

UNIVERZA V LJUBLJANI
VETERINARSKA FAKULTETA

Jana STERŽE

**OCENA VPLIVA KOPENSKIH VETRNIH
ELEKTRARN NA RASTLINSKI IN ŽIVALSKI SVET
Z UPORABO ŠTUDIJ POROČIL O VPLIVIH NA
OKOLJE IN MONITORINGOV**

Doktorska disertacija

Ljubljana, 2009

**UNIVERZA V LJUBLJANI
VETERINARSKA FAKULTETA**

UDK 502/504:69:621.548(043.3)

Jana STERŽE, prof.

**OCENA VPLIVA KOPENSKIH VETRNIH ELEKTRARN NA
RASTLINSKI IN ŽIVALSKI SVET Z UPORABO ŠTUDIJ POROČIL
O VPLIVIH NA OKOLJE IN MONITORINGOV**

**IMPACT ASSESSMENT OF ON-SHORE WIND FARMS ON FLORA
AND FAUNA WITH USE OF STUDIES OF ENVIRONMENTAL
IMPACT ASSESSMENTS AND MONITORING RESULTS**

Doktorska disertacija

Ljubljana, 2009

Doktorska disertacija je zaključek enovitega podiplomskega študija na Univerzitetnem podiplomskem študiju varstva okolja Univerze v Ljubljani.

Na podlagi sklepa Senata Veterinarske fakultete z dne 16. septembra 2005 je komisija za podiplomski študij doktorandki omogočila neposreden prehod na doktorski študij varstva okolja. Na podlagi sklepa Senata Univerze v Ljubljani z dne 24. oktobra 2006 sta bila sprejeta tema in naslov disertacije.

Javni zagovor je bil opravljen:

Mentor: prof. dr. Milan Pogačnik
Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za patologijo, sodno in upravno veterinarstvo

Somentor: prof. dr. Janez Marušič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Martin DOBEIC
Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za higieno okolja in živali z etologijo

Članica: prof. dr. Metka ŠPES
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo

Član: prof. dr. Jože RAKOVEC
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko

Član in somentor: prof. dr. Janez MARUŠIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo

KAZALO

Kazalo	4
Kazalo preglednic	6
Kazalo slik	7
Kazalo prilog	8
Izvleček	9
Abstract	10
1. UVOD	11
1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE	12
1.2 RAZISKOVALNE HIPOTEZE	14
2. PODATKI IZ LITERATURE	15
2.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI VETRNE ENERGIJE-POTENCIALNI POZITIVNI IN NEGATIVNI VPLIVI	15
2.1.1 Vplivi na prsti	15
2.1.2 Vodni viri	15
2.1.3 Ozračje	16
2.1.4 Hrup	16
2.1.5 Vplivi transporta	16
2.1.6 Vplivi nevarnih in drugih odpadkov	17
2.1.7 Vplivi na zdravje ljudi in varnost	17
2.1.8 Živi organizmi in habitati	17
2.2 GLAVNE TEŽAVE	21
2.2.1 Percepcija vetrnih elektrarn	21
2.2.2 Zvok	24
2.2.3 Vplivi vetrnih turbin na ptice	31
2.2.3.1 Vid in sluh ptic	45
2.2.3.2 Višina leta ptic kot vzrok kolizij	49
2.2.3.3 Učinek pregrad pri postavitvah vetrnih elektrarn	52
2.2.3.4 Odziv ptic na turbine: prilagoditev ali umik	52
2.2.3.5 Sledenje pticam	63
2.2.3.6 Ocena tveganja	65
2.3 ŠTUDIJE PRIMEROV VPLIVA TURBIN NA PTICE	69
3 MATERIALI IN METODE DELA	76
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	78
4.1 ŠTUDIJE POROČIL O VPLIVIH NA OKOLJE	78
4.1.1 Sestava poročil o vplivih na okolje v državah, vključenih v raziskavo	78
4.1.2 Raba tal in trajen odvzem površine (v hektarjih)	80
4.1.3 Ocena potencialnega vpliva zvoka turbin	81
4.1.4 Zaščitene rastlinske vrste in habitati	82
4.1.5 Zaščitene živalske vrste	85
4.2 ŠTUDIJE MONITORINGOV PTIC	88

4.2.1 Monitoringi in stopnja smrtnosti ptic po vetrnih elektrarnah	88
4.2.2 Monitoringi in smrtnost po vrstah ptic	108
4.3 ŠTUDIJE MONITORINGOV NETOPIRJEV	122
4.3.1 Monitoringi in stopnja smrtnosti netopirjev po vetrnih elektrarnah	122
 5 ZAKLJUČKI	 138
 6 POVZETEK	 144
 7 SUMMARY	 148
 8 ZAHVALA	 152
 9 VIRI	 154
 10 LITERATURA	 159
 11 PRILOGE	 174

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1. Potencialni vplivi na vegetacijo v fazi gradnje	18
Preglednica 2. Potencialni vplivi na divjad v fazi gradnje	19
Preglednica 3. Vir aktivnosti in jakost zvoka	25
Preglednica 4. Napoved jakosti zvoka za turbino 1.3 MW	28
Preglednica 5. Jakost infrazvoka pri razdalji 250 m od turbine 1 MW pri hitrosti vetra 15 m/s v primerjavi z ravno praga slišnosti	28
Preglednica 6. Priporočila za največjo izpostavljenost zvoku	29
Preglednica 7. Omejitve jakosti zvoka po državah	31
Preglednica 8. Študije kolizij ptic z vozili	34
Preglednica 9. Kolizije pri stavbah/oknih	36
Preglednica 10. Kolizije zaradi visokonapetostnih vodov	38
Preglednica 11. Kolizije pri komunikacijskih stolpih (podane le tiste z velikim številom žrtev)	40
Preglednica 12. Glasnost v dB, ki mora biti dosežena za zaznavanje tonov in zvoka pri pov. ptici	46
Preglednica 13. Višina leta opazovanih ptic v odstotkih glede na vrsto	51
Preglednica 14. Najmanjša razdalja do vetrnih el. posameznih vrst ptic v obdobju gnezdenja	56
Preglednica 15. Najmanjša razdalja do vetrnih el. posameznih vrst ptic zunaj obdobja gnezdenja	57
Preglednica 16. Stopnje občutljivosti posameznih vrst ptic na delovanje turbin	59
Preglednica 17. Indeks tveganja za pet vrst ptic v poletnem času v el. Buffalo Ridge v Minnesoti	67
Preglednica 18. Trajen odvzem površine v vetrnih elektrarnah	81
Preglednica 19. Presežena jakost zvoka po študijah	81
Preglednica 20. Preizkus hi-kvadrat glede presežene jakosti zvoka	82
Preglednica 21. Posegi glede na število zaščitene vrst rastlin	84
Preglednica 22. Posegi glede na število zaščitene vrst živali	85
Preglednica 23. Število študij po državah	88
Preglednica 24. Delitev študij glede na kakovost	89
Preglednica 25. Študije glede na trajanje raziskave	90
Preglednica 26. Trajanje raziskav po študijah	90
Preglednica 27. Mann-Whitneyev preizkus smrtnosti ptic glede na trajanje raziskave	91
Preglednica 28. Stopnja smrtnosti ptic glede na kakovost študij	92
Preglednica 29. Statistika hi-kvadrat za stopnjo mortalitete ptic	93
Preglednica 30. Skupna srednja stopnja smrtnosti ptic v vetrnih elektrarnah	93
Preglednica 31. Stopnja smrtnosti ptic glede na vrsto habitata ali reliefa	93
Preglednica 32. Statistika hi-kvadrat za stopnjo smrtnosti ptic glede na vrsto habitata ali reliefa	94
Preglednica 33. Stopnja smrtnosti roparic glede na kakovost študij	110
Preglednica 34. Statistika hi-kvadrat za smrtnost roparic glede na kakovost študij	110
Preglednica 35. Skupna srednja stopnja smrtnosti roparic v vetrnih elektrarnah	110
Preglednica 36. Stopnja smrtnosti roparic glede na trajanje raziskave	111
Preglednica 37. Mann-Whitneyev test smrtnosti roparic glede na trajanje raziskave	111
Preglednica 38. Stopnja smrtnosti roparic glede na vrsto habitata ali reliefa	112
Preglednica 39. Statistika hi-kvadrat za smrtnost roparic glede na vrsto habitata ali reliefa	113
Preglednica 40. Delež žrtev po skupinah ptic in elektrarnah v državah ZDA	119
Preglednica 41. Najpogostejše žrtve v študijah glede na vrsto (nad deset zabeleženih žrtev)	119
Preglednica 42. Kakovost študij, vključenih v metaanalizo netopirjev	123
Preglednica 43. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na kakovost študij	124
Preglednica 44. Mann-Whitneyev preizkus smrtnosti netopirjev glede na kakovost študij	124
Preglednica 45. Skupna srednja stopnja smrtnosti netopirjev v vetrnih elektrarnah	126
Preglednica 46. Študije glede na trajanje raziskave	126
Preglednica 47. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave	126
Preglednica 48. Mann-Whitneyev preizkus stopnje smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave	127
Preglednica 49. Študije glede na vrsto habitata ali reliefa	128
Preglednica 50. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na vrsto habitata ali reliefa	129
Preglednica 51. Statistika hi-kvadrat za stopnjo smrtnosti netopirjev glede na vrsto habitata/reliefa	129

KAZALO SLIK

Slika 1. Primer širjenja zvoka turbin	31
Slika 2. Slišnostna krivulja	45
Slika 3. Razmerje med najmanjšo razdaljo in višino turbin	62
Slika 4. Kapaciteta vetrnih elektrarn po državah do leta 2007	79
Slika 5. Kapaciteta elektrarn, vključenih v analizo poročil glede faune in flore, po državah	80
Slika 6. Študije glede na kakovost	89
Slika 7. Študije glede na trajanje raziskave	90
Slika 8. Stopnja smrtnosti ptic glede na trajanje raziskave	91
Slika 9. Povprečna vrednost in trajanje raziskave	92
Slika 10. Stopnja smrtnosti ptic (mediana) glede na vrsto habitata ali reliefa	94
Slika 11. Stopnja smrtnosti ptic (aritmetična sredina) glede na vrsto habitata ali reliefa	95
Slika 12. Stopnja smrtnosti ptic glede na vrsto habitata ali reliefa	95
Slika 13. Kakovost študij in stopnja smrtnosti roparic	109
Slika 14. Mediana stopnje smrtnosti roparic glede na kakovost študij	109
Slika 15. Stopnja smrtnosti roparic glede na trajanje raziskave	111
Slika 16. Stopnja smrtnosti roparic glede na vrsto habitata ali reliefa	112
Slika 17. Povprečna vrednost stopnje smrtnosti roparic glede na vrsto habitata ali reliefa	113
Slika 18. Število mrtvih ptic po vrstah	121
Slika 19. Število let raziskovanja za dvajset študij, povezanih z vetrnimi elektrarnami	123
Slika 20. Kakovost študij, vključenih v metaanalizo netopirjev	123
Slika 21. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na kakovost študij	125
Slika 22. Aritmetična sredina stopnje smrtnosti netopirjev glede na kakovost študij	125
Slika 23. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave	127
Slika 24. Aritmetična sredina stopnje smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave	128
Slika 25. Število mrtvih netopirjev po vrstah	130

KAZALO PRILOG

Priloga A1. Relief, raba tal in trajen odvzem v hektarjih po posameznih vetrnih elektrarnah	174
Priloga A2. Zvok vetrnih turbin glede na dovoljene standarde v državah in elektrarnah	175
Priloga A3. Število zaščitene rastlinskih vrst, ki se pojavljajo na območju vetrnih elektrarn s podano oceno vpliva	176
Priloga A4. Število zaščitene živalskih vrst (ptic, plazilcev in dvoživk, nevretenčarjev in sesalcev), ki se pojavljajo na območju vetrnih elektrarn, s podano oceno vpliva	177
Priloga A5. Zaščitene vrste rastlinskih in živalskih vrst na območju vetrnih elektrarn po državah	179
Priloga B1. Čas trajanja raziskave in velikost vetrnih elektrarn po državah	191
Priloga B2. Stopnja smrtnosti na območjih različnih vetrnih elektrarn	193
Priloga B3. Število žrtev ptic po vrstah in državah	197
Priloga B4. Razlike v številu žrtev ptic na območju elektrarne Altamont Pass v Kaliforniji glede na vir	207
Priloga C1. Stopnja smrtnosti za netopirje po vetrnih elektrarnah in državah	209
Priloga C2. Število žrtev po vrstah netopirjev na območjih različnih vetrnih elektrarn po državah	211

OCENA VPLIVA KOPENSKIH VETRNIH ELEKTRARN NA RASTLINSKI IN ŽIVALSKI SVET Z UPORABO ŠTUDIJ POROČIL O VPLIVIH NA OKOLJE IN MONITORINGOV

Izvleček

Ključne besede: vetrne elektrarne; vplivi; rastlinski svet; živalski svet; poročila o vplivih na okolje; monitoringi

Na podlagi študij monitoringov in poročil o vplivih na okolje smo ocenili vplive vetrnih elektrarn na okolje: ranljivost prostora, vpliv vetrnih turbin na ptice, netopirje in druge vrste živali, učinke na vegetacijo in habitate ter vplive na rabo tal. Za vrednotenje študij, ki so predstavljene kvantitativno, smo uporabili metodo metaanalize. Rezultati metaanaliz podajajo naslednje zaključke. V večini primerov je vetrna energija pozitivno podprta. S povečanjem obsega informacij o vetrni energiji družbeno odobravanje narašča. Odstotek neuporabnih površin po gradnji je majhen, od najmanj 0,09 do največ 31,2 odstotka trajnega odvzema vse površine vetrne elektrarne. Povprečen odzem površin znaša 0,5 ha na turbino oziroma 0,33 ha/MW. Elektrarne se v prostor umeščajo ne glede na prisotnost zaščitene rastlinskih in živalskih vrst. Mediana stopnje smrtnosti ptic je med vsemi vrstami študij precej manjša kot aritmetična sredina, kar kaže na to, da smo v metaanalizo zajeli nekatere študije, ki so pokazale na izjemno visoko smrtnost ptic. Če upoštevamo mediano na celotnem vzorcu, znaša ta 1,7 ptice na turbino letno. Glede na smrtnost ptic najbolj izstopata habitata mokrišče (22,2) in hribovje (10,4). Pri upoštevanju vseh študij glede na kakovost znaša skupna srednja stopnja smrtnosti roparic 0,01 roparice na turbino letno, določena aritmetična sredina pa je 0,28 roparice na turbino letno. Največja stopnja smrtnosti je v hribovju, to je 0,5 roparice na turbino letno, najmanjša pa na travišču (0,1). Najvišje število žrtev v disertacijo zajetih študijah je zabeleženo pri roparici vrste *Buteo jamaicensis*, sledijo srebrni galeb (*Larus argentatus*), škrjanec (*Eremophila alpestris*) in domači golob (*Columbia livia*). Edina vrsta, ki je zabeležena kot žrtev (44 žrtev) in hkrati ogrožena vrsta rdečega seznama IUCN, je rjavi škarnjek (*Milvus milvus*). Pri izračunu srednje stopnje smrtnosti netopirjev z upoštevanjem uteži smo ugotovili povprečno vrednost stopnje smrtnosti netopirjev na 6,04 netopirja na turbino letno in določili mediano z 1,84 netopirja na turbino letno. Kot največja ugotovljena smrtnost se kaže pri netopirjih vrste *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis*, *Lasionycteris noctivagans*, *Pipistrellus subflavus* in *Myotis lucifugus*.

IMPACT ASSESSMENT OF ON-SHORE WIND FARMS ON FLORA AND FAUNA WITH USE OF STUDIES OF ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENTS AND MONITORING RESULTS

Abstract

Ključne besede: wind farms; impact; fauna; flora; environmental impact assessments; monitorings

Based on the studies of monitorings and environmental impact reports, we evaluated the environmental impacts of wind farms: vulnerability of space, wind turbine impact on birds, bats and other animal species, and also impacts on vegetation, habitats and land use. To evaluate the studies, which are presented quantitatively, we employed the method of meta-analysis. The results of meta-analyses provided the following conclusions. In most cases, wind energy receives a positive support. Social acceptance of wind energy is increasing, with more and more information being available. The percentage of unsuitable areas after construction is relatively small, namely from minimally 0.09% to maximally 31.2% of permanent takeover of total wind farm area. The average area takeover is 0.5 hectares per turbine or 0.33 hectares per MW. Wind farms are usually located without considering the presence of protected animal and plant species. In all types of studies, median is significantly lower than arithmetic mean, which proves that our meta-analysis included some studies with exceptionally high mortality of birds. Considering the median of the whole sample, the estimated value is 1.7 birds/turbine-year. Wetlands (22.2) and hills (10.4) are far in front of other habitat types where mortality is about or under 2. Considering all studies irrespectively of their quality, the total mean rate of raptor mortality is 0.01 raptors/turbine-year and determined arithmetic mean is 0.28 raptors/turbine-year. 38 studies provide data on mortality and habitat/relief type. The highest mortality is in hilly areas (0.5 raptors/turbine-year) and the lowest in grasslands (0.1 raptors/turbine-year). The highest number of fatalities in the studies included in dissertation was recorded for the Red tailed Hawk *Buteo jamaicensis*, followed by the silver seagull *Larus argentatus*, the Horned lark *Eremophila alpestris* (Stateline and Foote Creek, USA) and the domestic pigeon *Columbia livia* (Altamont Pass, USA). The only species that is recorded as a fatality (44) as well as endangered species from Red List of IUCN is Red kite (*Milvus milvus*). When calculating the total impact on bat mortality rate (with considering the weight), we determined the average value of bat mortality level – 6.04 bats/turbine-year and the median - 1.84 bats/turbine-year. According to our analysis of studies, the highest mortality is among the following species: *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis*, *Lasionycteris noctivagans*, *Pipistrellus subflavus* and *Myotis lucifugus*.

1 UVOD

Kjotski sporazum in Lizbonska strategija države podpisnice zavezujeta k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov, kar je vzbudilo zanimanje za izrabo obnovljivih energetskega virov. Vetrne elektrarne kot alternativni viri energije zavzemajo po svetu le majhen delež skupno pridobljene električne energije. Vetrni se izkorišča že več kot dva tisoč let, danes za pridobivanje elektrike za nekaj milijonov ljudi po svetu.

Do konca leta 2007 je bila skupna kapaciteta pridobljene vetrne energije v Evropski uniji več kot 56 000 MW oziroma 3,7 odstotka vse pridobljene energije EU. Vizija Evropske organizacije za vetrno energijo (EWEA) je do leta 2020 pokriti 12–14 odstotkov energije z vetrnimi elektrarnami za vse potrebe glede energije v Evropski uniji. Vodilne evropske države pri pridobivanju vetrne energije znotraj EU so Nemčija, Danska, Španija, Velika Britanija in Nizozemska.

V primerjavi s konvencionalnimi načini pridobivanja energije je ta med okolju prijaznejši. Iz teh razlogov je razširjenost vetrnih elektrarn po svetu kot tudi po Evropi vse večja, zaradi česar je pričakovati uvajanje tega načina pridobivanja električne energije tudi v Sloveniji. Pa vendar se ob postavitvi vetrnih elektrarn pogosto pojavljajo vprašanja in študije, ki govorijo o drugih, tudi negativnih vplivih. Zaradi vplivov na ljudi, rastlinski in živalski svet ter preostalo okolje se je pojavilo vprašanje o ustreznosti njihove gradnje.

Z vidika globalnega ohranjanja okolja so vetrne elektrarne skoraj idealna rešitev, saj pri delovanju ne povzročajo neželenih plinskih emisij, s stališča rabe prostora pa prinašajo nekaj novega. Ne zahtevajo preurejanja toka rek, graditve jezov, visokih dimnikov in odpadkov, je pa potreben prostor za gradnjo. Zahtevajo se zemeljska dela, dostop do turbin, zagonska energija in drugo. Okolica je po graditvi lahko povrnjena v prvotno stanje in uporabljena za kmetijstvo.

Povečana gradnja vetrnih elektrarn povzroča probleme v zvezi z ohranjanjem naravnega ravnovesja in podobo krajine (Herbert, 2002). Posebej konflikt z zavarovanjem območij ptic ima pri prostorskih načrtih za gradnjo izstopajočo vlogo. V konfliktnih diskusijah o vetrni energiji in pticah je v splošnem rečeno, da je vpliv vetrnih elektrarn negativen in da jih na pomembnih območjih s pticami ni priporočljivo postavljati. Najbolj oškodovane naj bi bile ptice selivke in gnezdeče ptice (Pedersen in Poulson, 1991; Schreiber, 1993a, cit. po Hötter s sod., 2005; Clemens in Lammen, 1995; Kruckenberg in Jaene, 1999). Tako Breuer (1993, cit. po Hötter s sod., 2005) označuje kot neprimerna in izključujoča obsežna območja travnišča, ker imajo velik pomen za gnezdenje, prehrano in počivališče avifaune. O vplivu na gnezdeče ptice je bilo izvedenih veliko raziskav. Bach s sod. (1999), Eikhoff (1999), Gerjets (1999), Handke s sod. (1999), Sinning (1999), Walter in Brux (1999), Korn in Scherner (2000), Percival (2000) in Ketzenberg s sod. (2002) v študijah ugotavljajo, da je vpliv na izgon gnezdečih ptic zanemarljiv (cit. po Hötter s sod., 2005). Kljub naraščajočemu številu publikacij ostaja vrsta odprtih vprašanj, kako te vplive na ptice primerno oceniti (Fritzsche in Köppel, 2002). Kot pravi Handke (1999, cit. po Reichenbach, 2003), je pri metodah ocenjevanja vplivov pravi kaos.

1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE

Temeljnih raziskav na temo vetrnih elektrarn z vplivi na nekatere elemente okolja je v svetu malo. Predvsem se izpostavljajo študije z vplivi na ptice. Zaradi tega menimo, da bi bilo zanimivo na podlagi študij monitoringov in poročil o vplivih na okolje, ki se pripravljajo v večini držav, oceniti vplive na okolje, analizirati glavne probleme, ki so pri načrtovanju vetrnih elektrarn največkrat izpostavljeni. Med njimi so:

- ranljivost prostora;
- vpliv vetrnih turbin na ptice, netopirje in druge vrste živali;
- učinki na vegetacijo in habitate;
- vplivi na rabo tal.

Večina držav je že uvedla poseben postopek presoje vplivov na okolje, v katerem je treba ugotoviti, ali nameravani poseg v okolje, ki pomeni potencialno nevarnost za okolje, lahko povzroči njegovo poškodbo, degradacijo, oziroma ali je ta poseg z vidika posledic na okolje sploh mogoč. Pri tem je bilo izhodišče eno izmed najpomembnejših načel varstva okolja, to je načelo preventive, ki določa, da mora biti vsak poseg v okolje projektiran in izveden tako, da povzroči čim manjšo spremembo in čim manjše tveganje za okolje.

Kot del presoje mora poročilo o vplivih na okolje vsebovati opis in oceno dejanskega stanja okolja in njegovih sestavin, značilnosti posega, pričakovanih vplivov na okolje, predvidenih okoljevarstvenih ukrepov in pričakovanih sprememb okolja.

Kljub odobrenim posegom postavitve vetrnih elektrarn po presojah se pojavljajo negativne ali nepredvidene posledice, na kar opozarjajo monitoringi in nekatere študije. S tega vidika bomo podali analizo ameriških, kanadskih, avstralskih in evropskih poročil o vplivih na okolje ter ugotavljali statistično najpogostejše izpostavljene potencialne vplive. Proučevali bomo okoljske monitoringe po umestitvi vetrnih elektrarn v prostor in določevali statistično najbolj ogrožene in najranljivejše dele okolja. Odgovoriti bomo skušali na eno temeljnih vprašanj o tem, kako opravičljiva je dejansko umestitev vetrnih elektrarn v prostor.

Pri analizi presoj vplivov na okolje izbranih evropskih in neevropskih držav (Kanade, Avstralije, Irske, Avstrije, Velike Britanije in ZDA) bomo ocenili razlike v pravnih podlagah in značilnostih priprav poročil o vplivih na okolje. Pri vsaki izbrani državi bomo, glede na število vetrnih elektrarn, ki so zahtevale pripravo presoj o vplivih na okolje, izbrali reprezentativen statistični vzorec in ocenili degradacijo okolja. Izpostavili bomo prizadete dele nezavarovanih, zavarovanih, ranljivih ali ogroženih rastlinskih vrst.

Na podlagi študij oziroma monitoringov po postavitvi bomo podali vplive na živalsko vrsto – zavarovano ali nezavarovano – z analizo parametrov: števila umrlih ptic glede na vrsto, števila umrlih netopirjev glede na vrsto, stopnje smrtnosti ptic na turbino letno, stopnje smrtnosti netopirjev na turbino letno.

Na podlagi metode pregledovanja in kombiniranja rezultatov več študij, metaanalize, bomo podali vplive na favno in floro.

Vegetacija in habitati

Z analizo naslednjih parametrov bomo podali stopnjo in količino trajne ali začasne izgube habitata in degradacijo rastlinskih vrst ter določili odstotek neuporabnih površin in spremembe rabe tal, pogostost pojavljanja zaščitnih rastlinskih vrst, delež izgube različnih vrst rabe tal, pogostost posegov v redke habitatne tipe idr.

Ptice in netopirji

Ljubitelji ptic, ornitologi in zaščitniki okolja razglabljajo o tem, ali popolnoma podpreti hitro naraščajočo gradnjo vetrnih turbin za proizvodnjo čiste energije iz obnovljivih virov. Zaradi grožnje pticam in netopirjem se skrb pojavlja pri njihovi gradnji in obratovanju. Veliko jih je letno pobitih zaradi vpliva človeka – prometa, stavb, oken, električnih vodov, komunikacijskih stolpov in vetrnih turbin. In ravno zaradi smrtnosti ptic je ustavljenih veliko gradenj vetrnih elektrarn. Namen je podati zaključke študij in monitoringov v različnih državah ter ugotoviti, katera vrsta ptic in netopirjev je najbolj izpostavljena trkom in smrtnosti ob turbinah, ugotoviti smrtnost glede na tip krajine, sezono in tip turbin, kjer je zaznana smrtnost največja. Ni dovolj le ocena povprečne letne smrtnosti, ampak mora biti podana v odvisnosti od posamezne vrste, saj je lahko že pri manjši smrtnosti zaščitena vrsta močno ogrožena. Poročilo o vplivih na okolje je pomemben del prošnje za gradnjo in po navadi je ornitološka ocena del tega.

Zvok turbin

Zvok turbin lahko povzroči težave tako živalim kot tudi ljudem. Zvok je odvisen od lokacije, topografije, oblike pokrajine, hitrosti in smeri vetra. Jakost zvoka ni odvisna le od turbine, ampak tudi od jakosti zvokov iz okolice. Glede na zvok in bližino stanovanjskih objektov se turbine v prostor razmeščajo različno. Ker je zvok merljiv, bomo podali zaključke jakosti hrupa po rezultatih poročil o vplivih na okolje.

Pomembno je ugotoviti, zakaj so vplivi na okolje problematični za razvoj vetrnih elektrarn ter katere in koliko redkih habitatnih tipov, rastlinskih in živalskih vrst so z gradnjo prizadeli. Ugotovitve bodo uporabne pri usklajevanju interesov strokovne in širše javnosti in odločitvah o umeščanju vetrnih elektrarn v slovenskem prostoru, prav tako pa tudi pri pripravi poročil o vplivih na okolje in postopku presoje.

1.2 RAZISKOVALNE HIPOTEZE

Na podlagi opredeljenega problema in ciljev sem oblikovala naslednje hipoteze:

1. Struktura in izhodišča poročil o vplivih na okolje različnih držav se razlikujejo po obsegu študij potencialnih vplivov na posamezne elemente okolja.
2. Jakost zvoka vetrnih turbin je odvisna od topografije okolice in hitrosti vetra ter v večini primerov ne presega jakosti zvoka, ki je določena v normativih in standardih posameznih držav.
3. Območja, kamor so umeščene vetrne elektrarne, ohranjajo prvotno rabo tal; delež neuporabnih površin je majhen.
4. Lokacija vetrnih elektrarn je lahko vzrok povečane smrtnosti ptic, vendar ne v tolikšni meri, da bi bila zaščitena vrsta ogrožena.
5. Delež posegov v redke habitatne tipe in zavarovane rastlinske vrste je majhen in ne ogroža obstoja redkih habitatov in rastlinskih vrst.
6. Najobsežnejše raziskave pri presojanju vplivov na okolje so potrebne zaradi družbene sprejemljivosti, smrtnosti ptic in ohranitve ogroženih vrst.
7. Vetrni parki so z vidika antropogenih posegov v okolje ena izmed primernih oblik pridobivanja okoljsko čiste električne energije.

2 PODATKI IZ LITERATURE

2.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI VETRNE ENERGIJE - POTENCIALNI POZITIVNI IN NEGATIVNI VPLIVI

Potencialni pozitivni in negativni okoljski vplivi, ki se lahko pojavijo pri gradnji vetrnih elektrarn, so številni. V nadaljevanju so povzeta številna svetovna poročila o vplivih na okolje.

2.1.1 Vpliv na prsti

Največji vpliv na kamninsko podlago in prsti se kaže v fazi gradnje in pripravljanja dostopa do vetrnih turbin. Težki tovornjaki zahtevajo dovolj široke in močne ceste. Med gradnjo so potrebni gramoz, pesek, kamen in podobni materiali za pripravo in gradnjo cest, temeljev in izravnave površin. Tveganje za denudacijske procese je na potresnih in vulkansko aktivnih tleh veliko, prav tako se lahko zaradi površinskih motenj poveča erozija prsti. Vpliv na erozijo prsti vključuje zmanjšanje hranil ter degradacijo kakovosti vode in površinskih vodnih teles. Magnituda vpliva je odvisna od velikosti projekta, erozijskega potenciala prsti, terena, vegetacijske pokritosti in razdalje do površinskih voda. Dejavnosti, ki ta problem povzročajo, so težek tovorni promet, drenaže in drugo. Vplivi se lahko zmanjšajo in ublažijo z uporabo že obstoječih cest, ohranitvijo vrhnje plasti zemlje za ponovno namestitev, s hitro obnovitvijo uničenih tal, z le nujno izkopanimi drenažnimi jarki, redno kontrolo erozije, s kontrolo podtalnice, potresne in vulkanske aktivnosti ter plazovitosti, s pravilno izpeljanimi cestami glede na topografijo in z zapolnitvijo temeljev z odvzetim materialom.

2.1.2 Vodni viri

Projekt lahko vpliva na talno in površinsko vodo na več načinov, vključno z rabo vodnih virov, s spremembo kakovosti vode in pretoka ter s spremembo medsebojnega delovanja podtalnice in površinske vode. Vetrna energija sicer ne zahteva velike rabe vode, razen v fazi gradnje. Raba vode je občasna, v obdobju obratovanja minimalna. Vplivi med opazovanjem in testiranjem so omejeni, saj morda nove ceste niso potrebne, število delavcev pa je majhno. Potrebne je malo vode, ki je po navadi pripeljana od drugod. Največ vplivov se pojavi v obdobju gradnje. Številne dejavnosti, na primer zadrževanje prahu med gradnjo cest, čiščenjem vegetacije, za vetrne turbine, delavce in podobno, v tej fazi vodo potrebujejo. Ker faza gradnje po navadi traja več kot leto, je mogoče pričakovati tudi velik odvoz. Vodo je mogoče zagotoviti iz drugih virov, iz lokalnega vodovoda ali bližnjih površinskih voda.

Mnoge dejavnosti lahko poslabšajo kakovost površinske in talne vode. Med temi so najpogostejše dejavnosti, ki povečajo erozijske procese in uničijo zemeljsko površje, težek tovorni promet in preperevanje prsti, priprava cest, izliv sanitarne in odpadne vode ter uporaba pesticidov.

Med gradnjo je lahko moten tudi pretok. Po fazi gradnje se stanje postopoma stabilizira. Za ublažitev vplivov je treba uporabljati čim več že obstoječih cest, poškodovana tla je treba nadomestiti, predvideti je treba površinske zdrse, potresno aktivnost, nadzorovati morebitne erozijske procese, redno čistiti kanale idr.

2.1.3 Ozračje

Ker se projekti in območja med seboj močno razlikujejo, je treba na vsaki lokaciji oceniti potencialne vplive in kakovost zraka ter predvideti trajanje monitoringa, gradnje, delovanja in obnovitve vegetacije. V vsaki fazi razvoja je treba predvideti možne onesnaževalce. Največje motnje je mogoče pričakovati v fazi gradnje, zato je takrat nujna podrobnejša analiza.

Faza monitoringa in testiranja lahko traja do tri leta. Dejavnosti pri nameščanju stolpov in zbiranju podatkov vključujejo promet in postavitev meteoroloških stolpov. Med vozili se uporabljajo avtomobili, poltovornjaki, tovornjaki in gradbena oprema. Tovornjaki lahko delujejo na bencinski ali dizelski motor ter lahko povzročajo izpušne emisije in emisije cestnega prahu.

2.1.4 Hrup

Večina dejavnosti v fazi opazovanja in testiranja predvideva zelo nizko jakost zvoka. Možna je kratkotrajna višja jakost pri posameznih delih, na primer pri pripravi dostopne ceste z buldožerjem (glasnost okoli 85 dB) ali pri prevozih s težjimi tovornjaki. Vse dejavnosti se izvajajo v dnevnem času, ko se hrup bolj tolerira kot ponoči.

Faza gradnje vključuje širok spekter dejavnosti, od priprave cest, izkopov, izravnjav in revegetacij. Jakost zvoka, ki jo povzroča gradbena oprema, je različna in je odvisna od vrste, tipa, modela, velikosti in stanja opreme ter seveda gradbišča. Večina dejavnosti se opravlja čez dan, in sicer eno do dve leti. Če se predpostavlja zgolj geometrično širjenje (upad 6 dB pri podvojitvi razdalje od točke izvora) in osemurno dnevno delo, se ocenjuje, da pri dveh najhrupnejših strojih v sočasnem obratovanju pod največjo obremenitvijo jakost hrupa presega dovoljeno stopnjo na razdalji 500 metrov.

Med obratovanjem nastajajo večinoma mehansko povzročen in aerodinamično povzročen zvok, zvok daljnovodov in prometa ter obratovalni zvok.

2.1.5 Vplivi transporta

Nobena dejavnost, ki je povezana s prevozi, ne predstavlja kakih posebnosti zgolj pri gradnji vetrnih elektrarn. Glede na obliko turbin so te lahko zelo dolge in težke, drugih posebnosti pa ni.

Med monitoringom in testiranjem je prevoz omejen na zelo majhne količine težkega in srednje težkega tovora. Med gradnjo se občasno pojavlja povečan promet.

Pretežak in prevelik tovor lahko zahteva ojačitve mostov in oviranje prometa.

Med obratovanjem ni večjih obremenitev cest. Vrnitev v prvotno stanje zahteva podobno obremenitev kot gradnja.

2.1.6 Vplivi nevarnih in drugih odpadkov

Uporaba, hranjenje in odstranjevanje nevarnih odpadkov in odpadkov, povezanih s projektom gradnje vetrnih elektrarn, lahko neugodno vplivajo na zdravje ljudi in okolje, če je ravnanje z njimi neprimerno. Z izpustom teh materialov v okolje je povezana večina potencialnih vplivov. Neposredni vplivi lahko vključujejo kontaminacijo vegetacije, prsti in vode, kar posredno lahko vpliva na človeka in divjad. Če je gospodarjenje primerno, je vpliv majhen ali pa ga ni.

Priporoča se seznam uporabljenih materialov, načrt gospodarjenja z nevarnimi in drugimi odpadki, načrt v primeru izrednega stanja, lokacije skladiščenja odpadkov, načrt za preprečevanje razlitja, načrt za hudourniške vode in povečano erozijo, pri uporabi pesticidov načrt za ravnanje in pravilno uporabo dovoljenih pesticidov, v primeru naključne izpustitve v okolje pa varnostni ukrepi ter redno odstranjevanje in odstranitev odpadne vode na predpisan način.

2.1.7 Vplivi na zdravje ljudi in varnost

Izpostavljenost nevarnosti delavcev je največja med gradnjo, ko je dejavnost povečana. Seveda se lahko zmanjšajo ob upoštevanju standardov in uporabi primerne zaščitne opreme. Priporoča se, da se vse dejavnosti izvajajo v skladu z varnostnimi in zdravstvenimi standardi, s programom za zaščito delavcev, z urjenjem za primer nesreč itd. Nevarnost oziroma tveganje za ljudi je zelo majhno, saj so padci stolpov, požar, nizkofrekvenčni zvok in sence redki. Izdelan mora biti program za varnost ljudi, označene varnostne cone in ceste, dovoljen dostop, zagotovljeni pa morajo biti tudi občasna ograjenost, stalne ograje okoli električnih vodov in obveščanje o povečanem prometu.

2.1.8 Živi organizmi in habitati

Vključeni so ogrožene in zaščitene vrste vegetacije, rib in divjadi ter njihovi habitati. Vpliv na vegetacijo in živali je odvisen od območja, kjer je projekt lociran, in je lahko velik, če se zmanjša kakovost in (ali) obseg habitatov za ribe, divjad in rastline, če se zmanjša populacija rastlin in živali, če se poveča količina škodljivih rastlin, če se odstrani živalska ali rastlinska vrsta, če se zmanjša število ptic roparic in selivk ter ob nemiru in premikih divjadi in rib.

Tehtnost teh vplivov je odvisna od številnih dejavnikov, na primer od statusa izvornosti in invazivnosti rastlinske ali živalske vrste, tipa habitata, ki bi bil poškodovan, ali lokalnih kriterijev za rastlinske in živalske vrste. V fazi monitoringa in testiranja je vpliv na vegetacijo in živali minimalen.

V fazi gradnje se lahko pojavijo erozija, površinsko tekoča voda, prah, hrup, vnos in invazija škodljive vegetacije, sprememba in krčenje habitatov, smrtnost živih bitij, izpostavljenost kontaminantom in podobno.

Vplivi na vegetacijo so lahko številni, predvsem med pripravo površja za ceste, turbine, stolpe, električne povezave in pomožne zgradbe. Lahko so dolgo- ali kratkotrajni. Invazija škodljivih vrst na naravno vegetacijo je lahko dolgotrajna. Pri vplivu na vegetacijo lahko merimo količino vpliva, vrsto vegetacije in habitata, ki je poškodovan, vrsto vpliva in čas obnovitve.

Preglednica 1. Potencialni vplivi na vegetacijo v fazi gradnje.
Table 1. Potential impacts on vegetation in construction phase.

Ekološki stres	Dejavnost v okviru projekta	Potencialni vpliv	Trajanje vpliva
Neposredna poškodba ali smrtnost vegetacije	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	uničenje ali poškodba vegetacije, degradacija habitata	dolgotrajen, kjer so temelji za turbine in ceste, kratkotrajen na drugih območjih, kjer je predvidena košnja
Prah	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	poškodba epidermisa rastlin in povečana izguba vode, zmanjšan odvzem ogljikovega dioksida in s tem fotosinteze	kratkotrajen in prostorsko lokalni
Izpostavitve kontaminantom	izlitja po nesreči pri oskrbovanju strojev z gorivom, izlitja nevarnih snovi in goriv pri skladiščenju	izpostavitve lahko vpliva na preživetje, reprodukcijo, razvoj in rast	kratkotrajen in prostorsko lokalni na območju razlitja
Invazivna vegetacija	čiščenje območja	upad naravne vegetacije, upad kakovosti habitatov za divjad	dolgotrajen, kjer so temelji za turbine in ceste

Rastlinska semena se lahko raznašajo na različne načine – z vetrom in vodo, zaužitjem in iztrebljanjem divjadi in s transportom na telesih živali. Možna je tudi širitev semen s prevozom tovora; v takem primeru dominantno naravno vegetacijo zamenja invazivna. Semena se lahko prav tako ujamejo na pnevmatike ali v prst in blato na tovornjakih in drugi opremi ter se prenesejo na novo območje.

Invazivne rastline lahko povzročijo tudi zmanjšanje biotske diverzitete, slabšo kakovost vode in uporabnost za divjad, upad kakovosti habitatov za divjad, spremembo habitatov, ki je potrebna za izginjajoče in ogrožene vrste, ter nevarnost za zdravje, saj so nekatere vrste škodljive in strupene za človeka ter divje in domače živali. Obseg in razširitev sta odvisna od agresivnosti rastline, količine in frekvence vnosa semen in prisotnosti ugodnih pogojev za kolonizacijo semen.

Divjad je lahko prizadeta zaradi spremembe, zmanjšanja ali izgube habitata, vnosa invazivnih rastlin, zmanjšanja kakovosti vode, zaradi erozije in površinskega odtoka vode, prahu, hrupa, izpostavitve kontaminantom in motenj vedenja. Lokacija in čas gradnje lahko zmotita tudi migracije in druge dejavnosti nekaterih vrst. Vse to je odvisno od tipa habitata in vrste divjadi, ki je prisotna.

Dejavnosti, povezane s pripravo območja, lahko povzročijo poškodbe in smrt nekaterih vrst, ki niso dovolj mobilne za umik (plazilcev, majhnih in mladih sesalcev, tistih, ki brložijo ali varujejo gnezda), saj se lahko mobilnejše vrste z območja umaknejo. Vse je odvisno od števila in gostote vrst na območju projekta. Večji je vpliv na redke vrste. Pomemben je tudi čas gradnje, saj v reprodukcijskem obdobju gnezdečih ptic živalsko vrsto prizadene bolj kot v drugem obdobju leta.

Preglednica 2. Potencialni vplivi na divjad v fazi gradnje.

Table 2. Potential impacts on wild animals in construction phase.

Ekološki stres	Dejavnost v okviru projekta	Potencialni vpliv	Trajanje vpliva
Poškodba habitata	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	zmanjšanje in sprememba habitatov; vsa divjad	dolgotrajen pri temeljih in cestah ter kakovosti habitatov
Invazivna vegetacija	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	slabša kakovost habitatov; vsa divjad	dolgotrajen pri turbinah in cestah
Neposredna poškodba in smrtnost	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	poškodba divjadi in omejena mobilnost; plazilci, dvoživke, ptice in sesalci	med gradnjo
Erozija in odtok	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	zmanjšana reprodukcija dvoživk; prizadeta oskrba z vodo	kratkotrajen, lahko tudi zunaj območja turbin
Prah	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	oteženo dihanje; vsa divjad	kratkotrajen
Zvok	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	motenje prehranjevanja in reprodukcije; izogibanje habitatom; ptice in sesalci	kratkotrajen
Izpostavitve kontaminantom	izlitje po nesreči pri oskrbovanju strojev z gorivom, izlitje nevarnih snovi in goriv pri skladiščenju	motenje premikov pri selitvah; izogibanje območij; ptice in sesalci	kratkotrajen, na območju razlitja
Motnje vedenja zaradi dejavnosti	čiščenje območja, postavitve turbin, gradnja cest, prevoz opreme	motenje prehranjevanja in reprodukcije; ptice in sesalci	kratkotrajen

Če so ptice v obdobju gnezdenja močno motene, lahko to povzroči premestitev in zapustitev gnezda ter mladičev, ki so posledično bolj izpostavljeni podhladitvi in predatorjem.

Vplivi na ogrožene in zaščitene vrste so možni s poškodbo habitatov, z vnosom invazivnih rastlin, neposredno smrtnostjo in s poškodbo, z erozijskimi procesi, s prahom, hrupom, z izpostavljenostjo kontaminantom in vedenjskimi motnjami.

V fazi obratovanja se lahko pojavijo vplivi zaradi motenj divjadi s hrupom in človekove dejavnosti, vzdrževanja in košnje, izpostavljenosti kontaminantom, smrtnosti zaradi trkov v turbine ali meteorološke stolpe, zaradi električnega toka ali trka v električne vode.

V obdobju obratovanja so lahko živi organizmi še vedno prizadeti zaradi zmanjšanja kakovosti habitatov in njihove razdrobljenosti zaradi prisotnosti turbin, dovozov in daljnovodov. Zaradi tega je tudi bolj prisoten človek, ki lahko povzroči širitev invazivnih rastlin in motenje živih bitij ter poveča možnost požara. Prisotnost turbin lahko povzroča tudi vedenjske in migracijske motnje divjih živali. Krdela losov, srnjadi in antilop so lahko motena, če je niz turbin razvrščen na selitveni stezi. Vendar pa študije, izvedene na območju elektrarne Foote Creek Rim v Wyomingu, niso pokazale nikakršnih premestitvenih vplivov pri ameriških antilopah, prav tako med gradnjo vetrne elektrarne ni upadla dejavnost živali tega območja (Johnson s sod., 2000). Projekt lahko povzroči zmanjšanje vegetacije, kar lahko ovira ali preprečuje premike nekaterih vrst divjadi.

Največja skrb pri že postavljenih elektrarnah so trki ptic in netopirjev v turbine in drugo infrastrukturo (npr. meteorološke stolpe in prenosne vode).

Med pticami se pojavljajo žrtve iz različnih skupin – roparic, vrabcev, vodnih ptic ali močvirnic. Relativna gostota ptičjih vrst ne predvideva relativne frekvence smrtnih primerov na vrsto (Thelander in Rugge, 2000a). Nekatere vrste lahko postanejo dovzetnejše za kolizije zaradi postkonstrukcijskih razmer, ki so povečale bogastvo plena v bližini turbin. Moteno površje je lahko primernejše za živali z brlogi in marsikatero je privlačno za roparice. Če je elektrarna na območju pašnih površin, se živina pogosto zbira okoli turbin zaradi sence. Iztrebki lahko privlačijo insekte, ti pa ptice roparice.

Dejavniki, ki prispevajo k smrtnosti ptic, so megla, oblačnost, dež in tema. V Buffalo Ridgeu je 51 (93 %) od 55 smrtnih primerov nastalo v slabih vremenskih razmerah (Johnson s sod., 2002). Letalske luči, nameščene na vrhu turbin, višjih od 60 m, so prav tako lahko vzrok kolizij. V opazovani vetrni elektrarni Nine Canyon je bila stopnja smrtnosti pri osvetljenih turbinah višja kot pri neosvetljenih (Erickson s sod., 2003c). Kaže, da so ptice najobčutljivejše za rdečo luč, saj naj bi utripajoča rdeča luč v slabi vidljivosti ptice zmedla pri navigaciji. Prisotnost luči na nekaterih turbinah lahko privlači ptice v bližino, kar poveča smrtnost pri osvetljenih in neosvetljenih turbinah (Johnson s sod., 2002). Prav tako lahko težave zaradi varnostnih razlogov povzročijo osvetljeni pomožni objekti v bližini turbin.

Med obratovanjem lahko promet, oprema in delavci motijo nekatere občutljivejše vrste živali. Nekatere se hitro prilagodijo, nekatere se umaknejo začasno, druge pa za vedno.

Nekatere vrste pa ta območja še posebej privlačijo (rakune, kojote), če se nanje odlagajo smeti in so neprimerno zaščitene.

2.2 GLAVNE TEŽAVE

2.2.1 Percepcija vetrnih elektrarn

Družbena podpora za pridobivanje obnovljivih virov energije, natančneje vetrne energije, je v večini primerov visoka. Vetrna energija je v primerjavi z neobnovljivimi viri, kot so fosilna goriva in jedrska energija, največkrat sprejeta pozitivno, kljub temu pa so pri posameznih lokalnih projektih pogosti konflikti.

Najpogostejša negativna stališča pri postavitvi vetrnih elektrarn so naslednja:

- obnovljivi viri energije ne morejo rešiti energetskih problemov;
- turbine so nezanesljive in odvisne od vetra;
- vetrna energija je draga;
- vetrne turbine kvarijo krajinsko podobo;
- vetrne turbine povzročajo hrup.

Najpogostejša stališča zagovornikov vetrne energije pa so naslednja:

- obnovljivi viri so precej boljša alternativa glede na druge vire energije;
- teorijo o klimatskih spremembah je treba obravnavati resno;
- vir vetrne energije je v nasprotju s fosilnimi viri neomejen;
- vetrna energija ne onesnažuje;
- vetrna energija je varna.

V večini primerov se razpoloženje kaže glede na posameznikove vrednote in koristi.

Po poročilih raziskav iz devetdesetih let prejšnjega stoletja kar 42 odstotkov Američanov meni, da morajo biti viri, kot so vetrna, solarna, geotermalna in vodna energija ter bioplin, najvišja prioriteta državnih raziskav in razvoja na področju energije. Le sedem oziroma devet odstotkov podpore Američanov so dobila fosilna goriva in nuklearna energija, ki prispevajo največji delež k pridobljeni energiji v ZDA (Breglio, 1995, cit. po Gipe, 1995). V državni energetski politiki Danske dajejo najvišjo prioriteto obnovljivim virom energije kar štirje izmed petih Dancev (Holdningsundersøgelse, 1993, cit. po Damborg, 2003).

Zanimivo je pogledati rezultate raziskav, če je deležna tako širokega odobravanja tudi zgolj vetrna energija kot del obnovljivih virov energije. Rezultati raziskav kažejo, da okoli 80 odstotkov prebivalcev Danske, Kanade, Nizozemske in Velike Britanije poudarja večjo prioriteto in več vetrne energije v državi (Omnibus Report, 1995; Gipe, 1995; Simon, 1996).

Študije kažejo, da so tako vetrna energija kot splošno obnovljivi viri energije precej bolj pozitivno obravnavani glede na neobnovljive vire – fosilne vire ali nuklearno energijo.

Vendar pa specifične raziskave o obnovljivih virih energije izpostavljajo drugi vidik in problematiko njihovega izkoriščanja. Ljudje brez posebnih izkušenj z vetrno energijo izpostavljajo problematiko hrupa, vendar pa tisti, ki poleg turbin živijo, menijo drugače.

Danska študija kraja Sydthy (Andersen s sod., 1997, cit. po Gipe, 1995), enega izmed tistih, kjer je gostota turbin največja (kar 98 odstotkov vse energije pokrijejo z vetrno energijo), kaže, da je mnenje ljudi, ki zelo dobro poznajo vetrno energijo, bolj pozitivno od mnenja tistih, ki vetrno energijo poznajo slabo ali pa sploh ne. Prav tako tisti, ki živijo bližje kot 500 metrov od turbine, ne vidijo glavnih problemov v hrupu in vizualni podobi. Prebivalci mest so občutljivejši kot prebivalci na podeželju, kar verjetno opozarja na to, da mestni ljudje pričakujejo bolj neokrnjen videz podeželja, podeželski pa bolj praktičnega.

Najkritičnejši so ljudje srednje starosti. Danske raziskave kažejo, da ženske dajejo prednost manjšim skupinam turbin kot pa velikim vetrnim elektrarnam ali posameznim turbinam (Holdningsundersøgelse, 1993, cit. po Damborg, 2003). Študije problemov, povezanih s hrupom v Nemčiji, na Danskem in Nizozemskem, kažejo, da hrup turbin v primerjavi z drugimi viri energije povzroča zelo malo vznemirjenja in da je specifičen zvok zelo težko povezati s specifično turbino (Wolsink in Sprengers, 1993, cit. po Gipe, 1995). Za zagovornike obnovljivih virov energije so turbine v pokrajini nehropne in nemoteče (Gipe, 1995).

Prve raziskave o odobravanju turbin na rekreacijskem območju Nemčije so bile izvedene leta 1990 v Schleswig Holsteinu (Ansorge in Lohman, 1991; Mangold, 1994, cit. po Ratzbor, 2005). Gradnjo elektrarn je podprlo 77 odstotkov turistov na obali. Ker naj bi se mnenje spremenilo, so leta 1990 ponovili raziskavo in ponovno ugotovili večinsko (več kot 90-odstotno) podporo, in to ne le turistov, ampak tudi tamkajšnjih prebivalcev. Le dva izmed 140 vprašanih so turbine zelo motile (Günther, 2002, cit. po Ratzbor, 2005). V letih 2000 in 2001 so izvedli novo študijo, v katero je bilo zajetih 619 anketiranih. Med temi jih je 29 odstotkov menilo, da turbine negativno vplivajo na krajinsko podobo, mnenje 34 odstotkov je bilo nevtrarno in 37 odstotkov jih je bilo prepričanih, da je vpliv turbin pozitiven, torej je bilo odobravanje 71-odstotno (Weise s sod., 2002). Študija iz leta 2003 je zajela 2000 vprašanih turistov; 75 odstotkov turistov turbine niso motile (cit. po Ratzbor, 2005).

Tudi ameriška študija ob primeru elektrarne Altamont Pass v Kaliforniji iz poznih osemdesetih let prejšnjega stoletja je pokazala, da ljudje verjamejo, da je vetrna energija prihodnost ter da je napredna in varna oblika pridobivanja energije. Negativni pa naj bi bili vizualni vplivi in zvok. Tisti, ki to obliko obravnavajo pozitivno, so pripravljeni vizualno motnjo spregledati (Gipe, 1995).

Večina anketiranih je podpirala razvoj elektrarne San Gorgonio. Nekatere je motil vizualni vpliv.

Skoraj 90 odstotkov vprašanih na Novi Zelandiji je menilo, da je treba vetrno energijo razviti tudi pri njih. Dve tretjini jih je bilo prepričanih, da je vetrna energija čista, eni četrtini tak vir energije ni všeč, ena tretjina pa je menila, da je neugoden. Razlike so bile tudi med mestnim in podeželskim prebivalstvom, saj je vetrna energija sprejemljivejša za

prebivalce na podežlju. Podobno so opazili v Veliki Britaniji. Mestno prebivalstvo težje sprejema spremembe kot prebivalci na podežlju. Devet od desetih jih je podpiralo razvoj v regiji in polovica tudi, če bi bile turbine vidne in slišne (Gipe, 1995).

Največ študij o mnenju ljudi je bilo opravljenih v Veliki Britaniji, vendar pa vsa poročila niso bila izdelana in spodbujena v vetrni industriji.

V BBC-jevo poročilo, ki je nastalo v sodelovanju z Univerzo v Walesu, je vključeno tudi mnenje o treh elektrarnah. Večina anketiranih (67 odstotkov) je podpirala vetrno energijo v Walesu, 21 odstotkov vprašanih pa je bilo proti. V poročilu je zabeleženo, da zaradi okolju primerne energije glede na druge vire večina (40 odstotkov) gradnjo podpira. Slabe strani vetrne energije naj bi bile estetski vpliv na pokrajino (32 %), prisotnost zvoka (12 %) in majhna količina pridobljene energije na turbino v primerjavi z drugimi elektrarnami (10 %). Manj kot odstotek jih je menilo, da vetrna energija povzroča elektromagnetno sevanje ali da vpliva na divjad. Javnih obravnav pred gradnjo se je udeležilo zelo malo ljudi (le šest od 268 anketiranih). Podpora se je povečala po gradnji.

Študija oddelka za industrijo in trgovino je izvedla intervjuje s krajani takoj in eno leto po gradnji. Tri četrtine vprašanih turbine vidi vsak dan. Po enem letu obratovanja je vetrno energijo podpiralo 95 odstotkov vprašanih. Zvok in vizualni vpliv sta motila predvsem tiste, ki ob turbinah ne živijo.

Podobne so ugotovitve deželnega sveta, ki je ugotavljal vplive na štirih različnih območjih Walesa, treh s turbinami in enem brez. Ugotovili so, da je vetrna energija večinoma pozitivno sprejeta, ponekod celo z navdušenjem. Le manjšina je proti, po navadi tisti, ki s tovrstno energijo nimajo dovolj izkušenj in informacij (Gipe, 1995).

Zelo jasen primer spremenjenega odnosa je območje Cornwalla, kjer so proučevali mnenje pred gradnjo elektrarne in po njej. Leta 1991 so dobili prvo komercialno elektrarno z desetimi turbinami. Dve tretjini vprašanih je projekt podpiralo, drugi pa so bili proti. Po gradnji se je mnenje spremenilo. Zvok turbin je motil predvsem tiste, ki nikoli niso bili v bližini turbin. Spremenil se je tudi pogled na estetski vpliv. Pri skoraj eni četrtini vprašanih se je mnenje spremenilo v pozitivno (Gipe, 1995).

Individualno zaznavanje zvoka in vizualnih vplivov naj bi bilo bolj odvisno od drugih dejavnikov kot od dejanske jakosti zvoka in števila turbin, kar pa seveda ne pomeni, da lahko vpliv zvoka in vizualni vpliv zanemarimo. Upoštevanje teh vidikov pred gradnjo na posameznih lokacijah zmanjša možnosti negativnega razpoloženja pri posameznih projektih.

Veliko ljudi odobrava obnovljive vire in vetrno energijo, preden pride do aktualnega projekta v lokalnem okolju, pozneje pa odobravanje izgine. Ta vzorec lahko imenujemo sindrom »Not In My Back Yard« oziroma sindrom NIMBY (Gipe, 1995), ki se ne kaže le pri gradnji vetrnih turbin, temveč tudi pri gradnji mostov, avtocest, predorov, bolnišnic, jedrskih elektrarn idr. Študije odobravanja pred gradnjo turbin in po njej v Veliki Britaniji ter na Nizozemskem in Danskem kažejo, da je stopnja odobravanja razvoja vetrne energije zelo visoka. Pri konkretnih projektih pa stopnja odobravanja pri istih osebah upade skoraj

za polovico. Stopnja splošnega sprejemanja vetrne energije je visoka, stopnja odobravanja med načrtovanjem in gradnjo pa je nizka. Po postavitvi se soglasje dvigne na raven pred gradnjo. Najpogostejše se sindrom NIMBY odraža tam, kjer je poznavanje vetrne energije oziroma srečevanje z njo skromno (Bishop in Proctor, 1994; Hoepman, 1998, cit. po Gipe, 1995).

S povečanjem obsega informacij o vetrni energiji pozitivna percepcija narašča. Treba pa je upoštevati še nasprotovanje politiki, izvajalcem idr., kar potrjuje tudi nemška študija, v kateri je izpostavljena slaba komunikacija med prebivalci na območju postavitve in izvajalci del, zato so vse pogostejši konflikti pravilo, in ne izjema (Wolsink, 1996; Erp, 1997, cit. po Damborg, 2003). Ker pa so v večini primerov nasprotujoči v manjšini, so projekti ocenjeni pozitivno.

2.2.2 Zvok

Splošno o zvoku

Zvok kot valovanje v zraku opredelimo s frekvenco (odvisno od višine tona) in amplitudo zvočnega tlaka (odvisnega od glasnosti). Slišni zvok je zvočno valovanje s frekvencami v slišnem območju človeškega ušesa.

Jakost zvoka je gostota energijskega toka zvočnega valovanja (W/m^2). Dva različna tona vzbujata približno enak občutek glasnosti, ne glede na frekvenco. Zveza med jakostjo in glasnostjo je odvisna od frekvence in je podana v dB. Decibel je enota za glasnost zvoka; 0 dB je najnižja vrednost, ki jo zazna človek. Hitrost zvoka je hitrost zvočnega valovanja v zraku in je odvisna od značilnosti zraka (okrog 340 m/s). Frekvenca predstavlja višino tonov; C – 16 Hz, G – 24,5 Hz, A – 27,5 Hz (a1 440 Hz) (Hegley, 2004).

Zvočne komponente pod 16 Hz imenujemo infrazvok, nad 20.000 Hz pa ultrazvok. Stopnja občutljivosti pri nizkih frekvencah za bolečino je nižja kot pri slišnih frekvencah. Pri nizkih frekvencah se subjektivna glasnost povečuje hitreje kot pri višjih frekvencah. Glasnost za slišnost pri 20 Hz mora biti okoli 75 dB, medtem ko pri frekvenci 1000 Hz le 4 dB. Za frekvence, nižje od 20 Hz, je potrebna glasnost nad 75 dB (Hegley, 2004).

Znano je, da infrazvok povzroča motenje človeka pri glasnosti od 118 do 133 dB. Ta stopnja nekaj sto metrov stran od vira pomeni stopnjo pri viru okoli 175–190 dB. Običajna stopnja infrazvoka pri turbinah je med 100 in 105 dB. Biološki odzivi petnajstminutne izpostavljenosti industrijskih delavcev pri glasnosti od 100 do 135 dB pri frekvencah infrazvoka od 5 do 10 Hz so bili apatija, depresija, pritisk v ušesih, izguba koncentracije, vibracije v notranjih organih in podobno. Vplive so zabeležili v živčnem, kardiovaskularnem in respiratornem sistemu. Študija o prevoznikih tovornjakov na dolge razdalje, izpostavljenim infrazvoku pri glasnosti 115 dB, ni pokazala takih rezultatov (Hegley, 2004).

Jakost zvoka vetrnih turbin

Za določitev potencialnega hrupa pri obratovanju vetrne turbine potrebujemo podatke o jakosti zvoka. Te podatke lahko priskrbi proizvajalec turbine ali prodajalec, ki poskrbi za meritve. Povprečna glasnost ene turbine je 100–104 dB pri moči 1–1,4 kW. Jakost zvoka se spreminja v odvisnosti od razdalje do turbine. Če upoštevamo zgolj geometrično širjenje, pomeni to 58–62 dB na razdalji 50 metrov od turbine, kar je enaka jakost kot govor pri razdalji enega metra. Če je sprejemnik oddaljen 600 m, je jakost zvoka od 36 do 40 dB, če veter piha od turbine proti sprejemniku. Ta jakost je značilna za zvok ruralne okolice. Za določitev jakosti kombiniranega zvoka več turbin hkrati je treba sešteti jakost zvoka za vsako posamezno turbino (BWEA, 2000).

Preglednica 3. Vir aktivnosti in jakost zvoka.

Table 3. The source of activity and noise intensity.

Prag slišnosti	0 dB
Ruralni zvok okolice ponoči	20–40 dB
Tiha spalnica	35 dB
Vetrna elektrarna pri razdalji 350 m	35–45 dB
Polna cesta pri razdalji 5 km	35–45 dB
Avtomobil s hitrostjo 65 km/h pri razdalji 100 m	55 dB
Pisarna	60 dB
Tovornjak s hitrostjo 590 km/h pri razdalji 100 m	65 dB
Mestni promet	90 dB
Letalo pri razdalji 250 m	105 dB
Prag bolečine	140 dB

Kot kaže tabela, je glasnost vetrne elektrarne na oddaljenosti 350 metrov manjša od prometa na cesti ali zvoka pisarne, polne ljudi.

Jakost zvoka je odvisna tudi od absorpcije v atmosferi. Blizu turbine je absorpcija majhna, z naraščanjem razdalje pa se povečuje. Odvisna je od meteoroloških razmer, ure in vremenskega stanja. Pomemben dejavnik je tudi vegetacija, ki se med letom spreminja in zvok duši. Nočna temperaturna inverzija lomi zvočne valove, jih upogiba nazaj k površju. Inverzija v dolini pozimi povzroči podoben učinek. V takih razmerah se pojavlja zelo malo ali nič absorpcije nizkofrekvenčnega zvoka (Burton s sod., 2001).

V primerjavi z vizualno podobo se meritve zvoka lahko kvantificirajo in interpretirajo z matematičnimi projekcijami. V hrupnem okolju zvok turbin ni opazen, prav tako ne na vrhu vetrnega pobočja, kjer hrup vetra preglasi zvok turbin. Zato so pomembne študije zvoka okolice. Ugotovili so, da lahko veter med drevesi povzroči jakost zvoka od 51 do 53 dB na višini 12 metrov pri hitrosti vetra 7 m/s. Tako lahko veter med drevesi zvok turbin preglasi (Gipe, 1995).

Vrste zvoka pri vetrnih turbinah

Glede na izvor oddajajo vetrne turbine dve vrsti zvoka: mehanskega (generatorji, gonila) in aerodinamičnega (veter). Jakost, ki jo lahko izmerimo, je odvisna od številnih dejavnikov v okolici turbine – topografije in oblike krajine ter smeri in hitrosti vetra. Glavni zvok

proizvaja vrtenje turbin, čeprav je v bližini stolpa ponekod mogoče slišati tudi zvok generatorja. Na zvok vpliva tudi okoliški zvok vegetacije, ki je odvisen od vetra. Splošna hrupnost se povečuje s hitrostjo vetra. Če se povečuje hrup okolice, se ublaži hrup turbin. Ni pomembna le jakost, ampak tudi značilnost zvoka. Strah po navadi vzbuja nizkofrekvenčni zvok, ki so ga povzročale stare turbine.

Zvok mehanskega izvora je povezan z vrtenjem mehanskih in električnih komponent. Po navadi ga povzročijo menjalnik, generatorji in ventilatorji. Pesto, krilo in turbina lahko delujejo kot zvočniki in prenašajo mehansko povzročeni zvok na velike razdalje.

Aerodinamično povzročeni zvok po navadi nastaja zaradi vetrovnosti in vrtenja kril skozi zrak. Pogosto se označuje kot »žvižgajoči« zvok in je odvisen od hitrosti vrtenja kril, oblike kril in oddaljenosti kril do stebra. Povezan je z močjo in zato neizogiben, ublaži pa se lahko s primerno obliko kril. V zadnjem času je prevladujoč. Turbulentno povzročeni zvok zaradi součinkovanja kril in atmosferske turbulence je težko merljiv oziroma kvantificiran. Glasnost z oddaljenostjo upada (Betke s sod., 1997).

Dodatna zvoka, ki se pojavljata, sta zvok transformatorja in zvok stikalnice. Zvok transformatorja ima značilnosti nizkofrekvenčnega zvoka zaradi vibracij (43–46 dB za 100–200 milijonov voltamperjev). Ta jakost zvoka je na razdalji 500 metrov 33–36 dB, kar je tipična jakost zvoka ruralnega okolja. Sodobni transformatorji kažejo upad jakosti hrupa. Hladilni ventilatorji in oljne črpalke proizvajajo zvok le, če se pojavi dodatno hlajenje. Zvok stikalnice povzroči obratovanje prekinjača za zmanjšanje visoke napetosti. Ta zvok je glasen in kratkotrajen. Frekvenca delovanja stikalnice ter zvok sta občasna in majhna.

Nizkofrekvenčni zvok je definiran kot zvok od 10 do 200 Hz. Turbine ne proizvajajo nizkofrekvenčnega zvoka problematičnih jakosti. Ločimo tri glavne vire: turbulenco okrog konca kril med 500 in 1000 Hz; mehnično povzročeni zvok med 20 in 100 Hz in zvok zaradi vetra med krili in stolpom okoli 1 Hz (Ratzbor, 2005).

Turbine lahko z rotacijo kril proizvajajo ultrazvok, ki drugače nastaja zaradi delovanja vetra, morja, klime, industrije in drugega (Leventhall, 2004).

Zvok, povezan z obratovanjem, predstavljajo komunikacijski kabli, daljnovodi, pomožne postaje in dodatne zgradbe. Te dejavnosti vključujejo lahki in srednje težki promet z razmeroma nizko jakostjo hrupa. Občasno povečan hrup lahko povzročijo dejavnosti na cesti s težko opremo in menjava zastarane opreme, vendar je jakost zvoka veliko nižja kot med gradnjo (Bellhouse, 2004).

Jakost zvoka med vzpostavljanjem prvotnega stanja je podobna ali nižja kot jakost med gradnjo, le da je kratkotrajnejša.

Oblike turbin

Oblike turbin so lahko mrežasto horizontalne, mrežasto vertikalne, cevaste in druge. Prednost vertikalnih je v tem, da je njihovo delovanje neodvisno od smeri vetra, slabost pa je ta, da je regulacija hitrosti vrtenja pri močnih vetrovih problematična. Pogostejše se

uporabljajo horizontalne na stebrih, ki se obračajo proti vetru. Kadar hitrost vetra narašča, se poveča tudi jakost zvoka turbine.

Mehansko povzročeni zvok se z novimi tipi turbin zelo zmanjšuje, saj se uporablja izolacijski material, zato je pri sodobnih turbinah aerodinamičen zvok dominanten, torej mehansko povzročeni zvok turbin opozarja na slabo obliko turbine.

Impulzivni in nizkofrekvenčni zvok sta povezana s starejšimi tipi turbin z nižjimi krili, kjer zvok povzroča interakcija med krili in kroženjem zraka okoli stolpa. Impulzivni zvok je definiran kot kratek akustični impulz ali kot silovit zvok, katerega stopnja se spreminja glede na čas. Nizkofrekvenčni zvok je stalnejši zvok med 20 in 100 Hz. Tem tipom zvoka se lahko izognemo z dobro obliko (Hegley, 2004).

Obstaja nekaj metod za zmanjšanje nizkofrekvenčnega zvoka, med katerimi sta tudi usmeritev kril proti vetru tako kot pri sodobnih turbinah in aerodinamična oblika stolpov.

Stare turbine so imele dve krili, in ne treh ter so bile glasnejše (Hegley, 2004).

Modifikacije kril turbin so prispevale k zmanjšanju jakosti zvoka za nekaj dB. Tudi mehansko povzročeni zvok menjalnika in generatorja se je močno zmanjšal. Zelo so se izboljšale tudi vrste meritev (Klug, 2002).

Ocenjevanje jakosti zvoka

Pri ocenjevanju jakosti zvoka se izračunava prazen prostor brez objektov, ki bi zmanjšali glasnost zvoka.

Na območju vetrnih elektrarn večino okoliškega zvoka povzroča veter, ki piha čez območje vegetacije. Zvok okolice je odvisen od vrste vegetacije. Turbulenca vetra je večja pri tleh, če so na njih hiše, drevesa in grmičevje. Za turbine s konstantno rotacijsko hitrostjo je značilno, da jakost zvoka s hitrostjo vetra počasi narašča (okoli 1 dB na 1 m/s), zato je fluktuacija jakosti zvoka majhna. Blizu tal hitrost vetra narašča z višino do okoli 150 m, medtem ko se smer z višino ne spreminja toliko (Fegeant, 2002).

Danska industrija za vetrno energijo (DWEA) je zapisala obliko sodobne turbine. Podana sta kalkulator in karta zvoka turbin za preproste izračune. Pomembno je upoštevati vetrno rožo oziroma smer vetra, ki vpliva na širitev zvoka po prostoru (DWEA, 2006).

Za ugotavljanje zvoka turbin se uporabljajo različni modeli. Nekateri modele so razvili za uporabo na helikopterskih in letalskih krilih. Enega izmed prvih modelov je razvil Grosveld leta 1985. V letu 1986 je podoben model razvil De Wolf, Viterna pa je leta 1981 razvil model za ocenjevanje nizkofrekvenčnega zvoka vetrnih turbin (Zhu, 2004).

Vplivi na ljudi

Nekateri ljudje so občutljivejši, nekateri pa manj občutljivi za dražljaje, kot je povprečni prag slišnosti.

Tabela prikazuje predvideno jakost zvoka posamezne turbine na razdalji 400 metrov v primerjavi s povprečnim pragom slišnosti.

Preglednica 4. Napoved jakosti zvoka za turbino 1,3 MW (Leventhall, 2004: 5).

Frekvenca (Hz)	Glasnost v dB pri 100 m	Predvidena jakost pri 400 m na odprtem	Povprečen prag slišnosti v dB
25	50	32	69
31,9	48	30	60
32,8	47	29	59
78,8	42	24	31
97	37	19	26
130	35	13	21
174	33	15	16

Infrazvok je frekvenca, ki je človek ne sliši. Valovna dolžina ultrazvoka je med 17 (20 Hz) in 170 metrov (2 Hz), meja slišnosti pa je pri 20 Hz. Lahko povzroča poškodbe sluha in druge težave (Ratzbor, 2005).

Zanesljivih virov vpliva infrazvoka na ljudi, če je pod mejo slišnosti, ni (Bellhouse, 2004).

Preglednica 5. Jakost infrazvoka pri razdalji 250 metrov od turbine 1 MW pri hitrosti vetra 15 m/s v primerjavi z ravno praga slišnosti (Hammerl in Fichtner, 2000, cit. po Ratzbor, 2005: 37).

Frekvenca	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Infrazvok	72 dB	71 dB	69 dB	68 dB	65 dB
Slišna meja	103 dB	95 dB	87 dB	79 dB	71 dB

Pojavljajo se skrbi, da je spodnja dovoljena meja glasnosti 40 dB za tiha in mirna območja previsoka. Jakost 35–40 dB je meja, ki naj bi bila sprejemljiva za ruralna območja ponoči. Na urbanih območjih naj bi bilo to 40 dB. Pri hitrosti vetra od 10 do 15 m/s se turbina običajno vrti 24-krat na minuto (en obrat v treh sekundah). Običajno turbina obratuje pri hitrosti od 4 do 25 m/s. Pri večji hitrosti zaradi možnih poškodb ne obratuje. Pri večji hitrosti vetra je zvok okolice glasnejši, ne povečuje pa se glasnost turbin (Hegley, 2004).

Zvok jakosti 140 dB pri večini ljudi povzroči bolečino. Ker so decibeli logaritmčne skale, se vrednosti ne dodajajo tako kot pri linearni skali. Podvojitev jakosti zvoka poveča glasnost zvoka za 3 dB. Dve turbini (110 dB) na primer proizvedeta skupen hrup 113 dB. Podvojitev jakosti zvoka poveča glasnost zvoka za 6 dB. Zunaj laboratorija večina ljudi ne zazna spremembe glasnosti od 1 do 3 dB, medtem ko je glasnost od 3 do 5 dB jasno zaznavna. Večina ljudi zazna porast 10 dB kot dvakrat glasneje. Zaznavanje zvoka pri ljudeh ni enako skali. Nizke frekvence se slišijo tiše kot višje pri enaki stopnji.

Pojavljajo se vprašanja, kakšna jakost zvoka je sprejemljiva, kako uresničiti želje po čisti energiji in zadovoljnih sosedih, kakšen prostor je potreben za ublažitev zvoka, katero jakost in tone človeško uho zaznava bolj ali manj in katere turbine so sprejemljivejše.

Preglednica 6. Priporočila za največjo izpostavljenost zvoku (Alberts, 2005: 11).

Glasnost v dB (A)	Največja izpostavljenost
90	8 ur
95	4 ure
100	2 uri
110	½ ure
115	¼ ure

Študije so pokazale, da jakost zvoka 60 dB zbudi 90 odstotkov ljudi, ki so spali, 55 dB vpliva na fazo REM in podaljša čas, ko lahko zaspimo, 40–45 dB pa zbudi deset odstotkov ljudi. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) za učinkovit spanec priporoča glasnost pod 35 dB (Alberts, 2005).

V Evropi so bile izvedene študije na Danskem, v Nemčiji in na Nizozemskem, vse pa so proučevale vpliv na stanovalce. Wolsink predstavlja 16 elektrarn treh držav, kjer bivajo ljudje pri glasnosti zvoka okoli 35 dB. Izbrali so prebivalce, ki živijo pri jakosti zvoka od 25 do 60 dB. Na teh območjih je skupaj 134 turbin: 86 na Nizozemskem, 30 v Nemčiji in 18 na Danskem. Večina turbin je majhnih, le 20 jih ima 500 kW moči. Izvedli so 574 intervjujev: 159 na Nizozemskem, 216 v Nemčiji in 199 na Danskem. Vprašanja so zajemala zvok (nemir, glasnost), odnos do turbin, primernost bivanja in stres. Izmerili so tudi jakost zvoka. Zabeležili so zelo šibko korelacijo med jakostjo in motenjem stanovalcev. Nemir naj bi bil največji med 16. uro popoldne in polnočjo. V študiji so upoštevali tudi druge dejavnike, kot so razdalje do turbin, naravne in umetne ovire in podobno. Na nemir so vplivali stres zaradi zvoka, vizualna motnja in starost turbin. Nemir je naraščal s povečano jakostjo zvoka. Pri 40 dB je bila srednja vrednost nemira 0,25 pri lestvici od 0 do 10. Študija, izvedena na Danskem, je pokazala, da na nemir zaradi zvoka vplivata tako jakost kot vizualna motnja (Pedersen, 2003).

