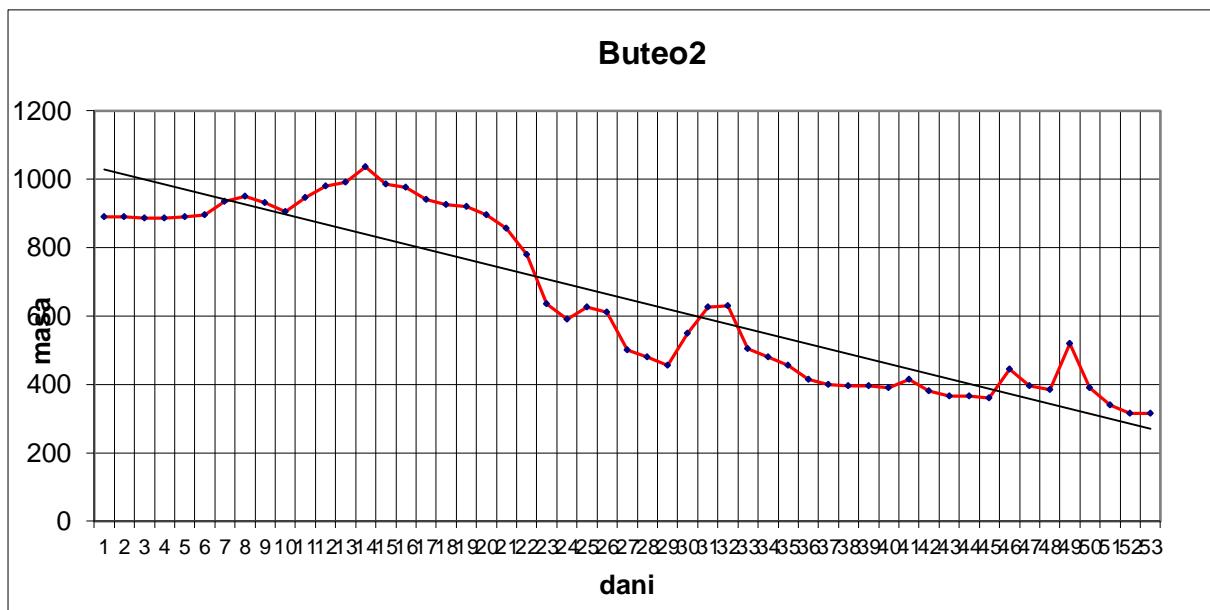
Lešina Bubo bubo izgubila je 70% svoje tjelesna mase u 15 dana i dosegla suhu fazu truljenja nakon čega su promjene u masi bili posljedica apsorpcije vlage iz zraka. Prosječna temperatura zraka 27,3C prosječna vrijednost relativne vlage: 46%. Vremensko razdoblje: 3.rujan 2011- 7.listopada 2011.

2.Gubitak mase za Buteo 1



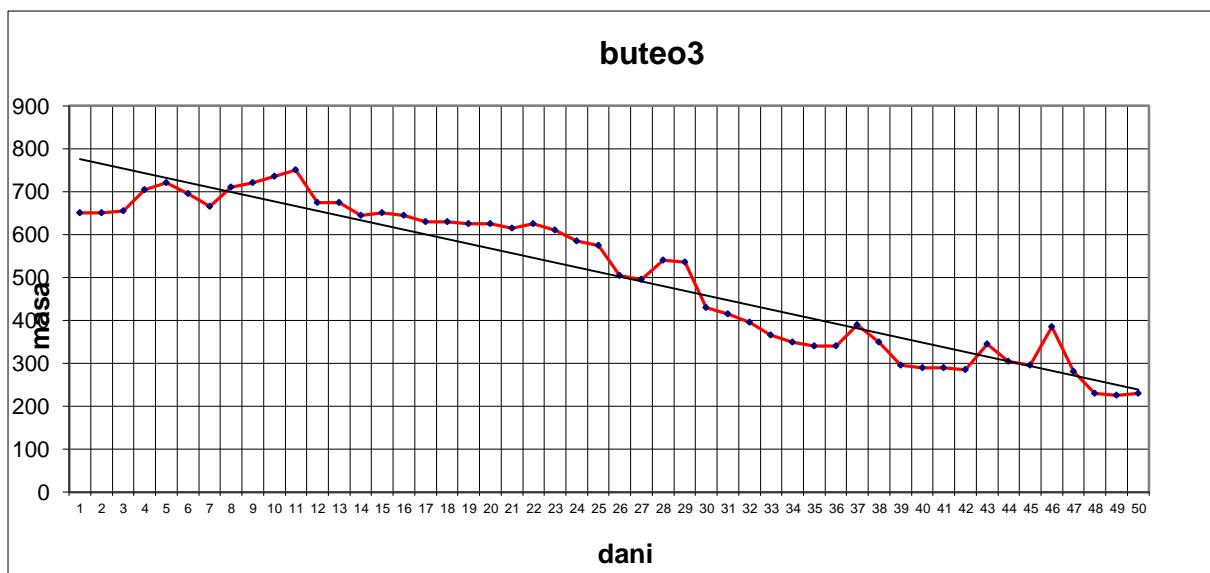
Nagli skokovi u vrijednosti mase u dijagramu su posljedica kiše ili povećane relativne vlažnosti koje pera i tkivo apsorbiraju što se manifestira kao povećana masa. U aktivnoj fazi ovisno o količini preostalog tkiva i pokrivenosti lešine perjem, lešina može apsorbirati 6-19% vlage iz zraka. Prosječna temperatura zraka: 10,9C, prosječna vrijednost relativne vlage: 60,5%. Vremensko razdoblje: 7.studeni 2011-2.siječanj 2012. Lešina Buteo 1 dosegla je suhu fazu truljenja (70% gubitka mase) za 31 dan, a fazu parcijalne skeletonizacije nakon 44 dana.

