

UTJECAJ VJETROELEKTRANA NA POPULACIJE ŠIŠMIŠA

Autori: Ivan Bašić, Ivan Ćurković i Domagoj Lukač

Mentori: Ivanka Stipoljev prof., Mihajlo Lerinc, prof.

**SŠ „Braća Radić“ Kaštel Štafilić
Kaštela**

1. Sažetak rada

Vjetroelektrane, usprkos brojnim pozitivnim stranama, narušavaju prirodna staništa šišmiša i uzrok su njihovih stradavanja. Ovim projektom istraživali smo stradavanje šišmiša tijekom rada vjetroelektrane i atmosferske čimbenike koji potencijalno utječu na stradavanje. Postavili smo hipotezu da su aktivnost šišmiša i njihovo stradavanje u vjetroparku veći pri višim temperaturama ($> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) i većim brzinama vjetra ($> 6\text{ m/s}$) tijekom ljetnih noći. Tijekom srpnja 2014. provedeno je istraživanje na području vjetroelektrane u okolici Trogira. Radili smo prema GLOBE GPS protokolu, GLOBE biološkim i MUC protokolima, linijski smo pretraživali teren oko vjetroagregata, fotografirali stradale šišmiše i bilježili njihov položaj, određivali spol, dob i osnovne morfološke mjere pojedine jedinke. Pronađeno je 10 stradalih šišmiša slijedećih svojti: *Hypsugo savii* (4), *Pipistrellus kuhlii* (3), *Pipistrellus* sp.(1), *Tadarida teniotis* (1) and *Vespertilio murinus* (1). Potvrđeno je da vjetroelektrana smanjuje gustoću populacija šišmiša, naročito onih koje žive na tom području (*H. savii* i *P. kuhlii*). Učestalija su stradavanja šišmiša od barotraume nego uslijed direktnog sudara s elisama VA. Prema našim rezultatima, aktivnost, a time i vjerojatnost stradavanja je manja pri većim brzinama vjetra. Djelatnici vjetroelektrane smatraju da su uvedene mjera ublažavanja rada VA dovela do manjeg stradavanja šišmiša u odnosu na prethodnu godinu.

Summary

Wind turbines, despite numerous positive aspects, disrupt the natural habitat of the bats causing their injuries. With this project, we investigated bat fatalities during wind farm operation and atmospheric factors that potentially influence their injuries. Our hypothesis was: The activity of bats and their killing in the wind power plant are higher at higher temperatures ($> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) and higher wind speeds ($> 6\text{ m/s}$) during the summer nights. In July 2014, a survey was carried out on the wind farm nearby Trogir. We worked according to GLOBE GPS protocol, GLOBE biological and MUC protocols, we searched the area around the wind aggregates in linear transects, photographed the bats, recorded their position, taxa, sex, age and basic morphological measures of individuals. 10 killed bats were found belonging to taxa: *Hypsugo savii* (4), *Pipistrellus kuhlii* (3), *Pipistrellus* sp. (1), *Tadarida teniotis* (1) and *Vespertilio murinus* (1). It has been confirmed that wind power plant reduces the population density of bats, especially those living in that area (*H. savii* and *P. kuhlii*). Bats are killed more with barotrauma, compared to a direct contact with turbine blades. According to our results, the activity and thus the probability of the bat fatalities, are lower in conditions of high wind speed. Wind farm employees presume that introduced wind power plant mitigation measures have led to lower bat fatalities compared to their data for previous year.

2. Istraživačko pitanje/hipoteza

Upotreba obnovljivih izvora energije daje važan doprinos zaštiti prirode i poboljšanju kvalitete života. Energija dobivena iz vjetra ne zahtijeva gorivo za proizvodnju i ne zagađuje zrak. Proizvodnjom električne energije iz vjetra u EU tijekom 2009. godine izbjegnuto je ispuštanje 160 milijuna tona CO_2 , što je ekvivalent smanjenju broja automobila na prometnicama za 25%.

