

**REZULTATI PRAĆENJA STANJA FAUNE ŠIŠMIŠA U PRVOJ GODINI  
NAKON IZGRADNJE NA LOKACIJI VJETROELEKTRANA  
„VELIKA POPINA“ („ZD-6“)**



**dr. sc. Igor Pavlinić**  
**Maja Đaković, prof. biol.**  
**Zagreb, 15.02.2013.**

## SADRŽAJ

1. UVOD	3
2. METODE ISTRAŽIVANJA	3
2.1. Metoda transekta bat-detektorom	3
2.2. Metoda kontinuiranog snimanja aktivnosti šišmiša - Batcorder	4
2.3. Metoda hvatanja mrežama	6
2.4. Vizualno promatranje	6
2.5. Utvrđivanje smrtnosti	6
2.6. Obilazak poznatih kolonija	7
2.7. Prikaz rezultata	7
3. REZULTATI TERENSKIH ISTRAŽIVANJA	7
3.1. Rezultati kontinuiranog praćenja	7
3.2. Rezultati utvrđivanja smrtnosti	27
3.3. Rezultati obilaska kolonija	29
3.4. Rezultati vizualnog promatranja	30
4. ANALIZA PRAĆENJA OMETANJA/GUBITKA SKLONIŠTA I STANIŠTA	30
5. NASTAVAK PRAĆENJA STANJA I DODATNE MJERE ZAŠTITE	31
6. LITERATURA	34

## 1. Uvod

Velika je vjerojatnost da će se uvjeti za šišmiše promijeniti na određenoj lokaciji nakon izgradnje vjetro parka. Moguće je da toranj učini lokaciju privlačniju šišmišima zbog kukaca koji se na njemu akumuliraju zbog njegove visine (Rydell et al. 2010) ili boje (Long et al 2010). Takve utjecaje je vrlo teško ako ne i nemoguće predvidjeti. Rješenje za lokacije na područjima koja su potencijalno visokog rizika (npr. blizu linearnih elemenata okoliša, u područjima prisutstva rijetkih i ugroženih vrsta čiji je odgovor na promjene teško predvidjeti na osnovu istraživanja u fazi prije građenja) je program ublažavanja utjecaja. Više od povremene pojave mrtvih šišmiša treba dovesti do mjera ublažavanja u određenim uvjetima (Rydell et al. 2012).

Na osnovu istraživanja i analize faune šišmiša na lokaciji vjetroelektrana "ZD\_6" uspostavljeno je praćenje stanja tijekom korištenja VE "ZD\_6" u trajanju od dvije godine nakon izgradnje. Praćenje stanja je uspostavljeno kako bi se utvrdilo ima li negativnog utjecaja na šišmiše na istraživanoj lokaciji. Cilj je ovisno o rezultatima odrediti je li potrebno nastaviti praćenje stanja ili poduzeti mjere zaštite. Ako bi se utvrdio negativan utjecaj cilj je dati najučinkovitije mjere zaštite za faunu šišmiša.

Ovdje su dani rezultati prve godine praćenja stanja.

## 2. Metode istraživanja

Prema Smjernicama za izradu studija utjecaja na okoliš za zahvate vjetroelektrana (MZOPUG, APO d.o.o., 2010) praćenje stanja je rađeno najmanje po 4 dana mjesečno u razdoblju od ožujka do listopada. Prateći najbolje dostupne metode istraživanja, u određenim mjesecima aktivnost šišmiša je kontinuirano praćena duže od Smjernicama predviđenog broja dana kako bi se dobio što bolji uvid u cjelokupnu sliku o aktivnosti šišmiša i korištenju istraživanog područja.

### 2.1. Metoda transekta bat-detektorom

Podaci dobiveni snimanjem transekata na postojećim vjetroparkovima su manjkavi jer u sebi imaju niz metodoloških problema, od toga da pokrivaju samo neznatan dio noći do toga da ih nije moguće dovesti u vezu sa jednim od najvažnijih

čimbenika za aktivnost šišmiša – brzinom vjetra tijekom noći odnosno čitavog istraživanog perioda.

S obzirom da na određeno područje tijekom noći dolaze različite vrste šišmiša u različitim razdobljima noći, ovakvim snimanjem dobiva se uvid samo u uski dio aktivnosti šišmiša na istraživanom području.

Izbor metode na određenoj lokaciji je stvar procjene stručnjaka i ovisi o velikom broju faktora. Metoda za koju smo se odlučili kako bi pratili aktivnost šišmiša na istraživanom području i koja omogućuje snimanje aktivnosti šišmiša tijekom cijele noći, svake noći uzastopno te daje potpunu sliku o svim vrstama šišmiša koje određeno područje koriste je metoda kontinuiranog snimanja batcorderom. Također, pomoću batcordera mogu se snimati i transekti, a dobiveni podaci se obrađuju na dolje opisani način. Na ovakav način se snimalo pri odabiru odgovarajućeg mjesta za postavljanje batcordera te pri vizualnim promatranjima ponašanja šišmiša uz vjetroturbine.

## **2.2. Metoda kontinuiranog snimanja aktivnosti šišmiša - Batcorder**

Rezultat ove metode je ukupna noćna aktivnost šišmiša i aktivnost šišmiša u sekundama po satu. Dobivene su sve prisutne vrste. Ukupna aktivnost i aktivnost po vrstama analizirana je u odnosu na brzinu vjetra.

Batcorder je uređaj za automatsko snimanje glasanja šišmiša u realnom vremenu. Podešavanjem na propisani način dobivamo podatke o aktivnosti šišmiša tijekom ukupnog perioda noći kontinuirano. Sustav batcordera sastoji se od uređaja za snimanje i posebno razvijene aplikacije za identifikaciju i procesuiranje snimljenih signala. Poseban algoritam prepoznaje i aktivira snimanje glasanja svih šišmiša u preletu / svih prisutnih šišmiša dok je većinom onemogućeno aktiviranje ostalom bukom. Datoteke su pohranjene digitalno (real-time spektar). Snima se ukupni spektar zvukova. Visokokvalitetne zvučne datoteke (real-time spektar) pohranjuju se digitalno na memorijsku karticu (SDHC kartica) kojom se prenose iz batcordera u računalo (Apple Mac OS X). Aplikacija bcAdmin među ostalim funkcijama, pretražuje svaku snimku i pronalazi eholokacijske signale te za svaki signal uzima veliki broj mjera. Zatim alat batIdent identificira vrste automatski na osnovu dobivenih mjerenja.

Identifikacija se bazira na neuronskim mrežama koje su prethodno „trenirane“ velikim brojem referentnih signala svake identificirane vrste ovisno o karakteristikama staništa u kojima su isti snimani. Svaki eholokacijski signal nakon analize determiniran je sa određenom vjerojatnošću te se kao nepisano pravilo uzima kao validan rezultat više od 3 signala čija je vjerojatnost identifikacije 85% ili više. Svi signali se dodatno pregledavaju i ručno pomoću aplikacije bcAnalyze. U skladu sa višegodišnjim iskustvom u akustičnim istraživanjima i ekologiji šišmiša, uputama, komunikacijom i zajedničkim terenskim istraživanjima i pregledavanjima snimki sa proizvođačem, te vlastitim iskustvom određuju se postavke uređaja za snimanje te kako i na koje mjesto ispravno postaviti batcorder u cilju dobivanja što kvalitetnijih podataka, maksimalnog iskorištavanja uređaja te analiza dobivenih podataka. Svaki batcorder i njegov pripadajući mikrofoni su kalibrirani za fiksnu osjetljivost te je stoga omogućena usporedba aktivnosti snimljenih na različitim lokalitetima.

Položaj batcordera određen je temeljem dnevnog obilaska istraživanog područja te je isti postavljen nakon odrađenog transektu također pomoću batcordera.

Ovakvim načinom snimali smo u propisanom razdoblju od ožujka do listopada 2012. godine. Tijekom lipnja, srpnja, kolovoza i rujna snimali smo tijekom dužeg perioda kontinuirano, dok smo tijekom ožujka, travnja, svibnja i listopada snimali tijekom četiri noći. Lokacije na kojima su bili postavljeni uređaji označene su na Slici 1.

Pomoću batcordera postavljenog u blizini VA 2 snimano je u ožujku, travnju i listopadu, dok je pomoću batcordera postavljenog u blizini VA 5 snimano u svibnju, lipnju, srpnju, kolovozu i rujnu.

Dodatno je u razdoblju od 23. do 30. travnja 2012. godine kontinuirano snimano pomoću batcordera pokraj crkve u Velikoj Popini.

Korištenje metode kontinuiranog snimanja aktivnosti šišmiša pomoću batcordera je višestruko učinkovitije od metode lova mrežama za određivanje ukupne aktivnosti šišmiša, njihove aktivnosti u odnosu na period noći, usporedbu aktivnosti sa brzinom vjetra te za dobivanje podataka o sastavu vrsta na istraživanom području i za utvrđivanje eventualnih migracijskih puteva.

### 2.3. Metoda hvatanja mrežama

Metoda hvatanja mrežama u prvoj godini monitoringa korištena je na širem području VE "ZD-6" tijekom travnja i lipnja ali nije ulovljen niti jedan šišmiš.

### 2.4. Vizualno promatranje

Kako bismo utvrdili ponašanje šišmiša uz same vjetroturbine, kombinirano s praćenjem batcorderom promatrali smo i vizualno pomoću Yukon Excelon 3x50 Night Vision Monocular-a. Na terenskim uvjetima (pod prirodnim noćnim osvjetljenjem od 0.05 lux-a) zahvaljujući ugrađenom infra crvenom osvjetljivaču uređaj može detektirati objekt na udaljenosti do 200 metara. Zbog širokog kuta gledanja idealan je za promatranje objekata koji se kreću. Prvo je obavljen transekt batcorderom, zatim je dobivena snimka analizirana i na temelju dobivenih rezultata odabrana je lokacija za promatranje. U slučaju da na dobivenim snimkama nije bilo povećane aktivnosti na određenom području tada su vjetroagregati za promatranje odabrani nasumično.

### 2.5. Utvrđivanje smrtnosti

Sami podaci o aktivnosti šišmiša nam ne govore nužno o utjecaju kojeg vjetroturbine imaju na šišmiše. Aktivnost šišmiša nije određena samo jednim čimbenikom nego čitavim nizom međusobno ovisnih i neovisnih čimbenika čije promjene na godišnjoj / sezonskoj razini dovode do promjena u aktivnosti šišmiša.

Za procjenu utjecaja vjetroelektrana na šišmiše pažnju je potrebno usmjeriti na podatke o smrtnosti šišmiša. Broj šišmiša koji su ubijeni kod vjetroturbina je lako mjerljiv, a dobiveni podaci su pogodni za uspoređivanje (Rydell et al 2012).

Pretraživali smo područje u radijusu ne manjem od 70 metara oko svakog pojedinog vjetroagregata. U pretraživanju je sudjelovalo minimalno dvoje ljudi. S ciljem povećanja učinkovitosti u pretraživanju je sudjelovao i potražni pas obučan za pronalazak mrtvih šišmiša. Pretraživanje je u pravilu započinjalo sat vremena prije izlaska sunca, a rađeni su i dnevni i noćni obilasci.

U slučaju pronalaska mrtvog šišmiša zabilježena je vrsta, spol, stanje trupla, tip ozljede i uzete su GPS koordinate.

## **2.6. Obilazak poznatih kolonija**

S ciljem utvrđivanja mogućih utjecaja vjetroparka obišteno je sklonište u crkvi u Velikoj Popini te šire područje oko vjetroparka u potrazi za novim skloništima i kolonijama šišmiša.

## **2.7. Prikaz rezultata**

Podaci sa batcordera prikazani su kao ukupna aktivnost svih vrsta šišmiša tijekom čitavih noći unutar svakog mjeseca za svibanj, lipanj, srpanj, kolovoz i rujna. U nastavku je pojedinačno prikazana ukupna aktivnost najzastupljenijih zabilježenih vrsta u sekundama unutar svakog mjeseca.

Analiza korištenja staništa napravljena je u odnosu na zabilježene vrste u poznatim skloništima i vrste zabilježene terenskim istraživanjima te je temeljena na dnevnim obilascima terena i analizi georeferenciranih zračnih snimki lokacije. Stanište na lokaciji analizirano je sukladno nacionalnoj klasifikaciji staništa (NKS).

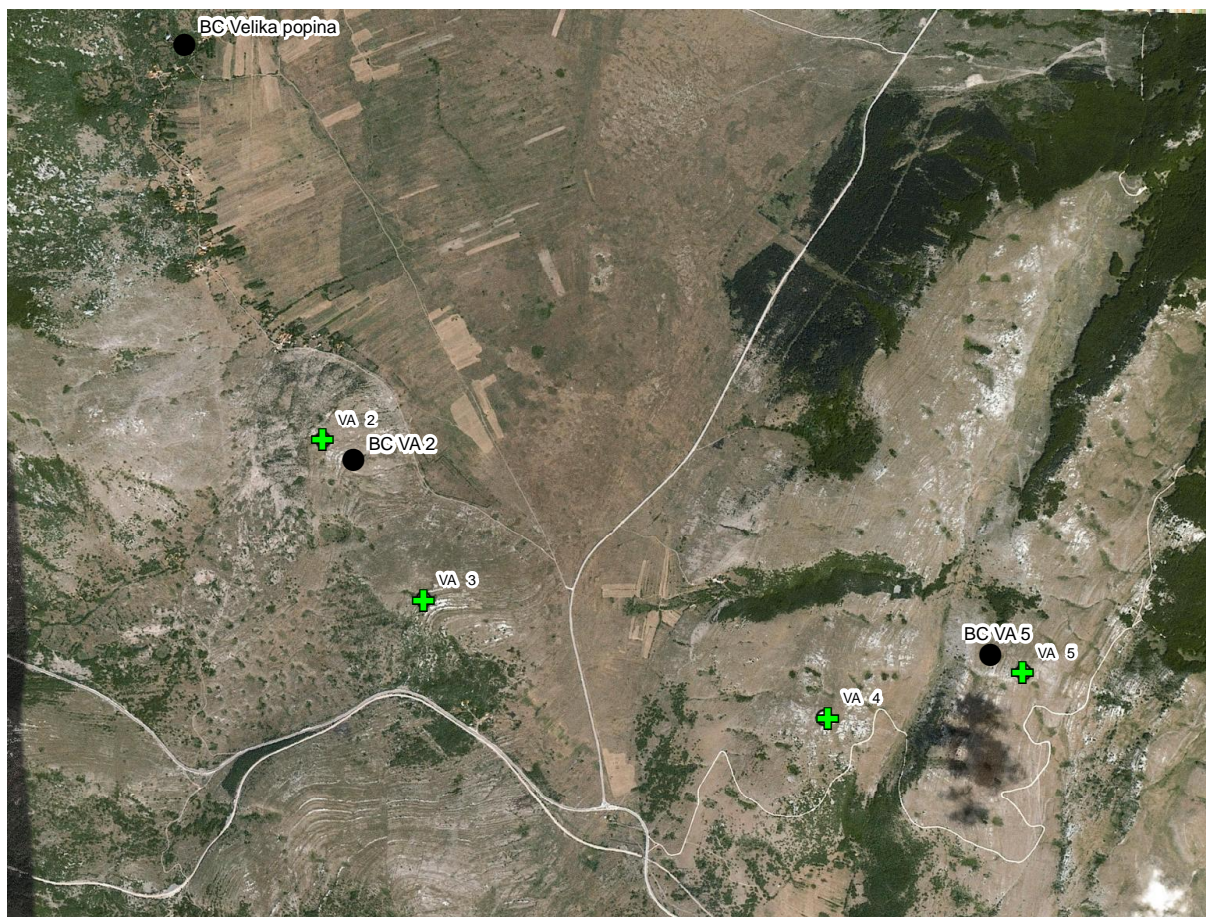
Podaci o brzini vjetra izračunati su iz 10-minutnih prosjeka svake noći tijekom čitavog istraživnog razdoblja 2012. godine. Podaci su dobiveni mjerenjem na visini vjetroagregata.