3.Gubitak mase za Buteo2



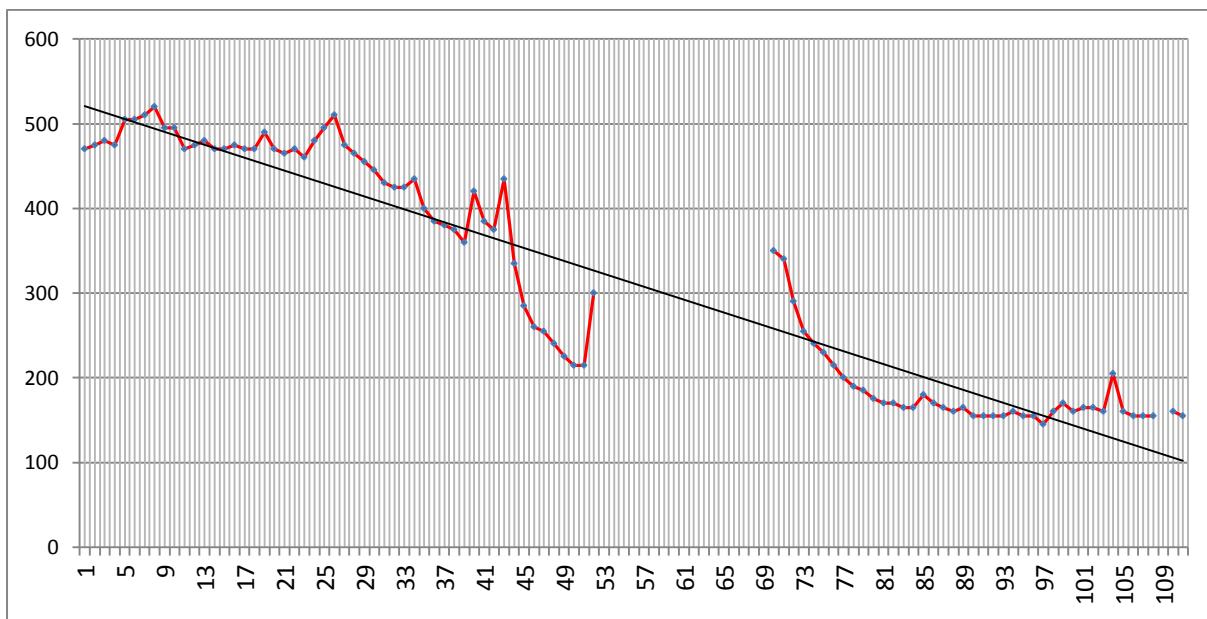
Prosječna temperatura : 9,1C. Prosječna vrijednost relativne vlage: 65,5%. Vremensko razdoblje: 5.prosinca 2011-27.siječnja 2012. „Zimska“ lešina Buteo 2 izgubila je 65% svoje mase i dosegla suhu fazu truljenja nakon 53 dana.