Izgradnjom vjetroelektrana narušavaju se prirodna staništa i gustoća brojnih populacija, naročito šišmiša. Svih 35 vrsta šišmiša do sada zabilježenih na teritoriju Republike Hrvatske, strogo su zaštićene svojte Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13), odnosno Pravilnikom o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13). 17 vrsta nalazi se u Crvenoj knjizi ugroženih sisavaca Hrvatske. Republika Hrvatska potpisnica je i Konvencije o zaštiti europskih vrsta i staništa (Bernska konvencija), Konvencije

o zaštiti migratornih vrsta divljih životinja (Bonska konvencija), kao i Sporazuma o zaštiti šišmiša u Europi (UNEP/EUROBATS).

Zapitali smo se: koji su uzroci stradavanja šišmiša tijekom rada vjetroagregata? Koji atmosferski čimbenici doprinose većoj aktivnosti šišmiša, a time i većoj vjerojatnosti stradavanja šišmiša u vjetroparkovima? U Kaštelima gdje živimo, šišmiši se mogu vidjeti za vrijeme toplih ljetnih noći pri temperaturi ~25°C, bez vjetra ili s malim brzinama vjetra ~ 3-4 m/s.

Učenici su postavili hipotezu da je aktivnost šišmiša, a time i njihovo stradavanje (sudar s elisama vjetroagregata) veća pri višim temperaturama (> 20°C) i većim brzinama vjetra (> 6 m/s) tijekom ljetnih noći.

3. Metode istraživanja

Od 1. do 31. srpnja 2014. provedeno je istraživanje na području vjetroelektrane u okolici Trogira. Izlazili smo na teren svaki dan u ranim jutarnjim satima s ciljem da se smanji utjecaj strvinara na stradale jedinke i dobiju točniji podatci.

U radu su korišteni: GPS uređaj, digitalni fotoaparat, raster, ključ za određivanje šišmiša (Dietz & von Helverson, 2004.) i plastične vrećice. Djelatnici vjetroelektrane ustupili su nam podatke o prosječnoj brzini vjetra te minimalnoj, maksimalnoj i prosječnoj temperaturi zraka. Podatke o mjesečnoj količini oborine (mm) za srpanj 2014. godine na području oko vjetroelektrane dobili smo od DHMZ, Split.

Radili smo prema GLOBE GPS protokolu, GLOBE biološkim i MUC protokolima. Također smo linijski pretraživali teren (ceste, platoe i travnjake) oko vjetroagregata na udaljenosti do 50 m, fotografirali stradale šišmiše, bilježili njihov položaj (smjer i udaljenost s obzirom na lokaciju najbližeg vjetroagregata (VA), određivali svojte, spol, dob i osnovne morfološke mjere ovisno o općem stanju pronađene jedinke. Analizirali smo ima li povezanosti između mjesečne količine oborine (mm) u srpnju 2014. na širem području vjetroelektrane i stradavanja šišmiša.

Na prijedlog zaposlenika u bazi vjetroelektrane, monitoring se obavljao oko 9 vjetroagregata (VA 01, VA 02, VA 03, VA 06, VA 07, VA 10, VA 14, VA 17 i VA 18), jer su oko ovih VA primjetili najveća stradavanja šišmiša u ljeto 2013. godine.

4. Prikaz i analiza podataka

GPS protokolom su određene koordinate prvog i zadnjeg vjetroagregata: VA01: N 43.557639, E16.126091; VA18: N 43.557919, E 16.194837. Koordinate ostalih vjetroagregata se nalaze u rasponu koordinata od 1. do 18. Vjetroagregati su na nadmorskoj visini od 350 do 500 m u submediteranskom vegetacijskom pojasu. Pomoću Modificirane Unescove klasifikacije pokrova, određene su vrste pokrova oko vjetroagregata (GLOBE biološki i MUC protokol, Tablica1).

Tablica 1. Pokrov na istraživanom području i kategorije stupnja preglednosti površine oko vjetroagregata radijusa 50 m.

Table 1. Land cover in the investigated area and category of the visibility of the surface around the wind turbine of a 50 m radius.

