

Voimajohtolinjan uhka kosteikkolinnustolle – esimerkkinä Pernajanlahti

Pertti Koskimies



Voimalinja ylittää Pernajanlahden. Kuva: Pertti Koskimies.

1. Johdanto

Pernajanlahti, ja etenkin sen perukka Gammelbyviken, on Suomen etelärannikon arvokkaimpia lintukosteikkoja (esimerkiksi Hirvonen & Rintala 1995, Leivo ym. 2002). Pernajanlahti on nimetty valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan (Lintuvesityöryhmä 1981), Natura-verkostoon (Valtioneuvoston päätös 20.8.1998) ja Suomen tärkeisiin lintualueisiin (Leivo ym. 2002).

Fingrid Oyj:n voimajohtolinja ylittää Pernajanlahden Natura-alueen 1–2 kilometrin päässä Gammelbyvikenistä etelään Jomalsundetin ja Stakholmenin yli. Voimajohtolinja on kulkenut samalla paikalla vuodesta 1976. Vuonna 2000 johtoja lisättiin kolmanteen tasoon, ja samalla linjan korkeus kasvoi noin kymmenen metriä.

Tutkin vuosina 2001–2002 Fingrid Oyj:n toimeksiannosta voimajohtolinjan aiheuttamaa törmäysuhkaa valoisassa ja hämärässä liikkuville Pernajanlahden linnuille sekä alueen linnuston suojeluarvolle. Tarkkailin lintujen liikkumista linjan poikki yhteensä 400 tuntia kevätmuuton, pesimäkauden ja syysmuuton aikana. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää linjan vaikutus linnustolle, koska johtorakenteen epäiltiin lisäävän lintujen törmäysriskiä merkittävästi (Hirvonen 1999, ks. myös Topp 1998).

Voimalinjojen aiheuttamaa törmäysriskiä linnuille ei ole aikaisemmin tutkittu tässä laajuudessa Suomessa. Koska tutkimusala on muutenkin maassamme huonosti tunnettu, tarkastelen lintujen törmäysriskiin liittyviä kysymyksiä laajemminkin ulkomaisen kirjallisuuden perusteella.

2. Tutkimusmenetelmät

2.1. Menetelmien valintaperusteet

Voimalinjojen linnuille aiheuttamia törmäysvaikutuksia on tutkittu eri puolilla maailmaa kahdella päämenetelmällä (esimerkiksi Bevanger 1999):

- 1) tarkkailemalla lintujen lentoreittejä voimalinjan lähetyvillä (tarkkailumenetelmä)
- 2) etsimällä johtoihin törmänneitä lintuyksilöitä johtoaukealla ja sen reunamilla (etsintämenetelmä).

Näistä tarkkailumenetelmä tuottaa suuremman ja luotettavamman aineiston Pernajanlahdella, jossa linja ylittää vesialueen, ja jossa lintuja sekä pesii että liikkuu muuttoaikaan runsaasti. Tarkkailumenetelmällä saadaan tietoa lintujen reagoimisesta voimalinjaan sekä muiden muassa lentoreittien sijoittumisesta ja mahdollisista muutoksista linjan vuoksi. Samalla on selvitettävissä alueella oleskelevien

lintujen määrä, joka on keskeisiä törmäysriskiin vaikuttavia tekijöitä (Bevanger 1999). Toisaalta pimeässä linjan vaikutusta ei voida tarkkailla ilman erikoisvälineitä.

Törmäysuhrien etsintämenetelmä ei vesillä ja kosteikoilla antaisi tarkkaa kuvaa törmänneiden yksilöiden määrästä, koska tuuli ja aallokko sekä nisäkäs- ja lintupedit kuljettavat vahingoittuneet ja kuolleet linnut melko nopeasti näkymättömiin. Etsintämenetelmään sisältyy niin kosteikoilla kuin maaympäristössäkin monia muitakin virhelähteitä (esimerkiksi Bevanger 1999, Piironen 1999), joita voidaan minimoida tiheään toistetuilla tarkastuksilla koiran kera.

2.2. Tutkimuslajit ja tutkimusaika

Pernajanlahdella pesii ja levähtää muuttoaikaan hyvin monipuolinen lintulajisto, jonka pesimä- ja muuttoaika vaihtelevat lajista toiseen (esimerkiksi Hirvonen & Rintala 1995). Tutkimuksessa mielenkiintoisimpia lajeja ovat ne uhanalaiset ja muut lintulajit, jotka nostavat merkittävästi Pernajanlahden linnuston suojeluarvoa. Erityisesti vesi-, peto-, lokki- ja kahlaajalinnut ovat isoina parviliintuina muita lajiryhmiä alttiimpia törmäyksille (esimerkiksi Janss 2000).