## **3. Rezultati terenskih istraživanja**

### **3.1. Rezultati kontinuiranog praćenja**

Aktivnost šišmiša na istraživnom području praćena je kontinuiranim snimanjem batcorderom tijekom propisanog razdoblja od ožujka do listopada 2012. godine. Tijekom lipnja, srpnja, kolovoza i rujna snimali smo tijekom većeg dijela mjeseca kontinuirano, dok smo tijekom ožujka, travnja, svibnja i listopada snimali tijekom četiri noći. Položaji batcordera na lokaciji prikazani su na Slici 1.





**Slika 1.** Lokacije vjetroelektrana „ZD\_6“ (zeleno). Položaji uređaja za kontinuirano snimanje tijekom 2012. godine označeni su crno.

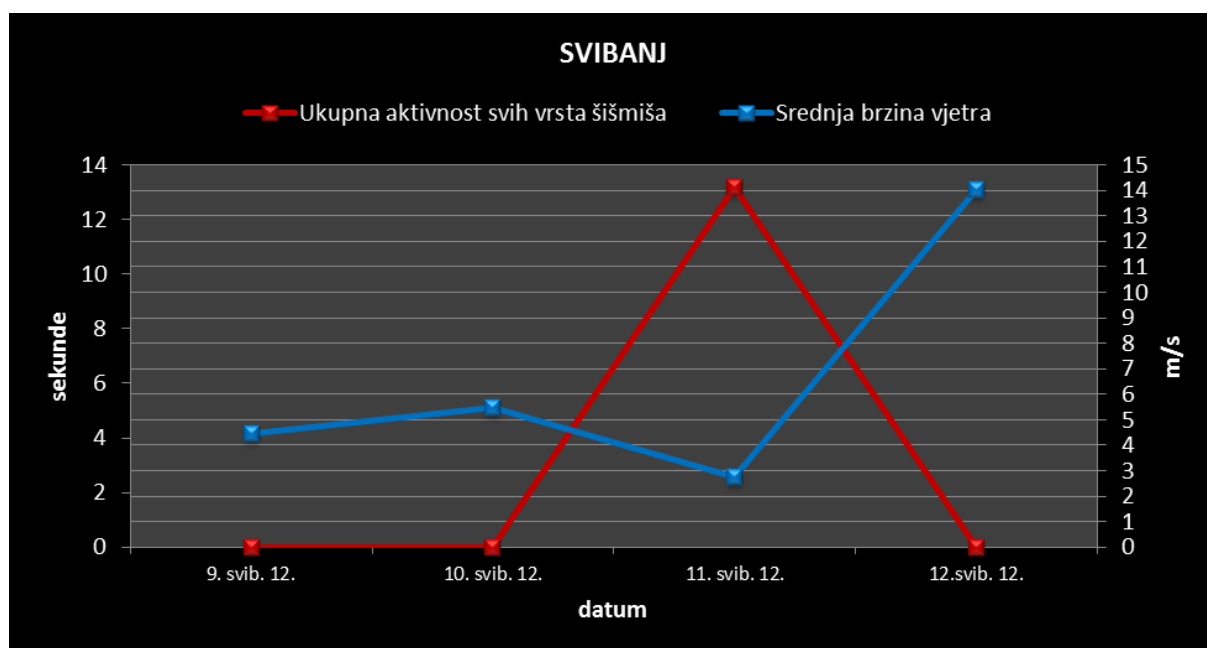
Tijekom kontinuiranog snimanja tijekom četiri noći u ožujku 2012. godine nije zabilježena nikakva aktivnost šišmiša.

Tijekom kontinuiranog snimanja tijekom četiri noći u travnju 2012. godine nije zabilježena nikakva aktivnost šišmiša.

Također, tijekom 8 noći snimanja pomoću batcordera pokraj crkve u Velikoj Popini u travnju 2012. godine nije zabilježen niti jedan prelet šišmiša.

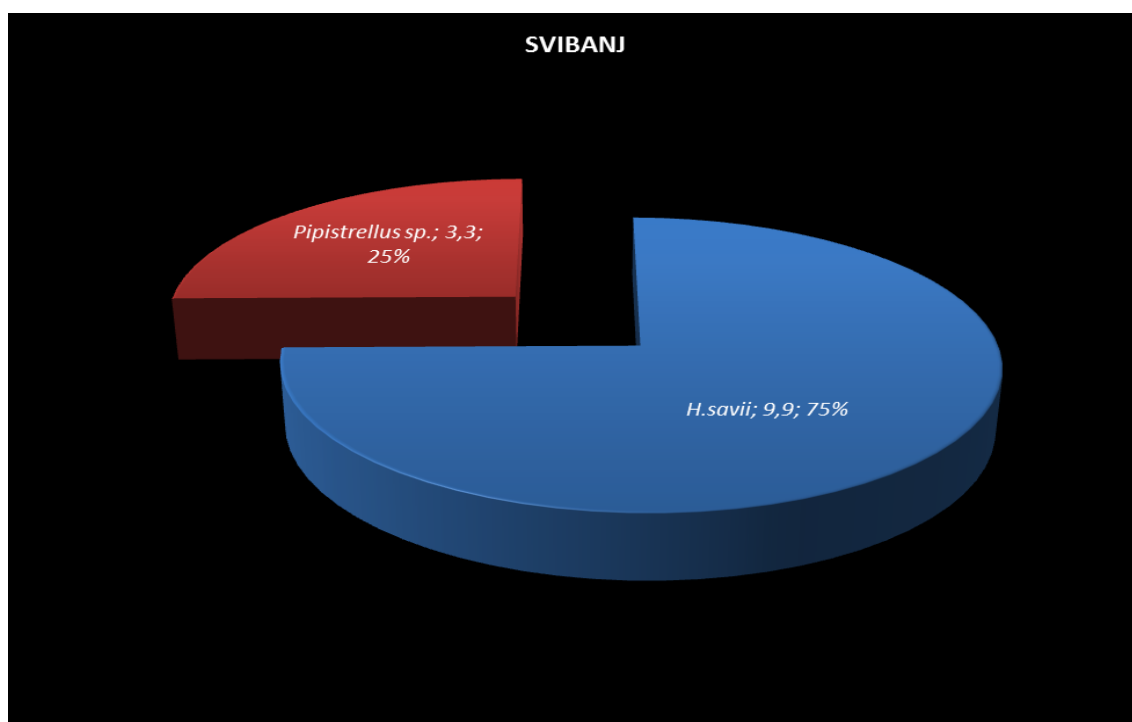
Tijekom kontinuiranog snimanja tijekom četiri noći u svibnju 2012. godine (Slika 2) zabilježena je izuzetno mala aktivnost šišmiša. Rezultati analize korelacije aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra za mjesec svibanj prikazani su u Tablici 1.





**Slika 2.** Ukupna aktivnost svih vrsta šišmiša u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u svibnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Ukupna aktivnost šišmiša tijekom četiri noći u svibnju nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 2, Tablica 1). Aktivnost je zabilježena samo tijekom jedne od četiri noći snimanja kada je brzina vjetra bila 2.8 m/s.

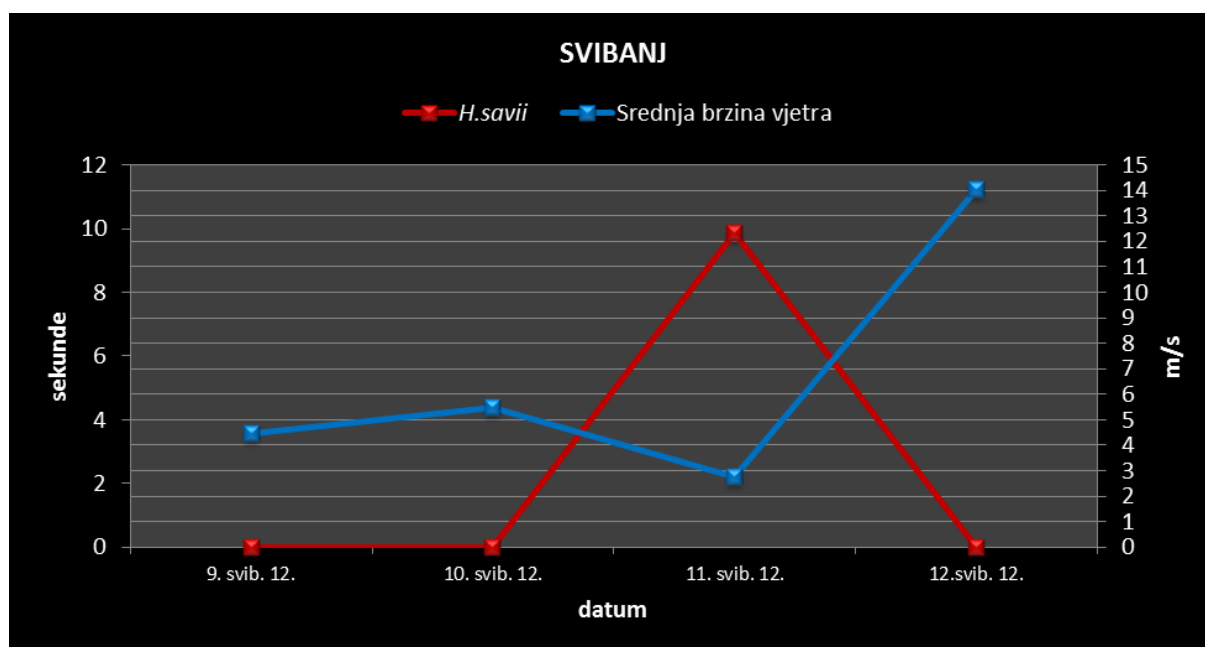


**Slika 3.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u svibnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

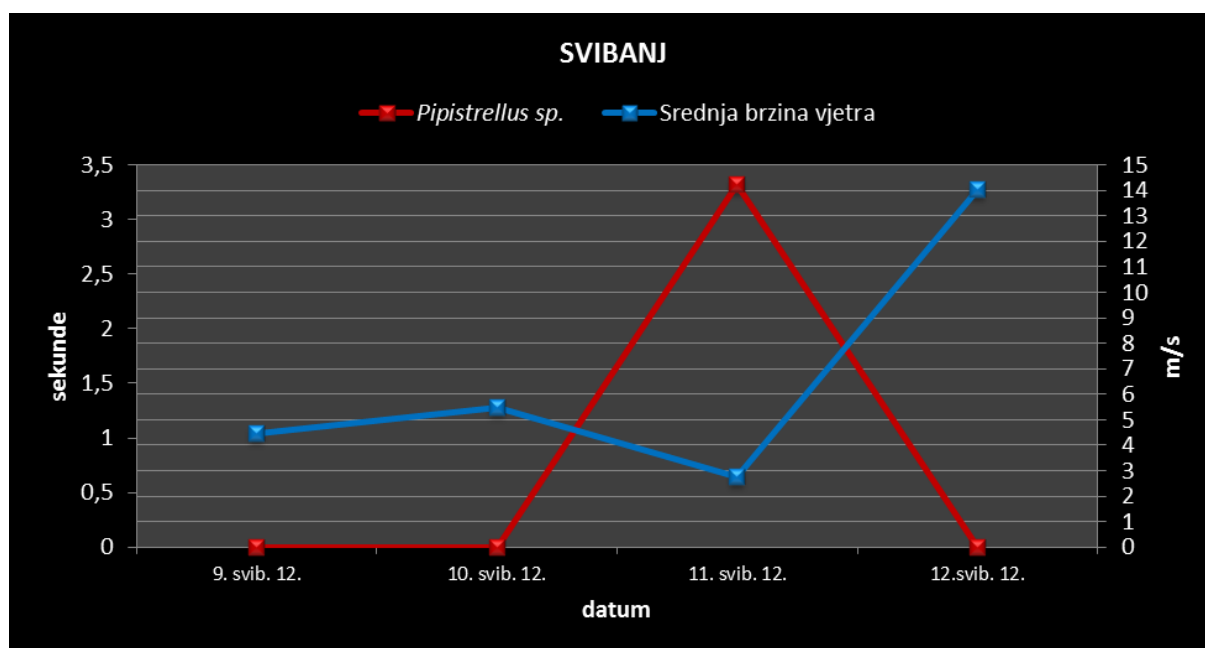
Tijekom svibnja zabilježena je jedna vrsta, *H. savii* sa 75% udjela (Slika 3, Tablica 1) i jedna skupina, *Pipistrellus sp.* sa 25% udjela.

**Tablica 1.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u svibnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6" i korelacija aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra.

SVIBANJ		
Vrsta	Ukupna aktivnost (sekunde)	Korelacija aktivnosti i brzine vjetra, označene su korelcije $p < 0.05$
<i>H. savii</i>	9,86	-0,52
<i>Pipistrellus sp.</i>	3,32	-0,52
Ukupno		-0,52



**Slika 4.** Aktivnost vrste *H. savii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u svibnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

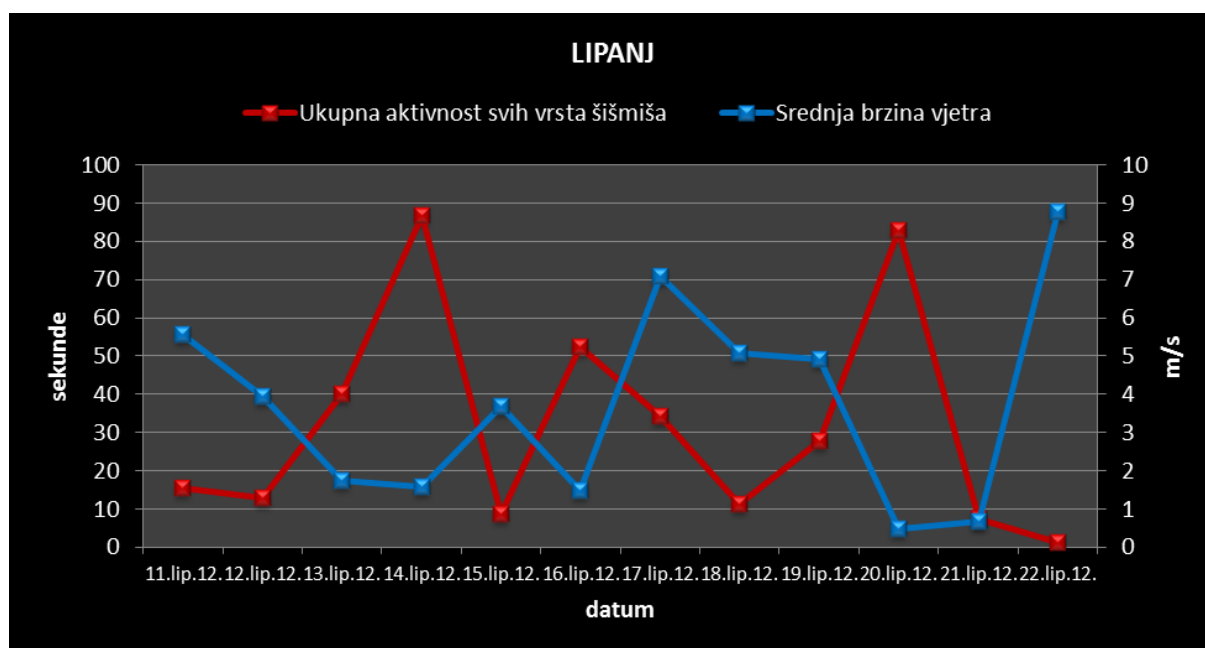


**Slika 5.** Aktivnost skupine *Pipistrellus sp.* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u svibnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost vrste *H. savii* (Slika 4) kao i skupine *Pipistrellus sp.* (Slika 5) nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Tablica 1). Zabilježeni su samo tijekom jedne od četiri noći snimanja kada je brzina vjetra bila 2.8 m/s.