Kategorije stupnja preglednosti	Preglednost u svrhu pronalaska šišmiša (%)
Područje najveće preglednosti (ceste, platoi, travnjačka vegetacija (MUC 435))	100
Područje smanjene preglednosti (drveće pokriva 10-40% površine (MUC 431), busenaste trave s drvenastim vrstama (MUC 435))	~10
Područje najmanje preglednosti i teške prohodnosti (miješane vazdazelene i zeljaste formacije) (MUC 313)	0

Grmolika vegetacija i travnjaci visine 20-40 cm pokazali su se kao neadekvatne površine za pretraživanje u svrhu pronalaska stradalih jedinki šišmiša. Stoga je najveći trud uložen upravo u pretraživanje površine najveće preglednosti (ceste, platoi i pokosi) koji prekrivaju oko 60% kružne površine radijusa 50 m.

Pronađeno je 10 mrtvih pretežno odraslih jedinki (Tablica 2): 3 jedinke *Pipistrellus kuhlii* (bjeloruski šišmiš) 2 mužjaka i 1 ženka, 1 jedinka *Pipistrellus* sp. neodređena zbog stanja leša, 4 jedinke *Hypsugo savii* (primorski šišmiš) 2 mužjaka i 2 ženke, 1 jedinka *Vespertilio murinus* (dvobojni šišmiš) neodređenog spola zbog stanja leša i 1 jedinka *Tadarida teniotis* (sredozemni slobodnorepac), ženka.

Tablica 2. Podaci o pronađenim stradalim šišmišima od 1. 07. do 31.07. 2014.

(VA – vjetroagregat, N – neodređen spol, Ž – ženka, M – mužjak, J – juvenilna, SA – subadultna, A – adultna jedinka, M - mrtav)

Table 2. Data on killed bats from 1. 07. to 31.07. 2014

(VA - wind aggregate, N - unspecified sex, Ž- female, M - male, J - juvenile, SA - subadult, A - adult, M - dead)

Datum	Vrijeme	Oznaka VA	Udaljenost od VA (m)	Smijer	Rod	Vrsta	Spol	Dob	Stanje
01.07.	9:40	VA14	15	E	<i>Pipistrellus</i>	<i>Pipistrellus</i> sp.	N	J	M
09.07.	7:52	VA01	7	NW	<i>Pipistrellus</i>	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Ž	SA	M
24.07.	9:23	VA03	16	SW	<i>Hypsugo</i>	<i>Hypsugo savii</i>	M	SA	M
24.07.	9:45	VA01	15	SE	<i>Pipistrellus</i>	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	M	A	M
25.07.	08:10	VA03	8	SW	<i>Vespertilio</i>	<i>Vespertilio murinus</i>	N	SA	M
25.07.	09:30	VA17	22	SW	<i>Tadarida</i>	<i>Tadarida teniotis</i>	Ž	A	M
26.07.	12:30	VA17	20	SW	<i>Hypsugo</i>	<i>Hypsugo savii</i>	Ž	A	M
27.07.	16:45	VA02	25	NE	<i>Pipistrellus</i>	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	M	A	M
27.07.	17:05	VA07	5	SE	<i>Hypsugo</i>	<i>Hypsugo savii</i>	Ž	A	M
28.07.	07:50	VA01	7	NW	<i>Hypsugo</i>	<i>Hypsugo savii</i>	M	A	M