4.Gubitak mase za Buteo 3



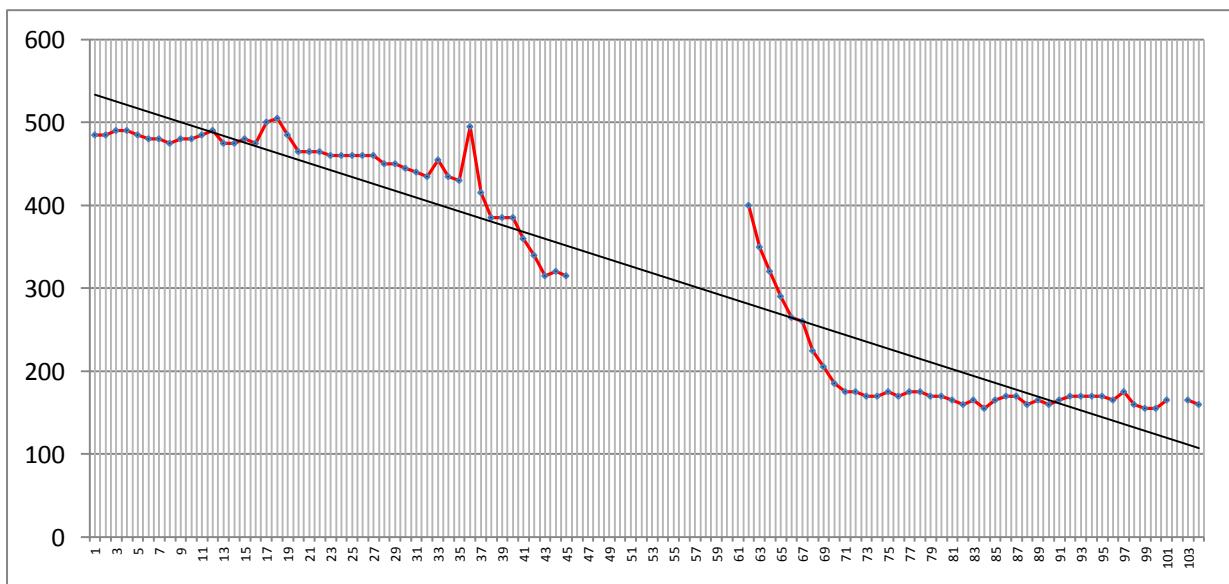
Prosječna temperatura: 8,8C. Prosječna vrijednost relativne vlage: 67%. Vremensko razdoblje: 8.prosinca 2011-27.siječnja 2012. Zimska lešina Buteo 3, 200g manje mase od lešine Buteo 2 dosegla je suhu fazu truljenja (65%gubitka mase) za 50 dana uz gotovo istovjetne okolišne uvjete.

5.Gubitak mase za Buteo 4



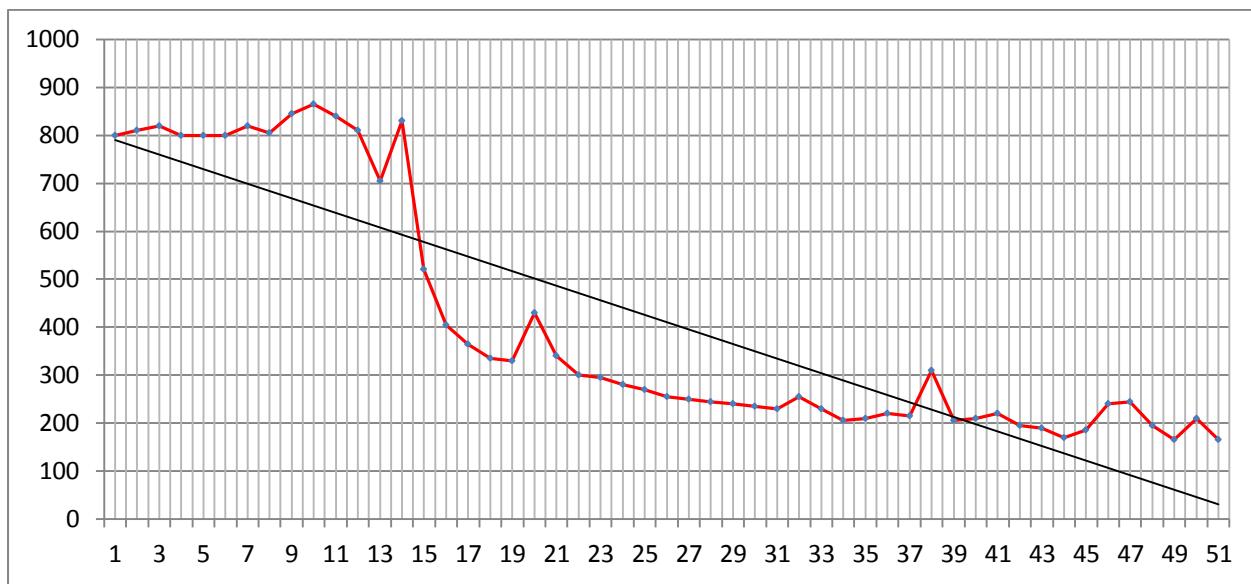
Prosječna temperatura: 8,5C. Prosječna vrijednost relativne vlage: 61%. Vremensko razdoblje: 12.prosinca 2011-1.travnja 2012. Broj dana pod snijegom: 16. Zimska lešina Buteo 4 mase tijela manje od Buteo 3 za 180 g dosegla je suhu fazu truljenja (70 % gubitka mase) nakon 98 dana.