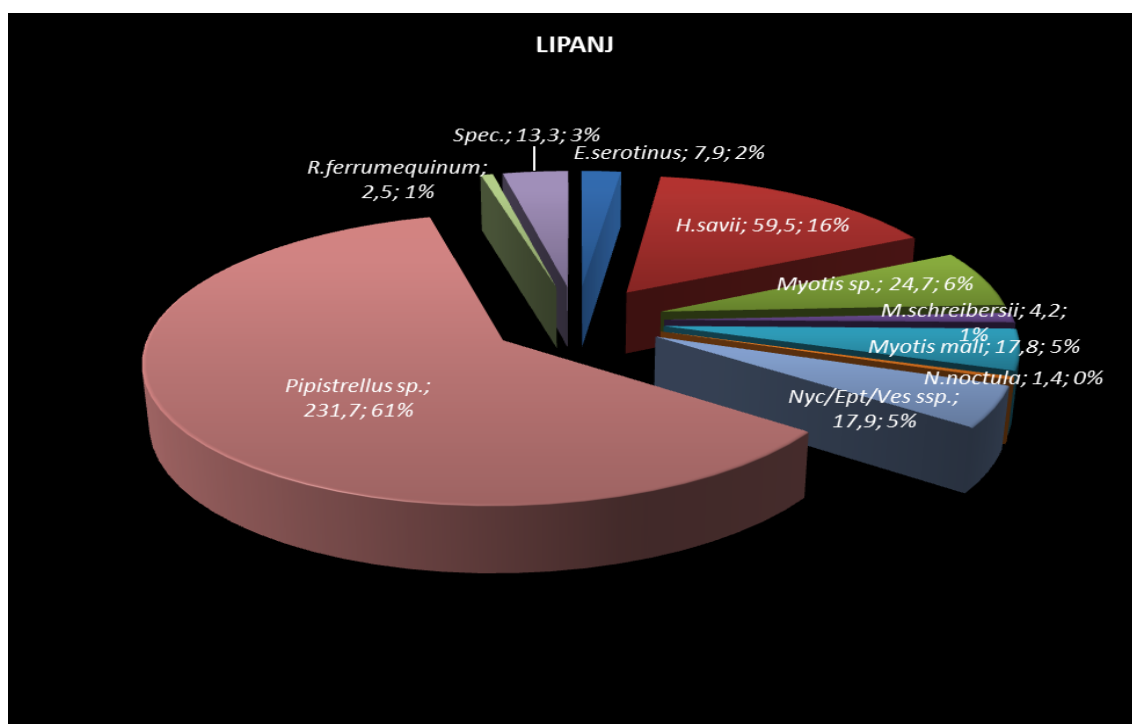
Tijekom lipnja 2012. godine na lokaciji je automatski kontinuirano snimano pomoću postavljenog batcordera tijekom dvanaest noći.

Rezultati analize korelacije aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra za mjesec lipanj prikazani su u Tablici 2.



**Slika 6.** Ukupna aktivnost svih vrsta šišmiša u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u lipnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Ukupna aktivnost šišmiša tijekom lipnja nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 6, Tablica 2). Ukupno je više od 90% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra manjoj od 5.6 m/s, dok je više od 76% ukupne aktivnosti zabilježeno na brzinama vjetra do 4 m/s.

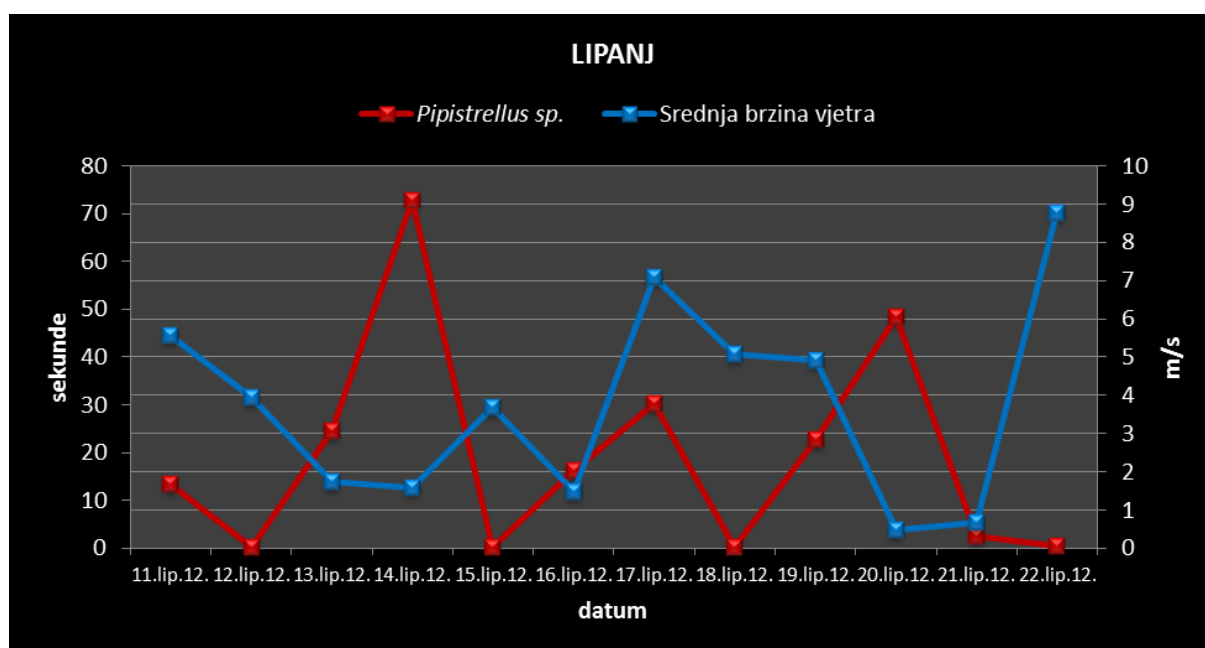


**Slika 7.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u lipnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Prema udjelu vrsta/skupina, najveći udio (61%) čine šišmiši skupine *Pipistrellus sp.* (Slika 7, Tablica 2), a slijedi vrsta *H. savii* (16%) i za njih je napravljena analiza odnosa aktivnosti i brzine vjetra.

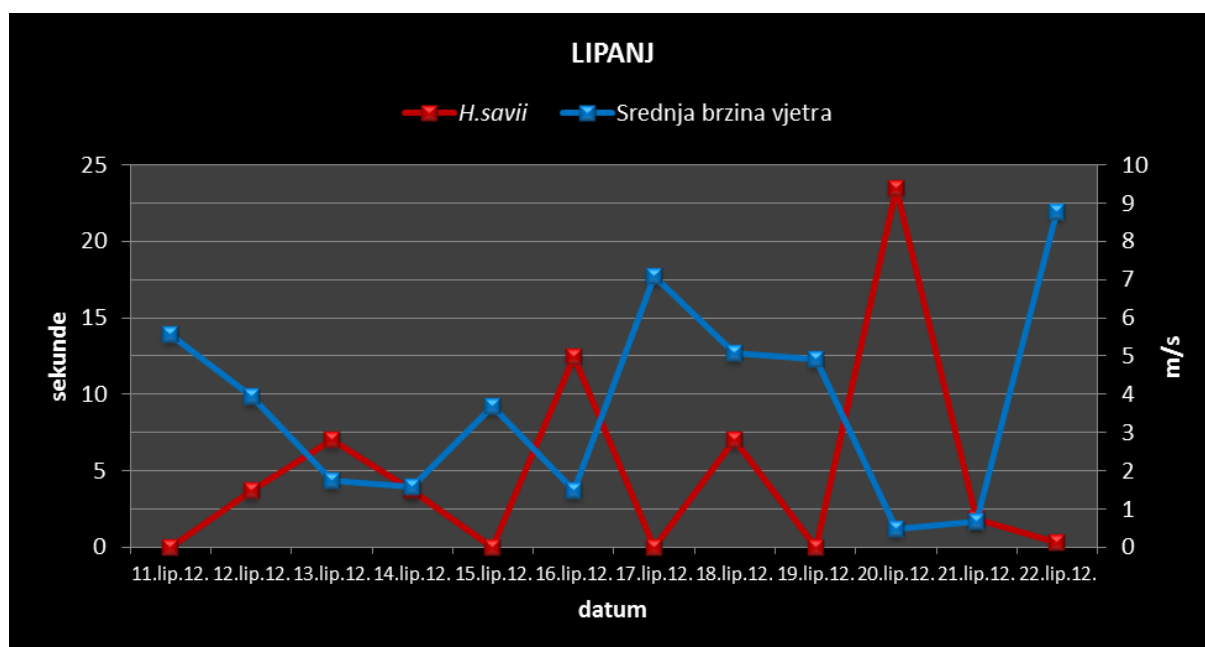
**Tablica 2.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u lipnju 2012. godine na lokaciji VE “ZD-6” i korelacija aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra.

LIPANJ		
Vrsta	Ukupna aktivnost (sekunde)	Korelacija aktivnosti i brzine vjetra, označene su korelcije $p < 0.05$
<i>E.serotinus</i>	7,94	-0,62
<i>H.savii</i>	59,51	-0,60
<i>Myotis sp.</i>	24,69	-0,43
<i>M.schreibersii</i>	4,18	-0,34
<i>Myotis mali</i>	17,84	-0,53
<i>N.noctula</i>	1,37	0,05
<i>Nyctalus/Eptesicus/Vespertilio ssp.</i>	17,87	-0,16
<i>Pipistrellus sp.</i>	231,70	-0,39
<i>R.ferrumequinum</i>	2,46	-0,21
<i>Spec.</i>	13,26	-0,32
Ukupno		-0,57



**Slika 8.** Aktivnost skupine *Pipistrellus sp.* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u lipnju 2012. godine na lokaciji VE “ZD-6”.

Aktivnost skupine *Pipistrellus sp.* tijekom lipnja nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 8, Tablica 2). Više od 86% ukupne aktivnosti ove vrste zabilježeno je na brzinama vjetra do 5.6 m/s, dok je više od 71% ukupne aktivnosti zabilježeno na brzinama vjetra do 4 m/s.

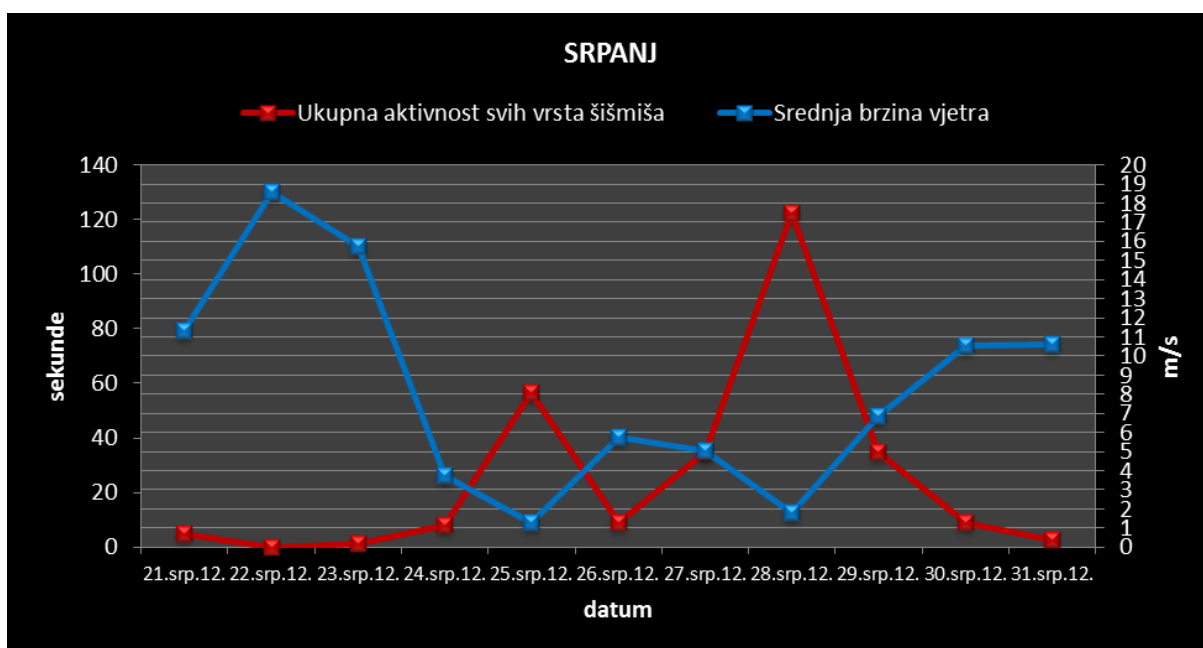


**Slika 9.** Aktivnost vrste *H. savii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u lipnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost vrste *Hypsugo savii* tijekom lipnja je u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 9, Tablica 2). Više od 99% ukupne aktivnosti vrste *H. savii* zabilježeno je na brzinama vjetra do 5.6 m/s, dok je više od 87% ukupne aktivnosti zabilježeno na brzinama vjetra do 4 m/s.

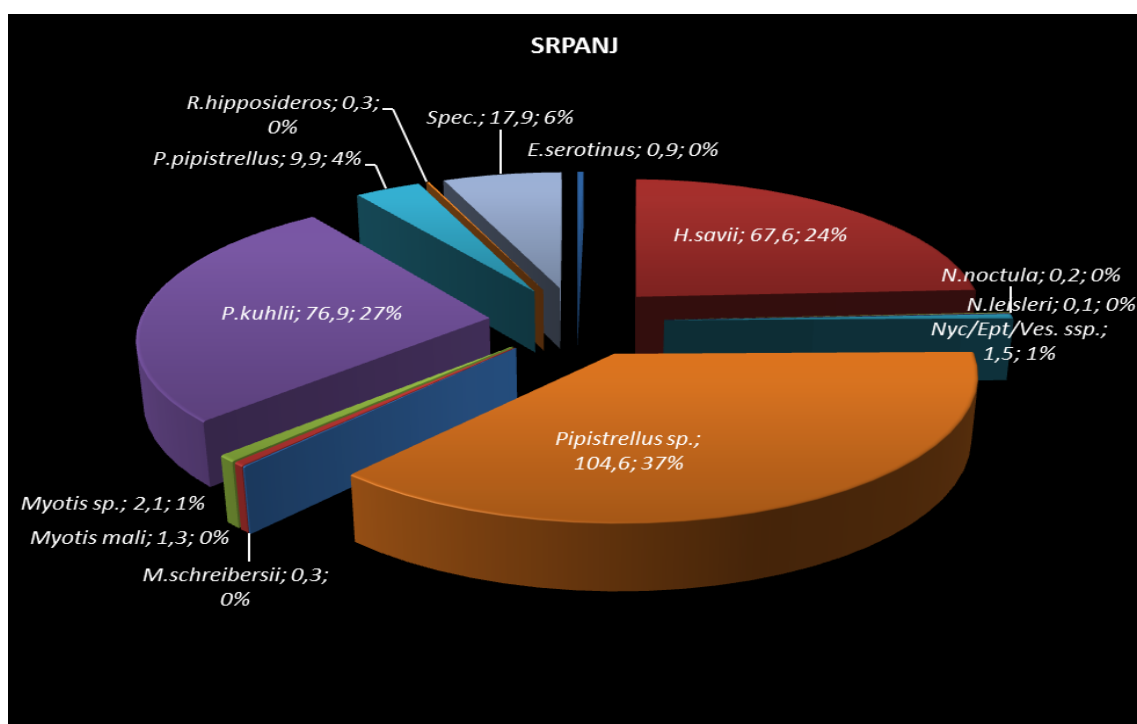
Tijekom srpnja 2012. godine na lokaciji je automatski kontinuirano snimano pomoću postavljenog batcordera tijekom jedanaest noći.