Švedska študija 16 turbin, 14 z močjo 600 kW, poroča o jakostih med 25 in 40 dB. Zabeležili so povezavo med jakostjo in povzročanjem nemira. Nemir je porastel s povečano glasnostjo čez 35 dB. Nihče izmed vključenih v raziskavo ni občutil posebnega nemira pod 32,5 dB, 20 odstotkov jih je občutilo velik nemir med 37,5 in 40 dB in 36 odstotkov nad 40 dB. Zabeležili so tudi povezavo med zvokom in vizualno motnjo. Največji nemir je v vseh študijah povzročal aerodinamično povzročeni zvok.

Nobena študija ni dokazala vpliva na zdravje. Nekatere opozarjajo na nemir in motenje spanca (Pedersen, 2003).

Na Nizozemskem so pri meritvah zvoka v vetrni elektrarni zabeležili velik porast jakosti zvoka ponoči, ki ga je povzročil močan veter na višini vrha turbine, še posebej takrat, ko je bil slab veter pri tleh. Ta meteorološki učinek je pogost. Glavni vzrok nemira prebivalcev sosednje vasi elektrarne je bila moč vetra, ki je bila ponoči na višini 100 metrov večja od pričakovane. Izračuni so običajno izdelani za nevtralne, močno oblačne ali zelo vetrne razmere, in ne za stabilno ozračje. Pri nočnih ohladitvah je vetrovnost pri tleh majhna, na višini turbine pa večja od pričakovane. Posledično povzročijo vetrne turbine več hrupa kot po izračunih za hitrost vetra na referenčnih višinah. Na območju elektrarne so zabeležili povečanje za 15 dB od pričakovane vrednosti 400 metrov stran. Na razdalji 1500 metrov

stran je bila jakost za 18 dB višja od pričakovane izračunane vrednosti. Izmerjena najvišja vrednost sicer ni presegala več kot 2 dB določene najvišje vrednosti, vendar ni bila zabeležena le pri močnem vetru, ampak tudi pri majhni hitrosti vetra okoli 4 m/s pri višini deset metrov in z nizko jakostjo zvoka okolice. Že prej so opozarjali, da merjenje zvoka na višini desetih metrov ni dobro. S povečano višino turbin se spremeni tudi jakost zvoka, ki se širi bolj daleč. Zaradi bližine turbin so se pritoževali prebivalci Nizozemske na nemški meji (Van den Berg, 2002).

Študija na Švedskem leta 2000 je proučevala nemir stanovalcev in značilnosti zvoka. Anketirali so 351 stanovalcev. Velik vpliv na stanovalce je povzročila vizualna podoba. Večina turbin je sodobnih trokrilnih, visokih 40–50 metrov. Zvočne emisije, izmerjene pri vrhu, so znašale od 98 do 102 dB, in sicer pri hitrosti vetra 8 m/s in višini deset metrov. Statističnih razlik glede na starost, zaposlitev in spol med anketiranci ni bilo. Razlike so se pojavile pri živcih v stanovanjih ali hišah. Večina sodelujočih je živela v hišah ali na kmetijah. Opazili so razlike v počutju glede na spol, saj so se pri ženskah pogosteje pojavljali glavobol, utrujenost, bolečine v hrbtenici, vratu ali ramenih in stres. Večina je občutila nemir nad 35 dB. Največji nemir naj bi predstavljal zvok kril. Trinajst odstotkov vprašanih so motile turbine na splošno in kar 40 odstotkov njihov videz.

Med tistimi, ki so zaznali zvok turbin, jih je 25 odstotkov poročalo, da jih moti skoraj vsak dan, in 17 odstotkov enkrat ali dvakrat na teden. Nemir jih moti večinoma na dvorišču ali ponoči, 54 odstotkov jih je bilo prepričanih, da je zvok turbin zaznavnejši večinoma takrat, kadar veter piha iz smeri turbin v smeri proti stanovanjem, 39 odstotkov jih je menilo, da je zvok bolj moteč pri močnem vetru, medtem ko je za 18 odstotkov moteč pri šibkem vetru (Pedersen in Waye, 2004).

Ali je zvok turbine nadležen ali ne, je odvisno od širjenja in frekvence ter tudi od jakosti zvoka okolice, ki pa je odvisen od dejavnosti človeka in živali ter meteoroloških razmer. Okoliški zvok vetra se povečuje hitreje s hitrostjo vetra kot aerodinamično povzročeni zvok turbin. Okoliški zvok vetra naraste za približno 2,5 dB pri vsakem povečanju hitrosti vetra za 1 m/s, jakost zvoka vetrne turbine pa le za 1 dB na 1 m/s. Če torej jakost zvoka okolice preseže izračunano stopnjo zvoka pri 6 dB, slednji ne prispeva več k zaznavanju naraščanja zvoka. Pri hitrosti vetra 10 m/s je zvok vetra večji kot aerodinamično povzročeni zvok. Zvok sodobnih turbin je težko meriti pri hitrosti vetra 8 m/s, ker okoliški zvok vetra prikrije zvok turbine (DWEA, 2006).

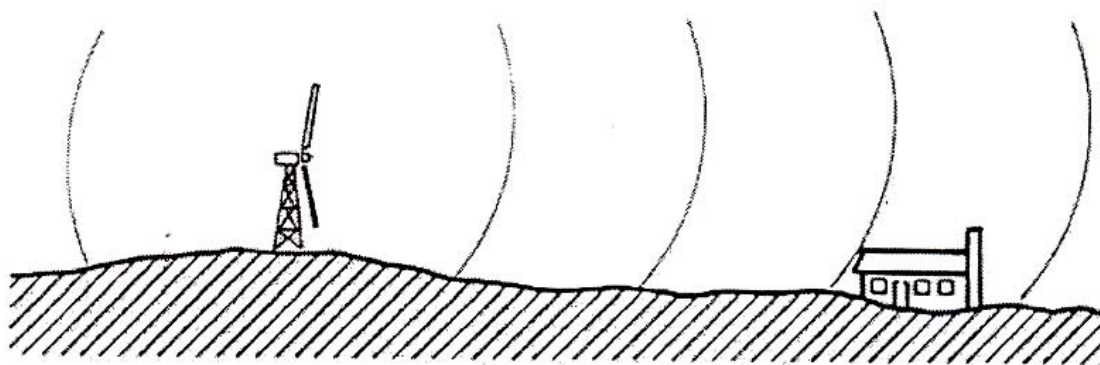
V zadnjih letih je veliko pravilnikov in standardov o zvočnih emisijah mednarodno in nacionalno osredinjenih na zvok turbin. Veliko evropskih držav je izdelalo vodnike za dovoljene jakosti. Francoski predpisi dovoljujejo najvišjo glasnost 5 dB čez zvok okolice podnevi in 3 dB ponoči, na Nizozemskem se meje začnejo pri 40 dB ponoči in pri hitrosti vetra 1 m/s, do 50 dB pa pri hitrosti 12 m/s. Grki imajo omejitve v prostoru (45 dB) za bližnja naselja pri odprtem oknu in omejitve za zunaj (50 dB). Ameriška organizacija za vetrno energijo (AWEA) je za mejo zvoka majhne turbine postavila glasnost 60 dB ali povečanje jakosti zvoka okolice za 5 dB (Hodgson, 2005).

Meje so natančno določene, zato so določene tudi razdalje do bivališč. V Evropi je to po navadi 100 m, v Avstraliji pa okoli 400 metrov. Nekatere države imajo posebne predpise za zvok vetrnih turbin, nekatere pa zgolj priporočila.

Preglednica 7. Omejitve jakosti zvoka po državah (Fearnside, 2004: 21).

Velika Britanija	40 dB ponoči, 43 dB podnevi
Danska	40 dB naselja, 45 dB okolica
Nizozemska	40 dB ruralna območja
Nemčija	40/45 dB ruralna območja
ZDA	55 dB podnevi, 51 dB ponoči
Francija	L90 + 3 dB ponoči, L90 + 5 dB podnevi

Za ublažitve hrupa so potrebne meritve jakosti zvoka okolice in primerjava z načrtovanim projektom. Hrupne dejavnosti je treba omejiti na najmanj občutljive dele dneva med tednom (od 7. do 10. ure zjutraj), združiti hrupne dejavnosti, ker je občasen hrup manj moteč kot pogostejši, a manj hrupen zvok. Vsa oprema naj bi imela protihrupno zaščito. Stalna oprema, kompresorji in generatorji naj bi bili locirani čim dlje od bivališč. Če je med gradnjo predvidena posebej hrupna dejavnost, bi bilo treba bližnje stanovalce o tem obvestiti.



Slika 1. Primer širjenja zvoka turbin (Rogers in Manwell, 2002: 4).

2.2.3 Vplivi vetrnih turbin na ptice

Obstajajo trije pomembnejši vplivi na populacije ptic:

- izguba habitatov,
- trki s turbinami,
- nemir.

Vetrne turbine lahko prizadenejo ptice na več načinov. Glavna skrb so kolizije oziroma trki. Za ptice pevke in roparice, ki gnezdijo v gozdnih habitatih, lahko konstrukcija cest, daljnovodov in turbin vpliva na uspešnost reprodukcije in preživetje, kar vpliva na celotno

populacijo. Nekatere spremembe habitata so kratkotrajne, nekatere pa trajajo med izvajanjem projekta.

Vplivi se pojavljajo zaradi hrupa, trkov v turbine in stolpe, vzdrževalnih del, izpostavitve kontaminantom, usmrtnitve z električnim tokom, motenj delavcev, lahko pa prihaja do motenj vedenja.

Največjo nevarnost povzročajo trki. Veliko tveganje lahko povzročijo tudi usmrtnitve ptic zaradi električnih vodov. Bevanger (1994) ugotavlja, da so to predvsem vrste močvirnikov (Ciconiiformes), ujed (Falconiformes), sov (Strigiformes), žerjavovcev (Gruiformes) in pevcev (Passeriformes). Poškodbe so odvisne od števila in vrste ptic na projektnem območju, od migracijskih poti in lokalnih vremenskih razmer. Veliko tveganje predstavljata tudi sezonska megla in dež (cit. po Percival, 2003).

Sezonska migracija je ena izmed glavnih dejavnosti ptic, ki jih lahko privede v bližino vetrnih turbin. Številne študije v ZDA in Evropi so se osredinile na možnost, da je lahko veliko ptic selivk žrtev kolizij s turbinami čez dan ali ponoči. Veliko ptic se večinoma seli ponoči in takrat so manj sposobne zaznati velike objekte na poti. Znano je, da je veliko ptic selivk ponoči ubitih zaradi velikih stolpov, zgradb, dimnikov in podobno. Skrb zaradi kolizij se pojavlja že od začetka gradnje turbin, čeprav turbine večinoma ne dosegajo višine drugih objektov, ki so povezane s smrtjo nočnih migrantov (Richardson, 1998).

Čas migracij je odvisen od lokacije. Na severni poluti, proti severu, je vrhunec migracij pozno spomladi in na začetku jeseni. Migracije trajajo tudi več tednov, še posebej pozimi. Različne vrste, različne starosti migrirajo skozi enako območje v različnem času. Migracije proti jugu se pojavijo pozno poleti (Richardson, 1974).

Urni čas migracij je odvisen od vrste. Večina kopenskih ptic potuje ponoči, z vzletom od pol do ene ure po sončnem zahodu. Letijo več ur skupaj. Ure migracij se lahko spremenijo, če ptice letijo čez morja, puščave ali kako drugo neprimerno območje za postanek. V večini vsi jastrebi, orli in sokoli migrirajo podnevi z vzletom sredi dopoldneva. Roparice, kot so sokoli, ki so manj odvisni od visokega letenja, pogosto vzletijo prej kot ptice, ki lebdijo. Vodne ptice migrirajo podnevi in ponoči. Migracije so zelo odvisne od vremena. Pri lepem vremenu letijo ptice na zelo dolge razdalje, pri spremembah vremena pa lahko letijo le kratek čas nekaj dni in noči. Posamezne vrste ptic večinoma raje letijo pri rahlem kot pa pri močnem nasprotnem vetru, kajti pri rahlem porabijo manj energije in preletijo večje razdalje (Richardson, 1976).

Podnevi se selivke koncentrirajo ob linearnih topografskih linijah, na primer ob obalah, rekah ali gorskih hrbtih. Nekatere vrste migrantov, kot so vodne ptice, se pogosteje koncentrirajo na utesnjenih območjih primerne habitata med počitkom in hranjenjem. To so lahko jezera, močvirja, obale ali blatne površine (Richardson, 1998).

Veliko študij poroča o številnih žrtvah ptic pri raznih objektih (Evans Ogden, 1996). Nekaj podatkov je z območij Severne Amerike (Orloff in Flannery, 1996), nekaj pa iz Evrope (Winkelman, 1995).

V ameriški študiji (National Wind Coordinating Committee), objavljeni leta 2001 pod vodstvom Western Ecosystems Technology, je predstavljena primerjava kolizije ptic z vetrnimi turbinami in drugimi objekti. Rezultati smrtnosti ptic so bili naslednji:

Prevozna sredstva: 60–80 mio.

Zgradbe in okna: 98–980 mio.

Električni vodi: desetisoče–174 mio.

Komunikacijski stolpi: 4–50 mio.

Smrtnosti zaradi visokih objektov je treba pripisati še druge vzroke, kot so človek (lov), domače in divje mačke, klimatske spremembe in onesnaževanje. Ameriška strokovnjaka Curry in Kerlinger (2000a) sta ocenila, da je sto milijonov ptic letno žrtev domačih mačk. Poleg tega so lahko vzroki še uporaba pesticidov, razlitja olj, električni tok, bolezni in drugi viri nenamerne smrtnosti ptic.

Rezultati smrtnosti zaradi drugih objektov so odvisni od njihovega števila in velikosti. V ZDA je okoli štiri milijone milj cest, 4,5 milijona trgovskih stavb, 93,5 milijona hiš, 500 000 milj električnih vodov, 80 000 komunikacijskih stolpov in do leta 2001 15 000 vetrnih turbin.

Poleg domačih mačk so tudi drugi viri smrtnosti: uporaba pesticidov, razlitja olj, električni tok, bolezni in drugi viri nenamerne smrtnosti ptic. Skupni vplivi vseh dejavnikov na smrtnost ptic naraščajo s porastom človeške populacije in rabe virov, zato je pomemben vsak delež zmanjšanja smrtnosti (Erickson s sod., 2001).

SMRTNOST ZARADI PROMETA

V Iliinoisu je Decker (1987) dnevno prepotoval sedem kilometrov poti in ocenil smrtnost ptic na 21 ptic na kilometer letno. Najpogostejši so bili trki s pevci in z drugimi majhnimi pticami. V Ontariu, v Kanadi, sta Ashley in Robinson (1996) tri dni tedensko preiskovala 3,6 km poti ob mokrišču in ocenila smrtnost na 139 ptic na kilometer letno. Večina je bila vrabcev. Nobenih ocen ni bilo glede učinkovitosti iskanja in odvzema mrhovinarjev (cit. po Erickson s sod., 2001).

Od leta 1969 do 1975 je Case (1978) preiskal 732 km poti v Nebraski in skupaj dokumentiral 7195 žrtev fazanov. Na podlagi 562 najdenih rac v desetih letih je Sargeant (1981) ocenil, da promet vsako leto povzroči smrt 13 500 rac na območju prerij Severne in Južne Dakote. Srednja letna smrtnost rac je bila ocenjena na 0,026 race na kilometer vseh cest. Kljub temu da je bilo število ocenjeno kot veliko, naj bi na tem območju predstavljalo manj kot 0,2 odstotka populacije. Veliko nižja smrtnost je bila zabeležena v drugih študijah. McClure (1951) je zabeležil le štiri mrtve race na 122 000 kilometrov cest v Nebraski, Sargeant in Forbes (1973) v Minnesoti samo tri race na 27 kilometrov cest v 18 mesecih. Tudi roparice so se na nekaterih območjih pokazale kot dovzetne za trke z vozili. V desetmesečni študiji v New Jerseyju sta Loos in Kerlinger (1993) ocenila, da je bilo letno ubitih 25 roparic na dolžini 145 km poti, večinoma sov in tudi šest vrst sokola. Banks (1979) je povzel številne študije in ocenil stopnjo smrtnosti od 2,7 do 6,1 žrtve na miljo

letno oziroma od 60 do 144 ptic na miljo letno. Iz ameriških študij po Banksu (1979) uporaba najnižje (2,7) in najvišje (96,25) navedene vrednosti na miljo površine prinese od 10,7 mio. do 380 mio. smrtnih žrtev na leto samo na cestah Amerike. Banks je ocenil skupno letno stopnjo smrtnosti na 57,2 mio. Ta ocena temelji na podatkih Hodsona in Snowa (1965) – 15,1 žrtve na miljo letno v Angliji. V skladu z ameriškim statističnim uradom, ki je zabeležil 3.944.597 milj cest v ZDA leta 1997, je ocena za to leto 60 mio. žrtev letno. Število registriranih vozil je v obdobju 1980–1998 poraslo za 35 odstotkov, kar rezultat zviša na 80 mio. Klem (1990) je poročal, da vozila povzročijo 19,7 odstotka vse smrtnosti zaradi dejavnosti človeka, kar je ocenil na okoli 300 mio. ptic letno (cit. po Erickson s sod., 2001).

Čeprav je največ žrtev na avtocestah, povzročajo žrtve tudi letala in vlaki (Spencer, 1965). Kolizije z letali povzročajo veliko škodo vojaškemu in drugemu letalstvu. Zvezna letalska uprava je leta 1998 zabeležila čez 3500 žrtev zaradi letal, ocena civilnega letalstva v ZDA pa je znašala čez 25 000 žrtev na leto. Po zbranih podatki od leta 1990 do 1999 je bilo 31 odstotkov gosi, 31 odstotkov drugih vodnih ptic in 15 odstotkov roparic (Bird Strike Committee USA, 2000). V literaturi ni mogoče najti ocen za žrtve ptic zaradi trkov z vlakom (cit. po Erickson s sod., 2001).

Preglednica 8. Študije kolizij ptic z vozili (Erickson s sod., 2001: 47–48).

Lokacija	Leta raziskave	Sezona	Leta	Dolžina cest v km	Vse žrtve	Glavne vrste ptic kot žrtev	Frekvenca iskanja	Ocene	Reference
New Jersey	od 1980 do 1990	letno	10	145	250	roparice	petkrat na teden	25 roparic letno	Loos in Kerlinger, 1993
Severna in Južna Dakota	od 1969 do 1979	letno	10	132,767	562	vodne ptice	neredno	13 500 letno; 0,156 race na kilometer	Sargeant, 1981
Nebraska	od 1969 do 1975	letno	7	732	7195	fazani	dnevno	*	Case, 1978
Ontario	od 1979 do 1980, od 1992 do 1992	od apr. do okt.	4	3,6	1302	pevci	trikrat na teden	325,5 ptice letno, 101,72 na kilometer letno; 0,51 na kilometer dnevno	Ashley in Robinson, 1996
Severovz. Francije	od 1991 do 1995	letno	4	517,8	1598	roparice	trikrat na dan	*	Hugues, 1996
Anglija	od 1957 do 1960	letno	3,25	11,3	1279	pevci	vsakih 14 dni	426,3 letno	Dunthorn in Errington, 1964
Minnesota	*	*	1,5	27	3	vodne ptice	*	*	Sargeant in Forbes,

									1973
Tennessee	od 1981 do 1982	letno	1	*	13	*	*	*	Rice, 1983
Illinois, Iowa	od 1986 do 1987	letno	1	7,1	146	pevci	*	*	Decker, 1987
Britanija	od 1960 do 1961	letno	1	562	5269	pevci	različno	2,5 mio. letno	Hodson in Snow, 1965
Anglija	od 1961 do 1962	*	1	3,2	644	pevci	*	od 10 do 55,2 žrtve na 100 metrov	Hodson, 1962
Meade, Kolorado	1998	pom.	0,5	98,2	9	roparice	en dan	1 na 10 kilometro v	Rivers, 1998
Južna Anglija	1995	jesen	0,5	50	154	roparice	trikrat tedensko	*	Dixon s sod., 1996
Nova Zelandija	1990	polet.	0,2 5	1803	53	pevci	občasno	*	Burger in Gochfeld, 1992
Anglija	od 1935 do 1956	letno	*	160,93	4600	pevci	občasno	od 1,5 do 563 na 1,6 kilometra	Finnis, 1960
Britanija	od 1964 do 1980	letno	*	*	341	roparice	*	*	Newton, 1979
Nebraska	*	*	*	122	4	vodne ptice	*	*	McClure, 1951
Rhode Island	od 1966 do 1968	*	*	*	*	vodne ptice	*	*	Willey, 1968
Montana	od 1986 do 1995	*	*	*	37	roparice	*	*	Harness, 1997
Connecti.	od 1962 do 1993	letno	*	*	312	pevci	*	*	Codoner, 1995

* Podatek ni podan.

SMRTNOST ZARADI ZGRADB IN OKEN

Različne študije poročajo o veliki smrtnosti, povezani z zgradbami in s podobnimi objekti (npr. z dimniki). Žrtve so po navadi rezultat kolizij pri velikih zgradbah in oknih hiš. Študije lahko razdelimo na dve vrsti: kratkotrajne in dolgotrajne. Nekatere študije poročajo o ogromnem številu žrtev, na primer pri razlitju olja v Alberti, ki je v dveh dneh maja leta 1980 povzročilo smrt 1393 ptic, 24 vrst vrabcev (Bjorge, 1987, cit. po Erickson s sod., 2001). V treh dneh oktobra leta 1964 je Case (1965) poročal o 4707 žrtvah, večinoma vrabcev, pri nekaj stavbah na Floridi. Maehr s sodelavci (1983) je raziskal bazo štirih dimnikov v dveh dneh septembra na Floridi in odkril 1265 žrtev vrabcev. Leta 1970 so našli 707 mrtvih ptic pri stavbi Empire State Building v New Yorku (Bagg, 1971, cit. po Erickson s sod., 2001). V treh dneh oktobra leta 1954 so našli 9495 ptic, večinoma vrabcev, na območju 25 velikih stavb na vzhodu in jugu ZDA, v obdobju hladne fronte jesenske migracije. Ocenjeno je bilo, da je bilo realno ubitih 106 804 ptic (Johnston in Haines 1957, cit. po Erickson s sod., 2001).

Različne dolgo trajajoče študije kažejo na veliko smrtnost zaradi zgradb. V triletni študiji v Torontu, v Ontariu, je Ogden (1996) zabeležil 5454 žrtev pri 54 velikih zgradbah s stekli in ocenil, da letno zaradi stavb umre 733 ptic, večinoma pevcev. Taylor in Kershner (1986) sta v obdobju 1970–1981 v viharjih nočeh opazovala stavbo na Floridi in zabeležila 5046 žrtev iz 62 vrst, večinoma pevcev. Dva dimnika na Floridi sta opazovala petkrat tedensko v obdobju 1982–1985, odkritih pa je bilo 2301 žrtev (Maehr in Smith 1988, cit. po Erickson s sod., 2001). Avtorja sta med pticami ocenila 541,4 žrtve na leto. Dnevni iskalci dveh dimnikov v Ontariu v Kanadi so v štiriletni raziskavi zabeležili 8531 žrtev, večinoma ptic pevcev (Weir, 1976, cit. po Erickson s sod., 2001).

Klem (1990) je od leta 1974 do 1986 dnevno raziskoval posamezne hiše v Illinoisu in New Yorku. Pri dveh hišah je bilo skupaj najdenih sto žrtev. Avtor je ocenil, da je 55 odstotkov vseh trkov v okna smrtnih. Med letoma 1989 in 1990 pozimi je bilo pregledanih 5500 bivanjskih hiš. Najdenih je bilo 995 žrtev (Dunn, 1993, cit. po Erickson s sod., 2001). Avtor je ocenil 0,85 žrtve na hišo vsako zimo pri dejanski smrtnosti od 0,65 do 7,7 na hišo letno. Najdenih je bilo 66 vrst, večinoma pevcev.

Leta 1995 je bila ocena za ZDA 4.579.000 trgovskih zgradb (skladišč, cerkva, skupščin, pisarn, trgovskih središč, stanovanj, zdravstvenih središč, šol, prodajaln hrane). Klem (1990) je poročal o 93,5 mio. hišah leta 1986. Zaradi velikega števila tovrstnih zgradb in le ob nekaj dobrih študijah je zelo težko podati dobro in pravo oceno. Večina ocen prihaja za stavbe, kjer so problemi znani.

Banks (1979) je podal veliko informacij o vzrokih za smrtnost ptic pri zgradbah in oknih ter ocenil 3,5 mio. žrtev letno pri oceni ene žrtve na kvadratno miljo (cit. po Erickson s sod., 2001). Klem (1990) poroča o oceni od 97,6 do 976 milijonov žrtev letno zaradi kolizij z okni, pri oceni ene do desetih ptic na objekt letno v ZDA. Te ocene večinoma temeljijo na najboljši strokovni oceni (Klem, 1990).

Preglednica 9. Kolizije pri stavbah/oknih (Erickson s sod., 2001: 49–51).

Lokacija	Datum	Tip objekta	Žrtve	Glavne vrste ptic kot žrtev	Ocena žrtev	Reference
Alabama	8. 10. 1954	ceilometer	1283	pevci	skupaj 1600 žrtev	Velie, 1963
Florida	6. 10. 1964	več stavb	4707	pevci	le del vseh žrtev	Case s sod., 1965
Florida	23. in 24. 9. 1982	štirje dimniki	1265	pevci	skupaj 5000 žrtev	Maehr s sod., 1983
Florida	od 9. do 14. 5. 1960	štiri trgovska središča z velikimi okni	156	pevci	skupaj 200 žrtev	Velie, 1963
Georgia	8. 10. 1954	ceilometer	2552	pevci	skupaj 50 000 žrtev	Velie, 1963
Maine	9. 9. 1954	letališče	*	pevci	500–1000 žrtev	Velie, 1963
Minnesota	12. 9. 1961	okna trgovine	200+	pevci	čez 400 žrtev	Velie, 1963

Minnesota	12. 9. 1961	deilometer	440	pevci	1000 žrtev	Velie, 1963
Minnesota	19. 9. 1963	ceilometer	92	pevci	*	Green, 1963
Nevada	13. 12. 1928	hiše	*	vodne ptice	nekaj tisoč žrtev	Cottam, 1929
New York	27. in 28. 9. 1970	Empire State Building	707	pevci	*	Bagg, 1971
Južni in vzhodni del ZDA	od 5. do 8. 10. 1954	25 območij	9495	pevci	106 804 žrtev	Johnston in Haines, 1957
Južna Dakota	25. 10. 1951	stavbe	*	vodne ptice	500 žrtev	Schorger, 1952
Tennessee	7. 10. 1954	daljnovodi, stavbe	575	pevci	skupaj okoli 1000 žrtev	Dunbar, 1954
Tennessee	25. 9. 1955	ceilometer	*	pevci	skupaj okoli 1400 žrtev	Velie, 1963
Washington D. C.	12. 9. 1937	spomenik	576	*	*	Velie, 1963
Zahodna Virginija	20. 10. 1975	stolp	73	pevci	*	Wylie, 1977
Wisconsin	21.–26. 9. 1887	stavba	*	*	*	Velie, 1963
Alberta	26.–28. 5. 1980	*	2318	pevci	skupaj okoli 3000 žrtev	Bjorge, 1987
Kanada	sept. 1961	letališki hangar	58	pevci	*	Herbert, 1970
Illinois in New York	1974–1986	dve hiši	100	*	97,6–975,6 mio. letno v ZDA	Klem, 1989
Florida	1970–1981	ena stavba	5046	*	0,0054 ptice na m ² stavbe letno	Taylor in Kershner, 1986
Washington	1968–1974	667 m ² oken	266	*	0,0067 ptice na m ² letno	Johnson in Hudson, 1976
Florida	1982–1986	štirje dimniki	2301	*	541,4 letno	Maehr in Smith, 1988
Ontario	1972–1976	dva dimnika	8531	*	*	Weir, 1976
Toronto	1993–1995	54 stavb	5454	*	733 letno	Ogden, 1996
Kalifornija	1982–1983	49 m ² ogledal	70	*	0,000016 ptice na m ² tedensko	McCary s sod., 1986
Washington D. C.	1932–1933	spomenik	655	*	*	Overing, 1936
Washington D. C.	1935	spomenik	245	*	*	Overing, 1936
Washington D. C.	1936–1937	spomenik	1468	*	*	Velie, 1963
Connecticut	1962–1993	okna	338	*	*	Codoner, 1995
Severna Amerika	1989–1990	5500 hiš	995	*	7,7 ptice na hišo letno	Dunn, 1993

* Podatek ni podan.

SMRTNOST ZARADI VISOKONAPETOSTNIH VODOV

Problem se je pojavil že leta 1876, ko je Couse (1876) naštel okoli sto žrtev na dolžini 4,8 kilometra telegrafске žice med Denverjem v Koloradu in Cheyennu v Wyomingu. Od takrat je bilo opravljenih kar nekaj študij. Faanes (1987) je preiskal 9,6 kilometra daljnovodov v Severni Dakoti spomladi in jeseni 1977 in 1978. Zabeležil je 633 žrtev in ocenil 125 žrtev na kilometer letno. Območje je bilo v bližini mokrišč in jezer, zato je bila večina žrtev vodnih ptic (46 %) (cit. po Erickson s sod., 2001).

Za nekatere vrste ptic so daljnovodi zelo nevarni. Leta 1967 je Staut poročal o 65-odstotni smrtnosti vodnih ptic pri 3015 žrtvah z daljnovodi. Od 75 zabeleženih žrtev labodov med letoma 1958 in 1973 je bil pri 19 odstotkih vzrok daljnovod (Weaver in St. Ores, 1974, cit. po Erickson s sod., 2001). Med izvajanjem dveletne študije na Rhode Islandu je Willey (1968) ugotovil 26,7-odstotno smrtnost zaradi kolizij, v večini z daljnovodi. Ameriški električni energijski sistem ima več kot 800 000 kilometrov daljnovodov (Kappenman s sod., 1997, cit. po Erickson s sod., 2001), od tega je 252 396 kilometrov velikih daljnovodov (230 kV). Najobčutljivejše naj bi bile vrste, kot so race, gosi in labodi, če so daljnovodi locirani v bližini mokrišč. Na drugih mestih so najobčutljivejše ptice roparice in pevci.

Na Nizozemskem, kjer je okoli 4600 kilometrov visokonapetostnih vodov, je Koops (1993) ocenil smrtnost od 750.000 do milijon ptic letno zaradi kolizij. Če se to prevede na 800 000 kilometrov vodov v ZDA, bi bila ocena od 130 milijonov do 174 milijonov ptic letno. Manville (2000) je na Koopsovi podlagi ocenil letno stopnjo smrtnosti od 10.000 do 174 milijonov (cit. po Erickson s sod., 2001).

Preglednica 10. Kolizije zaradi visokonapetostnih vodov (Erickson s sod., 2001: 51–54).

Lokacija	Leto	Sezona	Dolžina v km	Skupaj žrtve	Glavne vrste ptic kot žrtve	Ocene	Reference
Aljaska	1986–1987	maj–sept.	12,5	31	vodne ptice	*	Anderson in Murphy, 1988
Kalifornija	1898, 1903	sept., nov., maj	6,4	115	močvirniki	*	Emmerson, 1904
Kanada	1995	jul.–nov.	81	35	vodne ptice, pevci	*	Curtis, 1997
Kolorado	1988–1990	jesen, pomlad	13,2	474	vodne ptice	*	Brown in Drewien, 1995
Kolorado in Utah	1996–1998	*	*	17	roparice	*	Melcher in Suazo, 1999
Kolorado in Wyoming	1876	okt.	4,8	100	pevci, vodne ptice	100 ptic na 4,8 km	Coues, 1876
Danska	1952–1954	*	*	*	bele štoklje	*	Johansen in Bjerring, 1955
Nebraska	1988–1990	pomlad	13,8	36	močvirniki	*	Morkill in Anderson,

							1991
Nizozemska	1944–1963	*	*	400 000 letno	*	*	Koops, 1987
ZDA	1958–1973	*	*	75	vodne ptice	*	Weacer in Ores, 1974
Severna Dakota	1977–1978	sept.– okt., apr.–maj	14	105	pevci, vodne ptice	5 ptic na 1,6 km	Cassel s sod., 1979
Severna Dakota	1980–1982	pomlad, jesen	9,6	633	vodne ptice, galebi, močvirniki	skupaj okoli 1333	Faanes, 1987
Oregon	1977	zima, pomlad	1,4	60	vodne ptice	*	Lee in Avery, 1978
Oregon in Washington	1977–1978	okt.–jan., feb.–maj	5,9	31	vodne ptice, močvirniki	*	Meyer, 1978
Oregon in Washington	1978–1979	pomlad, jesen	4,4	30	vodne ptice, pevci	*	James in Haak, 1979
Oregon in Washington	1977–1978	zima	5	19	vodne ptice, pevci	*	Lee in Avery, 1978
Oregon in Washington	1980–1981	pomlad, jesen	1	7	vodne ptice, pevci	*	Beaulaurier, 1981
Rhode Island	1966–1968	letno	*	*	vodne ptice	*	Willey, 1968
ZDA	1967	letno	*	3015	vodne ptice	*	Stout, 1967
Utah	1970	*	*	56	roparice	*	Smith in Murphy, 1972
Zahod ZDA	1986–1996	letno	*	1558	vodne ptice, roparice	*	Harness, 1997

* Podatek ni podan.

SMRTNOST ZARADI KOMUNIKACIJSKIH STOLPOV

Skrb v ZDA se je pojavila zaradi števil 5000–10 000 žrtev na treh komunikacijskih stolpih in plinski črpalki v zahodnem Kansasu, ponoči 22. januarja 1998. Kemper (1996) je v eni noči leta 1963 zabeležil 12 000 žrtev pri televizijskem stolpu v Wisconsinu. Zaradi tega so študije dobile večje razsežnosti. Večina jih je zajela enodnevno iskanje žrtev pri posameznem stolpu po odkriti smrtnosti. Večina žrtev je bila nočnih migrantov pevcev. Našli so 17 študij, kjer je bila smrtnost opazovana od enega leta do 38 let. Za študije, ki zajemajo vsakodnevno iskanje vsaj dve leti, je okvirna letna ocena kolizij na stolp 82 ptic na leto, pri 250 metrov visokem televizijskem stolpu v Alabami (Bierly, 1968, Remy, 1974, 1975, Cooley, 1977, cit. po Erickson s sod., 2001); do 3199 ptic na leto pri 304-metrskem stolpu v kraju Eau Claire v Wisconsinu (Kempler, 1996, cit. po Erickson s sod., 2001). Raziskava na zadnjem stolpu je bila najdaljša in je trajala od leta 1957 do 1994 (38 let). Dve drugi študiji na posameznem stolpu sta trajali prva od leta 1960 do 1997 (37 let) na 416-metrskem stolpu v Nashvillu v Tennesseeju (Nehring, 2000, cit. po Erickson s sod., 2001) in druga od leta 1955 do 1983 (28 let) v Floridi (Crawford in Engstrom, 2001).

Zvezni komunikacijski urad je registriral čez 80 000 stolpov, od katerih jih je okoli 52 000 osvetljenih in višjih od 60 metrov.

Letni porast je ocenjen na od šest do osem odstotkov zaradi telefonov in digitalnih televizijskih prenosov. Smrtnost se povečuje z višino stolpa, ki imajo tudi več žic in več luči, to pa v slabih vremenskih pogojih lahko smrtnost zelo poveča. Po ocenah Banksa (1979) in Evansa (Manville, 2000, cit. po Erickson s sod., 2001) se okvirne ocene gibljejo med štirimi in petimi milijoni žrtev letno. Nekateri strokovnjaki opozarjajo, da je ta številka zaradi porasta števila stolpov prenizka in da je letna smrtnost od 40 do 50 milijonov (Manville, 2001, cit. po Erickson s sod., 2001).

Preglednica 11. Kolizije pri komunikacijskih stolpih (podane le tiste z velikim številom žrtev) (Erickson s sod., 2001: 55–60).

Država	Višina stolpa	Datum	Sezona	Žrtve	Reference
Florida	191 m	8. 10. 1991	jesen	617	Roberts in Tamborski, 1993
Florida	457 m	28. 9. 1970	jesen	1592	Taylor, 1981
Florida	457 m	29. 9. 1970	jesen	859	Taylor, 1981
Illinois	*	27. 9. 1972	jesen	807	Dinsmore s sod., 1987
Illinois	*	27. 9. 1972	jesen	634	Dinsmore s sod., 1987
Illinois	*	27. 9. 1972	jesen	992	Dinsmore s sod., 1987
Illinois	304 m	16. 9. 1958	jesen	827	Parmalee in Parmalee, 1959
Iowa	609 m	21. 9. 1985	jesen	515	Dinsmore s sod., 1987
Kansas	438 m	26. 9. 1985	jesen	919	Ball s sod., 1995
Kansas	438 m	1. 10. 1986	jesen	635	Ball s sod., 1995
Kansas	438 m	12. 10. 1986	jesen	834	Ball s sod., 1995
Kansas	128 m	22. 1. 1998	zima	5000–10 000	Evans, 1998
Kansas	289 m	1. 10. 1954	jesen	585	Velie, 1963
Maryland	137 m	28. 9. 1970	jesen	1965	Bagg, 1971
Minnesota	340 m	19. 9. 1963	jesen	924	Janssen, 1963
Minnesota	400 m	4. 9. 1961	jesen	526	Velie, 1963
Minnesota	400 m	11–14. 9. 1961	jesen	901	Velie, 1963
Missouri	*	24. 9. 1960	jesen	658	Anonimen, 1961
Missouri	*	20. 9. 1963	jesen	941	George, 1963
Missouri	*	20. 9. 1966	jesen	618	Petersen, 1967
New York	256 m	19. 9. 1975	jesen	800	Kibbe, 1976
New York	256 m	20. 9. 1977	jesen	1817	Welles, 1978
New York	256 m	21. 9. 1977	jesen	1358	Welles, 1978
Severna Karolina	363 m	1. 10. 1973	jesen	660	Teulings, 1974
Severna Karolina	363 m	5. 9. 1974	jesen	3240	Carter in Parnell, 1978

Južna Dakota	340 m	28. 3. 1965	pomlad	578	Pierce, 1969
Tennessee	286 m	1960	jesen	1553	Newman, 1961
Tennessee	416 m	1960	jesen	2130	Newman, 1961
Tennessee	416 m	26. 9. 1968	jesen	5408	Purrington, 1969
Tennessee	416 m	28. 9. 1970	jesen	3487	Nehring, 2000
Wisconsin	304 m	29. 8. 1959	jesen	834	Velie, 1963
Wisconsin	304 m	1. 10. 1959	jesen	821	Velie, 1963
Wisconsin	304 m	1957–1994	38 let	121 560	Kemper, 1996
Tennessee	416 m	1960–1997	37 let	19 880	Nehring, 2000
Florida	304 m	1955–1983	28 let	44 007	Crawford in Engstrom, 2000
New York	256 m	1963–1983	10 let	7500	Anonimen, 2000
Zahodna Virginija	161 m	1978–1986	7 let	841	Anonimen, 2000
Minnesota	400 m	1961–1962, 1972–1974	5 let	3507	Strnad, 1975
Michigan	342 m	1959–1964	4,5 leta	3975	Caldwell in Wallace, 1966
Florida	457 m	1969–1973	4 leta	9331	Taylor, 1981
Severna Karolina	363 m	1971–1975	3,5 leta	7278	Carter in Parnell 1976
Michigan	304 m	1959–1964	3 leta	760	Caldwell in Wallace, 1966
Severna Dakota	365 m	1972–1973	2 leti	563	Avery s sod., 1977
Iowa	609 m	1973–1974	1,5 leta	3521	Mosman, 1975
Illinois	*	1972	0,5 leta	5465	Seets in Bohlen, 1977
Kansas	289 m	1954	0,5 leta	1090	Tordoff in Mengel, 1956
New York	304 m	1962	0,5 leta	1400	Eaton, 1967
New York	*	1970	0,5 leta	2100	Rosche, 1971

* Podatek ni podan.

Od objektov, za katere je znano, da ubijajo ptice zaradi kolizij, so najbolj izpostavljena okna (Klem, 1990), sledijo pa jim osvetljeni stolpi. Število žrtev je različno – od nekaj posameznih – 25 ptic, 16 vrst (Able 1966, cit. po Erickson s sod., 2001) do več kot 50 000 v sedmih dneh (Johnston, 1955, cit. po Erickson s sod., 2001). Žrtve nad 1000 ptic v eni noči niso neobičajne, vendar pa se pojavijo ob posebnih razmerah ponoči. Kot primer Strand (1962, cit. po Erickson s sod., 2001) navaja 2000 ptic iz 66 vrst, ki so poginile v eni sezoni, od tega jih je 525 poginilo v eni noči. V nekaterih primerih so dokumentirali od 10 000 do več kot 30 000 žrtev pri stolpu v eni sezoni. Eaton (1967, cit. po Erickson s sod., 2001) ocenjuje, da je več kot 10 000 ptic na leto poginilo pri nekaj deset stolpih v zahodnem New Yorku. Najdenih je bilo več kot 57 vrst ptic, in sicer nočnih migrantov. Številke so pogostejše stotice za sezono ali za noč (Whelan, 1976; Zimmerman, 1975, cit. po Erickson s sod., 2001).

Žrtve so pogostejše povezane z jesensko kot pa s spomladansko migracijo. V nekaterih študijah je smrtnost do desetkrat večja v jesenski kot pa spomladanski sezoni. O tem

govori Weir (1974), ki je pri osvetljenem dimniku v Ontariu našel 1188 ptic jeseni in le 92 spomladi. Nasprotno pa trdita Stoddard in Norris (1967), ki sta ptice opazovala enajst let in sta zabeležila veliko več žrtev okoli televizijskega stolpa v Floridi jeseni kot pa spomladi. Ker pa je le nekaj študij, ki vključujejo jesenske in spomladanske migracije v nekaj letih opazovanja, je jasne zaključke težko podajati (cit. po Erickson s sod., 2001).

DEJAVNIKI VPLIVA NA KOLIZIJE S STOLPI

Dejavniki, ki vplivajo na kolizije ptic s stolpi, so višina stolpa, osvetljenost, vidljivost, daljnovodi, geografska lokacija in topografija. Težko je določiti dejavnik z največjim vplivom, je pa interakcija med njimi zagotovo velika. Na številne dejavnike opozarjajo Aldrich s sodelavci (1966), Brewer in Ellis (1958), Cochran in Graber (1958), Elkins (1988), Evans Ogden (1996), Jaroslow (1979), Seets in Bohlen (1977) ter Stoddard in Norris (1967) (cit. po Erickson s sod., 2001).

Višina

V zvezi z višino in žrtvami ni bila opravljena nobena pomembna raziskava, verjetno pa je pri višjih stolpih število žrtev večje. O največjem številu žrtev so poročali na območjih z visokimi stolpi, med katerimi nekateri dosegajo celo 610 metrov od tal.

Serijske študije v Ontariu je pokazala, kako so lahko stolpi nevarni (Evans Ogden, 1996). Večina TV-stolpov dosega 185 metrov višine, nekateri tudi do 308 (Hoskin, 1975, cit. po Erickson s sod., 2001). Vsi stolpi in dimniki so razsvetljeni z rdečo lučjo ali belimi točkami. Študije pri stolpih, višjih od 308 metrov v Ontariu, poročajo o 5000 žrtvah pevcov v obdobju od avgusta do septembra.

Žrtve pa povzročajo tudi nižji stolpi. Med oktobrsko migracijo na Bahamih so stolpi višine od 61 do 123 metrov povzročili smrt desetine ptic (Kale in sod., 1969, cit. po Erickson s sod., 2001). Jeseni leta 1972 so bili v Marysvillu raziskovani trije stolpi višine 77, 123 in 125 metrov. V eni noči je bilo mrtvih 71 ptic iz 33 vrst. Smrt večine so povzročili daljnovodi (Ball, 1973, cit. po Erickson s sod., 2001). Vpliv majhnih stolpov, postavljenih na vrhu slemena ali gore, je večji kot vpliv stolpov, postavljenih na drugih topografskih lokacijah. Študije ob slemenu v Zahodni Virginiji (Hall 1966, 1968, 1976, 1977, cit. po Erickson s sod., 2001) so pokazale, da lahko pet stolpov višine od 61 do 125 metrov povzroči smrt več sto ptic v enem letu. To je neobičajno in o takih žrtvah je le nekaj poročil. Na podlagi tega bi lahko bila nakazana povezava med višino stolpa in okoliško topografijo.

Vodi

K večini visokih komunikacijskih stolpov je dodanih na desetine vodov za stabilnost in preprečitev padca. Nekateri stolpi imajo številne daljnovode, ki se razpredajo v višini od 215 do 308 metrov nad tlemi in lahko povzročijo več žrtev kot stolp. Pri stolpu Elmira v New Yorku (Welles, 1978, cit. po Erickson s sod., 2001) je v petih dneh septembra leta 1977 poginilo več kot 4000 ptic. Vodi so pogosto tudi vzrok žrtev nočnih migrantov v Missouriju (Ball, 1973, cit. po Erickson s sod., 2001). Podobno analizo je opravil tudi Avery s sodelavci (1977).

Luči

Vpliv luči na smrtnost ptic so raziskovali številni strokovnjaki. Evans Ogden (1996) poroča, da sta Cochran in Graber (1958) pri 303 metrov visokem rdečem osvetljenem stolpu v Illinoisu ugotovila koncentracijo nočnih migrantov v bližini luči. Štela sta klice ptic v obdobju osvetlitve in takrat, ko stolp ni bil osvetljen. Klicev je bilo manj v času brez osvetlitve, prav tako je bila smrtnost takrat nižja. Neosvetljeni stolpi torej lahko prispevajo k manjši smrtnosti.

Vreme in vidljivost

V veliko študijah kolizij pri stolpih je bilo vreme opredeljeno kot odločilni dejavnik (Avery in sod., 1977). Ena najjasnejših študij slabe vidljivosti je bila študija Stranda (1962, cit. po Erickson s sod., 2001), ki je ugotovil, da je bilo 25 odstotkov vseh žrtev pri TV-stolpu v Minnesoti v eni oblačni noči. Benning (1978, cit. po Erickson s sod., 2001) poroča, da je dež povzročil smrt okoli 4000 ptic v nekaj nočeh v Elmiri v New Yorku. Čeprav ptice poginejo tudi v jasnih nočeh (Avery in sod., 1977), je veliko več žrtev v oblačnih ali meglenih nočeh.

Seets in Bohlen (1977, cit. po Erickson s sod., 2001) sta izvedla študijo na sedmih stolpih višine od 185 do 462 metrov v Illinoisu. Ugotovila sta, da je večina ptic poginila v nočeh z nizko oblačnostjo (pod 492 m). Povezave med smrtnostjo in višino stolpa ter topografijo in lokacijo stolpa nista ugotovila. Vzrok je verjetno v tem, da so vsi stolpi visoki in koncentrirani na manjšem prostoru.

Nekateri raziskovalci so ugotavljali povezavo med osvetljenostjo in vidljivostjo. Jaroslow (1979, cit. po Erickson s sod., 2001) meni, da se ptice v oblačnih nočeh orientirajo po lučeh, kar jih zmede. Ko odkrijejo vir svetlobe, se gibljejo v krogih, to pa lahko vodi v kolizije.

Ugotovili smo, da:

- visoki stolpi povzročijo več kolizij kot nižji;
- nizki stolpi povzročajo nekaj kolizij, vendar so stolpi, nižji od 92 metrov, redko vzrok smrtnosti;
- osvetljeni stolpi povzročijo smrt ptic kot neosvetljeni;
- višina v povezavi z lučmi povzroči več kolizij kot vsak dejavnik posebej;
- daljnovodi povzročijo veliko žrtev, verjetno celo več kot stolp, še posebej izstopajo visoki stolpi z veliko daljnovodi;
- slaba vidljivost, povzročena zaradi megle ali nizke oblačnosti, lahko poveča število žrtev;
- slaba vidljivost v povezavi z visokimi, osvetljenimi stolpi, povzroči smrt več ptic kot katera koli kombinacija dejavnikov.

Primerjava števila žrtev pri stolpih in vetrnih turbinah ni preprosta, saj so bile študije opravljene na različnih krajih, uporabljene pa so bile različne metode. Zagotovo pa nobena študija o vetrnih turbinah ni odkrila take smrtnosti, ki bi bila blizu številkam katere koli študije ob visokih TV-stolpih, dimnikih in drugih visokih objektih. Podnevi in ponoči ptice migrirajo večinoma na višini več kot 62 metrov (Kerlinger, 1989, 1995).

KOLIZIJE PTIC Z VETRNI MI TURBINAMI

V literaturi sta navedena dva glavna vzroka za povečane kolizije s turbinami:

- gostota ptic (neposredna povezava med številom ptic in številom kolizij je bila potrjena le v eni študiji v Belgiji (Everaert, 2003));
- topografske oblike (slemen a, strma pobočja in doline lahko povečajo število kolizij v povezavi z večjim številom ptic).

Za določitev, ali bo vetrna elektrarna vplivala na migrante, je treba poznati število migrantov in njihovo višino. Višina leta na območju projekta naj bi se primerjala z višino iste vrste na drugih območjih. Če veliko ptic migrira na območju postavitve pri nizkih višinah, je možnost vpliva večja.

Koncentracija migrantov pevcev se pojavlja ob topografskih oblikah, kot so obale, ob rekah in linearnih slemenih.

Z napredkom tehnologije so se spremenile tudi oblike turbin. V osemdesetih letih prejšnjega stoletja so bile turbine majhne, visoke do 18 metrov. Danes je povprečna višina stolpa od 30 do 50 metrov, pri nekaterih celo dvakrat več. Nove turbine lahko imajo območje vrtenja kril celo trikrat večje kot stare, čeprav kaže, da je rezultat kolizij podoben (Howell, 1995a).

Velikost je vsekakor pomembna. Največje turbine v Kanadi merijo v višino do 120 metrov (od tal do vrha krila). V splošnem objekti, nižji od 150 metrov, povzročajo manjše tveganje za nočne migracijske vrste kot višji.

Eden izmed razlogov za kolizije je tudi hitrost vrtenja kril. Za razlago tega pojava lahko uporabimo dve hipotezi, aplicirani predvsem na roparice, in sicer zmanjšanje vidnosti pri hitro premikajočih se objektih in nesposobnost osredinjenja med lovljenjem in opazovanjem horizonta z ovirami. Večina podatkov je osredinjenih na stare turbine, kjer je lahko hitrost premikanja tudi 60 obratov na minuto, kot pri najštevilčnejših turbinah Kenetech na območju elektrarne Altamont Pass v Kaliforniji (Erickson s sod., 2003a). Krila novih turbin se vrtijo bistveno počasneje, od 15 do 30 obratov na minuto. Kljub temu se konice kril še vedno premikajo hitro (do 250 km/h).

Premikanje kril naj ne bi povzročalo nočnih kolizij. Kaže, da se večina kolizij pojavi ne glede na obratovanje turbine. Kot primer je drozg (*Hylocichla mustelina*) postal žrtev turbine v noči, ko ta ni obratovala, in *Vireo philadelphicus* drugo noč brez obratovanja. Podoben primer se je pojavil na Švedskem, kjer so našli 43 mrtvih ptic pri eni turbini pri slabem vremenu, ko ta ni obratovala in je bila osvetljena z lučjo na višini deset metrov nad tlemi (Gill s sod., 1996a).

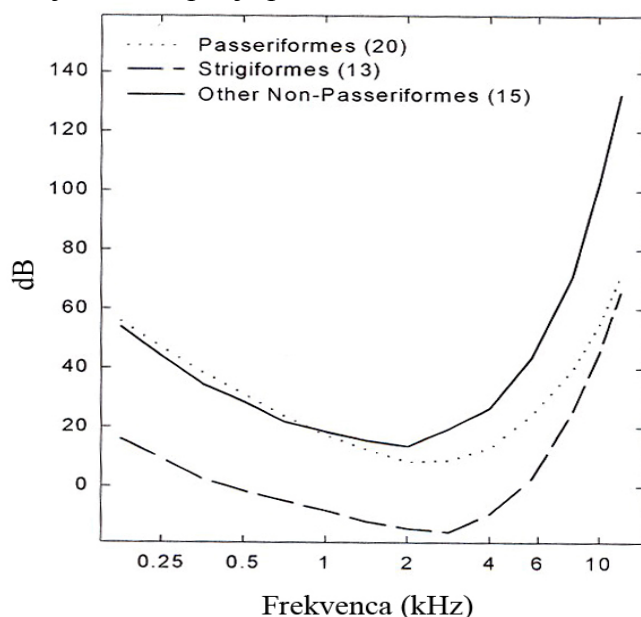
Tudi topografske oblike vplivajo na kolizije. Dnevni migranti sledijo jezerom, rekam in slemenom. Podnevi so območja koncentracije tudi polotoki in otoki za nočne migrante, če so preleteli velike vodne površine. Za pomoč pri oceni koncentracije ptic je dobro podati bližino polotokov, otokov, slemen, dolin, obal, gozdov, mokrišč in agrikulturnih območij.

2.2.3.1 Vid in sluh ptic

Sluh ptic in izogibanje vetrnim turbinam

Ugibanj o tem, kaj lahko ptice slišijo in česa ne, je več. Po eni izmed razlag lahko ptice bolje slišijo višje frekvence kot človek in drugi sesalci. Po drugi razlagi pa imajo ptice posebej izostren sluh. Raziskovanje v zadnjih petdesetih letih pa je pokazalo, da nobena od teh domnev ni pravilna. Če je zvok opredeljen kot tihi zvok, je lahko slišen na različnih frekvencah, ptice pa v povprečju slišijo manj kot večina sesalcev, vključno s človekom (Dooling, 2002).

Krivulja treh skupin je podana na sliki.



Slika 2. Slišnostna krivulja (Dooling, 2002: 8).

Ptice najboljše slišijo frekvence 1–5 kHz, z največjo občutljivostjo 0–10 dB pri najobčutljivejših frekvencah, kar je običajno 2–3 kHz. V primerjavi s sesalci, tudi s človekom, ptice ne slišijo dobro nizkih in visokih frekvenc. Prag za ljudi pri 1 kHz je 5 dB, za ptice pa 20 dB. Ptice v nobenem primeru ne slišijo frekvence, višje od 15 kHz.

Krila nekaterih turbin oddajajo zvoke. V odvisnosti od zvoka okolice in zvoka kril se lahko ptice turbinam izognejo. Zvok turbin in zvok vetra sta večinoma nizkofrekvenčna, okoli 1–2 kHz.

Občutek za sluh pri živalih je lahko merjen anatomsko, psihološko in vedenjsko. Za vsako metodo so značilne prednosti in pomanjkljivosti. Sluh je po navadi opredeljen kot vedenjski odziv na zvok.

Najnižja stopnja zvoka na lestvici frekvenc živali je slišnostna krivulja. V zadnjih petdesetih letih je bila izdelana za 39 vrst ptic. Tem podatkom je mogoče dodati še deset vrst, pri katerih so bile opravljene psihološke meritve. Sluh so merili pri frekvencah od 0,5

do 10 kHz. Zaradi raznolikosti vrst so ptice razdelili na pevce, nočne plenilce in ptice, ki niso iz skupine pevcev (Dooling, 2002).

Nočni migranti lahko zaznajo mehkejšje zvoke (npr. vrabci ali ptice, ki niso iz skupine vrabcev). V splošnem je meja za komunikacijo ptic na stopnjah frekvenc od 0,5 do 6 kHz. Znani pa so tudi primeri odstopanja od te homogene slike zaznavanja zvoka pri pticah. Za goloba (*Columbia livia*) je značilna neobičajna občutljivost sluha za nizkofrekvenčne zvoke. Po nekaterih ocenah je skoraj 50 dB občutljivejši kot človek v frekvenčnem območju 1–10 Hz. Nočni plenilci, na primer sove, zaznavajo z neobičajno nizkim pragom (Quine, 1978).

Ptice se po sluhu zelo razlikujejo od drugih vretenčarjev. Morda je sluh povezan z drugimi karakteristikami ptic, na primer z velikostjo. Srednje frekvence in meje visoke frekvence so obratne z velikostjo in s težo ptice. Najpreprostejša razlaga bi bila, da velikost telesa ovira zaznavanje nizkih frekvenc pri majhnih vrstah ptic.

Absolutna občutljivost sluha je jakost zvoka, ki jo lahko zaznamo v popolni tišini. V vsakodnevem življenju ljudi in živali to pomeni slišati nekaj ob zvoku okolice. Za živali je tak okoliški zvok okolja iz zelo različnih virov: vetra, oglašanja drugih živali, človekove dejavnosti idr. Vprašanje je, na kolikšni razdalji lahko ptica sliši turbino v okoliškem zvoku, predvsem vetra.

Meritev čistih tonov v hrupu je preprost eksperiment. Za povprečno ptico mora biti čisti ton v območju 3 kHz vsaj 28 dB glasnosti, da je zaznaven. Pri človeku je to 22 dB. Človek lahko zaznava zvok dvakratne razdalje od ptice. Vprašanje je, kako daleč stran je lahko zvok zaznaven v okoliškem zvoku (Dooling, 2002).

Tako kot lahko zvok zamaskira ton, lahko zvok skrije drugi zvok. Pri ljudeh so ugotavljali, za koliko se mora za zaznavanje povečati glasnost in ugotovili so, da za 0,5 do 1 dB. Podobno so ugotovili za tri vrste ptic – za čuka, škorca in papagajčka, ki zaznajo spremembo pri 1,5 dB (Dooling, 2002). Pri človeku se mora torej glasnost povečati za 0,5 dB glede na zvok okolice, da je zaznaven, pri pticah pa je potrebne vsaj 1,5 dB dodatne glasnosti na zvok okolice, da ga zaznajo.

Tabela prikazuje glasnost, ki mora biti dosežena, da jo ptica zazna kot čisti ton ali zvok.

Preglednica 12. Glasnost v dB, ki mora biti dosežena za zaznavanje tonov in zvoka pri povprečni ptici (Dooling, 2002: 12).

Signal (S)	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	Zvok (Z)
S/Z	24 dB	27 dB	28,5 dB	30 dB	1,5 dB

Na območju elektrarne Altamont Pass so merili zvok okolice in zvok številnih turbin. Veter je bil zmeren, skupna glasnost pa je dosegala okoli 70 dB $\pm$ 5 dB. Zvok vetra in kril turbin je večinoma nizkofrekvenčen. Pri precej glasni turbini je na oddaljenosti desetih metrov od turbine glasnost kril okoli 10 dB nad zvokom okolice. Glasnost upade za okoli 6 dB pri vsaki podvojitvi razdalje. Kadar glasnost, ki jo povzročajo turbine, upade do razlike 1,5 dB glede na jakost zvoka okolice, ptice zvoka kril ne morejo zaznati, medtem ko ga

človek lahko. Razlika med zvokom vetra in zvokom turbin, dodanim zvoku vetra, je okoli 10 dB pri desetih metrih oddaljenosti od turbine. Krila nekaterih turbin so poškodovana, zato oddajajo visokofrekvenčni žvižgajoči zvok, na stopnji 2–5 kHz, ki ga ptice najboljše zaznavajo. Torej bi moral biti to vzrok za zmanjšanje kolizij ob taki turbini.

Ocenjevali so razdaljo, pri kateri bo zvok kril turbin za ptice postal neslišen. Pri 70 dB zvoka okolice, 25 metrov stran od stolpa turbine, je glasnost kril manj kot 1,5 dB nad okoliškim zvokom, kar je prag zaznavanja za ptico. Pri tej točki je torej zvok kril neslišen za ptico, ne pa tudi za človeka. Višja in nižja stopnja okoliškega zvoka močno vplivata na razdaljo in slišnost. Če zvok okolice naraste z desetih na 80 dB, zvok kril ne bo zaznaven za ptice, dokler ne bo na manj kot desetih metrih oddaljenosti od krila. Če je vrednost 1,5 dB za slišnost zvoka za tri popolnoma različne vrste ptic, potem je mogoče o tem sklepati za večino vrst.

Na območju elektrarne Cares v Washingtonu so proučevali vplive plašilnih metod na ptice. Na turbine so namestili plašila oziroma odvrčala za ptice. Zajeli so 90 turbin z močjo 25 MW na površini okoli 40 ha. Cilj raziskave je bil z namestitvijo plašil zmanjšati smrtnost ptic, predvsem roparic. Ker so v nekaterih študijah ugotovili, da daljnovodi predstavljajo večjo nevarnost, še posebej pri slabi vidljivosti, kot kroženje kril (Jones in Stokes, 1987), so plašila nameščali tudi na vode turbin.

Plašilci so se pokazali kot učinkovito sredstvo pri zmanjševanju smrtnosti ptic na daljnovodih. V nekaterih študijah naj bi se kolizije zmanjšale za od 54 do 90 odstotkov (Morkill in Anderson, 1991).

V večini primerov pa to ni učinkovito zaradi dveh razlogov. Prvi razlog je, da se tudi pri glasnih zvokih, eksplozijah in alarmnih klicih ptice čez čas na to privadijo. Najpreprostejša opazovanja ptic pokažejo, da se najobičajnejše vrste hranijo ali gnezdiijo v bližini najhrupnejših letališč. Drugi razlog je, da je obseg slišnosti ptic podoben človekovemu sluhu, zato plašilci ne morejo biti zunaj dometa sluha človeka.

Vloga ostrine vida v razmerju med ptico in turbino

Ptice lahko vidijo valovno dolžino zunaj dosega človekovega vida, vključno z ultravijoličnim spektrom (Jacobs, 1992). Možnost zaznavanja ultravijolične svetlobe je ptičem v pomoč pri iskanju para, izogibanju plenilcem, iskanju hrane ali orientiranju v času migracij (Andersson, 1996; Anderson s sod., 1999; Viitala s sod., 1995).

McIsaac je proučeval ostrino vida pri ameriški postovki (*Falco sparverius*). Trenirali so jih, da bi bele in črne mreže razlikovale od sivih. Ugotovil je, da je njihova ostrina manjša od prej navedene v literaturi. Seveda pa so v raziskavah razlike zaradi različnih pristopov. Kljub razlikam v rezultatih pa je McIsaac ugotovil, da bi ptič moral prepoznati krila turbine na velikih razdaljah. Turbina s povprečno širino krila 0,6 metra mora biti vidna na razdalji 1000 metrov. Meni, da mora vsak vzorec, ki je obarvan na krilih, povečati vidnost in privlačiti pozornost ptice, ki lahko prepozna dimenzije od dveh do treh centimetrov na razdalji 25 metrov pri jasnem dnevu. Prav tako je ugotovil, da je za večino roparic na velikih razdaljah značilna različna ostrina za prepoznavanje objektov. Ker je ptice

proučeval na majhnih razdaljah, je težko posploševati enako za velike razdalje. Prav tako je proučeval stimulacijo kroženja kril in vidnost ter ugotovil, da bi ptič moral prepoznati vrtenje kril na razdalji 150 metrov. To bi v jasnem dnevu moralo biti dovolj za umik (cit. po Young s sod., 2003a).

Problem vetrnih turbin ni v tem, da so krila premajhna, da bi bila vidna. Meritve kažejo, da lahko ptice prepoznajo zelo majhne znake na veliko kontrastnejšem ozadju, vendar nam to pove premalo o zaznavanju celotne oblike in detajlov teh oblik. Prav tako ne pove, kakšen je odziv pri upadu kontrastnosti. Ko se krilo začne vrteti, še posebej pri velikih hitrostih, se zamegli, in kontrast barvnih vzorcev se zmanjša.

Nizke, srednje in visoke prostorske frekvence povedo o različnih vidikih videnja objekta. Nizke prostorske frekvence dajejo informacijo o celotni obliki in obrisih različnih objektov. Srednje prostorske frekvence dajejo informacijo o detajlih objekta, na primer o vzorcu perja ptice (progastem ali enotnem). Visoke prostorske frekvence dajejo informacijo o najpodrobnejših detajlih, ki jih lahko organizem zaznava. Za zaznavanje nizkih in visokih prostorskih frekvenc je potreben dober kontrast, medtem ko za srednje frekvence to ni nujno. Da nekaj ostane vidno pri nizkih kontrastih, morajo vzorci vsebovati srednje prostorske frekvence. Vzorec, ki je viden od daleč, postane zamegljen pri vrtenju krila od blizu. McIsaac ugotavlja, da vpliv hitrosti vrtenja ni velik. Najbolje bi bilo krila narediti vidna in strašljiva, da bi vplivala na vizualno in kognitivno sliko, še posebej v zasenčeni svetlobi (cit. po Young s sod., 2003a).

Kljub dobri sposobnosti percepcije roparic in nekaterih drugih ptic so kolizije še vedno pogoste. Težavno je ugotoviti, kako ptici postaviti krilo v prvi plan, če se s pogledom osredinja predvsem na plen. Vizualne rešitve barvanja kril in podobno so lahko le delne in omejene na čas dneva. Pojavila so se vprašanja, ali bi lahko v temnem delu dneva pomagal zvok, torej zvočni signali na koncu kril. Vendar je znano, da se ptice na zvok hitro prilagodijo.

Študija, izvedena na območju elektrarne Foote Creek Rim v Wyomingu, je proučevala vpliv pobarvanih kril turbin na njihovo dejavnost in smrtnost ptic. Glavni cilj študije je bil primerjava žrtev pri pobarvanih turbinah s klasično barvo in turbinah z ultravijolično odsevno barvo.

Ultravijolična svetloba je opredeljena kot svetloba valovne dolžine 0–400 nm. Valovna dolžina pod 300 nm se večinoma absorbira v ozonu, valovna dolžina pod 310 nm se absorbira v očeh (Jacobs, 1992). Ultravijolična svetloba, dostopna za vid, je med 320 in 400 nm. Človek lahko zazna le svetlobo med 400 in 700 nm (vidno svetlobo), ptice pa imajo vsaj štiri tipe vizualnega pigmenta, ki absorbira svetlobo ultravijoličnega polja (Hart s sod., 1998). Nekateri eksperimenti z golobi (*Columbia livia*) so pokazali, da bolje zaznavajo ultravijolično kot pa vidno svetlobo (Kreithen in Eisner, 1978).

Nekaj turbin so pobarvali z barvo s 60-odstotno odsevnostjo glede na normalno barvo, ki odbija okoli deset odstotkov ultravijolične svetlobe, preostalo pa absorbira.

Ocenjevali so aktivnost, vedenje roparic, velikih ptic in zaščitene vrste. Cilj analize podatkov je bil ugotoviti spremembe naraščanja ali upadanja tveganja glede na obarvanost turbin. Opazili so 3501 ptico, 38 vrst v letu in pol raziskav ter 13 neopredeljenih tipov ptic. Več kot 50 odstotkov vseh (1915) je bilo škrjancev vrste *Eremophila alpestris* in 11 odstotkov planinskih orlov (*Aquila chrysaetos*). Na območju so zabeležili veliko večjo aktivnost roparic v okolici ultravijolično obarvanih turbin kot pri drugih klasično obarvanih turbinah. Večinoma sta bila prisotna planinski orel (*Aquila chrysaetos*) in kanja vrste *Buteo jamaicensis*. Tudi nekatere vrste pevcev so bile okoli ultravijolično obarvanih turbin bolj prisotne, na primer lastovke, drozgi in druge skupine. V povprečju pri pevcih ni bilo razlik. Zabeležili so 84 žrtev, 27 vrst in tri neopredeljene vrste. 68 odstotkov ($n = 57$) je bilo zabeleženih pri 72 ultravijoličnih turbinah, 15 odstotkov ($n = 13$) pri 33 nepobarvanih turbinah in 17 odstotkov ($n = 14$) pri sedmih meteoroloških stolpih. Večina žrtev je bila iz skupine pevcev, med temi največ škrjancev (*Eremophila alpestris*). Zabeleženih je bilo šest roparic, od tega štiri pri ultravijoličnih turbinah (Young s sod., 2003a).

Med ultravijolično in klasično obarvanimi turbinami ni značilnih razlik v povzročanju smrtnosti, čeprav je stopnja smrtnosti pevcev dvakrat večja pri ultravijoličnih turbinah kot pa pri drugih. Stopnja žrtev roparic je bila podobna pri obeh vrstah turbin. Pri eni turbini so bile največ štiri žrtve.

2.2.3.2 Višina leta ptic kot vzrok kolizij

Večina ptic migrira ponoči. Večino noči preletijo na višinah od 100 do 600 metrov (Kerlinger, 1995). Strokovnjaki, ki proučujejo migracije, menijo, da večina leti na tej višini, vsaj čez celino (Kerlinger, 1995).

Nočni migranti, na primer pevci, vzletijo pol ure do uro po sončnem vzhodu, in ko dosežejo primerno višino, letijo od ene do dvanajst ur in nato pristanejo. V tem procesu se migranti dvigajo in spuščajo skozi prvih 60 metrov od tal, pri višini večine turbin. Na tej višini ostanejo kratek čas. Večina nočnih migrantov nadaljuje let še vsaj del dneva, ampak na nižjih višinah. Največja možnost za kolizije je v obdobju mraka in zore, ko spreminjajo višino (Langston in Pullan, 2002).

Tik pred zoro se nočni migranti hitro spustijo na nižje višine in letijo na višini dreves (pod 200 m), dokler ne najdejo primerne prostora za pristanek.

Če so turbine na višini spodnje meje leta nočnih migrantov in če vremenski in drugi dejavniki višino leta še znižajo, je kolizij še toliko več. Večina novih turbin je pod višino 100 metrov in nima vodov, kar je pogost vzrok kolizij pri komunikacijskih stolpih.

Ptice, ki lebdi v času migracij (sokoli, pelikani, galebi in podobno), migrirajo podnevi (Kerlinger, 1989). Lebdenje je letenje brez premikanja kril, s katerimi ptice višino vzdržujejo. Večina ostaja od 20 do 30 metrov nad tlemi zaradi bližine hrane, možnosti počitka in lažjega izogibanja plenilcem.

Dnevni migranti so občutljivejši za topografske linije kot za slemena, doline, polotoke, mokrišča in podobno. Veliko roparic koristi termiko (dviganje toplega zraka) za dvig višine, ker s tem varčujejo z energijo. Na primer 100 metrov visok stolp na vrhu slemena, 200 metrov višje od preostale pokrajine, dvigne območje vrtenja kril na višino 300 metrov, kjer bi letela večina nočnih migrantov (Kerlinger, 2002).

Ptice, ki migrirajo na daljše razdalje, niso v nevarnosti za trke s turbinami, razen v slabih vremenskih razmerah, ko so prisiljene leteti nižje, ali med vzletanjem in pristajanjem. Občasni nizki preleti zaradi vremena se lahko pojavijo kjer koli, zato kolizij v tem primeru ni mogoče preprečiti.

Selivke letijo pri nasprotnem vetru nižje kot pa pri istosmernem, kar je povezano s tem, da je hitrost vetra bliže tlom manjša. Leti so večinoma nižji tudi takrat, kadar ptice letijo čez gorski greben.

Zmanjšanje kolizij med vzletanjem in pristajanjem je mogoče, če se visoki objekti ne umestijo na lokacijah, kjer se ptice selivke zadržujejo pred ali med migracijo. Tveganje za ptice, ki dnevno migrirajo od nočnega počitka do mesta hranjenja, je večje. Možnost kolizij je večja, če je elektrarna na območju, kjer ptice večinoma letijo na nižjih višinah. Veliko vrst, kot so ptice močvirnice, žerjavi in vodne ptice, je zvestih izbranim lokacijam po več tednov glede na vrsto, kjer je dostopnost hrane dobra in kjer so okoljski pogoji primerni (Berthold, 1993). Ptice, ki prezimujejo, posebej vodne, prav tako lahko prizadenejo turbine, ki so na razpotju dnevnih poti do vode.

Študija, izvedena v Searsburgu, vsebuje podatke o migracijah. Višina migracij je nihala med 97 in 198 metri. Posamezne ptice so bile opažene celo na višinah 308 in 616 metrov od tal (Kerlinger, 2002).

Največji je problem kolizij na območjih z velikimi roparicami, ki letijo na višini rotacije kril, na primer vrsta planinskega orla in lunja. Problematična so tudi območja z veliko gostoto drugih ptic, ki letijo na višini rotacije kril, kolonije gnezdečih morskih ptic in območja koncentracije zaradi hranjenja, glavni migracijski koridorji ter mokrišča in obale z velikimi koncentracijami vodnih ptic.

Na večini območij se kaže, da roparica verjetno nima velikih težav pri izogibanju turbinam, ko leti ali lebdi celo na višini kroženja kril. Osborn s sodelavci (1998) je v obdobju 20-mesečnega monitoringa ugotovil, da žrtev ameriške postovke (*Falco sparverius*) ni bilo, kljub temu da so bili stalno opaženi poleti na višini rotacije kril in 15 metrov stran od turbin.

Več možnosti za kolizije je pri vrstah, ki dvorijo v zraku, kot so na primer škrjanec (*Eremophila alpestris*), vrabec (*Pooecetes gramineus*) in *Dolichonyx oryzivorus*, in so lahko med dvorjenjem izpostavljene kolizijam s turbinami (Kerlinger, 2003b). Na območju Nine Canyon v Washingtonu so škrjanci (*Eremophila alpestris*) predstavljali 47 odstotkov ($n = 17$) vseh kolizij v letu študije (Erickson s sod., 2003a). Prav tako so bili najpogostejša žrtev na območju Stateline (Erickson s sod., 2003a).

Na območjih elektrarn Foote Creek Rim in Simpson Ridge s 105 turbinami so opazovali roparice in druge velike ptice. Med velikimi pticami so bili najdejavnejši orli, vodne ptice, srake in vrane. Območje vrtenja večine turbin je od 19 do 62 metrov nad tlemi. Izmed vseh ptic jih je 31,9 odstotka letelo na višini vrtenja, najpogosteje vodne ptice, nato orli in veliki sokoli. Ugotovili so, da roparice letijo nad skrajnim robom pogosteje kot kje drugje in so na tem območju tudi pogosteje letele na višini vrtenja. Priporočali so namestitev turbin več kot 50 metrov stran od roba, kar bi lahko zmanjšalo kolizije (Johnson s sod., 2000).

Na območju vrtenja so najpogosteje letele vodne ptice (42,8 %), nato orli (42,4 %), veliki sokoli in druge ptice. Večina majhnih ptic (91,4 %) je letela pod višino vrtenja kril, 7,3 odstotka v višini vrtenja med 19 in 62 metri ter 1,2 odstotka nad turbinami. Najpogosteje so v višini kroženja kril letele vrste planinski orel *Aquila chrysaetos* (57,1 %), kanja vrste *Buteo jamaicensis* (40 %), ameriška postovka *Falco sparverius* (27,8 %), *Euphagus cyanocephalus* (9,2 %) in *Hirundo pyrrhonota* (7,8 %) (Johnson s sod., 2000).

V študiji so za določene vrste izračunavali indeks izpostavljenosti, ki temelji na značilnostih letenja in višine kroženja kril. Pri velikih pticah so določili najvišji indeks pri vrstah *Aquila chrysaetos*, *Buteo jamaicensis*, *Corvus corax* in *Pica pica*. Indeks tveganja izpostavljenosti turbinam za majhne ptice je bil najvišji pri vrstah *Carduelis pinus*, *Carduelis tristis*, *Hirundo pyrrhonota*, *Tachycineta thalassina* in *Eremophila alpestris*. Kar nekaj vrst ima visok indeks, vendar ne zaradi pogostega letenja na višini vrtenja, ampak zaradi velike številčnosti. Ta analiza kaže, katera vrsta bi lahko bila bolj izpostavljena kolizijam (Johnson s sod., 2000).