5.Gubitak mase za Buteo5



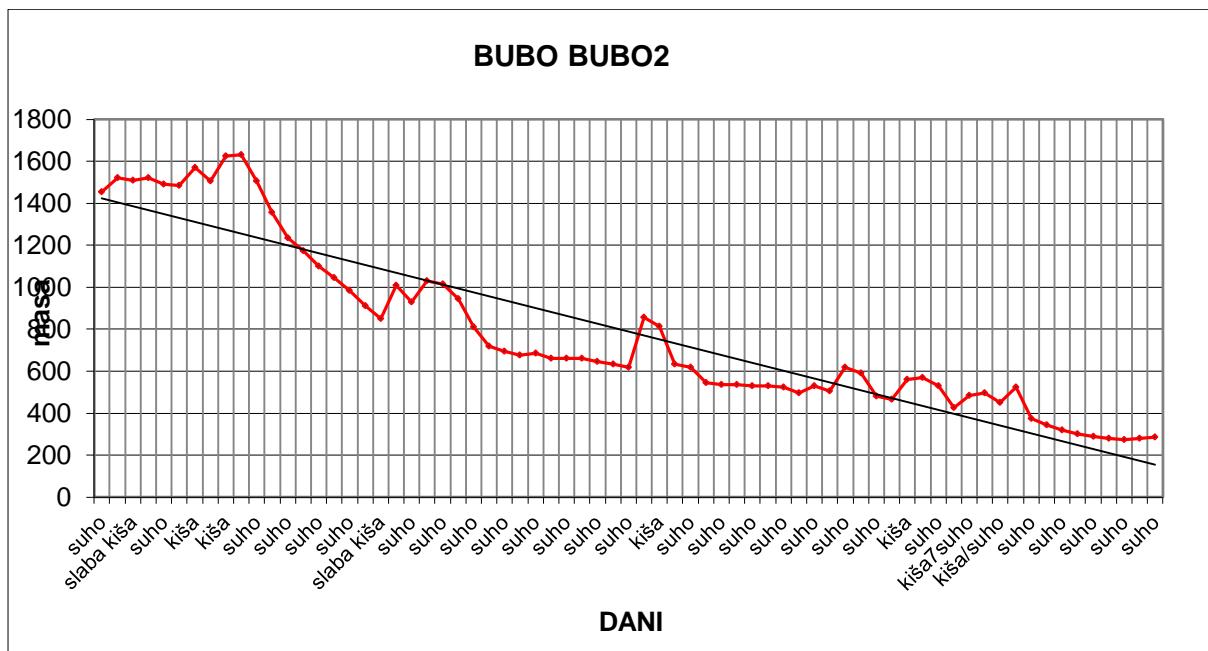
Prosječna temperatura: 6C. Prosječna vrijednost relativne vlažnosti: 85,5%. Vremensko razdoblje: 19.prosinca 2011-1.travnja 2012. Broj dana pod snijegom: 16. Lešina Buto5 dosegla je suhu fazu truljenja za 85 dana uz gubitak mase od 65 %. Linija linearne regresije za Buteo 4 i Buteo 5 gotovo je istovjetna.

6.Gubitak mase za Buteo10



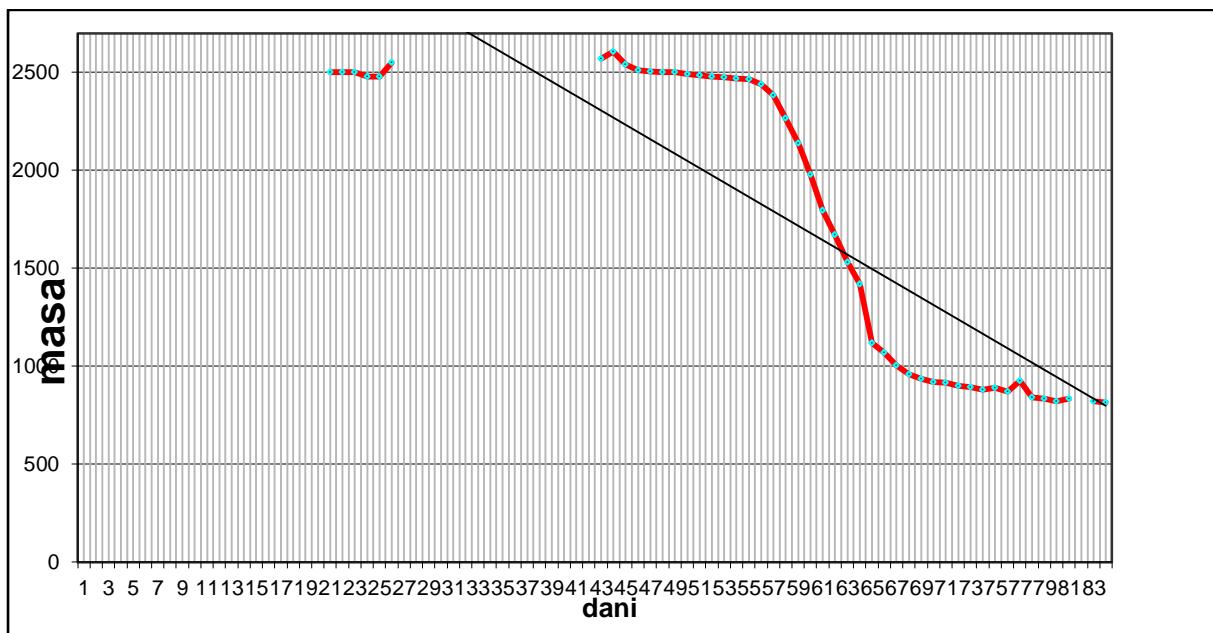
Prosječna temperatura: 19,7C. Prosječna vrijednost relativne vlage: 64,5%. Vremensko razdoblje: 8.travnja 2012-7.lipnja 2012. Proljetna lešina Buteo 10 dosegnula je suhu fazu truljenja nakon 28 dana uz gubitak mase od 70%