Rezultati analize korelacije aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra za mjesec srpanj prikazani su u Tablici 3.



**Slika 10.** Ukupna aktivnost svih vrsta šišmiša u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u srpnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Ukupna aktivnost šišmiša tijekom srpnja je u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 10, Tablica 3). Ukupno je više od 81% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra manjoj od 5.7 m/s, a više od 78% aktivnosti na brzini vjetra do 5 m/s.



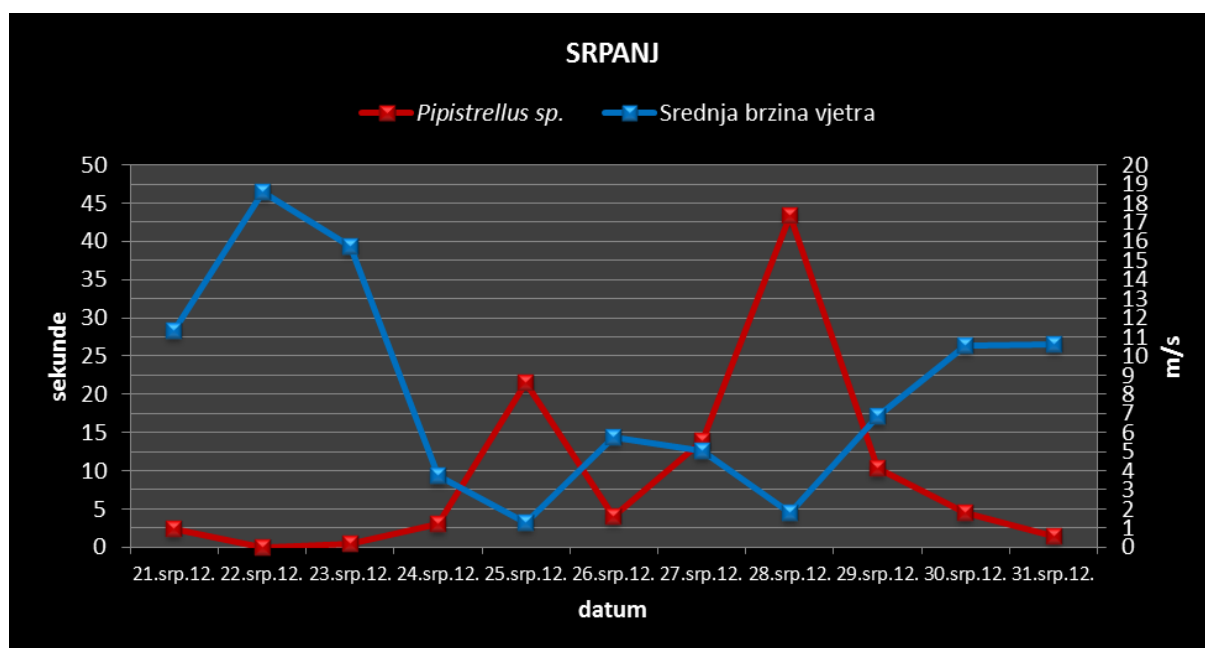
**Slika 11.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u srpnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".



Prema udjelu vrsta/skupina, najveći udio (37%) čine šišmiši skupine *Pipistrellus sp.* (Slika 11, Tablica 3), a slijedi vrsta *P. kuhlii* (27%) i vrsta *H. savii* (24%).

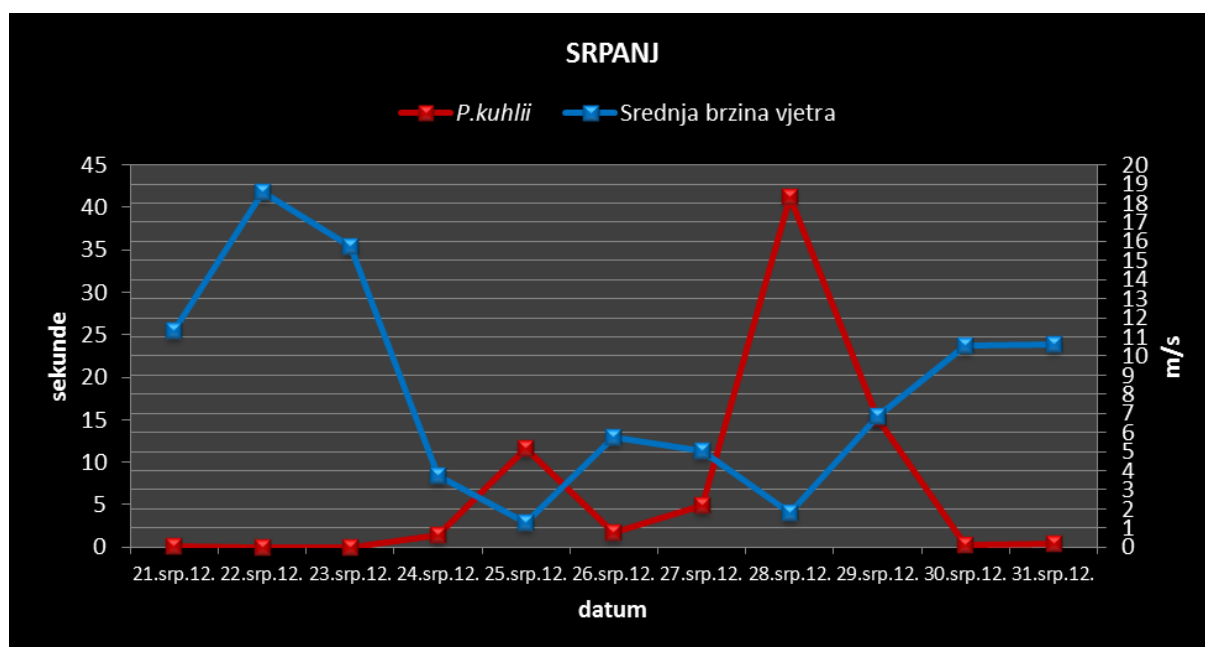
**Tablica 3.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u srpnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6" i korelacija aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra.

SRPANJ		
vrsta	ukupna aktivnost (sekunde)	Korelacija aktivnosti i brzine vjetra, označene su korelacije $p < 0.05$
<i>E.serotinus</i>	0,92	0,11
<i>H.savii</i>	67,56	-0,65
<i>Myotis sp.</i>	2,12	-0,62
<i>M.schreibersii</i>	0,27	-0,07
<i>Myotis mali</i>	1,26	-0,36
<i>N.noctula</i>	0,23	-0,42
<i>N.leisleri</i>	0,09	-0,27
<i>Nyctalus/Eptesicus/Vespertilio ssp.</i>	1,47	-0,42
<i>Pipistrellus sp.</i>	104,59	-0,68
<i>P.kuhlii</i>	76,88	-0,57
<i>P.pipistrellus</i>	9,92	-0,47
<i>R.hipposideros</i>	0,32	-0,44
<i>Spec.</i>	17,90	-0,42
Ukupno		-0,66



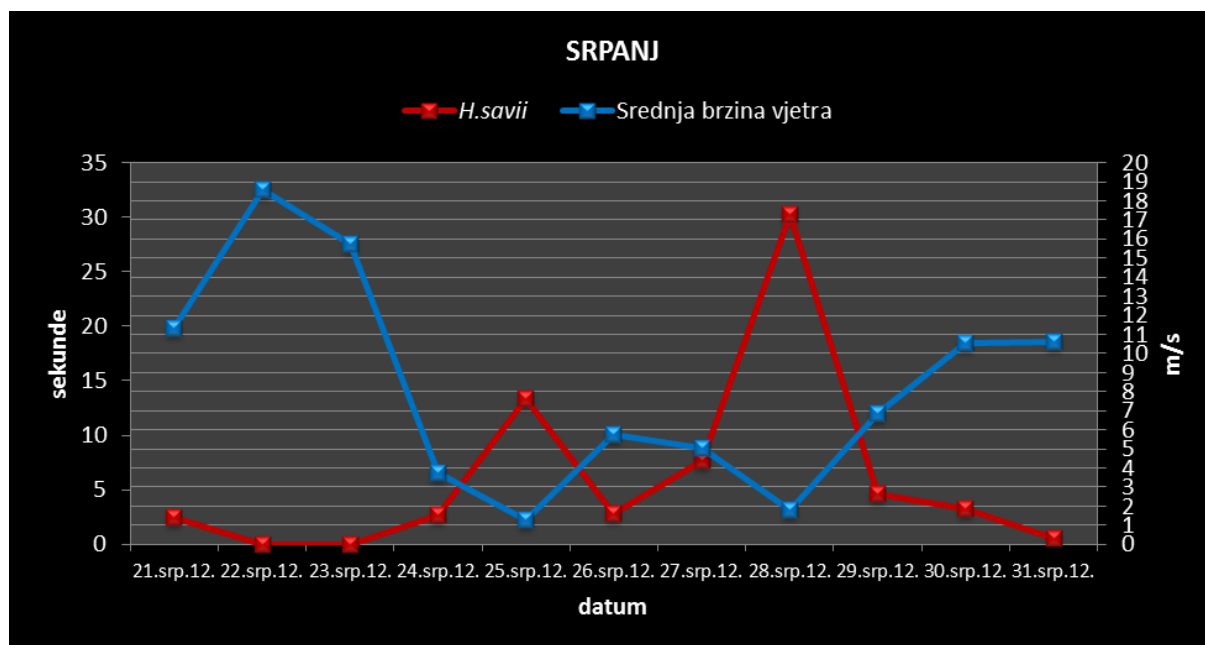
**Slika 12.** Aktivnost skupine *Pipistrellus sp.* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u srpnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost skupine *Pipistrellus sp.* tijekom srpnja nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 12, Tablica 3). Više od 81% aktivnosti zabilježeno je na brzini vjetra manjoj od 5.7 m/s, a više od 78% aktivnosti na brzini vjetra do 5 m/s.



**Slika 13.** Aktivnost vrste *P. kuhlii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u srpnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost vrste *P. kuhlii* tijekom srpnja nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 13, Tablica 3). Više od 79% aktivnosti zabilježeno je na brzini vjetra manjoj od 5.7 m/s, a više od 76% aktivnosti na brzini vjetra do 5 m/s.

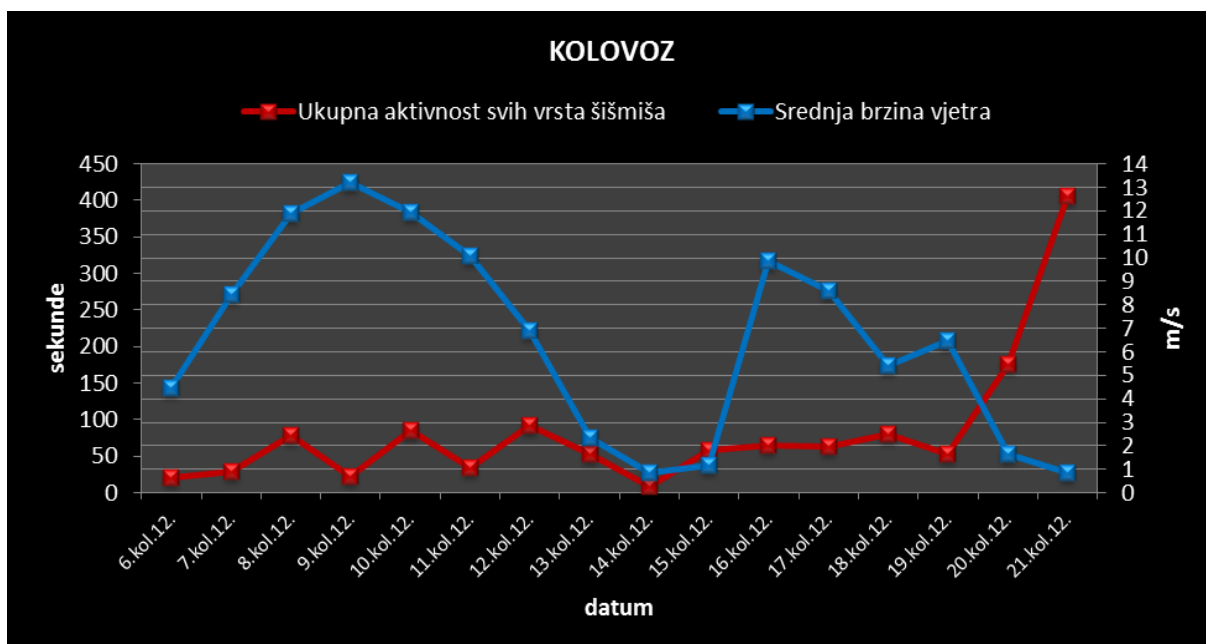


**Slika 14.** Aktivnost vrste *H. savii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u srpnju 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost vrste *Hypsugo savii* tijekom srpnja je u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 14, Tablica 3). Više od 79% aktivnosti vrste *H. savii* zabilježeno je na brzini vjetra manjoj od 5.7 m/s, a više od 76% aktivnosti na brzini vjetra do 5 m/s.

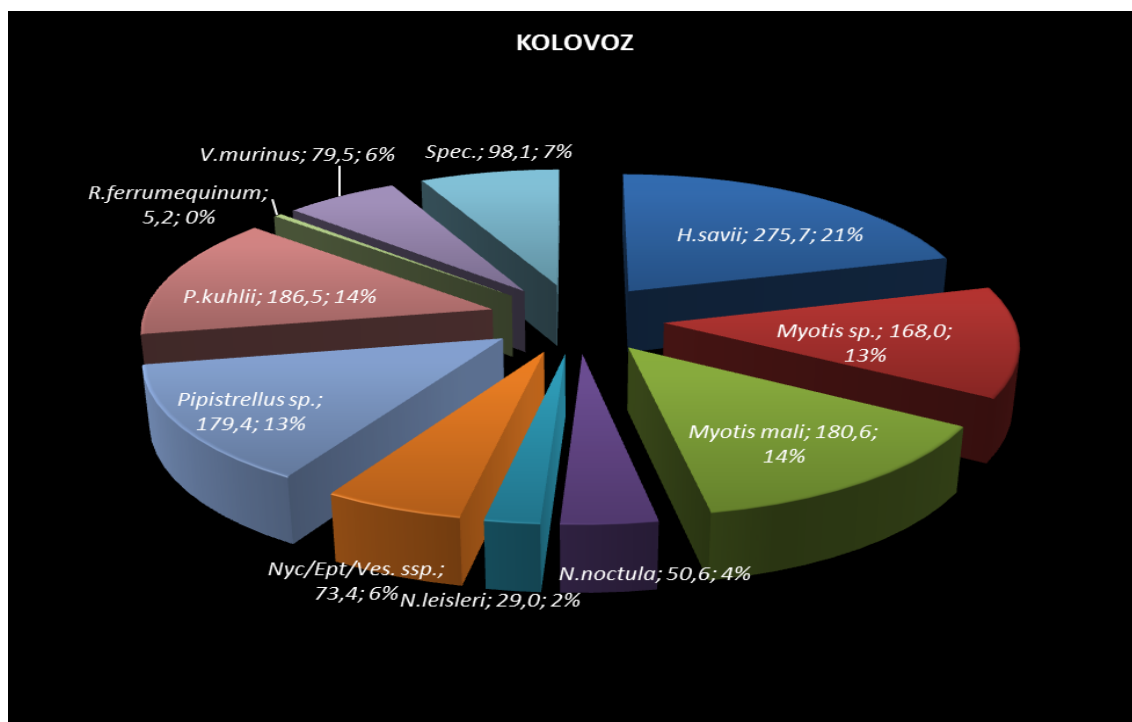
Tijekom kolovoza 2012. godine na lokaciji je automatski kontinuirano snimano pomoću postavljenog batcordera tijekom šesnaest noći.