Monitoring na območju elektrarne Sea west v Carbon Countyju v Wyomingu je med izvajanjem študije dokumentiral 40 vrst ptic. V 39,4 odstotka primerov opazovanj je bilo letov pod 19 metri višine (blizu konca kril turbine), 37,1 odstotka ptic je letelo med 19 in 62 metri (na območju vrtenja kril) in 23,5 odstotka nad 62 metri višine, torej je okoli 35,1 odstotka vseh ptic letelo na višini vrtenja kril. Najpogosteje so na tej višini letele vodne ptice (54,4 %), kanje (43,4 %) in nato orli (40,1 %).

Preglednica 13. Višina leta opazovanih ptic v odstotkih glede na vrsto (Johnson s sod., 2000: 60).

Skupina ptic	1–18 m	19–62 m	62 m in več
Vodne ptice	66,7	30	3,3
Močvirniki	89,7	10,3	0
Ujede	51,4	45	3,6
Lovne ptice	100	0	0
Krokarji in vrane	72,7	22,7	4,5
Kosi	83,2	15,2	1,6
Pevke	100	0	0
Lastovke	90,7	8,8	0,5
Ščinkavci	81	19	0
Sivi muharji	100	0	0
Vrabci	98,3	1,7	0
Škrjanci	96,4	3,4	0,2
Drozgi	87,5	7,8	4,7
Stržki	100	0	0
Žolne, detli	100	0	0
Druge ptice	100	0	0

Območje tveganja na višini vrtenja kril v elektrarni Maiden v ZDA je med 25 in 125 metri nad tlemi. Večina pevcov, razen lastovk, je letela manj kot deset metrov nad tlemi. Velike ptice so letele višje, po navadi več kot 25 metrov nad tlemi, kar je v območju vrtenja, 51 odstotkov srak in vran ter 48 odstotkov roparic pa so opazili v območju tveganja. Največji indeks izpostavljenosti so zabeležili pri pticah *Corvus corax*, *Leucosticte arctoa* in *Eremophila alpestris*. Največkrat opažena vrsta je bila *Eremophila alpestris*, ampak večinoma pod območjem tveganja. Največji indeks izpostavljenosti pri roparicah so zabeležili pri vrstah *Buteo swainsoni*, *Buteo jamaicensis* in *Circus cianus* (Young s sod., 2002).

Med monitoringom v obdobju 1996–1998 so podobne ugotovitve zabeležili na območju elektrarne Buffalo Ridge (Johnson s sod., 2003c).

Model za določitev predvidenega števila ptic, ki bi trčile v turbino, brez prisotnosti vedenja izogibanja, je razvil Tucker (1995). Za izračun so potrebni podatki o številu preletov na leto skozi območje predvidene elektrarne na višini kril, hitrosti letenja ptic, velikosti ptic in velikosti ter hitrosti vrtenja kril turbin. Podatke o hitrosti letenja in velikosti je mogoče razbrati iz literature, včasih pa je treba opraviti tudi meritve zaradi razlik v hitrosti vetra ali topografije. Zato je k tej oceni smiselno dodati tudi oceno izogibanja.

2.2.3.3 Učinek pregrad pri postavitvah vetrnih elektrarn

Možen vpliv na ptice je tudi učinek pregrad med življenjskimi bivališči (gnezdi ter območji prehranjevanja in počitka). Pri kvantitativnih raziskavah se upošteva kot učinek pregrade, če vsaj pet odstotkov jate pokaže izmerljiv odziv, kar pomeni spremembo smeri, višine in podobno. V nekaterih študijah je zabeležen učinek pregrad, in sicer pri 81 vrstah ptic. Kot posebej občutljive vrste so se izkazale gosi, škarnjeki in žerjavi ter veliko majhnih vrst ptic. Manj občutljive za menjavo smeri leta so bile velike ptice (kormorani in sive čaplje), race, nekatere roparice (skobec, navadna kanja in navadna postovka), čigre, galebi, škorci in vrane (Hötter, 2005).

Medtem ko se kolizije lahko zmanjšajo, je lahko to tudi delna pregrada za premike ptic (Percival, 2003).

2.2.3.4 Odziv ptic na turbine: prilagoditev ali umik

V splošnem je znano, da se ptice turbinam izogibajo. Študije z uporabo radarja za sledenje so v pomoč pri zbiranju informacij o sposobnosti ptic za izogibanje turbinam (Percival, 2003).

Prisotnost vetrnih turbin na določenem območju lahko aktivnost ptice v tem prostoru odvrne. Največ nemira se pojavi v fazi gradnje. Če obstaja alternativni habitat, se lahko ptice premestijo.

V poročilih je bilo najpogosteje navedeno, da so zaradi elektrarne Altamont Pass v Kaliforniji roparice tista vrsta, ki je na kolizije najobčutljivejša. Podatki pa kažejo, da se roparice skoraj na vseh območjih turbinam izogibajo, in je rezultat kolizij zato majhen ali celo ničen (Kingsley in Whittam, 2003).

V Evropi pa je večji problem premeščanje živali kot pa kolizije. Večina težav se pojavlja pri selivkah, gnezdkah in na območjih hranjenja. Učinek motenja se kaže na razdalji od 75 do 800 metrov stran od turbin (Strickland in Erickson, 2003).

Premeščanje se razlikuje od vrste, sezone in območja. Vzrok je lahko nemir ali izguba habitata. Nekaj študij opozarja na ta problem pri nekaterih vrstah. Raziskave Winkelmana (1995) na Nizozemskem so pokazale vpliv na gnezdeče ptice. Ugotovljena je bila zmanjšana številčnost do 500 metrov stran od turbin v elektrarni Oosterbierum pri vrstah evrazijskega škurha, divje race (*Anas platyrhynchos*), race (*Aythya fuligula*), deževnika (*Pluvialis apricaria*), vodne kokoške (*Fulica atra*) in vrstah galeba (*Larus canus*, *Larus argentatus*). Spremembe pa niso bile opazne pri vrstah galeba (*Larus ridibundus*), škorca (*Sturnus vulgaris*) in vrane (*Corvidae*).

Elektrarna ima osemnajst turbin z močjo 300 kW. Študija, izvedena med letoma 1984 in 1991, je pokazala različne rezultate. Do 75 odstotkov odzivov pride na razdalji 100 metrov do turbine. Privadile so se lokalne ptice, ki so se odzvale prej. Pri turbinah, ki niso obratovali, ni bilo razlik v odzivu med lokalnimi pticami in migranti.

Študija območja elektrarne Urk na Nizozemskem (Winkelman, 1995), ki je bila izvedena v zimskem času, je pokazala upad števila vrst divje race, čopaste race, potapljavke (*Aythya ferina*) in *Bucephala clangula* v 300-metrskem pasu okoli turbin. Niso pa bile opazne spremembe pri ponirku (*Podiceps cristatus*), evrazijski vodni kokoški in galebu.

Dirksen s sodelavci (1998) je ugotovil, da potapljavka (*Aythya ferina*) in čopasta rasa (*Aythya fuligula*) redno letita skozi vetrno elektrarno na Nizozemskem ponoči in ob polni luni, na veliki razdalji okoli turbin pa v temi in megli.

Opazovanje galebov in čiger v dveh elektrarnah Rotterdama je potrdilo, da podnevi letijo med turbinami (Van den Bergh s sod., 2002).

Pri vrstah *Haematopus ostralegus*, *Vanellus vanellus*, *Limosa limosa* in *Tringa totanus* so raziskovalci ugotovili, da ptice še vedno gnezdijo tam kot prej, moteni pa sta hranjenje in počivanje.

Na Danskem so zabeležili izogibanje pri vrsti gosi (*Anser brachyrhynchus*) (Larsen in Madsen, 2000).

Podobno vedenje so opazili pri pribah (*Vanellus vanellus*) in prosenkah (*Pluvialis apricaria*) – tudi na območju do 800 metrov stran od turbin. V drugi študiji, izvedeni na Danskem, so ugotovili, da so ptice vrste *Pluvialis apricaria* celo popolnoma zapustile zimska počivališča okoli vetrne elektrarne. Zmanjšana dejavnost vodnih ptic in pevcov na območju elektrarne je bila zabeležena tudi v drugih študijah v Evropi (Winkelman, 1995).

Na območju elektrarne Reiderland v Nemčiji so pri vrsti gosi ugotovili podobne spremembe (Kruckenberg in Jaene, 1999), in sicer manjšo pogostost hranjenja v 600-metrskem pasu okoli turbine.

Pri opazovanju odzivanja močvirnikov, čiger in divjih kokoši so v Schleswig-Holsteinu ugotovili spremembe v 200- do 500-metrskem pasu, pri galebih pa v 100- do 150-metrskem pasu okoli turbin. Galebi in močvirniki so dvignili višino ali pa spremenili smer leta, medtem ko so divje kokoši manevrirale okoli turbin.

Nemške študije navajajo velik vpliv na vrste ptic, kakršne so rjavi škarnjek, navadna kanja, jezerski orel in uharica. Največjo razdaljo od turbin (vsaj 500 metrov stran od naprav) so ugotovili pri vrstah gozdni jereb, vodeb, veliki srakoper in črna štoklja (Brauneis, 1999; Isselbacher, 2001, cit. po Ratzbor, 2005). Ugotovili so tudi, da se pomen počivališč v bližini elektrarn zmanjšuje.

V posameznih državah in deželah so omejitve različne. Nekatere dežele v Nemčiji so določile stroge omejitve za nekatere vrste ptic, posebej za velike ptice in roparice. Prepoved postavljanja vetrnih elektrarn lahko znaša tudi do deset kilometrov stran od gnezdišč, posebej občutljivih vrst. Nujna so območja koridorjev med počivališči, površinami za hranjenje in podobno.

V študijah sedmih vetrnih elektrarn na severu Nemčije, 40 kilometrov stran od obale Severnega morja, niso zabeležili velikega vpliva na gnezdeče ptice po postavitvi. Statistično značilen umik določenih vrst gnezdečih ptic je bil opazen le v nekaterih izmed sedmih elektrarn. Značilno izogibanje se ni pokazalo pri vrstah, kot so priba, školjkarica, travniška cipa, modra taščica, trstnica in ovčarica. Pri vrstah breženka, poljski škrjanec, trstni strnad in močvirna trstnica so se razlike pokazale; medtem ko na nekaterih območjih ni bilo zaznati razlik, so se te v drugih elektrarnah pokazale (Ratzbor, 2005).

V razmerju do turbin so opazovali tudi vedenje 25 vrst ptic. Le pri štirih vrstah so opazili povečano razdaljo – pri navadni kanji, navadni postovki, pribi in škorcu, in sicer na razdalji do 500 metrov od turbin (Ratzbor, 2005).

Le pri treh elektrarnah je število gnezdečih parov tako veliko pred gradnjo in po njej, da je bila študija statistično primerljiva in zadostna. Pokazalo pa se je, da se je ponekod število očitno spremenilo.

Rezultati so pokazali, da je negativen vpliv na razporeditev gnezdečih parov možen, spreminjata se vedenje nekaterih vrst in dejavnost v prostoru, vendar je to težko dokazati. Pri selivkah je rezultat drugačen kot pri gnezdečih vrstah. Pribe selivke se oddaljujejo celo do 500 metrov stran od turbin, brinovka, navadna kanja in škorec pa do 100 metrov stran. Pri pribah so ugotovili, da se od večjih kompleksov vetrnih turbin oddaljujejo bolj kot od manjših.

Za ugotovitve pred postavitvijo treh elektrarn in po njej so uporabili metodo kartiranja revirja. Na razporeditev gnezd so vplivali številni dejavniki – velikost območja, turbine, raba tal, ceste in drugi objekti. Ker so bila odstopanja majhna, je vprašanje, ali je

povzročitelj razlik turbina ali so vzroki za spremembe drugje. Za pribe je že od leta 1980 zaradi različnih vzrokov znan upad na določenih mestih. Vzroki so pretirano gnojenje, mehanizacija, košnja in podobno (Bauer in Berthold, 1996; Witt s sod., 1996). Na območjih s povišano talno vodo je opazno zmanjšano število črnorepih kljunačev.

Številni raziskovalci s študijami, izvedenimi v nemških elektrarnah, niso ugotovili vplivov. Böttger s sodelavci (1990) je ugotavljal razliko pri gnezdečih vrstah pred postavitvijo elektrarne Ostfriesland in po njej. Negativnih vplivov ni zabeležil. Tudi Bach s sodelavci (1999) je zbiral podatke v Nemčiji in ni ugotovil negativnih vplivov. Brehme (1999) je proučeval tri turbine pri Greifswaldu in v bližini turbin zabeležil veliko ptic pevk, tudi vrste z rdečega seznama. Podobno je ugotovil Handke s sodelavci (1999) – gnezdenje številnih vrst v neposredni bližini turbin. Walter in Brux (1999) sta zabeležila gnezdenje v bližini 100 metrov do turbin. Tudi Sinning (1999) ne poroča o negativnih vplivih. Gerjets (1999) ni zabeležil distanc do turbin, enako Eikhoff (1999) ter Korn in Scherner (2000) v Nemčiji (cit. po Reichenbach, 2003).

Nobenih ali zelo malo negativnih vplivov so ugotovili Bergen (2002), Stübing (2001) in Menzel (2002). Vrsta občutljivosti za zvok se je pokazala le pri vrsti pobrežnika.

V vzhodnem delu Avstrije, na območju Panonske nižine, so med letoma 2003 in 2004 proučevali tri elektrarne – Prallenkirchen, Obersdorf in Steinberg, ki so reprezentativne za velik del te regije. Elektrarna Prallenkirchen naj bi bila za nekatere vrste obremenjujoča. Posebej so izpostavili občutljivost prepelice za akustične motnje (Bergen, 2002; Reichenbach, 2003). Izogibanja elektrarni niso zabeležili. Dejavnost je bila manjša kot na referenčnih območjih, kar bi lahko pomenilo izogibanje turbinam. To je bilo posebej vidno pri navadni postovki in navadni kanji, ki spadata med občutljivejše vrste, ki so v Avstriji tudi najpogostejše vrste roparic. Večino časa so letele pod 50 metri višine. Ena četrtnina vseh preletov je bila na višini vrtenja, več kot 70 odstotkov pod vrtenjem in le dobrih šest odstotkov nad vrtenjem kril. Pri opazovanju za turbine občutljivejših vrst niso opazili povečanega izogibanja. Največje odmikanje so zabeležili pri goseh, črnih štokljah, malih sokolih, rečnem galebu in žerjavu (od 300 do 500 metrov) (Traxler s sod., 2004).

Percival (2000) je podal pregled britanskih študij, kjer ni zabeležil vplivov.

Na območju elektrarne Blyth Harbour v Veliki Britaniji so opazovali (Still s sod., 1996, cit. po Langston in Pullan, 2002) mednarodno pomembno populacijo vivka in še pet drugih najštevilčnejših vrst. Zabeležili so, da med turbinami, še posebej v lepem vremenu, letijo galebi. Med žrtvami kolizij v obdobju dveh let in pol sta se pojavila vrsti srebrni galeb in morski galeb (*Larus marinus*), in sicer sedem srebrnih in sedem morskih galebov. Zaradi nižje višine leta pod vrtenjem kril so ocenili, da je morski galeb (*Larus marinus*) manj ranljiva vrsta (Langston in Pullan, 2002).

Na območju elektrarne Dumfries in Galloway v Britaniji so sedem let opazovali gnezdeče pare pred in med gradnjo ter po njej. Pri vrstah cipe (*Anthus pratensis*), škrlanca (*Alauda arvensis*) in divje kure (*Lagopus lagopus scoticus*) niso zabeležili sprememb. Thomas (1999, cit. po Langston in Pullan, 2002) je proučeval deset elektrarn v Veliki Britaniji, zmanjšane številčnosti in sprememb pa ni ugotovil.

Velika gostota ptic se pojavlja na območju elektrarne Blyth Harbour v Veliki Britaniji, kjer pa niso ugotovili premeščanja pri vrstah kormorana, gage, vivka in galeba.

V študijah vplivov elektrarne Bugar Hill na Škotskem niso bile ugotovljene spremembe pri gnezdečih vrstah *Anatinae*, *Charadriiformes*, *Stercorarius parasiticus*, *Laridae* in pri majhnih pevcih (Meek s sod., 1993, cit. po Langston in Pullan, 2002). Med gradnjo je upadlo število vrste *Gavia stellata*. Vzorec je bil majhen – pet parov, torej je število upadlo na dva para.

Premiki živali ne vzbujajo toliko pozornosti v študijah, izvedenih v ZDA. Na območju elektrarne Buffalo Ridge v Minnesoti so zabeležili manjšo dejavnost nekaterih vrst vodnih ptic, lovnih ptic in pevcev okoli turbin kot pa stran od njih.

Edino objavljeno poročilo o izogibanju roparic prihaja iz elektrarne Buffalo Ridge (Usgaard s sod., 1997, cit. po Johnson s sod., 2003a). Gostota gnezd okoli elektrarne je znašala 5,94/100 km², v povprečju dve gnezdi na 32 km², vendar pa na območju turbin s podobnim habitatom gnezd niso našli (Johnson s sod., 2003a).

V bližini elektrarne Seawest v Wyomingu so opazili povečano izogibanje vrste *Charadrius montanus* (Johnson s sod., 2003a).

V bližini vetrne elektrarne Wyoming je populacija deževnikov številčno upadla s povprečja 50 dve leti pred gradnjo na povprečje 28 v petih letih gradnje in po gradnji. Na referenčnem območju se je pokazal upad s 30 na 9. V istem obdobju se je pokazal regionalni upad (Knopf, cit. po Strickland in Erickson, 2003).

Preglednica 14. Najmanjša razdalja do vetrnih elektrarn posameznih vrst ptic v obdobju gnezdenja (Hötter s sod., 2005: 20).

Vrsta	Latinsko ime	Število študij	Mediana	Srednja vrednost	Standardni odklon
Mlakarica	<i>Anas platyrhynchos</i>	8	113	103	56
Črnorepi kljunač	<i>Limosa limosa</i>	5	300	436	357
Školjkarica	<i>Haematopus ostralegus</i>	8	25	85	113
Priba	<i>Vanellus vanellus</i>	13	100	108	110
	<i>Tringa totanus</i>	6	188	183	111
Poljski škrjanec	<i>Alauda arvensis</i>	20	100	93	71
Travniška cipa	<i>Anthus pratensis</i>	9	0	41	53
Ovčarica	<i>Motacilla flava</i>	7	50	89	107
Kos	<i>Turdus merula</i>	5	100	82	76
Kovaček	<i>Phylloscopus trochilus</i>	5	50	42	40
Vrbja listnica	<i>Phylloscopus collybita</i>	5	50	42	40
Trstnica	<i>Acrocephalus</i>	7	0	14	24

	<i>schoenobaenus</i>				
Srpična trstnica	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	11	25	56	70
	<i>Acrocephalus palustris</i>	9	25	56	68
Siva penica	<i>Sylvia communis</i>	9	100	79	65
Trstni strnad	<i>Emberiza schoeniclus</i>	13	25	56	70
Repnik	<i>Carduelis cannabina</i>	5	125	135	29

Preglednica 15. Najmanjša razdalja do vetrnih elektrarn posameznih vrst ptic zunaj obdobja gnezdenja (Hötter s sod., 2005: 20).

Vrsta	Latinsko ime	Število študij	Mediana	Srednja vrednost	Standardni odklon
Čaplja	<i>Ardea cinerea</i>	6	30	65	97
Navadna žvižgavka	<i>Anas penelope</i>	9	300	311	163
Labod		8	125	150	139
Gos		13	300	373	226
Mlakarica	<i>Anas platyrhynchos</i>	9	200	161	139
Potapljavka		12	213	219	122
Navadna kanja	<i>Buteo buteo</i>	15	25	50	53
Navadna postovka	<i>Falco tinnunculus</i>	14	0	26	45
Veliki škurh	<i>Numenius arquata</i>	24	190	212	176
Školjkarica	<i>Haematopus ostralegus</i>	6	15	55	81
Priba	<i>Vanellus vanellus</i>	32	135	260	410
Kozica	<i>Gallinago gallinago</i>	5	300	403	221
Prosenka	<i>Pluvialis apricaria</i>	22	135	175	167
Grivar	<i>Columba palumbus</i>	5	100	160	195
Sivi galeb	<i>Larus canus</i>	6	50	113	151
Rečni galeb	<i>Larus ridibundus</i>	15	0	97	211
Poljski škrjanec	<i>Aluda arvensis</i>	6	0	38	59
Škorec	<i>Sturnus vulgaris</i>	16	0	30	54
Vrana	<i>Corvus corone</i>	16	0	53	103

Pokazalo se je, da so selivke občutljivejše vrste kot gnezdeče ptice, kar kaže na očitno prilagajanje. Winkelmann (1992a, cit. po Hötter, 2005) je pri proučevanju območja elektrarne Oosterbierum na Nizozemskem v obdobju 1984–1989 zabeležil bistveno manj ptic, kot je bilo pričakovano. Negativni vpliv se je kazal do razdalje 250–500 metrov stran od turbin. Prizadete vrste so bile čopasta črnica, črna liska, priba, prosenka, škurh in

srebrni galeb. Z Danskega poročajo o postavitvi treh turbin na območja prehranjevanja. Ptice so povečale razdaljo do turbin do 400 metrov (Hartwig, 1994, cit. po Hötter, 2005). Pedersen in Poulsen (1991, cit. po Hötter, 2005) sta proučevala turbino moči 2 MW in zabeležila razdaljo približno in škorcev, ki so počivali do 400 metrov stran, pri prosenkah pa celo 800 metrov stran. Razdaljo je zabeležil tudi Schreiber (1993a, cit. po Hötter, 2005), ki je pri 50 odstotkih prosenk in škurhov zabeležil odmik skoraj do 500 metrov. Clemens in Lammen (1995) sta v elektrarni Cuxhaven zabeležila razdaljo pri škurhih in prodniku, in sicer okoli 300 metrov, pri približ in komatnem deževniku pa okoli 170 metrov. Brehme (1999, cit. po Hötter, 2005) je v elektrarni Greifswald pri približ, škoricah in prosenkah opazil odmik do 150 metrov. Bach s sodelavci (1999, cit. po Hötter, 2005) je analiziral stanje na območjih šestih elektrarn. Na podlagi 54 710 približ je ugotovil, da je razdalja več kot 100 metrov stran pri tej vrsti težko dokazljiva. Na podlagi 26 057 prosenk je ugotovil razdaljo od 100 do 250 metrov. Podobno je ugotovil tudi za škurha. Za občutljive so spoznali tudi vrste gosi (Kruckenberg in Jaene, 1999; Larsen in Madsen, 2000). Tudi roparice so se izkazale kot občutljive in z distanco: postovka in kanja do 150 metrov (Saemann, 1992, cit. po Hötter, 2005) ter lunj in mali sokol do 200 metrov (Phillips, 1994, cit. po Hötter, 2005).

Večina malih ptic lahko brez težav obide elektrarno in turbino, medtem ko velike vrste težje in potrebujejo večjo razdaljo.

Veliko študij obravnava strah pred turbinami in razdaljo, ki jo imajo ptice v razmerju do turbin. V *preglednici 15* so predstavljene srednje vrednosti oddaljenosti od turbin. Za 28 vrst je bilo izvedenih vsaj pet raziskav. Podatki kažejo zelo veliko disperzijo, tako med vrstami kot znotraj vrste. Kljub veliki razpršenosti pa so vidni določeni trendi. V obdobju gnezdenja kot tudi zunaj tega časa so opazne razdalje. Nekatere vrste pobreznikov se ves čas izogibajo bližini turbin. Visoka vrednost pri črnorepem kljunaču je verjetno razlog majhnega števila te vrste, tako da je lahko razdalja tudi naključje. Gnezdeči poljski škrljanec in trstni strnad kažeta le izjemoma razdaljo več kot 200 metrov. Zunaj časa gnezdenja so opazne večje razdalje. Gosi, race in pobrezniki ohranjajo razdaljo več sto metrov stran, še posebej občutljive so gosi. Izjeme so siva čaplja, roparica, galeb, škorec in vrane, ki pogosto letijo tesno ob turbinah (Hötter, 2005). Številne vrste pa so zelo slabo raziskane. To so vrste, ki so posebej izpostavljene v javnosti, in sicer roparice, štoklje in žerjavi.

Za oceno vplivov je treba dobro poznati odzivanje posameznih vrst ptic na turbine, ki je odvisno od številnih dejavnikov, ki so specifični za posamezna območja elektrarn. Pomembno je, da se drugi dejavniki vpliva ločijo od vpliva turbin. Avtorji so občutljivost posameznih vrst ocenili po naslednjih stopnjah:

- majhna občutljivost: vrsta se ne odziva ali pa je sprememba lege zelo majhna, gibanje je naravno;
- srednja občutljivost: vrsta se odziva s prepoznavnimi spremembami lege do 200 metrov, številčnost se zmanjša, ni popolnega izrinjenja;
- visoka občutljivost: vrsta se odziva z močno spremembo lege, več kot 200 metrov, občuten je upad števila s prazninami.

Te stopnje občutljivosti ne kažejo tudi na stopnjo tveganja za kolizije.

Preglednica 16. Stopnje občutljivosti posameznih vrst ptic na delovanje turbin (Reichenbach, 2003: 176–180).

Vrsta	Stopnja občutljivosti	Vir	Veljavnost ocene
Gnezdeče vrste			
Poljski škrlanec	majhna	Böttger s sod. (1990), Bach s sod. (1999), Brauneis (1999), Gerjetz (1999), Walter in Brux (1999), Eikhoff (1999), Loske (2000), Korn in Scherner (2000), Percival (2000), Bergen (2001), Gharad-Jadaghi in Ehrlinger (2001)	Vsi avtorji podajajo enak odgovor, dovolj potrjeno.
Priba	majhna do srednja	Böttger s sod. (1990), Winkelman (1992), Pedersen in Poulsen (1991), Gerjetz (1999), Percival (2000), Ketzenberg s sod. (2002), Sinning (2002), Spröttge (2002)	Dovolj potrjeno; nekateri avtorji ne izključujejo približevanja do 100 metrov.
Travniška cipa	majhna	Böttger s sod. (1990), Bach s sod. (1999), Walter in Brux (1999), Percival (2000)	Dovolj potrjeno.
Ovčarica	majhna	Walter in Brux (1999)	Ni potrjeno v velikem številu.
Breženka	majhna do srednja	Böttger s sod. (1990), Winkelman (1992), Ketzenberg s sod. (2002)	Protislovni rezultati; ovira od 100 do 200 metrov razdalje ni zagotovo izločena.
Veliki škurh	majhna do srednja	Percival (2000)	Poročilo več britanskih študij; ovira do 100 metrov ni izljučujoča.
Prosenka	majhna do srednja	Percival (2000)	Poročilo več britanskih študij.
Školjkarica	majhna	Winkelman (1992), Böttger s sod. (1990), Ketzenberg s sod. (2002),	Dovolj potrjeno, število študij majhno.
Jerebica	majhna	Menzel (2002)	Izjava ni dovolj potrjena.
Prepelica	velika	Bergen (2001), Müller in Illner (2001)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Kosec	velika	Müller in Illner (2001)	Izjava ni dovolj potrjena.
Srpična trstnica	majhna	*	Izjava ni dovolj potrjena.
Trstni strnad	majhna	Stübing (2001)	Izjava ni dovolj potrjena.
Navadna kanja	majhna do srednja	Sommerhage (1997), Brauneis (1999), Bergen (2000)	Veliko rezultatov.
Navadna postovka	majhna	Brauneis (1999), Bergen (2000)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Rjavi škarnjek	majhna do srednja	Philips (1994), Brauneis (1999), Bergen (2000)	Izjava ni dovolj potrjena.
Rjavi lunj	majhna	*	Izjava ni dovolj potrjena.
Sokol selec	majhna	Philips (1994)	Izjava ni dovolj potrjena.
Rjavi srakoper	majhna	Brehme (1999), Stübing (2001), Kaatz (2002)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Pisana penica	majhna	Kaatz (2002)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Rumeni strnad	majhna	Bergen (2001), Stübing (2001), Kaatz (2002)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Ščinkavec	majhna	Stübing (2001), Kaatz (2002)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.

Ognjeglavi kraljiček	majhna	Stübing (2001)	Izjava ni dovolj potrjena.
Siva penica	majhna	Handke s sod. (1999), Stübing (2001),	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Kos	majhna	Stübing (2001), Kaatz (2002)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Veliki strnad	majhna	Brehme (1999), Kaatz (2002)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Potočna pastirica	majhna	Handke s sod. (1999)	Izjava ni dovolj potrjena.
Mali slavec	majhna	Kaatz (1999, 2002)	Izjava ni dovolj potrjena.
Sraka	majhna	Brauneis (1999)	Izjava ni dovolj potrjena.
Črna vrana	majhna	Brauneis (1999), Menzel (2002)	Dovolj potrjeno, število študij je majhno.
Selivke			
Priba	srednja do velika	Winkelman (1992), Pedersen in Poulsen (1991), Clemens in Lammen (1995), Brehme (1999), Bach s sod. (1999), Schreiber (2000), Bergen (2002)	Rezultati variirajo od 100 do 500 metrov razdalje.
Prosenka	velika	Winkelman (1992), Pedersen in Poulsen (1991), Schreiber (1993), Clemens in Lammen (1995), Brehme (1999), Bach s sod. (1999), Schreiber (2000)	Rezultati variirajo od 200 do 800 metrov razdalje.
Veliki škurh	velika	Winkelman (1992), Schreiber (1993), Clemens in Lammen (1995), Bach s sod. (1999), Schreiber (2000)	Rezultati variirajo od 200 do 500 metrov razdalje.
Spremenljivi prodnik	velika	Clemens in Lammen (1995)	Razdalja okoli 300 m; ni močno potrjeno.
Komatni deževnik	srednja	Clemens in Lammen (1995)	Razdalja okoli 170 m; ni močno potrjeno.
Togotnik	srednja	Schreiber (2000)	Razdalja okoli 200 m; ni močno potrjeno.
Sivi galeb	majhna	Bach s sod. (1999), Schreiber (2000)	Dovolj potrjeno, ovira do 100 metrov ni izključujoča, število študij je majhno.
Rečni galeb	majhna	Bach s sod. (1999), Schreiber (2000)	Dovolj potrjeno, ovira do 100 metrov ni izključujoča, število študij je majhno.
Srebrni galeb	velika	Winkelman (1992)	Razdalja okoli 250–500 metrov; ni močno potrjeno.
Belolična gos	velika	Schreiber (2000), Kowallik in Borbach-Jaene (2001)	Razdalja okoli 400–650 m; ni močno potrjeno.
Kratkogobčna gos	srednja do velika	Hartwig (1994), Larsen in Madsen (2000)	Ni močno potrjeno.
Siva gos	srednja do velika	Schreiber (2000)	Ni močno potrjeno.
Čopasta črnica	srednja do velika	Winkelman (1992)	Ni močno potrjeno.
Sivka	srednja do velika	Clausager in Nohr (1995)	Ni močno potrjeno.
Navadna žvižgavka	velika	Schreiber (2000)	Ni močno potrjeno.
Mlakarica	majhna	Schreiber (2000)	Ni močno potrjeno.
Navadna gaga	majhna	Guillemette s sod. (1999)	Ni močno potrjeno.
Labod pevec	srednja do	Clausager in Nohr (1995), Schreiber	Dovolj potrjeno; število

	velika	(2000)	študij je majhno.
Žerjav	velika	Nowald (1995), Brauneis (1999), Kaatz (1999)	Dovolj potrjeno.
Navadna kanja	majhna do srednja	Böttger s sod. (1990), Saemann (1992), Sommerhage (1997), Sinning in Gerjetz (1999)	Dovolj potrjeno.
Navadna postovka	majhna	Böttger s sod. (1990), Saemann (1992), Sinning in Gerjetz (1999)	Dovolj potrjeno.
Pepljasti lunj	majhna	Bergen (2002)	Ni dovolj potrjeno.
Kavka	majhna	*	Ni dovolj potrjeno.
Brinovka	majhna do srednja	*	Ni dovolj potrjeno.
Škorec	majhna do srednja	Pedersen in Poulsen (1991), Brehme (1999), Schreiber (2000)	Dovolj potrjeno.

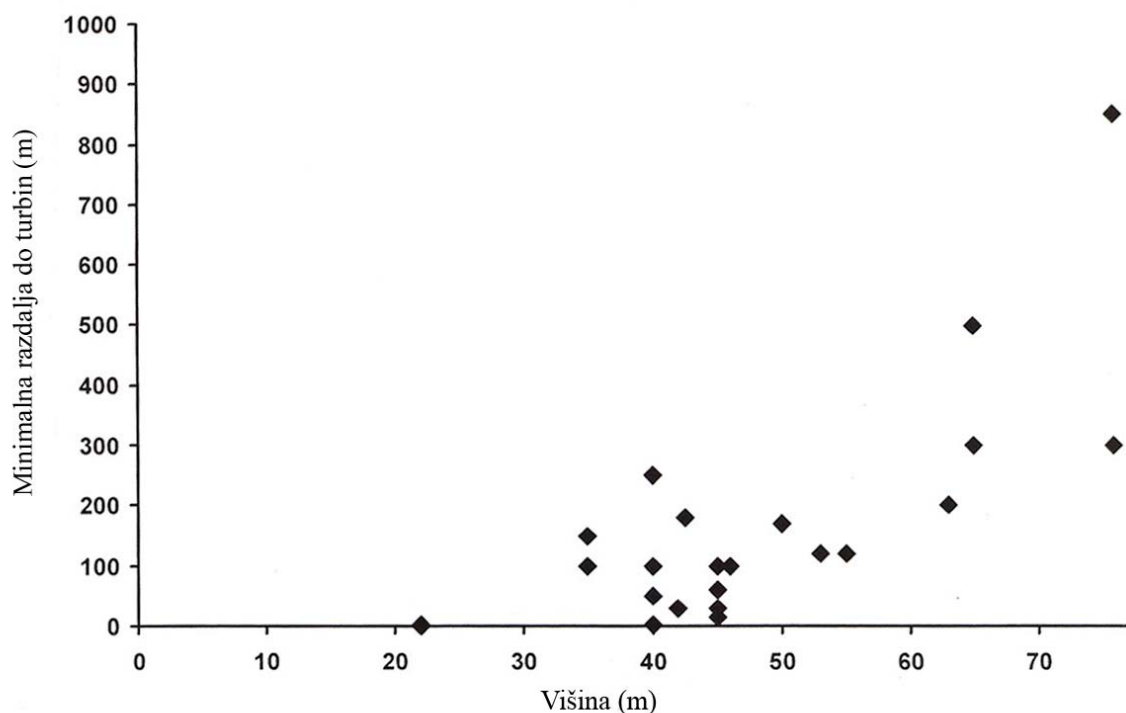
* Podatki niso podani.

Rezultati kažejo, da večina vrst, ki so jih proučevali, ni občutljiva ali pa je stopnja občutljivosti zelo majhna. Velika občutljivost se kaže pri vrstah prepelica in kosec, medtem ko je pri večini travniških vrst stopnja majhna ali srednja. Pri selivkah so posebej občutljive vrste gosi, žerjavi in pobrežniki. Med roparicami je najobčutljivejša vrsta navadna kanja.

Hötter s sodelavci (2005) je v enajstih študijah zabeležil podatke za obdobje dveh let po postavitvi. Ker je bilo v študijah opazovanih več vrst, te vsebujejo le 122 zapisov. Ni pa izključeno, da na rezultate vplivajo drugi dejavniki, na primer sprememba habitatov. Zaradi razlike v kakovosti študij in podatkov obstajajo primeri prilagoditve in tudi primeri, pri katerih tega niso opazili. Če bi prevladali prvi, bi lahko govorili o prilagoditvi. Posebej gnezdeče ptice kažejo prilagoditev v 38 od 84 primerov, kar je 45 odstotkov, torej manj kot polovica. Za ptice, ki počivajo, znaša vzorec 25 od 38 primerov, kar je 66 odstotkov. Le v redkih primerih so podatki za posamezno vrsto številni. Za pribe je bilo izvedenih šest študij, ki so pokazale, da prilagoditve ni, in dve, da prilagoditev je. Na prilagoditev zunaj časa gnezdenja kažejo tri od petih študij. Za poljske škrljance in travniške cipe je bilo izvedenih šest študij za čas gnezdenja, na prilagoditev pa so kazale tri. Opazovana prilagoditev je v večini primerov redka.

Vzrok za nastale razlike med območji ob elektrarnah je lahko v velikosti elektrarn in verjetno tudi v višini turbin, ki je povezana z močjo. V štirih elektrarnah so proučevali povezavo med višino turbin in razdaljo.

Pribe naj bi bile zelo občutljive za posebej visoke turbine zunaj časa gnezdenja. Ugotovljeno razmerje med višino in razdaljo je bilo linearno. Čeprav statistično rezultati niso bili potrjeni, so bili zelo jasni. Gnezdeče ptice, posebej pevke in školjkarice, so manj občutljive za višje kot pa za manjše turbine. Za pribe in črnorepe kljunače pa velja ravno nasprotno. Za ptice v počivanju je bila slika drugačna. Z manjšimi izjemami (pri sivi čaplji, potapljavki, kozici, školjkarici) so bile najmanjše razdalje večje zaradi porasta višine turbine (Hötter s sod., 2005).



Slika 3. Razmerje med najmanjšo razdaljo in višino turbin (Hötter s sod., 2005: 30).

Vzroki za spremembe so lahko različni. Pomembna je lahko tudi vloga sence, zagotovo pa je pomembna tudi večja sprememba habitatov pod velikimi turbinami.

Pri nekaterih vrstah so opazili razlike glede na višino turbin in razdaljo ptic, kar je bilo še posebej vidno pri pribah in črnorepih kljunačih (Hötter s sod., 2005). Pri občutljivih vrstah se je pokazala večja razdalja od turbin, do 500 metrov. Rezultati so pokazali, da so se nekatere vrste prilagodile in privadile na stare turbine, ne pa na nove sodobne velike turbine. To je bilo proučevano le pri nekaterih vrstah. Hötter s sodelavci (2005) je zabeležil vpliv na 81 vrst, posebej na gosi, žerjave, pobrežnike in ptice pevke. Kako velik je vpliv, ni znano. Ko so ptice primerjali po odzivanju na turbine, so ugotovili, da so občutljive vrste manj izpostavljene tveganju kot druge. Tako so na primer roparice, galebi in škorci velikokrat žrtve, pobrežniki in gosi pa ne. Izjema so vrane, ki niso kazale strahu in so bile tudi redko žrtve. Kljub vsem raziskavam je še vedno veliko odprtih vprašanj. Za nekatere vrste (črna štorcljo, lunja, žerjava in kosca) je bilo opravljenih premalo raziskav, da bi bilo mogoče oceniti odzivanje.

Pri roparicah avtorji večinoma opozarjajo na izogibanje vsaj do 100 metrov, in sicer pri vrstah, kot so močvirski lunj (Bergen, 2002), navadna kanja in postovka ter rjavi škarnjek (Brauneis, 1999, cit. po Hötter, 2005). Na izogibanje travniških vrst opozarjajo pri vrstah, kot so prepelica, kosci (Bergen, 2002) ter priba, školjkarica in komatni deževnik (Pedersen in Poulsen, 1991, cit. po Hötter, 2005). Veliko več izogibanja je zabeleženega pri selivkah, in sicer pri vrstah, kot so gos (Schreiber, 2002; Pedersen in Poulsen, 1991, cit. po Hötter, 2005), žerjav (Stübing s sod., 2001), priba (Schreiber, 2002; Bergen 2002; Clemens in Lammen, 1995; Winkelmann, 1995) in prosenka (Schreiber, 2002; Handke in Sinning, 1999; Brehme, 1999; Clemens in Lammen, 1995, cit. po Hötter, 2005). Nekateri avtorji so

za iste vrste zabeležili normalno približevanje brez izogibanja. Pri vodnih vrstah izstopa vrsta gosi (Kruckenberg in Jaene, 1999).

Študija drugih vrst gosi pa je pokazala povsem drugačne rezultate. Na spomladanskem počivališču v Gotlandiji na Švedskem se te vrste hranijo čisto zraven turbin, na razdalji 25 metrov (Percival, 1998, cit. po Traxler s sod., 2004). Študija za obdobje prezimovanja gosi, izvedena v Nemčiji, ni zabeležila skoraj nobene ptice znotraj 350-metrskega pasu ob turbinah; nekatere so prezimovale celo 600 metrov stran (Kowallik in Borbach Jaene, 2001, cit. po Traxler s sod., 2004). Najpreprostejša razlaga za variabilnost je, da bi se ptice verjetno izogibale bližine turbin, če bi jim bil na voljo primeren oddaljeni habitat za hranjenje. Ptice v Gotlandiji so se hranile predvsem na slanih močvirnatih tleh, ptice v Nemčiji pa na habitatih kmetije, ki so bili precej bolj razširjeni. Ptice torej turbine manj motijo, če ni alternativnih virov hrane stran od njih.

Pri načrtovanju in določanju prostora za elektrarne je pomembno upoštevati občutljivostno stopnjo posameznih vrst. Kot meni Breuer (2002), je določitev stopnje občutljivosti preprosta za večino vrst, vendar ne za vse. Občutljivost med vrstami se zelo razlikuje in je odvisna od številnih dodatnih dejavnikov, ko so aktivnost, letni čas, možnosti prehranjevanja, vreme, številčnost vrste ter velikost turbin in elektrarne. Zelo težko je upoštevati vse oziroma jih ločiti od dejavnika vpliva turbin.

Živali se lahko na določene motnje navadijo, kar potrjujejo tudi nekatere študije. V primeru turbin bi to pomenilo, da bi se razdalja do turbin zmanjševala oziroma da bi bilo število ptic na določeni razdalji manjše. V etologiji to pomeni sposobnost prilagoditve živali na ponavljajoče se dražljaje, ki so povezani s pozitivnimi ali z negativnimi posledicami, žival pa se na dražljaje ne odziva več (Immelmann, 1976, cit. po Hötter s sod., 2005).

2.2.3.5 Sledenje pticam

Na občutljivih območjih predlaganih vetrnih elektrarn je treba pripraviti oceno dejavnosti, odvisno od vrst ptic, ki so na tem območju. Na voljo je več različnih metod in naprav. Za ugotavljanje nočnih preletov je pomembna uporaba zvoka. Uporabljajo se občutljivi mikrofoni na nočnem nebu, ki beležijo zvoke nočnih selivk. V Severni Ameriki je znanih okoli 200 vrst ptic, ki se ponoči med letom oglašajo. Zaradi značilnega oglašanja jih je več kot 150 točno prepoznavnih. V študijah so opazili, da se mnoge ptice opozorilno odzovejo v bližinah stolpov in pri slabi vidljivosti. Zelo pogosto so se oglašali pevci (*Ammodramus nelsoni*, *Ammodramus leconteii*, *Passerculus sandwichensis*) (Evans, 2000).

Poleg študije v Nebraski so bile študije o oceni vrst na podlagi zvoka izvedene tudi v New Yorku, Floridi in južnem Teksasu (Evans in Rosenberg, 2000). Dobra stran akustičnega monitoringa je, da ni omejitev spodnje meje višine zaznavanja. Pri radarskih tehnikah radarji večinoma ne zaznajo tarče na višinah pod 50 metrov. Pri akustičnih monitoringih prav tako ni zgornjih mej zaznavanja. Radarske in akustične metode so tako ena od možnosti za monitoringe nočnih preletov. Za vsako tehniko pa so značilne tako dobre kot tudi šibke točke. Za zaznavanje vsake leteče tarče je radar edina možnost, daje pa malo

informacij o vrsti. Akustične tehnike prinašajo veliko informacij o vrstah, ne pa tudi o vrstah, ki se ne oglašajo. Najboljša je seveda uporaba obeh tehnik hkrati. Pri stroškovnih omejitvah je treba izbrati tehniko, ki je za določeno območje ustrežnejša. Če potrebujemo informacije o vplivih na točno določene vrste, je akustična metoda najboljša izbira.

Pri tej tehniki je lahko zvok vetra in turbin, ki motijo zaznavanje oglašanja ptic, problematičen, zato nameščajo mikrofone vsaj 250 metrov stran od turbin, da motnje zmanjšajo. Sodobna tehnika sicer že omogoča zabrisanje zvokov iz okolice, vendar še ne popolnoma (Evans, 2000).

Študija dejavnosti ptic na območju predlagane vetrne elektrarne v Montani z uporabo radarske in vizualne tehnike je ob podpori radarjev zaznala okoli dvanajstkrat več ptic v primerjavi z vizualnim monitoringom. Preletov je bilo okoli petkrat več ponoči kot pa podnevi (Harmata s sod., 2000).

Daljnogledi, naočniki, mikroskopi in podobno so ojačevalniki podob. Naprave se lahko uporabljajo pri zelo majhni svetlobi in so podnevi nevarne za oči, tudi če je oblačno. Termalne naprave zaznavajo infrardečo sevanje ali toploto. Čim večja je temperaturna razlika med ozadjem in subjektom, tem lažje bo subjekt zaznan. Nekatere naprave zaznajo razlike tudi do 0,1 °C. Lahko se uporabljajo tako podnevi kot ponoči (Cooper in Kelly, 2000).

Od leta 1960 naprej se za meritve nočnih migracij uporabljajo ceilometri, zelo ozki žarometi svetlobe. Žarek obsega eno polovico stopinje in osvetljuje zelo omejeno površino nočnega neba. Za proučevanje ptic po navadi niso večji od avtomobilskega žaromet, napaja pa jih od 6- do 12-voltna baterija ali 120-voltna električna napeljava. Ceilometri v območju od 100 do 400 000 W osvetljevalne moči so standardni za opazovanje nočnih migracij in zaznavajo migracije na višini več kot 600 metrov. Rabo ceilometrov so predstavili Gauthreaux (1969, 1985), Able in Gauthreaux (1975) ter Kerlinger (1995c) (cit. po Cooper in Kelly, 2000).

Ceilometer najlažje in najceneje priskrbi informacije o številu nizkovišinskih migracij, za določitev vrstne sestave in smeri migracij. Namesti se tako, da sveti vertikalno v nebo. Opazovalec gleda v žarek tako, da leži z glavo, obrnjeno proti nebu, v smeri severa in z nogami v smeri juga. Tudi daljnogled mora biti nameščen vertikalno, vendar mora biti od ceilometra oddaljen okoli 15 metrov, tako da ne zajame insektov, ki letijo nižje od žarka. Koordinate številčnice so posnete za določitev smeri. Če na primer ptica leti med uro 12 in 6, se giblje v smeri 180° ali proti jugu. Ptica, leteča med uro 6 in 12, leti proti severu, med 3 in 9 pa proti vzhodu. Slabosti so te, da ceilometra ni mogoče uporabljati v vsaki noči. Ob svetlem luninem nebu je žarek slabše viden. Prav tako motijo nizki oblaki, megla ali dež. Slabost je tudi v tem, da je žarek pri površju ožji kot proti nebu, zato ne vzorči enakomerno. Na nižjih višinah je ptice težje zaznati, pri višjih višinah pa je vidljivost že slabša. Ptice na zelo visokih višinah, nad 615 metrov, pa sploh ni več mogoče zaznati (Cooper in Kelly, 2000).

Able in Gauthreaux (1975, cit. po Cooper in Kelly, 2000) sta v študiji potrdila natančnost ceilometrov in ugotovila, da so vrednosti, pridobljene z radarjem, zelo podobne tem. Večji

in močnejši ceilometri, na primer letališki, povzročajo dezorientacijo in smrtnost ptic. Največji incident se je zgodil v letališki bazi v Georgii, kjer so ob slabem vremenu našli 50 000 mrtvih ptic v treh zaporednih nočeh (Johnston, 1955, cit. po Cooper in Kelly, 2000). V lepem jasnem vremenu tudi ceilometri ne dezorientirajo ptic, vsaj ne v tolikšnih številkah.

2.2.3.6 Ocena tveganja

Začetki sodobne vetrne industrije segajo v leto 1981, ko so bile zgrajene prve elektrarne v Kaliforniji in na Danskem. Pojavljale so se velike težave z zanesljivostjo naprav in tudi s produktivnostjo. Sledilo je izboljšanje tehnologije in zniževanje stroškov. Velikost turbin in kapaciteta sta zelo hitro naraščali. Tipična komercialna turbina iz leta 2000 ima premer kril 71 metrov in kapaciteto 1650 kW, medtem ko je bil premer turbine iz leta 1980 10 metrov, kapaciteta pa 25 kW. Velika sodobna turbina proizvede 120-krat več energije kot stara (Gray, 2004).

Analize tveganja se po navadi opravijo pred razvojem projekta. Zahteve za analize so različne in odvisne od velikosti projekta ter zakonodaje posameznih držav. Običajno se na začetku opravi hitra ocena na podlagi literature in kart ter že dostopnih informacij. Če se ugotovi, da je območje občutljivo, se opravi prva faza ocene tveganja, ki predstavlja specifične informacije projekta in območja postavitve, pregled podatkov, ki so že na voljo, in oceno splošne stopnje tveganja. Vsebuje pregled terena, popis vrst, habitatov, rabe tal in podobno. Sledita popis zaščitene vrste in redkih habitatov ter prepoznavanje potencialnih vplivov.

Metode monitoringa po gradnji so v večini primerov podobne in standardne. Protokol monitoringa je odvisen od zahtev agencije, ki izdaja dovoljenja. Na območju projekta se standardno iščejo trupla. Za raziskavo uporabljajo pravokotne ali okrogle parcele, lažje pa je upravljati s pravokotnimi. Velikost parcel je odvisna od velikosti turbin, habitatov in višine stroškov za študijo. V odvisnosti od velikosti parcel in površja čas iskanja variira od deset minut do dveh ur. Frekvenca iskanja se razlikuje od dnevnega iskanja do iskanja vsakih pet tednov. Nezaniesljivost pri oceni smrtnosti narašča z naraščanjem intervala časa iskanja in povprečnega časa odstranitve trupla. Daljši intervali iskanja prav tako omejujejo dostop do razumevanja možnih vplivov med žrtvami in vremenom. Stopnja odstranitve s strani mrhovinarjev je ocenjena na podlagi nastavljenih odtaljenih različnih vrst ptic v bližini turbin in s štetjem dni, ko so ptice odstranjene. Učinkovitost iskalnika je bila ocenjena na podlagi nastavitve poskusnih trupel in števila najdenih ptic. Prve vetrne elektrarne v ZDA so bile postavljene brez razumevanja, kako ptice ta območja uporabljajo, zato je bila smrtnost velika.

Dve najbolj znani območji sta Altamont Pass v Kaliforniji in Tarifa v južni Španiji. Za obe sta značilni velika gostota vrst, ki so občutljive za kolizije (večinoma roparice), in veliko turbin. Smrtnost je bila zabeležena pri zaščitene vrstah – planinskem orlu (*Aquila chrysaetos*) na območju elektrarne Altamont in jastrebu (*Gyps fulvus*) na območju elektrarne v Španiji. Načrt turbin (veliko gosto razporejenih na območju velike koncentracije ptic) in oblika turbin (mrežasti stolpi, privlačni za počitek) tako v Kaliforniji kot Španiji sta velik problem za občutljive vrste, ki letijo čez to območje v velikem številu

(pomembna migracijska in prehranjevalna točka) (Percival, 2003). Zaradi povečanega števila žrtev sta se začeli natančno pregledovanje in ocenjevanje stopnje tveganja.

Kolizije iz drugih virov so bile v Ameriki dokumentirane že od leta 1880 naprej (Crawford in Engstrom, 2001). Na voljo je precej objavljene in neobjavljene literature. Izračun natančnega števila žrtev zaradi omejitev znotraj študij je težaven, saj so povezane s preprekami, ki jih je postavil človek. V večini študij primanjkuje standardnih metod za iskanje in še te so omejene na dokumentacijo kolizij v določeni sezoni ali na določeni lokaciji. Študije največkrat poročajo o skupnem številu žrtev in vrstah, ne podajo pa ocen o učinkovitosti iskanja in odvzemu mrhovinarjev. Realno število žrtev je tako težko oceniti. Zaradi velikega števila ovir, ki obstajajo, se pojavijo tudi problemi. Pravilna ocena zahteva reprezentativni vzorec raziskovalne enote (stavb, komunikacijskih stolpov, kilometrov cest in podobno). Večina študij je bila osredinjena na območja, za katera je bilo znano, da je smrtnost visoka. V primeru večine študij z električnimi vodi je bil na primer izvajan monitoring na območju mokrišč z velikim številom vodnih ptic, zato so ocene smrtnosti v poročilih iz študij večinoma višje od prave smrtnosti.

Informacije se zbirajo s pregledom literature, vključujoč iskanje po internetnih straneh, knjižnicah, s sodelovanjem ornitoloških društev, strokovnjakov s tega področja, z iskanjem objavljenih in neobjavljenih člankov med pregledovanjem literature, ki je na voljo, in podobno.

Vplivi na ptice so osnovni razlog za zavrnitev projekta vetrne elektrarne. Izvajalci se morajo zavedati vplivov, ki se lahko pojavijo, in morajo predvideti nove lokacije. Če je v premisleku več kot eno območje, je mogoče za oceno ptic uporabiti hitre in preproste metode. Pisna ocena naj bi vsebovala informacije, ki so na voljo v literaturi: pregled lokalnih ekspertiz, občutljivih vrst in območij koncentracije, ogledovanje terena, vegetacijsko karto in oceno habitatov, odločitev o zadostnosti informacij za zakonodajo in drugo. Lokalne ekspertize prispevajo k boljši oceni, če vključujejo mnenja biologov za divjad, univerzitetnih profesorjev in diplomantov, ornitologov in drugih. Pomembne so informacije o zaščiteni vrstah, gnezdkah, migracijah, prezimovanju in nočni dejavnosti.

V popolnem svetu bi bili vplivi merjeni brez napak. Žrtve na območju bi preprosto prešteli. Če popolno število ni mogoče, morajo biti vplivi ocenjeni z rabo znanstvenih študij in na podlagi statistike. Cilj statistike je sklepanje o populaciji na podlagi informacij vzorca (Sheaffer s sod., 1990, cit. po NWCC, 1999).

Tam, kjer je dovolj informacij (na posvetih, med pregledovanjem literature), in se predvideva majhen vpliv na ptice (na urbaniziranih območjih, intenzivnih kmetijskih območjih, kjer ni oblik pokrajine, ki bi povečale kolizije), je lahko projekt odobren z malo ali nič monitoringi pred gradnjo.

Pomembna metoda pri ocenjevanju tveganja za ptice je statistična metoda BACI (Before-After Control Impact), pri kateri so podatki zbrani pred gradnjo in po njej. Upoštevajo se habitatni tipi, oblika krajine in višina letenja. Razvili so relativni indeks tveganja kot funkcijo relativne gostote (dejavnost ptic/območna enota/časovna enota) in načina letenja (Erickson s sod., 2000a).

Formula indeksa je naslednja:

$$I = U * P_f * P_t$$

Pri tem U pomeni dejavnost glede na vrsto, P_f vse opažene vrste, ki so bile zabeležene kot aktivno leteče, P_t razmerje vseh višin letov posameznih vrst v dosegu višine vrtenja kril P_f je bil uporabljen kot indeks do približnega odstotka časa, ki ga vrsta porabi za letenje.

V študiji vetrnih elektrarn SeaWest v Wyomingu (Johnson s sod., 1998a) in Buffalo Ridge v Minnesoti (Johnson s sod., 1998a) je bila najštevilčnejša opažena ptica med vrabci in drugimi malimi pticami v Buffalo Ridgeu vrsta škorca. V poletni sezoni 1996 in 1997 je bilo v povprečju opaženih 0,646 ptice te vrste v desetih minutah na območju obsega 100 metrov. Z uporabo programa DISTANCE je bilo povprečno zaznavanje te vrste 0,45, kar kaže, da je bila zabeležena skoraj polovica te vrste na opazovanem območju. To daje oceno rabe $0,646/0,45$ ali 1,436 opažanja na ogled. Pri opazovanju višine letenja je bila ta vrsta opažena v 87 odstotkih primerov med letenjem, od tega v 25 odstotkih časa na višini vrtenja kril. Zato so določili naslednji indeks tveganja:

$$I = 1,436 * 0,87 * 0,25$$

V tabeli so prikazani indeksi in podatki za pet vrst ptic z največjim tveganjem na območju elektrarne Buffalo Ridge v poletni sezoni. Indeks ne vključuje možnosti izogibanja vrst ali drugega vedenja.

Preglednica 17. Indeks tveganja za pet vrst ptic v poletnem času na območju elektrarne Buffalo Ridge v Minnesoti (Erickson s sod., 2000a: 184).

Vrsta	Indeks tveganja	Povprečna raba	Ocena odkrivanja	Delež letenja (v %)	Delež letenja na območju rotacije (v %)
Kos (<i>Agelaius phoeniceus</i>)	0,310	0,646	0,45	87	25
Lastovka (<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>)	0,148	0,152	0,15	100	14
Škrjanec (<i>Eremophila alpestris</i>)	0,139	0,106	0,23	93	32
Krakač (<i>Quiscalus quisculus</i>)	0,116	0,106	0,23	93	22
Lastovka (<i>Hirundo rustica</i>)	0,113	0,673	0,14	99	4

Pri odgovarjanju na vprašanja o tveganju so prav tako zelo uporabni programi GIS in drugi prostorski statistični programi. Digitalizacija lokacij roparic na območju elektrarne Foote Creek Rim in antilop na območju elektrarne Sea West v Wyomingu je prispevala k prilagoditvi postavitve turbin na tem območju.

Vprašanje je, kdaj lahko vplivi povzročijo populacijske spremembe in kakšna smrtnost posamezne vrste še ne povzroči biološko značilnih vplivov na populacijo. Za ugotovitev so potrebni populacijski parametri, parametri preživetja in reprodukcije. Z izjemo elektrarne

Altamont Pass je znano, da so vplivi majhni, in sicer na podlagi že objavljenih študij. V ZDA so večji problem na zahodu roparice, na vzhodu pa pevci in netopirji. V populacijske modele je treba vključiti tudi naravno smrtnost zaradi naravnih katastrof, stresa, stradanja, bolezni, predatorstva in parazitizma. Veliko je vplivov človeka, ki pa jih je težko kvantificirati. Kako kvantificirati vpliv globalnega segrevanja, kislega dežja ali zastrupitve z živim srebrom?

Življenje ptic selivk v tranzitu je zelo stresno, saj se morajo dnevno soočati z različnimi okoliščinami, s predatorji in tekmeci. Proces migracij je prostorsko in časovno dinamičen, vzorec in čas migracij pa sta lahko zelo nepredvidljiva. Čim širša sta prostor in čas, tem manj sta predvidljiva. Dinamična narava migracij otežuje določanje vzorcev. Obstaja pa hierarhija dejavnikov vpliva. Najvišje je zagotovo vreme, na katero ptice ne vplivajo, prav tako ne na geomorfologijo. Ko se ptice glede na vreme odločijo, da bodo letele spomladi proti severu in jeseni proti jugu, je za postanek odločujoča geomorfologija. Postanek je odvisen od dostopnosti in habitata.

Študije opozarjajo na razvoj uporabne metode za oceno potencialnih vplivov, ki bi se lahko posplošila na večino vrst ptic. Statistika rojstev, smrti, imigracij in emigracij je pri tem pomemben dejavnik, ki vpliva na populacijo. Možnosti za izumiranje vrste so večje pri majhnih populacijah, vpliv pa pojenja z rastjo populacije.

Za označitev populacije, če je deljena na manjše lokalne subpopulacije, je smiselno izbrati velik vzorec. Preživetje odraslih je po navadi veliko, še posebej pri dolgo živčnih vrstah, kot so roparice. Ocenitev preživetja odraslih pove veliko o statusu populacije (Lande, 1988). Poleg tega je v večini monogamnih vrst preživetje samic pomembnejše za obstanek (Wootton in Bell, 1992). Pri ocenjevanju obstanka populacije so bolj kot genetika pomembni demografski in ekološki procesi, genetika pa je lahko prioriteta v majhnih izoliranih populacijah.

Temple (1985, cit. po Morrison in Pollock, 2000) je ugotovil, da obstoj populacije najbolj ogrožajo izguba habitata (82 %), čezmeren ulov (44 %), vnos tujih vrst (35 %) ali kemično onesnaženje in naravne nesreče (12 %).

V pomembnejših svetovnih ornitoloških publikacijah zadnjih dvajsetih let ni veliko tem, povezanih s preživetjem določenih vrst. Večina podatkov v člankih je pridobljena na kratkotrajnih, do tri leta trajajočih študijah. Le zelo splošni zaključki so podani v zvezi z »normalno« stopnjo preživetja ptičjih populacij.

Za določanje potencialnega vpliva turbin na ptice so pri populaciji pevcev, gosi, rac, galebov in orlov ocenjevali občutljivost v posameznem starostnem obdobju. Analize so prinesle osnovno oceno, kako se populacije teh vrst ptic odzivajo na domnevne spremembe plodnosti in preživetja (Morrison in Pollock, 2000).

Za vrabce krivulja pokaže, da je populacijska rast občutljivejša za spremembe pri preživetju tako mladičev kot odraslih. Pri racah je populacijska rast enako občutljiva tako pri odraslih kot pri mladičih. Pri goseh je vpliv na preživetje mladičev majhen, pri odraslih

pa je zelo velik. Pri orlih je podobno kot pri galebih, vendar je bila ugotovljena še večja občutljivost za spremembe pri odraslih.

Temple (1985, cit. po Morrison in Pollock, 2000) meni, da je vzroke upada populacije mogoče zaznati z merjenjem produktivnosti. Če je produktivnost dovolj visoka, da uravna pričakovano stopnjo smrtnosti odraslih, je vzrok upada nizke stopnje preživetja odraslih mogoče identificirati z izločitvijo, čeprav je stopnjo preživetja zelo težko izmeriti.

Za ugotavljanje vplivov na populacije so razvili populacijski model, s katerim je mogoče izračunati, kako bi povišana smrtnost vplivala na populacijo. Za izračune razvoja populacije je bil uporabljen računalniški program VORTEX. Potrebovali so podatke številčnosti populacije in vzorec, meje zmogljivosti populacije, opis reprodukcijskega sistema, povprečno reprodukcijo, stopnjo smrtnosti in standardno deviacijo. Dodali so odvzem zaradi lova. To so uporabili pri 23 vrstah ptic in štirih vrstah netopirjev. Uporabili so dva scenarija z 0,1-odstotnim povečanjem umrljivosti in 0,5-odstotnim povečanjem.

Rezultati so pokazali veliko spremenljivost. Pri majhnem povečanju je skoraj pri vseh vrstah opazen upad, najbolj pri vrstah, ki gnezdiyo že v prvem letu starosti (Morrison in Pollock, 2000). Pri netopirjih so zaradi poligamnega razmnoževanja povečane izgube manj občutljive kot pri pticah, se pa kaže večja izguba pri smrtnosti samic kot samcev. Modeli so zelo poenostavljeni, saj predvidevajo, da je možnost kolizije za vse ptice enaka.

2.3 ŠTUDIJE PRIMEROV VPLIVA TURBIN NA PTICE

V ZDA so začeli izkoriščati vetrno energijo v zgodnjih osemdesetih letih (AWEA, 1995), obravnavana pa je kot pomemben vir obnovljive energije. Napredek v tehnologiji vetrnih turbin je znižal stroške. Več kot 90 odstotkov vse vetrne energije pridobivajo na srednjem zahodu in zahodu ZDA (AWEA, 2005).

Visoka smrtnost roparic na območju elektrarne Altamont Pass je povzročila veliko skrb tudi na drugih območjih. Ponekod so projekte zaradi skrbi pred kolizijami celo ustavili. Velik napredek je bil dosežen pri razvoju standardnih metod za umeščanje vetrnih elektrarn v prostor in monitoringu vplivov na ptice (Anderson s sod., 1999; Erickson s sod., 2000b). Zaradi teh dosežkov je veliko izvajalcev uvedlo programe za monitoring.

Da bi se izognili resni smrtnosti ptic, je nujno že pred gradnjo proučiti naravo varovanja in zaščito območij. Študije o vplivih turbin na ptice morajo biti znanstveno podkrepljene in morajo zajeti tudi druge okoljske dejavnike, ki lahko vplivajo na populacije ptic. Študije na novih lokacijah zahtevajo nove raziskave, ki ne smejo izgubiti znanstvene verodostojnosti. Vzporedno z razvojem industrije vetrne energije morajo potekati tudi ornitološke študije, ki naj bi priskrbele informacije, še pred sprejetjem zakonodaje.

a) Študija primera Tarife v Španiji

Kar nekaj vetrnih elektrarn je bilo zgrajenih na zavarovanem območju za ptice po evropski direktivi iz leta 1979. Gradnja je potekala ob migracijski poti mednarodno pomembnega

števila preletov roparic in na območju velikega števila drugih zaščitene vrste. Kljub za ptice mednarodno pomembni regiji pred gradnjo ni bila opravljena nobena raziskava o tej temi. Možnost, da bo prišlo do velike smrtnosti, je pripeljala do velikih konfliktov med vlado, izvajalci in okoljskimi organizacijami. Evropska komisija in okoljske agencije so izdale kar nekaj opozoril in plačilnih nalogov za kazni. Kritično stopnjo bi projekt dosegel, če bi bila ugotovljena velika smrtnost in izpostavljena tudi v medijih. Zaradi tega so špansko ornitološko službo zadolžili, da razišče vpliv turbin na ptice. Zaradi finančne stiske se je poročilo omejilo le na odkrivanje smrtnosti velikih in srednje velikih ptic, ki v zraku lebdi, prav tako pa tudi na njihovo vedenje v bližini turbin. Raziskovalci so izbrali podobno metodologijo kot v primeru elektrarne Altamont Pass v Kaliforniji. Po končani enoletni študiji so zabeležili 106 žrtev, od tega 89 srednje velikih in velikih ptic. Najbolj prizadeti vrsti sta bili postovke (49) in jastrebi (*Gyps fulvus*) (30). Ugotovili so, da bi bila smrtnost ob beleženju malih vrst še večja. Ocena stopnje smrtnosti za srednje velike ptice je bila 0,34 ptice na turbino letno za dve proučevani elektrarni. Število žrtev roparic na tem območju je bilo ocenjeno kot nesprejemljivo veliko in veliko večje kot v kateri koli študiji v Evropi. Na podlagi teh ugotovitev so zapisali veliko priporočil (Lowther, 2000):

- Vetrnih elektrarn naj ne bi postavljali na zavarovanih območjih, razen v primerih, ko bi bile pripravljene natančne študije in bi bil ugotovljen najmanjši vpliv na populacije ptic.
- Na območjih, ki so nezavarovana, ampak pomembna s stališča narave, naj bi bile vetrne elektrarne dovoljene le po natančnih ornitoloških študijah z ocenjenim najmanjšim vplivom.
- Razvoj vetrnih elektrarn bi moral zahtevati presojo vplivov na okolje s poročili, v skladu z evropsko zakonodajo.

Podali so tudi priporočila za ornitološke študije (Lowther, 2000):

- Nujno je, da se proučijo število in razporeditev ptic na območju elektrarne kot tudi vedenje, saj lahko to odločilno vpliva na tveganje.
- Študije morajo dokumentirati migracijske poti glede na različne meteorološke razmere.
- Ko se raziščejo vedenjski vzorci, se to upošteva pri postavitvi, z umestitvijo koridorjev in odprtih območij tam, kjer so turbine najnevarnejše. Glede na vedenjske vzorce naj bi bila upoštevana tudi zagon in ustavitev turbin pri določeni hitrosti vetra.
- Pomemben je monitoring vplivov.

Študija primera Tarife je pomembna v širšem evropskem prostoru, saj osvetljuje potrebo po ornitoloških študijah v zgodnjih fazah načrtovanja vetrnih elektrarn, na območjih, pomembnih za ptice, pa nikakor ne predlaga prepovedi gradnje.

b) Študija primera Bryn Titli v Walesu v Veliki Britaniji

Vetrna elektrarna Bryn Titli ima 22 turbin, na višinskih predelih Walesa, na območju, kjer se tradicionalno pasejo ovce in ležijo vresišča. Ornitološke študije so se osredinile na dejavnost štirih vrst roparic v zimskem času: *Milvus milvus*, *Buteo buteo*, *Falco tinnunculus* in *Falco peregrinus*. Prva študija je bila izvedena med gradnjo elektrarne,

druga pa v prvem letu obratovanja. Cilj študije je bila primerjava med leti glede trajanja zadrževanja vrst na območju elektrarne in na drugih podobnih območjih (Lowther, 2000).

Rezultati analize so pokazali, da se je vrsta sokola (*Milvus milvus*) zadrževala na območju prihodnje elektrarne, po gradnji pa na kontrolnih površinah. Podatki so pokazali tudi premestitev dejavnosti krokarja (*Corvus corax*) proč od območja turbin. Za druge vrste je bil zabeležen le skromen negativni vpliv (Lowther, 2000).

Pojavili so se številni metodološki problemi, ki so oslabili znanstveno veljavnost odkritij (Lowther, 2000):

- Pred gradnjo niso bile izvedene nobene študije.
- V obeh letih raziskave niso zbirali podatkov v juliju, zato so morali izločiti podatke iz prvega leta meseca julija.
- Vpliva na vrsto sokola (*Falco peregrinus*) ni bilo mogoče ugotavljati, saj so zabeležili le en par.
- V drugem letu raziskave so v bližini za turiste uredili počivališča s prehrano, kar bi lahko vplivalo na nekatere vrste.
- Tri od petih glavnih vrst so bile mrhovinarske. Število živine je med raziskovanjem zelo variiralo, in ker ni bilo mogoče kvantificirati spremembe, je bil možni vpliv na rezultate neznan.
- Poleti in v zgodnji jeseni se je pojavilo streljanje na divje kure, kar je zagotovo vplivalo na opazovanje v tem času. Število strelav, ljudi in avtomobilov ni bilo zabeleženo.

Ugotovitve in problemi s to študijo so osvetlili potrebo po natančnejši pripravi in izvedbi raziskave.

c) Študija primerov elektrarn v Avstriji

V vzhodnem delu Avstrije, na območju Panonske nižine, so bili med letoma 2003 in 2004 izvajani monitoringi vplivov na ptice in netopirje. Proučevanje je potekalo v treh elektrarnah: Prallenkirchen, Obersdorf in Steinberg. Te elektrarne so reprezentativne za velik del te regije. Ocenjena smrtnost je bila 2,6 ptice in 2,8 netopirja na turbino letno. Najpogostejše žrtve so bili pevci. Stopnja kolizij je bila v povprečju 7,06 ptice in 5,33 netopirja na elektrarno letno. Stopnja kolizij je bila največja na območju elektrarne Prallenkirchen, in sicer 13,93, in najnižja na območju elektrarne Obersdorf (1,49). Raziskovalci vpliva pregrad niso opazili (Traxler, 2004). Vse tri elektrarne zaznavajo povprečno ali močnejšo dejavnost ptic.

Na območju elektrarne Steinberg-Prinzendorf so kot potencialno najkonfliktnejše vrste ocenili kraljevega orla, rjavega in črnega škarnjeka in črno ter belo štokljo. Kraljevi orel je občutljiv zaradi svoje narave zaščite. O smrtnosti v študijah ne poročajo. Občutljiv je tudi jezerski orel, ki naj bi bil v Nemčiji še posebej ogrožen (Dürr, 2004). Velika droplja številčno zelo upada, zaradi zaščitenosti pa se njeno število postopoma povečuje. Je zelo občutljiva za velike objekte, zato se verjetno turbinam tudi izogiba.

d) Študija primera elektrarn na severovzhodu ZDA

Na območju severozahodne Maine so v letih 1993 in 1994 opravili študije migracij ptic zaradi prihodnje velike vetrne elektrarne. Za določanje potencialnega vpliva so uporabili radar in tudi ceilometer, ki so ga postavili nekaj metrov stran od meteorološkega stolpa za določitev števila in smeri nočnih migracij. Ugotovili so, da glede na druge lokacije čez to območje migrira le malo ptic, in vpliv ocenili kot majhnega.

V študiji vetrne elektrarne v Searsburgu v Vermontu niso ugotovili nobenega smrtnega primera. Kerlinger (2002) je prepričan, da to še ne pomeni, da se ne pojavlja. Zaradi goste vegetacije okoli turbin je iskanje trupel zelo oteženo. Ekologija in topografija območja Searsburga se razlikujeta od večine območij vetrnih elektrarn v ZDA in Kanadi. Območje leži na gozdnatem gorovju. Površje je pokrito s precej tipičnim trdim lesom, kot so breza, rdeči javor, ameriška bukev, češnja in gorski jesen, ter s številnimi zeliščnimi rastlinami. Poleg tipičnega gozda je značilen tudi borealni gozd na vrhu hribov. Omenjena elektrarna je prva vetrna elektrarna v ZDA sredi gozdne vegetacije.

Leta 1996 je bilo zgrajenih enajst turbin z močjo 6 MW. Na cevastih stolpih segajo v višino okoli 60 metrov. Za ocenitev vpliva na ptice je bilo pred postavitvijo (1993–1996), med gradnjo (1996) in po njej (1997) izvedenih nekaj študij.

Južni Vermont je znan kot predel z veliko raznolikostjo in gostoto gnezdečih roparic. Nekaj vrst gnezdi v regiji (Laughlin in Kibbe, 1985, cit. po Kerlinger, 2002). Zaradi določitve, katera vrsta gnezdi v bližini predvidene elektrarne, sta Capen in Coker (1994, cit. po Kerlinger, 2002) pregledovala območje v obdobju gnezdenja. Natančneje sta iskala kragulja vrste *Accipiter gentilis*, ki je na seznamu zavarovanih vrst v Vermontu, vendar nista našla nobenega primerka. Opazila sta le nekaj roparic. Pri opazovanju ptic pevcev sta našla 42 vrst. Bogastvo vrst je bilo večje pred gradnjo, vendar razlike niso bile velike. Največji upad je bil viden pri drozgu vrste *Catharus ustulatus*, pri vrsti *Seiurus aurocappilus*, pevcu (*Dendroica caerulescens* in *Wilsonia canadensis*), vrsti *Vireo olivaceus* in pevcu vrste *Zonothricia albicollis*. Vse te vrste gnezdiijo v gozdu, nekatere tudi na robu. Vse, razen zadnjih dveh, so znane kot zaščitene vrste na nekaterih seznamih okoljevarstvenikov, ker so bile pogosto najdene v gozdnih habitatih, kjer najuspešneje gnezdiijo. Zaradi posek in cest za turbine se je njihova gostota na določenih mestih zmanjšala.

Nemir, sprememba in čiščenje gozda so vplivali na zmanjšanje števila nekaterih vrst v gozdu gnezdečih ptic, ki potrebujejo velik nepretrgan prostor. Povečalo se je število vrst, ki živijo na robu gozda. Ta tip redukcije so zaznali v ZDA in Kanadi že večkrat, tudi pri mnogih drugih dejavnostih, ki povzročijo spremembe gozda. Raziskovalci ugotavljajo, da bi vzrok za upad lahko bila tudi naravna variacija populacije, vendar to naj ne bi bilo značilno za vrste, ki gnezdiijo v gozdu. Drugi vzrok bi lahko bil zvok turbin, ki bi opazovalcu lahko preprečil, da bi ptice slišal (Kerlinger, 2002).

Raziskovalci so proučili tudi nočne migracije. Opazovali so dve spomladanski in dve jesenski migraciji ptic pevcev. Študija vključuje število migrantov, smer letenja in vedenje. Uporabili so ceilometer. Eno obdobje migracij so opazovali pred gradnjo, eno pa po njej.

Večina migrantov se je pojavila v le nekaj nočeh opazovanja migracijske sezone. V prvi sezoni so zabeležili 26 migrantov, 1,89 ptice na uro, v drugem letu po postavitvi pa le pet migrantov oziroma 0,36 ptice na uro. V jesenski migraciji leta 1996, ko so vetrne turbine stale in niso obratovale, so zabeležili 77 migrantov, 4,55 na uro, po postavitvi in obratovanju leta 1997 pa le dve ptici oziroma 0,14 na uro. Številke migrantov v Vermontu so bistveno nižje kot na drugih lokacijah južneje (Kerlinger, 2002).