7.Gubitak mase za Bubo2



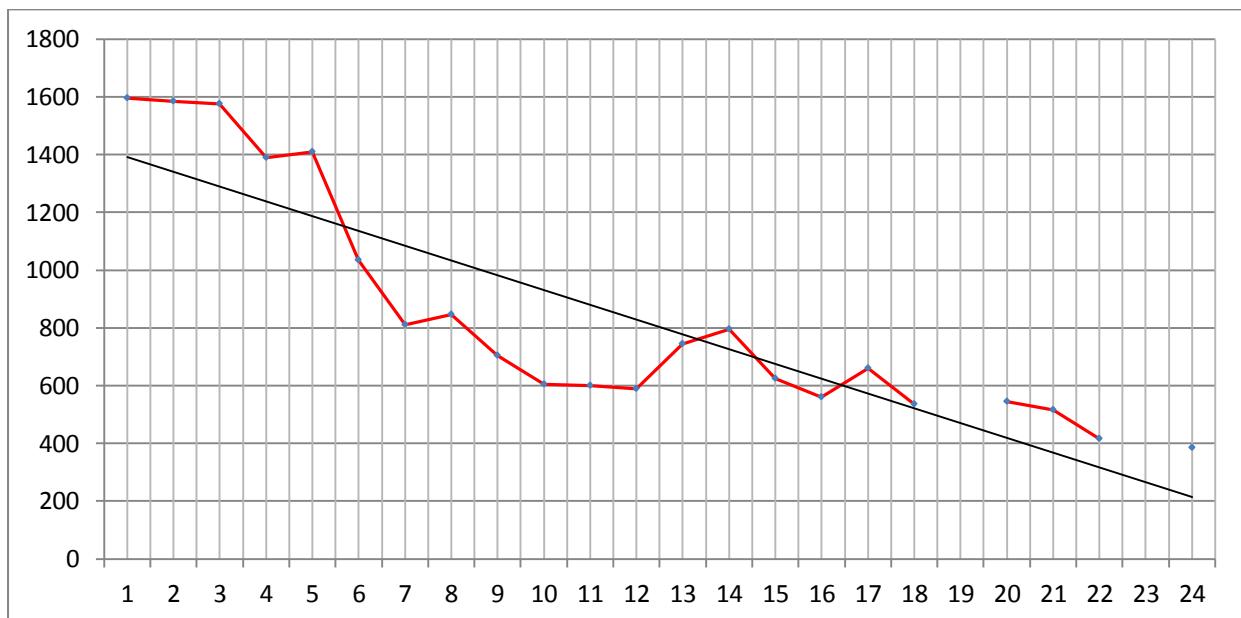
Prosječna temperatura: 19,7C. Srednja vrijednost relativne vlage: 46%. Vremensko razdoblje: 19.listopada 2011-2.sječnja 2012. Jesenska lešina Bubo bubo2 dosegla je suhu fazu truljenja nakon 46 dana uz gubitak mase od 70%.

8. Gubitak mase za Bubo3



Prosječna temperatura: 8C. Srednja vrijednost relativne vlage: 47,5 %. Vremensko razdoblje: 30.siječnja 2012-1.travnja 2012. Broj dana ispod snijega: 16. Prekid krivulje označava vremensko razdoblje pod snijegom: 16 dana. Jesenska lešina Bubo 3 dosegla je suhu fazu truljenja nakon 58 dana uz gubitak mase od 70 %.