Rezultati analize korelacije aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra za mjesec kolovoz prikazani su u Tablici 4.



**Slika 15.** Ukupna aktivnost svih vrsta šišmiša u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u kolovozu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Ukupna aktivnost šišmiša tijekom kolovoza nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 15, Tablica 4). Ukupno je više od 64% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra do 6.5 m/s, a više od 60% aktivnosti na brzini vjetra do 5.4 m/s.

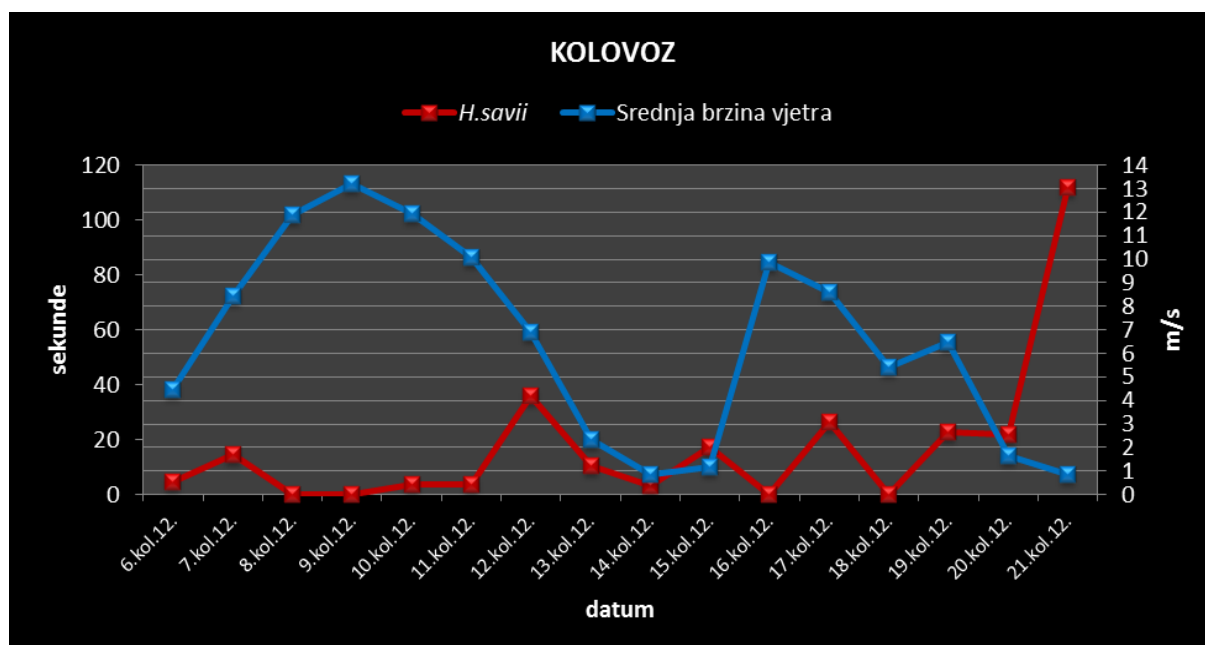


**Slika 16.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u kolovozu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Prema udjelu vrsta/skupina, najveći udio čine šišmiši vrste *H. savii* (21%) (Slika 16, Tablica 4), a slijedi vrsta *P. kuhlii* (14%) i skupina *Myotis mali* (14%) te skupine *Pipistrellus sp.* (13%) i *Myotis sp.* (13%).

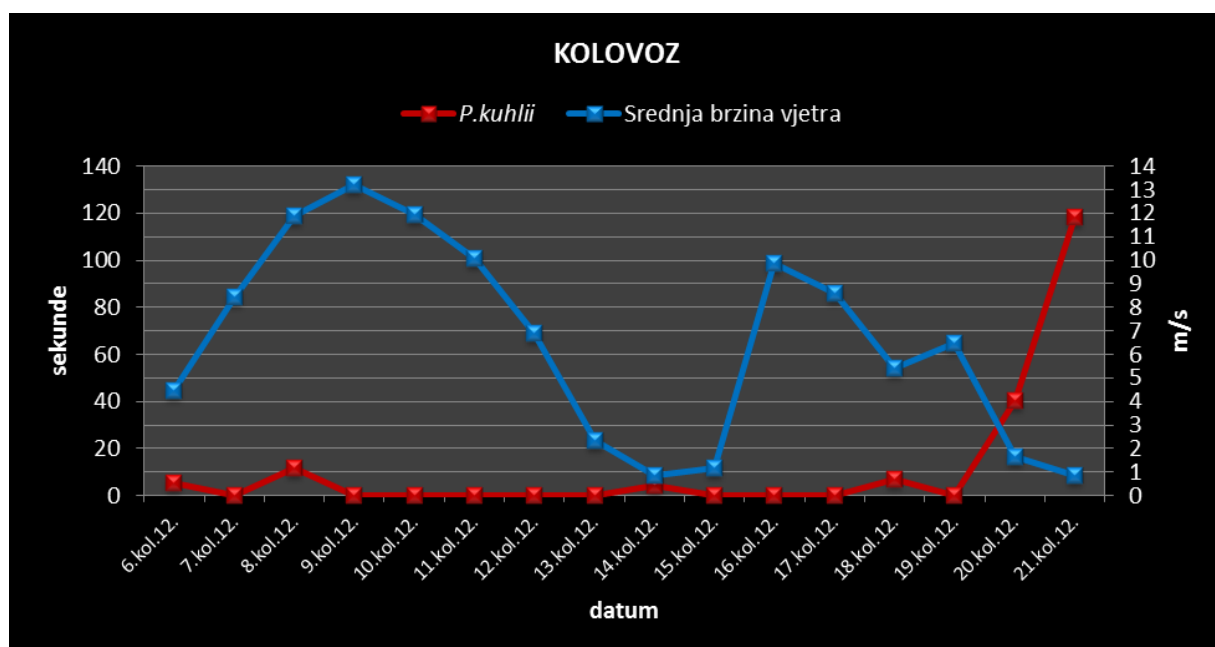
**Tablica 4.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u kolovozu 2012. godine na lokaciji VE “ZD-6” i korelacija aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra.

KOLOVOZ		
Vrsta	Ukupna aktivnost (sekunde)	Korelacija aktivnosti i brzine vjetra, označene su korelcije $p < 0.05$
<i>H.savii</i>	275,71	-0,43
<i>Myotis sp.</i>	168,03	-0,34
<i>Myotis mali</i>	180,63	0,15
<i>N.noctula</i>	50,61	-0,15
<i>N.leisleri</i>	29,05	0,29
<i>Nyctalus/Eptesicus/Vespertilio ssp.</i>	73,43	-0,36
<i>Pipistrellus sp.</i>	179,43	0,02
<i>P.kuhlii</i>	186,55	-0,43
<i>R.ferrumequinum</i>	5,24	-0,26
<i>V.murinus</i>	79,48	0,16
<i>Spec.</i>	98,08	-0,48
Ukupno		-0,37



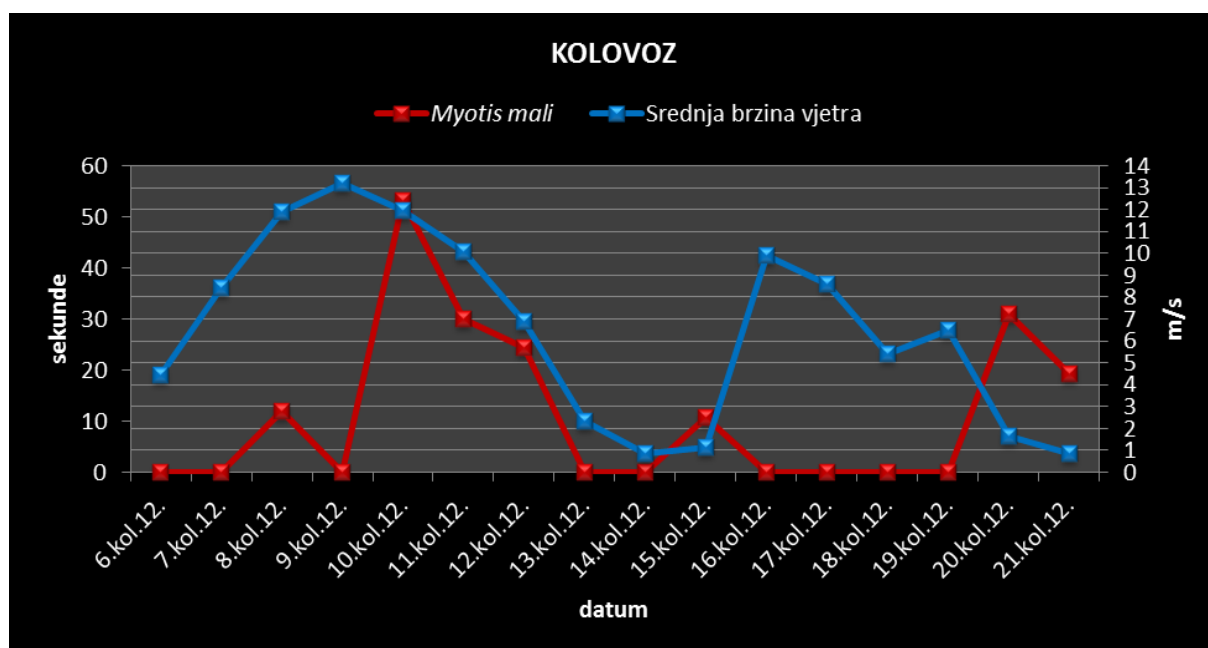
**Slika 17.** Aktivnost vrste *H. savii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u kolovozu 2012. godine na lokaciji VE “ZD-6”.

Aktivnost vrste *H. savii* tijekom kolovoza nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 17, Tablica 4). Ukupno je više od 69% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra do 6.5 m/s, a više od 61% aktivnosti na brzini vjetra do 5.4 m/s.



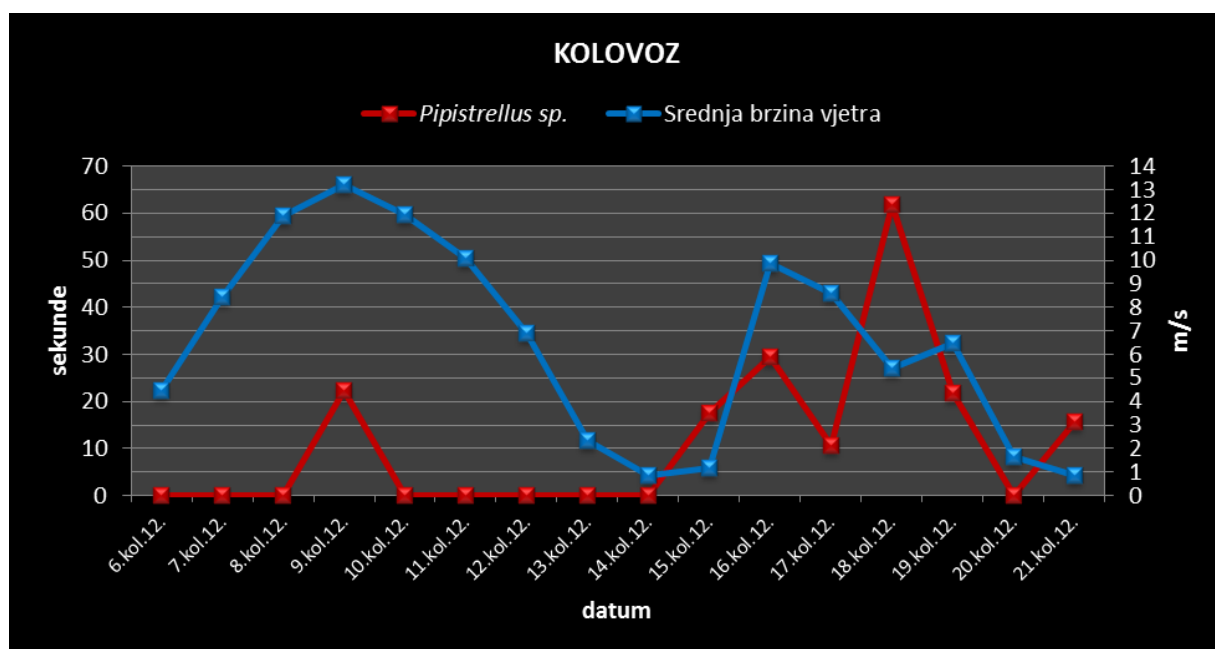
**Slika 18.** Aktivnost vrste *P. kuhlii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u kolovozu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost vrste *P. kuhlii* tijekom kolovoza nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 18, Tablica 4). Više od 93% aktivnosti zabilježeno je na brzini vjetra do 6.5 m/s, kao i do 5.4 m/s.



**Slika 19.** Aktivnost skupine *Myotis mali* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u kolovozu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

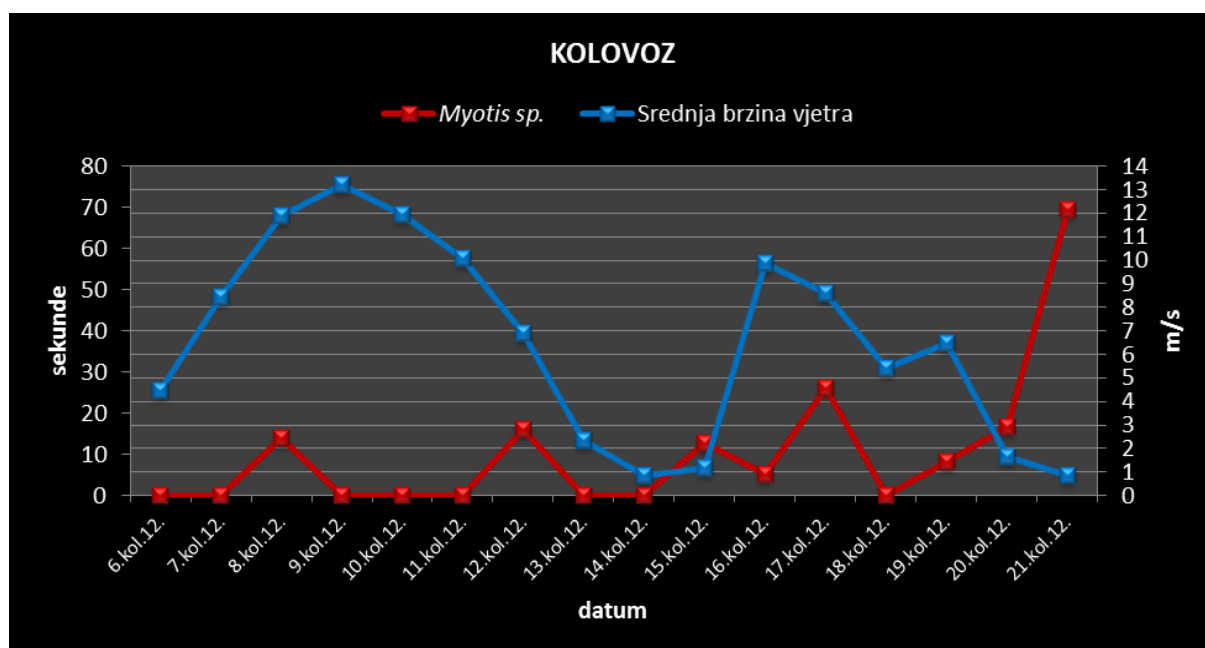
Aktivnost skupine *Myotis mali* tijekom kolovoza nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 19, Tablica 4). Ukupno je 34% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra do 6.5 m/s, kao i do 2.3 m/s.