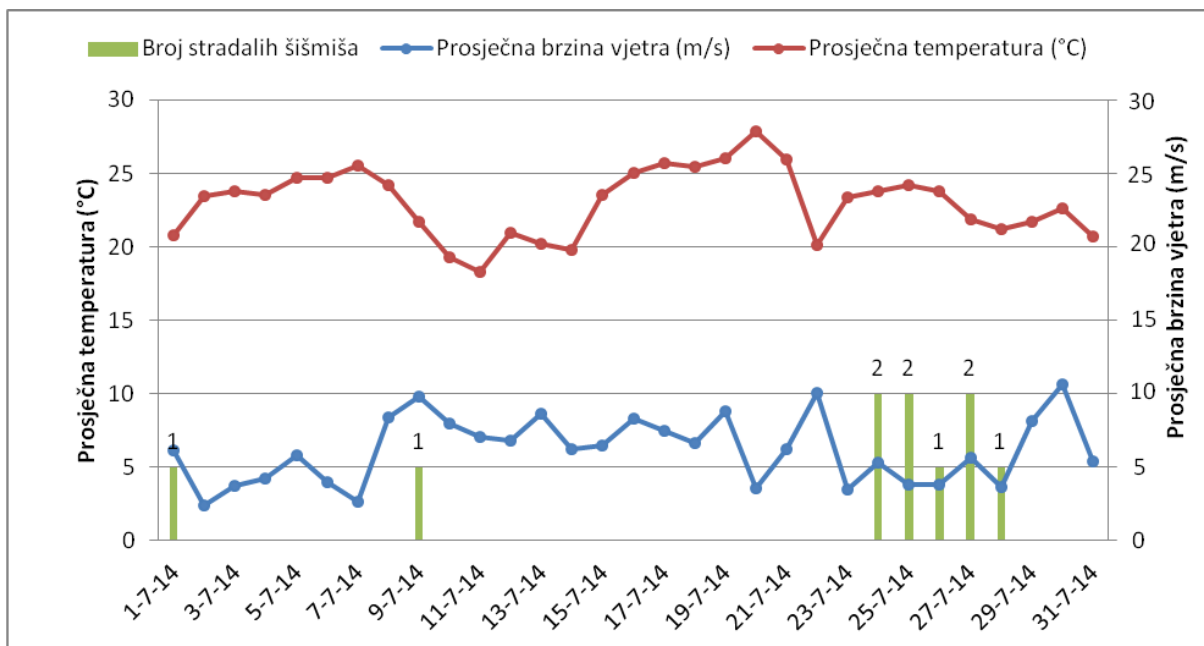
Najveća stradavanja šišmiša smo zabilježili u drugoj polovini srpnja (Tablica 2). Razlozi zbog kojih dolazi do stradavanja šišmiša tijekom rada vjetroagregata su presijecanje migracijskih koridora šišmiša, privlačenje šišmiša povećanom aktivnošću kukaca ili percepcija vjetroagregata kao mogućeg skloništa, dezorijentacija elektromagnetskim poljem, ograničenje eholokacije, sudar s elisama vjetroagregata (EUROBATS 2012, 2013), barotrauma (uslijed naglog pada tlaka u blizini elisa dolazi do dekompresije što uzrokuje barotraumu šišmiša - hiperekspanziju i pucanje šišmiševih pluća (Cryan i Barclay 2009.).

U ovom istraživanju pronađeno je 6 jedinki bez vanjskih ozljeda, 3 jedinke s vanjskim ozljedama i 1 jedinka kod koje nije utvrđen način stradavanja jer je leš bio suh i star par dana.

U radu su korišteni podaci o prosječnim brzinama vjetra desetominutnih intervala tijekom noći dobiveni od zaposlenika u bazi vjetroelektrane, izmjereni tijekom noći na lokaciji vjetroelektrane od 1. do 31. srpnja 2014. (Slika 1), na mjernom stupu 80 m iznad tla. Najniža srednja brzina vjetra (3 m/s) izmjerena je 2. srpnja a najviša (10.6 m/s) 30. srpnja 2014.

Iz srednjih dnevnih temperatura zraka dobivena je srednja mjesečna temperatura zraka 22.3 °C. Najniža srednja dnevna temperatura je bila 17.6 °C (11. srpnja), a najviša 28 °C (20. srpnja 2014.).

Od ukupno 10 mrtvih jedinki šišmiša, 8 jedinki je stradalo pri temperaturi zraka 21-24°C i manjim brzinama vjetra (4-5 m/s) (Slika 1).