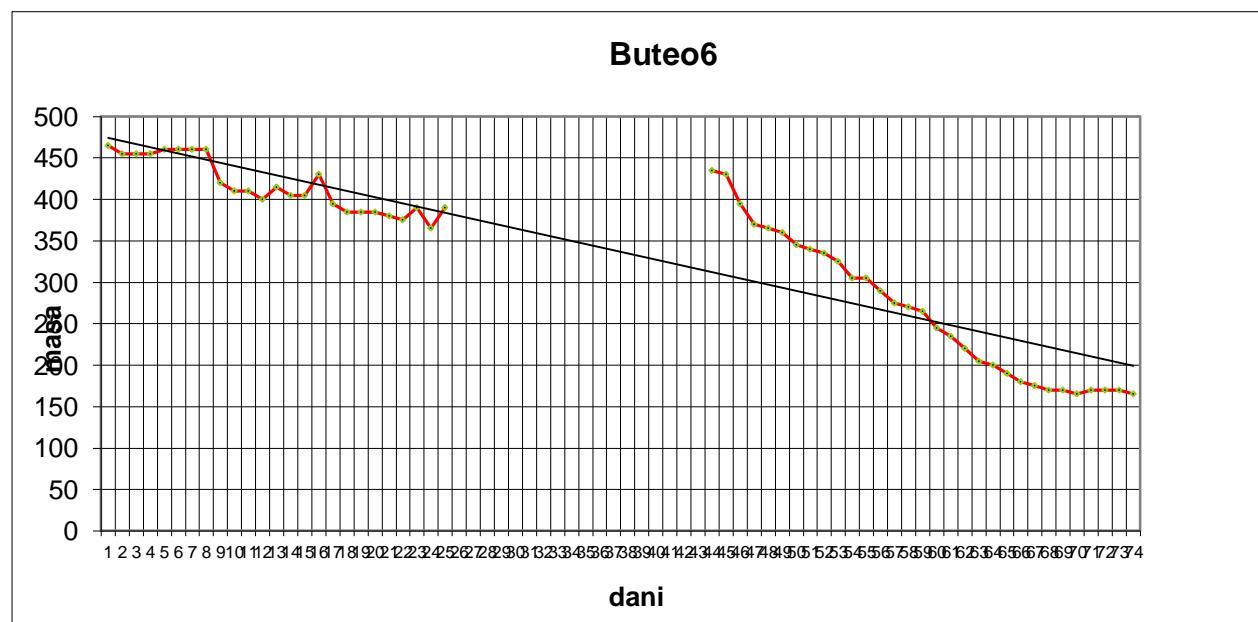
9. Gubitak mase za Bubo4



Prosječna temperatura: 21,5C. Srednja vrijednost relativne vlage: 48%. Vremensko razdoblje: 10.svibanj 2012-7.lipnja 2012. Proljetna lešina Bubo 4 dosegla je suhu fazu nakon 19 dana uz gubitak mase od 70%.

Vremenski uvjeti u okolišu ne utječu direktno brzinu procesa truljenja već mogu biti povoljni i za kolonizaciju insekata čime se proces ubrzava ili nepovoljni čime se proces usporava. Povoljni uvjeti za *Calliphoridae* koji polažu jajašca na površinu tijela su bitno drugačiji nego za *Sacrophagidae* koji polažu svoje žive mlade u tjelesne otvore. U proljetnim i jesenskim lešinama zabilježena je kolonizacija *Diptera* i to *Calliphoridae* i *Sacrophaginae*. Kod temperatura zraka koje su niže od +6c aktivnost *Calliphoridae* zamire dok je aktivnost *Sacrophaginae* i njihovih larvi zabilježena i na temperaturama ispod ništice. Kišna razdoblja čini se da ne prekidaju razvojni ciklus *Sacrophaginae* već ga samo usporavaju. Kod zimskih lešina zabilježena je kolonizacija samo *Sacrophaginae*. Proljetne lešine dostižu stupanj potpune skeletonizacije jer vremenski uvjeti dozvoljavaju razvoj larvi *Dermistidae* koje su odgovorne za potpuni nestanak tkiva na skeletu. Mravi i ostale predatorske vrste insekata na lešini ne djeluju kao ubrzivači procesa truljenja nego kao usporivači jer se hrane larvama muha.

Proces truljenja na primjerku oznake Buteo 6 specifičan je jer nije slijedio uzorak procesa truljenja za zimsku lešinu poput Buteo 4 i Buteo5. Proces truljenja je do desetog dana tekao kako je i uobičajeno, kolonizacija *Sacrophaginae* (Flesh fly) kroz usnu šupljinu i uši i aktivna faza (Payne) truljenja je započela. Desetog dana primjerak *Buteo buteo* otkinio je glavu primjerku označenom Buteo 6 i time je prekinut uobičajeni proces truljenja. Kolonizirani dio lešine nestao je i larve se nisu mogle proširiti na prsno-trbušni dio lešine. Istovremeno preostalo tkivo uslijed vremenskih uvjeta se osušilo što je onemogućilo drugu kolonizaciju *Sacrophaginae*. U predjelu pazuha zabilježene su larve ali je njihov broj i suhoća tijela onemogućila daljnji razvoj larvi. Nakon što se snijeg koji je prekrio lešinu, proces truljenja se može opisati kao proces sušenja i mumifikacije (tijelo zadržava formu, tkivo sasušeno). Nagib linije linearne regresije bitno blaži u odnosu na Buteo4 i Buteo5 uz približno iste okolišne uvjete.