Ocenili so, da bo vpliv turbin majhen, in sicer zaradi majhnega števila migrantov in velike višine letenja, ki sega nad višino turbin, razen med vzletanjem in pristajanjem. Verjetno se ptice turbinam tudi izogibajo, kar kažejo nižje številke po gradnji (Kerlinger, 2002).

Posebej so opazovali tudi vrsto sokola. Obstajala sta dva razloga za skrb ob migraciji roparic na tem območju. Ponekod se je izkazala kot občutljivejša vrsta za kolizije, ob migracijah pa se koncentrira v velikem številu. Koncentracija je po navadi ob obalah in slemenih vrhov večja, in ker so to običajno tudi najprimernejša območja za postavitev elektrarn, je skrb upravičena. Zelo malo študij je proučevalo vpliv vetrnih turbin na vedenje roparic, verjetno zaradi pomanjkanja turbin na vzhodu ZDA. Večina študij za določitev potencialnega vpliva je nastala pred gradnjo (Cooper in sod., 1995; Northrop, Devine in Tarbell, 1995a).

Migracije sokolov so na tem območju podobne kot na celotnem območju severovzhodnega predela ZDA. Zelo se razlikuje od območij, kjer je koncentracija migrantov velika. Vedenje je okarakterizirano kot številčno redko in razpršeno ter na razmeroma visokih višinah.

Ko so raziskovalci primerjali število na tem območju z drugimi opazovanimi območji, so ugotovili, da številčnost ni velika, saj je na območjih koncentracije znašala od enega do dveh odstotkov (Kerlinger, 2002). Večina sokolov na tem območju je letela na višini nad turbinami, le nekaj posameznih ptic je letelo na zgornji višini turbin in nekaj pod to višino.

Cilji študije so bili torej opazovanje gnezdenja, vrstne sestave in gostote, opazovanje vedenja in števila nočnih ptic selivk in iskanje žrtev kolizij. Ugotovitve so bile naslednje (Kerlinger, 2002):

- Ni bilo odkritih velikih sprememb v sestavi vrst, število nekaterih gozdnih vrst je bilo manjše po gradnji in nekatere robne vrste so bile številnejše.
- Na tem območju ni gnezdila nobena roparica, verjetno je gnezdila v bližini.
- Nočne migracije ptic pevcev kažejo, da to ni prevladujoča pot za migracije. Število selivk je po podatkih študij, izvedenih v južnejših predelih, manjše. Manj selivk so raziskovalci našli po gradnji, verjetno zaradi izogibanja turbinam.
- Štetje migracij sokola od leta 1993 do 1997 je zabeležilo malo predstavnikov te vrste. Število je bilo nižje ali enako večini območij Nove Anglije in dve stopnji nižje kot na območjih lokacij velike koncentracije. Po gradnji je bilo naštetih manj sokolov kot pred njo.
- Žrtev kolizij s turbinami raziskovalci niso našli.

Med izvajanjem študije na Nantucket Islandu v Massachusettsu oktobra leta 1995 (Kerlinger, 1995) je bil pri ocenjevanju potencialnega vpliva prihodnje vetrne elektrarne

štirih turbin ugotovljen vpliv na galebe, ki se ne kaže v velikem številu žrtev, saj naj bi turbine namestili okoli območja tisočih galebov številnih vrst.

Veriga Apalačev naj bi bila območje koncentriranih migracij proti jugu. Znano je, da so mnoge linije gorskih slemen in tudi Apalači migratorne poti dnevnih migrantov roparic (Goodrich, 1997, cit. po Young s sod., 2004). Nekateri podatki kažejo, da lahko na nočne migrante, ki letijo nižje, vplivajo topografske oblike tako, da jim ptice sledijo. Williams s sodelavci (2001) predpostavlja, da lahko leti nočnih migrantov pod 300 metri višine vodijo v vzporedni let ptic ob slemenu do križanja hrbtov pri prelazih. Območje elektrarne Mount Storm v Zahodni Virginiji leži od 800 do 1150 metrov nadmorske višine. Območje je v zasebni lasti, uporablja pa se za premogovnike, rekreacijo in drvarjenje.

Večina ptic na območju je letela pod 25 metri nad tlemi. Prevladujoča skupina ptic so bili pevc. Večina roparic je bila vrste *Cathartes aura*. Raziskovalci so ocenili nizko smrtnost; največjo so ugotovili pri pevcih. Ker je na vzhodu zgrajenih malo elektrarn, je primerjava z drugimi območji težavna. Na območju elektrarne Buffalo Mountain v Tennesseeju so ocenili deset mrtvih ptic na leto (Tennessee Valley Authority, 2002), na območju elektrarne Backbone Mountain v Zahodni Virginiji pa štiri mrtve ptice na leto (Kerns in Kerlinger, 2004). Več študij je bilo izvedenih na zahodu, in sicer za Buffalo Ridge, Foote Creek Rim, Stateline, Nine Canyon ...

Na zdajšnji ali predlagani lokaciji vetrnih elektrarn na severovzhodu ZDA ni bila dokumentirana nobena žrtev. Vzrok je verjetno v majhnem številu raziskav in turbin. Ugotovimo lahko, da ptice niso prizadete, vpliv nanje pa je zelo majhen, tako da je zelo težko oceniti, ali se smrtnost pojavlja, vendar prag za odkritje še ni bil dosežen. Ob majhnem obsegu informacij in majhnem številu turbin na severovzhodu ZDA je težko razglabljati o kakršnem koli vplivu na smrtnost ptic ali populacije ptic s tega območja.

e) Študija primera za predvideno elektrarno Maiden v Washingtonu v ZDA

Z gradnjo so predvideli 549 turbin (494 MW) in štiri meteorološke stolpe. Na območju predvidene elektrarne so izvedli študijo o pticah, ki je trajala dvanajst mesecev. Od vseh opaženih ptic so zabeležili 81 odstotkov pevcev, 9,6 odstotka krokarjev in vran ter 4,8 odstotka roparic. Najpogosteje videni vrsti sta bili škrlanec (*Eremophila alpestris* in *Sturnella neglecta*) ter krokar (*Corvus corax*), skupaj je bilo to 76 odstotkov vseh opaženih ptic. Najpogosteje videne roparice so bile *Circus cianus*, *Falco sparverius*, *Buteo jamaicensis* in *Buteo swainsoni* (Young s sod., 2002).

Prevladujejo štirje habitatni tipi: kmetijski, stepski, obrežni in mokrišča. Raziskovalci niso zabeležili nobenih vrst, zaščiteneh po zveznem zakonu. V skladu z državnim zakonom so opazili nekatere občutljive vrste, in sicer 4736 ptic iz 62 vrst.

Od v državi prizadetih vrst so opazili sivega sokola (*Falco peregrinus*), ogroženo roparico *Buteo regalis* in nekaj vrst, predlaganih za ogrožene: planinskega orla (*Aquila chrysaetos*), majhnega sokola (*Falco columbarius*), drozga (*Oreoscoptes montanus*), grlico vrste *Lanius ludovicianus* in pevca vrste *Amphispiza belli*.

Na območju so opazili tudi druge vrste, in sicer pet vrst sesalcev: losa (*Cervis elaphus*), mulaste jelene (*Odocoileus hemionus*), veverice (*Spermophilus townsendii*), ježevce (*Erethizon dorsatum*) in kojote (*Canis latrans*). Zabeležili so dve vrsti reptilov: *Phrynosoma douglassi* in *Coluber constrictor*.

Zaradi zelo majhne dejavnosti roparic so predvidevali nizko smrtnost. Pomemben dejavnik vpliva na roparice so bila tri gnezda v bližini. Dejavnost je bila podobna kot na drugih območjih elektrarn. Glede na nizko smrtnost v drugih sodobnih elektrarnah in majhno dejavnost na območju je bila ocenjena smrtnost nizka. Pri tej stopnji so ugotovili do okoli devet mrtvih ptic letno (Young s sod., 2002).

Tudi v tej elektrarni so ocenili največjo smrtnost pri pevcih. Zaradi majhne dejavnosti vodnih ptic njihove smrtnosti niso ocenili.

3 MATERIAL IN METODE DELA

Nujni bi bili natančna sinteza študij in metaanaliza, in sicer za potrebe splošnih zaključkov glede rezultatov, za primerjavo vplivov in načrtovanje prihodnjih gradenj elektrarn. Treba je razmišljati čez okvire posameznih raziskav. Vprašanje je, kako zbrati informacije posameznih študij z metaanalizo ter kako razviti primeren model in dokument za zmanjšanje vpliva. Izvesti bi bilo treba primerjavo smrtnosti zaradi kolizij s turbinami s smrtnostjo zaradi drugih vzrokov.

Ali se pri novih gradnjah lahko sklicujemo in predvidimo vplive na podlagi izkušenj iz drugih elektrarn? Potrebujemo premišljene metode za dobro sintezo informacij že izvedenih študij. Zmanjšati moramo potrebo po dolgotrajnih in dragih študijah na vsaki novi lokaciji, tako da zberemo že znane ugotovitve, ki bodo uporabne na novih območjih. Rezultate že izvedenih velikih študij moramo združiti z manjšimi specifičnimi študijami območja ter oceniti in predvideti vplive.

Zaradi majhnega števila znanstvenih raziskav z vplivom na okolje bi želeli s poglobljeno analizo svetovnih študij prispevati k boljšemu poznavanju tega področja. Pri raziskavi smo se omejili na vetrne elektrarne na kopnem. Analiza poročil vplivov na okolje je bila izvedena na podlagi izbranih dokumentov različnih držav, kjer je vetrna energija že uveljavljeni alternativni vir energije. Dokumente smo pridobili v podjetjih za oskrbo z energijo, pristojnih okoljskih institucijah, lokalnih upravah in na spletnih straneh. Dostop do dokumentacije pa zaradi zaupnosti podatkov velikokrat ni bil mogoč, ovirali pa so ga predvsem investitorji. Poročila o vplivih na okolje v večini držav niso javno dostopen dokument.

Doktorska disertacija je sestavljena iz dveh temeljnih vsebinskih sklopov. V prvem smo s študijem poročil o vplivih na okolje (Environmental Impact Assessments) pred postavitvijo vetrnih elektrarn v različnih državah sveta analizirali pričakovane vplive na posamezne dele okolja. Pozornost smo posvetili najbolj problematičnim delom in skušali podati povprečne ocene degradacij habitatov in rastlinskih vrst. V drugem sklopu je na podlagi monitoringov in raziskovanj po umestitvi vetrnih elektrarn v prostor predstavljeno dejansko stanje glede vplivov na živalski svet, ranljivost in ogroženost na izbranih lokacijah. Za vrednotenje študij, ki so predstavljene kvantitativno (analize hrupa, ogroženost divjadi, uničenje habitatov ...), smo uporabili metodo metaanalize.

Metaanaliza kot metoda pregledovanja in združevanja rezultatov več študij omogoča nadgradnjo v smislu proučevanja razlik ter doseganja najverjetnejših razlag in odkrivanja novih spoznanj. Razlogov za izvedbo metaanalize je več. Pregledovalca prisili, da dejavno pregleduje literaturo, ki jo mora najti, organizirati in razvrstiti ter na podlagi pregleda priti do določenih ugotovitev. Uporablja enotno metriko (na primer velikost učinka), kar omogoča medsebojno primerjanje študij in združevanje rezultatov. Oboje največkrat poveča kredibilnost statističnih testov in omogoča boljše opisovanje odnosov med spremenljivkami. S sistematičnim pristopom velikanske količine informacij lahko ločimo slabe in dobre študije. Zaradi obilice informacij so zanimivi sistematični pregledi in povzetki nepregledne množice raziskav. Samostojne študije le redko zagotovijo

zadovoljive odgovore na določena vprašanja, zato je treba kritično in sistematično pregledati vse objavljene in neobjavljene informacije, ki so na voljo. Metaanaliza lahko opozori na pomembna področja, ki niso bila primerno rešena pri prejšnjem raziskovanju. Omogoča enovitost znanstvenih dokazov, saj se v študijah, ki obravnavajo isto problematiko, vse prevečkrat uporablja različna metodologija raziskovanja. Metaanaliza odkriva tudi razlike med študijami. Za posamezne študije lahko ugotovimo, da v analizi izstopajo. Zagotavlja tudi večjo točnost ugotovitev in kvantitativno izračunavanje določenega učinka znotraj populacije. Združevanje rezultatov omogoča, da za določene indikacije določimo vrednost posameznih učinkov, namesto da rezultate samo pripovedno primerjamo (Decoster, 2004).

Glavna vprašanja, o katerih bomo razpravljali in poskušali odgovoriti v metaanalizi, so:

- razlikovanje študij po vrsti podatkov;
- velikost trajnega odvzema površin na območjih postavitve vetrnih elektrarn;
- velikost preseganja dovoljenih jakosti zvoka;
- velikost posegov v zavarovane rastlinske in živalske vrste;
- velikost vpliva na zaščitene živalske vrste;
- odvisnost stopnje smrtnosti od kakovosti študij;
- odvisnost stopnje smrtnosti od trajanja raziskav;
- velikost vpliva vetrnih elektrarn na stopnjo smrtnosti;
- odvisnost stopnje smrtnosti od habitata oziroma reliefa.

Vprašanja nas vodijo do zbiranja podatkov in definiranja vključitvenih kriterijev za posamezne študije. Kodiranje lastnosti študij je pomemben proces za pravilno interpretacijo študij. Tehtnost študije določa uporabnost primernih statističnih metod za analizo podatkov. Pri izbiri študij smo dali prednost uporabljenim metodam pred rezultati. Izdelali smo seznam študij, ki smo jih vključili v postopek in lestvico, po kateri smo jih ovrednotili.

Pri vrednotenju študij smo uporabili kriterije, naveden v nadaljevanju.

Na podlagi kriterijev smo točkovali posamezne študije ter jih razdelili na visoko-, srednje- in nizkokakovostne. Določili smo utež posamezne študije glede na rezultate analize kakovosti in jih upoštevali v statistični analizi. Zajeli smo tudi študije z nepopolnimi podatki, vendar jih zaradi manjkajočih podatkov nismo zajeli v vse statistične izračune metaanalize. Rezultate metaanaliz smo prikazali grafično.

Analize učinkovitosti presoj vplivov na okolje in dejanskega stanja po izvedenih monitoringih po umestitvi predstavljajo samostojen problem, privedejo pa do empiričnih in teoretičnih zaključkov, ki lahko spremenijo ali dopolnijo ravnanje pri umeščanju vetrnih elektrarn v prostor. Rezultati kažejo, kolikšni so posegi v redke habitatne tipe, rastlinske in živalske vrste pri že zgrajenih vetrnih elektrarnah. Podali smo predloge izboljšav priprave poročil o vplivih na okolje in predvideli potrebnost izvajanja sistemskega monitoringa.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

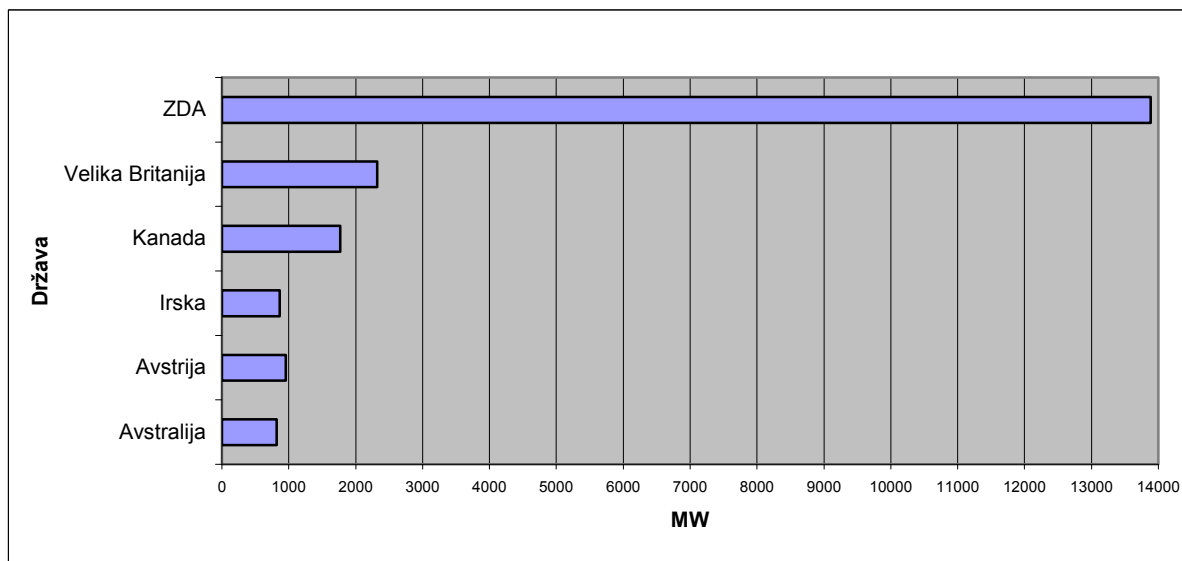
Z metodo sistematičnega pregledovanja strokovne literature, metaanalizo, smo pregledali in ovrednotili vpliv vetrnih elektrarn na rastlinski in živalski svet. Posamezne študije smo zbrali s pregledom računalniških zbirk podatkov. Poleg tega smo se opirali na literaturo v že objavljenih študijah in na zbirke podatkov v internetu. Za končni pregled smo izbrali več kot 300 virov in študij. Vsako študijo smo na kratko predstavili v tabelarični obliki (PVO) ali na kratko opisali (monitoringi) glede na potek, rezultate in izsledke statistične analize (*priloge*). Največ študij smo izločili zaradi navajanja nepopolnih podatkov. Izračunali smo posamezno velikost učinka za določen parameter. V metaanalize smo vključili 36 študij poročil o vplivih na okolje in 70 študij monitoringov, izvedenih v različnih državah po svetu. Podatki in ugotovitve so podani v tabelah in razpravi ter prikazani grafično.

Za skrajšanje postopkov presoje vplivov na okolje na vsaki novi lokaciji smo analizirali pričakovane vplive na posamezne dele okolja in predstavili že znane ugotovitve, uporabne na novih območjih.

4.1 ŠTUDIJE POROČIL O VPLIVIH NA OKOLJE

4.1.1 Sestava poročil o vplivih na okolje v državah, vključenih v raziskavo

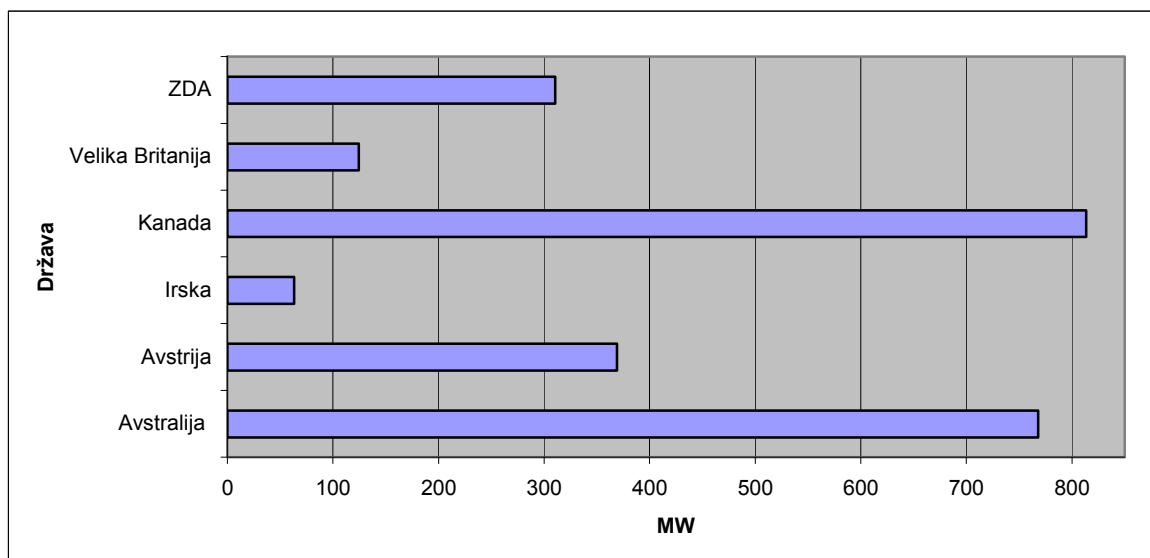
V raziskavo zajeta poročila o vplivih na okolje (iz Avstralije, Avstrije, z Irskega, iz Kanade, Velike Britanije in ZDA) ter dovoljenja za postavitev vetrnih elektrarn so nujna v večini držav. Zakonsko še niso obvezna v vseh državah Združenih držav Amerike. Nujnost dovoljenj se razlikuje v odvisnosti od velikosti elektrarn, in sicer sta v večini zveznih držav Avstralije okoljsko poročilo in dovoljenje obvezna za elektrarne nad 30 MW moči, medtem ko jih Avstrija zahteva pri kapaciteti več kot 20 MW ali pri 20 turbinah in za manjše elektrarne z več kot 10 MW ali z desetimi turbinami, če so na v Evropi zaščitenih območjih. Irska zahteva dovoljenje z okoljskim poročilom že pri gradnji elektrarne nad 5 MW oziroma pri več kot petih turbinah. Ob upoštevanju planskih in okoljskih aktov se priporočajo ocene in monitoringi flore in favne, vizualna ocena, ocena hrupa, senc, elektromagnetnih motenj, seizmološka ocena, kontrola voda, načrt prometa, arheološka in kulturna ocena, ekonomska analiza, poročilo glede mnenja prebivalcev in ocena za vpliv na turizem, ki jih poročila večinoma zajemajo. Nekatera poročila dodajajo tudi načrt požarne varnosti in načrt gospodarjenja z odpadki. Manjše elektrarne podajajo krajša poročila o vplivih, običajno brez opravljenih monitoringov območja. V Avstriji monitoringi in natančna poročila o flori in favni niso izvedeni za vsako elektrarno posebej, ampak zajemajo območja, na katerem je več elektrarn skupaj. V državah se upoštevajo predpisi na lokalni, državni in zvezni ravni. V Avstraliji je bilo do leta 2007 v obratovanju 817 MW turbin, predvidenih pa je še za dodatnih 6155 MW elektrarn, ki čakajo na odobritev za obratovanje oziroma postavitev. V Avstriji je bilo do leta 2007 v obratovanju 956 MW turbin. Skupna kapaciteta Irske do leta 2007 znaša 866 MW, Kanade 1770 MW, Velike Britanije 2320 MW in ZDA 13 884 MW.



Slika 4. Kapaciteta vetrnih elektrarn po državah do leta 2007.

Figure 4. Capacity of wind farms in different countries up to 2007.

V doktorsko nalogo sem vključila analizo poročil za 107 MW elektrarn v Avstraliji (13 %), ki že obratujejo (Woolnorth, Yambuk, Wonthaggi), za 192-megavatno elektrarno v gradnji (Waubra), za 329-megavatno odobreno elektrarno (Macarthur) in 140-megavatno elektrarno, ki čaka na odobritev (Crowland), skupaj za elektrarne z močjo 768 MW. V analizo poročil Avstrije sem vključila obratovanje turbin s kapaciteto 65,6 MW (7 %), podala pa sem tudi analizo favne in flore po opravljenih monitoringih za skoraj celotno območje Gradiščanskega (Burgenland), ki skupaj pokriva 369 MW, oziroma 38,3 odstotka vse vetrne energije v Avstriji. V raziskavo sem zajela poročila za kapaciteto 63,4 MW Irske (7,3 %), saj druga prejeta poročila na odobritev od izvajalcev (271 MW) še čakajo, ter 613,4 MW kapacitete Kanade (34,7 %) in 200 MW v gradnji. Velika Britanija zajema elektrarne s skupno močjo 124,5 MW (5,4 %) in ZDA sedem elektrarn s kapaciteto 310,5 MW (2,2 % od skupne kapacitete 13 884 MW). Poročila podajajo zaključno oceno potencialnih vplivov kot zanemarljiv ali minimalen vpliv, majhen, zmeren ali srednje velik ter velik vpliv.



Slika 5. Kapaciteta elektrarn, vključenih v analizo poročil glede favne in flore, po državah.

Figure 5. Capacity of wind farms included in the analysis of report on fauna and flora in different countries.

4.1.2 Raba tal in trajen odvzem površine (v hektarjih)

Vetrne turbine so po državah nameščene v različnih reliefnih tipih, tako ob obalah, v nižinah, na gričevjih, v hribovjih, po slemenih gorovij in na planotah. Relief kot ovira torej na postavitve ne vpliva, pomembno je le, da je lega ugodna z vidika vetrovnega potenciala. Na odločitve o postavitvi elektrarne bolj vpliva raba tal. Kaže se, da so elektrarne najpogosteje umeščene na kmetijske površine, polja in pašnike, kjer površine tudi najmanj prizadenejo, saj je raba tal po gradnji povrnjena v prvotno stanje (z manjšimi izgubami). Redkeje pa so elektrarne umeščene na že degradirana industrijska območja ali tudi na močno gozdnate površine, kjer sta dostop in gradnja otežena. Kljub občutljivosti so umeščene na območja, kjer so mokrišča, vendar so turbine postavljene čim dlje stran, zaradi možnih večjih vplivov na floro in favno. Trajen odvzem površine v hektarjih na turbino znaša od 0,03 do 2,5 hektarja na turbino, v povprečju 0,5 hektarja na turbino (mediana je le 0,25 hektarja na turbino). Odvzem je najpogosteje v razredu od 0,03 do 0,3 hektarja na turbino. Ker imajo sodobne vetrne elektrarne manjše število turbin in večjo moč, je primerno, da se oceni odvzem površine tudi glede na moč. Trajen odvzem površine glede na moč je od 0,02 do 1,5 hektarja na MW, v povprečju 0,33 hektarja na MW (mediana je le 0,17 hektarja na MW). Odvzem je najpogosteje v razredu od 0,02 do 0,2 hektarja na MW. Največji odvzem predstavljajo gozdni habitati, kjer je treba očistiti večje površine in zgraditi ceste za dostop do turbin. Glede na izračune trajnega odvzema površine v odstotkih od celotne površine je povprečen trajni odvzem majhen, in sicer predstavlja v povprečju 3,71 odstotka neuporabnih površin od celotne površine, na kateri je zgrajena vetrna elektrarna in pri kateri je lahko raba tal povrnjena v prvotno stanje, mediana pa je ocenjena le na 1,5 odstotka neuporabnih površin. Če bi ta delež odvzema pomenil odvzem zaščitene in občutljive habitate, bi lahko govorili o velikem in neprimernem odvzemu, vendar se pri vseh postavitvah občutljivih habitatov izognejo.

Preglednica 18. Trajen odvzem površine v vetrnih elektrarnah.

Table 18. Permanent land takeover in wind farms.

	Odvzem na površino	Odvzem na turbino	Odvzem na MW
Skupaj	3,71 %	0,50	0,33
Najmanj	0,09 %	0,03	0,02
Največ	31,20 %	2,50	1,48
Standardni odklon	0,0766	0,68	0,38
Mediana	1,51 %	0,25	0,17

4.1.3 Ocena potencialnega vpliva zvoka turbin

Pri izračunavanju vplivov zvoka vetrnih elektrarn na sosednja bivališča se uporabljajo standardni izračuni, na podlagi podatkov zvoka tipa turbine pri viru med obratovanjem, z upoštevanjem upadanja stopnje zvoka z oddaljevanjem od turbin. Izračuni vključujejo izmerjeno jakost zvoka okolice, ne upoštevajo pa vplivov vegetacije, stavb in drugih objektov v prostoru, ki lahko ublažijo jakost pri širjenju zvoka v prostoru. Ocena se določi na podlagi mejnih dnevnih in nočnih ravni hrupa posamezne države. Od 36 poročil jih pet (13,8 %) beleži raven hrupa čez mejo pri hitrostih vetra 9 m/s ali več. Stopnja izračunanega presežka je v povprečju 3 dB in je redko presežena pri več kot enem stanovanju, zato kljub možnemu povečanemu hrupu potencialno oceno vpliva beležijo kot majhno. Vsa poročila podajajo potencialno oceno kot zanemarljivo ali majhno. Le v enem primeru je zabeležen vpliv majhen do zmeren (za Condon v ZDA). Kljub pogostemu medijskemu izpostavljanju problematike hrupa vetrnih elektrarn kaže, da je ocenjen potencialni vpliv majhen, kar potrjujejo tudi monitoringi in študije po postavitvi in družbena sprejemljivost, ki kažejo, da zvok po navadi moti tiste, ki z vetrno energijo nimajo osebnih izkušenj (razdelka 2.2.1 in 2.2.2). V vseh državah so določene najmanjše razdalje postavitve turbin v razmerju do bivališč, prav tako so sodobne turbine manj hrupne, zato pri gradnji jakost zvoka v sodobno zgrajenih elektrarnah ne bi smela povzročati večjih ovir. Kot kažejo poročila in izračuni za posamezne elektrarne, se jakost zvoka poveča pri večjih hitrostih vetra, ko se poveča tudi jakost zvoka okolice. Take vremenske situacije predstavljajo manj kot pet odstotkov vsega časa obratovanja turbin. V primerih, v katerih so izračuni presegali dovoljene mejne dnevne ali nočne ravni hrupa, so se izvajalci s stanovalci dogovorili za denarno povračilo. Če je oddaljenost turbin do bivališč velika, podrobnejši izračuni vplivov zvoka v poročilih niso predstavljeni.

Preglednica 19. Presežena jakost zvoka po študijah.

Table 19. Exceeded levels of sound in studies.

	Opazovano število	Pričakovano število	Razlika
Hrup ni presežen.	31	18	13
Hrup je presežen.	5	18	-13
Skupaj	36		

Preglednica 20. Preizkus hi-kvadrat glede presežene jakosti zvoka.
Table 20. Hi-square test of exceeded sound level.

	VAR00001
Hi-kvadrat	18,8
Št. prostostnih stopenj	1
P	1,5E-05

Delež študij, med izvajanjem katerih so zabeležili presežen hrup, znaša 13,8 odstotka. S preizkusom hi-kvadrat za enakost deležev preverimo, ali delež študij, s katerimi je bilo ugotovljeno, da je presežni hrup večji od 50 odstotkov, predstavlja večino. Vrednost statistike hi-kvadrat znaša 18,8, pri manj kot enoodstotnem tveganju, kar pomeni, da je bil delež študij, s katerimi je bil dokazan presežni hrup, manjši od 50 odstotkov.

4.1.4 Zaščitene rastlinske vrste in habitati

Cilj analize poročil je bil ugotoviti, v kolikšni meri se vetrne elektrarne umeščajo na območja z zaščitnimi in občutljivimi habitati oziroma rastlinskimi vrstami.

Povečan dostop za pohodnike, motoriste, avtomobile in povečan ribolov lahko spremeni vegetacijo in poveča erozijo. Stopnja in širitev teh vplivov sta odvisna od virov v bližini projekta. Povečana raba teh območij lahko povzroči širjenje invazivnih vrst vegetacije. Take vrste lahko poslabšajo kakovost habitatov in mokrišč ter lahko spremenijo biotsko sestavo.

Izvedene so bile študije glede vplivov na zmanjšanje oziroma spremembe pašnih in grmičevnatih habitatov (Manes s sod., 2002). Zmanjšanju oziroma spremembam žajbljevega grmičevja v enajstih zveznih državah ZDA so najbolj izpostavljene ptice vrste *Tympanuchus pallidicinctus*, *Tympanuchus phasianellus* in *Centrocercus urophasianus*.

V odvisnosti od populacije, ki se spreminja od migratorne k nemigratorni vrsti, lahko populacija zavzame okoli 2700 km² površine. Zaradi izginjajočega žajbljevega habitata je vrsta *Centrocercus urophasianus* deležna velike pozornosti in skrbi (*Artemisia*), zato je zaščitena. V obdobju izleganja mladičev v poznem poletju, jeseni in pozimi potrebuje mir in nemoteno območje visokokakovostnega habitata.

Podobno je z vzrejanjem in gnezdenjem tudi pri drugih dveh vrstah, ki pa sta manj odvisni od žajbljevega grmičevnatega habitata. Hrup in neobičajni zvoki prav tako motijo, zato se vrsta običajnim območjem umika. Lahko se zmanjša reprodukcija in upade število populacije. Večina opaženih zapuščenih gnezd je posledica človekove dejavnosti. Tako bi lahko tovrstne probleme povzročale tudi vetrne elektrarne. Ti objekti lahko omogočijo tudi varen položaj za ptice roparice, za katere lahko ta vrsta postane plen (Connelly s sod., 2000).

Raziskovalci so predlagali naslednje ublažitve:

- dnevne in sezonske migratorne poti morajo biti identificirane in izločene;
- pri prisotnosti vrste in habitata je treba upoštevati vplive pri obliki, gradnji in vzdrževanju projekta;
- če je mogoče, se je treba izogniti območjem vzreje;
- čas dejavnosti naj povzroča čim manj motenj v kritičnih obdobjih;
- zvok na območju gnezdenja naj bo omejen na 10 dB nad jakostjo zvoka okolice;
- če je ptica v bližini, naj se dejavnosti zmanjšajo;
- za poškodovana območja žajbljevega habitata naj bo predviden nadomestni habitat;
- v obdobju zaroda naj se ne uporabljajo škropiva;
- preprečiti je treba širitev škodljivega plevela;
- izogibati se je treba privlačnosti za predatorje.

Problemатiko uničenja občutljivih gozdnih habitatov so izpostavili v študijah vetrne elektrarne Green Mountain v Vermontu. Gre za vetrno elektrarno na vzhodu ZDA, katere gradnja je bila odobrena leta 1995, elektrarna, ki je bila zgrajena v letih 1996 in 1997, pa je začela obratovati leta 1997. Zaradi občutljivosti za motnje so skrb povzročali gozdni habitati, saj gostijo vrste, ki se ne pojavljajo nikjer drugje na severovzhodu. Razvoj v teh gozdovih bi lahko vodil k upadanju števila nekaterih vrst. Fragmentacija gozda bi lahko povzročila zmanjšanje številnih populacij pevcov, ki migrirajo na poti proti subtropom.

V gozdovih Searsburga v Vermontu so bile od leta 1993 do 1997 izvedene številne raziskave, da bi ocenili vpliv na ptice za šestmegavatno vetrno elektrarno (Kerlinger, 1997). V študiji je opisano vedenje ptic, prav tako pa je v njej tudi podatek o številčnosti ptic pred gradnjo in po njej za stalne vrste in tiste, ki migrirajo. Vetrna elektrarna ima enajst turbin na cevastih stolpih z najvišjo višino 58,5 metra. Raztezajo se na dobrem kilometru površine, na višini 2700–2800 metrov. Pobočje je strmo, ponekod z več kot 20 odstotki naklona. Turbine so na vrhu hriba in niso na območjih občutljivega gozdnega habitata. Gozdovi so tipični listavci z rdečo jelko, v podrasti pa prevladuje vrsta praproti.

Od 42 vrst ptic so bili večinoma opaženi pevci. V bližini turbin je pestrost vrst manjša. Upadla je tudi gostota nekaterih vrst, kot so *Catharus ustulatus*, *Vireo olivaceu*, *Seiurus aurocapillus*, *Wilsonia canadensis* in druge. Po gradnji je bila večina teh vrst občasno slišana globoko v gozdu, ampak ne v bližini turbin kot pred gradnjo. Pojavila se je skrb zaradi zmanjšanja gozda za pevce in s tem manjšega območja za gnezdenje. Raziskovalci so ocenili, da je pomembno dobro gospodarjenje s habitatom in da se robovi cest zasadijo z drevesi in grmičevjem za naselitev robnih vrst. Iskanje žrtev ni pokazalo rezultatov. Verjetno je odsotnost žrtev tudi rezultat mrhovinarjev. Predvidevajo, da jih je nekaj verjetno bilo, vendar jih zaradi gozdnega habitata niso odkrili.

Negativnih vplivov elektrarne je torej malo, saj je smrtnost zelo majhna. Pokazalo pa se je izogibanje turbinam, kajti zmanjšalo se je število nekaterih vrst v gozdu in povečalo število robnih vrst (Kerlinger, 1997).

V nekaterih študijah so ugotovili premeščanje ptic. Eno izčrpnjših študij sta na Danskem izvedla Larsen in Madsen (2000). Proučevala sta vpliv 61 turbin na prehranjevanje vrste gosi v obdobju prezimovanja. Ugotovila sta, da se ptice zadržujejo okoli sto metrov stran od posamezne turbine in dvesto metrov stran od skupine turbin.

Rezultati študije drugih vrst gosi pa so bili povsem drugačni. Na spomladanskem počivališču v Gotlandiji se te vrste hranijo čisto zraven turbin, v 25-metrskem pasu (Percival, 2001). Študija, izvedena v obdobju prezimovanja gosi v Nemčiji, ni zabeležila skoraj nobene ptice v 350-metrskem pasu ob turbinah, nekaterih celo na območju, oddaljenem 600 metrov. Najpreprostejša razlaga za variabilnost je, da bi se ptice verjetno izogibale bližine turbin, če bi bil na voljo primeren habitat za hranjenje stran od turbin. Ptice v Gotlandiji so se hranile predvsem na slanih močvirnatih tleh, ptice v Nemčiji pa na habitatu kmetije, ki je bil bistveno bolj razširjen. Ptice torej turbine ne motijo zelo, če ni alternativnih virov hrane stran od turbin.

Ocena neposrednega trajnega vpliva na habitate je odvisna od posebnosti območja elektrarne in ponovne vzpostavitve prvotnega stanja. Prerijsko območje z visoko travo se lažje obnovi kot hladno puščavsko območje z žajbljevim habitatom. Turbine v vrstah zahtevajo manj cest kot razpršene turbine, zato je način njihove razvrstitve v prostoru pomemben, prav tako natančno poročilo o zaščiteneh oziroma ogroženih vrstah.

Poročila o vplivih na okolje kažejo, da se vetrne elektrarne umeščajo na območja ne glede na število nacionalno, državno ali regionalno zaščitene rastlinskih vrst in habitatov. Ne glede na število prisotnih vrst se potencialni vpliv v vseh primerih ocenjuje kot zanemarljiv ali majhen (*priloga A3*). Pri umestitvi turbin se zahteva, da se območje natančno popiše in da se turbine namestijo vsaj nekaj metrov stran od zaščitene vrste in občutljivih habitatov. Če to ni mogoče, se v poročilih oceni, kolikšen je bil delež odvzema zaščitene vrste oziroma vrste. Če bi odvzem predstavljal velik delež na državni ravni, bi bil projekt zavrnjen.

Čeprav so bili v določenih študijah ugotovljeni negativni vplivi, pri postavitvi elektrarn občutljivi habitat in rastlinske vrste ne predstavljajo velikih ovir.

Preglednica 21. Posegi glede na število zaščitene vrste rastlin.

Table 21. Interferences according to the number of protected plant species.

	Nacionalno zaščitene rastline	Državno zaščitene rastline	Regionalno zaščitene rastline
Povprečje	1,129032	8	15,5
Najmanj	0	0	3
Največ	6	56	28
Mediana	1	3	15,5

Vetrne elektrarne gradijo na območjih zaščitene rastlinskih vrst. Povprečje nacionalno zaščitene vrste je 1,12 vrste, državno zaščitene vrste je osem vrst in regionalno zaščitene 15,5 vrste. Mediana in povprečje sta vedno večja od 1, kar kaže, da so elektrarne umeščene ne glede na njihovo prisotnost.

4.1.5 Zaščitene živalske vrste

Rdeči seznam IUCN (IUCN red list) obsega niz publikacij Mednarodne zveze za ohranjanje narave in naravnih virov (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources), ki izhajajo vsako leto. Je objektiven popis ogroženih rastlinskih in živalskih vrst. Informacije vključujejo stanje, geografsko razširjenost, velikost populacije, habitate in dejavnike ogroženosti. Če so bila merila uporabljena za zaščito vrst, obstajajo tudi merila za ohranitev. Do septembra 2007 je bilo vključenih 41.415 vrst, podvrst in varietet, od tega je bilo kot ogroženih navedenih 16.306 oziroma 39 odstotkov. Kategorij ogroženosti je sedem. Kategorije teh vrst so naslednje:

- izumrla vrsta (*Extinct*) – vrsta je izumrla, če ni nobenega dvoma, da zadnji osebek ne živi več;
- v divjini izumrla vrsta (*Extinct in the wild*) – v to kategorijo štejemo vrsto, če so vsi predstavniki znani samo v kulturah, ujetništvu ali so drugače udomačeni in torej ne živijo več v prvotnem naravnem okolju;
- Skrajno ogrožena vrsta (*Critically Endangered*) – vrsti v naravnem okolju grozi izumrtje že v neposredni prihodnosti;
- prizadeta vrsta (*Endangered*) – ogroženost vrste ni skrajna, vendar se populacija zmanjšuje;
- ranljiva vrsta (*Vulnerable*) – populacija je stabilna, vendar obstajajo dejavniki, ki ogrožajo preživetje, predvsem se to nanaša na uničevanje habitatov;
- potencialno ogrožena vrsta (*Near Threatened*) – vrsta je malo ogrožena in jo po dodatnem preverjanju stanja verjetno lahko uvrstimo kvečjemu v kategorijo VU;
- najmanj ogrožena vrsta (*Least Concern*) – vrsta zunaj neposredne nevarnosti.

Pri rdečih seznamih nekaterih držav se v kategorije uvršča tudi posebna skrb (*Special Concern*), kar pomeni, da je določena vrsta zaradi nekaterih značilnosti občutljiva. Iz poročil o vplivih na okolje je razvidno, da se vetrne elektrarne po svetu umeščajo na območja ne glede na število prisotnih zaščitenež oziroma ogroženih živalskih vrst.

Preglednica 22. Posegi glede na število zaščitenež vrst živali.

Table 22. Interferences according to the number of protected animal species.

	Nacionalno zaščitene živali	Državno zaščitene živali	Regionalno zaščitene živali
Povprečje	5,542857	9,9	7,857143
Najmanj	0	3	0
Največ	23	24	19
Mediana	4	9	8

Povprečje v analizo zajetih študij znaša 5,5 nacionalno zaščitene vrste, 9,9 državno zaščitene vrste in 7,8 regionalno zaščitene vrste, kar kaže na veliko prisotnost ob vseh že postavljenih vetrnih elektrarnah.

Zaradi prisotnosti večjega števila ogroženih vrst sesalcev, plazilcev in dvoživk v literaturi ni mogoče zaslediti pojava zavrnitve projekta, razen zaradi ptic. Če so območja posebej zaščitena kot naravni parki oziroma kot zaščitena območja Nature 2000, se projekt zavrne. Vsekakor je mogoče zaslediti številna poročila, ki čakajo na dovoljenje za poseg z dvesto in več turbinami v zaščiteni prostor. V takih primerih še ni bilo odobrenega soglasja za postavitev po svetu, se pa pojavljajo odobreni posegi v prostor in že zgrajene elektrarne, ki mejijo na zaščitena območja ali pa v manjši meri celo posegajo na zaščiteno območje (na primer Obersiebenbrunn, Potzneusiedl v Avstriji). Iz *priloge A4* je mogoče razbrati, da so številne elektrarne, ne glede na državo v svetu, postavljene na območjih številnih zaščiteneh oziroma ogroženih vrst ptic – na regionalni, državni, nacionalni ali celo mednarodni ravni zaščite posameznih vrst. Sklepna potencialna ocena vpliva je v vseh primerih vedno označena kot zanemarljiva ali majhna. V vseh poročilih je natančen opis vrst ptic po izvedenem monitoringu (po navadi enoletnem). V večini poročil so tudi informacije o prisotnih ali potencialno možnih drugih živalskih vrstah, kot so sesalci, plazilci, dvoživke in nevretenčarji. Seveda pa je zaradi možnosti neposrednega negativnega vpliva (kolizij s turbinami) poudarek vedno na vrstah ptic in netopirjev. V vseh sodobnih poročilih je tudi okvirna ocena številčnosti prisotnih zaščiteneh vrst ptic na predvidenem območju za postavitev. Le manjšina poročil po izračunih predvidi potencialno stopnjo kolizij za skupine ptic oziroma posamezne vrste ptic. Stopnjo v poročilih izračunavajo na podlagi izračunane stopnje smrtnosti v bližnjih ali (reliefno, vrstno) podobnih elektrarnah in na podlagi velikosti populacij vrst ptic predvidenega območja elektrarne. Tovrstni izračuni za netopirje so redki zaradi skromnejših podatkov o stopnjah smrtnosti na območjih elektrarn po svetu ter zaradi slabšega poznavanja številčnosti in gostote populacij vrst netopirjev posameznega območja. Zaradi dostopa do podatkov o stopnjah smrtnosti in več let trajajočih rednih ornitoloških monitoringov so take predvidene stopnje smrtnosti značilne predvsem za predvidene elektrarne v Avstraliji in Združenih državah Amerike. V Evropi teh ocen glede na analizo poročil v večini primerov ni. Čeprav so v nekaterih elektrarnah za posamezne vrste ptic ocenjeni potencialni vplivi značilno negativni (nad enim odstotkom državne, celo nacionalne populacije posamezne vrste ptice) in ocenjeni kot zmerni, se sklepna ocena poda kot majhna in ne predstavlja ovir pri postavitvi elektrarne. Če se taka ocena ugotovi za določeno zaščiteno vrsto ptice, se izbirajo omilitveni ukrepi, kot je obvezna postavitev turbin nekaj sto metrov stran od gnezdišč zaščiteneh vrst in podobno. Iz opisov območij elektrarn je razvidno, da se večinoma postavljajo na območjih z majhno dejavnostjo ptic in netopirjev, redkeje na območjih glavnih migratornih poti (zaradi ugotovljenih negativnih vplivov v nekaterih predhodno postavljenih elektrarnah, kot je Tarifa v Španiji), na pomembnejših območjih hranjenja. Pa vendar se elektrarne ne glede na to postavljajo tudi na območja v bližino (dva in več kilometrov stran) glavnih migratornih poti, območij hranjenja in prezimovališč. Iz primera elektrarn na vzhodu Avstrije (v Panonski nižini) je razvidno, da so bile številne elektrarne postavljene v veliko bližino mednarodno pomembnih območij ptic, na območja pomembnejših preletov, počivališč in podobno. Skrb zaradi možnih kolizij so uredili z določitvijo tabuiziranih območij, saj naj bi tako omogočili neproblematične prelete številnim vrstam ptic, ki migrirajo čez to območje. Visoka smrtnost še ni bila zabeležena.

Pri zaščiteneh vrstah je treba zbrati informacije o hranjenju, letih, nujnih habitatih, številčnosti, izgubljenih habitatih po gradnji in podobno.

ŠTUDIJE PRIMEROV

a) *Aquila chrysaetos*

Od januarja 1994 je skupina raziskovalcev Univerze v Kaliforniji raziskovala ptice roparice, predvsem planinskega orla (*Aquila chrysaetos*) na območju vetrne elektrarne Altamont Pass. Habitati pašnikov in hrastove savane so primerni za veliko populacijo planinskega orla. Vsako leto na tem območju ameriški urad Fish and Wildlife Service poroča o približno tridesetih smrtnih primerih planinskega orla. Ocenjeno je, da so vzrok smrti v 90 odstotkih turbine. Ocena vpliva zahteva kvantifikacijo preživetja in reprodukcije. Poročilo je pokazalo, da teritorialni orli redko vstopijo na območje vetrnic, medtem ko neteritorialni orli pogosto. Ker planinski orel pozno doseže zrelostno obdobje in reproducira manj kot druge roparice, so ameriški urad Fish and Wildlife Service in drugi, ki jih skrbi za to vrsto, izrazili zaskrbljenost. Planinski orel je na območju Kalifornije vrsta, ki se ji namenja posebna pozornost (*Special Concern Species*), in je zavarovan v skladu z aktom Bald Eagle Protection. Na podlagi nacionalnega energetskega poročila in poročila energetskih podjetij je bila prvotna ocena označena kot nižja, kot je pokazala poznejša smrtnost (Hunt, 1994). Smrtnost je bila odvisna od sezone. Večina orlov v razvoju je umrla kmalu po operitvi. Tudi dejavnost turbin je sezonska. Največ žrtev je bilo v obdobju delovanja turbin. Drugi sezonski dejavniki v letu so še gnezdenje, dostopnost plena, vremenski pojavi in obdobja rekreacije pri ljudeh.

b) *Neophema Chrysogaster*

Stopnja tveganja se za posamezne elektrarne ugotavlja ob prisotnosti pomembnejših ogroženih vrst ptic. Za kritično ogroženo vrsto *Neophema Chrysogaster* po rdečem seznamu IUCN so v Avstraliji izračunali indeks tveganja. Vrsta migrira letno med Tasmanijo in obalo jugovzhodne Avstralije. Številčnost populacije naj bi bila ocenjena na manj kot dvesto. Vetrne elektrarne lahko za to vrsto pomenijo tveganje. Raziskovalci so uporabili matematični model, ki je zahteval podatke o dejavnosti, številu preletov pod vrtenjem kril, na območju vrtenja in nad njim, o površini stolpa itd. Vrsto so opazili na območju 23 vetrnih elektrarn, izmed katerih jih osem že obratuje. Turbine elektrarn se razlikujejo, v model pa so bile zajete vse razlike. Ocenili so, da je 25 odstotkov preletov na območju vrtenja in 75 odstotkov pod njim. Povprečna letna stopnja preživetja je bila ocenjena na 68 odstotkov. Pri oceni smrtnosti so upoštevali srednjo število populacije 150 ptic. Pri upoštevanju različnih stopenj izogibanja so letno stopnjo ocenili na 0,84 do 1,35 ptice. Smrtnost je bila v primerjavi z naravno ocenjena kot majhna (Smales s sod., 2005).

c) *Centrocercus urophasianus*

Na nekaterih območjih elektrarn se za ugotovljeno posebno občutljivo vrsto določajo posebni pogoji. Primeri so se pojavili pri zaščiteni vrsti *Centrocercus urophasianus* v Kanadi. Pojavlja se le v Alberti in Saskatchewanu. Izguba naravnega travnega žajbljevega habitata je povzročila zmanjšanje gostote populacije, zato je bila vrsta uvrščena med ogrožene vrste. Je zelo občutljiva za nemir, ki ga povzročajo ljudje, in za visoke zgradbe, zato so ocenili, da bližina turbin (na razdalji manj kot tri kilometre) ne bi bila ugodna. Če je vrsta prisotna v trikilometrskem pasu, naj bi bil projekt zavržen (Kingsley in Whittam, 2003).

V številnih študijah, izvedenih po svetu, so navedeni rezultati monitoringov, in sicer v nekaterih za obdobje pred gradnjo, v nekaterih pa za obdobje po gradnji, s podatki o smrtnosti, redke tudi o obeh obdobjih. Zaradi potrebe po različnih vrstah podatkov smo v raziskavo zajeli večino pridobljenih monitoringov, čeprav so študije podatkovno pomanjkljive in zajemajo različne vrste podatkov.

V *preglednici 23* je navedeno število vseh študij, zajetih v raziskavo, ne glede na vrsto podatkov.

Preglednica 23. Število študij po državah.

Table 23. The number of studies in particular countries.

Država	Število študij
Avstralija	1
Avstrija	3
Belgija	3
Danska	2
Kanada	5
Nemčija	11
Nizozemska	4
Španija	9
Švedska	1
Velika Britanija	6
ZDA	25
Skupaj	70

4.2 ŠTUDIJE MONITORINGOV PTIC

4.2.1 Monitoringi in stopnja smrtnosti ptic po vetrnih elektrarnah

Na podlagi kriterijev smo točkovali posamezne študije ter jih razdelili na visoko-, srednje- in nizkokakovostne. Določili smo utež posamezne študije glede na rezultate analize kakovosti in to upoštevali v statistični analizi. Zajeli smo tudi študije z nepopolnimi podatki, vendar jih zaradi manjkajočih podatkov nismo zajeli v vse statistične izračune metaanalize.

Utež smo izračunali glede na to, ali je bila študija citirana po enem avtorju (utež = 1, nizka kakovost), po dveh ali več avtorjih (utež = 2, srednja kakovost) ali pa je bila študija izvirna (utež = 3, visoka kakovost). V nadaljnjem postopku smo utež korigirali tako, da je bilo povprečje uteži na celotnem vzorcu enako ena, razmerje uteži (3 : 2 : 1) pa je ostalo enako. Na ta način smo dosegli, da je povprečje uteži 1, s čimer je v analizi prikazano realno število enot (študij).

To smo naredili na naslednji način:

Povprečna utež p je:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n w_i}{n}$$

$$w_i = \frac{w_i}{p}; i = 1 \text{ do } n$$

w_i – utež i

n – število enot

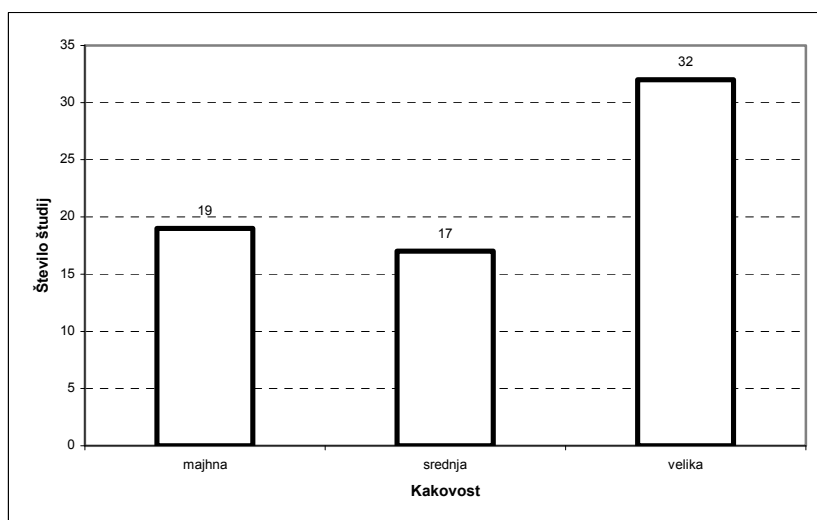
p – povprečna utež

Preglednica 24. Delitev študij glede na kakovost.

Table 24. The division of studies according to their quality.

		Frekvenca	Relativna frekvenca	Veljavna relativna frekvenca	Kumulativa
Veljavne vrednosti	majhna	19	27,9	27,9	27,9
	srednja	17	25	25	52,9
	velika	32	47,1	47,1	100
	skupaj	68	100	100	

Kar 47 odstotkov vseh študij, zajetih v metaanalizo, je izvernih, iz njih pa je mogoče razbrati način in metode raziskovanja. Za te študije smo podali največjo utež. Sledijo študije nizke in srednje kakovosti, ki so citirane zgolj po enem avtorju in ne podajo metodologije raziskovanja ali pa so podatki povzeti po navedbah več avtorjev različnih virov.



Slika 6. Študije glede na kakovost.

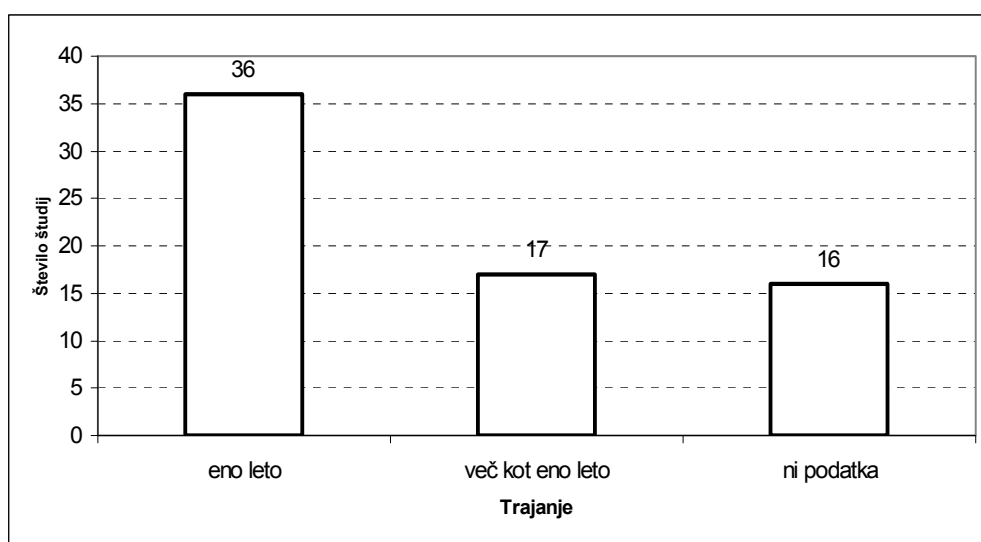
Figure 6. Studies according to quality.

Večina študij, to je 36 ali 52,3 odstotka, je trajala eno leto, 17 ali 24,8 odstotka pa več kot eno leto, od tega dve kar štiri leta. Za šestnajst študij (22,8 %) nismo zasledili podatka o trajanju (*priloga B1*).

Preglednica 25. Študije glede na trajanje raziskave.

Table 25. Studies according to research duration.

		Frekvenca	Relativna frekvenca	Veljavna relativna frekvenca	Kumulativa
Veljavne vrednosti	eno leto	36	52,3	52,3	52,3
	več kot eno leto	17	24,8	24,8	77,2
	Ni podatka.	16	22,8	22,8	100
	Skupaj	68	100	100	



Slika 7. Študije glede na trajanje raziskave.

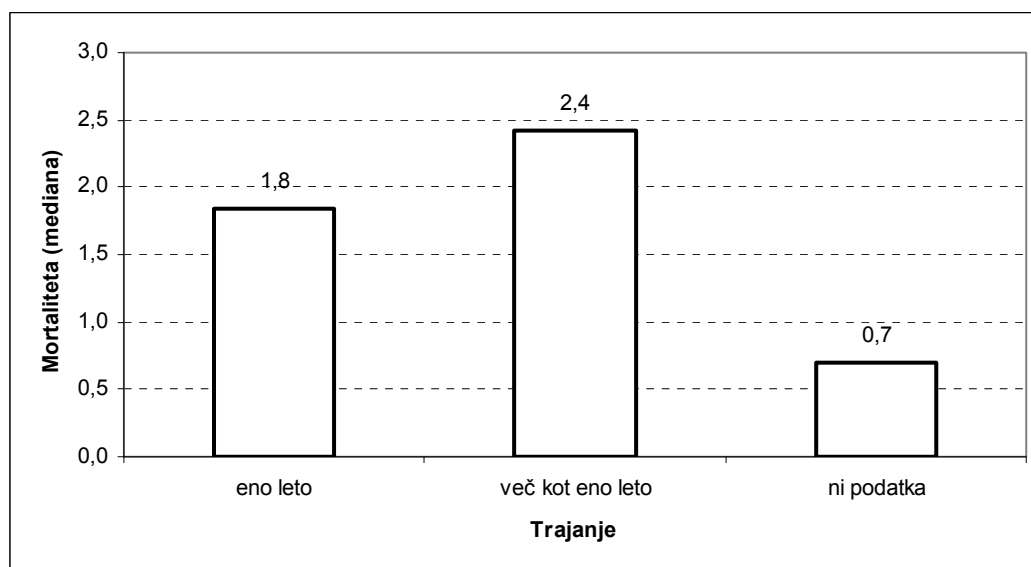
Figure 7. Studies according to research duration.

Mediana smrtnosti ptic je največja (2,4) pri študijah, ki so trajale več kot eno leto. Pri študijah, ki so trajale eno leto, znaša mediana 1,8, pri študijah, za katere ni znan podatek o trajanju, pa 0,7 ptice na turbino letno.

Preglednica 26. Trajanje raziskav po študijah.

Table 26. Research duration in particular studies.

Trajanje	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
Eno leto	7,8696	1,8	30	14,44435
Več kot eno leto	4,2555	2,4	14	6,85472
Ni podatka	2,3648	0,7	10	3,2584
Skupaj	5,8641	1,7798	54	11,44563



Slika 8. Stopnja smrtnosti ptic glede na trajanje raziskave.

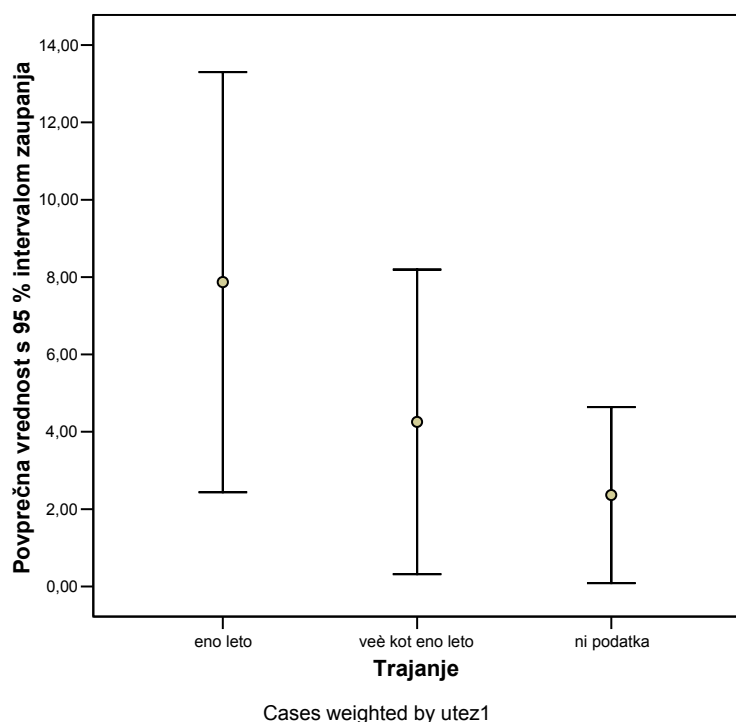
Figure 8. Bird mortality rate according to research duration.

Z neparametričnim Mann-Whitneyjevim preizkusom smo preverili, ali se smrtnost ptic glede na dolžino trajanja razlikuje, pri tem smo preverjali razlike med skupino študij, ki so trajale samo leto, in skupino študij, ki so trajale več kot eno leto. Vrednost z-statistike znaša $-0,09$ pri več kot desetodstotnem tveganju. Razlik v smrtnosti glede na dolžino trajanja ne moremo potrditi.

Preglednica 27. Mann-Whitneyjev preizkus smrtnosti ptic glede na trajanje raziskave.

Table 27. Mann-Whitney's test of bird mortality according to research duration.

Testna statistika	
	Smrtnost ptic
Mann-Whitneyjeva u-statistika	122,5
Wilcoxonova w-statistika	177,5
Z-statistika	-0,091
p	0,927
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,928(a)
a Not corrected for ties.	
b Grouping Variable: trajanje	



Slika 9. Povprečna vrednost in trajanje raziskave.
Figure 9. Average value and research duration.

Povprečna vrednost smrtnosti ptic se giblje pri 1,255 ptice na turbino v študijah nižje kakovosti, 9,996 v študijah srednje kakovosti in 4,586 v študijah velike kakovosti, skupna povprečna smrtnost brez upoštevanja uteži znaša 5,934 ptice. Z analizo variance ne moremo potrditi, da se povprečna vrednost smrtnosti ne glede na velika odstopanja med vrstami študij statistično značilno razlikuje ($F = 1,582$; $p > 0,1$).

Mediana je med vsemi vrstami študij precej manjša kot aritmetična sredina, kar kaže na to, da smo v metaanalizo zajeli nekatere študije, ki so pokazale izjemno visoko smrtnost ptic, kar je močno dvignilo povprečno vrednost. Mediana smrtnosti v študijah nižje kakovosti znaša le 0,095 ptice na turbino, v študijah srednje kakovosti 2,915, v študijah visoke kakovosti pa 1,7. Če upoštevamo mediano na celotnem vzorcu, znaša ta 1,7 ptice na turbino, kar je precej manj od aritmetične sredine. Z neparametričnim Kruskal-Wallisovim testom (hi-kvadrat = 3,754, $p > 0,1$), prav tako kot z analizo variance, ne moremo potrditi razlik v medianah glede na kakovost študije.

Preglednica 28. Stopnja smrtnosti ptic glede na kakovost študij.
Table 28. Bird mortality rate according to the quality of studies.

Kakovost študije	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
Nizka	1,255	0,095	6	2,382
Srednja	9,9625	2,915	16	17,57456
Visoka	4,5864	1,7	27	8,17338
Skupaj	5,934	1,7	49	11,93586

Preglednica 29. Statistika hi-kvadrat za stopnjo smrtnosti ptic.

Table 29. Hi-square statistics for bird mortality rate.

	Smrtnost ptic
Hi-kvadrat	3,754
Število prostostnih stopenj	2
p	0,153
a Kruskal Wallis Test	
b Grouping Variable: kakovost študije	

Združevanje rezultatov omogoča, da za določene indikacije določimo vrednost posameznih učinkov, namesto da samo pripovedno primerjamo rezultate, kot to navajajo številni avtorji primerjalno med študijami. Tako smo določili skupno srednjo stopnjo smrtnosti ptic (z upoštevanjem uteži), kar omogoča natančnejšo oceno o višini stopnje smrtnosti za posamezno elektrarno.

Preglednica 30. Skupna srednja stopnja smrtnosti ptic v vetrnih elektrarnah.

Table 30. Total mean bird mortality rate in wind farms.

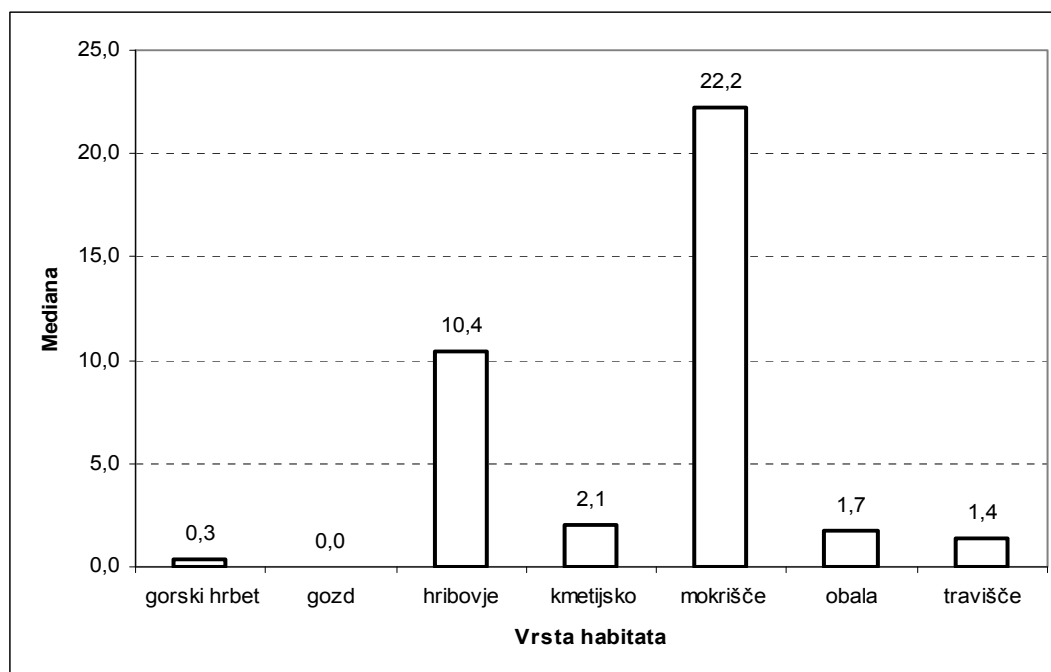
		Smrtnost ptic
N	veljavne vrednosti	54
	manjkajoče vrednosti	14
Aritmetična sredina		5,8641
Mediana		1,7798
Najmanj		0
Največ		64,26

Za 47 študij je bil na voljo podatek, v kateri vrsti habitata oziroma reliefa so elektrarne nameščene. Kot mero povprečne smrtnosti smo izbrali mediano. Glede na smrtnost ptic najbolj izstopata mokrišče (22,2) in hribovje (10,4) pred drugimi habitati, kjer se smrtnost giblje okoli vrednosti dve ali pod njo. Podatke smo utežili glede na kakovost študije.

Preglednica 31. Stopnja smrtnosti ptic glede na vrsto habitata ali reliefa.

Table 31. Bird mortality rate according to habitat/relief type.

Habitat ali relief	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
Gorski hrbet	0,6	0,3	8	0,84826
Gozd	1,3	0	4	2,23384
Hribovje	19,6	10,4	6	24,33906
Kmetijsko zemljišče	2,3	2,1	13	1,82578
Mokrišče	22,6	22,2	4	10,2679
Obala	1,6	1,7	6	1,10942
Travišče	1,7	1,4	7	1,32505
Skupaj	5,826	1,7	47	11,65824



Slika 10. Stopnja smrtnosti ptic (mediana) glede na vrsto habitata ali reliefa.

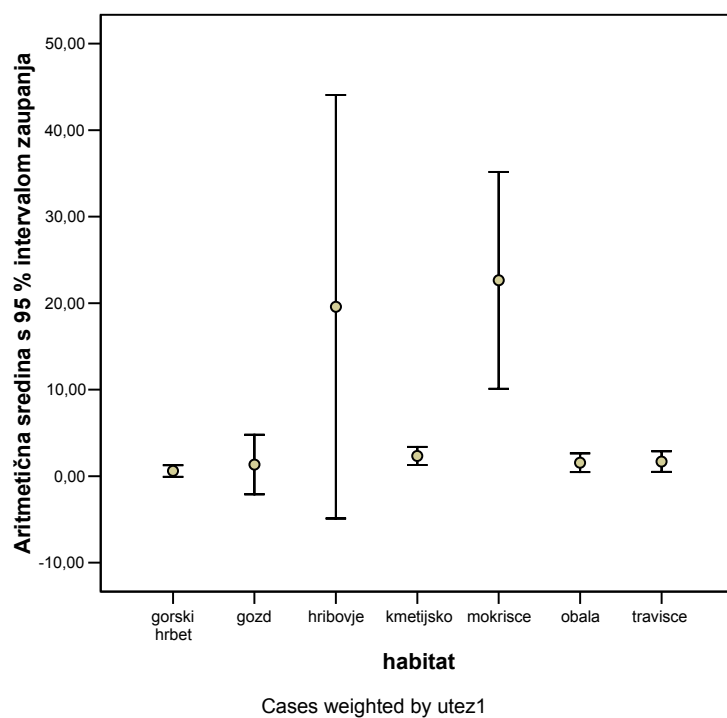
Figure 10. Bird mortality rate (median) according to habitat/relief type.

Z neparametričnim Kruskal-Wallisovim testom smo preverili, ali se mediane glede na vrsto habitata razlikujejo. Vrednost statistike hi-kvadrat znaša 15,9 pri manj kot petodstotnem tveganju, razlike v smrtnosti glede na vrsto habitata pa lahko statistično potrdimo.

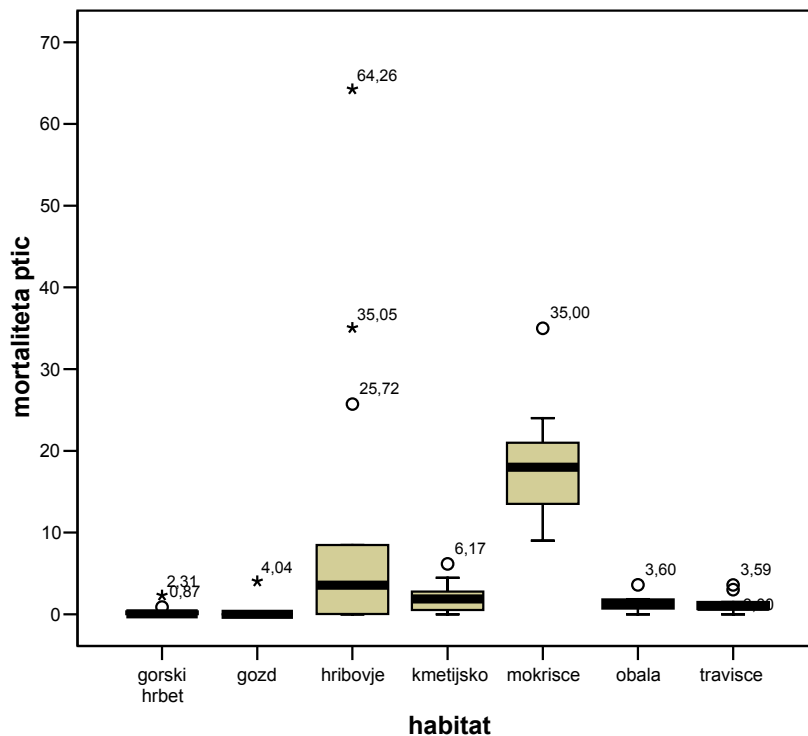
Preglednica 32. Statistika hi-kvadrat za stopnjo smrtnosti ptic glede na vrsto habitata ali reliefa.

Table 32. Hi-square statistics for bird mortality rate according to habitat/relief type.

	Smrtnost ptic
Hi-kvadrat	15,868
Število prostostnih stopenj	6
p	0,014
a Kruskal Wallis Test	
b Grouping Variable: habitat	



Slika 11. Stopnja smrtnosti ptic (aritmetična sredina) glede na vrsto habitata ali reliefa.
Figure 11. Bird mortality rate (arithmetic mean) according to habitat/relief type.



Slika 12. Stopnja smrtnosti ptic glede na vrsto habitata ali reliefa.
Figure 12. Bird mortality rate according to habitat/relief type.

Elektrarne se po številu turbin razlikujejo, od elektrarne z eno turbino do elektrarne z več kot 5400 turbinami (*priloga B1*). Največje so elektrarne na zahodni strani Združenih držav Amerike. Za ugotavljanje vpliva vetrnih elektrarn na vrste in populacije ptic, ki se v posameznih elektrarnah pojavljajo, smo v *prilogi B2* navedli stopnjo smrtnosti, izračunano za posamezne elektrarne. V večini študij so pri izračunih smrtnosti upoštevani parametri učinkovitosti iskanja in odstranitve zaradi mrhovinarjev, v nekaterih izračunih pa ti niso zajeti. V nekaterih študijah je navedeno zgolj število najdenih žrtev brez podane ocene stopnje smrtnosti za elektrarno. Stopnja smrtnosti za vse vrste ptic med elektrarnami zelo variira – od 0 (Le Nordais v Kanadi, Bryn Tytli v Veliki Britaniji, Haverigg v Cumbrii, Garrett v ZDA, Green Mountain v ZDA, Iowa v ZDA, Somerset County v ZDA, St. Mary v ZDA) do 64,26 žrtve na turbino letno na območju elektrarne El Perdon v Španiji. Večina stopenj smrtnosti znaša do dve žrtvi na turbino letno (v 55 % vseh študij). V 11 odstotkih študij je bila smrtnost ocenjena ekstremno visoko, in sicer 25,72, 35,05 in 64,26 žrtve na turbino letno v Španiji. Do velikih razlik v stopnjah prihaja zaradi različnih metod raziskovanja in izračunavanja. Za elektrarne v ZDA je metodologija izračunov enaka, upoštevajo se stopnje učinkovitosti iskalca in odstranitve, za katero poskrbijo mrhovinarji. Zaradi razlik v metodologiji raziskovanja so opazne velike razlike med evropskimi in ameriškimi elektrarnami. Za večino ameriških je bilo izvedenih več študij za posamezno elektrarno, zato so ocenjene stopnje zanesljivejše (upoštevana utež je večja), medtem ko to ne velja za evropske elektrarne. Zaradi razlik v izračunih so lahko ocene tudi prenizke ali pretirane. Kot najbolj problematični elektrarni se v večini virov omenjata Altamont Pass v ZDA in Tarifa v Španiji.