**Slika 20.** Aktivnost skupine *Pipistrellus sp.* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u kolovozu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".



Aktivnost skupine *Pipistrellus sp.* tijekom kolovoza nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 20, Tablica 4). Ukupno je više od 65% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra do 6.5 m/s, a 53% aktivnosti na brzini vjetra do 5.4 m/s.

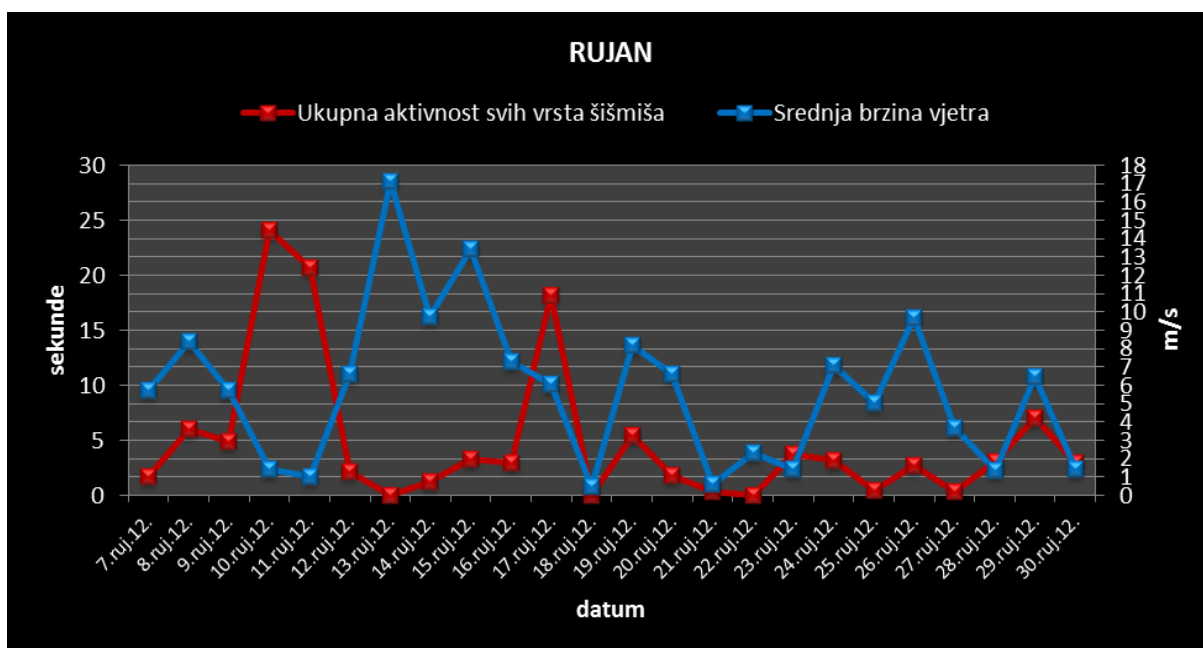


**Slika 21.** Aktivnost skupine *Myotis sp.* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u kolovozu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost skupine *Myotis sp.* tijekom kolovoza nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 21, Tablica 4). Ukupno je više od 63% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra do 6.5 m/s, a 59% aktivnosti na brzini vjetra do 5.4 m/s.

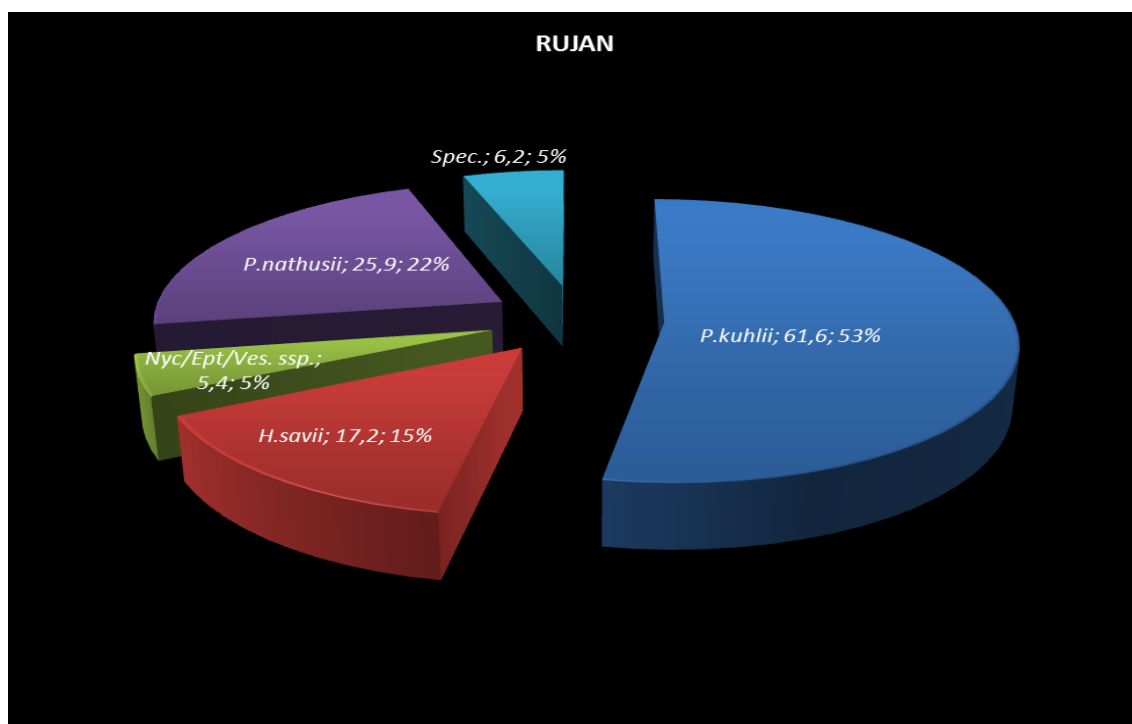
Tijekom rujna 2012. godine na lokaciji je automatski kontinuirano snimano pomoću postavljenog batcordera tijekom dvadeset i četiri noći.

Rezultati analize korelacije aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra za mjesec rujna prikazani su u Tablici 5.



**Slika 22.** Ukupna aktivnost svih vrsta šišmiša u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u rujnu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Ukupna aktivnost šišmiša tijekom rujna nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 22, Tablica 5). Ukupno je više od 75% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra do 6.5 m/s, a više od 69% aktivnosti do 6 m/s.

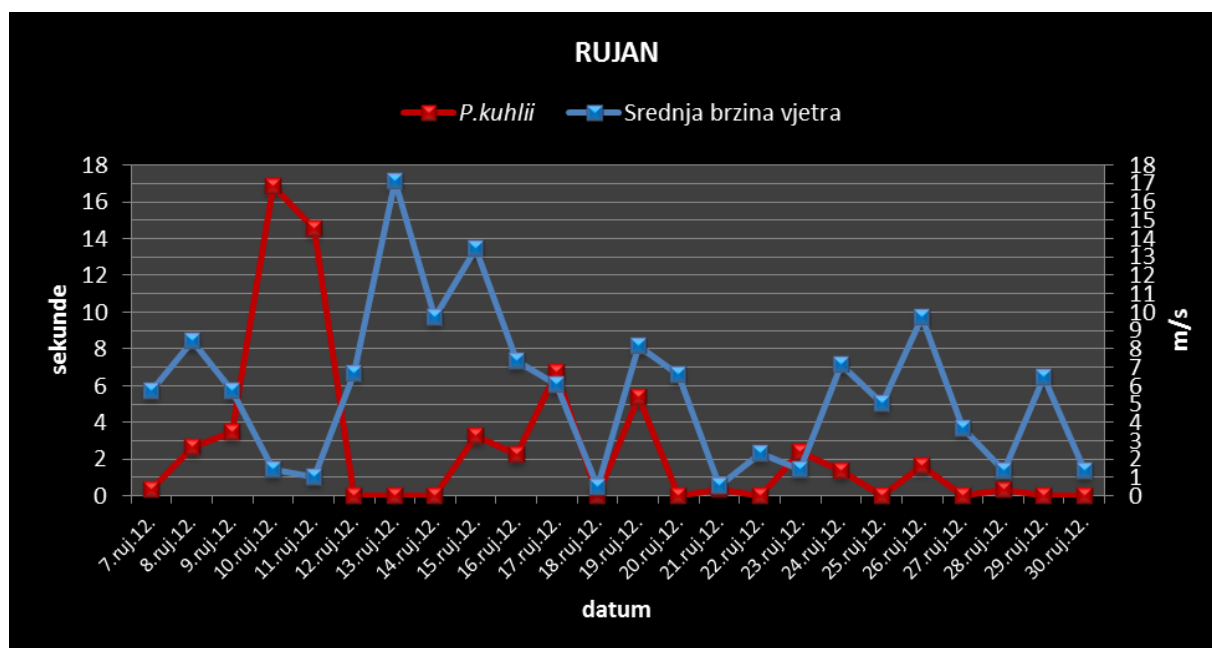


**Slika 23.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u rujnu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Prema udjelu vrsta/skupina, najveći udio čine šišmiši vrste *P. kuhlii* (53%) (Slika 23, Tablica 5), a slijedi vrsta *P. nathusii* (22%) i vrsta *H. savii* (15%).

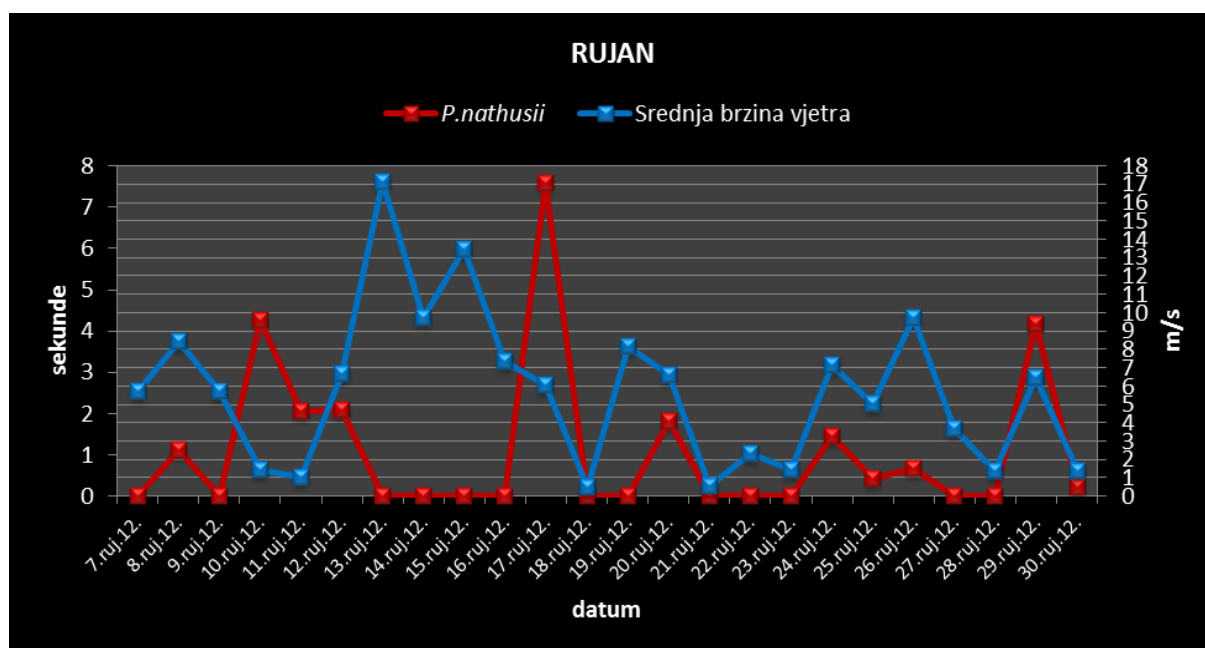
**Tablica 5.** Ukupna aktivnost svih zabilježenih vrsta šišmiša u sekundama u rujnu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6" i korelacija aktivnosti šišmiša (pojedinačno i ukupno) u odnosu na brzinu vjetra.

RUJAN		
Vrsta	Ukupna aktivnost (sekunde)	Korelacija aktivnosti i brzine vjetra, označene su korelcije $p < 0.05$
<i>H.savii</i>	17,16	-0,23
<i>Nyctalus/Eptesicus/Vespertilio ssp.</i>	5,44	-0,17
<i>P.kuhlii</i>	61,59	-0,22
<i>P.nathusii</i>	25,87	-0,07
Spec.	6,23	-0,18
Ukupno		-0,23



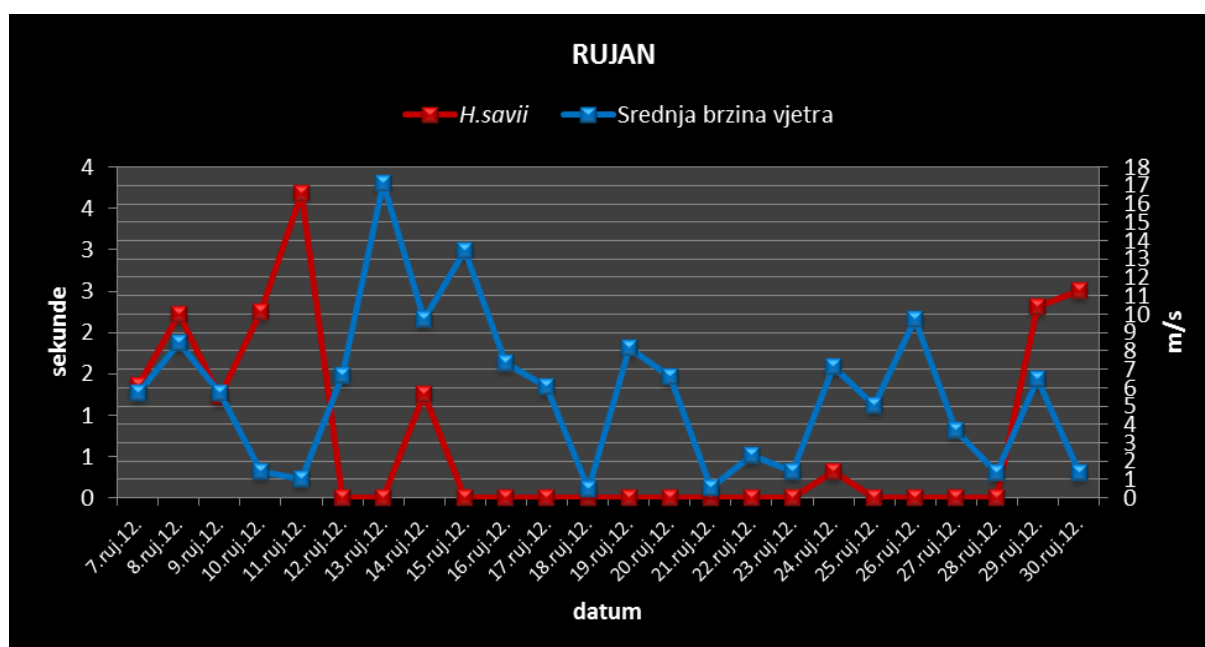
**Slika 24.** Aktivnost skupine *P. kuhlii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u rujnu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost vrste *P. kuhlii* tijekom rujna nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 24, Tablica 5). Ukupno je više od 73% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra do 6.5 m/s, kao i do 6 m/s.



**Slika 25.** Aktivnost vrste *P. nathusii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u rujnu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost vrste *Pipistrellus nathusii* tijekom rujna nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 25, Tablica 5). Više od 72% aktivnosti zabilježeno je na brzini vjetra do 6.5 m/s, a više od 56% aktivnosti do 6 m/s.