Larve *Sacrophaginae* u usnoj šupljini Buteo 6 (8.dan)

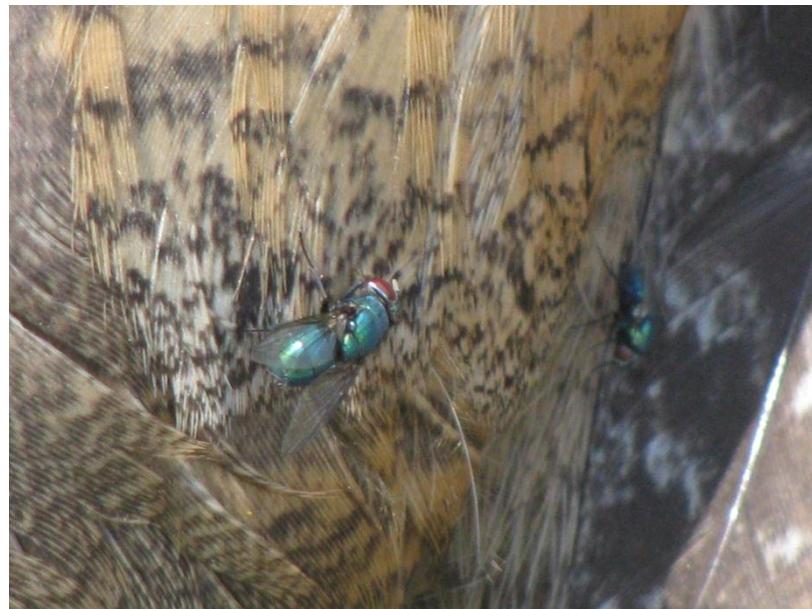


Diptera: *Sacrophaginae* na Buteo6 (7.dan)

U cilju utvrđivanja vremena uginuća (VU) kod pronađenih lešina ptica grabljivica potrebno je koristiti različite modele procesa truljenja koji su određeni vremenom nalaska (ljeto, jesen, proljeće, zima), klimatskoj zoni mesta nalaska (gubitak tjelesne mase prikazan na grafikonima vrijedi za mediteran/sub-mediteran i nije primjenjiv za druge klimatske zone) i insektima tipičnim za područje i klimatsku zonu. „Ometani“ proces truljenja ima drugačiji tijek. Predacija strvinara i drugih životinja nad lešinom kao posljedicu ima da se proces truljenja odvija drugačije i treba primijeniti model prikladan za takve slučajeve.

3.4 ODREĐIVANJE FAZA TRULJENJA

Svježa faza procesa truljenja kod lešina grabljivica započinje trenutkom uginuća i traje dok se aktivnost larvi insekata (Diptera: *Calliphoridae*, *Sacrophaginae*) ne manifestira pojavom mrlje na tijelu od enzimske reakcije (MEA).



Diptera: *Colliphoridae* na perju Bubo4



Tkivo i perje vlažno od enzimske reakcije larvi (*Sacrophaginae*) na glavi Buteo8



Perje vlažno od enzimske reakcije larvi (*Sacrophaginae*), larve u uhu. Buteo 10



Perje i tkivo na lijevoj strani prsa kod Buteo 11 vlažno od enzimske reakcije larvi (*Sacrophaginae*)



Mrlja od enzimske reakcije larvi *Calliphoridae* na prsima Bubo4.

Tijekom svježe faze u procesu truljenja lešina ptice grabljivice izgubi 2% (zimske lešine)-13%(ljetne lešine) svoje mase. Subjektivna procjena intenziteta zadaha je 0 (bez zadaha) do 1 (slab zadah). U uvjetima otvoren prostora. U zatvorenim prostorima zadah lešine može biti intenzivniji.

Aktivna faza u procesu truljenja lešina ptica grabljivica započinje pojavom mrlja od enzimske reakcije larvi insekata a završava ukopavanjem larvi u zemlju i prelaskom u fazu pupacije. Završetak aktivne faze u procesu truljenja karakterizira ukupni gubitak tjelesne mase od 35-45%. Prestaje djelovanje larvi *Diptera* a pojačava se djelovanje i prisutnost drugih insekata.

Tijekom ove faze vidljive su rupture na lešini koje nastaju kao posljedica enzimske reakcije larvi. Kod lešina koje su kolonizirale *Sarcophaginae* rupture su vidljive ispod pazuha, na vratu i u području prsišta. Tkivo je crne do sivo maslinaste boje.



Ruptura u predjelu sternuma kao posljedica enzimske reakcije larvi *Sacrophaginae* na Buteo 7



MEA na tlu ispod primjerka Buteo10.