SMRTNOST NA OBMOČJIH ELEKTRARN V ZDA

ALTAMONT PASS

Od leta 1989 naprej so na območju elektrarne izvedli številne raziskave glede smrtnosti ptic, predvsem roparic (Howell in DiDonato, 1991; Howell, 1995a). Znanstveniki so se osredinili predvsem na interakcijo med pticami in turbinami, določili so stopnjo smrtnosti in ugotavljali število smrtnih primerov. Smrtnost ptic na tem območju je bila ocenjena kot visoka. Pri nekaterih vrstah je bil vpliv na populacijo močan. Študije so pokazale, da na območju gnezdi veliko orlov, prav tako jih veliko preleti to območje jeseni in pozimi (Hunt, 1994, 1997).

Območje, na katerem je okoli 6500 turbin na površini okoli 190 km² pašnikov, leži vzhodno od San Francisca v Kaliforniji. To je razmeroma sušno območje regije zaliva San Francisco. Vzhodno so obronki brez dreves s pašniki. Vrhovi segajo od 230 do 470 metrov nadmorske višine. Primarna raba tal je vezana na pašništvo in poljedelstvo. Turbine so razporejene v skupinah, glede na lastništvo. Energijo proizvaja trinajst različnih družb. Postavljenih je več tipov turbin: mrežasto horizontalne, mrežasto vertikalne, cevaste in druge. Višina variira od 12 do 60 metrov, s premerom kril do 44 metrov. Nazivna moč posamezne turbine je od 40 do 750 kW.

V vetrni industriji vsako leto poročajo o okoli 28–43 žrtvah orlov na območju elektrarne. Ker orli do reprodukcijske stopnje dozori po časi, je tudi populacija občutljiva za spremembe v stopnji preživetja odraslih in srednje zrelih (Thelander in Rugge, 2000a).

Smallwood in Thelander (2004) sta ocenila, da je bilo na območju od leta 1983 do 2003 400–800 smrtnih primerov planinskih orlov, 2980–5960 vrste *Buteo jamaicensis* in 2700–5400 vrste *Athene cunicularia*. To območje je redke primer intenzivne dejavnosti roparic glede na druga območja vetrnih elektrarn.

Med roparicami je torej večina žrtev na območju elektrarne Altamont Pass (Howell in DiDonato, 1991; Orloff in Flannery, 1996; Howell, 1995a). Howell in Didonato (1991) sta zabeležila sedemnajst roparic in ocenila stopnjo smrtnosti na 0,05 žrtve na turbino letno. V poznejši študiji je Howell (1995a) zabeležil 72 žrtev v 18 mesecih, od tega 44 roparic, in določil stopnjo smrtnosti na 0,03 žrtve na turbino letno. Orloff in Flannery (1996) sta med 182 najdenimi žrtvami naštel 119 roparic (65 %) in v študiji iz leta 1996 ocenila stopnjo smrtnosti med 0,02 in 0,05 žrtve na turbino letno. V študiji, ki se je izvajala enajst mesecev in v katero je bilo zajetih 414 turbin, je bila ocenjena stopnja smrtnosti na 0,15 žrtve na turbino letno za vse vrste ptic, kar je zelo nizka stopnja smrtnosti glede na izračunano skupno stopnjo smrtnosti zaradi vetrnih elektrarn; za roparice, vključno s sovami, pa ta znaša okoli 0,06 žrtve na turbino letno. V tem vzorcu ni zajete nobene horizontalno mrežaste turbine. Ocena smrtnosti iz te študije je torej podobna oceni Howella in Didonata, vendar je kar dvakrat večja kot v študiji Howella leta 1995 ter Orloffove in Flanneryja leta 1992, kjer je večina turbin horizontalno mrežastih.

Skrb zaradi ptic roparic na tem območju se je pokazala po raziskavi Andersona in Estepa (1988, cit. po Orloff in Flannery, 1996). Orloffova in Flannery sta izvedla raziskavo med letoma 1989 in 1991. Nadaljevanje je sledilo v letu 1996. V obdobju 1998–2000 pa je Thelander (2000) zabeležil 256 žrtev. Največ (54,3 %) je bilo roparic, 25 odstotkov pevcev, 18 odstotkov golobov in 2,8 odstotka vodnih vrst. Veliko je bilo planinskih orlov, letna smrtnost pa je bila ocenjena na od 25 (Howell in DiDonato, 1991) do 39 (Orloff in Flannery, 1996).

Vzporedno so bile izpeljane še številne druge raziskave, ki so vključevale raziskovalce s številnih področij – od strokovnjakov za ptice roparice, fiziologijo golobov, aerodinamiko ptic in številne druge svetovno znane zoologe. Del raziskave je predstavljal tudi pregled čutil ameriške postovke (*Falco sparverius*) in kanje vrste *Buteo jamaicensis*, da bi določili, kaj je odločujoče pri možnostih izogibanja turbinam. Tako so se raziskovalci odločili za barvanje stolpov turbin. Dokumentirali so vedenje ptic okoli tega tipa turbin ter zajeli vedenje divjih in treniranih ptic. Cilj je bil razviti tip turbine, ki bi zmanjšal smrtnost. Podoben projekt je bila radarska študija gibanja ptic ob turbinah elektrarne Tarifa v Španiji. Zaradi nezmožnosti plačila stroškov je bilo raziskovanje prekinjeno, podatki pa niso bili analizirani. Edina poročila o raziskavah so podali nepristranski posamezniki. Od leta 1989 pa je Kenetech Windpower kljub temu zabeležil smrtne primere ptic. Pozneje je bila odobrena raziskava populacije orlov, ki sta jo izvedla dr. Hunt in Univerza v Kaliforniji (Hunt, 2000).

Možna rešitev za zmanjšano smrtnost je sprememba oblike turbin. Morrison (2000) meni, da je tveganje treba kvantificirati. Analiza tveganja bi prispevala k ugotovitvi, ali bi sprememba turbin vplivala na zmanjšano smrtnost. Za raziskavo sta bili uporabljeni dve metodi zbiranja podatkov. Prva naloga je bila opredeliti vedenje ptic, druga pa poiskati žrtve. V vzorec je bilo zajetih 15 odstotkov vseh turbin različnih tipov. Vsaj enkrat

mesečno so iskali trupla ptic, zabeležili pa so vse smrtne žrtve po vrstah ter poskušali določiti vzrok in čas smrti. Prav tako so opisali najdeno okostje ter določili tip poškodbe in oddaljenost od turbine. Zabeležili so 35 vrst in 2186 osebkov. Najpogostejše so zabeležili vrste *Buteo jamaicensis*, *Corvus corax*, *Cathartes aura*, *Aquila chrysaetos* in *Larus californicus*. Ptice so pogostejše letele kot sedele, in to 77 odstotkov vsega opazovanega časa. Najpogostejše, v 44 odstotkih primerov, so posedale na turbinah, v 43 odstotkih primerov pa na električnih vodih, električnih in vetrovnih stolpih ter v 13 odstotkih primerov na tleh ali skalah.

Zabeležili so 95 smrtnih primerov ptic in en primer sesalca (od 4. aprila 1998 do 28. februarja 1999). Dvanajst izmed teh je bilo velikih roparic, ki so poginile pred začetkom raziskave. Drugače so roparice predstavljale 52 odstotkov ($n = 49$) vseh žrtev, najpogostejše vrste *Buteo jamaicensis* – 20 odstotkov ($n = 19$), *Aquila chrysaetos* pa sedem odstotkov ($n = 4$). Med žrtvami jih je bilo 57 odstotkov ($n = 54$) okoli cevastih turbin, od teh pa je bilo 54 odstotkov ptic roparic ($n = 29$).

Iz različnih virov informacij sledijo naslednji zaključki:

- Na območju elektrarne Altamont Pass je veliko roparic. Hunt je ugotovil, da je največja koncentracija gnezdečih orlov na svetu ravno na tem območju.
- Najbolj ogrožena vrsta ptic na območju Altamont Pass so roparice. Orloffova je ugotovila, da smrtnost pri najobičajnejših petih vrstah roparic ni povezana z bogastvom teh vrst. Ugotovila je, da je bila smrtnost vrst *Falco sparverius*, *Aquila chrysaetos* in *Buteo jamaicensis* večja, kot bi lahko predvidevala iz njihovega števila populacije. Ravno nasprotno je bilo pri vrstah *Corvus corax* in *Cathartes aura*.
- Na območju elektrarne je zelo veliko plena. Hunt in Orloffova sta oba zabeležila veliko kalifornijskih veveric in predvidevala, da je plenjenje teh lahko vzrok kolizij. Hunt je opazoval vedenje pri plenjenju in ugotovil, da orel pogosto leti meter nad tlemi in se redkeje spusti po plen z višine.
- Kenetech (Kenetech, model 56-100) je tip turbine, ki je najbolj povezan s smrtnostjo roparic na območju elektrarne Altamont Pass, kar je pokazala študija iz let 1992 in 1996. Kljub vsem podatkom so strokovnjaki po devetletnem raziskovanju ugotovili, da so trki s turbinami redki. V smrtne primere je bilo vpletenih le 459 izmed več kot 3400 turbin Kenetech (13 %).
- Horizontalno mrežaste turbine so idealne za posedanje. Orloffova in Hunt sta opazila, da ptice na teh turbinah največ posedajo, in sicer najpogostejše v obdobju mirovanja, redkeje pa med obratovanjem turbine. Howell je ugotovil, da ptice zapustijo turbino, preden se začnejo krila vrteti.
- Namestitev turbin v nizu in povezava s topografijo sta pri smrtnosti roparic pomembna dejavnika. Orloffova je opazila, da je na koncu niza smrtnost večja. Ugotovljeno je bilo tudi, da je 60 odstotkov žrtev na območjih sredine niza turbin in na koncu slemen.

- Izogibanje turbinam je normalen odziv ptic, tudi roparic, na območju elektrarne Altamont Pass. Po raziskavah vedenja orlov in golobov je bilo ugotovljeno, da se ptice turbin v obratovanju izogibajo.
- Skupna stopnja smrtnosti vseh vrst ptic se sicer med študijami razlikuje, vendar pa je v vseh izračunih glede na izračunano skupno stopnjo smrtnosti, ki znaša 177 ptice na turbino letno, zelo nizka.

Cilj raziskovanja je zmanjšati smrtnost, in sicer na naslednje načine:

- Sedenje oziroma počivanje na stolpih je usodno, zato je treba zmanjšati uporabo modela turbin Kenetech, še posebej horizontalno mrežastega tipa 60' in drugih turbin, na katerih je mogoče posedanje ptic.
- Pomemben dejavnik trka je dostop plena, zato je pomembno ugotoviti povezavo med prisotnostjo veveric in upadom roparic.
- Smrtnost roparic je bila povezana tudi s specifično topografijo, zato je pri razmeščanju novih turbin v prostoru nujna natančna proučitev.

TEHACHAPI IN SAN GORGONIO

Zaradi velike smrtnosti na območju elektrarne Altamont Pass so se začele izvajati raziskave o tej temi tudi v drugih vetrnih elektrarnah (Howel in Noone, 1992; Orloff in Flannery, 1996; Hunt, 1994; Luke in Watts, 1994; Howell, 1995a; Marti, 1995). Nekatere študije so poročale tudi o smrtnosti pevcev (Orloff in Flannery, 1996; Higgins s sod., 1996; Winkelman, 1995), vodnih ptic (Winkelman, 1995) in netopirjev (Higgins s sod., 1996).

Tehachapi Pass je lociran v južnem osrednjem delu Kalifornije na višini 1000–1600 metrov, kjer je med izvajanjem študije obratovalo okoli 5000 turbin. Območje je reliefno in botanično pestro, saj so tam pašniki, gozd, brinje (*Juniperus californicus*), drevesa (*Yucca brevifolia*), vrbovina (*Salix* sp.) in hrast (*Quercus* sp.), vzhodni del pa je bolj puščavski in porasel z grmičevjem. Na območju je več kot dvesto vrst ptic. Veliko je ptic selivk, ki se selijo v smeri od severa proti jugu.

San Gorgonio je lociran nižje, na višini 180–850 metrov nadmorske višine, na severu in jugu pa je obdan z gorami. Puščavska vegetacija vsebuje grmičevje kreozot (*Ambrosia dumosa*), (*Encelia farinosa*), (*Lepidospartum squamatum*). V obratovanju je okoli 3750 turbin, ki za Kalifornijo proizvedejo okoli 25 odstotkov energije.

Cilj študije je bil ugotoviti vpliv vetrnih turbin na ptice. Anderson in sodelavci (2000) so ugotavljali, ali se pojavljajo razlike med vrstami glede na fizikalne ali okoljske parametre. Proučevali so različne tipe turbin, različne lokacije turbin, višine in obratovalni čas turbin, topografijo, vegetacijo, vedenje ptic in drugo. V študiji so sodelovali strokovnjaki z različnih področij in tudi iz energetskega podjetja, okoljskih organizacij, regionalnih in državnih agencij, znanstveniki in drugi. Raziskali so številčnost ptic, smrtnost in tveganje. Tveganje so označili kot razmerje med uporabnostjo površine za ptice in smrtnostjo ptic na območju. Ker so opazovali tudi razlike med tipi turbin, so določili uro vrtenja krila turbine tako, da so velikost kril pomnožili s časom obratovanja. Tveganje je bilo podano glede na tip turbine. Po tej formuli se domneva, da je velika turbina s kratkim časom obratovanja primerljiva z majhno turbino z dolgim časom obratovanja, kar je lahko enako ali pa tudi

ne. Pri ugotavljanju smrtnosti so raziskovalci izračunali stopnjo odstranjevanja trupel, saj so trupla lahko odstranili tudi mrhovinarji.

Na območju elektrarne Tehachapi Pass so z okoli 3000 opaženih ptic iz 39 vrst našli 95 žrtev iz 26 vrst in eno vrsto netopirja. Nobena žrtev ni bila najdena leta 1991 pri pregledu 156 turbin. Na območju elektrarne San Gorgonio so z okoli 9000 opaženih ptic iz 75 različnih vrst našli 40 žrtev iz 14 vrst ptic in eno vrsto netopirja, od tega je bilo 31 ptic najdenih ob turbinah, devet pa 400 metrov in več stran od turbine (Anderson s sod., 2000).

Smrtnost je bila večkrat opazovana. Raziskovalci so ocenili, da je bilo na območju elektrarne San Gorgonio letno 6800 žrtev, ocenjeno na osnovi 38 žrtev, najdenih med izvajanjem monitoringa nočnih migracij. McCrary s sodelavci (1983, 1984, cit. po Anderson s sod., 2000) je ocenil, da gre v obdobju migracij skozi dolino Coachella letno 69 milijonov ptic, 32 milijonov spomladi in 37 jeseni. Med 38 žrtvami je bilo 25 vrst ptic, od tega 15 pevcov, devet vodnih ptic in ena roparica. Glede na veliko pevcov, ki se selijo, so avtorji zaključili, da stopnja smrtnosti ni visoka.

Obe elektrarni se razlikujeta glede na višino, vegetacijske tipe, topografijo, klimo, vrste in število ptic ter prav tako glede na njihovo smrtnost. Večja smrtnost je bila ugotovljena na območju elektrarne Tehachapi Pass (*priloga B2*). Na obeh območjih je bilo najdenih manj roparic kot na območju elektrarn Altamont Pass in Solano, vendar je bila tudi metoda raziskovanja drugačna. Na zadnjih dveh območjih so opazovali le v tistem delu leta, ko so roparice v parku najdejavnejše.

Raziskovalci so ugotovili razlike v smrtnosti na območjih z različnima vegetacijo in topografijo. Višja smrtnost je bila v okolici vodnih površin, kar je pokazala tudi metaanaliza vplivov habitatov na stopnjo smrtnosti. Niso pa opazili razlik v tipih turbin. Večja smrtnost je bila ugotovljena na sredini niza turbin, manjša pa na koncu niza.

BUFFALO RIDGE

Dve leti pred gradnjo velike vetrne elektrarne v letu 1998 so raziskovalci izvedli monitoring ptic. Gradnja je potekala v treh fazah (faza I s 73 turbinami in z močjo 25 MW, faza II s 143 turbinami in z močjo 107,25 MW (največja svetovna posamezna elektrarna) in faza III s 138 turbinami in z močjo 103,5 MW, skupaj torej 425 MW). Gradnja se je začela v letu 1994 in končala z zadnjo fazo leta 1999.

Monitoring so izvajali za pevce in druge neroparske vrste kot tudi za zaščitene vrste zaradi velikega števila in prisotnosti nekaterih zaščitene vrste (*Lanius ludovicianus*, *Phalaropus tricolor*) ter za manj pomembne ujede. Analiza je pokazala upad pojavljanja ptic na raziskovanih območjih in smrtnosti zaradi turbin. Raziskovalci so zabeležili 188 vrst ptic, štiri vrste so v državi Minnesota na seznamu zaščitene ali ogrožene vrste (*Falcon peregrinus* (n = 5), *Haliaeetus leucocephalus* (n = 23), *Phalaropus tricolor* (n = 2) in *Lanius ludovicianus* (n = 4)). Vse so zabeležili v obdobju spomladanske in jesenske migracije ter so jih označili kot migrante, saj ni bilo sledi gnezdišč. Največja pestrost ptic je bila vidna poleti.

Devetindvajset žrtev je bilo najdenih v opazovanem obdobju, šest izmed teh so povezali s trki turbin, dve z meteorološkimi stolpi in električnimi vodi, drugih pa niso povezali s turbinami. Stopnja smrtnosti v letu 1996 je bila ocenjena na 1,4 ptice na turbino letno, v letu 1997 pa na 1,1 ptice na turbino letno (Kerlinger in Curry, 2000a), kar je pod srednjo vrednostjo stopnje smrtnosti, ugotovljene v metaanalizi.

Med izvajanjem štiriletne raziskave v obdobju 1996–1999 so raziskovalci zabeležili 218 vrst ptic, od tega še dve zaščiteni vrsti poleg vrst v prejšnji raziskavi, in sicer *Podiceps auritus* in *Sterna hirundo*. Največja je bila dejavnost ptic na gozdnih habitatih, nato na mokriščnih habitatih, pašnikih, senožetih in žitnih poljih. Zaradi pestrosti habitatov je težko oceniti njihov morebitni vpliv na stopnjo smrtnosti. Po gradnji je sedem izmed 22 vrst gnezdk na pašnikih kazalo zmanjšano dejavnost v bližini turbin, kar lahko vpliva na zmanjšanje kolizije in kaže na izogibanje. V tej raziskavi so zabeležili 5322 žrtev, od tega 2482 (46,6 odstotka) na območjih brez turbin in druge primere (53,4 %) na območjih z delujočimi turbinami. Petinpetdeset žrtev iz 31 vrst so raziskovalci povezali s kolizijami. Sestava vrst je bila naslednja: 76,4 odstotka je bilo pevcev, 9,1 odstotka plojkokljunov, 5,5 odstotka plovcev, 5,5 odstotka lovnih ptic, 1,8 odstotka roparic in 1,8 odstotka pobrežnikov.

Povprečna učinkovitost iskanja je bila 38,7-odstotna. Na vseh habitatih je bila ocenjena tako: za majhne ptice (vrabca) 29,4-odstotna, za srednje velike (goloba) 39,6-odstotna in za velike (orla) 48,8-odstotna. Stopnja najdenosti za vse vrste skupaj je variirala od 16,7 odstotka na mokriščih do 75 odstotkov v snegu. Na glavnih habitatih je bila 35,8-odstotna na žitnih območjih, 40,9-odstotna na pašnikih, 33,3-odstotna na senožetih. Odstranjevanje, za katero poskrbijo mrhovinarji, je pokazalo najdaljši obstanek velikih ptic, najkrajši čas v snegu in na mokriščih ter najdaljši čas v gozdu. Skupni čas ostanka je trajal 7,01 dneva. Najpogostejši mrhovinarji so bili kojot (*Canis latrans*), lisica (*Vulpes vulpes*), udomačeni pes (*Canis familiaris*), udomačena mačka (*Felis catus*), rakun (*Procyon lotor*), kuna (*Mustela vison*), dihur (*Mephitis mephitis*), jazbec (*Taxidea taxus*), podlasica (*Mustela frenata*) in veverica (*Spermophilus spp.*). V poletnem času so bili vzrok odstranjevanja tudi črvi in hrošči.

Ocena letne stopnje smrtnosti je bila 2,6 ptice na turbino letno (v fazi I 0,98, v fazi II 2,27 in v fazi III 4,45 ptice na turbino letno (Johnson s sod., 2003c). Ugotovljena stopnja smrtnosti je precej visoka, nad srednjo vrednostjo v vseh fazah glede na izračunano skupno srednjo stopnjo smrtnosti v metaanalizi.

FOOTE CREEK RIM

Elektrarna ima 69 turbin za proizvodnjo 41,4 MW energije. Vključuje tudi električne vode, pet meteoroloških stolpov, komunikacijski sistem, transformatorje, pomožno postajo in ceste. Smrtnost so raziskovalci zabeležili v obdobju obratovanja 25 odstotkov vseh turbin v treh letih in pol. Območje projekta se razprostira v dolžini 11,2 kilometra, z najvišjo nadmorsko višino 2435 metrov. Prevladujoča habitata sta travna prerija in žajbljevo grmičevje, kar po oceni vplivov habitatov na stopnjo ne bi smelo vplivati na povečano smrtnost. Vmes sta pas trepetlike in severnoameriškega topola ter agrikulturno območje, kjer je glavna dejavnost živinoreja. Pobočja so strma, vrh pa je raven. Turbine so večinoma visoke 40 metrov s premerom kril 42 metrov, meteorološki stolpi pa so visoki 38 metrov.

Zabeležili so 122 žrtev iz 37 vrst. 83 žrtev so povezali s turbinami, 36 z meteorološkimi stolpi in trem določili neznani vzrok; 92 odstotkov ($n = 112$) je bilo pevcov. Najpogostejša žrtev je bil škrjanec vrste *Eremophila alpestris* ($n = 32$), 52 odstotkov ($n = 64$) pa naj bi bilo migrantov. Učinkovitost iskalca je bila pri majhnih vrstah 59-odstotna, pri srednjih 87-odstotna in pri velikih 92-odstotna. Za vse vrste skupaj je bila ocena učinkovitosti iskanja 80-odstotna. Povprečna dolžina ostanka trupel je bila 29 dni za velike ptice in 13 dni za majhne, kar je podobno kot na območju Vansycle v Oregonu (27 in 23 dni) in veliko več kot na območju Buffalo Ridge v Minnesoti (9 in 5 dni). Najpogostejši mrhovinarji so bile roparice, lisice, kojoti, vrane, insekti in druge živali. Ocena smrtnosti pri upoštevanju učinkovitosti iskalca in odvzema, za katerega poskrbijo mrhovinarji, je bila 103 ptice oziroma 1,5 ptice na turbino letno, kar je pod skupno srednjo izračunano vrednostjo. Za meteorološke stolpe je ocena 40 ptic oziroma 8,09 ptice na stolp letno (Young s sod., 2003a). Povprečna zabeležena razdalja najdenega trupla stran od turbine je bila 37,7 metra.

Med žrtvami ni bilo planinskega orla (*Aquila chrysaetos*), kljub pogostemu pojavljanju na območju, 40 odstotkov vseh je bilo roparic (Young s sod., 2003a). Najvišja smrtnost (60 %) med roparicami je bila pri ameriški postovki (*Falco sparverius*), ki pa predstavlja le pet odstotkov vse dejavnosti ptic na območju. Nobena žrtev ni bila zabeležena med enoletnim izvajanjem študije na območju elektrarne Vansycle, le ena roparica vrste *Buteo jamaicensis* pa je bila najdena med petletnim izvajanjem študije na območju elektrarne Buffalo Ridge. Dejavnost na teh območjih je bila nizka. Podatki kažejo, da je smrtnost roparic tudi na območju elektrarne Foote Creek Rim nizka. Ocena 0,03 roparice na leto je manj kot večina zabeležene smrtnosti v Kaliforniji pri elektrarni Altamont ali Montezuma Hills (priloga B2) (Erickson s sod., 2001). Prav tako je za turbine na območju elektrarne Foote Creek Rim značilno petkrat večje območje vrtenja kril kot za turbine v elektrarni Altamont. Pri oceni na 100 000 m² območja vrtenja kril je ocena za Altamont 9–22 roparic, kar je od tri- do sedemkrat več kot v primeru elektrarne Foote Creek Rim s tremi žrtvami. Povprečna stopnja za elektrarno je 1,5 ptice na turbino letno ali 108 ptic na 100 000 m², kar je manj kot na območju elektrarne Buffalo Ridge z 2,8 ptice na turbino letno ali s 161 pticami na 100 000 m² (Johnson s sod., 2002) in pod izračunano srednjo vrednostjo skupne stopnje smrtnosti ptic. Ocena pa je višja kot v primeru elektrarne Vansycle z 0,63 ptice na turbino letno ali z 38 pticami na 100 000 m² (Erickson s sod., 2001). Raziskovalci niso ugotovili močne povezave med vremenskimi razmerami in žrtvami. Za 58 odstotkov žrtev je možno, da so se pojavile v snegu ali dežju oziroma kombinaciji obojega.

KLONDIKE

Elektrarna ima 16 turbin z obsegom kril od 30 do 100 metrov od tal. Vegetacija je travnata, stepska z listnatim gozdom in grmičevjem, kar po izračunih metaanalize ne bi smelo vplivati na povečano stopnjo smrtnosti. Območje je agrikulturno, s pašništvom in pšeničnimi polji.

Raziskovalci so med izvajanjem enoletne študije zabeležili osem žrtev iz sedmih vrst ptic. Nobene žrtve pa niso našli pri meteorološkem stolpu. Med žrtvami je bilo šest pevcov in dve gosi vrste *Branta canadensis*, med žrtvami pa ni bilo roparic. Ptice so našli na razdalji od enega do 72 metrov stran od turbin, s srednjo vrednostjo 31 metrov. Žrtev niso povezali s slabim vremenom, razen pri goseh, ker je bilo vreme megleno in deževno. Devet izmed 16 turbin je osvetljenih z utripajočo belo lučjo podnevi in rdečo ponoči. Osvetlitve niso

povezali s smrtnostjo. Le ena izmed osmih žrtev je bila najdena pri osvetljeni turbini. Večina ptic je bila nočnih migrantov.

Učinkovitost iskalca za majhne ptice je bila ocenjena na 75 odstotkov, za velike pa 92 odstotkov, skupaj torej 83 odstotkov. Odvzem, za katerega poskrbijo mrhovinarji, je bil ocenjen na 14,2 dneva za majhne in 19,9 dneva za velike ptice. Ocena smrtnosti za eno leto je bila štiri velike ptice (brez roparic) in 19 majhnih ptic, skupaj 23 ptic, kar znaša 0,2 velike ptice in 1,1 majhne ptice, skupaj torej 1,3 ptice na turbino letno (Johnson s sod., 2003a), kar je manj od izračunane skupne srednje stopnje smrtnosti ptic. Podatki kažejo na nizko smrtnost na območju elektrarne Klondike, zajemajo pa migrante in stalne ptice. Le za elektrarno Vansycle je bila zabeležena nižja smrtnost, prav tako na območju žitnih polj.

NINE CANYON

Elektrarna je locirana na agrikulturnem območju v okrožju Benton v Washingtonu. Ima 37 turbin višine okoli 60 metrov, kar zadostuje za proizvodnjo 64 MW. Premer kril je okoli 62 metrov območje vrtenja pa je od 29 do 91 metrov nad tlemi. Turbine so razporejene okoli 150 metrov narazen in imajo cevaste stolpe. Brezžični mrežasti meteorološki stolp je visok okoli 60 metrov in 15 turbin je osvetljenih. V bližini ni mokrišč. Območje leži na nadmorski višini od 1250 do 1950 metrov. Primarna vegetacija so travišča, stepa, obrežni gozd in grmičevje, kar ne bi smelo predstavljati kritičnega habitata. Za območje so značilni agrikultura, pašništvo in pšenična polja. Delež odvzema, za katerega poskrbijo mrhovinarji, je majhen, enajst dni za majhne in 33 dni za velike ptice. Stopnja je podobna tisti, ki je bila ugotovljena pri drugih projektih. Zaradi kultiviranega agrikulturnega zemljišča pa je verjetno nizka tam, kjer je malo robnega habitata, in je površje za predatorje in mrhovinarje omejeno. Stopnja učinkovitosti iskalca je bila 44-odstotna za majhne in 78-odstotna za velike vrste ptic. Raziskovalci so v enem letu izvajanja študije zabeležili 36 žrtev, niso pa določili vzroka. Verjetno vse ptice niso poginile zaradi kolizije s turbinami. Med žrtvami je bilo 47 odstotkov ($n = 17$) škrajancev vrste *Eremophila alpestris*, 14 odstotkov ($n = 5$) fazanov vrste *Phasianus colchicus* in šest odstotkov ($n = 2$) škrajancev vrste *Sturnella neglecta*. Smrtnost so ocenili na 3,59 ptice na turbino letno, kar je 133 ptic na leto za 37 turbin. Med žrtvami sta bili dve roparici, in sicer ameriška postovka (*Falco sparverius*) in močvirska uharica (*Asio flammeus*). Ocena smrtnosti za roparice je bila 0,065 ptice na turbino letno. Raziskovalci med žrtvami niso zabeležili zvezno ali državno zaščitene vrste. Povprečna oddaljenost trupel od turbine je bila 50 metrov. Predvideva se, da so veliko žrtev povzročili promet in predatorji. Smrtnost pri osvetljenih turbinah je bila večja (Erickson s sod., 2003c).

STATELINE

Elektrarna na območju Oregona in Washingtona ima 454 turbin s premeri kril 47 metrov in z območjem vrtenja 1735 m². Višina znaša največ 72 metrov. Turbine obratujejo pri hitrosti vetra od 10 do 90 km/h, s hitrostjo vrtenja 28,5 obrata na minuto. 140 turbin je osvetljenih, vsaka na koncu niza in vsaka četrta v vrsti (s 40 bliski bele svetlobe na minuto čez dan in z 20–40 rdeče ponoči). Nadmorska višina parka je od 274 do 533 metrov. Površine uporabljajo za žitna polja in pašništvo.

Med dveletnim izvajanjem študije so raziskovalci zabeležili 231 žrtev iz 35 vrst pri 144 turbinah. Pri eni turbini so bile največ štiri žrtve. Povprečna razdalja žrtev stran od turbine

je bila 36 metrov, med njimi pa je bilo 38,6 odstotka ($n = 81$) škrjancev vrste *Eremophila alpestris*, 75,2 odstotka žrtev ($n = 158$) je bilo pevcev, od tega 50 odstotkov teritorialnih in 25,2 odstotka migrantov. Nekaj žrtev niso povezali s turbinami, ampak z vozili, s predatorji in z roparicami. Dvajset odstotkov migrantov pevcev je poginilo spomladi in 80 odstotkov jeseni. Raziskovalci so zabeležili 17 žrtev med roparicami, devet med pticami vrste *Buteo jamaicensis* in pet med pticami vrste *Falco sparverius*. Nobena izmed vrst ni na seznamu zvezno ali državno zaščitene vrste. Natančnost iskalcev je bila ocenjena na 78 odstotkov za srednje in velike ter 42 odstotkov za majhne ptice. Odstranitev, za katero poskrbijo mrhovinarji, je bila ocenjena na 35,7 dneva za velike in 16,7 dneva za majhne ptice.

Raziskovalci so smrtnost ocenili na 1,93 ptice na turbino letno, kar je precej visoka stopnja (nad izračunano skupno srednjo vrednostjo smrtnosti), čeprav območje ne predstavlja kritičnega habitata. Niso pa zabeležili statističnih razlik med osvetljenimi in neosvetljenimi turbinami, podobno tudi ne na območju elektrarne Nine Canyon (Erickson s sod., 2003a). Opazili so 5125 ptic, od tega 81 odstotkov vrst *Eremophila alpestris*, *Sturnella neglecta*, *Branta canadensis* in *Corvus corax*. Največja je bila dejavnost pevcev (86 %). Roparice so predstavljale manj kot pet odstotkov. Gnezdenje občutljivih roparskih vrst je bilo po gradnji nekoliko večje. Raziskovalci so zabeležili tudi 13 žrtev med roparicami, kar je bilo ocenjeno na 0,06 roparice na turbino letno.

TOP OF IOWA

Na okoljsko občutljivem območju osrednje Iowe so raziskovalci proučevali smrtnost na območju elektrarne z 89 turbinami, ki je na območju med tremi elektrarnami z velikim bogastvom ptic. Pred postavitvijo je območje preletavalo veliko migratornih in stalnih vrst vodnih ptic, roparic, pevcev, pobrežnikov in drugih ptic. Smrtnost so zabeležili v letu 2003, dve leti po začetku obratovanja. Zabeležili so dve žrtvi iz vrst *Tachycineta bicolor* in *Vireo flavifrons*. Učinkovitost iskalca je bila ocenjena na 77 odstotkov. Višina turbin je 71,6 metra. Območje je kombinacija travniških in gozdnih habitatov ter mokrišč, kar bi lahko predstavljalo kritičen habitat. Smrtnost je bila ocenjena na 10,8 ptice na turbino letno (Koford s sod., 2004), kar je ena izmed najvišjih stopenj.

VANSYCLE

Elektrarna ima 38 turbin v dveh vrstah z močjo 24,9 MW. Med izvajanjem študije so raziskovalci našli enajst žrtev ptic iz šestih vrst. Učinkovitost iskalca je bila 50-odstotna pri majhnih in 87,5-odstotna pri velikih vrstah ptic. Odstranitev, za katero so poskrbeli mrhovinarji, je trajala 25 dni. Ocena smrtnosti je bila 24 ptic oziroma 0,63 ptice na turbino letno. Med žrtvami so bili večinoma pevci (58 %) in nočni migranti, med njimi pa ni bilo nobene roparice. Zbrani podatki kažejo na nizko smrtnost zaradi te elektrarne. Večina elektrarne je na območju pšeničnih polj in nekaj travnih površin, ki ne predstavljajo kritičnega habitata. Povprečna razdalja najdenih žrtev od turbine je bila 37 metrov (Erickson s sod., 2000b).

MAUNTAINNEER

Elektrarna leži v Zahodni Virginiji in ima 44 1,5-megavatnih turbin. Med sedemmesečnim izvajanjem študije je bilo zabeleženih 69 žrtev iz 24 vrst z 71 odstotki nočnih migrantov in s petimi odstotki roparic (Kerns in Kerlinger, 2004).

V veliko študijah, sicer krajših, pri sodobnih turbinah raziskovalci niso zabeležilo žrtev, in sicer v šest mesecev trajajoči študiji pri osmih turbinah v Pennsylvaniji, v štiri mesece trajajoči študiji enajstih turbin pri Searsburgu v Vermontu, v devet mesecev trajajoči študiji pri treh turbinah pri Algoni v Iowi in pri dveh turbinah v Kansasu (Curry in Kerlinger, 2006).

SEVEROVZHOD ZDA

Zelo malo študij je bilo izvedenih v vzhodnem predelu ZDA ali na vzhodu Kanade. Vzrok je malo delujočih turbin. Prav tako so delujoče elektrarne majhne in vsebujejo le nekaj turbin, ne pa več sto ali več tisoč turbin kot na zahodu ZDA v Kaliforniji ali drugih državah. Smrtnost ptic na zahodu ZDA je bila pogosto predmet proučevanja, še posebej po rezultatih na območju vetrne elektrarne Altamont Pass.

Jacobs (1994, cit. po Erickson s sod., 2001) je opravil primerjavo med vzhodom in zahodom in ugotovil, da so elektrarne na vzhodu zelo majhne. Medtem ko v Kaliforniji ocenjujejo smrtnost pri 7000 turbinah samo pri eni vetrni elektrarni, je na vzhodu največja vetrna elektrarna z devetimi turbinami. Pet elektrarn ima skupaj 22 vetrnih turbin. Ugotavljal je smrtnost ob vetrni elektrarni v Massachusettsu, kjer je bilo veliko težav zaradi strmih hribov in gostega grmičevja. Zabeleženih ni bilo nič žrtev, kljub kritičnemu reliefu in čeprav je to eno od boljših območij za opazovanje sokolov na severovzhodu ZDA, kjer letno zabeležijo 5000 in več migrirajočih roparic v jesenski sezoni. Jacobs je ob primerjavi ugotovil, da je večina elektrarn na vzhodu postavljena visoko na hribi in na vrhu slemen, ki so gozdnata, medtem ko so zahodne elektrarne večinoma v dolinah, prelazih, po navadi brez dreves. Dve elektrarni na vzhodu sta na otoku ob obali, kjer ni gozda.

Študije so pokazale, da smrtnost variira glede na območja, in sicer od ene do 7,5 ptice na turbino letno. Zadnja stopnja je bila dosežena na območju Buffalo Ridge s tremi turbinami z okoli 60 metri višine. Meteorološki stolp, zgrajen za potrebe vetrne energije, je povzročil še višjo stopnjo smrtnosti, in sicer 8,1 ptice letno. Na območju elektrarne Foote Creek Rim v Wyomingu je bila povprečna smrtnost zaradi meteorološkega stolpa trikrat višja kot zaradi turbin. Na območju Mountaineer Wind Energy Project v Zahodni Virginiji, s 44 turbinami, je bila ocena smrtnosti za leto 2003 4,8 ptice na turbino letno. Poginilo je okoli 211 ptic iz 24 vrst. Stateline v Oregonu in Washingtonu je eden izmed projektov največjih elektrarn po svetu in pridobi 300 MW energije. V prvi fazi, s 399 turbinami, je bila ocena smrtnosti 1,7 ptice na turbino letno (v 43 % primerov pri travniški ptici pevki) (ABC policy, 2006), kar je srednja stopnja izračunane smrtnosti ptic.

Smrtnost pri novih turbinah je v primerjavi z elektrarno Altamont nizka. Turbine so večje, s premerom več kot 40 metrov, z manj kot 30 obrati na minuto (Erickson s sod., 2001). Smrtnost roparic so ocenili na od 0 do 0,04 žrtve na turbino letno. Ocena 0,036 žrtve roparic, kot je najvišja ocena za Foote Creek Rim, je enaka trem žrtvam na 100 000 m² območja vrtenja. Ta ocena je od tri- do sedemkrat manjša od ocene za elektrarno Altamont (9–22 žrtev na 100 000 m² območja vrtenja kril).

Le v enem primeru je znano, da je roparica posedala na novi turbini, kar je pokazala študija, izvedena za elektrarno Foote Creek Rim (Johnson s sod., 2000) ter območja

Buffalo Ridge (Johnson s sod., 2000), Vansycle (Erickson s sod., 2000b) Stateline (Erickson s sod., 2003a). Ohišje generatorja na vrhu stolpa je pri sodobnih turbinah popolnoma zaprto. Raziskovalci so opazili, da vrsta *Falco sparverius* gnezdi v ohišju starih turbin in da je bila smrtnost velika (Howell, 1995a).

Najpogostejše žrtve zaradi ameriških elektrarn so roparice vrst *Aquila chrysaetos*, *Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius*, *Tyto alba*, *Athene cunicularia*, domači golobi *Columbia livia* in pevci vrst *Eremophila alpestris*, *Sturnella neglecta*, *Sturnus vulgaris* in *Regulus satrapa*.

SMRTNOST PTIC ZARADI ELEKTRARN V AVSTRALIJI

V Avstraliji je bil izveden monitoring šestih vetrnih turbin med vrhuncem migracije zaščitene vrste *Neophema chrysogaster*. V obdobju brez migracije so raziskovalci opazovali le dvakrat tedensko. Število kolizij ptic so ocenili na 1,89 ptice na turbino letno. Žrtve so bile tri vrste ptic: *Alauda arvensis*, *Pelecanoides urinatrix* in *Puffinus tenurostris*. Skupaj so zabeležili enajst žrtev v enem letu, od enajstih ptic pa jih je bilo šest morskih. Število kolizij za morske ptice na leto je bilo ocenjeno na 1,2 ptice na turbino. V kolizijah je bila vključena tudi vrsta s seznama zaščiteneh migratornih vrst, to je *Puffinus tenurostris*. Žrtvi sta bili dve, in ocenjen je bil majhen vpliv na populacijo (Hydro Tasmania, 2004).

V zvezni državi Viktorija so rezultati monitoringov treh obratujočih vetrnih elektrarn (Codrington, Toora in Chalicum Hills) pokazali, da nobena redka ali ogrožena vrsta ni bila žrtev kolizij. Na območju elektrarne Codrington (s 14 turbinami) so raziskovalci zabeležili tri žrtve: škrljanca, cipo in avstralsko srako. Po naključju so odkrili še sokola. Skupna ocena smrtnosti je bila 18–38 ptic na leto, kar je od 1,2 do 2,7 ptice na turbino letno. Opazili so, da se vodne ptice izogibajo. Študijo so izvedli tudi na območju predvidene elektrarne Yambuk, kjer so predvideli smrtnost na 35–38 ptic na leto oziroma od 1,75 do 1,9 ptice na turbino letno. Na območju elektrarne Toora (z 12 turbinami) niso našli žrtev. Število vrst pred gradnjo in po njej je bilo podobno (Environment Victoria, 2003).

SMRTNOST PTIC ZARADI ELEKTRARN V EVROPI

Evropske elektrarne so veliko manjše od ameriških, ugotovljena smrtnost pa je višja. Vetrne elektrarne v Evropi redko vsebujejo več kot 25 turbin in so pogosto v bližinah obale, kar lahko predstavlja kritičen habitat. V evropskih študijah so raziskovalci proučevali smrtnost ter motnje in izgubo habitata (Crockford, 1992; Winkelman, 1995). Nekatere študije opozarjajo na motenje vedenja ptic. Težko je primerjati študije, izvedene v Evropi, z ameriškimi, saj je bila večina izvedena za območja ob obali, elektrarne pa imajo tudi manj turbin. Zaradi podobnosti v topografiji in velikosti elektrarn je tako smiselna primerjava z območji vzhodne obale Severne Amerike.

Ecotecnia iz Barcelone je španski proizvajalec vetrne energije. Strokovnjaki so izvajali številne raziskave glede vpliva turbin na ptice in nekatere sesalce. Vse študije so bile izvedene že med obratovanjem vetrnih elektrarn, zato primerjav pred gradnjo in po njej ni.

V Španiji je bila ugotovljena visoka smrtnost jastreba – letno več sto žrtev. Stalež v Španiji naj bi bil okoli 8100 gnezdečih parov, kar predstavlja večino staleža v Evropi (9300–11 000 gnezdečih parov) (Hötter s sod., 2005).

Območje Tarife v Španiji je znano kot glavni migracijski koridor. Veliko ptic, ki migrirajo iz Evrope, leti čez to območje v Afriko, kjer prezimijo. To vključuje mnoge vrste velikih lebdečih ptic, kot so *Circaetus galicus*, *Milvus migrans*, *Neophron percnopterus* in *Ciconia ciconia*. Na območju Tarife je tudi velika gostota gnezdečih in prezimevajočih roparic, kot so *Gyps fulvus*, *Hieraetus fasciatus* in *Falco Tinnunculus*.

Janss (2000) ugotavlja, da so ptice na območju elektrarne in tudi na območjih brez turbin večkrat spremenile smer. Med 14-mesečnim izvajanjem študije so raziskovalci na območju vetrne elektrarne našli le dve žrtvi, in sicer iz vrst *Gyps fulvus* in *Circaetus galicus*.

Težko je govoriti o vplivu elektrarne na ptice, čeprav so očitne razlike med elektrarno in drugimi območji raziskovanja, ker ni poročila o vedenju pred postavitvijo elektrarne. Gradnja je vplivala na sestavo habitatov, kar je lahko vplivalo tudi na sestavo populacije ptic. Opazovanje letanja je očitno pokazalo, da se ptice turbinam izogibajo. Stalne ptice so tudi bolj izpostavljene možnosti kolizij kot selivke, saj letijo nižje in se na območju zadržujejo dalj časa.

Raziskovalci so smrtnost ocenili kot nizko (0,03 ptice na turbino letno), pri oceni, da območje elektrarne letno prečka okoli 45 000 jastrebov in 2500 ptic vrste *Circaetus galicus*. V sezoni pred to raziskavo so bili kot žrtve kolizij v tej vetrni elektrarni najdeni štirje primeri vrste *Gyps fulvus* in ena velika uharica. Veliko višja stopnja je bila ocenjena za obalna območja na Nizozemskem (Winkelman, 1995).

V elektrarni Blyth Harbour na severovzhodnu Anglije je bilo v letu 1992 zgrajenih devet 300 kW turbin. Obala in pristanišče sta pomembni območji za vodne vrste, mednarodno pomembne populacije *Calidris maritima*, *C. canutus*, *Somateria mollissima*, veliko je bilo ptic vrste *Phalacrocorax carbo* in drugih nemorskih vrst. V primerjavi z drugimi obalnimi območji Velike Britanije je to območje bogato z vrstami ptic.

Raziskovalci so ugotavljali tudi vpliv vetrnih elektrarn na ptice pred gradnjo in po njej. Ocena smrtnosti je bila težavna, saj so turbine z dveh strani obdane z morjem. Lowther (2000) je zabeležil 20 trupel na območju enega kilometra obale. Na podlagi na obalo naplavljenih trupel so izračunali tudi vpliv plime in valovanja. Dodatni problem je bil, da so ptice po trku lahko padle v morje in se potopile. V zaključkih so ugotovili, da je bilo kljub velikim populacijam ptic na območju pristanišča v obdobju obratovanja turbin razmeroma malo kolizij (34). Kormorani (*Phalacrocorax carbo*) naj ne bi bili v nevarnosti, ugotovljeno pa je bilo, da se turbinam izogibajo. Občutljivejša vrsta so gage (*Somateria mollissima*), saj je bilo v dveh letih in pol obratovanja turbin najdenih dvanajst trupel. Strokovnjaki predvidevajo, da se prezimevajoče ptice na turbine navadijo. Stopnja kolizij upada in je bila 0 v letih 1996 in 1997, porast je bil opazen le pri lokalni populaciji gage (*Somateria mollissima*). Nobenega vpliva ni bilo mogoče zaznati pri morskem prodniku (*Calidris maritima*), vrsti, ki je pokazala tudi visoko stopnjo tolerance na motnje že med gradnjo. Nekaj kolizij je bilo pri vrsti galebov, vendar ne veliko. Med izvajanjem zadnjih

študij je bilo ugotovljeno, da je nevarnost za stalne galebe največja takrat, kadar ropajo hrano neteritorialnim galebom (Lowther, 2000).

Still s sodelavci (1996) je v dveh letih in pol izvajanja študije zabeležil 31 žrtev iz štirih vrst, kar je enako 1,34 ptice na turbino letno in je pod izračunano srednjo vrednostjo. Kormorane so ocenili z nizkim tveganjem, tudi v slabem vremenu. Večja od pričakovane pa je bila ocenjena stopnja tveganja za gage, saj imajo veliko telesno maso. Od 66 zabeleženih žrtev naj bi jih 12 odstotkov umrlo zaradi kolizij, 20 odstotkov zaradi stradanja, 15 odstotkov zaradi ribarjenja, 14 odstotkov zaradi stikov z oljem in 26 odstotkov zaradi predatorstva (Still s sod., 1996, cit. po Langston in Pullan, 2002).

V vzhodnem delu Avstrije, na območju Panonske nižine, so proučevanja potekala med letoma 2003 in 2004, in sicer v treh elektrarnah: Prallenkirchen, Obersdorf in Steinberg. Te elektrarne so reprezentativne za velik del omenjene regije, zanje pa je značilna povprečna ali močnejša dejavnost ptic.

Uspešnost iskalca v treh elektrarnah je bila 73-odstotna (0,73). Odvzem, za katerega poskrbijo mrhovinarji, so raziskovalci ocenili na 0. Skupna smrtnost pevcov je bila 13, roparic pa 0. Ocenjena smrtnost je bila 2,6 ptice in 2,8 netopirja na turbino letno. Stopnja kolizij je bila v povprečju 7,06 ptice in 5,33 netopirja na elektrarno letno (Traxler s sod., 2004).

Stanje v Evropi je naslednje:

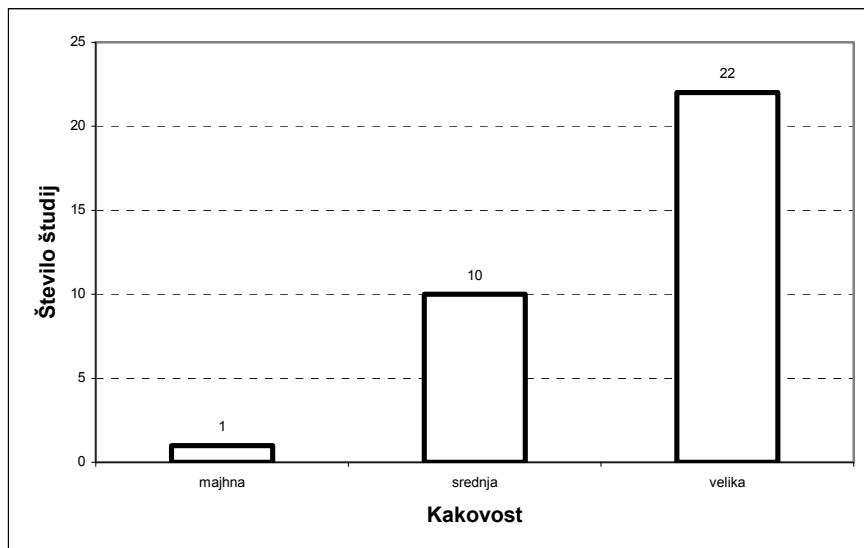
- v večini elektrarn ni problemov zaradi kolizij (Percival, 2000);
- stopnja kolizij je nizka, povišana je tam, kjer je frekvenca letenja velika, kritičen pa je tudi habitat mokrišč ali hribovja;
- nizka stopnja kolizij pri roparicah je izjema tam, kjer je veliko roparic in hkrati veliko turbin.

4.2.2 Monitoringi in smrtnost po vrstah ptic

Med roparicami (lunji, kragulji, kanjami, jastrebi, orli, sokoli, postovkami in podobnimi vrstami) največjo skrb vzbuja smrtnost roparic, zaradi zgodnjih opazovanj smrtnosti planinskega orla vrste *Buteo jamaicensis* in ameriške postovke (*Falco sparverius*), na območju elektrarn Altamont Pass in Tehachapi (Erickson s sod., 2001). V študijah so bile te vrste proučevane zaradi razmeroma visoke smrtnosti na območju nekaterih projektov, ker so ljudem priljubljene vrste, ker so nekatere populacije vrst majhne, ker se počasi razmnožujejo in ker pogosto letijo na višinah vrtenja kril turbin (Kingsley in Whittam, 2003). Med drugimi poškodovanimi vrstami so bile še *Buteo regalis*, *Circus cyaneus*, *Falco mexicanus*, *Asio otus*, *Asio flammeus*, *Elanus leucurus*, *Buteo swainsoni*, *Cathartes aura*, *Tyto alba*, *Athene cunicularia*, *Otus Flammeolus* in *Bubo virginianus* (Erickson s sod., 2001).

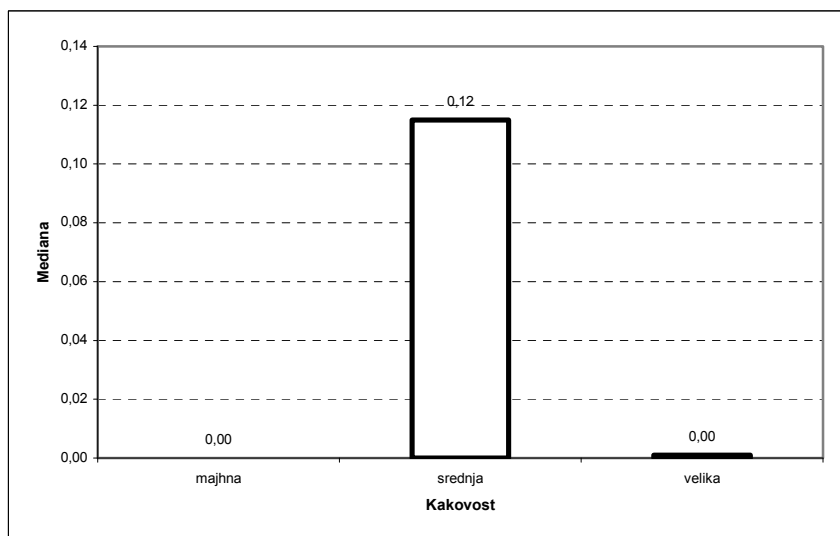
Smrtni primeri ptic roparic so poseben problem, zaradi njihove maloštevilnosti in zavarovanega statusa. Razen na območju Altamont Passa je število smrtnih primerov majhno. Prizadetost vrste je odvisna od prisotnosti vrste na območju projekta in velikosti populacije. V nobeni dozrajšnji študiji pa ni bil ugotovljen vpliv na populacijo na

območjih projektov vetrnih elektrarn. Našteli smo 33 študij, med katerimi je smrtnost roparic zabeležena le v študijah srednje kakovosti in znaša 0,12 roparice na turbino letno.



Slika 13. Kakovost študij in stopnja smrtnosti roparic.

Figure 13. Quality of studies and raptor mortality rate.



Slika 14. Mediana stopnje smrtnosti roparic glede na kakovost študij.

Figure 14. Median of raptor mortality rate according to the quality of studies.

Preglednica 33. Stopnja smrtnosti roparic glede na kakovost študij.

Table 33. Raptor mortality rate according to the quality of studies.

Kakovost študije	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
Nizka	0	0	1	
Srednja	1,052	0,12	10	2,57645
Visoka	0,0545	0	22	0,1077
Skupaj	0,3551	0,01	33	1,44652

Z neparametričnim Kruskal-Wallisovim preizkusom preverimo razlike v smrtnosti roparic glede na kakovost študije. Vrednost statistike hi-kvadrat znaša 4,34 pri manj kot petodstotnem tveganju, razlike pa lahko statistično potrdimo.

Preglednica 34. Statistika hi-kvadrat za smrtnost roparic glede na kakovost študij.

Table 34. Hi-square statistics for raptor mortality rate according to the quality of studies.

	Smrtnost roparic
Hi-kvadrat	4,34
Število prostostnih stopenj	1
p	0,04

Pri upoštevanju vseh študij glede na kakovost znaša skupna srednja stopnja smrtnosti roparic 0,01 roparice na turbino letno, določena aritmetična sredina pa je 0,28 roparice na turbino letno.

Preglednica 35. Skupna srednja stopnja smrtnosti roparic v vetrnih elektrarnah.

Table 35. Total mean rate of raptor mortality in wind farms.

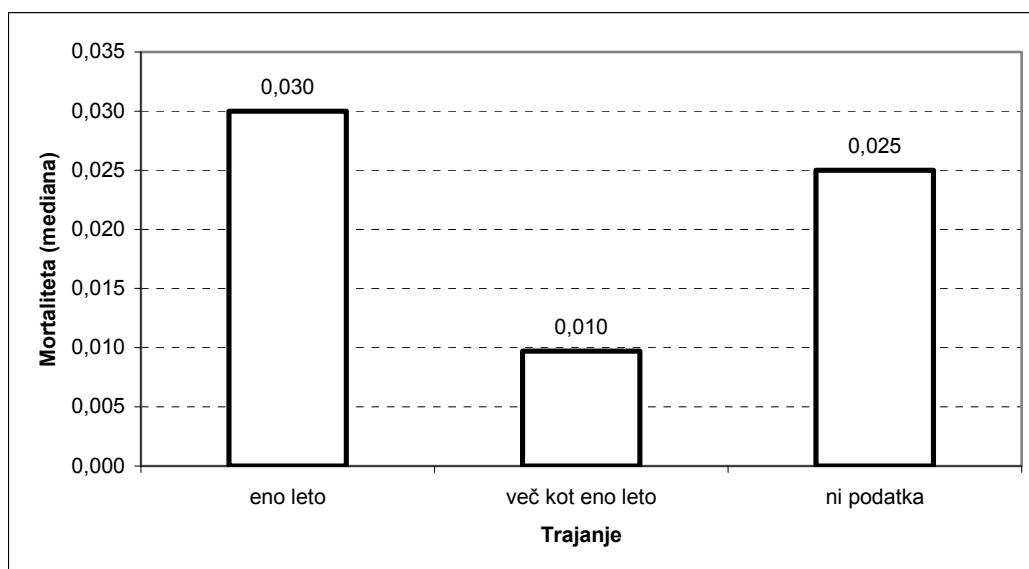
		Smrtnost roparic
n	veljavne vrednosti	40
	manjkajoče vrednosti	28
Aritmetična sredina		0,2832
Mediana		0,01
Najmanj		0
Največ		8,33

Za 23 študij je na voljo podatek o trajanju. Največja smrtnost roparic je zabeležena v študijah, ki so trajale eno leto, to je 0,03. V študijah, ki so trajale daljše obdobje, je navedena smrtnost 0,01, v študijah, za katere ni podatka o dolžini trajanja, pa 0,025 roparice na turbino letno.

Preglednica 36. Stopnja smrtnosti roparic glede na trajanje raziskave.

Table 36. Raptor mortality rate according to research duration.

Trajanje	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
Eno leto	0,4586	0,030	22	1,67715
Več kot eno leto	0,0359	0,010	12	0,07792
Ni podatka.	0,1025	0,025	5	0,16598
Skupaj	0,2832	0,01	40	1,26433



Slika 15. Stopnja smrtnosti roparic glede na trajanje raziskave.

Figure 15. Raptor mortality rate according to research duration.

Z neparametričnim Mann-Whitneyjevim testom preverimo, ali se smrtnost roparic glede na dolžino trajanja študije razlikuje. Vrednost z-statistike znaša $-0,091$, tveganje, da bi potrdili razlike, pa je več kot desetodstotno. Smrtnost roparic se glede na trajanje študije ne spreminja.

Preglednica 37. Mann-Whitneyjev test smrtnosti roparic glede na trajanje raziskave.

Table 37. Mann-Whitney's test of raptor mortality according to research duration.

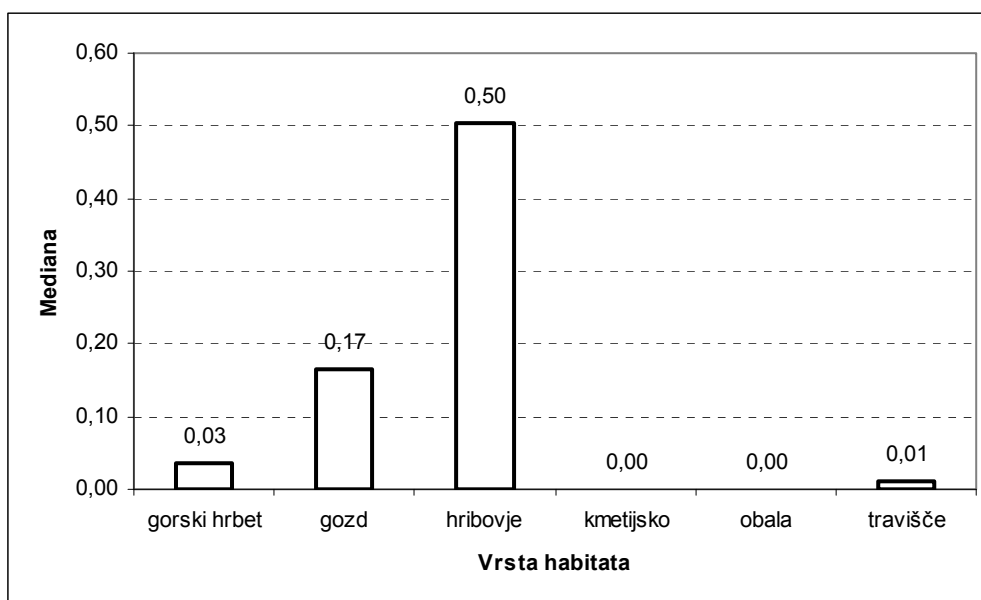
Testna statistika	
	smrtnost ptic
Mann-Whitneyjeva u-statistika	122,5
Wilcoxonova w-statistika	177,5
Z-statistika	$-0,091$
p	0,927
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,928(a)
a Not corrected for ties.	
b Grouping Variable: trajanje	

Za 38 študij je znan podatek o smrtnosti roparic in habitatu oziroma reliefu elektrarne. Največja stopnja smrtnosti je v hribovju, to je 0,5 roparice na turbino letno, v gozdu znaša 0,17, na gorskem hrbtu 0,03, na travišču pa 0,1 roparice na turbino letno. V drugih habitatih ni bil zabeležen noben primer pogina ptic.

Preglednica 38. Stopnja smrtnosti roparic glede na vrsto habitata ali reliefa.

Table 38. Raptor mortality rate according to habitat/relief type.

Habitat	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
Gorski hrbet	0,1102	0,03	9	0,14256
Gozd	0,165	0,17	3	0,20709
Hribovje	1,74	0,50	5	3,27623
Kmetijsko	0,0119	0	14	0,01964
Obala	0	0	1	0
Travišče	0,0233	0,01	6	0,02965
Skupaj	0,2933	0,01	38	1,28612



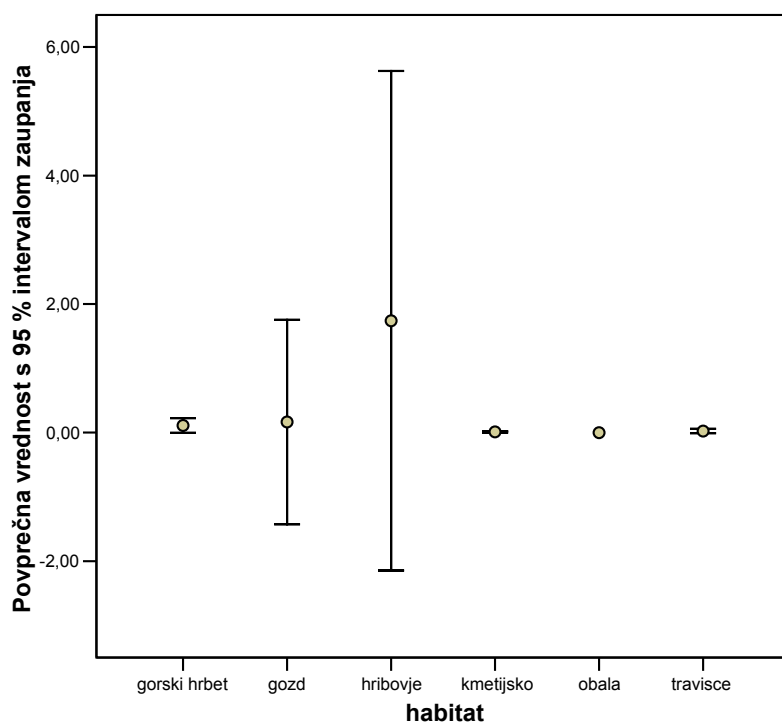
Slika 16. Stopnja smrtnosti roparic glede na vrsto habitata ali reliefa.

Figure 16. Raptor mortality rate according to habitat/relief type.

Z neparametričnim Kruskal-Wallisovim preizkusom preverimo, ali se smrtnost roparic glede na vrsto habitata statistično značilno razlikuje. Vrednost statistike hi-kvadrat znaša 10 pri 5,6-odstotnem tveganju, razlike torej lahko potrdimo z nekoliko večjim tveganjem.

Preglednica 39. Statistika hi-kvadrat za smrtnost roparic glede na vrsto habitata ali reliefa
 Table 39. Hi-square statistics for raptor mortality rate according to habitat/relief type

	Smrtnost roparic
Hi-kvadrat	10,78
Število prostostnih stopenj	5
p	0,056
a Kruskal Wallis Test	
b Grouping Variable: habitat	



Slika 17. Povprečna vrednost stopnje smrtnosti roparic glede na vrsto habitata ali reliefa.
 Figure 17. Average value of raptor mortality rate according to habitat/relief type.

Ameriška postovka (*Falco sparverius*) je najpogostejše opažena vrsta roparic na večini območij vetrnih elektrarn, zato je tudi najbolj izpostavljena kolizijam (na območjih elektrarn Altamont Pass in Tehachapi Pass v Kaliforniji, Stateline v Oregonu, Foote Rim Creek v Wyomingu in Buffalo Ridge v Minnesoti). Nobena smrtna žrtev te vrste ni bila opažena na območjih drugih novih vetrnih elektrarn.

Dejavniki, ki so prispevali k veliki smrtnosti ptic roparic v Kaliforniji, so nenavadno velika gostota, topografija in verjetno tudi stara tehnologija turbin (Kingsley in Whittam, 2003). Običajno so se te vrste sposobne umakniti turbinam (Young s sod., 2003b). Zelo malo ali nič informacij je povezanih s tem, kako se na turbine odzovejo vrste sove. Običajno letijo na višini turbin ali nižje, zato so izpostavljene kolizijam. Število smrtnih primerov sov se

glede na območja razlikuje in variira od 0 do 15 odstotkov vse smrtnosti ptic (Kingsley in Whittam, 2005).

Kadar so turbine nameščene na območja, kjer se roparice zadržujejo večino svojega časa, se možnost kolizij poveča (Hoover, 2002). Vseeno pa relativna gostota ne vpliva na relativno frekvenco smrtnosti glede na vrsto (Thelander in Rugge, 2000a). Nekatere vrste so za kolizije dovzetnejše, ker se je v pokonstruktorskem času povečala gostota plena.

Opaženih je bilo tudi nekaj žrtev v obdobju gnezdenja, ki pa jih je bilo malo (Johnson s sod., 2003a). Od 841 smrtnih primerov, zabeleženih v kalifornijskih študijah, je bilo 42 odstotkov ujed in 11 odstotkov sov. V 192 poročilih zunaj Kalifornije pa je omenjenih 2,7 odstotka smrtnih primerov ujed in 0,5 odstotka sov (Erickson s sod., 2001).

Pomembno območje z značilno smrtnostjo roparic je tudi elektrarna Tarifa v Španiji, ki je na območju Gibraltarja, kjer je velika koncentracija selivk. Lebdeče ptice so največja skrb, od takrat ko je jeseni območje preletelo več kot 30 000 roparic in precej štokelj. Najpogostejše lebdeče ptice so kanja (*Pernis apivorus*), škarjar (*Milvus migrans*) in štoklja (*Ciconia ciconia*). Migrira tudi veliko nelebdečih ptic (Marti, 1995).

Tarifa je mednarodno območje pomembnih ptic, ki ga je Evropska unija razglasila za posebno območje varstva, andaluzijska vlada pa za naravni park (Marti, 1995). Na območju je nekaj vetrnih elektrarn in 268 starih delujočih vetrnih turbin (Marti, 1995). Nekaj jih je nameščenih vzporedno z glavno migracijsko smerjo, nekatere pa so postavljene prečno. Zabeleženih je bilo veliko žrtev, vključno s 14 zaščitnimi vrstami. Ocenili so 106 žrtev v enem letu, od tega 49 iz vrste *Falco tinnunculus* in 30 iz vrste *Gyps fulvus* (Marti, 1995). Večina kolizij se je pojavila podnevi pri dobri vidljivosti (Marti, 1995). Pozneje so raziskovalci zabeležili še večje število zadnje vrste.

Na drugih območjih je bilo zabeleženih zelo malo žrtev roparic. V ZDA je zunaj Kalifornije med roparicami le za 2,7 odstotka vseh žrtev (Erickson s sod., 2001) oziroma šest roparic (Kerlinger, 2000a). Manjše število žrtev je posledica boljše razmestitve turbin, stran od velike gostote in neprimernih topografskih oblik.

Pri primerjavi območja, kjer sta elektrarni Tehachapi Pass in San Gorgonio, je pomemben dejavnik topografija. Elektrarna Tehachapi Pass je v južnem delu osrednje Kalifornije na nadmorski višini od 1000 do 1600 metrov, kjer so številna slemena in pobočja, nameščenih pa je 5000 turbin različnih velikosti in oblik. San Gorgonio je na nadmorski višini od 180 do 850 metrov, nameščenih pa je 3750 turbin, prav tako različnih velikosti in oblik. Veliko večja smrtnost je bila zabeležena na območju elektrarne Tehachapi Pass (15 primerov vrste *Buteo jamaicensis*, en primer vrste *Buteo regalis*, 11 vrste *Falco sparverius* in en primer vrste *Falco mexicanus*) kot na območju elektrarne San Gorgonio (ena žrtev vrste *Buteo jamaicensis*) (Anderson s sod., 2000).

Številne druge študije kažejo na nizko smrtnost roparic. Na območju elektrarne Castle River v Alberti so med izvajanjem dvoletne študije zabeležili le tri žrtve, kljub velikemu številu vrst *Buteo jamaicensis* in *Falco sparverius* (Brown, 1993, cit. po Erickson s sod., 2001).

Pomembno je, da so v okoljskih poročilih navedeni podatki o številu roparic in topografske oblike, da bi se izognili tveganim območjem.

Pevci in druge ptice, ki se selijo ali ne, so najpogostejša skupina ptic, ki je prizadeta na območju vetrnih elektrarn, in predstavljajo več kot 80 odstotkov vseh preiskanih smrtnih primerov (Erickson s sod., 2001). Približno polovica primerov je nočnih selivcev. Največji incident predstavlja 14 mrtvih ptic selivk, najdenih pri dveh turbinah (Erickson s sod., 2002). Na območju elektrarne Foote Creek Rim je stopnja smrtnosti od štiri- do petkrat večja pri meteorološkem stolpu kot pa pri turbinah (Young s sod., 2003a). Na podlagi ocene smrtnosti pevcev pri vetrnih elektrarnah je ocena okoli 1,2–1,8 ptice na turbino letno. Ta stopnja smrtnosti morda ne ogroža populacije posamezne vrste, saj sta nizka stopnja smrtnosti večine vrst in velika številčnost populacije navadnih vrst, kot so evropski škorec, ameriška taščica, travniški škrjanec in podobne, pričakovani.

Število žrtev se med elektrarnami zelo razlikuje. Povezav med številom ptic na območju in številom kolizij je malo ali pa jih sploh ni. Za primer elektrarne Buffalo Ridge v Minnesoti na območju velikega števila ptic v obdobju migracij so z uporabo radarja ocenili več kot 3,5 milijona ptic letno (Johnson s sod., 2002). Kljub velikemu številu je stopnja kolizij majhna. V prvih dveh letih obratovanja 73 turbin so v povprečju zabeležili 0,49 ptice na turbino letno. Zatem se je elektrarna razširila na 354 turbin, kjer je bila ocenjena nova stopnja 2,85 žrtve na turbino letno (Johnson s sod., 2002), z oceno 1009 ptic letno. Kljub velikemu številu te skupine ptic drugje ni bilo zabeleženih žrtev (Erickson s sod., 2001; Kerlinger, 2000a). Ena študija v Belgiji kaže pozitivno linearno razmerje med številom preletov in številom kolizij (Everaert, 2003). Čeprav je število kolizij pri tej skupini največje, so številke v primerjavi s številom ptic na območjih elektrarn še vedno majhne. Negativnega vpliva na populacijo še ni potrdila nobena študija.

Primer velike dnevne smrtnosti se je pojavil v slabem vremenu, v obdobju spomladanske migracije. Zabeležili so 14 ptic na dveh neosvetljenih turbinah v elektrarni Buffalo Ridge v Minnesoti, in sicer maja leta 1999 (Johnson s sod., 2002). V sedmih zaporednih nočeh je na območju elektrarne Oosterbierum na Nizozemskem pri 18 turbinah poginilo 170 ptic (Winkelman, 1994). Na Švedskem so v slabem vremenu pri eni turbini našli 43 ptic. Turbina ni obratovala, bila pa je osvetljena z lučjo na višini desetih metrov nad tlemi (Gill s sod., 1996). Smrtnost takih stopenj je bila redko zabeležena in bo verjetno tudi v prihodnosti redek pojav, lahko pa se pojavi v slabih vremenskih razmerah.

Tudi golobi naj bi bili občutljivi za kolizije s turbinami. Nezaščiten vrsta domačega goloba (*Columba livia*) je pogosto žrtev kolizij. Na območju elektrarne San Gorgonio je predstavljala 23,8 odstotka ($n = 10$) vseh kolizij (Erickson s sod., 2001). Na območju elektrarne Altamont Pass pa je bil delež 15-odstotni (Erickson s sod., 2001).

Žolne ali detli so bili le redko zabeleženi kot žrtve (en primer vrste *Colaptes auratus* pri elektrarni Stateline, trije pri elektrarni Tehachapi Pass, eden pri elektrarni Castle River v Kanadi in eden pri elektrarni Mountaineer). Prav tako so bile le posamezne žrtve ptic vrste *Melanerpes lewis* pri elektrarni Vansycle v Oregonu in ena vrste *Sphyrapicus varius* pri elektrarni Wisconsin (Erickson s sod., 2001). Ta vrsta pogosto leti pod vrtenjem kril, zato je manj izpostavljena.

Veliko tveganje ni skrb na območjih, kjer je ptic veliko, temveč na območjih, kjer je lokalna populacija ogrožena. Lovne ptice so redko izpostavljene, saj običajno letijo na višini pod območjem vrtenja kril. Nekaj žrtev je bilo zabeleženih na območju elektrarne Buffalo Ridge, od 55 žrtev tri vrste *Phasianus colchicus* in *Perdix perdix*, pet pa na območju elektrarne Nine Canyon (Erickson s sod., 2003c) in 19 na območju elektrarne Stateline (Erickson s sod., 2003a). Na območju elektrarne Tehachapi so bile tri žrtve vrste *Alectoris chukar* (Erickson s sod., 2001).

Smrtnost vodnih ptic (čapelj, galebov, čiger, kormoranov, pelikanov in podobnih ptic) je redka. Največja smrtnost je bila opazna na območjih z veliko vodnih površin v bližini turbin, na primer v Kaliforniji in Minnesoti ter na območju elektrarne Buffalo Ridge, znašala pa je od 10 do 20 odstotkov vse ocenjene smrtnosti (*preglednica 40*).

Ta skupina ptic vključuje vrste, ki so značilne za vodne habitate, vključujoč morsko okolje, jezera, reke in močvirja, izključuje pa vrste plojokljunov in pobrežnikov, ki so obravnavani posebej. Vodne ptice so lahko prizadete, če so turbine v vodi, v bližini vode in na območjih hranjenja. Zabeleženih je bilo zelo malo žrtev, kljub veliki gostoti v bližini nekaterih turbin. V elektrarni Blyth Harbour v Veliki Britaniji je devet sodobnih turbin, lociranih na območju prezimovanja velike populacije kormoranov (*Phalacrocorax carbo*). Čeprav kormorani redno letijo čez območje, je bila med sedemletnim izvajanjem študije zabeležena le ena žrtev (Percival, 2001). Veliko kormoranov (*Phalacrocorax auritus*) migrira čez območje elektrarne Buffalo Ridge v Minnesoti s 354 sodobnimi turbinami. V šestih letih obratovanja ni bila zabeležena nobena žrtev (Johnson s sod., 2002). Ob tem pa belgijska študija poroča o treh elektrarnah na obali tesno skupaj, ki je zabeležila veliko smrtnost (Everaert, 2003). Stopnja kolizij je bila ocenjena na 24, 35 in 18 ptic na turbino letno pri posamezni elektrarni (Everaert, 2003). To naj bi bila smrtnost sezonskih migrantov, ki redno letijo skozi elektrarno brez zabeleženih kolizij, in ne lokalnih gnezdečih čiger ali galebov. Na območju elektrarne Blyth Harbour so ugotovili, da so si kormorani med gradnjo našli rezervno zatočišče, da so se lahko po gradnji vrnili (Percival, 2001). Težko je reči, da turbine škodljivo vplivajo na populacije čapelj, ker je bilo zabeleženih nekaj žrtev (devet iz vrste *Ardea herodias* na območju elektrarne Nine Canyon (Erickson s sod., 2003a), ena iz vrste *Nycticorax nycticorax* na območju elektrarne Altamont Pass (Erickson s sod., 2001), prav tako tudi na območju elektrarne Pickering v Ontariu, ena bela čaplja na območju elektrarne San Gorgonio (Anderson, 2000) in iz vrste *Bubulcus ibis* na območju elektrarne Tarifa v Španija (Marti, 1995)).