**Slika 26.** Aktivnost vrste *H. savii* u sekundama i srednja brzina vjetra u m/s tijekom noći u rujnu 2012. godine na lokaciji VE "ZD-6".

Aktivnost vrste *Hypsugo savii* tijekom rujna nije u statistički značajnoj korelaciji sa brzinom vjetra (Slika 26, Tablica 5). Ukupno je više od 77% aktivnosti zabilježeno na brzini vjetra do 6.5 m/s, a više od 64% aktivnosti do 6 m/s.

Tijekom kontinuiranog snimanja tijekom četiri noći u listopadu 2012. godine nije zabilježena nikakva aktivnost šišmiša.

### 3.2. Rezultati utvrđivanja smrtnosti

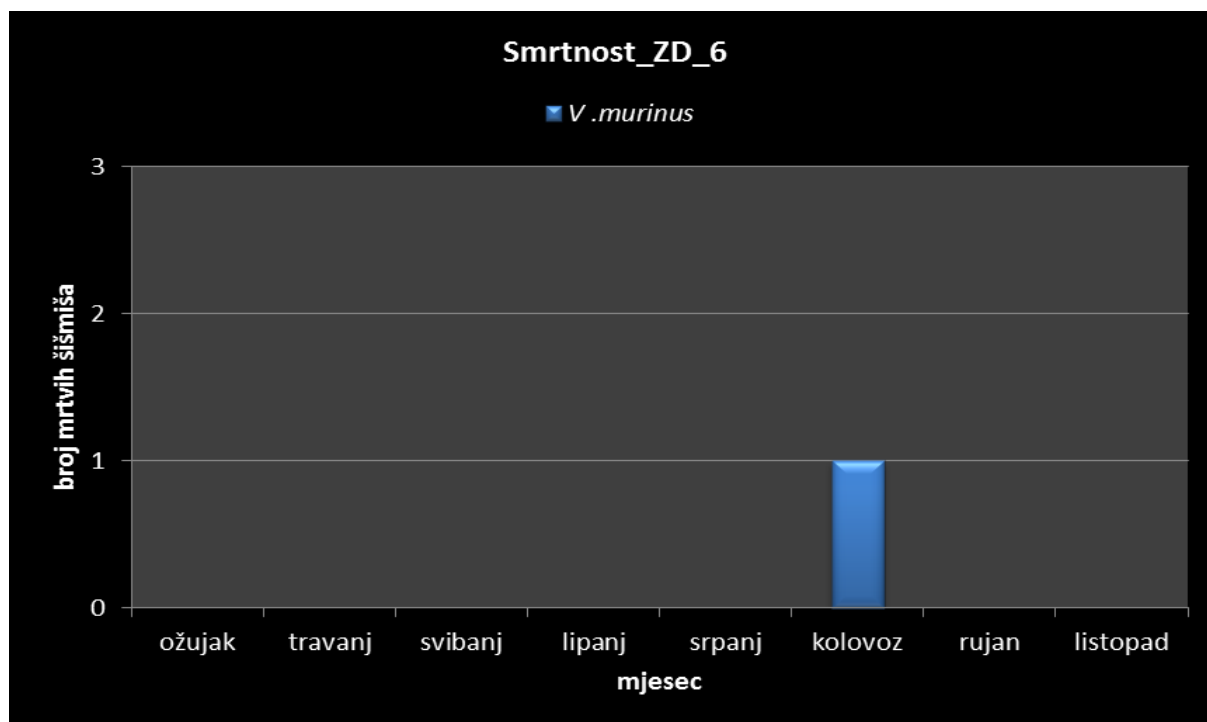
**Tablica 6.** Datumi obilazaka svakog pojedinačnog vjetroatregata i podaci o pronađenim mrtvim šišmišima tijekom prve godine monitoringa na lokaciji VE "ZD-6".

Smrtnost_1. godina monitoring_ VE "ZD-6"						
Datum	Vrsta	Spol	Tip ozljede, stanje trupla	x	y	VA
21.-23.03.2012.	ništa					
18.-20.04.2012.	ništa					
9-12.05.2012.	ništa					
3.06.2012.	ništa					
11.6.2012	ništa					
25.06.2012.	ništa					
28.06.2012.	ništa					
26.-27.07.2012.	ništa					
6.08.2012.	ništa					
7.08.2012.	ništa					
30.08.2012.	ništa					
31.08.2012.	<i>Vespertilio murinus</i>	m	vidljive vanjske ozljede trupa	5586849	4902338	VA 5
20.-22.09.2012.	ništa					
11.-13.10.2012.	ništa					

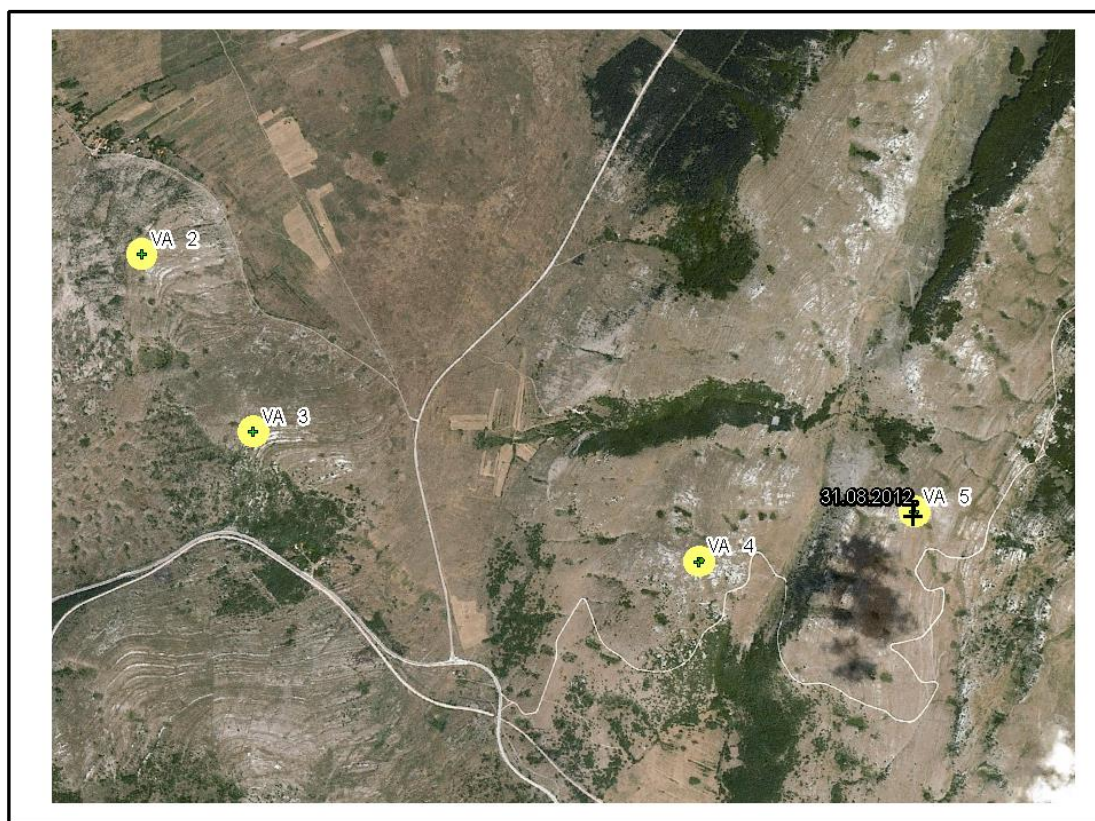
U tablici 6. prikazani su datumi obilazaka svakog pojedinog vjetroatregata radi utvrđivanja smrtnosti šišmiša. Ukupno je zabilježen 1 šišmiš. Pronađeni šišmiš je mužjak vrste *V. murinus*. Pronađeni šišmiš je imao vidljive vanjske ozljede na trupu. U tablici 6. vidi se vjetroatregat kod kojeg je pronađen mrtvi šišmiš te točne GPS koordinate pronađene jedinke.

Vrsta *V. murinus* tijekom kolovoza je zastupljena sa 6 % aktivnosti, a aktivnost nije u korelaciji sa brzinom vjetra.

Na slici 27. dan je ukupni pregled brojnosti i vrsta pronađenih mrtvih šišmiša tijekom prve godine monitoringa (2012. godina).



**Slika 27.** Ukupna zabilježena smrtnost šišmiša kroz mjesece tijekom prve godine monitoringa na lokaciji VE "ZD-6".



**Slika 28.** Prikaz svih vjetroagregata. Označen je vjetroagregat kod kojeg je pronađen mrtvi šišmiš (crni križić) i datum pronalaska.

### 3.3. Rezultati obilaska kolonija

S ciljem utvrđivanja mogućih utjecaja vjetroparka na poznate kolonije u užoj i široj zoni utjecaja, potrebno je tijekom praćenja stanja obilaziti poznate kolonije. S obzirom da na području VE „ZD-6“ ne postoje poznate kolonije šišmiša, niti se vjetropark nalazi unutar štićenog područja neke od kolonija unutar NATURA 2000 područja za šišmiše (Pavlinić & Đaković 2010), tijekom terenskih istraživanja pokušali smo utvrditi dosad nepoznata skloništa šišmiša.

Jedino poznato sklonište šišmiša je crkva u Velikoj Popini za koju su do ovog istraživanja postojali podaci od 20.08.2008. godine (Pavlinić & Đaković 2010) kad je na tavanu zabilježen jedan šišmiš vrste *R. hipposideros*. Obilaskom tavana, tijekom lipnja 2012. godine, utvrđeno je da nema porodične kolonije i da tavan samo povremeno koriste pojedinačne jedinke šišmiša.

Tijekom travnja i lipnja obišta je šira okolica VE “ZD-6” u potrazi za podzemnim i nadzemnim skloništima šišmiša. Niti u jednom od pronađenih objekata



(npr. Golubnjača, Mišolovka, jama Bezdan) nisu pronađene kolonije šišmiša niti tragovi koji bi upućivali da ove objekte šišmiši koriste u značajnijem broju.

### 3.4. Rezultati vizualnog promatranja

Tijekom vizualnog promatranja koje je kombinirano sa zvučnim promatranjem nije utvrđena povećana aktivnost šišmiša stoga su vjetroagregati za promatranje odabrani nasumično. Prilikom promatranja uz VA\_5 zabilježeni su šišmiši u letu na udaljenosti od više od 100 m od vjetroagregata. Uz sami vjetroagregat šišmiši nisu zabilježeni.

## 4. Analiza praćenja ometanja/gubitka skloništa i staništa

Vjetroagregati VA 2 i VA 3 smješteni su na području koje je 100% prekriveno mediteranskim i epimediteranskim suhim travnjacima (ukupna površina 0.56 km<sup>2</sup>), dok su VA 4 i VA 5 također na istom tipu staništa sa malim udjelom mezofilnih i neutrofilnih čistih bukovih šuma (ukupna površina 0.61 km<sup>2</sup>, udio bukovih šuma 4.6%).

**Tablica 7.** Vrste šišmiša zabilježene na lokaciji VE "ZD-6" u prvoj godini monitoringa i mjeseci u kojima su zabilježene.

VRSTA	SVIBANJ	LIPANJ	SRPANJ	KOLOVOZ	RUJAN
<i>E.serotinus</i>		+	+		
<i>H.savii</i>	+	+	+	+	+
<i>M.schreibersii</i>		+	+		
<i>Myotis mali</i>		+	+	+	
<i>Myotis sp.</i>		+	+	+	
<i>N.leisleri</i>			+	+	
<i>N.noctula</i>		+	+	+	
<i>Nyctalus/Eptesicus/Vespertilio ssp.</i>		+	+	+	+
<i>P.kuhlii</i>			+	+	+
<i>P.nathusii</i>					+
<i>P.pipistrellus</i>			+		
<i>Pipistrellus sp.</i>	+	+	+	+	
<i>R.ferrumequinum</i>		+		+	
<i>R.hipposideros</i>			+		
<i>V.murinus</i>				+	
Spec.		+	+	+	+

Vrste *H. savii* i *P. kuhlii* su rezidentne vrste na ovoj lokaciji i vrlo vjerojatno koriste područje kao lovno stanište. Česte su i vrste roda *Nyctalus* ali je njihova zabilježena aktivnost mala. Aktivnost ostalih vrsta je periodična i ukazuje na povremeno korištenja područja VE „ZD-6“, najčešće za prelete, a rjeđe kao lovno stanište (Tablica 7).

## 5. Nastavak praćenja stanja i dodatne mjere zaštite

U Američkoj literaturi prevladava mišljenje da kolizija šišmiša sa vjetroturbinama najviše pogađa migratorne vrste (Kunz et al. 2007, Arnett et al. 2008, Cryan 2008, Horn et al. 2008). Međutim to se ne slaže s Europskim opažanjima. Iako su vrste *Nyctalus noctula* i *Pipistrellus nathusii* tipične vrste koje migriraju na velike udaljenosti (Hutterer et al. 2005) to nije slučaj sa vrstom *Pipistrellus pipistrellus* za koju je zabilježena najveća smrtnost na vjetroturbinama u Black Forest u Njemačkoj (Behr & Helversen 2006) i na vjetroparku u Bouinu na Atlantskoj obali Francuske (Dulac 2008). Ovu vrstu se smatra više ili manje rezidentnom u tim područjima. Isto se odnosi na vrstu *E. nillssonii* koja je najčešće nađena mrtva na vjetroturbinama u Švedskoj (Ahlén 2002). Vjetroturbine u velikoj mjeri ubijaju migratorne vrste šišmiša, ali s obzirom da su stacionarne vrste šišmiša također pogođene, nesreće se vjerojatno pojavljuju neovisno o migraciji (Rydell et al. 2010).

Najveća smrtnost šišmiša (90%) je zabilježena u kasno ljeto i u ranu jesen. Postoji samo nekoliko Europskih istraživanja u kojima su vjetroparkovi istraživani redovito tijekom sezone i dulje i gdje je broj pronađenih mrtvih šišmiša dovoljan za statistički značajni pregled varijacije. Prema dva istraživanja iz Njemačke (Trapp et al. 2002, Endl et al. 2004) (nekoliko vjetroparkova, podaci o smrtnosti iz 2002 i 2004) manji dio (10%) smrtnosti je u ranom lipnju i veliki dio (90%) u kolovozu i rujnu, dok između tih perioda nije zabilježena smrtnost. Veliko povećanje stope smrtnosti opaženo je u kasno ljeto na istraživanom području u obje godine. Među mrtvim šišmišima prevladavale su vrste *Nyctalus noctula* i *Pipistrellus nathusii*, za koje se smatra da migriraju na velike udaljenosti. Podaci iz istraživanja u Francuskoj (Dulac 2008) koja su redovito provođena od 2003. godine redovito kroz 4 sezone pokazuju uzorak kao i istraživanja iz Njemačke. Mali dio (8%) od broja mrtvih šišmiša je obično zabilježen u proljeće te mnogo veći dio (92%) u kasno ljeto i ranu jesen. Na ovom području je najčešće ubijena vrsta *P. pipistrellus* koja se smatra rezidentnom na

ovom području, ali nađene su mrtve i vrste *P. nathusii* i *N. noctula* koje prelijeću područje tijekom migracije. Vrhunac smrtnosti u kasno ljeto pojavljuje se svake godine, međutim točno vrijeme varira za nekoliko tjedana među godinama.