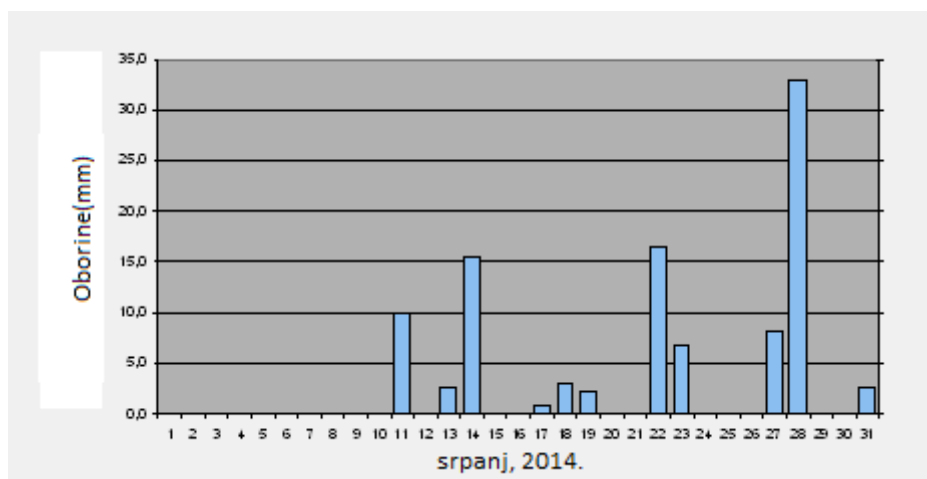


Slika 1. Usporedba prosječne brzine vjetra i temperature zraka s brojem stradalih šišmiša u srpnju 2014. na području vjetroelektrane (okolica Trogira)

Picture 1. Comparison of the average wind speed and air temperature with the number of bats which died during July 2014 in the area of the wind power plant (near Trogir)

Stradavanja šišmiša u srpnju 2014. su prema osobnom zapažanju zaposlenika vjetroelektrane i slučajnih prolaznika, berača ljekovitog bilja, višestruko manja u odnosu na isto razdoblje 2013.

U promatranom razdoblju je bilo 13 vedrih i 18 oblačnih dana, 11 dana s oborinama, dok je mjesečna količina oborine na širem području vjetroelektrane iznosila 101 mm (DHMZ Split) (Slika 2). U razdoblju oblačnih dana s oborinama i s prosječnom brzinom vjetra većom od >5m/s nije bilo stradavanja šišmiša (Slika 1, Slika 2).



Slika 2. Količina oborine (mm) u srpnju 2014. na području vjetroelektrane (okolica Trogira)

Picture 2. Rainfall (mm) in July 2014 in the area of the wind power plant (near Trogir)

Od zaposlenika doznajemo da su u 2014. uvedene mjere ublažavanja rada VA u vrijeme vršnih aktivnosti šišmiša što podrazumijeva uključivanje turbine na brzinama vjetra iznad 5.5 m/s što je

također vjerojatno doprinijelo manjem stradavanju šišmiša. Naime, upravo do tih brzina vjetra najveća je i aktivnost šišmiša, a time i njihova stradavanja (EUROBATS 2013).

5. Rasprava i zaključci

Analizom prikupljenih podataka tijekom monitoringa faune šišmiša na području vjetroelektrane u razdoblju od 1. do 31. srpnja 2014., stradavanja šišmiša zabilježena su uz 6 vjetroagregata (VA 01, VA 02, VA 03, VA 07, VA 14, VA 17) od ukupno 9 oko kojih se obavljalo pretraživanje. Najveća stradavanja su bila u drugoj polovini srpnja, pretežno odraslih jedinki. Naime, mladi se rađaju krajem svibnja/početak lipnja, a neovisni postaju krajem srpnja/kolovoza (EUROBATS 2013).

Ukupno je pronađeno 10 stradalih šišmiša slijedećih svojti: *Hypsugo savii* (4), *Pipistrellus kuhlii* (3), *Pipistrellus sp.*(1), *Tadarida teniotis* (1), *Vespertilio murinus* (1). S obzirom da su najviše stradavale vrste *Hypsugo savii* i *Pipistrellus kuhlii* pretpostavlja se da nisu ovdje u preletu, već su tu „udomaćene“, stvaraju porodične kolonije na obližnjim staništima odakle u potrazi za hranom prolaze vjetroparkom i stradavaju. Podatak o malom broju pronađenih jedinki *Vespertilio murinus* (1) i *Tadarida teniotis* (1) ukazuje na povremen prelet ovih vrsta preko ovih područja tijekom migracija. Iz navedenog je vidljivo da vjetroelektrana smanjuje gustoću populacija šišmiša, naročito onih koji žive na tom području.