Posebej občutljivi naj bi bili galebi, ker pogosto letijo na višini vrtenja kril turbin (Airola, 1987). Kljub tej občutljivosti so zabeležene številke kolizij zelo majhne, razen na treh območjih v Belgiji. Veliko galebov iz vrst *Larus pipixcan* in *Larus delawarensis* je migriralo skozi elektrarno na območju elektrarne Buffalo Ridge v Minnesoti. V prvih dveh letih obratovanja so zabeležili eno žrtev (Higgins s sod., 1996) in le eno žrtev srebrnega galeba (*Larus argentatus*) v štirih letih intenzivnega iskanja žrtev (Johnson s sod., 2002). Galebi so tudi ena najštevilčnejših vrst na območju elektrarne Altamont Pass. Zabeleženi sta bili le dve žrtvi (Erickson s sod., 2001). Velika smrtnost je bila zabeležena na treh belgijskih območjih, večinoma iz vrst *Larus argentatus*, *L. fuscus* in *L. ridibundus* (Everaert, 2003). Na območju elektrarne Blyth Harbour v Veliki Britaniji je veliko galebov, ki redno letijo čez območje elektrarne. Zabeleženih je bilo nekaj kolizij, a nobena

ni bila pomembna za lokalno populacijo. Študije kažejo, da je možnost za kolizije večja, če galebi stalne populacije ropajo hrano neteritorialnim galebom (Lowther, 2000).

Ni pa podatkov o tem, kako turbine vplivajo na čigre. Morda manjkajoči podatki o kolizijah čiger kažejo na njihovo redkost. Skrbi so se pojavile na območjih v bližini obal, kjer bi turbine lahko zmotile njihovo hranjenje in gibanje (Percival, 2001).

Za druge vodne ptice so raziskovalci poročali le o nekaj žrtvah, med njimi so bili občasno ponirek, vodna kokoška in mlakoš, a v zelo majhnem številu. Največje zabeleženo število je šest vodnih kokošk (*Fulica americana*) od skupaj 42 žrtev na območju elektrarne San Gorgonio v Kaliforniji (Erickson s sod., 2001). Med drugimi žrtvami so bili ponirki (*Aechmophorus occidentalis*, *Podilymbus podiceps*) in *Porzana carolina* (Erickson s sod., 2001). Med 19 žrtvami na območju elektrarne Nine Canyon je bil zabeležen en mlakoš (Erickson s sod., 2003a).

Pomembni vplivi na vodne ptice niso bili ugotovljeni, čeprav so nekatere elektrarne locirane na območjih velikega števila te vrste. Vpliv na vodne ptice (vodne kokoške, potapljavke, sladkovodne race, gosi in podobne vrste) so raziskovalci proučevali na mnogih območjih vetrnih elektrarn, posebej v Evropi. Medsebojni vpliv so proučevali v sladkovodnih in slanih okoljih, v bližini počivališč in migracijskih koridorjev. V splošnem je bilo mogoče opaziti, da se te vrste izogibajo turbinam. Kljub temu so bile zabeležene nekatere žrtve. Najpomembnejši dejavnik vpliva je hrup, ki ga povzročajo vetrne elektrarne. Dirksen s sodelavci (1998) je v študiji primera Lely na Nizozemskem ugotavljal vplive štirih turbin na dve vrsti rac (*Aythya ferina* in *A. fuligula*). Z nočnim radarjem so raziskovalci opazovali višino letenja. Rezultati so pokazali, da se je večina ptic letenja v bližini turbin izognila, raje so letele okoli kot med turbinami. To opozarja na dejstvo, da so pri premikih teh ptic nizi turbin lahko prepreka. Na območju reke Yukon v Kanadi so postavili eno turbino v dolini reke, kjer migrira veliko ptic, vključno z desetimi odstotki svetovne populacije labodov vrste *Cygnus buccinator*. Zabeležili niso nobene kolizije, v bližini turbine pa so opazili izogibanje letenja. Na območju reke Castle River v Alberti so opazili, da race močno povečajo višino, ko se približajo turbinam, da bi se izognile letenju skozi elektrarno. Le ena rasa je bila zabeležena kot žrtev, in sicer modroperuta reglja (*Anas discors*). Na območju elektrarne Buffalo Ridge v Minnesoti so raziskovalci predvidevali nevarnost za gosi vrste *Anser albifrons*, *Chen caerulescens*, *Branta canadensis* in divje race vrste *Anas platyrhynchos*. V šestih letih opazovanja so našli le dve žrtvi (Johnson s sod., 2002). Kot žrtve so bile zabeležene le tri gosi, vse kanadske gosi (*Branta canadensis*), ena na območju elektrarne Stateline na meji med Oregonom in Washingtonom (Erickson s sod., 2002) in dve na območju elektrarne Klondike v Oregonu (Johnson s sod., 2003a).

Zelo redko so žrtve kolizij tudi gosi in labodi. Na območju elektrarne Blyth Harbour v Veliki Britaniji so zabeležili žrtve gage, vendar pa je število žrtev sčasoma upadlo. V prvih treh mesecih obratovanja so zabeležili šest žrtev, le tri v naslednjih šestih mesecih in tri v naslednjih osemnajstih. V dveh letih je stopnja kolizij upadla (Percival, 2001). Upad števila verjetno kaže, da so se gage naučile izogibanja turbinam (Percival, 2001). Kljub temu je bilo število žrtev glede na število prisotnih ptic majhno (Percival, 2001).

Kljub veliki dejavnosti te skupine ptic so bile na območju elektrarne San Gorgonio v Kaliforniji zabeležene tri žrtve rac (Anderson s sod., 2000). Na območju elektrarne Altamont Pass v Kaliforniji pa so zabeležili sedem žrtev rac (Erickson s sod., 2001).

Pobrežniki (deževniki, kljunači, sloke in podobne vrste) so osrednja tema študij obalnih območij Evrope, kjer se pojavlja veliko teh ptic. Na območju elektrarne Blyth Harbour v Veliki Britaniji prezimuje veliko vivkov (*Calidris maritima*) (Lowther, 2000). Kljub temu kolizije niso problematične. Prav tako ni bilo težav zaradi povzročanja hrupa med gradnjo in obratovanjem (Lowther, 2000). Raziskovalci so v študijah, izvedenih na Nizozemskem (Dirksen s sod., 1998) in Danskem (Pedersen in Poulsen, 1991, cit. po Lowther, 2000), proučevali vpliv turbin, nameščenih v bližini pomembnih počivališč, in ugotovili, da se ptice turbinam izogibajo. Tudi število kolizij je bilo zelo majhno. Na območju nizozemskega estuarja sta bili najdeni dve mrtvi ptici (*Haematopus ostralegus* in *Gallinago gallinago*) (Musters s sod., 1996).

Verjetno je ta skupina bolj prizadeta pri morskih vetrnih elektrarnah. Vplive na to skupino so proučevali tudi v Severni Ameriki. Pri nekaj vrstah te skupine na območju elektrarne Buffalo Ridge so ocenili visoko tveganje za kolizije v obdobju spomladanske in jesenske migracije v Minnesoti. Kljub velikemu številu so v šestih letih študije zabeležili le eno žrtev kildirja (*Charadrius vociferus*) (Johnson s sod., 2002).

Za gnezdeče ptice je bilo ugotovljeno, da je stopnja kolizij pri teritorialnih in tudi neteritorialnih vrstah manjša. Vzrok je verjetno v poznavanju objektov in izogibanja. Na gnezdeče ptice najbolj vplivajo izguba habitatov, uničenje gnezd in nemir. V študijah ni bil zaznaven negativni vpliv na uspešnost reprodukcije. Manjše število gnezdečih ptic je bilo zabeleženih na nekaj območjih, kjer so uničili habitat za gnezdenje in kjer je bila prisotnost ljudi in prometa konstantna. Prav tako je Leddy s sodelavci (1999) opozoril na oddaljitev gnezdenja travniških vrst 100–200 metrov stran od turbin.

Preglednica 40. Delež žrtev po skupinah ptic in elektrarnah v državah ZDA.

Table 40. Percentage of fatalities according to bird groups and U.S. wind farms.

Elektrarna	Plovci	Plojkoklju ni	Pobrežniki	Roparice	Sove	Kokoši – lovne ptice	Zaščiteni pevci	Druge ptice	Nezašč. ptice	Žrtve
Altamont ^a	1,6 (10)	1,1 (7)	0 (0)	47,6 (292)	11,3 (69)	0	18,6 (114)	2(12)	17,8 (109)	613
Buffalo Mountain ^b	0	0	0	0	0	0	92	8	0	12
Buffalo Ridge ^c	5,5 (3)	9,1 (5)	1,8 (1)	1,8 (1)	0	5,5 (3)	72,7 (40)	0	3,6 (2)	55
Foote Creek Rim ^d	1,1 (1)	0	0	4,2 (4)	1,1 (1)	0	90,6 (86)	3,1 (3)	0	95
Klondike ^e	0	0	0	0	0	0	0	0	100	1
Montezuma Hills ^f	0	4,8 (2)	0	61,9 (26)	7,1 (3)	0	11,9 (5)	7,1 (3)	7,1 (3)	42
San Gorgonio ^g	4,8 (2)	21,4 (9)	2,4 (1)	4,8 (2)	11,9 (5)	0	9,5 (4)	16,7 (7)	28,6 (12)	42
Ponnequin ^h	0	11 (1)	0	0	0	0	89 (8)	0	0	9
Tehachapi Pass ⁱ	0	0	0	19 (28)	12,2 (18)	4,8 (7)	31,3 (46)	21,8 (32)	10,9 (16)	147
Vansycle ^j	0	0	0	0	0	27,3 (3)	63,6 (7)	9,1 (1)	0	11
Wisconsin ^k	4,8 (1)	9,5 (2)	0	0	0	0	66,7 (14)	4,8 (1)	14,3 (3)	21

^a Howell in Didonato, 1991; Orloff in Flannery, 1996; Howell, 1997; Howell s sod., 1991^b Erickson s sod., 2001^c Johnson s sod., 2000^d Johnson s sod., 2001^e Erickson s sod., 2001^f Howell in Noone, 1992; Howell, 1997^g Anderson, 2000a^h Erickson s sod., 2001ⁱ Anderson, 2000a^j Erickson s sod., 2000a^k Erickson s sod., 2001

V *preglednici 41* so podatki o najpogostejših žrtvah, zabeleženih v v disertacijo zajetih študijah. Najvišje število žrtev je zabeleženo pri roparici vrste *Buteo jamaicensis* (večinoma na območju elektrarne Altamont Pass v ZDA), sledi srebrni galeb *Larus argentatus* (večinoma žrtev na območju elektrarn Belgije), škrljanec *Eremophila alpestris* (na območju elektrarn Stateline in Foote Creek v ZDA) ter domači golob *Columbia livia* (na območju elektrarne Altamont Pass v ZDA). Te vrste so žrtve v več elektrarnah. Edina vrsta, ki je zabeležena kot žrtev (44 žrtev) in hkrati ogrožena vrsta z rdečega seznama IUCN, je rjavi škarnjek (*Milvus milvus*).

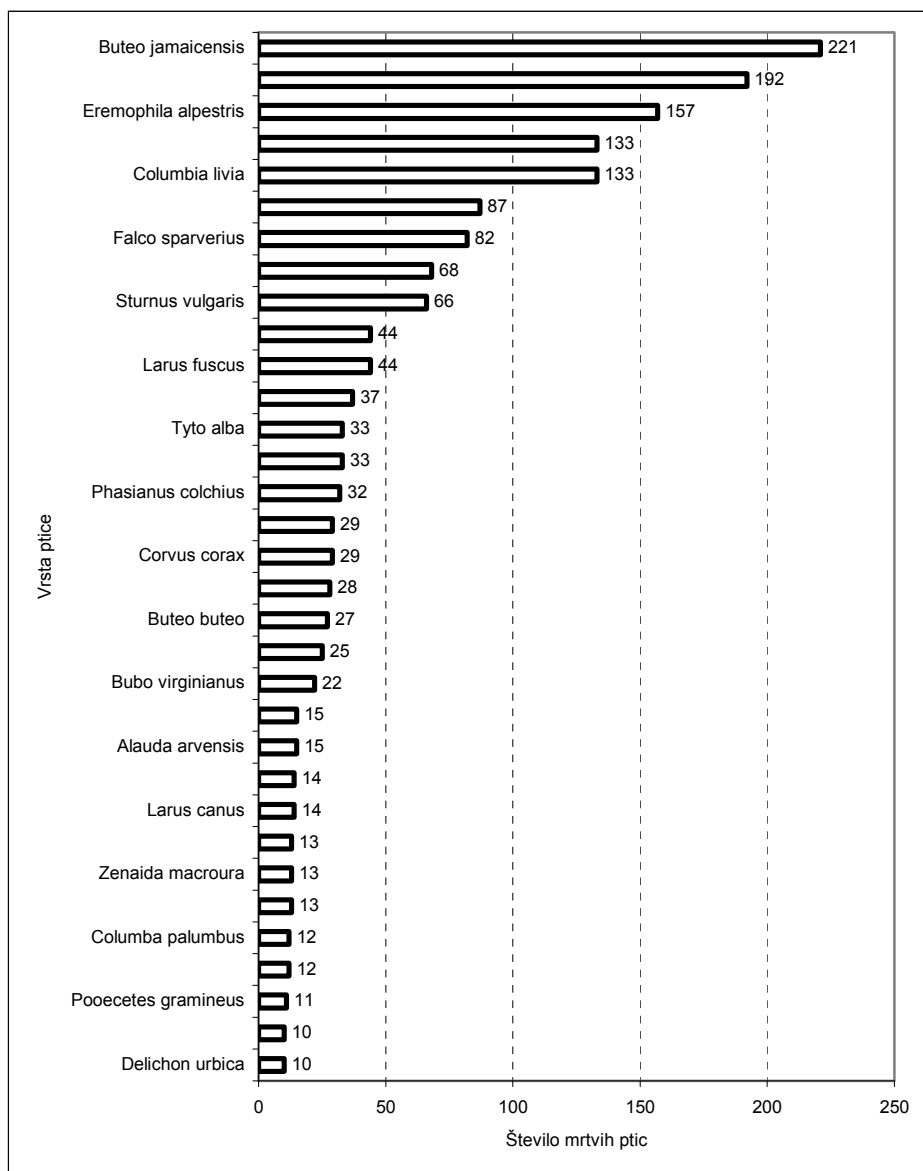
Preglednica 41. Najpogostejše žrtve v študijah glede na vrsto (nad deset zabeleženih žrtev).

Table 41. The most frequent fatalities mentioned in studies according to species (above 10 recorded fatalities).

Vrsta ptic	Latinsko ime	Število žrtev	Število študij	Povprečno število žrtev na študijo
Poljski škrljanec	<i>Alauda arvensis</i>	15	4	3,8
Navadna kotorna	<i>Alectoris chukar</i>	12	3	4
Mlakarica	<i>Anas platyrhynchos</i>	37	10	3,7

Hudournik	<i>Apus apus</i>	15	4	3,8
Planinski orel	<i>Aquila chrysaetos</i>	33	4	8,3
	<i>Athene cunicularia</i>	28	2	14
	<i>Bubo virginianus</i>	22	4	5,5
Navadna kanja	<i>Buteo buteo</i>	27	2	13,5
	<i>Buteo jamaicensis</i>	221	7	31,6
Grivar	<i>Columba palumbus</i>	12	5	2,4
Domači golob	<i>Columbia livia</i>	134	8	16,8
Krokar	<i>Corvus corax</i>	29	5	5,8
Mestna lastovka	<i>Delichon urbica</i>	10	4	2,5
Škrjanec	<i>Eremophila alpestris</i>	156	7	22,3
Ameriška postovka	<i>Falco sparverius</i>	82	7	11,7
Navadna postovka	<i>Falco tinnunculus</i>	29	4	7,3
Ameriška vodna kokoška	<i>Fulica americana</i>	10	4	2,5
Beloglavi jastreb	<i>Gyps fulvus</i>	133	1	133
Jezerski orel	<i>Haliaeetus albicilla</i>	13	1	13
Srebrni galeb	<i>Larus argentatus</i>	192	6	32
Sivi galeb	<i>Larus canus</i>	14	5	2,8
Rumenonogi galeb	<i>Larus fuscus</i>	45	2	22,5
Rečni galeb	<i>Larus ridibundus</i>	87	3	29
Rjavi škarnjek	<i>Milvus milvus</i>	44	3	14,7
Fazan	<i>Phasianus colchicus</i>	32	6	5,3
Jerebica	<i>Perdix perdix</i>	14	5	2,8
	<i>Poocetes gramineus</i>	11	3	3,7
Zlatoglavi kraljiček	<i>Regulus satrapa</i>	25	4	6,3
	<i>Sturnella neglecta</i>	68	8	8,5
Evropski škorec	<i>Sturnus vulgaris</i>	66	13	5,1
Čuk	<i>Tyto alba</i>	33	4	8,3
Grlica	<i>Zenaida macroura</i>	13	6	2,2
Vrabonad	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	13	3	4,3

Zbirka podatkov IUCN (Red List of Threatened Species 2007) – ohranitveno stanje vrst po rdečem seznamu – beleži kot ogroženo vrsto le rjavega škarnjeka, in sicer ga označuje kot potencialno ogroženo vrsto (Near Threatened). Vse druge ptice so obravnavane kot vrste zunaj neposredne nevarnosti (Least concern).



Slika 18. Število mrtvih ptic po vrstah.

Figure 18. Number of fatalities according to species.

Med zabeleženim številom žrtev so v literaturi opazne velike razlike glede na vir, zato je natančna ocena težavna. Razlike se večinoma pojavljajo pri ameriških elektrarnah, saj je bilo za posamezno elektrarno izvedenih več študij. Zato se za posamezne elektrarne pojavljajo tudi različne ocene stopnje smrtnosti. V *prilogi B4* so prikazane razlike v številu žrtev glede na vir pridobljene informacije za elektrarno Altamont, kar lahko zmanjšuje zanesljivost ocen stopnje smrtnosti pri posameznih elektrarnah.

V primerjavi z ameriškimi študijami, s katerimi sta bila večinoma raziskovana stopnja smrtnosti in število žrtev po posameznih vetrnih elektrarnah, je bila v evropskih študijah večja pozornost namenjena vplivom vetrnih elektrarn na posamezne vrste ptic, prav tako pa je v njih ocenjena občutljivost posamezne vrste. Največ negativnih vplivov je bilo

zabeleženih pri vrstah vodnih ptic, na Danskem pri goseh, pribah in galebih, na Nizozemskem pri divjih labodih, potapljavkah, galebih in racah ter v Veliki Britaniji pri ponirku. Negativni vpliv se kaže s povečano razdaljo ptic v razmerju do turbin. Pri roparicah negativni vplivi niso bili ugotovljeni.

4.3 ŠTUDIJE MONITORINGOV NETOPIRJEV

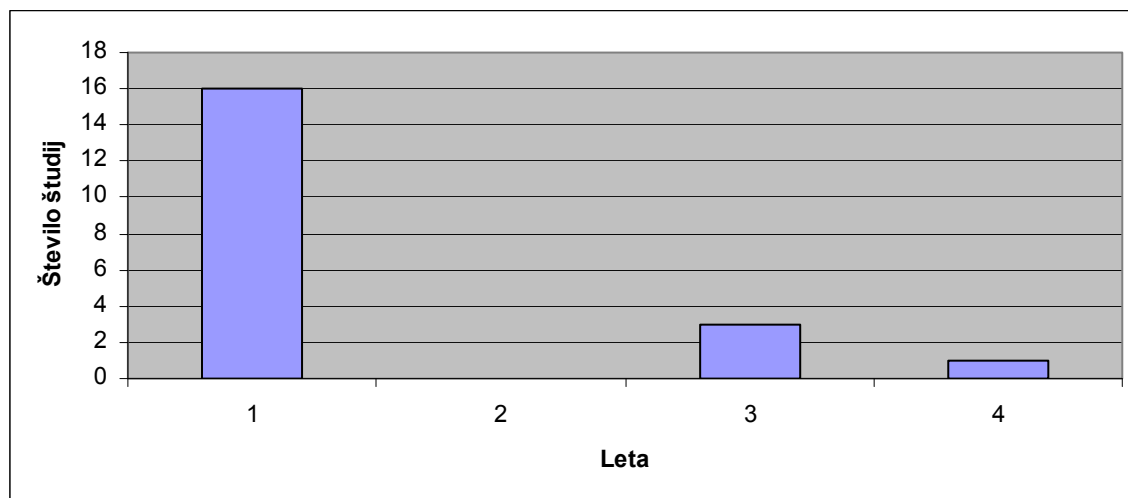
4.3.1 Monitoringi in stopnja smrtnosti netopirjev po vetrnih elektrarnah

Prvo poročilo o kolizijah je objavil Sounders leta 1930. V njem ugotavlja da je bilo pet netopirjev iz treh vrst žrtev pri osvetljeni hiši v Ontariu v Kanadi. Pet rdečih netopirjev je poginilo pri televizijskem stolpu v Kansasu (Van Gelder, 1956, cit. po Johnson, 2004). Po 25-letnem monitoringu televizijskega stolpa na Floridi sta Crawford in Baker (1981, cit. po Johnson, 2004) zabeležila 54 žrtev iz sedmih vrst netopirjev. Zinn in Baker (1979, cit. po Johnson, 2004) sta med 18-mesečnim opazovanjem pri televizijskem stolpu zabeležila dvanajst žrtev netopirjev vrste *Lasiurus cinereus*. Manj kot pet netopirjev je bilo žrtev pri komunikacijskem stolpu v Missouriju v Severni Dakoti (Avery in Clement, 1972), v Tennesseeju (Ganier, 1962, cit. po Johnson, 2004) in na Floridi (Taylor in Anderson, 1973, cit. po Johnson, 2004). Štirje netopirji vrste *Lasiurus borealis* so bili žrtve pri zgradbi Empire State Building v New Yorku (Terres, 1956, cit. po Johnson, 2004). Žrtve so bile tudi pri električnih daljnovodih (Dedon s sod., 1989, cit. po Johnson, 2004) in ograjah (Iwen, 1958, cit. po Johnson, 2004).

Že od leta 1960 je bilo znano, da so netopirji izpostavljeni tudi vetrnim turbinam (Hall in Richards, 1972, cit. po Johnson, 2004). Netopirje so v zadnjih letih proučevali večinoma v ZDA. Na območju nekaterih elektrarn je bilo zelo malo žrtev ali sploh nobene, medtem ko jih je bilo na območju drugih zelo veliko. Ker je podatkov precej manj kot za ptice, so zelo razpršeni.

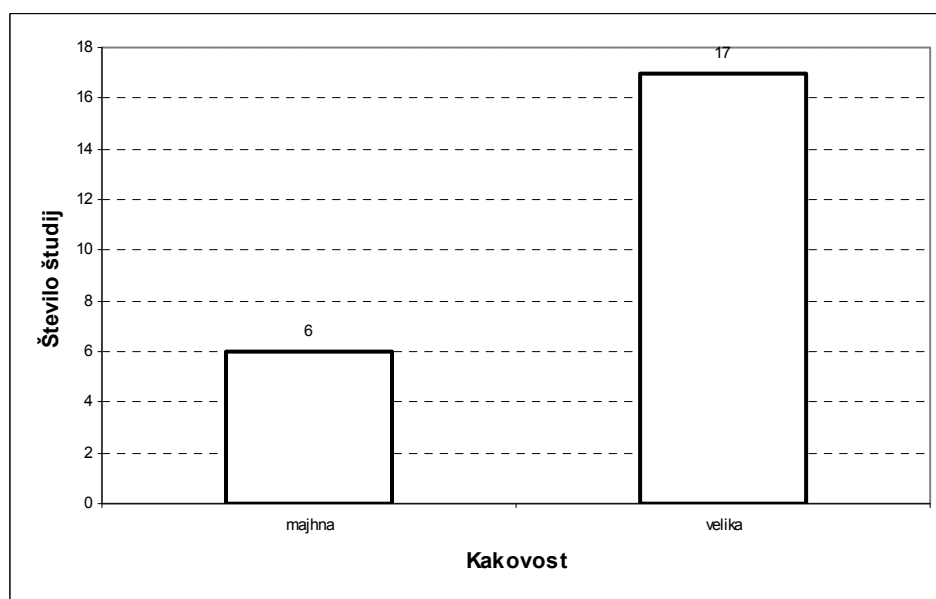
Elektrarne se po številu turbin razlikujejo, od elektrarne z eno turbino do elektrarne z več kot 5400 turbinami (*priloga C1*). Za ugotavljanje vpliva na vrste in populacije netopirjev, ki se pojavljajo na območjih posameznih elektrarn, so v *prilogi C1* navedene stopnje smrtnosti, izračunane za posamezne elektrarne. V večini študij so bili pri izračunih smrtnosti upoštevani parametri učinkovitosti iskanja in odstranitve zaradi mrhovinarjev, v nekaterih izračunih pa ti niso zajeti. Ocenjena stopnja smrtnosti za vse vrste netopirjev skupaj je bila zabeležena v 23 študijah. Stopnja smrtnosti za vse vrste netopirjev med elektrarnami variira od 0 (Obersdorf v Avstriji, Alaiz in El Perdon ter Guerinda v Španiji) do 47,5 žrtve na turbino letno na območju elektrarne Mountaineer v ZDA.

Izmed dvajsetih monitoringov, ki so podali čas trajanja raziskave, je večina raziskav (80 %) potekala eno leto.



Slika 19. Število let raziskovanja za dvajset študij, povezanih z vetrnimi elektrarnami.
Figure 19. Years of research for 20 studies of wind farms.

V metaanalizo netopirjev smo vključili 23 študij, od tega šest nižje in 17 višje kakovosti.



Slika 20. Kakovost študij, vključenih v metaanalizo netopirjev.
Figure 20 Quality of studies into meta-analysis of bats.

Preglednica 42. Kakovost študij, vključenih v metaanalizo netopirjev.
Table 42. Quality of studies into meta-analysis of bats.

		Frekvenca	Relativna frekvenca	Veljavna relativna frekvenca	Kumulativa
Veljavne vrednosti	majhna	6	26,1	26,1	26,1
	velika	17	73,9	73,9	100
	skupaj	23	100	100	

Mediana smrtnosti v študijah nižje kakovosti znaša 0,115 in 1,86 višje kakovosti, skupaj 1,78 netopirja na turbino letno (če ne upoštevamo uteži).

Preglednica 43. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na kakovost študij.

Table 43. Bat mortality rate according to the quality of studies.

Kakovost študije	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
nižja	2,78	0,115	6	5,32391
višja	6,4243	1,86	17	12,52249
skupaj	5,4736	1,78	23	11,09795

Za analizo razlik v smrtnosti netopirjev med vrstami študij uporabimo Mann-Whitneyjev preizkus, saj primerjamo le študije nižje in višje kakovosti. Vrednost z-statistike znaša 1,44 pri več kot desetodstotnem tveganju, zato ne moremo statistično potrditi, da so razlike v srednjih vrednostih glede na kakovost študije.

Preglednica 44. Mann-Whitneyjev preizkus smrtnosti netopirjev glede na kakovost študij.

Table 44. Mann-Whitney's test of bat mortality according to the quality of studies.

Testna statistika

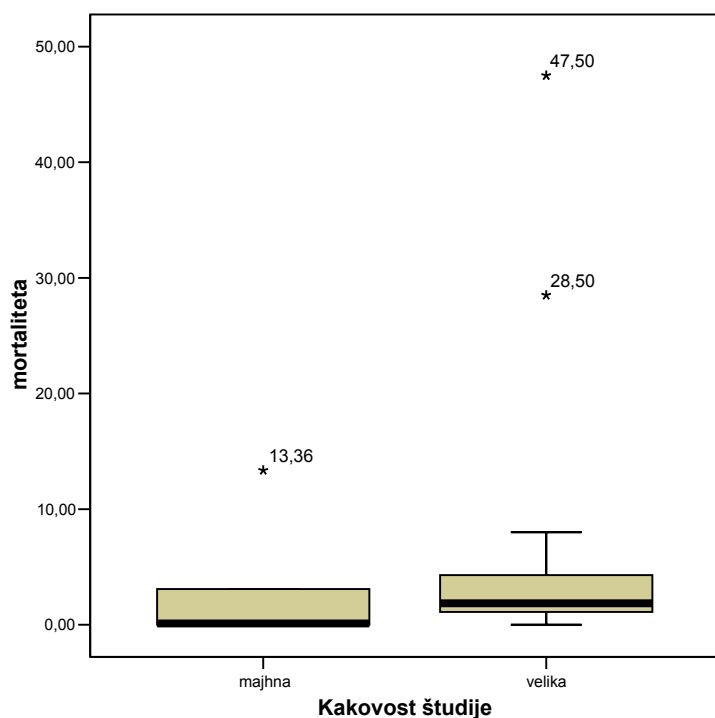
	Smrtnost
Mann-Whitneyjeva u-statistika	30,5
Wilcoxonova w-statistika	51,5
Z-statistika	-1,44
p	0,15
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,16

a

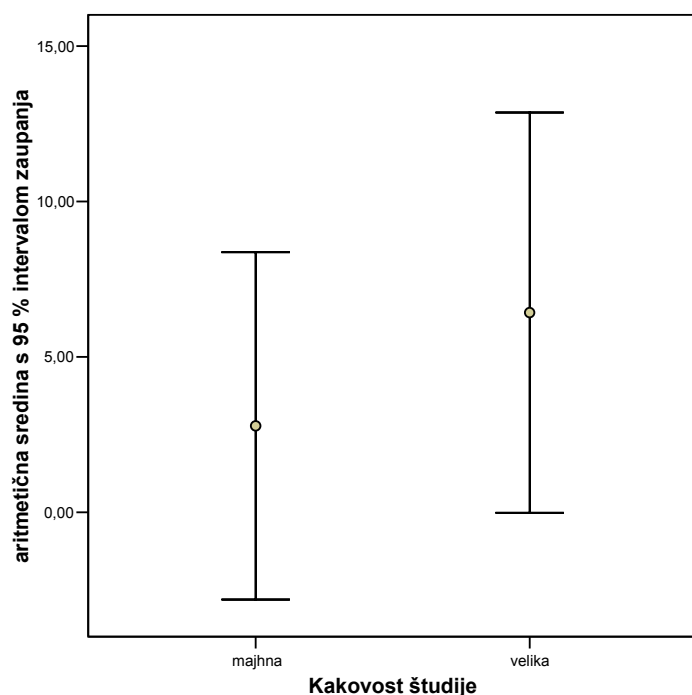
Not corrected for ties.

b

Grouping Variable: kakovost študije



Slika 21. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na kakovost študij.
Figure 21. Bat mortality rate according to the quality of studies.



Slika 22. Aritmetična sredina stopnje smrtnosti netopirjev glede na kakovost študij.
Figure 22. Arithmetic mean of bat mortality rate according to the quality of studies.

Pri izračunu skupnega vpliva na stopnjo smrtnosti netopirjev z upoštevanjem uteži smo ugotovili povprečno vrednost stopnje smrtnosti netopirjev (6,04 netopirja na turbino letno) in določili mediano z 1,84 netopirja na turbino letno.

Preglednica 45. Skupna srednja stopnja smrtnosti netopirjev v vetrnih elektrarnah.
Table 45. Total mean rate of bat mortality in wind farms.

		Smrtnost netopirjev
n	veljavne vrednosti	23
	manjkajoče vrednosti	0
Aritmetična sredina		6,0407
Mediana		1,8361
Najmanj		0
Največ		47,5

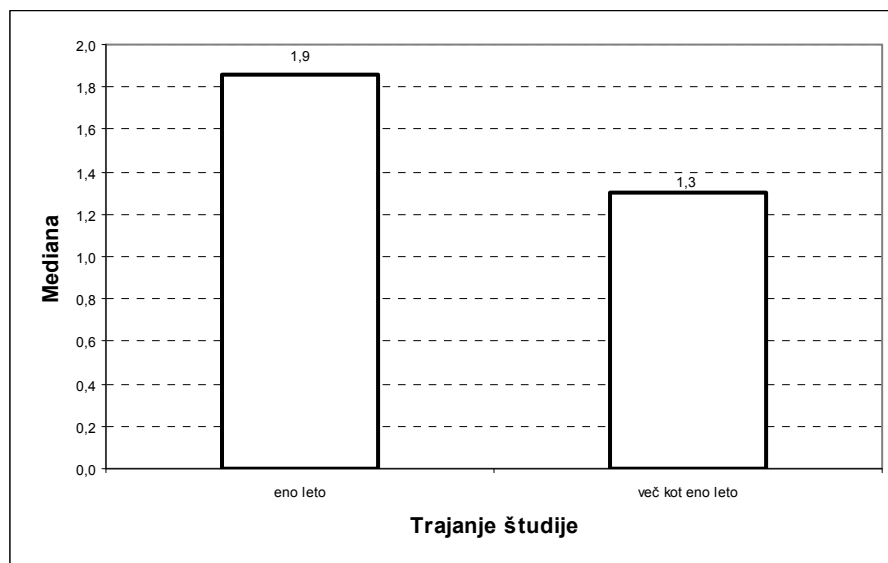
Med 23 študijami o smrtnosti netopirjev smo v 20 študijah zasledili podatek o dolžini trajanja študije. Mediana smrtnosti netopirjev za študije, ki so trajale eno leto, znaša 1,9, za študije, ki so trajale več kot leto, pa 1,3. Mediana za vse študije znaša 1,7 netopirja na turbino letno.

Preglednica 46. Študije glede na trajanje raziskave.
Table 46. Studies according to research duration.

		Frekvenca	Relativna frekvenca	Veljavna relativna frekvenca	Kumulativa
Veljavne vrednosti	eno leto	17	73,9	85	85
	več kot eno leto	3	13	15	100
	skupaj	20	87	100	
Manjkajoče vrednosti		3	13		
Skupaj		23	100		

Preglednica 47. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave.
Table 47. Bat mortality rate according to research duration.

Trajanje študije	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
Eno leto	5,8	1,9	16,5	12,4
Več kot eno leto	1,6	1,3	3,6	0,6
Skupaj	5,1	1,7	20,2	11,3

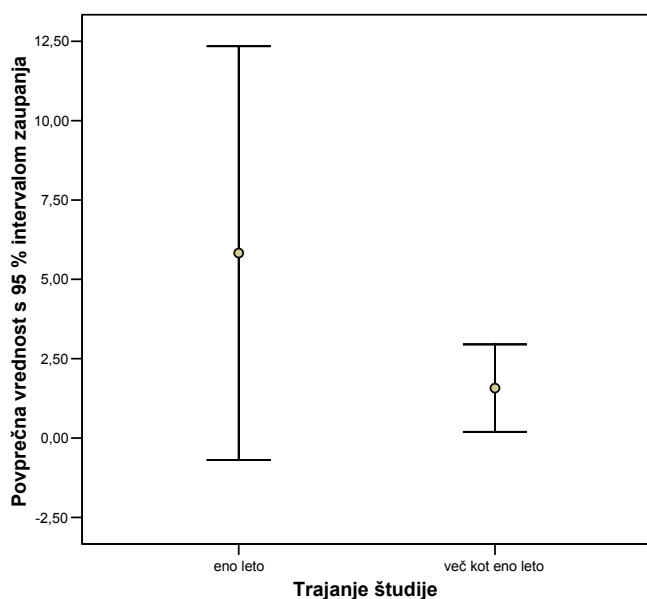


Slika 23. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave.
Figure 23. Bat mortality rate according to research duration.

Z Mann-Whitneyjevim preizkusom preverimo, ali se srednja vrednosti smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave razlikuje. Vrednost z-statistike znaša $-0,29$, tveganje pa je več kot desetodstotno, da bi razlike v smrtnosti netopirjev glede na trajanje študije potrdili.

Preglednica 48. Mann-Whitneyjev preizkus stopnje smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave.
Table 48. Mann-Whitney's test of bat mortality rate according to research duration.

Testna statistika	
	Smrtnost
Mann-Whitneyjeva u-statistika	16
Wilcoxonova w-statistika	22
Z-statistika	$-0,29$
p	0,77
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,84
a	Not corrected for ties.
b	Grouping Variable: trajanje študije



Slika 24. Aritmetična sredina stopnje smrtnosti netopirjev glede na trajanje raziskave.

Figure 24. Arithmetic mean of bat mortality rate according to research duration.

Največja smrtnost netopirjev je bila zabeležena v gozdu (47,5), vendar je podatek manj zanesljiv, saj je bila v tej vrsti habitata izvedena le ena študija. V dveh študijah, v katerih pa vrsta habitata ni bila navedena, je srednja vrednost smrtnosti znašala 25,8 žrtve na turbino letno. V drugih študijah sta omenjeni dve žrtvi ali manj.

Preglednica 49. Študije glede na vrsto habitata ali reliefa.

Table 49. Studies according to habitat/relief type.

		Frekvenca	Relativna frekvenca	Veljavna relativna frekvenca	Kumulativa
Veljavne vrednosti	gorski hrbet (n = 3)	3	14	14	14
	gozd (n = 1)	1	5,3	5,3	19,3
	kmetijsko zemljišče (n = 11)	11	47,4	47,4	66,7
	obala (n = 1)	1	5,3	5,3	71,9
	travišče (n = 5)	5	21,1	21,1	93
	neopredeljeno območje (n = 2)	2	7	7	100
	skupaj	23	100	100	

Preglednica 50. Stopnja smrtnosti netopirjev glede na vrsto habitata ali reliefa.

Table 50. Bat mortality rate according to habitat/relief type.

Habitat	Aritmetična sredina	Mediana	n	Standardni odklon
Gorski hrbet (n = 3)	2,0576	0	3	5,28395
Gozd (n = 1)	47,5	47,5	1	0
Kmetijsko zemljišče (n = 11)	2,7711	2	11	2,60965
Obala (n = 1)	1,86	1,9	1	0
Travišče (n = 5)	1,6025	1,2	5	1,06726
Neopredeljeno območje (n = 2)	21,4325	25,8	2	19,84621
Skupaj	6,0407	1,8361	23	11,91478

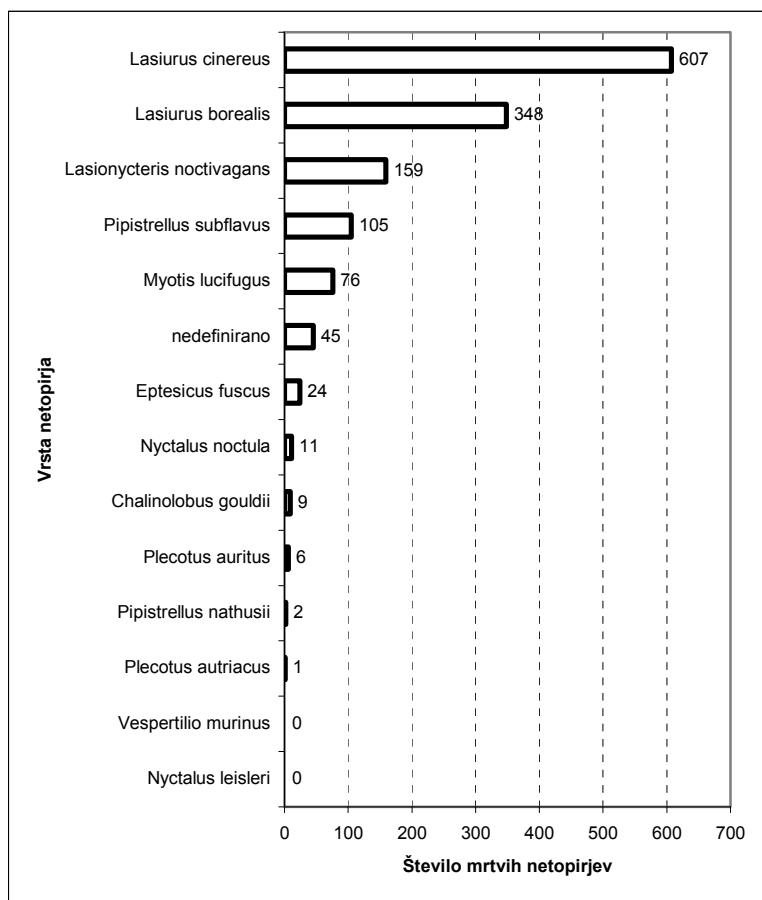
Statistične razlike v smrtnosti netopirjev glede na vrsto habitata ni smiselno statistično preverjati, saj je za gozd in obalo na voljo le po ena študija.

Preglednica 51. Statistika hi-kvadrat za stopnjo smrtnosti netopirjev glede na vrsto habitata ali reliefa.

Table 51. Hi-square statistics for bat mortality rate according to habitat/relief type.

	Smrtnost
Hi-kvadrat	3,06
Število prostostnih stopenj	3
p	0,38

a Kruskal Wallis Test
b Grouping Variable: habitat



Slika 25. Število mrtvih netopirjev po vrstah.

Figure 25. The number of bat fatalities according to the species.

Glede na v analizo zajete študije je bila največja ugotovljena smrtnost pri netopirjih vrst *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis*, *Lasionycteris noctivagans*, *Pipistrellus subflavus* in *Myotis lucifugus*.

SMRTNOST NA OBMOČJIH ELEKTRARN V EVROPI

V Nemčiji je bilo za obdobje od leta 1998 zabeleženih 285 žrtev netopirjev. Pri netopirjih prevladujejo vrste *Nyctalus noctula* (132), *Pipistrellus nathusii* (51), *Vespertilio murinus* (10) in *Nyctalus leisleri* (14).

Raziskovalci so smrtnost proučevali na območju elektrarne Brandenburg, in sicer med izvajanjem triletna študije. Dürr (2003, cit. po Traxler s sod. 2004) je zabeležil 204 velike ptice, 59 ptic pevk in 142 netopirjev.

Na območju elektrarne Brandenburg so raziskovalci stopnjo smrtnosti ocenili na 0,23 žrtve na turbino letno (Dürr, 2003, cit. po Traxler s sod. 2004), kar je glede na izračunano skupno stopnjo smrtnosti nizka vrednost. Ugotovili so večjo povezanost med stopnjo smrtnosti in velikostjo turbin kot pri pticah, ki pa ni statistično značilna. Pri majhnih turbinah v Nemčiji smrtnosti še niso dokumentirali. Ali je tveganje v določenih habitatih za

netopirje večje, še niso ugotovili. Statistično značilnih razlik med gozdnimi in drugimi habitatmi niso potrdili. Menijo, da je izpostavljenost v bližini dreves za netopirje večja kot drugod (Bach, 2003, cit. po Traxler s sod. 2004).

Na območju treh elektrarn v Avstriji so ocenili skupno smrtnost netopirjev na 14 oziroma 2,8 žrtve na turbino letno. Največ žrtev je bilo na območju elektrarne Prallenkirchen. Stopnjo so ocenili na 0 v Obersdorfu, na 8 v Prallenkirchnu in na 5,33 v Steinbergu. Zaradi različne velikosti elektrarn in uspešnosti iskanja so med elektrarnami velike razlike.

Vse vrste netopirjev v Avstriji so na rdečem seznamu. Kljub obratovanju turbin niso opazili izmikanja. Razdalja do kril je bila pod enim metrom.

Smrtnost netopirjev so zabeležili tudi v Skandinaviji, in sicer na Švedskem 17 žrtev iz šestih vrst pri 160 turbinah (Ahlen, 2002).

SMRTNOST NA OBMOČJIH ELEKTRARN V ZDA

Najvišja stopnja smrtnosti netopirjev je bila zabeležena na vzhodu ZDA, največ na območju elektrarne Mountaineer v Zahodni Virginiji. Po podatkih, ki so na voljo, je bilo 1628 žrtev, od tega 90 odstotkov od sredine julija do sredine septembra, od teh pa 50 odstotkov v avgustu (Johnson, 2004).

V ZDA je vsaj 39 vrst netopirjev. Devet vrst, od tega šest v zahodnih državah ZDA, je bilo poškodovanih zaradi izvajanja vetrnih projektov (Erickson s sod., 2004a; Johnson in Strickland, 2004).

Vrsti *Lasiurus cinereus* in *L. borealis* predstavljata večino smrtnih primerov na območju vetrnih elektrarn srednjega zahoda in vzhoda ZDA, medtem ko sta bili v enajstih državah ZDA vrsti *Lasiurus cinereus* in *Lasionycteris noctivagans* tudi najpogostejše opaženi vrsti. Stopnja smrtnosti je bila ocenjena na 0,74 netopirja na turbino letno pri vetrnem projektu Vansycle v Oregonu in stopnja 3,21 netopirja na turbino v vetrni elektrarni Nine Canyon v Washingtonu (Erickson s sod., 2003c). Približna ocena vetrnih projektov na srednjem zahodu in zahodu je okoli enega do dveh netopirjev na turbino letno (Young s sod., 2003a).

Med letoma 1998 in 1999 so smrtnost netopirjev zabeležili na treh območjih elektrarne Buffalo Ridge, od tega so vse povezali s kolizijami s turbinami. Večinoma je šlo za drevesne netopirje. Učinkovitost iskalca so ocenili na 10,36 dneva. Ocenjena smrtnost je bila 0,26 žrtve na turbino ($n = 16$) na prvem območju (73 turbin), 1,78 ($n = 231$) na drugem (143 turbin) in 2,04 ($n = 282$) na tretjem (138 turbin).

Raziskovalci so v letih 1994 in 1995 na prvem območju našli 13 žrtev (Higgins s sod., 1996; Osborn s sod., 1996). Nobena žrtev ni bila zabeležena med letoma 1996 in 1997 (Johnson s sod., 1998a). Leta 1998 so zabeležili dve žrtvi na prvem in 76 na drugem območju, ko se je leta 1998 začelo obratovanje (Johnson s sod., 1999). Leta 1999 so zabeležili 106 žrtev, pet na prvem, 57 na drugem in 44 na tretjem območju, ki je začelo obratovati v letu 1999. Sedemindeset odstotkov vseh žrtev so zabeležili v poletnem času, 115 oziroma 63 odstotkov vseh so našli med popisovanjem, preostale pa pri drugih

dejavnostih. V oceno smrtnosti so bile zajete le popisane žrtve. Netopirji so bili razpršeni skoraj pri vseh turbinah. Pri eni turbini na drugem območju jih je bilo največ osem. Mrhovinarji so bili večinoma insekti. Razdalja od turbin je znašala od 0,3 do 34,8 metra, s povprečjem 10,1 metra stran od turbine. Šestinšestdeset odstotkov ($n = 108$) je bilo vrste *Lasiurus cinereus*, 23 odstotkov ($n = 37$) vrste *Lasiurus borealis*, štirje odstotki ($n = 6$) vrste *Lasionycteris noctivagans*, štirje odstotki ($n = 6$) vrste *Pipistrellus subflavus*, trije odstotki ($n = 5$) vrste *Myotis lucifugus* in 0,6 odstotka ($n = 1$) vrste *Eptesicus fuscus*. Vse vrste razen vrste *Pipistrellus subflavus* (zaščitene v Minnesoti) so običajne vrste netopirjev.

Leta 1998 so 37 netopirjem določili spol in ugotovili prevlado samcev. Leta 1999 so pregledali 21 netopirjev in ugotovili podobno. Velik delež odraslih samcev je presenetljiv. Hazard (1982, cit. po Johnson s sod., 2003c) je zapisal, da je večina odraslih netopirjev v Minnesoti samic, ker se samci, ki migirajo, koncentrirajo na drugih mestih. Pri proučevanju prehrane v želodcih so ugotovili, da se večina prehranjuje s hrošči (Coleoptera), z metulji in veščami (Lepidoptera) in nekaj s stenicami (Homoptera), z muhami (Diptera) in molji (Trichoptera).

Kot pri pticah so tudi pri netopirjih smrtnost povezali s slabim vremenom. Šestindvajset žrtev je bilo v obdobjih neurja z močnim vetrom, 49 v deževnem in (ali) meglenem vremenu, 18 v obdobjih kombinacije močnega vetra, megle in dežja ter pet v obdobjih viharnega vetra. Triinštiridesetih žrtev niso povezali z vremenom. Večina žrtev je bila v bližini sojin in žitnih polj ter pašnikov. Večja smrtnost je bila zabeležena pri mokriščih, morda zaradi več insektov. Šlo je predvsem za drevesne in migracijske vrste. Zaradi nepoznavanja gostote in številčnosti vpliva na populacijo niso določali. Na drugem območju je bilo najdenih več žrtev leta 1999 kot pa leta 1998. Če bi smrtnost leta 1998 značilno zmanjšala številčnost, bi bila zaradi manjšega števila na območju naslednje leto pričakovana manjša smrtnost. Ker pa je bilo število precej večje, kaže, da smrtnost ni bila tako visoka, da bi vplivala na lokalno populacijo, ali pa je bila večina žrtev migrantov.

Smrtnost na območju elektrarne Buffalo Ridge ni edinstvena. Velika je tudi pri drugih objektih – stolpih, oknih in podobno (Van Gelder, 1956; Crawford in Baker, 1981, cit. po Erickson s sod., 2003b). Prvi primer smrtnosti, povezan s turbinami, je bil zabeležen v Avstraliji, kjer je bilo v štirih letih med žrtvami 22 netopirjev vrste *Tadarida australis* (Hall in Richards, 1972, Erickson s sod., 2003b). Na območju elektrarne Foote Creek Rim v Wyomingu so leta 1999 zabeležili 45 žrtev (Johnson s sod., 2000), na območju elektrarne Vansycle v Oregonu pa istega leta deset žrtev (Erickson s sod., 2000a). Povprečje za vsa tri območja skupaj je 1,87 žrtve na turbino letno. Glede na to povprečje je število žrtev ocenjeno na 525 netopirjev letno. Smrtnost je naraščala z zmanjševanjem razdalje do turbin.

Strokovnjaki na podlagi podatkov za elektrarno Buffalo Ridge domnevajo, da čeprav so številni netopirji občutljivi za kolizije s turbinami, opazovana smrtnost ni zadostna, da bi povzročila upad populacije. Ta ocena je podana glede na stalno stopnjo smrtnosti v dolgem obdobju. Vpliv na populacije netopirjev selivcev ni znan (Erickson s sod., 2003b). Če so prizadete neobičajne vrste, se to lahko pozna na populaciji, medtem ko majhna smrtnost običajnih vrst netopirjev populacije ne prizadene.

Vedno večja pozornost na vplive vetrnih elektrarn na netopirje se je začela kazati po ugotovitvi velike smrtnosti netopirjev na območju elektrarne Mountaineer Wind Energy Center v Zahodni Virginiji (Johnson in Strickland, 2004; Kerns in Kerlinger, 2004). Med četrtem aprilom in enajstim novembrom 2003 je bilo na tem območju opaženih 475 smrtnih primerov iz sedmih vrst netopirjev, 31 odstotkov je bilo žrtev iz vrst *Myotis lucifugus* in *Pipistrellus subflavus*. Ocenjeno je bilo 2092 smrtnih primerov na turbino, ob stopnji smrtnosti 47,53 na turbino. Večina smrtnih primerov je bila najdena v obdobju med 18. avgustom in 30. septembrom 2003, kar 92,5 odstotka (Kerns in Kerlinger, 2004). Območje treh turbin v elektrarni Buffalo Mountain v Tennesseeju so raziskovalci opazovali tri leta. Zabeležili so 119 mrtvih netopirjev (Johnson in Strickland, 2004), 61 odstotkov je bilo iz vrste *Lasiurus borealis*. Stopnjo smrtnosti so ocenili na 28,5 netopirja na turbino letno (Kerns in Kerlinger, 2004). Tako naj bi bili najbolj ogroženi netopirji selivci, najmanj pa stalno bivaajoči, tisti, ki se hranijo, in gojeni (Erickson s sod., 2004a; Johnson in Strickland, 2004).

Raziskovalci so smrtnost proučevali tudi na območjih drugih elektrarn v New Yorku, Massachusettsu, Pensilvaniji in Vermontu. Območja so v bližini jam z velikim številom netopirjev, vendar niso zabeležili nobene žrtve (elektrarna v New Yorku s sedmimi turbinami 50 kilometrov stran od jam s populacijo zimskega spanja okoli 3000 netopirjev, v drugem parku v New Yorku sta dve turbini 20 kilometrov stran od zimskega spanja populacije, v kateri je 2500–2700 netopirjev, elektrarna v Massachusettsu z osmimi turbinami 120 kilometrov stran od populacije 300 netopirjev, elektrarna v Vermontu z enajstimi turbinami 35 kilometrov stran od populacije 300 netopirjev in 144 km stran od populacije 22 000 netopirjev zaščitene vrste in druge populacije 5000 netopirjev zaščitene vrste *Myotis sodalis*). Na območju elektrarne v Pensilvaniji z osmimi turbinami, ki prav tako leži v bližini populacij netopirjev, so zabeležili eno žrtev (Johnson in Strickland, 2004).

Pri 16 turbinah elektrarne Klondike v Oregonu so v prvi fazi stopnjo smrtnosti v opazovanem letu ocenili na 19 oziroma 1,16 netopirja na turbino. Žrtev niso povezali s slabim vremenom, pet jih je poginilo v jasnem vremenu. Tudi prisotnost luči niso povezali z večjo umrljivostjo. Razmerje je bilo enako, saj so bile tri žrtve pri osvetljenih in tri pri neosvetljenih turbinah (Johnson s sod., 2003a). Ocena smrtnosti na območju elektrarne Klondike je malo višja kot v primeru drugih regionalnih elektrarn (na primer elektrarne Vansycle v Oregonu) in nižja kot na območjih večine drugih elektrarn v ZDA.

Na območju elektrarne Stateline v Oregonu so med letoma 2001 in 2003 zabeležili 150 žrtev. V oceno so jih zajeli 128. Petdeset odstotkov jih je bilo iz vrste *Lasionycteris noctivagans*, 46,1 odstotka iz vrste *Lasiurus cinereus* ter manj kot dva odstotka iz vrst *Myotis lucifugus* in *Eptesicus fuscus*. Pri eni turbini so našli največ štiri vrste. Povprečna razdalja od turbin je znašala 19 metrov. Med netopirji vrste *Lasiurus cinereus* je bilo 68 odstotkov odraslih, 28 odstotkov mladih in štirje odstotki neopredeljene starosti. Iz vrste *Lasionycteris noctivagans* jih je bilo 60 odstotkov odraslih, 36 odstotkov mladih in štirje odstotki neopredeljene starosti. Od 32 netopirjev vrste *Lasiurus cinereus* je bilo 53 odstotkov samcev in 47 odstotkov samic, od 18 netopirjev vrste *Lasionycteris noctivagans* pa je bilo 83 odstotkov samcev in 17 odstotkov samic. Večino netopirjev so raziskovalci našli jeseni, in sicer septembra. Nobena žrtev ni bila iz zaščitene vrste. Odvzem, za

katerega poskrbijo mrhovinarji, je trajal 16,5 dneva, 29 odstotkov žrtev pa je ostalo dvajset dni. Žrtev netopirjev je bilo v letu 2003 dvakrat več kot v letu 2002. Ocenjena smrtnost je bila 1,12 žrtve na turbino letno oziroma 500 na celotno elektrarno. Raziskovalci niso ugotovili zveze med osvetljenimi in neosvetljenimi turbinami (Stateline, 2004).

Smrtnost na območju elektrarne Vansycle je bila ocenjena na deset žrtev za leto 1999 oziroma 0,74 žrtve na turbino letno, skupaj na 28 žrtev letno. Učinkovitost iskalca je bila 50-odstotna za majhne vrste, odvzem, za katerega poskrbijo mrhovinarji, pa je trajal 25 dni. Raziskovalci so zabeležili pet netopirjev vrste *Lasiurus cinereus*, tri vrste *Lasionycteris noctivagans* in enega vrste *Myotis lucifugus*. Netopirji vrste *Lasionycteris noctivagans* so v državi redki in jih uvrščajo med občutljive vrste. Žrtve so našli med sredino avgusta in sredino septembra. Pri eni turbini so bile največ tri žrtve. Razdalja od turbin je bila od 1,96 do 36,2 metra, s povprečjem 14,2 metra. Vremenskih razmer niso opredelili kot slabih.

V enajstih zahodnih državah ZDA se vrsta *Lasiurus borealis* pojavlja zgolj v Montani in Koloradu. Vrsta *Lasiurus blossevillii* se pojavlja v zahodnem Washingtonu, zahodnem Oregonu, v Kaliforniji, v zahodni in južni Nevadi, v Utahu ter na razpršenih območjih v Arizoni in Novi Mehiki. Vrsta *Lasiurus borealis* prezimuje večinoma v jugovzhodnem delu ZDA, v nekaterih neurbanih območjih se krmi okoli luči. Tako vrsti *Lasiurus blossevillii* kot *Lasiurus borealis* sta zelo malo občutljivi za kolizije pri turbinah, in to tako poleti kot pozimi.

Netopir vrste *Myotis lucifugus* je varen v enajstih zveznih državah razen v Arizoni, kjer se ne pojavlja, in v Nevadi, kjer je ogrožen. Za gnezdenje in materinstvo uporablja različne objekte, jame in votla drevesa. Hrani se na območju gozdov v bližini vode. Smrtnost je nizka tako pozimi kot poleti.

Netopir vrste *Eptesicus fuscus* se pojavlja na celotnem območju ZDA, vključno z območji enajstih držav na zahodu. Živi na območjih gozda, v polodprtih habitatih in naseljih, hrani pa se na tleh in ob vodi, okoli luči in na ruralnih območjih. Vrsta *Pipistrellus subflavus* se ne pojavlja v vseh enajstih državah na zahodu.

V Ontariu v Kanadi so raziskovalci ugotovili, da vrsti *Lasiurus cinereus* in *Lasiurus borealis* večino časa hranjenja preživita v bližini ulične razsvetljave, kjer je tudi večja gostota insektov (Hickey in Fenton, 1990, cit. po Johnson s sod., 2001, 2002). Verjetnost za kolizije pri osvetljenih turbinah je zato lahko večja. Na območju elektrarne Buffalo Ridge je bilo 48 odstotkov od 87 žrtev najdenih pri osvetljenih turbinah, kar pa ne kaže na vzrok kolizij.

Mlajši netopirji slabše letijo kot odrasli, zato bi možnost kolizij lahko bila večja. V Minnesoti je bilo 68 odstotkov žrtev odraslih netopirjev (Johnson s sod., 2001, 2002). Na območju elektrarne Foote Creek Rim so bile vse žrtve odrasli netopirji (Young s sod., 2003a).

Ker ni znanega števila po vrstah netopirjev, je vplive na populacije težko določiti. Za večino netopirjev je značilna počasnejša rast populacije kot za druge majhne sesalce, zato lahko velika smrtnost povzroči upad populacije (Keeley s sod., 2001).

Študije na območju Apalačev so zabeležile več žrtev netopirjev. Med izvajanjem študije iz leta 2004 v Zahodni Virginiji je bilo na območju elektrarne s 44 turbinami v sedmih mesecih najdenih okoli 2000 mrtvih netopirjev. V poročilu iz leta 2005 za območje elektrarne v Zahodni Virginiji in Pensilvaniji je omenjenih več kot 2000 žrtev v šestih tednih pri 64 turbinah (38 žrtev na turbino letno). Pri treh turbinah v Tennesseeju je bila smrtnost ocenjena na 21 žrtev na turbino letno. Če bi se število žrtev še povečevalo, bi to lahko vplivalo na populacije, saj netopirji živijo dolgo in imajo nizko stopnjo reprodukcije. Nobena izmed žrtev ni bila s seznama ogroženih vrst (GAO, 2005).

Znanstveniki še ne vedo, zakaj je smrtnost netopirjev ponekod tako visoka. Ne poznajo vzorca migracij in tudi vplivov vremenskih razmer.

Na območju elektrarne Foote Creek Rim so raziskovalci med izvajanjem študije od leta 1999 do 2001 v prvem letu zabeležili 47 žrtev, 18 žrtev je bilo leta 2000 in 14 leta 2001; 79,7 odstotka ($n = 63$) jih je bilo iz vrste *Lasiurus cinereus*. Našli so jih med junijem in septembrom, večino pa v avgustu. 89,9 odstotka netopirjev ($n = 71$) so našli med iskanjem, druge pa naključno med drugimi dejavnostmi. Pri eni turbini so našli največ štiri netopirje. Večinoma so jih prizadeli insekti, nekatere pa tudi majhni sesalci. Razdalja žrtev od turbin je znašala od osem do 86 metrov, s povprečjem 27,4 metra. Večinoma je šlo za drevesne in migracijske vrste.

Učinkovitost iskalca je bila 63-odstotna, podobno kot pri majhnih vrstah ptic. Odvzem, za katerega poskrbijo, mrhovinarji, je bil ocenjen na povprečno dvajset dni.

Ocenjena smrtnost 1,34 žrtve je enaka kot 97 žrtev na 100 000 m² območja vrtenja kril letno, kar je manj kot ocena za elektrarno Buffalo Ridge z 2,3 žrtve na turbino letno oziroma s 164 žrtvami na 100 000 m² območja vrtenja kril letno in več kot za elektrarno Vansycle z 0,74 žrtve na turbino letno oziroma s 45 žrtvami na 100 000 m² območja vrtenja kril letno. Šestindvajset od 79 žrtev je bilo mrtvih manj kot en teden, od teh bi jih lahko okoli 65 odstotkov ($n = 17$) postalo žrtev v obdobju kombinacije dežja, megle in snega (Young s sod., 2003a).

SMRTNOST NA OBMOČJIH ELEKTRARN V AVSTRALIJI

V Tasmaniji so raziskovalci v letih 2002 in 2003 izvajali monitoring šestih turbin in zabeležili enajst žrtev. Smrtnost so ocenili na 1,86 žrtve na turbino letno. Devet netopirjev je bilo iz vrste *Chalinolobus gouldii* in dva iz neznane vrste. Vse kolizije so se pojavile v poznem poletju in jeseni (Hydro Tasmania, 2004).

Na območju Viktorije v Avstraliji so izvajali monitoring v treh elektrarnah: Codrington, Toora in Challicum Hills. Med žrtvami kolizije ni bilo nobene zaščitene vrste netopirjev. Na območju elektrarne Codrington je bila v obdobju raziskovanja ena žrtev, na območju elektrarne Toora pa pet žrtev iz običajnih vrst.

Vzrok kolizij je zelo slabo proučen (Osborn s sod., 1996). Večina se jih zgodi v obdobju migracij in je običajno povezana s slabim vremenom ter smrtnostjo ptic. Slabo vreme ptice prisili k letenju na nižjih višinah, kar pogosto zmede prelete netopirjev. Pri komunikacijskem stolpu na Floridi je veliko smrtnost ptic spremljala tudi smrtnost netopirjev (Crawford in Baker, 1981, cit. po Johnson, 2004).

Malo verjetno je, da bi bila večina žrtev iz teritorialne vrste. Če bi bilo tako, bi se večina kolizij pojavila med hranjenjem. V okolici turbin ni veliko hrane, zato se večina netopirjev hrani v bližini vode in dreves (Everette s sod., 2001). V splošnem pa se hranijo na višini pod rotacijo turbin, vrsti *Lasiurus cinereus* in *Lasiurus borealis* pogosto na višini meter od tal, *Lasionycteris noctivagans* okoli šest metrov od tal in *Eptesicus fuscus* od sedem do deset metrov od tal (Barclay, 1984). Vrsta *Myotis lucifugus* se hrani najpogosteje na višini do pet metrov od tal, večinoma od enega do dveh metrov nad tlemi (Fenton in Bell, 1979). Neobičajno je, da bi se netopirji hranili na višini okoli 25 metrov od tal, kar je najnižja višina vrtenja kril sodobnih turbin.

Sezonskost najdenih žrtev priča o tem, da je večina žrtev migrantov. Ti so iz vrst *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis* in *Lasionycteris noctivagans*. Možna vzroka za nizko smrtnost v spomladanski migraciji sta sledenje drugim migracijskim potem in drugačno migracijsko vedenje. Podatki kažejo, da so domače vrste le redko žrtve. Na območjih elektrarn Buffalo Ridge, Minnesota, Foote Creek Rim, Wyoming, Wisconsin in Colorado, v bližini katerih živijo in gnezdiijo velike populacije netopirjev, je zelo malo žrtev ali pa jih sploh ni.

Zastavlja se vprašanje, ali bi turbine lahko privlačile netopirje. Zvok bi jih lahko privlačil ali odvrnil, zmešal eholokacijske signale ali nanje vplival kako drugače. Vendar pa turbine ne oddajajo zvokov, zaznavnih za netopirje. Morda jih privlači svetloba. Raziskovalci so primerjali podatke za dve elektrarni – elektrarno Buffalo Ridge s 138 turbinami, kjer je vsaka druga osvetljena, z drugo elektrarno s 143 turbinami, izmed katerih jih je osvetljenih le šest. V prvi je bilo 52 odstotkov ($n = 37$) žrtev najdenih pri osvetljenih turbinah in 48 odstotkov ($n = 34$) pri neosvetljenih. Povezave med osvetlitvijo in žrtvami niso ugotovili v nobeni izmed elektrarn. Velika smrtnost je bila ugotovljena na območju elektrarne Foote Creek Rim, kjer ni bila osvetljena nobena turbina. Tudi na območju elektrarne Stateline, kjer je osvetljena ena tretjina turbin, ni bila ugotovljena povezava med osvetljenostjo in žrtvami (Erickson s sod., 2003a).

Netopirji so sposobni zaznati veliko širino krajine in obrise ozadja do 100 metrov (Griffin, 1960, cit. po Johnson s sod., 2003a). Študije so dokazale, da se lažje izognejo kolizijam s premikajočimi kot pa s stoječimi objekti, saj je tudi njihovo hranjenje povezano s premikajočimi objekti (Jen in McCarty, 1978, cit. po Johnson s sod., 2003a). Da bi dokazali sposobnost netopirjev za zaznavanje turbin, so jih opazovali pri hranjenju na razdalji enega metra od turbin. Smrtnost pa ni bila zabeležena (Bach s sod., 1999, cit. po Johnson s sod., 2003a).

Če netopirje turbine ne privlačijo in preprosto trkajo ob njih, je mogoče pričakovati večjo smrtnost pri meteoroloških stolpih zaradi daljnovodov. Na območju elektrarne Foote Creek Rim je bila ugotovljena šestkrat večja smrtnost ptic pri stolpih kot pa pri turbinah iste višine, med 135 žrtvami netopirjev pa ni bilo nobenega pri stolpih. Na območju elektrarne

Buffalo Mountain med 72 žrtvami pri stolpu ni bilo nobenega netopirja; šest netopirjev so našli v Oregonu, vendar nobenega pri stolpu (Johnson s sod., 2003a).

Morrison s sodelavci (1998, cit. po Hötker s sod., 2005) je ugotovil, da je občutljivost za umrljivost različnih starostnih stopenj po vrstah drugačna. Ptice pevke se v mladih letih odzivajo močnejše kot v zrelih, race pa enako v obeh obdobjih. Pri goseh, galebih in orlih je občutljivost večja v obdobju zrelosti. Prav tako je ugotovil, da se povečana smrtnost v mladih letih lažje nadomesti s povečano reprodukcijo kot v obdobju zrelosti. Reprodukcijska stopnja se lahko poveča pri manjši gostoti in manjši konkurenci. Pri netopirjih so povečane izgube manj zaznavne kot pri pticah, ker je zanje značilno poligamno razmnoževanje, večja pa je izguba pri smrtnosti samic.

Za ublažitev smrtnosti netopirjev ni dobro, da so turbine nameščene v bližino prezimovališč, materinskih kolonij, v selitvene koridorje, na steze med kolonijami in območji hranjenja. Projekt naj bo raziskan in naj predvidi, kako zmanjšati smrtnost. S primerno obliko in z ustrezno namestitvijo turbin bi se lahko stopnja smrtnosti zelo ublažila in se zmanjšala na nepomembno stopnjo.

5 ZAKLJUČKI

Zaradi polemik o toplogrednih plinih, globalnem segrevanju in zakonodaji o onesnaževanju zraka, se je pojavilo vse večje povpraševanje po rabi obnovljivih virov energije. Rezultat tega je tudi gradnja vedno več vetrnih elektrarn. Vetrna energija je tradicionalno razumljena kot nenevarna okolju, v zadnjih letih pa so se začela pojavljati vprašanja, ali je vsaka umestitev v prostor z nekaterih vidikov vpliva na okolje tudi opravičljiva. Najpogosteje se izpostavljajo vplivi na krajinsko sliko, problemi, povezani s hrupom, ter vplivi na favno in floro. Reševanje in upoštevanje vseh problemov pa je težavno.

Cilja disertacije sta analiza vplivov vetrnih elektrarn na favno in floro ter vrednotenje za boljše razumevanje velikosti vpliva. Rezultati predstavljajo pregled podatkov in obenem opozarjajo na vrzeli in potrebo po nadaljnjem raziskovanju. Na podlagi študij monitoringov in poročil o vplivih na okolje, ki se pripravljajo v večini držav, smo poskušali oceniti vplive na okolje in analizirati glavne probleme, ki so pri načrtovanju vetrnih elektrarn največkrat izpostavljeni: ranljivost prostora, vpliv vetrnih turbin na ptice, netopirje in druge vrste živali, učinke na vegetacijo in habitate ter vplive na rabo tal.

Največ je študij o vplivu na ptice. Kar nekaj jih je bilo izvedenih v Avstraliji, Kanadi, Ameriki in Evropi. Literatura o tem je razpršena. Metode v študijah se razlikujejo, zato so različni tudi rezultati.

V osemdesetih je bilo zelo malo znanega o potencialnih okoljskih vplivih, povezanih z razvojem energije, pridobljene iz vetrnih elektrarn. Čeprav se vetrne turbine uporabljajo že stoletja, ni poročal o vplivih na ptice. Prve farme so bile postavljene brez premišljevanja, v zadnjih letih pa postaja to velika skrb. Glede na opravljene raziskave je bila le v eni opažena velika smrtnost – v ZDA, pa vendar je kljub vsem protokolom in študijam primerjavo težko izvesti. Rezultata tega sta še vedno velika zaskrbljenost in zanimanje za raziskovanje potencialnih vplivov na ptice.

Metaanaliza kot raziskovalna metoda odpira nove možnosti za skupno kvantificiranje večjega števila izsledkov, ki obravnavajo isto problematiko. Pravilno izvedena upošteva vplive različnih oblik neobjektivnosti, ki bi lahko povzročile, da bi dobili povsem neprimerne in celo zavajajoče rezultate. Zato zahteva veliko načrtovanja, skrbno izvedbo in razumno presojo, če želimo, da je raziskava koristna, objektivna in izvirna.

S študijem poročil o vplivih na okolje smo analizirali pričakovane vplive in ugotovili naslednje:

- Družbena (ne)sprejemljivost je eden izmed pomembnih vzrokov za izvajanje obsežnih raziskav, to je ugotavljanje negativnih vplivov in (ne)odobritev projektov, povezanih z gradnjo vetrnih elektrarn. Ugotovitve kažejo (Breglio, 1995, cit. po Gipe, 1995; Holdningsundersøgelse, 1993; Günther, 2002, cit. po Ratzbor, 2005), da je energija, pridobljena v vetrnih elektrarnah, večinoma pozitivno podprta. Pogosto je proti le manjšina (učinek NIMBY) (Bishop in Proctor, 1994; Gipe, 1995; Hoepman, 1998, cit. po Gipe, 1995), po navadi tisti posamezniki, ki s tovrstno energijo nimajo dovolj izkušenj ali informacij o njej (Gipe, 1995;

Andersen s sod., 1997, cit. po Gipe, 1995). Negativno mnenje ljudi se po gradnji pogosto spremeni v pozitivno. S povečevanjem obsega informacij o energiji, pridobljeni v vetrnih elektrarnah, pa družbeno odobravanje narašča. Ker so v večini primerov nasprotujoči v manjšini, so projekti pozitivno ocenjeni. Kljub temu pa ne smemo zanemariti vpliva zvoka in vizualnega vpliva. Upoštevanje teh vidikov pred gradnjo na posameznih lokacijah zmanjša možnosti negativnega razporeditve.

- Nujnost poročil o vplivih na okolje za pridobitev dovoljenj za gradnjo vetrnih elektrarn se v svetu razlikuje glede na velikost elektrarn (v Avstraliji nad 30 MW, v Avstriji nad 20 MW ali več kot 20 turbin, na Irskem 5 MW ali pet turbin). Na zaščitene območjih so merila strožja, dovoljenja pa se zahtevajo že za gradnjo manjših elektrarn in manjšega števila turbin. Ob upoštevanju planskih in okoljskih aktov na lokalni, državni in nacionalni ravni se v večini držav priporočajo, in v poročilih tudi dokumentirajo, ocene in monitoringi flore in favne, vizualna ocena, ocena hrupa, senc, elektromagnetnih motenj, seizmološka ocena, nadzor voda, načrt prometa, arheološka in kulturna ocena, ekonomska analiza, poročilo o mnenju prebivalcev in ocena vpliva na turizem. V nekaterih poročilih sta dodana tudi načrt požarne varnosti in načrt gospodarjenja z odpadki.
- Pri gradnji vetrnih elektrarn prihaja do trajne in začasne izgube habitata ter degradacije rastlinskih vrst. Z metaanalizo poročil o vplivih na okolje smo ugotovili, da je delež neuporabnih površin po gradnji majhen, od najmanj 0,09 do največ 31,2 odstotka trajnega odvzema celotne površine, na kateri je vetrna elektrarna. Povprečen odvzem površin znaša 0,5 hektarja na turbino oziroma 0,33 hektarja na MW. Elektrarne so najpogostejše umeščene na kmetijske površine, polja in pašnike, raba tal pa je, z manjšimi izgubami, po gradnji povrnjena v prvotno stanje. Največji je odvzem na čistih gozdnih območjih, kjer je treba očistiti obsežnejše površine in zgraditi ceste za dostop do turbin. Elektrarne so redkeje umeščene na močno gozdnate površine. Glede na izračune v zvezi s trajnim odvzgom od celotne površine je povprečen trajni odvzem majhen, saj v povprečju znaša 3,71 odstotka neuporabnih površin od celotne površine, na kateri je zgrajena vetrna elektrarna in pri kateri je lahko raba tal povrnjena v prvotno stanje.
- Metaanaliza poročil o vplivih na okolje kaže, da so vetrne elektrarne umeščene na posamezna območja, ne glede na število nacionalno, državno ali regionalno zaščitene rastlinskih vrst in habitatov. Vetrne elektrarne gradijo na območjih zaščitene rastlinskih vrst. V metaanalizi izračunano povprečje nacionalno zaščitene vrste je 1,12 vrste, državno zaščitene je osem vrst in regionalno zaščitene 15,5 vrste. Mediana in povprečje sta vedno večja od ena, kar kaže, da so elektrarne na določena območja umeščene ne glede na prisotnost zaščitene vrste. V vseh primerih je bil potencialni vpliv ocenjen kot zanemarljiv ali majhen. Izdelani so bili natančni popisi flore, glede na popise pa so bile turbine umeščene nekaj metrov stran od zaščitene vrste ali občutljivih habitatov. Odvzem zaščitene habitatov je redek pojav in predstavlja majhen delež celotnega odvzema habitata. Večjih izgub zaščitene rastlinskih vrst gradnja elektrarn ne povzroča.
- Vetrne elektrarne se gradijo na območjih ne glede na število prisotnih zaščitene vrste oziroma ogroženih živalskih vrst, če območje ni posebej označeno kot zavarovano. Povprečje v analizo zajetih študij znaša 5,5 nacionalno zaščitene vrste, 9,9 državno zaščitene vrste in 7,8 regionalno zaščitene vrste, kar kaže na veliko prisotnost v vseh že postavljenih vetrnih elektrarnah. Posegi v prostor se sicer redko kažejo tudi

na območjih, ki mejijo na zaščitena območja ali delno vanj tudi posegajo. Sklepna potencialna ocena vpliva je vedno označena kot majhna. Izdela se natančen popis vrst. Le redka ameriška in avstralska poročila za predvideno elektrarno predvidijo tudi potencialno stopnjo smrtnosti. Elektrarne se redkeje postavljajo na območja glavnih migracijskih poti, pomembna območja hranjenja in počivališča, najpogosteje se umeščajo na območja z majhno dejavnostjo ptic in netopirjev. Če je elektrarna umeščena v dejavnejše območje ptic, se določijo omilitveni ukrepi (tabuizirane cone, oddaljenost turbin do gnezdišč ipd.).