Ruptura na lijevoj strani prsišta kod Buteo 11

Uznapredovala faza u procesu truljenja lešina ptica grabljivica započinje fazom pupacije larvi *Diptera*. Aktivnost drugih insekata prije svega *Dermistadae* se pojačava. Tijelo gubi fleksibilnost . Mala količina tkiva, djelomična skeletonizacija. Odsustvo zadaha. Na kraju uznapredovale faze truljenja gubitak tjelesne mase lešine je od 65-70%. Na tlu ispod tijela vidljiva je mrlja od enzimske aktivnosti .



MEA na šljunčanom tlu ispod lešine Buteo8



MEA na tlu ispod KO1. Vidljiva je promjena boje borovih iglica iz svjetlo smeđe u tamno plavu boju.

Suha faza truljenja zimskih lešina ptica grabljinica manifestira se kao posljednja faza a karakterizira je ukočenost udova, a tijelo se doima šuplje i prazno. Djelomična skeletonizacija kod primjeraka manje mase. Odsustvo zadaha. Perje je još spojeno sa kostima. Kod ljetnih lešina suhu fazu karakterizira pojačana aktivnost *Dermestidae* koji uklanaju ostatke osušenog tkiva (Slika).



Coleoptera: Dermestidae na stopalu *Bubo*



Djelomična skeletonizacija primjerka KO1 u suhoj fazi truljenja



Primjerak Bubo3 u suhoj fazi. Na perju vidljiva promjena boje uslijed enzimske reakcije larvi.
MEA na tlu izrazito vidljiva.

Faza ostataka. Ljetne lešine dostižu fazu ostataka odnosno potpune skeletonizacije pri čemu je tkivo sa kostiju nestalo, a kosti su žute ili bijele boje.



Kosti stopala primjerka Bubo 4 u fazi ostataka.

Odrediti prijelaz iz suhe faze u fazu ostataka moguće je odrediti odsustvom insekata (*Dermistidea*) i kostima na kojima nema tkiva ili male ostatke tkiva. Masa lešine u fazi ostataka je 15-20% ukupne mase lešine. Zimske lešine koje su ostale preko zime sačuvane od strvinara u proljeće i ljeto su isto tako predmet kolonizacije *Dermistidae*.



Lubanja Bubo4 u fazi ostataka

Kao komparaciju suhe faze i faze ostataka na slici ispod je lubanja Bubo2 u suhoj fazi.



3.5 TRAJANJE POJEDINIХ FAZA TRULJENJA

OZNAKA	SVJEŽA FAZA	AKTIVNA FAZA	UZNAPREDOVALA FAZA	SUHA FAZA	OSTACI	UKUPNO
Buteo buteo	3	5	3	6		40
Buteo1	9	20	14	8		51
Buteo2	20	31	38	28		117
Buteo3	18	23	39	33		113
Buteo4	29	15	30	34		108
Buteo5	35	33	10	35		113
Buteo6	27	30	10	18		85
Buteo7	42	6	6	16		70
Buteo8	43	7	7	6		63
Buteo9	15	8	5	2		30
Buteo10	12	12	10	17		51
Buteo11	13	12	10	15		50
Bubo bubo	6	5	4*			
Bubo bubo1	3*					
Bubo bubo2	10	8	8	5		31
Bubo bubo 3	32	12	13	7		64
Bubo4	2	6	10	3	7	28
KO1	8	4*				
KO2	8	8	10	25	5	56
Kobac	7	4	5	6		22
Gallicus	5	3	2*			

*predacija lešinara

4. REZULTATI

1. Kod ptica grabljivica nadimanje lešine, kao jedne od faza truljenja, se ne manifestira.
2. Kod praćenja patoloških promjene na očima lešina ptica grabljivica nije zabilježena faza nadimanja očiju.
3. Zadah lešina ptica grabljivica je niskog intenziteta osim u aktivnoj fazi kad može dosegnuti razinu 3 (umjereno jak).
4. Proces truljenja u zimskim i ljetnim uvjetima ne odvija se istom dinamikom.
5. Gubitak mase tijekom procesa truljenja pokazuje pravilnost koja se može iskoristiti kao dodatni alat u određivanju vremena uginuća.
6. Zimske lešine rijetko dostižu fazu ostataka (potpune skeletonizacije).
7. Puparij insekata (*Diptera*) uvijek se nalazi ispod tijela uginule životinje. Pupe se u tlu mogu pronaći na dubini od 5-15 cm.
8. Kolonizacija *Sarcophaginae* započinje u tjelesnim otvorima očima i ušima te u području ključne kosti i pazuha odakle penetriraju kroz kožu ili prodiru u tijelo kroz gornje dijelove dišnog i probavnog sustava. Kolonizacija *Calliphoridae* započinje sa površine tijela i larve penetriraju u tijelo aktivirajući enzimsku reakciju.
9. Tijekom hladnih i kišnih razdoblja sposobnost *Calliphoridae* da kolonizira lešinu je bitno smanjena, a na temperaturama koje su niže od 6C gotovo zamire.