Nekoliko istraživanja iz Sjeverne Amerike pokazuju iste rezultate, većina (u prosjeku 90%) smrtnosti pojavljuje se u kasno ljeto i u ranu jesen, od kasnog srpnja do ranog listopada. Ponekad se mali vrhunac smrtnosti pojavljuje u kasno proljeće ili rano ljeto, dok je smrtnost obično vrlo mala tijekom porodiljnog perioda sredinom ljeta (Howe et al. 2002, Young et al. 2003, Erickson et al. 2003a, 2003b, Brown & Hamilton 2004, 2006a,b, Johnson et al. 2004, Kerns & Kerlinger 2004, Kerlinger et al. 2006, Jain et al. 2007, 2009, Arnett et al. 2009a).

Šišmiši se hrane uz vjetroturbine gotovo isključivo pri niskoj brzini vjetra (Behr & Helversen 2005, Brinkmann et al. 2006, Ahlén et al. 2007, Grünwald & Schäfer 2007, Bach & Bach 2010, Bach & Niemann 2011) i to je također doba kada se pojavljuje najviše nesreća (Traxler et al. 2004, Behr & Helversen 2005, Seiche 2008). Najveća aktivnost šišmiša kod vjetroturbina i većina smrtnih slučajeva podudara se sa brzinom vjetra ispod 4m/s. Aktivnost šišmiša kod turbina smanjuje se u intervalu 4-8 m/s. Nekoliko ili niti jedan šišmiš se ostane hraniti kraj turbina na većim brzinama vjetra, iako postoje varijacije s obzirom na lokaciju turbine i na vrstu šišmiša. Npr, *N. noctula*, relativno velika vrsta je čini se otpornija na vjetar od manjih vrsta šišmiša. U prosjeku, *N. noctula* se hrani kod vjetroturbina pri višim brzinama vjetra i također biva ubijen, u usporedbi sa manjim vrstama iz roda *Pipistrellus* (Seiche 2008).

Vrhunac smrtnosti šišmiša obično se pojavljuje istovremeno na nekoliko lokacija ali varira drastično od dana do dana te između godina na danoj lokaciji (Trapp et al. 2002, Endl et al. 2004, Brinkmann et al. 2006).

Ahlén (2002) je opazio da je ponašanje šišmiša kod vjetroturbina jednako, neovisno o tome rotiraju li se ili stoje. To znači da magnetsko polje, toplina ili ultrazvuk kojeg vjetroturbine proizvode ili Dopplerov-efekt nastao od samog kretanja (Long et al. 2009, 2010) ne mogu biti odgovorni za privlačenje šišmiša ka turbinama, kao što je predloženo ranije (Kunz et al. 2007). Crveno ili bijelo upozoravajuće svjetlo na vrhu turbina ne privlače šišmiše (Horn et al. 2008) i reprodukcija zvuka generiranog uz vjetroturbine također nema utjecaja na šišmiše (Ahlén 2003).

Na lokaciji VE "ZD-6" ukupno je pronađen 1 mrtvi šišmiš na kraju mjeseca kolovoza. Pronađeni šišmiš pripada vrsti *V. murinus*, radi se o odraslom mužjaku

(Tablica 6). Pronađen je na udaljenosti od 21 m od vjetroatregata. Vrsta *V. murinus* tijekom kolovoza je zastupljena sa 6 % aktivnosti, a aktivnost nije u korelaciji sa brzinom vjetra.

Zabilježena smrtnost je zanemariva, može se smatrati povremenom i nema značaj za izračunavanje procjene smrtnosti na godišnjoj razini (Arnett osobna kom.).

Ukoliko se istraživanjima utvrdi više od povremene pojave mrtvih šišmiša, treba uvesti mjeru ublažavanja u određenim uvjetima (Rydell et al 2012). Behr & Helversen 2006, Baerwald et al. 2009, Arnett et al. 2009b, 2010a,b dokazali su da mjere ublažavanja za zaštitu šišmiša od vjetroturbina zaista djeluju u praksi. U sva tri slučaja turbine su eksperimentalno zaustavljene tijekom perioda sa niskom brzinom vjetra (< 4-6.5 m/s) po noći (okvirno između zalaska i izlaska sunca, ali sa sitnim varijacijama između studija) tijekom ljeta. Stopa smrtnosti je zatim uspoređena sa onom na turbinama koje su normalno radile. Očito je da se stopa smrtnosti smanjila drastično (79-90%) na turbinama koje su imale mjeru ublažavanja, a istovremeno gubitak energije je bio neznatan (3-11% tijekom perioda eksperimenta, odnosno 0,3-1% za cijelu godinu). Turbine su imale mjeru ublažavanja tijekom perioda niske brzine vjetra kada ionako ne bi proizvele mnogo energije. Niže vrijednosti se odnose na mjeru kada su turbine zaustavljene ispod 4 m/s, a veće vrijednost na 6,5 m/s minimalne brzine vjetra.

Vjetroturbine obično počinju proizvoditi struju pri brzini vjetra od 4 m/s (tzv. "cut-in-speed"). Ova brzina se može podesiti na 6 m/s. Pri nižim brzinama vjetra rotor se u principu ne miče, međutim pri smanjivanju brzine vjetra rotor se može nastaviti okretati dugo nakon što brzina vjetra padne ispod "cut-in" brzine, iako tada ne proizvodi energiju. Tehnički se može izvesti zaustavljanje rotora kako bi mirovao pri brzinama vjetra ispod "cut-in" brzine, a "cut-in" brzina se također može prilagoditi na predloženih 6 m/s. Ako se vjetroturbina kreće u ovakvom modu vjerojatno je da će se minimalizirati opasnost za šišmiše uz relativno nizak trošak.

Monitoring se nastavlja i krajnji rezultati biti će dani nakon isteka ukupnog propisanog trajanja monitoringa od dvije godine.

U ovome trenutku na osnovu istraživanja prve godine monitoringa, dodatne mjere zaštite nisu potrebne.

## 6. Literatura

- AHLÉN, I. 2002. Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. Fauna och flora 97, 14-22.
- AHLÉN, I. 2003. Wind turbines and bats – a pilot study. Report to the Swedish National Energy Administration.
- AHLÉN, I., L. BACH, H. J. BAAGØE & J. PETTERSSON 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Naturvårdsverket, Stockholm, Rapport 5571. <http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln>
- ARNETT, E. B., W. K. BROWN, W. P. ERICKSON, J. K. FIEDLER, B. L. HAMILTON, T. H. HENRY, A. JAIN, G. D. JOHNSON, J. KERNS, R. R. KOFORD, C. P. NICHOLSON, T. J. O'CONNELL, M. D. PIORKOWSKI & R. D. TANKERSLEY 2008. Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. Journal of Wildlife Management 72, 61-78.
- ARNETT, E. B., M. SCHIRMACHER, M. HUSO & J. P. HAYES 2009a. Patterns of bat fatalities at the Casselman Wind Project in south-central Pennsylvania. Annual report to the Bats and Wind Energy Cooperative and the Pennsylvania Game Commission. Bat Conservation International, Austin, Texas. <http://www.batsandwind.org/pdf/2008%20patbatfatal.pdf>
- ARNETT, E. B., M. SCHIRMACHER, M. HUSO & J. P. HAYES 2009b. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. Annual report to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas. [http://www.batsandwind.org/pdf/Curtailment\\_2008\\_Final\\_Report.pdf](http://www.batsandwind.org/pdf/Curtailment_2008_Final_Report.pdf)
- ARNETT, E. B., M. M. P. HUSO, J. P. HAYES AND M. SCHIRMACHER. 2010a: Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- ARNETT, E. B., M. M. P. HUSO, M. R. SCHIRMACHER & J. P. HAYES 2010b. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. Frontiers in Ecology and the Environment doi:10.1890/100103.
- BACH, L. & P. BACH 2010. Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Cappel-Neufeld Endbericht 2009. Report to WWK, Warendorf.
- BACH, L. & I. NIERMANN 2011. Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark

- Langwedel. Endbericht 2010. Report to PNE Wind AG, Cuxhaven.
- BAERWALD, E. F. & R. M. R. BARCLAY 2009. Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. *Journal of Mammalogy* 90, 1341-1349.
- BEHR, O. & O. VON HELVERSEN 2005. Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch einen Windkraftstandort. Endbericht. Report to Windpark Kempfenbühl/Schlossbühl bei Lahr im Schwarzwald 2004 und 2005.
- BEHR, O. & O. VON HELVERSEN 2006. Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark "Roskopf" (Freiburg i Br.) im Jahr 2005. Report to Regiowind GmbH & Co., Freiburg.
- BRINKMANN, R., H. SCHAUER-WEISSHAHN & F. BONTADINA 2006. Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Report to Regierungspräsidium Freiburg – Referat 56 Naturschutz und Landschaftspflege. <http://www.rp-Freiburg.de/servlet/PB/show/1158478/rpf-windkraft-fledermaeuse.pdf>
- BROWN, W. K. & B. L. HAMILTON 2004. Bird and bat monitoring at the McBride Wind Farm, Alberta 2003-2004. Report to Vision Quest Windelectric Inc., Calgary AB September 2004.
- BROWN, W. K. & B. L. HAMILTON 2006a. Bird and bat interactions with wind turbines at Castle River Wind Farm, Alberta 2001-2002. Report to Vision Quest Windelectric Inc., Calgary AB July 2006.
- BROWN, W. K. & B. L. HAMILTON 2006b. Monitoring of bird and bat collisions with wind turbines at the Summerview Wind Power Project, Alberta 2005-2006. Report to Vision Quest Windelectric Inc., Calgary AB September 2006. BWEC 2011. Operational mitigation and deterrent studies. Bats and Wind Energy Cooperative e-Newsletter v. 8 February 2011.
- CRYAN, P. M. 2008. Mating behaviour as a possible cause of bat fatalities at wind turbines. *Journal of Wildlife Management* 72, 845-849.
- DULAC, P. 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire, Nantes.

<http://www.wind-watch.org/documents/wp-content/uploads/bouin-vendee-avifaune-chauvessouris.pdf>

- ENDL, P., U. ENGELHART, K. SEICHE, S. TEUFERT & H. TRAPP 2004. Verhalten von Fledermäuse und Vögel an ausgewählten Windkraftanlagen. Landkreis Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz, Freistadt Sachsen. Report to Staatliches Umweltfachamt Bautzen.
- ERICKSON, W. P., J. JEFFREY, K. KRONNER & K. BAY 2003a. Stateline Wind project wildlife monitoring annual report, results for the period July 2001–December 2002. Technical report prepared for FPL Energy, The Oregon Office of Energy, and the Stateline Technical Advisory Committee: Western Ecosystems Technology Inc., Cheyenne, Wyoming. EWEA. 2008. Pure power. Wind energy scenarios up to 2030. European Wind Energy Association, Bryssel.
- ERICKSON, W. P., P. B. GRITSKI & K. KRONNER 2003b. Nine Canyon Wind Power Project avian and bat monitoring auual report. Technical report submitted to Energy Northwest and the Nine Canyon Technical Advisory Committee. Western Ecosystems Technology Inc., Cheyenne, Wyoming.
- GRÜNWALD, T. & F. SCHÄFER 2007. Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland. *Nyctalus* (N.F.) 12: 182-198.
- HORN, J. W., E. B. ARNETT & T. H. KUNZ 2008. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *Journal of Wildlife Management* 72, 123-132.
- HOWE, R. W., W. EVANS & A. T. WOLF 2002. Effects of wind turbines on birds and bats in northeastern Wisconsin. Wisconsin Public Service Corporation, Madison, Wisconsin.
- HUTTERER, R., T. IVANOVA, C. MEYER-CORDS & L. RODRIGUES 2005. Bat migrations in Europe: a review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, Bonn 28, 1- -176.
- JAIN, A., P. KERLINGER, R. CURRY & L. SLOBODNIK 2007. Annual report to the Maple Ridge Wind Power Project post-construction bird and bat fatality study 2006. Report to PPM Energy and Horizon Energy. Curry & Kerlinger LCC, Cape May Point, New Jersey.
- [http://www.windwatch.org/documents/wpcontent/uploads/maple\\_ridge\\_report\\_2006.pdf](http://www.windwatch.org/documents/wpcontent/uploads/maple_ridge_report_2006.pdf)



- JAIN, A., P. KERLINGER, R. CURRY, L. SLOBODNIK & M. LEHMAN 2009. Annual report for the Maple Ridge Wind Power Project post-construction bird and bat fatality study 2008. Report to Iberdrola Renewables Inc. and Horizon Energy and Technical Advisory Committee for the Maple Ridge Project Study. Curry & Kerlinger LCC, Cape May Point, New Jersey. [http://www.batsandwind.org/pdf/Jain\\_2009b.pdf](http://www.batsandwind.org/pdf/Jain_2009b.pdf)
- JOHNSON, G. D., M. K. PERLIK, W. P. ERICKSON & M. D. STRICKLAND 2004. Bat activity, composition and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 32, 1278-1288.
- KERLINGER, P., R. CURRY, L. CULP, A. JAIN, C. WILKERSON, B. FISHER & A. HASCH 2006. Post-construction avian and bat fatality monitoring study for the High Winds Wind Power Project Solano County, California. Two-year report April 2006.
- KERNS, J. & P. KERLINGER, P. 2004. A study of bird and bat collision fatalities at the Mountaineer Wind Energy center, Tucker County, West Virginia. Annual report to FPL Energy and Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee. <http://www.wvhighlands.org/Birds/MountaineerFinalAvianRpt-%203-15-04PKJK.pdf>
- KUNZ, T. H., E. B. ARNETT, W. P. ERICKSON, A. R. HOAR, G. D. JOHNSON, R. P. LARKIN, M. D. STRICKLAND, R. W. THRESHER & M. D. TUTTLE 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats; questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5, 315-324.
- LONG, C. V., J. A. FLINT, P. A. LEPPER & S. A. DIBLE 2009. Wind turbines and bat mortality: interactions of bat echolocation pulses with moving turbine rotor blades. *Proceedings of the Institute of Acoustics* 31, 185-192.
- LONG, C. V., J. A. FLINT & P. A. LEPPER 2010. Wind turbines and bat mortality: Doppler shift profiles and ultrasonic bat-like pulse reflection from moving turbine blades. *Journal of the Acoustical Society of America* 128, 2238-2245.
- MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA, PROSTORNOG UREĐENJA I GRADITELJSTVA, APO d.o.o. 2010: Smjernice za izradu studija utjecaja na okoliš za zahvate vjetroelektrana – fauna šišmiša.
- RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES & A.

- HEDENSTRÖM 2010. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Research*. doi: 10.1007/s10344-010-0444-3 (27 okt 2010).
- RYDELL, J., H. ENGSTRÖM, A. HEDENSTRÖM, J. K., LARSEN, J. PETTERSSON & M. GREEN 2012. The effect of wind power on birds and bats – A synthesis. The Swedish Environmental Protection Agency. Stockholm, Sweden.
- SEICHE, K. 2008. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. Report to Freistaat Sachsen. Landesamt für Umwelt und Geologie. <http://www.smul.sachsen.de/lfug>
- TRAPP, H., D. FABIAN, F. FÖRSTER & O. ZINKE 2002. Fledermausverluste im eimen Windpark der Oberlausitz. *Naturschutzarbeit in Sachsen* 44, 53-56.
- TRAXLER, A., S. WEGLEITNER & H. JAKLITSCH 2004. Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen - Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf. Report for WWS Ökoenergie, WEB Windenergie, evn Naturkraft, IG Windkraft und dem Amt der Niederösterreichischen Landesregierung. <http://www.igwindkraft.at/redsystem/mmedia/2005.04.15/1113566866.pdf>
- YOUNG, D. P. JR., W. P. ERICKSON, R. E. GOOD, M. D. STRICKLAND & G. D. JOHNSON 2003. Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim Windpower Project, Carbon County, Wyoming: November 1998-June 2003. Technical report prepared for Pacific Inc., SeaWest Windpower Inc. and Bureau of Land Management, Rawlins, WY. Western EcoSystems Technology Inc, Cheyenne, Wyoming.