- Zvok je odvisen od lokacije, topografije, oblike pokrajine ter hitrosti in smeri vetra. Jakost zvoka ni odvisna le od turbine, ampak tudi od jakosti zvokov iz okolice. V večini primerov izračunana potencialna stopnja zvoka ne presega mejnih dnevnih in nočnih ravni hrupa v posamezni državi. Delež študij, kjer je bil dokazan presežen hrup, je bil pričakovano manjši od 50 odstotkov. Stopnja izračunanega presežka je v povprečju 3 dB in je bila redko presežena pri več kot enem stanovanjskem objektu. V vseh poročilih je potencialna ocena opredeljena kot zanemarljiva in majhna. Ocenjen potencialni hrup je majhen. Tako kažejo tudi monitoringi po postavitvi in družbena sprejemljivost, kjer zvok običajno moti tiste, ki z vetrno energijo nimajo osebnih izkušenj. Določene so minimalne razdalje postavitve turbin do objektov, izračuni jakosti zvoka za sodobne turbine pa so nižji kot za starejše izvedbe turbin.

Ob pogostih polemikah problematike hrupa, zaščitene rastlinskih in živalskih vrst oziroma sprejemljivosti projektov so iz naših rezultatov metaanalize monitoringov razvidni naslednji sklepi in priporočila, ki so neposredno ali posredno povezani z nameni in s cilji disertacije:

- Večina ameriških raziskav podaja stopnjo smrtnosti. V evropskih študijah je večja pozornost namenjena vplivom elektrarn na posamezne vrste ptic, navedena pa je tudi ocena občutljivosti. Največ negativnih vplivov je zabeleženih pri vrstah vodnih ptic (gosi, pribe, galebi, labodi, race, ponirki), kar se kaže s povečano razdaljo ptic v razmerju do turbin.
- Kar 47 odstotkov vseh študij, zajetih v metaanalizo, je izvirnih, iz njih pa je mogoče razbrati način in metode raziskovanja. Tem študijam smo pripisali največjo težo. Mediana stopnje smrtnosti ptic je precej manjša kot aritmetična sredina, kar kaže, da smo v metaanalizo zajeli nekatere študije, ki so pokazale na izjemno visoko smrtnost ptic, kar je močno dvignilo povprečno vrednost. Mediana stopnje smrtnosti ptic znaša 1,78 ptice na turbino letno. Podatki o stopnjah smrtnosti na območjih posameznih vetrnih elektrarn nad to vrednostjo tako kažejo na povečano smrtnost, torej je treba poiskati vzroke zanjo in jo zmanjšati. Razlik v smrtnosti glede na dolžino trajanja ne moremo potrditi, zato ne moremo dokazati, da se smrtnost zaradi privajanja ptic na turbine s časom zmanjšuje, na kar opozarjajo posamezne študije. Določali smo tudi primernost habitatov za postavitev elektrarn. Glede na stopnjo smrtnosti najbolj izstopata mokrišče (s stopnjo smrtnosti 22,2) in hribovje (s stopnjo smrtnosti 10,4), pred drugimi habitatmi, kjer se smrtnost giblje okoli dve ali pod to vrednostjo. Največ žrtev je pri kanji vrste *Buteo jamaicensis*, vendar ne v sodobnih elektrarnah. Roparice so tudi vrsta, ki naj bi bila kolizijam najbolj izpostavljena, zato smo določili skupno velikost vpliva. Skupna srednja

stopnja smrtnosti roparic znaša 0,01 roparice na turbino letno. Največja stopnja je v hribovju (0,5), najnižja na travišču (0,01). Smrtnost vodnih vrst ptic je redka. Najpogostejše je zabeležena smrtnost srebrnega galeba (*Larus argentatus*). Večino vseh kolizij predstavljajo ptice pevke. Najpogostejši žrtvi sta škrlanec (*Eremophila alpestris*) in domači golob (*Columbia livia*), in sicer na območjih več elektrarn. Edina vrsta, ki je žrtev in hkrati ogrožena vrsta z rdečega seznama IUCN, je rjavi škarnjek (*Milvus milvus*). Na območjih večine elektrarn ni težav zaradi kolizij, večkrat se pojavljajo tam, kjer je frekvenca letenja ptic velika, kjer je veliko roparic in hkrati veliko turbin. V nobeni študiji še ni bil ugotovljen pomemben vpliv na populacijo posameznih vrst. Manjše število žrtev v sodobnih elektrarnah je posledica boljše razmestitve turbin, stran od velike gostote in neprimernih topografskih oblik. Vplive pa povzroča tudi sodobna oblika turbin. V veliko študijah so raziskovalci poročali o številnih žrtvah ptic pri različnih objektih (Evans Ogden, 1996; Orloff in Flannery, 1996; Winkelman, 1995). Skupna ocena vseh žrtev iz vseh virov je bila za ZDA ocenjena na 200–500 milijonov ptic (Erickson s sod., 2001) letno zaradi kolizij. Vetrne turbine povzročajo tveganje za ptice, vendar je to v primerjavi z drugimi dejavnostmi človeka majhno. Ocene smrtnosti so okvirne in temeljijo na subjektivnih modelih, zato so nezanesljive. Ocene smrtnosti zaradi vetrnih turbin, kjer so uporabljene standardne metode, s posebnim premislekom in z izračuni, so zato precej natančnejše. Če so zbrani podatki podali okvirno povprečje dve ptici na leto na turbino za vse vrste ptic in če je bila do leta 2007 zmogljivost elektrarn po svetu okoli 90 000 MW, bi bila pri povprečju 2 MW na turbino in okvirno 45 000 delujočih turbinah do konca leta 2007 po svetu skupna smrtnost ocenjena na 90 000 žrtev letno, kar je v primerjavi z ocenami kolizij pri drugih objektih malo.

- Žrtvam kolizij so izpostavljeni tudi netopirji. Večinoma jih v zadnjih letih proučujejo v ZDA. Podatkov je veliko manj kot pri pticah in so zelo razpršeni. Stopnja smrtnosti se giblje od 0 do 47,5 žrtve na turbino letno. Pri izračunu skupnega vpliva na stopnjo smrtnosti netopirjev z upoštevanjem uteži smo izračunali povprečno vrednost stopnje smrtnosti (6,04 netopirja na turbino letno) in določili mediano z 1,84 netopirja na turbino letno. Večina kolizij se pojavi v obdobju migracij, na kar kaže sezonskost najdenih žrtev. Med migranti so kot žrtve najpogostejše izpostavljene vrste *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis* in *Lasionycteris noctivagans*. Za ublažitev smrtnosti je dobro, da turbine niso nameščene v bližino prezimovališč, materinskih kolonij, v selitvene koridorje in na območja hranjenja.

Kljub številnim študijam je med raziskovalci vedno veliko nesoglasij. Vzrok za to je verjetno heterogenost raziskav. Razlikujejo se v parametrih, kot sta število žrtev in povzročanje nemira, v metodologiji raziskovanja (pri pridobivanju podatkov, obstoju kontrolnih območij) in v trajanju raziskave. Rezultati številnih študij niso bili objavljeni in spadajo v »sivo« literaturo. Veliko nejasnosti temelji na predvidevanjih. Disertacija naj bi prispevala tudi k razumevanju obsega vplivov.

Metaanaliza kot metoda pregledovanja in združevanja rezultatov več študij za doseganje najverjetnejših razlag ter odkrivanja novih spoznanj glede vplivov vetrnih elektrarn na živalski in rastlinski svet, v svetu še ni bila izvedena. Zaradi velike količine informacij smo

omogočili sistematičen pregled in povzetke nepregledne množice raziskav. Z združevanjem rezultatov smo kvantitativno izračunali srednjo stopnjo smrtnosti ptic in netopirjev v vetrnih elektrarnah, stopnjo smrtnosti glede na trajanje raziskav, stopnjo smrtnosti glede na habitat oziroma relief, odstotek trajnega odvzema površin na območjih postavitve, velikost preseganja dovoljene jakosti zvoka in izgubo zaščitene vrste ptic ter določili velikost posegov v zavarovane rastlinske in živalske vrste. Zagotovili smo večjo točnost ugotovitev, ki so se v svetovni literaturi primerjale le pripovedno.

Dovolj je informacij za splošno oceno razvoja, ki prispeva k preprečevanju problemov, ki so se pojavili na območjih elektrarn. Najpogosteje se poroča, da so roparice vrsta, ki je za kolizije najbolj občutljivejša, zaradi zgodbe na območju elektrarne Altamont Pass v Kaliforniji, vendar podatki kažejo, da se skoraj na vseh območjih roparice turbinam izogibajo, zato je kolizij malo ali pa jih celo ni. Upoštevanje dejavnikov, ki so prispevali k smrtnosti v Kaliforniji, kot so topografija, visoka gostota roparic in zastarela tehnologija, je na območjih drugih elektrarn prispevalo k majhni smrtnosti. Najpogosteje zabeležena vrsta pri kolizijah s turbinami je ptica pevka. Za zdaj vplivi na populacijo še niso bili ugotovljeni.

Študije so pokazale, da je vzrok kolizij pogosto tudi v okolju, na primer v povečani možnosti za plen. Strokovnjaki zato priporočajo preprečitev gradnje objektov, nevarnih za ptice in netopirje, čim manj cest in ograj ter odstranjevanje mrhovine.

Za zmanjšanje smrtnosti na območjih vetrnih elektrarn (v virih so najbolj izpostavljene vrste roparic) je treba upoštevati naslednja priporočila:

- izogibati se je treba območjem z velikim številom dni megle, nizke oblačnosti in slabe vidljivosti;
- lokacije turbin naj ne bodo nameščene tam, kjer so najprivlačnejša območja za roparice;
- razporeditev turbin naj bo taka, da ne bo povečala smrtnosti (vzporeden niz turbin);
- vodi naj bodo speljani pod zemljo ali varno pred roparicami;
- sedenje in počivanje na stolpih je lahko usodno, zato je pomembna izbira primernih oblik turbin;
- treba je izdelati načrt obnove habitatov za zmanjšanje negativnih vplivov na ranljivo divjad (izogniti se je treba snovanju habitata, privlačnega za živali, ki so plen roparic);
- izogniti se je treba cestnim predorom, ki so privlačni za veverice in hrčke;
- okoli turbin naj sta nameščena vegetacija in rastlinje, ki ni privlačno za majhne sesalce;
- uporabljenih naj je čim manj opozorilnih luči.

Priporoča se tudi izogibanje kritičnih območij – območij z zelo občutljivimi vrstami, pomembnih območij preletov z velikimi koncentracijami, pomembnih območij počivališč, gnezdišč ipd.

Različna zakonodaja ne zahteva izpolnjevanje enakih pogojev za gradnjo vetrnih elektrarn. Veliko situacij zahteva poznavanje območja postavitve in priporočila strokovnjakov o tem, kakšne študije in metode so potrebne. Pomembno je, da vsebuje dokument biološke

značilnosti območja postavitve, metodologijo študije, cilj raziskave in študijo zmanjšanja tveganja. Primerna ocena bioloških virov lahko zniža stroške, skrajša čas odložitve projekta, zmanjša razočaranje nevladnih organizacij in prispeva k pridobivanju dovoljenj in zahtev. Pisna ocena naj bi vsebovala vire informacij, ki so na voljo, lokalno ekspertizo, pregled literature in informacije o naravnih virih za zaščitene vrste in populacije ptic; pregled terena, vegetacije in habitatnih tipov ter informacije o divjadi. V večini primerov so to zadostne informacije, ki so lahko podlaga za oceno, ali je teren primeren ali neprimeren za gradnjo vetrne elektrarne. Cilji disertacije ter informacije o posameznih vrstah, dogajanju na območjih določenih habitatov in reliefov, s priporočili in tveganjem za posamezne vrste ali skupine ptic in netopirjev, so v pomoč in so znanstvena opora za vse, ki pripravljajo presojo o vplivih na okolje na novih območjih ter omogočajo skrajšanje postopkov in odobritve projektov.

Vse običajno uporabljene metode za pridobivanje elektrike povzročajo negativne okoljske vplive, nekatere več, druge manj. Nuklearna energija povzroča termalno onesnaženost vodnih teles in povzroča skrb zaradi odpadkov in potencialnega sevanja. Veliki hidroenergetski objekti razkrajajo vodni ekosistem in lahko poplavlajo velika območja ter povzročajo številne okoljske vplive, vključno z vplivi na populacije ptic zaradi izgube habitatov. Vplivi termoelektrarn in izgorevanja premoga povzročajo največjo skrb za okolje. Prispevajo k povečevanju toplogrednih emisij in k onesnaževanju ozračja. Klimatske spremembe vodijo k velikim spremembam naravnih habitatov in zato vplivajo na ptice, ki so od njih odvisni.

V splošnem je vpliv energije, pridobljene iz vetrnih elektrarn, na smrtnost majhen, z nekaterimi izjemami, kjer je bila ugotovljena visoka stopnja smrtnosti. V primerjavi z izračuni stopenj smrtnosti v metaanalizi bi lahko bila visoka smrtnost vse, kar je nad 1,78 žrtve na turbino letno za ptice, 0,01 žrtve na turbino letno za roparice in 1,8 žrtve na turbino letno za netopirje.

6 POVZETEK

Razširjenost vetrnih elektrarn po svetu in tudi po Evropi je vse večja, pa vendar se ob postavitvi vetrnih elektrarn pogosto pojavljajo vprašanja in študije, ki govorijo o drugih, tudi negativnih vplivih. Zaradi vplivov na ljudi, rastlinski in živalski svet ter preostalo okolje se je pojavilo vprašanje o ustreznosti njihove gradnje.

V fazi obratovanja se izpostavlja predvsem problematika hrupa, estetike in smrtnosti živali. Posebej izstopajoča je vloga konflikta z zavarovanjem območij ptic pri prostorskih načrtih za gradnjo in je pogosto ovira pri odobritvi projektov.

Pomembnejši vplivi na populacije ptic so trije: izguba habitatov, trki s turbinami in nemir. Najnevarnejši so trki. Poškodbe so odvisne od števila in vrste ptic, ki so na projektnem območju prisotne, od migracijskih poti, topografije in lokalnih vremenskih razmer.

Prve vetrne elektrarne v ZDA so bile postavljene brez razumevanja tega, kako ptice ta območja uporabljajo, zato je bila smrtnost velika. Visoka smrtnost roparic je bila ugotovljena na območju elektrarne Altamont v ZDA, povzročila pa je veliko skrbi tudi na drugih območjih. Ponekod so projekte zaradi skrbi pred kolizijami celo ustavili. Velik napredek je bil dosežen pri razvoju standardnih metod za umeščanje vetrnih elektrarn v prostor in monitoringu vplivov na ptice. Zaradi teh dosežkov je veliko izvajalcev uvedlo programe za monitoring. Analize tveganja se po navadi izvedejo pred razvojem projekta. Zahteve glede analiz so različne in so odvisne od velikosti projekta ter od zakonodaje posameznih držav.

Cilji disertacije ter informacije o posameznih vrstah, dogajanjih v določenih habitatnih tipih in reliefih, s priporočili in tveganjem za posamezne vrste ali skupine ptic in netopirjev so pomoč in znanstvena opora za vse, ki pripravljajo presojo o vplivih na okolje na novih območjih. Omogočajo skrajšanje postopkov in odobritev projektov.

Za oceno vplivov je dobro poznavanje odzivanja posameznih vrst ptic na turbine. V Evropi se kaže večji problem zaradi premeščanja živali kot pa zaradi kolizij. Za številne vrste je bila občutljivost v študijah že ugotavljana. Rezultati kažejo, da večina vrst, ki so jih proučevali, ni občutljiva ali pa je stopnja občutljivosti zelo majhna. Pri roparicah avtorji večinoma opozarjajo na izogibanje pri vrstah močvirski lunj, navadni kanji, postovki in rjavem škarnjeku. Na izogibanje travniških vrst opozarjajo pri vrstah prepelice, kosca, pribe, školjkarice in komatnega deževnika. Veliko večje izogibanje je bilo zabeleženo pri selivkah, in sicer pri vrstah, kot so gos, žerjav, priba in prosenka.

Zaradi različnih odprtih vprašanj smo na podlagi študij monitoringov in poročil o vplivih na okolje, ki jih pripravljajo v večini držav, ocenili vplive vetrnih elektrarn na okolje in analizirali glavne probleme, ki so pri načrtovanju vetrnih elektrarn največkrat izpostavljeni: ranljivost prostora, vpliv vetrnih turbin na ptice, netopirje in druge vrste živali, učinki na vegetacijo in habitate ter vplivi na rabo tal.

Pri raziskovanju smo se omejili na vetrne elektrarne na kopnem. Analiza poročil vplivov na okolje je bila izvedena na podlagi izbranih dokumentov različnih držav, kjer je energija, pridobljena v vetrnih elektrarnah, že uveljavljeni alternativni vir energije.

Metaanaliza je metoda pregledovanja in kombiniranja rezultatov več neodvisnih študij. Združevanje rezultatov omogoča, da za določene indikacije določimo vrednost posameznih učinkov, namesto da rezultate samo primerjamo. Rezultati metaanaliz podajajo v nadaljevanju predstavljene ugotovitve.

Energija, pridobljena iz vetrnih elektrarn, je večinoma pozitivno podprta. Pogosto je proti le manjšina, po navadi ji nasprotujejo posamezniki, ki s tovrstno energijo nimajo zadosti izkušenj ali informacij. S povečanjem obsega informacij o taki energiji pa družbeno odobravanje narašča.

Nujnost poročil o vplivih na okolje za pridobitev dovoljenj za gradnjo vetrnih elektrarn se po svetu razlikuje v odvisnosti od velikosti elektrarn. Na zaščitelih območjih so merila strožja, dovoljenja so potrebna že za gradnjo manjših elektrarn z manj turbinami.

Z metaanalizo poročil o vplivih na okolje smo ugotovili, da je odstotek neuporabnih površin po gradnji majhen, od najmanj 0,09 do največ 31,2 odstotka trajnega odvzema vse površine vetrne elektrarne. Povprečen odvzem površin znaša 0,5 hektarja na turbino oziroma 0,33 hektarja na MW. Elektrarne so najpogosteje umeščene na kmetijske površine, polja in pašnike, raba tal pa je z manjšimi izgubami po gradnji povrnjena v prvotno stanje.

Zvok je odvisen od lokacije, topografije, oblike pokrajine, hitrosti in smeri vetra. Jakost zvoka ni odvisna le od turbine, ampak tudi od jakosti zvokov iz okolice. V večini primerov izračunana potencialna jakost zvoka ne presega mejnih dnevnih in nočnih ravni hrupa v posamezni državi. Delež študij, kjer je bil dokazan presežen hrup, je bil pričakovano manjši od 50 odstotkov.

Vetrne elektrarne gradijo na območjih zaščitelih rastlinskih vrst. V metaanalizi izračunano povprečje nacionalno zaščitelih vrst je 1,12 vrste, državno zaščitelih je osem vrst in regionalno zaščitelih 15,5 vrste. Mediana in povprečje sta vedno večja od ena, kar kaže, da so elektrarne umeščene ne glede na prisotnost zaščitelih vrst.

Metaanaliza poročil o vplivih na okolje je pokazala rezultate, da se vetrne elektrarne gradijo na območjih ne glede na število prisotnih zaščitelih oziroma ogroženih živalskih vrst, če območje ni posebej označeno kot zavarovano. Povprečje v analizo zajetih študij znaša 5,5 nacionalno zaščitene vrste, 9,9 državno zaščitene vrste in 7,8 regionalno zaščitene vrste, kar kaže na veliko prisotnost v vseh že postavljenih vetrnih elektrarnah.

Kar 47 odstotkov vseh študij, zajetih v metaanalizo, je izvirnih, iz njih pa je mogoče razbrati način in metode raziskovanja. Tem študijam smo pripisali največjo težo. Večina študij, to je 52,3 odstotka, se je izvajala eno leto. Mediana je med vsemi vrstami študij precej manjša kot aritmetična sredina, kar kaže na to, da smo v metaanalizo zajeli nekatere študije, ki so pokazale na izjemno visoko smrtnost ptic, kar je močno dvignilo povprečno vrednost. Mediana smrtnosti pri študijah nižje kakovosti znaša le 0,095 ptice na turbino, pri

študijah srednje kakovosti 2,915, pri študijah visoke kakovosti pa 1,7. Če upoštevamo mediano v celotnem vzorcu, znaša ta 1,7 ptice na turbino letno.

Za 47 študij je bil na voljo podatek o tem, v kateri vrsti habitata oziroma reliefa so elektrarne nameščene. Kot mero povprečne smrtnosti smo izbrali mediano. Glede na smrtnost ptic najbolj izstopata mokrišče (22,2) in hribovje (10,4) pred drugimi habitati, kjer se smrtnost giblje okoli dve ali pod to vrednostjo. Razlike v smrtnosti glede na vrsto habitata lahko statistično potrdimo.

Največjo skrb zaradi smrtnosti vzbujajo roparice, zaradi zgodnjih opazovanj smrtnosti planinskega orla vrste *Buteo jamaicensis* in ameriške postovke (*Falco sparverius*), in sicer na območjih elektrarn Altamont Pass in Tehachapi v ZDA. Smrtni primeri ptic roparic so poseben problem zaradi njihove malostevilnosti in zavarovanega statusa. Našteli smo 33 študij, izmed katerih pa je smrtnost roparic zabeležena le v študijah srednje kakovosti in znaša 0,12 roparice na turbino letno. Pri upoštevanju vseh študij glede na kakovost znaša skupna srednja stopnja smrtnosti roparic 0,01 roparice na turbino letno, določena aritmetična sredina pa je 0,28 roparice na turbino letno. Za 38 študij je znan podatek o smrtnosti roparic in habitatu oziroma reliefu elektrarne. Največja stopnja smrtnosti je v hribovju, to je 0,5 roparice na turbino letno. V gozdu znaša 0,17, na gorskem hrbtu 0,03, na travnišču pa 0,1. Razlike lahko z nekoliko večjim tveganjem potrdimo.

Največ žrtev v v disertacijo zajetih študijah je zabeleženih pri roparici vrste *Buteo jamaicensis* (večinoma na območju elektrarne Altamont Pass v ZDA), sledijo pa srebrni galeb *Larus argentatus* (večina žrtev je bila na območju elektrarn v Belgiji), škrljanec *Eremophila alpestris* (na območju elektrarn Stateline in Foote Creek v ZDA) ter domači golob *Columbia livia* (na območju elektrarne Altamont Pass v ZDA). Edina vrsta, ki je zabeležena kot žrtev (44 žrtev) in hkrati ogrožena vrsta z rdečega seznama IUCN, je rjavi škarnjek (*Milvus milvus*).

Že od leta 1960 je znano, da so kot žrtve izpostavljeni tudi netopirji (Hall in Richards, 1972, cit. po Johnson 2004), ki so jih v zadnjih letih proučevali večinoma v ZDA. Ocenjena stopnja smrtnosti za vse vrste netopirjev skupaj je zabeležena v 23 študijah. Stopnja smrtnosti za vse vrste netopirjev med elektrarnami variira od 0 (na območju elektrarn Obersdorf v Avstriji ter Alaiz, El Perdon in Guerinda v Španiji) do 47,5 žrtve na turbino letno na območju elektrarne Mountaineer v ZDA. Pri izračunu skupnega vpliva na stopnjo smrtnosti netopirjev z upoštevanjem uteži smo ugotovili povprečno vrednost stopnje smrtnosti netopirjev na 6,04 netopirja na turbino letno in določili mediano z 1,84 netopirja na turbino letno. Glede na v analizo zajete študije je bila največja stopnja smrtnosti ugotovljena pri netopirjih vrst *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis*, *Lasionycteris noctivagans*, *Pipistrellus subflavus* in *Myotis lucifugus*. Sezonskost najdenih žrtev priča o tem, da so med njimi večinoma migranti. Za ublažitev smrtnosti netopirjev ni dobro, da so turbine nameščene v bližino prezimovališč, materinskih kolonij, v selitvene koridorje ter na steze med kolonijami in območji hranjenja.

Veliko študij poroča o številnih žrtvah ptic pri različnih objektih. Nekaj podatkov je z območij Severne Amerike (Orloff in Flannery, 1996), nekaj pa iz Evrope (Winkelman, 1995): prevozna sredstva so povzročila smrtnost od 60 do 80 milijonov ptic, zgradbe in

okna od 98 do 980 milijonov, električni vodi od desettisoče do 174 milijonov, komunikacijski stolpi pa od 4 do 50 milijonov. Če so v disertaciji zbrani podatki podali okvirno povprečje dve ptici na leto na turbino za vse vrste ptic in če je bila do leta 2007 po svetu zmogljivost elektrarn okoli 90 000 MW, bi bila pri povprečju 2 MW na turbino in okvirno 45 000 delujočih turbinah po svetu do konca leta 2007 skupna smrtnost ocenjena na 90 000 žrtev letno, kar je v primerjavi z ocenami kolizij pri drugih objektih malo.

7 SUMMARY

Wind farms are spreading in Europe and worldwide. However, several issues and studies that mostly deal with negative impacts usually occur when planning and constructing a new wind farm. Owing to their influence on people, animals and plants, the acceptability of wind farm construction is being questioned.

In the operating phase, the issues of noise, aesthetics and animal mortality often get exposed. The conflict with bird protection areas also receives a lot of attention and it plays an important role in spatial planning of wind farms. It frequently presents an obstacle to project approval.

There are three significant impacts on bird population: loss of habitat, turbine collisions and disturbance. Collisions present the greatest threat to bird population. Damages depend on population size and species present in the project area and also on migratory trails, topography and local weather conditions.

First wind farms in the USA were constructed without considering the birds and how they use the particular area. This is why the mortality was high. High mortality of raptors in Altamont Pass wind farm caused a lot of concern on other locations. On some locations, wind energy projects have even been stopped because of bird collision hazard. Later, the progress was made by developing standard methods for placing the turbines into landscape and by monitoring their impacts on birds. Owing to these achievements, a lot of wind farm operators introduced monitoring programmes. Risk analyses are usually made before the project is developed. However, the demands for analyses vary and they depend on the size of the project and the legislation of particular country.

The aims of dissertation, the information on species and their functioning in particular habitat or relief types, with recommendations and risk assessments for particular species or groups of birds and bats, could provide a scientific support to all who prepare environmental impact assessments on new locations. They also enable the shortening of procedures and project approvals.

When evaluating the impacts, it helps to understand the reaction of particular bird species to turbines. In Europe, transposition of bird populations seems to be a greater problem than collisions. Sensitivity of several species has been evaluated in studies. Yet the results show an insignificant risk for most studied species or that they are not sensitive to wind turbines. Some authors warn about the avoidance in case of Montagu's Harrier, common buzzard, kestrel and red kite. The avoidance is also mentioned in studies on grassland species such as common quail, corn crake, lapwing, oystercatcher and ringed plover. The avoidance is frequently mentioned in studies of migratory birds such as geese, common cranes, lapwings and golden plover.

There are several open questions that need answers. Based on the studies of monitorings and environmental reports, we evaluated the impact of wind farms on the environment, analysed the main problems that are exposed when planning a wind farm: vulnerability of

space, wind turbine impact on birds, bats and other animals, and impacts on vegetation, habitats and land use.

Our research was limited to continental (on-shore) wind farms. Environmental impact reports were analysed on the basis of selected documents from different countries where wind energy presents a well-established alternative source of energy.

Meta-analysis is a method for surveying and combining the results of several independent studies. By combining the results we can determine for certain indication the value of particular impact, instead of using just a narrative comparison of the results. The results of meta-analyses provided the following conclusions.

In most cases, wind energy receives a positive support. The minority usually contradicts and those individuals usually lack the necessary information or experience. Social acceptance of wind energy is increasing with more information on it.

In case of wind farms, the necessity of environmental impact reports for acquiring the construction permits depends on the particular country and the size of farms. In protected areas the measures are stricter and the permits are obligatory even when constructing smaller farms with few turbines.

Using the meta-analysis we established a relatively small percentage of unsuitable areas after construction, namely from minimally 0.09% to maximally 31.2% of permanent takeover of total area of wind farms. The average area takeover is 0.5 hectares per turbine or 0.33 hectares per MW. Wind farms are frequently located on agricultural areas, fields and pastures. The use of land is often restored to the previous state shortly after the construction with only minor losses.

Sound depends on location, topography, landscape form, wind speed and its direction. The intensity of noise does not depend solely on turbine but also on the intensity of surrounding noises. In most cases, the calculated potential noise intensity does not exceed the allowed limits for day and night noise levels in particular country. As expected, the percentage of studies where the noise limits were exceeded was under 50%.

Wind farms are built on the areas of protected plant species. Using the meta-analysis we calculated the average of nationally protected birds (1.12 species). On the average, 8 species are protected by state and 15.5 species are protected regionally. Median and average are always above 1, which proves that wind farms are located irrespectively of the present protected species.

Meta-analysis of environmental impact reports provides the results that prove the location of wind farms is chosen irrespectively of the number of present protected or endangered species, unless the area is specially marked as protected. The average numbers from analysed studies are the following: 5.5 nationally protected species, 9.9 species protected by state and 7.8 regionally protected species. Thus, the presence of protected species in wind farm areas is significant.

47% of studies included in meta-analysis are original studies which include research means and methods. This is why they were given most weight in our research. Most studies (52.3%) lasted a year. In all types of studies, median is significantly lower than arithmetic mean, which proves that our meta-analysis included some studies with exceptionally high mortality of birds and this increased the average value considerably. Mortality median in low quality studies is 0.095 birds/turbine-year, in mid quality studies 2.915 birds/turbine-year and in high quality studies 1.7 birds/turbine-year. Considering the median in the whole sample, the estimated value is 1.7 birds/turbine-year.

47 studies provided data on habitat or relief type in which the turbines are located. We chose median as a measure of average mortality. Wetlands (22.2) and hills (10.4) are far ahead of other habitat types where mortality is about or under 2. The differences in mortality among the habitat types can be proved statistically.

Raptors receive most concern over their mortality, owing to early observations of Red tailed Hawk (*Buteo jamaicensis*) and American Kestrel (*Falco sparverius*) in the areas of two wind farms in the USA, Altamont Pass and Tehachapi. Fatalities of raptors present a special issue because of their small populations and protected status. We found 33 studies where bird mortality is recorded only in mid quality studies and its value is 0.12 raptors/turbine-year. Considering all studies irrespectively of their quality, the total middle level of raptor mortality is 0.01 raptors/turbine-year and determined arithmetic mean is 0.28 raptors/turbine-year. 38 studies provide data on mortality and habitat/relief type. The highest mortality is in hilly areas (0.5 raptors/turbine-year). The mortality in forests is 0.17, on mountain ridges 0.03 and in grasslands 0.1 raptors/turbine-year. The differences could be confirmed with a slightly higher risk.

The highest number of fatalities in the studies included in dissertation was recorded for a Red tailed Hawk (*Buteo jamaicensis*) (most in Altamont Pass, USA), followed by a silver seagull *Larus argentatus* (most fatalities in Belgian wind farms), a Horned lark (*Eremophila alpestris*) (Stateline and Foote Creek, USA) and a domestic pigeon *Columbia livia* (Altamont Pass, USA). The only species that is recorded as a fatality (44) as well as endangered species from Red List of IUCN is Red kite (*Milvus milvus*).

Bats were first recognised as wind turbine fatalities in 1960 (Hall in Richards, 1972, cit. Johnson, 2004). Recently, their fatalities have been researched in the USA. Mortality rate for all bat species is recorded by 23 studies and it varies between 0.0 (Obersdorf/Austria, Alaiz/Spain, El Perdon/Spain, Guerinda/Spain) and 47.5 fatalities/turbine-year (Mountaineer, USA). When calculating the total impact on bat mortality rate (with considering the weights), we determined the average value of bat mortality level – 6.04 bats/turbine-year. We then determined the median 1.84 bats/turbine/year. According to the analysed studies, the highest mortality is among the following species: *Lasiurus cinerteus*, *Lasiurus borealis*, *Lasionycteris noctivagans*, *Pipistrellus subflavus* and *Myotis lucifugus*. Seasonality of recorded fatalities proves that most of them were migrating. To reduce the mortality, turbines should not be located in the vicinity of wintering and feeding areas, breeding colonies and along migration corridors and paths that connect colonies.

Several studies report on bird fatalities at particular structures. Some data comes from the USA (Orloff in Flannery, 1996) and some from Europe (Winkelman, 1995): vehicles 60-80 million, building and windows 98-980 million, power lines 10,000-174 million, communication towers 4-50 million and other structures. The data collected in this dissertation provides an approximate average of 2 birds/turbine-year for all bird species. If the capacity of wind turbines in 2007 was around 90,000 MW (around 45,000 operating turbines with average 2 MW), this would mean 90,000 fatalities/year, which is relatively insignificant in comparison to other structures.

8 ZAHVALA

Varstvo okolja - tukaj zapuščamo raven številnih posamičnih strokovnih disciplin; od tod naprej je mogoče zgolj še problemsko usmerjeno, interdisciplinarno in strokovno prepleteno skupinsko delo. To mi je pri vstopu v Univerzitetni podiplomski študij varstva okolja pomenilo največji izziv, in sicer zaradi pridobivanja znanja, s katerim lahko naraščajoče kompleksne probleme okolja rešujemo, ob upoštevanju vseh možnih vidikov in stopamo iz okvira specialnega znanja v poglobljanje na različnih področjih znanosti. Spoznala sem strokovnjake z različnih fakultet, ki so mi omogočili širši pogled in pridobitev kompleksnega znanja o našem okolju.

Izdelava doktorske disertacije je zahtevala veliko časa in potrpežljivosti. Brez pomoči strokovnjakov z različnih področij znanosti je, seveda, v takem obsegu ne bi bilo mogoče napisati.

Za dragocene ideje in usmeritve med študijem in pri izdelavi doktorske disertacije se moram najprej zahvaliti mentorju prof. dr. Milanu Pogačniku, prav tako za naklonjenost, skrb in spodbudo, ki sem jih, še posebej proti koncu, zelo potrebovala. Hvala za vso pomoč. Delo je tudi drugače ves čas podpirala Veterinarska fakulteta, za kar se prav tako iskreno zahvaljujem mentorju prof. dr. Milanu Pogačniku.

Posebna zahvala za strokovno svetovanje, potrpežljivost in spodbujanje pri sprejemu teme in nastajanju tega dela je namenjena članici komisije prof. dr. Metki Špes ter članoma, somentorju prof. dr. Janezu Marušiču in prof. dr. Jožetu Rakovcu.

Vso zahvalo sem dolžna še predsedniku komisije prof. dr. Martinu Dobeicu, ki me je na zanimiv način uvedel v varstvo okolja, s poudarkom na dobrobiti živali, in me z neprecenljivimi nasveti spodbujal med študijem in tudi pri izdelavi disertacije.

Da so me kot geografinjo, z željo po študiju varstva okolja s področja varstva živali, na Veterinarski fakulteti tako lepo sprejeli, se najlepše zahvaljujem vsem zaposlenim na imenovani fakulteti, še posebej prof. dr. Milanu Pogačniku, prof. dr. Martinu Dobeicu in prof. dr. Andreju Bidovcu, ki so z velikim razumevanjem podprli in omogočili odpiranje vseh poti temu interdisciplinarnemu študiju.

K večji kakovosti dela med študijem so precej prispevali tudi napotki prijateljev. Z znanjem s področja okoljevarstva mi je strokovno, sicer pa tudi moralno, podporo nudil prijatelj doc. dr. Boštjan Pokorny; pri seznanjanju z okoljsko problematiko v veterinarski medicini in med študijem specifične veterinarske literature pa sem se vedno lahko zanesla na prijatelja Toma Wankmüllerja. Hvala obema.

Očetu, mami, omi in bratu iskrena hvala za vso moralno podporo in finančno pomoč med študijem. Nobena pot zanje ni bila predolga in, roko na srce, težko bi lahko pomagali še bolj.

Naj se na koncu za pomoč zahvalim še prijateljicama Alenki Tajnikar in mag. Heleni Čreslovnik ter vsem drugim prijateljicam in prijateljem, ki so razumeli vse dobre in slabe trenutke, verjeli vame in me optimistično spodbujali.

In naj pri vsem študiju o varstvu okolja in dobrobiti živali nikakor ne izpustim tudi zame najdragocenejšega bitja, psičke Sabe, ki me je sama vsa leta zvesto in potrpežljivo čakala doma in morala marsikdaj prespati čas, sicer namenjen najinim sprehodom ...

9 VIRI

Adrossan Windfarm (2002). Environmental statement. Land use consultants.

Anderson R (2000a). Personal communication. Composition data collected during phase I studies at San Gorgonio (1996-1998).

Anderson R (2000b). Personal communication. Composition data collected during pilot and phase I studie sa Tehachapi Pass (1995-1998).

AWEA (2005). <http://www.awea.org/pubs/factsheets.html> (12. 12. 2005)

BioSystems Analysis (1990). Wind turbine effects on the activities, habitat and death rate of birds. Prepared for Alameda, Contra Costa and Solano Counties, California.

Braes of Doune Windfarm. Environmental Statement (2002). Land Use Consultants.

BWEA (2000). Noise from wind turbines. The facts. London: 4 str.
<http://www.bwea.com/ref/noise.html> (15. 4. 2006)

California Energy Commission (CEC) (1989). Avian mortality at large wind energy facilities in California: identification of a problem. California Energy Commission staff report P700-89-001.

Capen DE, Coker DR (1994). Avian studies – proposed Green mountain power wind turbine project – Searsburg and Readsboro, Vermont: report to Green Mountain Power.

Chin Chute 30 MW wind power project. Revised environmental impact statement (2005). Suncor energy products, number 5902-57-5.

Condon wind project. Environmental impact statement DOE/EIS-0321. US Department of energy, Bonneville power administration.

Crowlands Wind Farm (2007). Planning and environmental report, planning application. Pacific Hydro Pty.

Curraglass wind farm energy development (2000). Environmental impact statement. South western environmental services, West Cork.

Damborg S (2003). Public attitudes towards wind power. Danish wind industry association.

Derrybrien wind farm, Environmental impact statement. Saorgus energy. Co. Kerry.

Directive 79/409/EEC on the Conservation of wild birds (Birds Directive).

Directive 85/337/EEC as amended by Directive 97/11/EC Assessment of certain public and private projects on environment (EIA Directive).

Directive 92/43/EEC on the Conservation of natural habitats and of the wild flora and fauna (Habitats Directive).

Directive 2001/42/EC The assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment (SEA Directive).

Dokie wind energy project (2006). Environmental assessment application. Dokie wind energy, British Columbia environmental assessment office, Canadian environmental assessment agency.

DWEA, Sound from wind turbines. <http://www.windpower.org> (30. 9. 2006)

Environment Victoria (2003). <http://www.envict.org.au> (3. 6. 2006)

Environmental assessment filings: Flat rock wind power project (2002). New York: Environmental design & research, P.C..

Environmental assessment filings: Madison wind power project (1999). New York: Environmental design & research, P.C..

Environmental assessment of the 30 MW East point wind plant (2006). Prince Edward Island Energy Corporation.

Environmental assessment for Spring Canyon wind project (2005). Logan County, Colorado.

Environmental assessment 20 MW windfarm and associated energy storage facility (2002). Knoxville: Tennessee valley authority, TN 37917.

Environmental impact report for the Smud – Solano wind project (1993). Sacramento municipal utility district in accordance with the California environmental quality act state Clearinghouse, No. 92113035.

Environmental impact statement at Sonnagh Old, Co. Galway (2000). Corr na Gaoithe Teo.

Environmental impact statement, Meenadreen, Co. Donegal (2004). Eco wind farm.

Environmental impact study, Bellacorrick, Co. Mayo (1990). Renewable Energy Ireland.

Ferndale Wind Park. Sky Generation.

Franklin AB, Wilson KR, Shenk TM (1998). Estimated annual rate of change in a golden eagle population at the Altamont pass wind resource area, California. Golden, Colorado: Colorado state University.

Hammerl C, Fichtner J (2000). Langzeit – Geräuschimmissionmessung an der 1 MW-Windenergieanlage Norde N54 in Wiggensbach bei Kempten. Im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz.

Higgins, Nova Scotia, Environmental Assessment. 2006. Nova Scotia Department of Environment & Labour, No. 061218.

Howell JA (1995b). Avian mortality at rotor swept area equivalents, Altamont Pass and Montezuma Hills, California. Prepared for Kenetech windpower. San Francisco, California.

Howell JA, DiDonato JE (1991). Assessment of avian use and mortality related to wind turbine operations. Altamont Pass, Alameda and Contra Costa counties, California, September 1988 through August 1989. Prepared for U.S. Windpower. Livermore: California, 168 str.

Howell JA, Noone J (1992). Examination of avian use and mortality at a U.S. WindPower wind energy development site, Montezuma Hills, Solano county, California: final report. Prepared for Solano county. Fairfield: California.

Hydro Tasmania (2004). Bird and bat monitoring.
<http://www.hydro.com.au/documents/Our%20Environment/BirdAndBatMonitoringAtTheWoolnorthWindfarm.pdf> (22. 12. 2006)

Isselbacher K, Isselbacher T (2001). Vogelschutz und Windenergie in Rheinland Pfalz Gutachten zur Ermittlung definierter Lebensraumfunktionen bestimmter Vogelarten in zur Errichtung von Windkraftanlagen geeigneten Bereichen von Rheinland Pfalz. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz Materialien 2/2001.

Jones & Stokes Associates (1987). Bird abundance and movements at the Potrero Hills wind turbine site, Solano county, California. Prepared for Solano county. Fairfield: California.

Jones & Stokes Associates (1995). Avian use of proposed Kenetech and CARES wind farm sites in Klickitat county, Washington: technical report JSA 93-303. Seattle: Jones & Stokes Assoc.

Lingan 10 MW wind farm project, registration and environmental assessment (2006). Glace Bay Lingan wind power limited. Dillon consulting limited, No. 05-4359-0200.

Lingan 4 MW wind power project (2005). Registration and environmental assessment. Cape breton power limited. Dillon consulting limited.

Macarthur wind farm. Planning panels Victoria. Reference Number PL-SP/05/0283.

Northrop Devine in Tarbell (1995a). New England wind energy station: spring 1994 nocturnal songbird migration study report, January 1995. Portland, ME: Kenetech windpower, 32 str.

Northrop Devine in Tarbell (1995b). New England wind energy station: fall 1994 nocturnal songbird migration study report, August 1994. Portland, ME: Kenetech windpower, 39 str.

Northrop Devine in Tarbell (1995c). New England wind energy station: autumn 1994 nocturnal songbird migration study report, January 1995. Portland, ME: Kenetech windpower, 23 str.

Northrop Devine in Tarbell (1995d). New England wind energy station: spring 1994 nocturnal songbird migration study report, August 1995. Portland, ME: Kenetech windpower, 35 str.

Portland wind energy project. Planning and technical documents.
<http://www.pacifichydro.com.au/OurEnergy/Library/PortlandWindEnergyProject/tabid/224/Default.aspx> (26. 8. 2006)

Pubnico point wind farm. Environmental assessment approval (2003). Nova Scotia environment and labour.

Soderglen wind power project (2005). Jacques Whitford limited, number 5902-G3-1.

Stateline wind project wildlife monitoring final report (2004), July 2001- December 2003. Oregon: Western ecosystems technology, 105 str.
http://www.west-inc.com/wind_reports.php (13. 5. 2006)

Summerview wind farm. Environmental assessment (2003). Wind power production incentive program, 5902-V1-5.

Superior wind prince power project. Environmental impact statement (2005). Brascan power wind, number 5902-S1-1A.

Tennessee Valley Authority (2002). Draft environmental assessment -20MW-windfarm and associated energy storage facility. Tennessee valley authority, Knoxville, Tennessee.
<http://tva.gov/environment/reports/windfarm> (17. 7. 2006)

Thelander CG (2000). Personal communication. Species composition data from National renewable energy laboratory funded Altamont studies (1999-2000).

Tulp I (1999). Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind farm Turno Knob in the Kattegat. Waardenburg Project No 98., Utrecht.

Tulp I, Schekkerman H, Larsen JK, van der Winden J et al. (1999). Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind farm Tuno Knob in the Kattegat. Report No. 99.30.

US Fish and Wildlife Service (2003). Interim guidelines to avoid and minimize wildlife impacts from wind turbines. United States department of the interior, fish and wildlife service, Washington DC.

Waubra wind farm. Planning permit call ins application no 05/0150 & 05/152. 2005.

West Coast wind farm, Woolnorth, North West Tasmania (2000). Development proposal and environmental management plan. Environmental services-Hydro Tasmania.

Wild Horse wind power project. Environmental impact statement (2006). Energy facility site evaluation council, Washington State.

Wind energy project at Moneypoint, Co Clare (2001). ESB International, report number P04E102A-R2.

Wind power pty (2003). Wonthaggi wind farm project.
<http://www.wind-power.com.au> (13. 5. 2006)

Wind turbine environmental assessment - draft screening document. Prepared for TREC and Toronto Hydro energy services. Dillon Consulting Limited, 3 str.

Windpark Kittsee, Umweltverträglichkeitserklärung (2003). Austrian Windpower Betriebs Gmbh.

Windpark Obersiebenbrunn, Umweltverträglichkeitserklärung. Ökoenergie GMBH. Obersdorf.

Windpark Potzneusiedl. Umweltverträglichkeitserklärung (2004). Austrian windpower betriebs Gmbh.

Windpark Römerstrasse, Gols (2004). UVP-G.

Wonthaggi wind farm, environmental effects statement and permit application 0266 (2003).

10 LITERATURA

- A population study of golden eagles in the Altamont pass wind resource area (1997). Predatory bird research center. Santa Cruz, California: University of California, National renewable energy laboratory, 99 str.
- ABC Policy (2006). American bird conservancy wind energy policy. <http://www.abcbirds.org/abcprograms/policy/wind/> (22. 5. 2005)
- Ahlen I (2002). Fladdermöss och faglar dödade av vindkraftverk. (Bats and birds killed by wind power turbines). Fauna och flora 97 (3): 14-21.
- Airola D (1987). Bird abundance and movements at the Potrero hills wind turbine site, Solano county, California. Prepared for the Solano county department of environmental management, Fairfield, California. Sacramento, California: Jones & Stokes associates, 43 str.
- Alberts DJ (2005). Addressing wind turbine noise. Lawrence Technological University, 21 str. http://www.ltu.edu/engineering/mechanical/delphi_wind.asp (22. 5. 2006)
- Allavena S (2004). In volo sull'Europa: 25 anni dello direttiva uccelli, legge pioniera sulla conservazione della natura, 2 str. <http://www.lipu.it/pdf/convegnoDU/allavena.pdf> (16.7.2006)
- Anderson RL, Tom J, Neumann N, Noone J, Maul D (1996). Avian risk assessment methodology. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting II., Palm Springs, CA, 1995. Prepared for the Avian Subcommittee of National Wind Coordinating Committee. Washington DC, King City, Ontario: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, LGL, Environmental research associates, 152 str. <http://www.nationalwind.org/pubs/avian95/default.htm> (23. 3. 2005)
- Anderson R, Morrison M, Sinclair K, Strickland D (1999). Studying wind energy/bird interactions: a guidance document. Washington DC: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, 87 str. <http://www.nationalwind.org> (13. 1. 2006)
- Anderson R, Strickland D, Tom J et al. (2000). Avian monitoring and risk assessment at Tehachapi pass and San Geronio pass wind resource area, California: phase I preliminary results. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 31-46. <http://www.nationalwind.org/publications/wildlife/avian98/default.htm> (13.1.2006)
- Andersson S (1996). Bright ultraviolet colouration in the Asian whistling thrushes (*Myiophonus spp.*). Proc R Soc Lond B Biol Sci 263: 843-8.
- Avery M, Clement T (1972). Bird mortality at four towers in eastern North Dakota: fall 1972. Prairie Naturalist 3/4: 87-95.

Avery M, Springer PF, Cassel JF (1977). Weather influences on nocturnal bird mortality at a North Dakota tower. *Wilson Bull* 89(2): 291-9.

Barclay RMR (1984). Observations on the migration, ecology and behaviour of bats at Delta Marsh, Manitoba. *Can Field Natur* 98: 331-6.

Barrios L, Rodriguez A (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring bird mortality at on-shore wind turbines. *J Appl Ecol* 41: 71-81.

Bauer HG, Berthold P (1996). *Die Brutvögel Mitteleuropas: Bestand Gefährdung*. Wiesbaden: Aula Verlag, 715 str.

Bellhouse G (2004). Low frequency noise and infrasound from wind turbine generators: a literature review. Prepared for Bel Acoustic Consulting. Energy efficiency and conservation authority of New Zealand in 2004, 45 str.

Bergen F (2002). Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (*Vanellus vanellus*): eine Vorher/Nachher Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein Westfalen. Berlin: Technische Universität.
http://www2.tu-berlin.de/~lbp/schwarzesbrett/Windkraft_III_2Bergen1.pdf (12. 1. 2006)

Berthold P (1993). *Bird migration/a general survey*. New York: Oxford University Press, 239 str.

Betke K, Gabriel J, Klug H, Schumacher K, Wittwer G (1997). Geräuschminderung durch Modifikation der Blattspitze, der Blatthinterkante und des Anstellwinkels von Windkraftanlagen: Forschungsvorhabens. *DEWI Magazin* 11, 70-5.

Breuer W, Südbeck P (2002). Standortplanungen von Windenergieanlagen in Niedersachsen. Anforderungen und Erfahrungen hinsichtlich des Schutzes bedeutender Vogellebensräume. In: *Windenergie und Vögel. Ausmass und Bewältigung eines Konflikts. Tagungsband, 1. vorläufige Fassung*. Berlin: Technische Universität, 17-23.
http://www2.tu-berlin.de/~lbp/schwarzesbrett/Windkraft_II_1_Breuer.pdf

Burton T, Sharpe D, Jenkins N, Bossanyi E (2001). *Wind energy handbook*. Chichester: John Wiley and Sons, 642 str.

Clemens T, Lammen C (1995). Windkraftanlagen und Rastplätze von Küstenvögeln - ein Nutzungskonflikt. *Seevögel* 16: 34-8.

Connelly JW, Schroeder MA, Sands AR, Braun CE (2000). Guidelines to manage sage grouse populations and their habitats. *Wildl Soc Bull* 28(4): 967-85.

Cooper BA, Johnson CB, Neuhauser EF (1995). The impact of wind turbines in upstate New York. In: *Proceedings of the American wind energy association conference, 1995*. Washington DC: American Wind Energy Association, 607-11.

Cooper BA, Kelly TA (2000). Night vision and thermal imaging equipment. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 164-5.

Crockford NJ (1992). A review of the possible impacts of wind farms on birds and other wildlife. JNCC Report, vol. 27. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee, 60 str.

Crawford RL, Engstrom RT (2001). Characteristics of avian mortality at a north Florida television tower: a 29-year study. J Field Ornithol 72: 380-8.

Curry D, Kerlinger P (2006). Birds and wind power.
<http://www.currykerlinger.com/windpower.htm> (24.4.2006)

Decoster J (2004). Meta-analysis notes. Tuscaloosa, AL: Department of psychology, University of Alabama, 50 str.

Dirksen S, Spaans AL, van der Winden J (1998). Nocturnal collision risk with wind turbines in tidal and semi-offshore areas. In: Ratto CF, Solari G, eds. Wind energy and landscape. Rotterdam: Balkema, 99-108.

Dooling R (2002). Avian hearing and the avoidance of wind turbines. Maryland: National renewable energy laboratory, 84 str.
<http://www.nrel.gov/wind/pdfs/30844.pdf> (17.5.2006)

Dürr T (2004). Vögel als Anflugopfer an Windenergieanlagen – ein Einblick in die bundesweite Fundkartei. Bremer Beitr Naturkd Naturschutz 7: 221-8.

Erickson WP, Strickland MD, Johnson GD, Kern JW (2000a). Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from windplants. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. Prepared for National wind coordinating committee, c/o. Washington DC: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE.

Erickson WP, Strickland MD, Johnson GD, Kronner K (2000b). Avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. Umatilla County, Oregon: 1999, study year. Technical report prepared for Umatilla county department of resource services and development. Pendleton, Oregon: Western EcoSystem Technology, WEST, 21 str.

Erickson WP, Johnson GD, Strickland MD et al. (2001). Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Washington DC: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, 62 str.
http://www.nationalwind.org/pubs/avian_collisions.pdf (17. 7. 2006)

Erickson WP, Jeffrey J, Konner K, Bay K (2003a). Stateline wind power project wildlife monitoring annual report: result from the period July 2001-December 2002. Technical

report submitted to FPL energy. Cheyenne, WY: Western EcoSystem Technology, WEST, 105 str.

Erickson WP, Johnson GD, Strickland MD et al. (2003b). Synthesis and comparison of baseline avian and bat use, raptor nesting and mortality information from proposed and existing wind developments. Western EcoSystem Technology, WEST, 129 str.
http://www.bpa.gov/Power/pgc/wind/Avian_and_Bat_Study_12-2002.pdf (17. 7. 2006)

Erickson WP, Kronner K, Gritski B (2003c). Nine Canyon wind power project avian and bat monitoring report. Prepared for Nine Canyon Tehnical Advisory Committee Energy Northwest. Cheyenne, WY: Western EcoSystem Technology, WEST, 37 str.
http://www.west-inc.com/reports/nine_canyon_monitoring_final.pdf (17. 7. 2006)

Erickson WP, Johnson GD, Young DP (2004a). Summary of anthropogenic causes of bird mortality. In: Proceedings of the 2002 international partner's in flight conference. Monterrey, California.

Erickson WP, Kerns J, Arnett E (2004b). Bat mortality at wind energy facilities during fall migration: a proposal for intensive mortality searches. Peer-reviewed research proposal and field protocol. Austin: Bats and Wind Energy Cooperative, Bat Conservation International.

Evans Ogden LJ (1996). The hazards of lighted structures and windows to migrating birds: report. Toronto, Canada: World Wildlife Fund and Fatal Light Awareness Program, 46 str.

Evans B (1998). Telecommunications towers affect avian community. Waveguide.
http://www.wave-guide.org/archives/waveguide_3/birdkill.html (21.12.05)

Evans WR (2000). Applications of acoustic bird monitoring for the wind power industry. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 141-52.

Evans WR, Rosenberg KV (2000). Acoustic monitoring of night-migrating birds: a progress report. In: Bonney RE Jr, Pashley DN, Cooper R (eds). Strategies for bird conservation: the partners in flight planning process. Ithaca, NY: Cornell lab of ornithology. http://birds.cornell.edu/pifcapemay/evans_rosenberg.htm

Everaert J (2003). Wind turbines and birds in Flanders: preliminary study results and recommendations. *Natuur Oriolus* 69(4): 145-55.

Everette AL, O'Shea TJ, Ellison LE, Stone LA, McCance JL (2001). Bat use of high plains urban wildlife refuge. *Wildl Soc Bull* 29: 967-73.

Exo KM, Hüppop O, Garthe S (2002). Offshore – Windenergieanlagen und Vogelschutz: Eingereichtes Manuskript. In: SDN-Tagungsband. Offshore Windkraft - Zu Lasten oder zum Schutz der Natur?, 21 str.

<http://www.sdn-web.de> (26. 8. 2006)

Fearnside P (2004). Wind farm noise in Australia. Melbourne: Marshall day acoustics.
[http://www.marshallday.com/downloads/Wind_farm_noise_in_Australia_\(C\)_Marshall_Day_Acoustics_2004.pdf](http://www.marshallday.com/downloads/Wind_farm_noise_in_Australia_(C)_Marshall_Day_Acoustics_2004.pdf) (15. 7. 2006)

Fegeant O (2002). Masking of wind turbine noise: influence of wind turbulence on ambient noise fluctuations: report. Stockholm: Royal institute of technology, Department of Civil and Architectural Engineering, 39 str.

Fenton MB, Bell GP (1979). Echolocation and feeding behavior in four species of *Myotis*. *Can J Zool* 57: 1271-7.

Fritsche A, Köppel J (2002). Windenergie und Vögel. In: Tagungsband zur Fachtagung Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes: Tagungsresumee. Berlin: Technische Univesität, 8-10.

GAO (2005). United States Government Accountability Office. Impacts on wildlife and government responsibilities for regulating development and protecting wildlife.
<http://www.gao.gov/new.items/d05906.pdf> (29. 9. 2006)

Gauthreaux S (1994). The history of wind-related avian research in the USA. In: Proceedings of the national avian windpower planning meeting. Washington DC: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, 33-5.

Gill JA, Sutherland WJ, Watkinson AR (1996). A method to quantify the effect of human disturbance on animal populations. *J Appl Ecol* 33: 786-92.

Gipe P (1995). Wind energy comes of age. New York: John Wiley and sons, 560 str.

Gray T (2004). State of the wind energy industry in 2004. In: Proceedings of the wind energy and birds/bats workshop. Washington: American wind energy association, National Wind Coordinating Committee/RESOLVE.
<http://www.awea.org/pubs/documents/WEBBProceedings9.14.04%5BFinal%5D.pdf> (12. 3. 2006)

Harmata AR, Podruzny KM, Zelenak JR, Morrison ML (2000). The use of radar in evaluations of avian wind development projects: Norris Hill wind resource area, Montana. In: National avian wind power planning meeting III, San Diego, California 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 162-3.

Hart NS, Partridge JC, Cuthill IC (1998). Visual pigments, oil droplets and cone photoreceptor distribution in the European starling (*Sturnus vulgaris*). *J Exp Biol* 201: 1433-46.

Hegley N (2004). Wellington city district plan, proposed district plan change 32, Renewable energy, Review of noise conditions. Wellington: Makara Ohairu Community Board, 28 str. Report No 6873.

Herbert M (2002). Naturschutzverträgliche Windenergieanlagen. In: Tagungsband zur Fachtagung Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konflikts. Natur und Landschaft. Berlin: Technische Universität, 141-3.
<http://www2.tu-berlin.de/~lbp/schwarzesbrett/tagungsband.htm> (23. 9. 2006)

Higgins KF, Osborn RG, Dieter CD, Usgaard RE (1996). Monitoring of seasonal bird activity and mortality at the Buffalo Ridge wind resource area, Minnesota, 1994-1995. Completion report for the research period May 1, 1994 – December 31, 1995: report. Prepared for Kenetech windpower. Brookings, SD: South Dakota cooperative fish and wildlife research unit, 84 str.

Hodgson EVF (2005). Residential wind turbines and noise emissions, 33 str.
<http://www.wind.appstate.edu/reports/ResidentialWindTurbinesandNoiseEmissions.pdf> (26. 9. 2006)

Hoover S, Morrison M, Thelander C, Ruge L (2000). Response of raptors to prey distribution and topographical features at Altamont Pass wind resource area, California. In: Proceedings national avian wind power meeting IV. Carmel, California: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, 16-22.
<http://www.nationalwind.org/pubs/avian00/section1.pdf> (12. 1. 2006)

Hoover S (2002). The response of red tailed hawks and golden eagles to topographical features, weather, and abundance of a dominant prey species at the Altamont Pass wind resource area, California: April 1999-December 2000. Golden, CO: National renewable energy laboratory, 76 str. NREL/SR-500-30868.
<http://www.nrel.gov/wind/pdfs/30868.pdf> (29. 10. 2006)

Howell JA (1995a). Perching prevention assessment at Kenetech 56-100 wind turbine towers. Prepared for Kenetech windpower. San Francisco, CA: Judd Howell & Association Sausalito.

Howell JA (1997). Avian mortality at rotor swept area equivalents, Altamont Pass and Montezuma Hills, California. Trans Western Sect Wildl Soc 33: 24-9.

Hötter H, Köster H, Thomsen KM (2005). Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse. Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz, BfN-Skripten 142.

Hunt WG (1994). A pilot golden eagle population project in the Altamont Pass wind resource area, California. Prepared for National renewable energy laboratory. Golden, CO: Predatory bird research group, University of California, 212 str.

Hunt WG (1997). A population study of golden eagles in the Altamont Pass wind resource area: population trend analysis 1997. Prepared for National renewable energy laboratory. Golden, CO: Predatory bird research group, University of California, 98 str.

Hunt WG (2000). A population study of golden eagles in the Altamont Pass wind resource area: population trend analysis for 1994-1997. Executive summary. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 15-7.
<http://www.nationalwind.org/pubs/avian98> (22. 12. 2006)

Jacobs GH (1992). Ultraviolet vision in vertebrates. *Am Zool* 32: 544-54.

Janss G (2000). Bird behavior in and near a wind farm at Tarifa, Spain: management considerations. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 110-4. <http://www.nationalwind.org/pubs/avian98> (22. 12. 2006)

Johnson G (2004). Bat ecology related to wind development and lessons learned about impacts on bats from wind development. In: Wind energy & birds/bats workshop proceedings. Washington DC: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, 46-9. <http://www.awea.org/pubs/documents/WEBBProceedings9.14.04%5BFinal%5D.pdf> (1. 2. 2007)

Johnson GD, Erickson WP, Strickland MD, Shepherd DA (1998a). Avian monitoring studies Buffalo Ridge, Minnesota wind resource area 1996-1997: report. Prepared for Northern states power, Minneapolis. Cheyenne, WY: Western ecosystems technology, WEST.

Johnson GD, Young DP, Derby CE, Erickson WP, Strickland MD, Kern JW (1998b). Wildlife monitoring studies, SeaWest wind power plant, Carbon county, Wyoming, 1995-1997. Prepared for SeaWest Energy Corp. and U.S. Bur. Land Manage. Cheyenne, WY: WEST, 184 str.

Johnson GD, Young DP, Derby CE, Erickson WP, Strickland MD, Good RE (2000). Wildlife monitoring studies, SeaWest Wind power Project, Carbon County, Wyoming, 1995-1999: technical report. Prepared for SeaWest Energy Corporation and US Bur. Land Manage. Cheyenne, WY: Western ecosystems technology, WEST, 195 str.

Johnson GD, Young DP, Becker PE, Erickson WP, Strickland MD, Good RE (2001). Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim wind power project, Carbon county, Wyoming, November 3, 1998 - October 31, 2000: technical report. Prepared for SeaWest Energy Corporation and US Bur. Land Manage. Cheyenne, WY: Western ecosystems technology, WEST, 32 str.

Johnson GD, Erickson WP, Strickland MD, Shepherd MF, Shepherd DA, Sarappo SA (2002). Collision mortality of local and migrant birds at a large scale wind power development on Buffalo Ridge, Minnesota. *Wildl Soc Bull* 30: 879-87.

Johnson GD, Erickson WP, White J, McKinney R (2003a). Avian and bat mortality during the first year of operation at the Klondike Phase I wind project, Sherman county, Oregon. Prepared for Northwest wind power. Cheyenne, WY: Western ecosystems technology, WEST, 17 str.

http://www.west-inc.com/reports/klondike_final_mortality.pdf. (12. 2. 2007)

Johnson GD, Erickson WP, Strickland MD, Shepherd DA, Shepherd MF (2003b). Avian monitoring studies Buffalo Ridge, Minnesota wind resource area 1996-1998. Cheyenne, WY: Western Ecosystems Technology, WEST.

Johnson GD, Erickson WP, Strickland MD, Shepherd MF, Shepherd DA (2003c). Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge Minnesota wind resource area: results of a 4 –year study. Cheyenne, WY: Western ecosystems technology, WEST, 273 str.

http://www.west-inc.com/wind_reports.php (12. 2. 2007)

Johnson GD, Strickland MD (2004). An assessment of potencial collision mortality of migrating Indiana bats (*Myotis sodalis*) and Virginia big-eared bats (*Corynorhinus townsendii virginianus*) traversing between caves: supplement to biological assessment for the federally endangered Indiana bat (*Myotis sodalis*) and Virginia big-eared bats (*Corynorhinus townsendii virginianus*). Cheyenne, WY: Western ecosystems technology, WEST, 24 str.

<http://www.west-inc.com/reports/finalbatsupplement.pdf> (22. 12. 2006)

Keeley B, Ugoretz S, Strickland D (2001). Bat ecology and wind turbine considerations. In: Proceedings national avian wind power meeting IV. Washington DC: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, 135-46.

Kerlinger P (1989). Flight strategies of migrating hawks. Chicago, IL: University of Chicago press, 375 str.

Kerlinger P (1995). How birds migrate. Mechanicsburg, PA: Stackpole Books, 228 str.

Kerlinger P (1997). A study of avian fatalities at the Green Mountain power corporation's Searsburg, Vermont, Winpower facility - 1997. Prepared for Vermont department of public service, Green Mountain power corporation. New York: Kerlinger P, 12 str.

Kerlinger P (2000a). Avian mortality at communication towers: a review of recent literature, research, and methodology: report. Prepared for the U.S. Fish and Wildlife Service. Office of Migratory Bird Management.

<http://migratorybirds.fws.gov/issues/towers/review.pdf> (22. 12. 2006)

Kerlinger P (2000b). An assessment of the impacts of Green Mountain power corporation's Searsburg, Vermont, Wind power facility on breeding and migrating birds. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 90-6.

Kerlinger P (2002). An assessment of the impacts of Green Mountain power corporation's Searsburg, Vermont, Wind power facility on breeding and migrating birds. Golden, Colorado: National renewable energy laboratory, 95 str.
<http://www.osti.gov/bridge> (12. 3. 2007)

Kerlinger P (2003a). FAA lighting of wind turbines and birds collisions.
<http://www.nationalwind.org/events/wildlife/20031117/presentations/Kerlinger.pdf> (12. 3. 2007)

Kerlinger P (2003b). Avian risk assessment for the East haven windfarm: East demonstration project, Essex county, Vermont. Report prepared for East haven windfarm, Mathew Rubin project manager.
<http://easthavenwindfarm.com/filing.html>.

Kerlinger P, Dowdell J (2003). Breeding bird survey for the Flat rock wind power project, Lewis county, New York. Prepared for Atlantic renewable energy corporation. Cape May Point, NJ: Curry & Kerlinger LLC, 20 str.
<http://www.powernaturally.org/About/documents/FR%20DEIS%20App%20F%20Avian%20Supp%20Rpt%20120303.pdf> (13. 3. 2007)

Kerlinger P, Curry R (2000a). Impacts of a small wind power facility in Weld county, Colorado, on breeding, migrating and wintering birds: preliminary results and conclusions. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 64-9.
<http://www.nationalwind.org/pubs/avian98> (12. 3. 2007)

Kerlinger P, Curry R (2000b). Avian risk studies at the Ponnequin wind energy project, Weld county, Colorado. Status of field studies – 1999 - report for technical review committee. Report prepared for public service company of Colorado.

Kerns J, Kerlinger P (2004). A study of bird and bat collision fatalities at the Mountaineer wind energy center, Tucker county, West Virginia: annual report for 2003: technical report. Prepared for FPL energy and mountaineer wind energy center. Cape May Point, NJ: Technical review committee, Curry and Kerlinger, LLC, 39 str.

Ketzenberg C, Exo KM, Reichenbach M, Castor M (2002). Einfluss von Windenergieanlagen auf Brutvögel des Offenlandes. *Natur und Landschaft* 77: 144-53.

Kingsley A, Whittam B (2001). Potencial impact of wind turbines on birds at North Cape, Prince Edward Island: report. Prepared for the PEI Energy Corporation. Sackville: Bird Studies Canada, 33 str.
<http://www.bsc-eoc.org/peiwind.html> (12. 2. 2006)

Kingsley A, Whittam B (2003). Wind turbines and birds: a guidance document for environmental assessment. Gatineau: Canadian wildlife service, 87 str.
[http://www.wolfeislandwind.com/planning_docs/BSC_Bird_Report\(May2004\).pdf](http://www.wolfeislandwind.com/planning_docs/BSC_Bird_Report(May2004).pdf) (13. 5. 2006)

Kingsley A, Whittam B (2005). Wind turbines and birds: a background review for environmental assessment. Gatineau: Canadian wildlife service, 81 str.

Klem D Jr (1990). Collisions between birds and windows: mortality and prevention. J Field Ornithol 61(1): 120-8.

Klug H (2002). Noise from wind turbines, standards and noise reduction procedures. In: Forum acousticum 2002. Sevilla, Spain, 7 str.

Koford R, Jain A, Zenner G (2004). Avian mortality associated with the Top of Iowa wind farm. Progress report calendar year 2003, 12 str.
http://www.horizonwind.com/images_projects/what_were_doing/TOI_Avian_Annual_Interim_Report_2004_020205.pdf (13. 5. 2006)

Kreithen ML, Eisner T (1978). Ultraviolet light detection by homing pigeon. Nature 272: 347-8.

Kruckenbergh H, Jaene J (1999). Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläßgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen). Natur und Landschaft 74: 420-7.

Lande R (1988). Demographic models of the northern spotted owl (*Strix occidentalis caurina*). Oecologia 75: 601-7.

Langston RHW, Pullan JD (2002). Windfarms and birds: an analysis of the effects of windfarms on birds and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues: report. BirdLife, Bern Convention. 37 str.

Larsen LK, Madsen J (2000). Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink footed geese: a landscape perspective. Lands Ecol 15: 755-64.

Leddy KL, Higgins KF, Naugle DE (1999). Effects of wind turbines on upland nesting birds in conservation reserve program grasslands. Wilson Bull 111: 100-4.

Leventhall G (2004). Notes on low frequency noise from wind turbines with special reference to the Genesis power proposal, near Waiuku, NZ. Prepared for Genesis Power/Hegley Acoustic Consultants. Ashted Surrey, UK: Consultant in Noise Vibration and Acoustic, 20 str.

Lowther S (2000). The european perspective: some lessons from case studies. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 115-24.
<http://www.nationalwind.org/pubs/avian98> (13. 5. 2006)

Luke A, Watts A (1994). Bird deaths prompt rethink on wind farming in Spain. WindPower Mon 10 (feb): 14-6.

- Manes R, Harmon S, Obermeyer B, Apllegate R (2002). Wind energy and wildlife: an attempt at pragmatism. Washington: Wildlife Management Institute.
<http://www.nationalwind.org/events/wildlife/2003-2/presentations/manes>. (13. 5. 2006)
- Marti R (1995). Bird/wind turbine investigations in southern Spain. In: Proceedings of National avian wind power planning meeting, Denver, CO, 1994. King City, Ontario; Washington DC: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, LGL, Environmental research associates, 48-52. DE95-004090.
<http://www.nationalwind.org/pubs/avian94/default.htm> (23. 3. 2006)
- Menzel A, Wolf B (2002). Die Berücksichtigung des Landschaftsbildes bei der Festlegung von Vorranggebieten für Windenergieanlagen im Regionalen Raumordnungsprogramm. Inf Natursch Niedersach 20 (3): 150-4.
- Morkill AE, Anderson SH (1991). Effectiveness of marking powerlines to reduce Sandhill Crane collisions. Wildl Soc Bull 19(4): 442-9.
- Morrison LM (2000). The role of visual acuity in bird-wind turbine interactions. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 28-30.
<http://www.nationalwind.org/publications/wildlife/avian98/default.htm> (22. 2. 2006)
- Morrison LM, Pollock KH (2000). Development of a practical modeling framework for estimating the impact of wind technology on bird populations. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 183-188.
<http://www.nationalwind.org/publications/wildlife/avian98/default.htm> (22. 2. 2006)
- Musters CJM, Noordervliet MAW, Keurs WJT (1996). Bird casualties caused by a wind energy project in an estuary. Bird Study 43: 124-6.
- NWCC (1999). National wind coordinating committee resource document. Studying wind energy/bird interactions: a guidance document. Cheyene, WY: Western ecosystems technology, WEST, 94 str.
http://www.nationalwind.org/publications/wildlife/avian99/Avian_booklet.pdf (13. 1. 2006)
- Omnibus report (1995). Public attitudes towards wind energy. Toronto: Canadian wind energy association and environmental monitor.
- Orloff S, Flannery A (1996). A continued examination of avian mortality in the Altamont Pass wind resource area: P700-96-004CN. Santa Cruz, CA: Ibis environmental services, BioSystems Analysis, 55 str.
- Osborn RG, Higgins KF, Usgaard RE, Dieter CD (1996). Bat collisions with wind turbines in Southwest Minnesota. Bat Res News 37: 105-8.

Osborn R, Dieter C, Higgins K, Usgaard R (1998). Bird flight characteristics near wind turbines in Minnesota. *Am Midl Nat* 139: 29-38.

Osborn RG, Higgins KF, Usgaard RE, Dieter CD, Neiger RG (2000). Bird mortality associated with wind turbine sat the Buffalo Ridge wind resource area. Minnesota. *Am Midl Nat* 143: 41-52.

Pedersen E (2003). Noise annoyance from wind turbines: a review. In: Naturvardsverket: Swedish Environmental Protection Agency, 27 str.

Pedersen E, Waye KP (2004). Perception and annoyance due to wind turbine noise: a dose-response relationship. *Acoust Soc Am* 116(6): 3460-70.

Percival SM (2001). Assessment of the effect of offshore wind farms on birds. ETSU Report W/13/00565/REP. Ecology consulting, UK, 96 str.

Percival SM (2003). Birds and wind farms in Ireland: a review of potential issues and impact assessment. Ecology consulting, UK, 25 str.
<http://www.sei.ie/uploadedfiles/RenewableEnergy/AssessmentMethodologyBirdsIreland.pdf> (26. 8. 2006)

Ratzbor G (2005). Grundlagenarbeit für eine Informationskampanie Umwelt – und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore). Lehrte: Ingenieurbüro für Umweltplanung Schmal & Ratzbor, Dachverband der deutschen Natur und Umweltschutz verbände, 132 str.

Reichenbach M (2003). Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung. Berlin: Technische Universität, 211 str., dissertation.
http://edocs.tu-berlin.de/diss/2002reichenbach_marc.htm (13. 5. 2006)

Richardson WJ (1974). Spring migration over Puerto Rico and the Western Atlantic: a radar study. *Ibis* 116: 172-93.

Richardson WJ (1976). Autumn migration over Puerto Rico and the Western Atlantic: a radar study. *Ibis* 118: 309-32.

Richardson WJ (1998). Bird migration and wind turbines: migration timing, flight behavior and collision risk. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 132-140.

Rogers AL, Manwell JF (2002). Wind turbine noise issues. Amherst: Renewable energy research laboratory, University of Massachusetts, 19 str.

Quine DB (1978). Infrasound detection and ultra low frequency discrimination in the homing pigeon (*Columba livia*). *J Acoust Soc Am* 63: 75.

Sagrillo M (1997). Small wind generators and noise.

<http://www.oregon.gov/ENERGY/REVIEW/noise.html> (29. 3. 2006)

Schreiber M (2002). Einfluss von Windenergieanlagen auf Rastvögel und Konsequenzen für EU Vogelschutzgebiete. In: Tagungsband zur Fachtagung Windenergie und Vögel - Ausmass und Bewältigung eines Konfliktes, 29.-30.11.01. Berlin: Technische Universität, 23 str.

<http://www.tu-berlin.de/~lbp/schwarzesbrett/tagungsband.htm> (13. 5. 2006)

Simon AM (1996). A summary of research conducted into attitudes to wind power from 1990-1996. London: Planning and research for British wind energy association.

Sinning F (2002). Belange der Avifauna in Windparkplanungen – Theorie und Praxis anhand von Beispielen. In: Tagungsband zur Fachtagung Windenergie und Vögel - Ausmass und Bewältigung eines Konfliktes, 29.-30.11.01. Berlin: Technische Universität.

<http://www.tu-berlin.de/~lbp/schwarzesbrett/tagungsband.htm> (16. 7. 2006)

Smales I, Muir S, Meredith C (2005). Modelled cumulative impacts on the Orange bellied parrot of wind farms across the species range in south-eastern Australia. *Biosis Res*, 57 str.