Potvrđeno je veće stradavanje šišmiša (6 jedinki) od barotraume (cjelovit leš bez vanjskih ozljeda) (Cryan i Barclay 2009.), nego od direktnog sudara s elisama VA (3 jedinke s vanjskim ozljedama), dok za jednu jedinku koja je pronađena prvi dan istraživanja nije bilo moguće utvrditi način stradavanja jer je leš bio suh i star par dana.

Prema našim zapažanjima, šišmiši su stradavali pri manjim brzinama vjetra (4-5 m/s) zbog čega pretpostavljamo da je vjerojatnost stradavanja manja pri većim brzinama vjetra, što je suprotno od naše hipoteze. Stradavanja šišmiša su zabilježena pri temperaturi zraka od 21-24 °C. Aktivnost šišmiša, a time i vjerojatnost njihovog stradavanja često se povećava s porastom temperature zraka (Hein i sur. 2011.). Porast aktivnosti tada je vjerojatno i posljedica porasta aktivnosti kukaca, kao glavnog izvora hrane za šišmiše.

Na temelju dobivenih rezultata istraživanja u srpnju 2014. te osobnog zapažanja zaposlenika i slučajnih prolaznika vjetroparkom, pretpostavljamo da je na području vjetroelektrane zabilježeno smanjeno stradavanje šišmiša u odnosu na srpanj 2013. godine zbog uvedenih mjera ublažavanja rada VA.

Smatramo da bi se trebalo uvesti i isključivanje turbina u sumrak (1-2 sata) kada su šišmiši najaktivniji što bi smanjilo stradavanje šišmiša, uz male gubitke za kompanije koje upravljaju turbinama (EUROBATS 2013).

Ovim kraćim istraživanjem, pokušali smo odgovoriti na istraživačka pitanja i došli do određenih spoznaja. Trebalo bi provesti temeljita i dugotrajnija istraživanja da bi se točno odredilo koji čimbenici utječu na veće stradavanje šišmiša oko vjetroelektrana.

6. Literaturni izvori

Literatura

1. Antolović J., E. Flajšman, A. Frković, M. Grgurev, M. Grubešić, D. Hamidović, D. Holcer, I. Pavlinić, N. Tvrtković i M. Vuković (2006): Crvena knjiga sisavaca Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
2. Cryan P.M. i R.M.R. Barclay (2009): Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90(6): 1330-1340.
3. Dietz C. i O. von Helvesen (2004): Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronic publication. Version 1.0. Tuebingen & Erlangen, Germany. (lipanj, 2014.)
4. Hein C.D., M. R. Schirmacher, E.B. Arnett i M.M.P. Huso (2011): Patterns of pre-construction bat activity at the proposed Resolute Wind Energy Project, Wyoming, 2009–2010. A final project report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas,

USA.

5. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva i APO d.o.o (2010): Smjernice za izradu Studija utjecaja na okoliš za vjetroelektrane za faunu ptica i šišmiša.

Internetske stranice

1. EUROBATS (2013): Report of the IWG on Wind Turbines and Bat Populations. 18th Meeting Of the Advisory Committee, Sofia, Bulgaria, http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/Advisory_Committee/Doc_AC18_6_Report_IWG_Wind_Turbines_0.pdf (srpanj, 2014)
2. Ministarstvo kulture Republike Hrvatske i Državni zavod za zaštitu prirode (2010): National Report Croatia, UNEP EUROBATS Agreement. www.eurobats.org/documents/pdf/MoP6/Inf_MoP6_14_NatRep-Croatia.pdf. (srpanj, kolovoz 2014.)
3. www.GLOBE.gov , <http://globe.pomsk.hr/> (pristupljeno 2014.-2016.)