<http://www.environment.gov.au/epbc/publications/pubs/wind-farm-bird-risk-orangebelliedparrot.pdf> (13. 5. 2006)

Smallwood KS, Thelander CG (2004). Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass wind resource area: final report. Ojai, CA: BioResource consultants to the California energy commission, 39 str.

Strickland D, Erickson W (2003). Overview of non-collision related impacts from wind projects. Wyoming: Western ecosystems technology, WEST, 13 str.

Stübing S, Bohle HW (2001). Untersuchung zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Brutvögel in Vogelsberg (Mittelhessen). *Vogelkundl Ber Niedersach* 33(2): 111-8.

Thelander CG, Ruge L (2000a). Avian risk behavior and fatalities at the Altamont wind resource area - march 1998 to february 1999. Golden, CO: BioResource consultants for the National renewable energy laboratory, 23 str.

Thelander CG, Ruge L (2000b). Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont wind resource area. In: Proceedings of national avian wind power planning meeting III, San Diego, California, 1998. King City, Ontario: LGL, Environmental research associates, 5-14.

Traxler A, Wegleitner S, Jaklitsch H (2004). Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prallenkirchen-Obersdorf-Steinberg/Prinzendorf: Endbericht für Ökoenergie 2004. Gerasdorf bei Wien: Biome- Büro für Biologie, Ökologie und Naturschutzforschung, 103 str.

Tucker VA (1995a). Using a collision model to design safer wind turbine rotors for birds. *J Solar Energy & Engineer* 118: 263-9.

Tucker VA (1995b). A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. *J Solar Energy & Engineer* 118: 253-62.

Van den Berg FGP (2002). Wind turbine at night: acoustical practice and sound research. Groningen: University of Groningen, Netherlands, 6 str.

Viertl C (2002). Stichwort Windenergie - eine erneubare Energieform. In: Tagungsband zur Fachtagung Windenergie und Vögel – Ausmass und Bewältigung eines Konfliktes, 29.-30. 11.01. Berlin: Technische Universität.

<http://www.tu-berlin.de/~lbp/schwarzesbrett/tagungsband.htm> (12. 8. 2006)

Viitala J, Korpimäki E, Palokangas P, Koivula M (1995). Attraction of kestrels to vole scent marks visible in ultraviolet light. *Nature* 373: 425-7.

Weise R, Allendorf M, Koch S (2002). Windenergieanlagen in Landschaftsbild. Analyse einer Bevölkerungsumfrage in Thüringen. *Natursch Landschaftsplan* 8: 242-6.

Williams TC, Williams JM, Williams PG, Stokstad P (2001). Bird migration through a mountain pass studied with high resolution radar, ceilometers and census. *The Auk* 118: 389-03.

Winkelman JE (1995). Bird/wind turbine investigations in Europe. In: Proceedings of the National avian wind power planning meeting. Denver, CO. King City, Ontario; Washington DC: National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, LGL, Environmental research associates, 110-40.

Witt KH, Bauer G, Berthold P, Boye P, Hüppop O, Knief W (1996). Rote liste der Brutvögel Deutschlands. 2. Fassung, 1.6.1996. *Vogelschutz* 34: 11-35.

Wolsink M (1996). Dutch wind power policy: stagnating implementation of renewables. *Energy Policy* 24 (12): 1079-88.

Wootton JT, Bell DA (1992). A metapopulation model of the peregrine falcon in California: viability and management strategies. *Ecol Applic* 2(3): 307-21.

Young DP, Erickson WP, Bay K, Good R (2002). Baseline avian studies for the proposed Maiden wind farm, Yakima & Benton counties, Washington: final report 2001-2002. Prepared for Bonneville power administration, Oregon. Cheyenne: Western ecosystems technology, WEST, 69 str.

http://www.west-inc.com/reports/maiden_final_technical.pdf (15. 5. 2006)

Young DP, Erickson WP, Strickland MD, Good RE, Johnson GD (2003a). Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim windpower project,

Carbon county, Wyoming. Cheyenne: Western ecosystems technology, WEST, 50 str.
http://www.west-inc.com/wind_reports.php (15. 5. 2006)

Young DP, Erickson WP, Strickland MD, Good RE, Sernka KJ (2003b). Comparison of avian responses to UV light reflective paint on wind turbines: subcontract report, July 1999-December 2000. Golden, Colorado: National renewable energy laboratory, 67 str.
<http://www.nrel.gov/wind/pdfs/32840.pdf>

Young DP, Strickland MD, Erickson WP, Bay K (2004). Baseline avian studies Mount Storm wind power project, Grant county, West Virginia. Cheyenne: Western ecosystem technology, WEST.
http://www.west-inc.com/reports/mount_storm_final.pdf (13. 3. 2006)

Zhu WJ (2004). Modelling of noise from wind turbines. Lyngby: Mechanical department, 105 str.

11 PRILOGE

Zaradi boljše preglednosti dela v tem poglavju v tabelarični obliki predstavljam v raziskavo zajete študije poročil o vplivih na okolje (*priloge A1–A5*) ter monitoringov (*priloge B1–C2*). Vse primerjave in vse rezultate sem vključila neposredno v *poglavje 4 (Rezultati in razprava)*, s čimer sem skušala doseči večjo sledljivost dela.

PRILOGE A

REZULTATI V RAZISKAVO VKLJUČENIH POROČIL O VPLIVIH NA OKOLJE

Priloga A1. Relief, raba tal in trajen odvzem v hektarjih po posameznih vetrnih elektrarnah.

Appendix A1. Relief, land use and permanent takeover in different wind farms (in hectares).

Vetrna elektrarna	Št. turbin	MW	Relief	Raba tal	Trajen odvzem v ha/površina elektrarne
Avstralija					
Macarthur	183	329,4	valovite planote	pašniki, občasna mokrišča, skalnato območje	5 ha/5500 ha
Woolnorth	98	130	obalni klif	kmetijsko območje, pašniki, gozd	39 ha/125 ha
Portland Yambuk	20	104	obala	pašniki, mokrišča	*/800 ha
Crowlands	75	172,5	hribovje	pašniki	22,1 ha/939 ha
Waubra	128	192	hribovje	pašniki	200 ha/6400 ha
Wonthaggi	6	12	obala	pašniki	*/57 ha
Velika Britanija					
Ardrossan	14	24,5	nizek relief, obdan s hribovjem	pašniki, gozd, grmičevje	2,87 ha/190 ha
Braes of Doune	50	100	hribovje	vresišča, mokrišča, pašniki, gozd	17,1 ha/400 ha
Avstrija					
Gols	6	12	nižina	kmetijsko območje, njive	0,7 ha/187 ha
Obersiebenbrunn	14	28	nižina	kmetijsko območje, njive, drevesa	2,2 ha/*
Potzneusiedl	9	18	nižina	kmetijsko območje, njive, drevesa	1,19 ha/250 ha
Kittsee	12	21,6	nižina	kmetijsko območje, travinje, drevesa	1,65 ha/110 ha
Kanada					
Ferndale	3	5,4	planota	kmetijsko območje, polja, pašniki, gozd	0,2 ha/40 ha
Lingan	2	4	obala	gozd, grmičevje	*/13,8 ha
Pubnico point	17	30	obala	gozd, mokrišče	1 ha/*
Dokie	200	300	slemena gorovja	gozd	443 ha/1860 ha
Summerview	74	130	ravnina	kmetijsko območje, pašniki	22 ha/1295 ha
Chin chute	20	30	ledeniški grički	kmetijsko območje, pašniki	1,46 ha/*
Prince	127	200	hribovje	mokrišča, gozd	210 ha/10040 ha
Soderghen	47	70,5	hribovje, planote	pašniki, mokrišča	32,5 ha/1504 ha
Higgins	3	3,5	gorovje	gozd, kmetijsko območje	*/*
Lingan	5	10	obala	gozd	*/44,8 ha

East point	10	30	obala	kmetijsko območje, gozd	25 ha/6815 ha
ZDA					
Spring canyon	87	49	planota	kmetijsko območje, polja, pašniki	27,9 ha/8909 ha
Tennessee	16	20	sleme	pašniki, gozd	*/*
Flat rock	66	99	hribovje	pašniki, polja, gozd, mokrišča	10,6 ha/2445 ha
Solano Wind Project	181	50	hribovje	kmetijsko območje, pašniki	9,7 ha/1616 ha
Madison	10	11,5	hribovje, planote	kmetijsko območje, pašniki, polja	1,3 ha/58,6 ha
Wild horse	158	312	gorska slemena	gozd, pašniki	66,7 ha/3474 ha
Condon	83	49,8	planota	kmetijsko območje, pašniki	15,3 ha/1697 ha
Irska					
Moneypoint	9	22,5	rečni estuar	gozd, industrijsko	*/180 ha
Sonnagh old	10	6,6	nizko hribovje	gozd, mokrišča, pašniki	*/47,39 ha
Meenadreen	5	4,2	gorsko pobočje	gozd, pašniki	1,8–2,7 ha/91 ha
Curragh	10	8,5	hribovje	gozd, pašniki	< 3 ha/312 ha
Bellacorrick	21	6,6	planota	*	*/*
Derrybrien	23	15	hribovje	gozd	*/90 ha

* Podatek ni podan.

Priloga A2. Zvok vetrnih turbin glede na dovoljene standarde v državah in elektrarnah.

Appendix A2. Wind turbine sound according to the standards in different wind farms and countries.

Vetrna elektrarna	Najbližja stavba	Predvideni zvok turbin 8 m/s–10 m/s	Predvideni dB/stavbe čez dovoljeno mejo	Ocena potencialnega vpliva
Avstralija				
Macarthur	1250 m	*	1 hiša/čez 40 dB nad 9 m/s	*
Woolnorth	600 m	pod 35 dB		majhen vpliv
Portland Yambuk		pod 40 dB	čez dovoljeno mejo pri hitrostih 15 m/s+, le 5 % časa	majhen vpliv
Crowlands	2000 m	pod 40 dB		*
Waubra	*		1 hiša čez 3 dB	*
Wonthaggi	520 m	pod 40 dB		*
Velika Britanija				
Ardrossan	742 m	pod 38 dB		zanemarljiv do majhen vpliv
Braes of Doune	2900 m	pod 34 dB		zanemarljiv
Avstrija				
Gols	1000 m	pod 34,2 dB		zanemarljiv
Obersiebenbrunn	900 m	pod 40,2 dB	nad 11 m/s najv. 3 dB čez mejo	majhen
Potzneusiedl	1786 m	pod 42,8 dB	nad 9 m/s 2,8 dB nad mejo	*
Kittsee	*	pod 37,1 dB		majhen
Kanada				
Ferndale	7000 m	*		majhen
Lingan	*	pod 54 dB		majhen
Pubnico point	300 m	pod 54 dB		majhen

Dokie	2000 m	pod 30 dB		majhen
Summerview	600 m	pod 45 dB		majhen
Chin chute	300 m	pod 40 dB		majhen
Prince	350 m	*		majhen
Soderglen	712 m	pod 45 dB		majhen
Higgins	1000 m	*		zanemarljiv
Lingan	*	*		majhen
East point	500 m	pod 43,9 dB		majhen
ZDA				
Spring canyon	300 m	pod 40 dB		zanemarljiv
Tennessee	*	pod 53 dB 100 m stran		majhen
Flat rock	300 m	pod 47 dB		majhen
Solano Wind Project	*	pod 47 dB		majhen
Madison	228 m	pod 48 dB		majhen
Wild horse	3200 m	*		zanemarljiv
Condon	600 m	pod 52 dB		majhen do zmeren
Irska				
Moneypoint	400 m	pod 45 dB		majhen
Sonnagh old	1194 m	pod 30 dB		majhen
Meenadreen	1126 m	pod 36 dB		majhen
Curraglass	980 m	pod 39 dB		zanemarljiv
Bellacorrick	1400 m	pod 40 dB		zanemarljiv
Derrybrien	2300 m	pod 40 dB		majhen

* Podatek ni podan.

Priloga A3. Število zaščitene rastlinskih vrst, ki se pojavljajo na območju vetrnih elektrarn s podano oceno vpliva.

Appendix A3. The number of protected plant species that occur in the areas of wind farms with provided impact estimation.

Vetrna elektrarna	Število nacionalno zaščitene rastlinskih vrst	Število državno zaščitene rastlinskih vrst	Število regionalno zaščitene rastlinskih vrst	Ocena potencialnega vpliva
Macarthur	6	1	*	majhen vpliv
Woolnorth	1	3	*	zmeren vpliv
Portland Yambuk	0	1 habitat	28	zanemarljiv, predvsem na regionalni ravni
Crowlands	4	1 združba 7	*	majhen vpliv
Waubra	6	*	*	majhen vpliv
Wonthaggi	0	0	*	majhen vpliv
Ardrossan	0	0	*	zanemarljiv vpliv
Braes of Doune	1		1 habitat	majhen/0,1 ha odvzema zaščitenehabitata – zmeren vpliv
Gols	0	*	*	zanemarljiv vpliv
Obersiebenbrunn	0	*	*	zanemarljiv vpliv
Potzneusiedl	0	*	*	zanemarljiv vpliv
Kittsee	0	*	3	majhen vpliv

Ferndale	0	*	*	majhen vpliv
Lingan	0	*	*	majhen vpliv
Pubnico point	1	*	*	majhen vpliv
Dokie	2	4 redki habitati 56	*	zanemarljiv vpliv, majhen do zmeren vpliv na zaščitene habitate (odvzem 5,8 ha redkih habitatov)
Summerview	0	*	*	majhen vpliv
Chin chute	0	3	*	majhen vpliv
Prince	*	*	*	majhen vpliv
Soderglen	0	8	*	majhen vpliv
Higgins	1	23	*	majhen vpliv
Lingan	*	*	*	majhen vpliv
East point	0	5	*	majhen vpliv
Spring canyon	0	*	*	majhen vpliv
Tennessee	5	12	*	majhen vpliv
Flat rock	0	*	*	majhen vpliv
Solano Wind Project	1	22	*	majhen vpliv
Madison	*	*	*	majhen vpliv
Wild horse	1	4	*	zanemarljiv vpliv
Condon	2	0	*	majhen vpliv
Moneypoint	0	0	*	majhen vpliv
Sonnagh old	zaščitena habitat – mokrišče (aneks I/71.)	0	*	majhen vpliv
Meenadreen	1 habitatni tip (aneks I/71.)	0	*	majhen vpliv
Curraglass	*	*	*	majhen vpliv
Bellacorrick	1 habitatni tip (aneks I/71.)	0	*	majhen vpliv
Derrybrien	1 habitatni tip (aneks I/71.)	0	*	majhen vpliv

* Podatek ni podan oziroma ni posebej izpostavljeno, da na nacionalni, državni ali regionalni ravni ni zaščitene rastline.

Priloga A4. Število zaščitene živalske vrste (ptice, plazilci in dvoživke, nevretenčarji in sesalci), ki se pojavljajo na območju vetrnih elektrarn, s podano oceno vpliva.

Appendix A4. The number of protected animal species (birds, reptiles, non-vertebrates, mammals) that occur in the areas of wind farms with provided impact estimation.

Vetrna elektrarna	Število nacionalno zaščitene živalske vrste	Število državno zaščitene živalske vrste	Število regionalno zaščitene živalske vrste	Ocena potencialnega vpliva
Macarthur	1 ptica 1 plazilec	1 dvoživka 2 ptice 1 netopir	0	majhen vpliv
Woolnorth	3 ptice 1 nevretenčar 2 sesalci	2 ptice 1 nevretenčar 1 dvoživka	18 ptice	majhen vpliv
Portland Yambuk	4 ptice	5 ptice	19 ptice	zanemarljiv
Crowlands	1 ptica	8 ptice	0	majhen vpliv

		1 sesalec 2 plazilca		
Waubra	2 ptici 2 sesalca 1 plazilec 1 dvoživka	7 ptic	0	majhen vpliv
Wonthaggi	2 ptici	*	*	majhen vpliv
Ardrossan	13 ptic	*	*	majhen vpliv
Braes of Doune	5+ ptic	*	*	majhen vpliv
Gols	3+ EU ptice	*	*	majhen vpliv
Obersiebenbrunn	12 EU ptice 3 N ptice	*	10 ptic	majhen vpliv
Potzneusiedl	9+ EU ptice	*	*	majhen vpliv
Kittsee	15 netopirjev 3 EU ptice 1 EU plazilec	*	5 divjad 2 ptici 1 dvoživka	majhen vpliv
Ferndale	0	*	*	majhen vpliv
Lingan	0	*	*	majhen vpliv
Pubnico point	0	8 sesalcev 1 ptica	*	majhen vpliv
Dokie	17 migratornih vrst ptic 6 ptic	2 sesalec 13 ptic	*	majhen vpliv
Summerview	2 plazilca 3 dvoživke 3 sesalci	*	*	majhen vpliv
Chin chute	4 ptice	8 ptic 1 netopir	*	majhen vpliv
Prince	5 ptic, 3 plazilci	4 sesalci, 1 plazilec		majhen vpliv
Soderglen	2 sesalca 5 ptic 1 dvoživka	4 sesalci 13 ptic 2 plazilca 1 dvoživka	*	majhen vpliv
Higgins	4 ptice 1 plazilec	3 sesalci 10 ptic 1 dvoživka	*	majhen vpliv
Lingan	1 ptica	4 ptice 6 netopirjev	*	majhen vpliv
East point	1 ptica	3 ptice	*	majhen vpliv
Spring canyon	2 ptici	3 sesalci 6 ptic	*	majhen vpliv
Tennessee	1 plazilec 2 ptici 3 sesalci	2 dvoživki 7 ptic	*	majhen vpliv
Flat rock	0	18 ptic	*	majhen vpliv
Solano Wind Project	2 ptici	13 ptic	*	majhen vpliv
Madison		3 ptice	*	majhen vpliv
Wild horse	1 ptica	5 sesalcev 4 dvoživke in plazilci 15 ptic	*	majhen vpliv
Condon	1 ptica 1 netopir	6 ptic	*	majhen vpliv

Moneypoint	9+ EU ptic	*	*	majhen vpliv
Sonnagh old	2 EU ptici	*	*	majhen vpliv
Meenadreen	6 EU ptic 1 EU sesalec 1 dvoživka	*	*	majhen vpliv
Curraglass	11+ EU ptic 1 dvoživka	*	*	majhen vpliv
Bellacorrick	1 EU ptica	*	*	majhen vpliv
Derrybrien	6+ EU ptic	*	*	majhen vpliv

* Podatek ni podan oziroma ni posebej izpostavljeno, da na nacionalni, državni ali regionalni ravni ni zaščitene živalskih vrst.

Priloga A5. Zaščitene vrste rastlinskih in živalskih vrst na območju vetrnih elektrarn po državah.
Appendix A5. Protected animal and plant species in wind farms areas in different countries.

Vetrna elektrarna: Macarthur, Viktorija, Avstralija

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Carex tasmanica</i> <i>Lachnagrostis adamsonii</i> <i>Prasophyllum diversiflorum</i> <i>Prasophyllum frenchii</i> <i>Senecio psilocarpus</i> <i>Thelymitra epipactoides</i>
Državno zaščiteni sesalci	<i>Miniopterus schreibersii</i> (zab)
Nacionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Litoria raniformis</i> (pot)
Državno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Delma impar</i> (pot)
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Ardea alba</i> (pot)
Državno zaščitene ptice	<i>Aythya australis</i> (zab) <i>Grus rubicunda</i> (pot)

Vetrna elektrarna: Woolnorth, Tasmanija, Avstralija

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Asplenium obtusatum</i> (vul)
Državno zaščitene rastline	<i>Acacia mucronata</i> (r) <i>Desmodium varians</i> (vul) <i>Pultenaea mollis</i> (vul),
Nacionalno zaščiteni sesalci	<i>Dasyurus maculatus</i> (vul) <i>Perameles gunnii</i> (vul) (zab)
Nacionalno zaščiteni nevretenčarji	<i>Astacopsis gouldi</i> (end)
Državno zaščiteni nevretenčarji	<i>Schayera biquilus</i> (end)
Državno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Litoria raniformis</i> (vul)
Regionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Limnodynates peronii</i> (zab)
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Aquila audax fleayi</i> (end) <i>Charadrius rubricollis</i> (vul) <i>Neophema chrysogaster</i> (end)
Državno zaščitene ptice	<i>Accipiter novaehollandiae</i> (r) <i>Beddomeia sp.</i> (r)

Vetrna elektrarna: Portland – Yambuk, Viktorija, Avstralija

Nacionalno zaščitene ptice	<i>Aquila audax</i> (end) <i>Ardea alba</i> (end) <i>Neophema chrysogaster</i> (end) <i>Thinornis rubricollis</i> (vul) (zab)
Državno zaščitene ptice	<i>Anas rhynchotis</i> <i>Anseranas semipalmata</i> (end) <i>Biziura lobata</i> (vul) <i>Platalea regia</i> (vul) <i>Sterna caspia</i> (vul)

Vetrna elektrarna: Crowlands Viktorija, Avstralija

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Amphibromus fluitans</i> (vul) <i>Dodonaea procumbens</i> (vul) <i>Glycine latrobeana</i> (vul) <i>Thelymitra matthewsii</i> (vul),(pot)/ 0 (zab)
Državno zaščitene rastline	<i>Chloroxylon swietenia</i> (r) <i>Galium curvihirtum</i> (r) <i>Goodia medicaginea</i> (r) <i>Grevillea montis-cole</i> (r) <i>Leptospermum nitidum</i> (r) <i>Olearia tubuliflora</i> (r) <i>Picris squarrosa</i> (r)
Državno zaščiteni sesalci	<i>Phascogale tapoatafa</i> (vul)
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Hirundapus caudacutus</i> (vul)
Državno zaščitene ptice	<i>Chthonicola sagittata</i> (vul) <i>Climacteris picumnus</i> (nt) <i>Lathamus discolor</i> (end) <i>Lophoictinia isura</i> (vul) <i>Melanodryas cucullata</i> (nt) <i>Melithreptus gularis</i> (nt) <i>Ninox strenua</i> (vul) <i>Porzana pusilla</i> (vul)

Vetrna elektrarna: Waubra, Tasmanija, Avstralija

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Amphibromus fluitans</i> <i>Carex rupestris</i> <i>Dodonaea procumbens</i> <i>Poa sallacustris</i> <i>Pterostylis despectans</i> <i>Trifolium purpureum</i>
Nacionalno zaščiteni sesalci	<i>Phascogale tapoatafa</i> (end) <i>Sminthopsis crassicaudata</i> (end)
Nacionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Pogona barbata</i> (vul)
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Ardea alba</i> (end) <i>Lathamus discolor</i> (end)
Državno zaščitene ptice	<i>Anas rhynchotis</i> (vul) <i>Aythya australis</i> (vul) <i>Biziura lobata</i> (vul)

	<i>Cereopsis novaehollandiae</i> (vul) <i>Circus assimilis</i> (vul) <i>Grus rubicunda</i> (vul) <i>Oxyura australis</i> (end)
--	---

Vetrna elektrarna: Wonthaggi, Viktorija, Avstralija

Nacionalno zaščitene ptice	<i>Aquila audax</i> (end) <i>Neophema chrysogaster</i> (end)
----------------------------	---

Vetrna elektrarna: Ardrossan, Velika Britanija

Nacionalno zaščitene ptice	<i>Alauda arvensis</i> <i>Anser brachyrhynchus</i> <i>Anthus pratensis</i> <i>Buteo buteo</i> <i>Carduelis cannabina</i> <i>Emberiza citrinella</i> <i>Emberiza schoeniculus</i> <i>Gallinago gallinago</i> <i>Pluvialis apricaria</i> <i>Saxicola rubicola</i> <i>Turdus philomelos</i> <i>Turdus pilaris</i> <i>Vanellus vanellus</i>
----------------------------	---

Vetrna elektrarna: Braes of Doune, Velika Britanija

Nacionalno zaščitene ptice	<i>Alauda arvensis</i> <i>Asio flammeus</i> <i>Circus cyaneus</i> <i>Falco peregrinus</i> <i>Milvus milvus</i>
----------------------------	--

Vetrna elektrarna: Gols, Avstrija

V EU zaščitene ptice	<i>Aquila heliaca</i> <i>Otis tarda</i> <i>Tetrax tetrax</i>
----------------------	--

Vetrna elektrarna: Obersiebenbrunn, Avstrija

V EU zaščitene ptice	<i>Alauda arvensis</i> <i>Alcedo atthis</i> <i>Aquila heliaca</i> <i>Colomba palumbus</i> <i>Falco tinnunculus</i> <i>Fringilla coelebs</i>
----------------------	--

	<i>Hirundo rustica</i> <i>Numenius arquata</i> <i>Parus caeruleus</i> <i>Pernis apivorus</i> <i>Turdus merula</i> <i>Turdus viscivorus</i>
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Circus aeruginosus</i> <i>Dryocopus martius</i> <i>Egretta alba</i>

Vetrna elektrarna: Potzneusiedl, Avstrija

V EU zaščitene ptice	<i>Anthus campestris</i> <i>Aquila heliaca</i> <i>Asio flammeus</i> <i>Circus cyaneus</i> <i>Circus pygargus</i> <i>Falco peregrinus</i> <i>Gallinago gallinago</i> <i>Haliaeetus leucocephalus</i> <i>Otis tarda</i>
-----------------------------	---

Vetrna elektrarna: Kittsee, Avstrija

Regionalno zaščitene rastline	<i>Inula hirta</i> <i>Marrubium peregrinum</i> <i>Nigella arvensis</i>
Nacionalno zaščiteni sesalci	<i>Barbastella barbastellus</i> <i>Eptesicus serotinus</i> <i>Miniopterus schreibersii</i> <i>Myotis bechsteini</i> <i>Myotis daubentonii</i> <i>Myotis emarginatus</i> <i>Myotis myotis</i> <i>Myotis mystacinus</i> <i>Myotis nattereri</i> <i>Myotis oxygnathus</i> <i>Nyctalus noctula</i> <i>Plecotus auritus</i> <i>Plecotus austriacus</i> <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Rhinolophus hipposiderus</i>
Regionalno zaščiteni sesalci	<i>Coturnix coturnix</i> <i>Lepus europaeus</i> <i>Meles meles</i> <i>Mustella eversmannii</i> <i>Perdix perdix</i>
V EU zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Lacerta agilis</i>
V EU zaščitene ptice	<i>Anthus campestris</i> <i>Circus aeruginosus</i> <i>Lanius collurio</i>
Regionalno zaščitene ptice	<i>Charadrius dubius</i> <i>Riparia riparia</i>

Vetrna elektrarna: Pubnico Point, Nova Škotska, Kanada

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Eleocharis flavescens</i>
Državno zaščiteni sesalci	<i>Alces alces</i> <i>Glaucomys volans</i> <i>Lynx canadensis</i> <i>Martes americana</i> <i>Martes pennanti</i> <i>Microtus chrotorrhinus</i> <i>Sorex dispar</i> <i>Sorex gaspensis</i> (pot)
Državno zaščitene ptice	<i>Sterna dougallii</i> (end)

Vetrna elektrarna: Dokie, Britanska Kolumbija, Kanada

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Gymnocarpium jessoense</i> ssp. <i>parvulum</i> <i>Polypodium sibiricum</i>
Državno zaščitene rastline	habitati: <i>Abies lasiocarpa</i> /alnuss spp./ <i>equisetum</i> spp. <i>Picea glauca</i> /ribes triste/ <i>gymnocarpium dryopteris</i> <i>Picea glauca</i> /ribes triste/ <i>mertensia paniculata</i> <i>Pinus concorta</i> / <i>vaccinium membranaceum</i> spp.
Državno zaščiteni sesalci	<i>Rangifer tarandus</i> <i>Urtus artos</i>
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Ammodramus nelsoni</i> <i>Asio flammeus</i> <i>Coturnicops noveboracensis</i> <i>Falco peregrinus</i> <i>Grus canadensis</i> <i>Limnodromus scolopaceus</i>
Državno zaščitene ptice	<i>Ammodramus leconteii</i> <i>Ardea herodias</i> <i>Bartramia longicauda</i> <i>Botaurus lentiginosus</i> <i>Buteo platypterus</i> <i>Dendroica castanea</i> <i>Dendroica tigrina</i> <i>Dendroica virens</i> <i>Dolichonyx oryzivorus</i> <i>Oporornis agilis</i> <i>Melanitta perspicillata</i> <i>Vireo philadelphicus</i> <i>Wilsonia canadensis</i>

Vetrna elektrarna: Chin Chute, Alberta, Kanada

Državno zaščitene rastline	<i>Picradeniopsis oppositifolia</i> <i>Rorippa curvipes</i> var <i>trunceata</i> <i>Suckleya suckleyana</i> (pot)
Državno zaščiteni sesalci	<i>Myotis septentrionalis</i>
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Anthus spragueii</i> <i>Asio flammeus</i> <i>Buteo regalis</i> <i>Numenius americanus</i>
Državno zaščitene ptice	<i>Aechmophorus occidentalis</i> <i>Aquila shrusaetos</i> <i>Buteo swainsoni</i> <i>Calamospiza melanocorys</i> <i>Chordeiles minor</i> <i>Pelecanus erythrorhynchos</i> <i>Podiceps auritus</i> <i>Spea bombifrons</i>

Vetrna elektrarna: Prince, Ontario, Kanada

Državno zaščiteni sesalci	<i>Myotis septentrionalis</i> <i>Myotis leibii</i> <i>Mustela nivalis</i> <i>Pipistrellus subflavus</i>
Nacionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Gratemys geographica</i> (sc) <i>Glyptemys insculpta</i> (sc) <i>Lampropeltis triangulum</i> (sc)
Državno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Emydoidea insculpta</i>
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Chlidonias niger</i> (sc) <i>Falco peregrinus</i> (end) <i>Haliaeetus leucocephalus</i> (end) <i>Ixobrychus exilis</i> <i>Sterna caspia</i>

Vetrna elektrarna: Soderghen, Alberta, Kanada

Državno zaščitene rastline	<i>Aristida purpurea longiseta</i> <i>Calyophus serrulatus</i> <i>Camassia quamash</i> <i>Downingia laeta</i> <i>Linanthus septentrionalis</i> <i>Polygonum polygaloides</i> <i>Ranunculus glaberrimus</i> <i>Sisyrinchium septentrionale</i>
Nacionalno zaščiteni sesalci	<i>Mustela nigripes</i> (ex) <i>Vulpes velox</i> (end)
Državno zaščiteni sesalci	<i>Antilocapra americana</i> <i>Lynx rufus</i> <i>Mustela frenata</i> <i>Taxidea taxus</i>
Nacionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Rana pipiens</i> (sc)

Državno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Spea bombifrons</i> <i>Thamnophis elegans</i> <i>Thamnophis sirtalis</i>
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Anthus spragueii</i> (thr) <i>Asio flammeus</i> (sc) <i>Athene cunicularia</i> (end) <i>Buteo regalis</i> (sc) <i>Numenius americanus</i> (sc)
Državno zaščitene ptice	<i>Ammodramus bairdii</i> <i>Ammodramus savannarum</i> <i>Aquila chrysaetos</i> <i>Ardea herodias</i> <i>Bartramia longicauda</i> <i>Botaurus lentiginosus</i> <i>Buteo swainsoni</i> <i>Calamospiza melanocorys</i> <i>Chordeiles minor</i> <i>Nycticorax nycticorax</i> <i>Podiceps auritus</i> <i>Podilymbus podiceps</i> <i>Tympanuchus phasianellus</i>

Vetrna elektrarna: Higgins, Nova Škotska, Kanada

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Galium boreale</i>
Državno zaščiteni sesalci	<i>Lasiurus borealis</i> <i>Lasiurus cinereus</i> <i>Lasionycteris noctivagans</i>
Državno zaščiteni nevretenčarji	<i>Ophiogomphus aspersus</i> <i>Ophiogomphus rupinsulensis</i> <i>Strophitus undulatus</i>
Nacionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Clemmys insculpta</i> (vul)
Državno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Erora laetus</i>
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Dolichonyx oryzivorus</i> <i>Falco peregrinus</i> <i>Poecetes gramineus</i> <i>Poecile hudsonica</i>
Državno zaščitene ptice	<i>Accipiter gentilis</i> <i>Asio flammeus</i> <i>Asio otus</i> <i>Branta bernicla</i> <i>Calidris pusilla</i> <i>Nycticorax nycticorax</i> <i>Progne subis</i> <i>Passerculus sandwichensis</i> <i>Sialia sialis</i> <i>Sterna hirundo</i>

Vetrna elektrarna: Lingan, Nova Škotska, Kanada

Nacionalno zaščitene ptice	<i>Charadrius melodus</i> (nt)
Državno zaščitene ptice	<i>Cephus grylle</i>

	<i>Falco columbarius</i> <i>Phalacrocorax carbo</i> <i>Sterna hirundo</i>
--	---

Vetrna elektrarna: East point, Prince Edward Island, Kanada

Državno zaščitene rastline	<i>Botrychium multifidum</i> <i>Epilobium strictum</i> <i>Hieracium canadense</i> <i>Spiranthes ochroleuca</i> <i>Stuckenia filiformis alpina</i>
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Charadrius melodus</i>
Državno zaščitene ptice	<i>Euphagus carolinus</i> <i>Phalacrocorax carbo</i> <i>Sterna hirundo</i>

Vetrna elektrarna: Spring Canyon, Kolorado, ZDA

Državno zaščiteni sesalci	<i>Cynomys ludovicianus</i> (sc) <i>Thomomys talpoides macrotis</i> (sc) <i>Vulpes velox</i> (sc)
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Charadrius melodus</i> (thr) <i>Haliaeetus leucocephalus</i> (thr)
Državno zaščitene ptice	<i>Athene cunicularia</i> (thr) <i>Buteo regalis</i> (sc) <i>Charadrius montanus</i> (sc) <i>Falco peregrinus</i> (sc) <i>Grus canadensis tabida</i> (sc) <i>Numenius americanus</i> (sc)

Vetrna elektrarna: Tennessee, Tennessee, ZDA

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Asplenium scolopendrium americanum</i> (thr) <i>Liatris helleri</i> (thr) <i>Solidago spithamea</i> (thr) <i>Hedyotis purpurea</i> (end) <i>Geum radiatum</i> (end)
Državno zaščitene rastline	<i>Arabis glabra</i> (thr) <i>Cypripedium acaule</i> (end) <i>Delphinium exaltatum</i> (end) <i>Glyceria grandis</i> (end) <i>Hypericum ellipticum</i> (end) <i>Lilium canadense</i> (thr) <i>Meehanian cordata</i> (thr) <i>Panax quinquefolius</i> (sc) <i>Platanthera flava herbiola</i> (thr) <i>Populus grandidentata</i> (sc) <i>Rhyncospora alba</i> (end) <i>Vaccinium mascocarpon</i> (thr)
Nacionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Clemmys muhlenbergii</i> (thr)
Državno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Cryptobranchus alleganiensis</i> (sc)

	<i>Plethodon welleri</i> (sc)
Nacionalno zaščiteni sesalci	<i>Glaucomys sabrinus</i> <i>Myotis grisescens</i> <i>Myotis sodalis</i>
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Haliaeetus leucocephalus</i> (thr) <i>Picoides borealis</i> (end)
Državno zaščitene ptice	<i>Accipiter cooperi</i> <i>Corvus corax</i> <i>Dendroica cerulea</i> <i>Falcon peregrinus</i> <i>Lymnothlypis swainsonii</i> <i>Sphyrapicus varius</i> <i>Vermivora chrysoptera</i>

Vetrna elektrarna: Flat rock, New York, ZDA

Državno zaščitene ptice	<i>Accipiter cooperii</i> (sc) <i>Accipiter gentilis</i> (sc) <i>Accipiter striatus</i> (sc) <i>Ammodramus henslowii</i> (thr) <i>Ammodramus savannarum</i> (sc) <i>Asio flammeus</i> (end) <i>Bartramia longicauda</i> (thr) <i>Buteo lineatus</i> (sc) <i>Caprimulgus vociferus</i> (sc) <i>Chordeiles minor</i> (sc) <i>Circus cyaneus</i> (thr) <i>Cistothorus platensis</i> (thr) <i>Eremophila alpestris</i> (sc) <i>Ixobrychus exilis</i> (thr) <i>Lanius ludovicianus</i> (end) <i>Melanerpes erythrocephalus</i> (sc) <i>Poocetes gramineus</i> (sc) <i>Vermivora chrysoptera</i> (sc)
--------------------------------	--

Vetrna elektrarna: Solano, Kalifornija, ZDA

Državno zaščitene rastline	<i>Aster chilensis</i> (end) <i>Astragalus tener</i> (end) <i>Atriplex cordulata</i> (end) <i>Atriplex depressa</i> (end) <i>Cirsium hydrophilum</i> (end) <i>Cordylanthus mollis</i> (end) <i>Delphinium recurvatum</i> (end) <i>Downingia humilis</i> (end) <i>Eriogonum truncatum</i> (ex) <i>Fritillaria lilacea</i> (end) <i>Gratiola heterosepala</i> (end) <i>Isocoma argutta</i> (end) <i>Lasthenia conjugens</i> (end) <i>Lathyrus jepsonii</i> (end) <i>Legenere limosa</i> (end) <i>Lilaeopsis masonii</i> (end)
-----------------------------------	--

	<i>Neostapfia colusana</i> (end) <i>Perideridia gairdneri</i> (end) <i>Plagiobothrys hystriculus</i> (ex) <i>Suaeda californica</i> (end) <i>Trifolium amoenum</i> (ex) <i>Tuctoria mucronata</i> (end)
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Haliaeetus leucocephalus</i> (end) <i>Falco peregrinus</i> (end)
Državno zaščitene ptice	<i>Accipiter cooperi</i> (sc) <i>Accipiter striatus</i> (sc) <i>Agelaius tricolor</i> (sc) <i>Aquila chrysaetos</i> (sc) <i>Asio flammeus</i> (sc) <i>Athene cunicularia</i> (sc) <i>Buteo regalis</i> (sc) <i>Buteo swainsoni</i> (thr) <i>Circus cyaneus</i> (sc) <i>Eremophila alpestris</i> (sc) <i>Falco columbarius</i> (sc) <i>Lanius ludovicianus</i> (sc) <i>Larus californicus</i> (sc)

Vetrna elektrarna: Madison, New York, ZDA

Državno zaščitene ptice	<i>Buteo lineatus</i> (sc) <i>Circus cyaneus</i> (thr) <i>Sialia sialis</i> (sc)
--------------------------------	--

Vetrna elektrarna: Wild Horse, Washington, ZDA

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Spiranthes diluvialis</i> (thr)
Državno zaščitene rastline	<i>Astragalus columbianus</i> <i>Lomatium tuberosum</i> <i>Phacelia minutissima</i> <i>Silene seelyi</i>
Državno zaščiteni sesalci	<i>Coryhorhinus townsendii</i> (sc) <i>Lepus californicus</i> (sc) <i>Lepus townsendii</i> (sc) <i>Sorex merriami</i> (sc) <i>Thomomys talpoides douglasi</i> (sc)
Državno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Bufo boreas</i> (sc) <i>Contia tenuis</i> (sc) <i>Masticophis taeniatus</i> (sc) <i>Rana luteiventris</i> (sc)
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Haliaeetus leucocephalus</i> (thr)
Državno zaščitene ptice	<i>Accipiter gentile</i> (sc) <i>Aechmophorus occidentalis</i> (sc) <i>Amphispiza belli</i> (sc) <i>Aquila chrysaetos</i> (sc) <i>Athene cunicularia</i> (sc) <i>Buteo regalis</i> (thr) <i>Chaetura vaux</i> (sc)

	<i>Centrocercus urophasianus</i> (thr) <i>Falco columbarius</i> (sc) <i>Lanius ludovicianus</i> (sc) <i>Melanerpes lewis</i> (sc) <i>Oreoscoptes montanus</i> (sc) <i>Otus flammeolus</i> (sc) <i>Picoides albolarvatus</i> (sc) <i>Tympanuchus phasianellus</i> (thr)
--	---

Vetrna elektrarna: Condon, Oregon, ZDA

Nacionalno zaščitene rastline	<i>Astragalus collinus laurentii</i> (sc) <i>Mumulus jungermannioides</i> (sc)
Nacionalno zaščiteni sesalci	<i>Lasionycteris noctivagans</i> (sc)
Nacionalno zaščitene ptice	<i>Haliaeetus leucocephalus</i> (thr)
Državno zaščitene ptice	<i>Ammodramus savannarum</i> <i>Amphispiza belli</i> <i>Buteo swainsoni</i> <i>Lanius ludovicianus</i> <i>Numenius americanus</i> <i>Riparia riparia</i>

Vetrna elektrarna: Moneypoint, Irska

V EU zaščitene ptice	<i>Anas platyrhynchos</i> <i>Anas penelope</i> <i>Aythya marila</i> <i>Branta Bernicla Hrota</i> <i>Cygnus cygnus</i> <i>Calidris alpina schinzii</i> <i>Haematopus ostralegus</i> <i>Pluvialis apricaria</i> <i>Tringa totanus</i>
----------------------	---

Vetrna elektrarna: Sonagh Old, Irska

V EU zaščitene ptice	<i>Circus cyaneus</i> <i>Falcon peregrinus</i>
----------------------	---

Vetrna elektrarna: Meenadreen, Irska

V EU zaščitene ptice	<i>Anser (albifrons) flavirostris</i> <i>Circus cyaneus</i> <i>Falco columbarius</i> <i>Falco peregrinus</i> <i>Lagopus lagopus scoticus</i> <i>Pluvialis apricaria</i>
V EU zaščiteni sesalci	<i>Lepus timidus hibernicus</i>
Nacionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Rana temporaria</i>

Vetrna elektrarna: Curraglass, Irska

Nacionalno zaščiteni plazilci in dvoživke	<i>Rana temporaria</i>
V EU zaščiteni ptice	<i>Anas crecca</i> <i>Anas platyrhynchos</i> <i>Circus cyaneus</i> <i>Columba palumbus</i> <i>Corvus corone cornix</i> <i>Corvus frugilegus</i> <i>Falco columbarius</i> <i>Lagopus lagopus scoticus</i> <i>Numenius arquata</i> <i>Phasianus calchius</i> <i>Pluvialis apricaria</i>

Vetrna elektrarna: Belacorrick, Irska

V EU zaščiteni ptice	<i>Anser albifrons</i>
-----------------------------	------------------------

Vetrna elektrarna: Derrybrien, Irska

V EU zaščiteni ptice	<i>Alauda arvensis</i> <i>Circus cyaneus</i> <i>Falco columbarius</i> <i>Gallinago gallinago</i> <i>Lagopus lagopus</i> <i>Scolopax rusticola</i>
-----------------------------	--

PRILOGE B

REZULTATI V RAZISKAVO VKLJUČENIH MONITORINGOV PTIC NA OBMOČJU RAZLIČNIH ELEKTRARN PO DRŽAVAH

Priloga B1. Čas trajanja raziskave in velikost vetrnih elektrarn po državah.

Appendix B1. Research duration and wind farm size in different countries.

Država	Ime elektrarne	Število turbin	Trajanje raziskave
Avstralija	Tasmania	6	*
Avstrija	Obersdorf	4	1 leto
Avstrija	Prallenkirchen	8	1 leto
Avstrija	Steinberg	9	1 leto
Belgija	Boudewijnkanaal te Brugge	14	1 leto
Belgija	Oostdam,Zeebrugge	23	2 leti
Belgija	Schelle	3	1 leto
Danska	Tjaereborg	1	*
Danska	Vejlerne	61	*
Kanada	Alberta, Castle River	60	1 leto
Kanada	Le Nordais, Quebec	133	1 leto
Kanada	McBridge Lake, Alberta	114	1 leto
Kanada	Pickering, Ontario	1	1 leto
Kanada	Toronto, Exhibition Place	1	1 leto
Nizozemska	Kreekraak	5	*
Nizozemska	Oostebierum	18	1 leto
Nizozemska	Urk	25	1 leto
Nizozemska	Zeeland	5	1 leto
Španija	Alaiz	75	1 leto
Španija	Basque Country	40	3 leta
Španija	El Perdon	40	1 leto
Španija	E3	66	1 leto
Španija	Guerinda	145	1 leto
Španija	Izco	75	1 leto
Španija	Tarifa	90	*
Španija	Tarifa, PESUR	190	1 leto
Švedska	Näsudden	70	*
Velika Britanija	Blyth	9	2 leti
Velika Britanija	Bryn Tytli	22	*
Velika Britanija	Burgar Hill, Orkney	3	*
Velika Britanija	Haverigg, Cumbria	5	*
Velika Britanija	Ovenden Moor	23	*
ZDA	Altamont Wind Resource Area	5400	1 leto
ZDA, Kalifornija	Altamont Pass	5400	2,5 leta
ZDA	Buffalo Mountain	3	*
ZDA, Minnesota	Buffalo Ridge	354	3 leta
ZDA	Buffalo Ridge, faza I	73	3 leta
ZDA	Buffalo Ridge, faza II	143	3 leta
ZDA	Buffalo Ridge, faza III	138	3 leta
ZDA, Wyoming	Foote Creek Rim	69	3–4 leta
ZDA, Pensilvanija	Garrett, Somerset County	8	1 leto
ZDA, Vermont	Green Mountain	11	3 leta
ZDA, Iowa	Iowa DWGP	3	1 leto
ZDA, Oregon	Klondike	16	1 leto

ZDA, Kalifornija	Montezuma Hills	600	1 leto
ZDA, Z Virginija	Mountaineer	44	1 leto
ZDA, Washington	Nine Canyon	37	1 leto
ZDA	New York, Madison	7	1 leto
ZDA, Kolorado	Ponnequin	29	4 leta
ZDA, Massachusetts	Princeton	8	1 leto
ZDA, Kalifornija	San Gorgonio	2900	2 leti
ZDA, Oregon/Washington	Stateline	454	*
ZDA	Stateline		3 leta (2001–2003)
ZDA, Kalifornija	St. Mary	2	1 leto
ZDA	Tehachapi	5000	4 leta
ZDA, Oregon	Vansycle	38	1 leto
ZDA, Wisconsin	Wisconsin	31	3 leta

* Podatek ni znan.

Priloga B2. Stopnja smrtnosti na območjih različnih vetrnih elektrarn.

Appendix B2. Mortality rate in different wind farms.

Država	Vetrna elektrarna	Habitat	Stopnja smrtnosti (število žrtev)	Prisotne vrste	Prizadete vrste	Stopnja smrtnosti na 100 000 m ²	Roparica	Vir
Avstralija	Tasmania	obala	1,86 (11)		vodne ptice		0	Hydro Tasmania, 2004
Avstrija	Obersdorf	kmetijsko območje	1,37 (1)	pevci, roparice	pevci		0	Traxler s sod., 2004
Avstrija	Prallenkirchen	kmetijsko območje	6,17 (9)	pevci, roparice	pevci		0	Traxler s sod., 2004
Avstrija	Steinberg	kmetijsko območje	2,06 (3)	pevci, roparice	pevci		0	Traxler s sod., 2004
Belgija	Boudewijnkanaal te Brugge	mokrišče	35 (486)					Everaert s sod., 2003
Belgija	Oostdam, Zeebrugge	mokrišče	24 (545)		galebi, čigre, roparice, pevci			Everaert s sod., 2003
Belgija	Schelle		18 (53)					Everaert s sod., 2003
Danska	Tjaereborg	obalno travišče	3	vodne ptice, pobrežnik, galeb	galeb, mlakarica, liska, pevci			cit. po Hötter s sod., 2005
Kanada	Alberta, Castle River	kmetijsko območje	(19)					Kingsley in Whittam, 2005
Kanada	Le Nordais, Quebec	gozd	0					Kingsley in Whittam, 2005
Kanada	McBridge Lake, Alberta	pašniki, polja	(41)					Kingsley in Whittam, 2005
Kanada	Pickering, Ontario	industrijsko območje	(3)					Kingsley in Whittam, 2005
Kanada	Toronto, Exhibition Place	industrijsko območje	(2)					Kingsley in Whittam, 2005
Nemčija	Baden Wurttemberg		(1)					Dürr, 2004
Nemčija	Brandenburg		(90)					Dürr, 2004
Nemčija	Bremerhaven- Fischereihafen	mokrišče	9					cit. po Hötter s sod., 2005
Nemčija	Hessen		(6)					Dürr, 2004

Nemčija	Mecklenburg – Vorpommern		(6)					Dürr, 2004
Nemčija	Niedersachsen		(35)					Dürr, 2004
Nemčija	Nordrhein-Westfalen		(8)					Dürr, 2004
Nemčija	Sachsen		(9)					Dürr, 2004
Nemčija	Sachsen-Anhalt		(30)					Dürr, 2004
Nemčija	Schleswig-Holstein		(28)					Dürr, 2004
Nemčija	Thüringen		(1)					Dürr, 2004
Nizozemska	Kreekraak	obalni nasip	3,6 (26)	vodne ptice, gos	galeb, pobrežnik			Musters s sod., 1996
Nizozemska	Oostebierum	obalni nasip	1,8	vodne ptice	vodne ptice, navadna postovka, duplar, pevci			Winkelman, 1994
Nizozemska	Urk	obalni nasip	1,7	vodne ptice	galeb, pobrežnik			Winkelman, 1994
Nizozemska	Zeeland		2–7					Musters s sod., 1996
Španija	Alaiz	gorski hrbet	3,56 (13)				0,62	Allavena, 2004
Španija	Basque Country		5–7					Eveaert s sod., 2003
Španija	El Perdon	gorski hrbet	64,26				0,36	Allavena, 2004
Španija	E3	gorski hrbet	0,03 (2)				0,03	Barrios in Rodriguez, 2004
Španija	Guerinda	gorski hrbet	8,47 (22)				0,2	Allavena, 2004
Španija	Izco	gorski hrbet	25,72/(22,63)				0,93	Allavena, 2004
Španija	Salajones	gorski hrbet	35,05/(21,69) (58)				8,33	Allavena, 2004
Španija	Tarifa	obalni hribi	0,34	roparice, štoklje	roparice, beloglavi jastreb		0,03	Percival, 2001
Španija	Tarifa, PESUR	obalni hribi	0,36 (125)	jastreb	beloglavi jastreb		0,36	Barrios in Rodriguez, 2004
Švedska	Näsudden	obalno močvirje	0,7	vodne ptice, gos, pobrežnik	rdečenoga raca			Percival, 2001

Velika Britanija	Blyth	obala	1,34	kormoran, navadna gaga, galeb,	galeb, navadna gaga			Percival, 2001
Velika Britanija	Bryn Tytli	planota	0	rjavi škarnjek, sokol selec				cit. po Ratzbor, 2003
Velika Britanija	Burgar Hill, Orkney	obalna pušča	0,15	roparice	galeb, sokol selec			Percival, 2001
Velika Britanija	Cemmaes	močvirnato travišče	0,04		kljunač		0	Percival, 2001
Velika Britanija	Haverigg, Cumbria	obalno travišče	0	prosenka, galeb				Percival, 2001
Velika Britanija	Ovenden Moor	planota	0,04	prosenka, veliki škurh	prosenka, škurh		0	cit. po Ratzbor, 2003
ZDA	Altamont Wind Resource Area	kmetijsko območje	0,06 (95)	roparice	roparice, planinski orel		0,007–0,1 (mean=0,048)	Thelander in Rugge, 2000; Orloff in Flannery, 1996
ZDA	Altamont Pass	gorski hrbet	0,87				0,24	Smallwood in Thelander, 2004
ZDA	Bufalo Mountain		7,28 (12)				0	Erickson s sod., 2003b
ZDA	Buffalo Ridge	polja, pašniki	2,834	roparice, vodne ptice	pevci, vodne ptice	161	0,002	Erickson s sod., 2003b; Johnson s sod., 2000
ZDA	Buffalo Ridge, faza I	polja, pašniki	0,98 (13)				0,01 (1)	Osborn s sod., 2000; Erickson s sod., 2001; Johnson s sod., 2000
ZDA	Buffalo Ridge, faza II	polja, pašniki	2,27 (22)				0	Johnson s sod., 2000
ZDA	Buffalo Ridge, faza III	polja, pašniki	4,45 (20)				0	Johnson s sod., 2000
ZDA	Foote Creek Rim	prerija	1,5 (84)	roparice, pevci	pevci	108	0,036 (5)	Erickson s sod. 2001; Johnson s sod., 2001; Young s sod., 2003b
ZDA	Garrett, Somerset County	gorski hrbet kmetijsko	0				0	Erickson s sod., 2001; Curry in Kerlinger, 2002
ZDA	Green Mountain	gorski hrbet, gozd	0			0	0	Erickson s sod., 2001; Kerlinger, 2002

ZDA	Iowa DWGP	polja	0			0	0	Erickson s sod., 2001
ZDA	Klondike	travišče	1,3 (8)			43,3	0	Johnson, 2002
ZDA	Montezuma Hills	kmetijsko območje	0,074 (35)				0,048 (24)	cit. po Erickson s sod., 2003b
ZDA	Mountaineer	gozd	4,04 (69)				0,33	Young s sod., 2003
ZDA	New York, Madison	kmetijsko območje	(4)					Curry in Kerlinger, 2002
ZDA	Nine Canyon	prerija	3,59 (34)		pevci, fazani	119,8	0,065 (2)	Erickson s sod., 2003
ZDA	Ponnequin, Colorado	farma	(9)					Kerlinger, s sod., 2000
ZDA	San Gorgonio	gorski hrbet, pustinja	2,31 (80)				0,01 (8)	Erickson s sod., 2001; cit. po Erickson s sod., 2003b
ZDA	San Gorgonio		(40)					Anderson s sod., 2000
ZDA	Solano County	gorski hrbet	54					Erickson s sod., 2001
ZDA	Somerset County	gorski hrbet	0			0	0	Erickson s sod., 2001; Kerlinger, 2000
ZDA	Stateline	kmetijsko območje	1,7 (20)			96,6	0,05	Curry in Kerlinger, 2004
ZDA	St. Mary, Kansas	prerija	0					Young s sod., 2003
ZDA	Tehachapi Pass	travišče	(147)				(46)	cit. po Erickson s sod., 2003b; Anderson, 2000
ZDA	Tehachapi Pass	travišče	(95)					Anderson s sod., 2000
ZDA	Vansycle	travišče	0,63 (11)			38	0	Erickson s sod., 2001
ZDA	Wisconsin	kmetijsko območje	2,83 (21) 1,29			73,3	0,02	cit. po Erickson s sod., 2003b

Število žrtev se pogosto med študijami razlikuje. Nekatere študije vključujejo usmrnitev z električnim tokom, druge ne. V nekaterih študijah se upoštevajo samo žrtve zaradi turbin. Ponekod so vključene tudi naključne najdbe žrtev zunaj časa iskanja, drugič ne.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Kukavica	<i>Cuculus canorus</i>														1	1						2
	<i>Currawong</i>																			1	1	
Labod pevec	<i>Cygnus cygnus</i>															1					1	
Labod grbec	<i>Cygnus olor</i>															8			1		9	
Mestna lastovka	<i>Delichon urbica</i>												1	1	2				6		10	
Rumenoglavi gozdičar	<i>Dendroica coronata</i>	1			4			1	1	1		1cr									9	
Magnolijev gozdičar	<i>Dendroica magnolia</i>								1												1	
	<i>Dendroica nigrescens</i>							1													1	
Zlati gozdičar	<i>Dendroica petechia</i>								2												2	
Črnoglavi gozdičar	<i>Dendroica striata</i>								1												1	
	<i>Dendroica townsendi</i>	3						1													4	
Detel	<i>Dendrocopus major</i>															1					1	
Sivi oponašalec	<i>Dumetella carolinensis</i>								1												1	
Veliki strnad	<i>Emberiza calandra</i>															9					9	
Rumeni strnad	<i>Emberiza citrinella</i>															1					1	
	<i>Empidonax minimus</i>								3												3	
Uhati škrljanec	<i>Eremophila alpestris</i>	28			89	1		14	4		17		4mc								157	
Taščica	<i>Erithacus rubecula</i>													5	1	1	1				8	
Brewerjev škorčevcevec	<i>Euphagus cyanocephalus</i>							8	1												9	
Škrjančar	<i>Falco aubuteol</i>															1					1	
Mali sokol	<i>Falco columbarius</i>															1					1	
Prerijski sokol	<i>Falco mexicanus</i>					1	2	1													4	
Rdeča postovka	<i>Falco naumanni</i>													3							3	
Sokol selec	<i>Falco peregrinus</i>																2				2	

Ameriška postovka	<i>Falco sparverius</i>	3			5		11	49	11		1		2cr									82
Navadna postovka	<i>Falco tinnunculus</i>													13	10	4	2					29
Črnoglav muhar	<i>Ficedula hypoleuca</i>														2							2
Ščinkavec	<i>Frigilla coelebs</i>													1				1		1		3
Ameriška vodna kokoška	<i>Fulica americana</i>		6						2			1mc 1cr										10
Liska	<i>Fulica atra</i>															1	7					8
Čopasti škrjanec	<i>Galerida cristata</i>													1								1
Zelenonoga tukalica	<i>Gallinula chloropus</i>															1						1
Kozica	<i>Gallinago gallinago</i>															1						1
Rdečegrli slapnik	<i>Gavia stellata</i>														1							1
	<i>Geococcyx californianus</i>		1						3													4
Krinkar	<i>Geothlypis trichas</i>								7													7
Beloglavi jastreb	<i>Gyps fulvus</i>													13 3								133
Školjkarica	<i>Haemantopus ostralegus</i>														3	4						7
Jezerski orel	<i>Haliaeetus albicilla</i>														13							13
Pritlikavi orel	<i>Hieraetus pennatus</i>													1								1
Pečinska lastovka	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	1						3														4
Kmečka lastovka	<i>Hirundo rustica</i>				1				4					1	1			1				8
	<i>Icterus parisorum</i>								1													1
Sivi junko	<i>Junco hyemalis</i>	1			3				1		1	2mc										8
Rjavi srakoper	<i>Lanius collurio</i>														1							1
	<i>Lanius ludovicianus</i>							1	1													2
Srebrni galeb	<i>Larus argentatus</i>				1				1						12	4	17 2	2				192

[illegible]

	<i>s nuttallii</i>																					
Fazan	<i>Phasianus colchicus</i>				19					2	5				1	2		3				32
Šmarnica	<i>Phoenicurus ochrorus</i>														2							2
Kovaček	<i>Phylloscopus trochilus</i>															1			1			2
	<i>Pelecanoides urinatrix</i>																				3	3
Rjavi pelikan	<i>Pelecanus occidentalis</i>							1														1
	<i>Pelagodroma marina</i>																			1		1
Jerebica	<i>Perdix perdix</i>			2	9					1			1mc			1						14
Sraka	<i>Pica pica</i>				1											1		1				3
Zelena žolna	<i>Picus viridis</i>															1						1
	<i>Pipilo chlorurus</i>	2																				2
	<i>Pipilo maculatus</i>										1											1
	<i>Piranga ludovisiana</i>	1							3													4
Snežni strnad	<i>Plectrophenax nivalis</i>					1																1
Prosenka	<i>Pluvialis apricaria</i>															2	1					3
Ponirek sp.	<i>Podiceps sp.</i>												1mc									1
Progastokljun i ponirek	<i>Podilymbus podiceps</i>									2												2
	<i>Poocetes gramineus</i>	7			2					2												11
Sora	<i>Porzana carolina</i>		1																			1
	<i>Progne subis</i>									1												1
	<i>Puffinus tenuirostris</i>																			2		2
Krakač	<i>Quiscalus quiscula</i>									1												1
	<i>Rallus limicola</i>										1											1
Rubinastogla vi kraljiček	<i>Regulus calendula</i>	1			1					1	1	1	1mc									6
Ognjeglavi kraljiček	<i>Regulus ignicapillus</i>													1	1	1						3
Kraljiček	<i>Regulus regulus</i>													2		1		1				4

Zlatoglavi kraljiček	<i>Regulus satrapa</i>				21	2						1	1cr									25
Nedoločljiv kraljiček	<i>Regulus spec.</i>															3						3
Triprsta tronovščica	<i>Rissa tridactyla</i>																1					1
	<i>Rhipidura fuliginosa</i>																			1		1
	<i>Salpinctes obsoletus</i>	4							1													5
Repaljščica	<i>Saxicola rubetra</i>															1						1
Črnogribski prosnik	<i>Saxicola torquata</i>													1								1
Gozdna sloka	<i>Scolopax rusticola</i>																	1				1
	<i>Sialia currucoides</i>	1						2														3
	<i>Sialia mexicana</i>							2														2
Kanadski brglez	<i>Sitta canadensis</i>				1						1											2
Vrabc spp.													3cr 3mc									6
Apalaški muževnik	<i>Sphyrapicus varius</i>					1																1
Vrabčev	<i>Spiza americana</i>									1												1
	<i>Spizella breweri</i>	5																				5
	<i>Spizella passerina</i>	5							1	1												7
Mala čigrica	<i>Sterna albifrons</i>																4					4
Navadna čigra	<i>Sterna hirundo</i>																8					8
	<i>Sturnella neglecta</i>	1	1		12		1	40	10	1	2											68
Evropski škorec	<i>Sturnus vulgaris</i>		2		6	3		17	4	1	1	1	1mc lex		9	6	14					66
Črnoglavka	<i>Sylvia atricapilla</i>														4							4
Siva penica	<i>Sylvia communis</i>														1							1
Votlinska gos	<i>Tadorna tadorna</i>															1	1					2

Ruševac	<i>Taetrao tetrix</i>												2								2
	<i>Tachycineta thalassina</i>	1				2		1													4
Rdečenogi martinec	<i>Tringa totanus</i>																1				1
Domači stržek	<i>Troglodytes aedon</i>	2			3						1										6
Stržek	<i>Troglodytes troglodytes</i>				4					1					1						6
Drozg	<i>Turdus iliacus</i>														1	1				1	3
Kos	<i>Turdus merula</i>													3	1		1	4			9
Taščični drozg	<i>Turdus migratorius</i>	1										1cr lex									3
Drozg	<i>Turdus philomelos</i>															1	4	1			6
Brinovka	<i>Turdus pilaris</i>														1						1
Nedoločljiv drozg	<i>Turdus spec.</i>															1					1
	<i>Tympanuchus phasianellus</i>											2mc									2
	<i>Tyrannus tyrannus</i>					1															1
Čuk	<i>Tyto alba</i>		3				1	25	4												33
Navadna lumna	<i>Uria aalge</i>														1						1
Priba	<i>Vanellus vanellus</i>															2					2
	<i>Vermivora celata</i>									4											4
	<i>Vireo gilvus</i>	1								1											2
Mali frfotavček	<i>Wilsonia pusilla</i>	3																			3
Grlica	<i>Zenaida macroura</i>	1	2				1	1	6				2cr								13
	<i>Zonotrichia atricapilla</i>				3																3
Vrabonad	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	2		4	7																13
Nedoločene Ujede								21													21
Nedoločene vrste			7		3		1	27	20					5	1					1	65

Nedoločljiva ptica pevka		8		2	5			29	7	1			1cr 6mc										59
Skupaj		95	42	11	231	21	42	613	147	55	34	8	58	15	214	269	84	348	32	2	4	11	2336

Priloga B4. Razlike v številu žrtev ptic na območju elektrarne Altamont Pass v Kaliforniji glede na vir.
Appendix B4. The differences in bird fatalities in Altamont Pass, California, according to the source.

Species	Žrtve	Reference
<i>Agelaius phoeniceus</i>	2	Erickson s sod., 2001
<i>Agelaius phoeniceus</i>	12	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Agelaius tricolor</i>	1	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Anas platyrhynchos</i>	35	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Anas platyrhynchos</i>	1	Thelander in Rugge, 2000
<i>Anas platyrhynchos</i>	5	Erickson s sod., 2001
<i>Aquila chrysaetos</i>	4	Thelander in Rugge, 2000a
<i>Aquila chrysaetos</i>	52	California Energy Commision, 2002
<i>Aquila chrysaetos</i>	30	Erickson s sod., 2001
<i>Aquila chrysaetos</i>	54	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Athene cunicularia</i>	27	Erickson s sod., 2001
<i>Athene cunicularia</i>	4	Thelander in Rugge, 2000a
<i>Athene cunicularia</i>	70	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Aythya collaris</i>	1	Smallwood in Thelander, 2004
Blackbird spp.	1	Smallwood in Thelander, 2004
Blackbird spp.	1	Thelander in Rugge, 2000a
<i>Bubo virginianus</i>	7	Erickson s sod., 2001
<i>Bubo virginianus</i>	18	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Bubulcus ibis</i>	1	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Buteo jamaicensis</i>	19	Thelander in Rugge, 2000a
<i>Buteo jamaicensis</i>	181	Erickson s sod., 2001
<i>Buteo jamaicensis</i>	213	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Buteo regalis</i>	2	Erickson s sod., 2001
<i>Buteo regalis</i>	2	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Buteo</i> sp.	24	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Buteo</i> sp.	9	Erickson s sod., 2001
<i>Buteo swainsoni</i>	1	Erickson s sod., 2001
<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	Erickson s sod., 2001
<i>Carpodacus mexicanus</i>	18	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Cathartes aura</i>	4	Erickson s sod., 2001
<i>Cathartes aura</i>	6	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Circus cyaneus</i>	3	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Circus cyaneus</i>	2	Erickson s sod., 2001
<i>Colaptes auratus</i>	6	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Columba livia</i>	15	Thelander in Rugge, 2000a
<i>Columba livia</i>	92	Erickson s sod., 2001
<i>Columba livia</i>	196	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Corvus brachyrhynchos</i>	7	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Corvus corax</i>	12	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Corvus corax</i>	9	Erickson s sod., 2001
<i>Dendroica nigrescens</i>	1	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Dendroica nigrescens</i>	1	Thelander in Rugge, 2000a
<i>Dendroica petechia</i>	1	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Dendroica towsoni</i>	1	Thelander in Rugge, 2000a
<i>Dendroica towsoni</i>	1	Smallwood in Thelander, 2004
Duck sp.	2	Erickson s sod., 2001
Eagle sp.	38	Anderson in Estep, 1988
<i>Elanus leucurus</i>	1	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Empidonax difficilis</i>	1	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Eremophila alpestris</i>	23	Smallwood in Thelander, 2004
<i>Eremophila alpestris</i>	5	Thelander in Rugge, 2000a
<i>Eremophila alpestris</i>	14	Erickson s sod., 2001
<i>Euphagus carolinus</i>	13	Smallwood in Thelander, 2004

Euphagus caroilnus	8	Erickson s sod., 2001
Hawk sp.	58	Anderson in Estep, 1988
Falco mexicanus	2	Thelander in Rugge, 2000a
Falco mexicanus	3	Smallwood in Thelander, 2004
Falco sparverius	4	Thelander in Rugge, 2000a
Falco sparverius	49	Erickson s sod., 2001
Falco sparverius	59	Smallwood in Thelander, 2004
Gull sp.	4	Erickson s sod., 2001
Gull sp.	18	Smallwood in Thelander, 2004
Hirundo pyrrhonota	5	Smallwood in Thelander, 2004
Hirundo pyrrhonota	2	Thelander in Rugge, 2000a
Hirundo pyrrhonota	3	Erickson s sod., 2001
Lanius ludovicianus	1	Erickson s sod., 2001
Lanius ludovicianus	5	Smallwood in Thelander, 2004
Larus californicus	1	Thelander in Rugge, 2000a
Larus californicus	2	Erickson s sod., 2001
Larus californicus	7	Smallwood in Thelander, 2004
Larus delawarensis	4	Smallwood in Thelander, 2004
Melegris gallopavo	1	Smallwood in Thelander, 2004
Mimus polyglottos	1	Smallwood in Thelander, 2004
Molothrus ater	2	Smallwood in Thelander, 2004
Nycticorax nycticorax	2	Smallwood in Thelander, 2004
Passerculus sandwichensis	2	Smallwood in Thelander, 2004
Passer domesticus	1	Smallwood in Thelander, 2004
Passerine sp.	16	Thelander in Rugge, 2000a
Passerine sp.	40	Erickson s sod., 2001
Passerine sp.	58	Smallwood in Thelander, 2004
Pelecanus occidentalis	1	Erickson s sod., 2001
Phalacrocorax auritus	1	Smallwood in Thelander, 2004
Raptor spp.	16	Smallwood in Thelander, 2004
Raptor spp.	12	Erickson s sod., 2001
Raptor spp.	1	Thelander in Rugge, 2000a
Recurvirostra americana	3	Smallwood in Thelander, 2004
Nedefinirana vodna ptica	2	Erickson s sod., 2001
Sayornis nigricans	1	Smallwood in Thelander, 2004
Sialia currucoides	2	Erickson s sod., 2001
Sialia currucoides	5	Smallwood in Thelander, 2004
Sialia mexicana	2	Erickson s sod., 2001
Stare roparice	12	Thelander in Rugge, 2000a
Sturnella neglecta	8	Thelander in Rugge, 2000a
Sturnella neglecta	40	Erickson s sod., 2001
Sturnella neglecta	99	Smallwood in Thelander, 2004
Sturnus vulgaris	67	Smallwood in Thelander, 2004
Sturnus vulgaris	4	Thelander in Rugge, 2000a
Sturnus vulgaris	17	Erickson s sod., 2001
Tachycineta thalassina	1	Erickson s sod., 2001
Tachycineta thalassina	1	Smallwood in Thelander, 2004
Tringa flavipes	1	Smallwood in Thelander, 2004
Tyrannus verticalis	1	Smallwood in Thelander, 2004
Tyto alba	4	Thelander in Rugge, 2000a
Tyto alba	25	Erickson s sod., 2001
Tyto alba	50	Smallwood in Thelander, 2004
Zenaida macroura	1	Thelander in Rugge, 2000a
Zenaida macroura	34	Smallwood in Thelander, 2004
Nedefinirana sova	10	Erickson s sod., 2001

PRILOGE C

REZULTATI V RAZISKAVO VKLJUČENIH MONITORINGOV NETOPIRJEV NA OBMOČJIH RAZLIČNIH ELEKTRARN PO DRŽAVAH

Priloga C1. Stopnja smrtnosti za netopirje po vetrnih elektrarnah in državah.

Appendix C1. Bat mortality rate in different wind farms and countries.

Država	Vetrna elektrarna	Habitat	Stopnja smrtnosti (število žrtev)	Stopnja smrtnosti na 100 000 m ²	Vir	Število let
Avstralija	Tasmania	obala	1,86 (11)	*	Hydro Tasmania, 2004	*
Avstrija	Obersdorf	kmetijsko območje	0 (0)	*	Traxler s sod., 2004	1 leto
Avstrija	Prallenkirchen	kmetijsko območje	8 (10)	*	Traxler s sod., 2004	1 leto
Avstrija	Steinberg	kmetijsko območje	5,33 (4)	*	Traxler s sod., 2004	1 leto
Nemčija	Brandenburg	*	0,23 (142)	*	Dürr, 2004	3 leta
Španija	Alaiz	gorski hrbet	0	*	cit. po Hötker s sod., 2005	1 leto
Španija	El Perdon	gorski hrbet	0	*	cit. po Hötker s sod., 2005	1 leto
Španija	Guerinda	gorski hrbet	0	*	cit. po Hötker s sod., 2005	1 leto
Španija	Izco	gorski hrbet	3,09	*	cit. po Hötker s sod., 2005	1 leto
Španija	Salajones	gorski hrbet	13,36	*	cit. po Hötker s sod., 2005	1 leto
ZDA	Altamont Wind Resource Area	gorski hrbet, grmičevje	0,0035 (1)	*	Smallwood in Thelander, 2004	*
ZDA	Buffalo Mountain	listnati gozd, vrh gore	10 (30)/ 28,5 (72)	*	cit. po Erickson s sod., 2003b/ Johnson in Strickland, 2003	1 leto
ZDA	Buffalo Ridge	travnje pašniki, polja	2,3	164	Osborn s sod., 1996 Young s sod., 2003a	4 leta
ZDA	Buffalo Ridge, faza I		0,07/ 0,1 (20)/ 0,26 (7)	*	cit. po Erickson s sod., 2003b/ Johnson in Strickland 2003/ Osborn s sod. 1996, Johnson s sod. 2000, 2003a	1 leto

ZDA	Buffalo Ridge, Faza II		1,78 (133)	*	cit. po Erickson s sod., 2003b	1 leto
ZDA	Buffalo Ridge, Faza III		2,04 (282)	*	cit. po Erickson s sod., 2003b	1 leto
ZDA	Foot Creek Rim	prerija	1,04 (138)/ 1,3 (135)	97	cit. po Erickson s sod., 2003b/ Young s sod., 2003a	3 leta
ZDA	Klondike	travišče	1,16 (6)	33,3	Johnson s sod., 2003a	1 leto
ZDA	Nine Canyon	prerija	3,21 (27)	106,6	Erickson s sod., 2003c	*
ZDA	Mountaineer	gozd	47,5 (475)	*	cit. po Hötker s sod., 2005; Johnson in Strickland, 2004	1 leto
ZDA	Stateline	polja, pašniki	0,95/ 1,12 (150)	53,3	Johnson in Strickland, 2003 / Erickson s sod. 2003a	3 leta
ZDA	Vansycle	travinje, polja, pašniki	0,74 (28)/ 0,4	45	cit. po Erickson s sod., 2003b/ Strickland s sod., 2001	1 leto
ZDA	Wisconsin	polja, pašniki	1,1 (34)/ 4,3 (72)	246,4	cit. po Erickson s sod., 2003b/ Howe s sod., 2002	1 leto

Priloga C2. Število žrtev po vrstah netopirjev na območjih različnih vetrnih elektrarn po državah.
Appendix C2. Bat fatalities according to particular species in different wind farms and countries.

Vrsta	Ime	ZDA Foote Creek	ZDA Buffalo Ridge	ZDA Buffalo Mountain	ZDA Wisconsin	ZDA Stateline	ZDA Mountaineer	ZDA Nine Canyon	ZDA Vansycle	ZDA Klondike	ZDA Altamont	ZDA San Gorgonio	ZDA Tehachapi	NEM	AUT	AVS	Skupaj
	<i>Chalinolobus gouldii</i>															9	9
	<i>Eptesicus fuscus</i>	2	15	2	1	2	2										24
	<i>Lasionycteris noctivagans</i>	5	20	1	13	73	28	15	3	1							159
	<i>Lasiurus borealis</i>		73	48	27		200										348
	<i>Lasiurus cinereus</i>	119	273	10	25	71	88	12	5	3	1						607
	<i>Myotis lucifugus</i>	6	8			1	60		1								76
Gozdni mračnik	<i>Nyctalus leisleri</i>													14			14
Navadni mračnik	<i>Nyctalus noctula</i>													132	11		143
Nathusijev netopir	<i>Pipistrellus nathusii</i>													51	2		53
	<i>Pipistrellus subflavus</i>		7	11			87										105
Rjavi uhati netopir	<i>Plecotus auritus</i>						6										6
Sivi uhati netopir	<i>Plecotus autriacus</i>														1		1
Dvobarvni netopir	<i>Vespertilio murinus</i>													10			10
Nedefinirano		3	24		6	3	4		1	2		1	1			2	47
Skupaj		135	420	72	72	150	475	27	10	6	1	1	1	207	14	11	1602

Vir: Avstrija (Traxler, 2004); Avstralija (Hydro Tasmania, 2004); Tehachapi Pass, San Gorgonio, ZDA (Anderson s sod., 2000); Foote Creek, ZDA (Young s sod., 2003b); Nine Canyon, ZDA (Erickson s sod., 2003c); Vansycle, ZDA (Erickson s sod., 2000b); Buffalo Ridge, ZDA (Johnson s sod., 2003c); Mountaineer, ZDA (Johnson s sod., 2004); Klondike, ZDA (Johnson s sod., 2003a); Stateline, ZDA (Stateline, 2004); Wisconsin, ZDA (Johnson s sod., 2003c)