Tulosten luotettavuuden ja edustavuuden varmistamiseksi tarkkailua on jatkettu alueen kautta päiväsaikaan muuttavan lajiston koko muuttokausi niin syksyllä (20.8.–14.11.2001, 13.7.–28.10.2002) kuin keväälläkin (20.3.–29.5.2002). Samalla on kertynyt aineistoa pesivien lintujen lentoreiteistä linjan lähetyvillä huhti- ja toukokuussa 2002 sekä nuorista yksilöistä myös elokuussa 2001 ja heinä–elokuussa 2002.

Lintuja ei tarkkailtu kesäkuussa, jolloin arvelin törmäysriskin vähäisimmäksi. Pesivät parit pysyttelevät haudonnan tai poikasten ruokinnan vuoksi pesiensä lähetyvillä tiiviimmin kuin ennen sitä tai sen jälkeen. Vesilinnuilla alkaa lisäksi sulkasato, jonka aikana ne ovat useamman viikonkin lentokyvöttömiä. Lisäksi paikalliset, pesivät yksilöt oppivat oletettavasti väistämään voimajohtoja todennäköisemmin kuin läpimuuttajat (esimerkiksi Ferrer & Janss 1999, Hirvonen 1999).

2.3. Maastotyömenetelmät

Lentoreittien tarkkailu

Tarkkailin lintujen lentoreittejä suhteessa voimalinjaan Pernajanlahden itärannalla Jomalbergetillä noin 300 m linjasta pohjoiseen miltei sen korkeudella. Linnut ovat sieltä hyvin havaittavissa koko lahden ylittävän linjan pituudelta Ryssön ja Jomalbergetin välillä, eikä havainnoijan läsnäolo vaikuta lintujen lentoreitteihin.

Linjan kohdalta lentäneistä linnuista kirjattiin

- lintulaji
- yksilömäärä, sukupuoli ja ikä
- lentosuunta
- lentokorkeus suhteessa lankoihin (kuva 1)
- suunnan ja korkeuden muutokset ja muu reagointi linjaan
- ohituskohta (Jomalsundet, Stakholmen, Rödbosundet, Ryssö)
- kellonaika.

Tarkkailin lintuja 81 päivänä 20.8.2001–28.10.2002 yhteensä 400 tuntia. Mukaan otin linnut, joiden lentokorkeus oli korkeintaan 100–120 m vedenpinnan yläpuolella (50–70 m linjan yläpuolella). Pääosan huomasi paljain silmin, ja kiikarilla etsin lintuja lähinnä Ryssön yltä, kun aika lähempää lentävien kirjauksilta antoi myöten.

Mahdollisimman suuren aineiston kokoamiseksi ajoitin tarkkailujaksot pääosaksi varhaiseen aamuun ja aamupäivään, jolloin linnut liikkuvat aktiivisimmin. Aloitin useina päivinä ennen auringonnousua tai sen aikoihin. Tarkkailin lentoreittejä usein myös iltapäivällä, mutta iltaisin pimeään asti harvoin, koska silloin lintuja lensi linjojen poikki erittäin vähän ainakin siihen asti, kun mitään saattoi nähdä tai kuulla. Sää vaihteli tarkkailujaksojen aikana huomattavasti kirkkaasta auringonpaisteesta vesisateeseen ja tiheään sumuun kattaen kaikenlaisia säätyyppejä runsaasti.

Johtorakenteen muutoksen vaikutus

Voimalinjan johtorakenteen muutoksen (v. 2000) vaikutusta selvitin vertailemalla huhti–toukokuussa 1998 (Topp 1998, Hirvonen 1999) ja 2002 (tämä tutkimus) koottuja aineistoja. Keväällä 1998 lintuja tarkkailtiin samalla paikalla 18.4.–10.5. (22 havainnointipäivää). Kevät 2002 oli fenologisesti parisen viikkoa aikaisempi, ja siksi vertailuaineiston alkupäiväksi valitsin 8.4. Jotta tarkkailupäiviä olisi riittävästi (12), ja aineiston lajikoostumus ja yksilömäärät olisivat samaa suuruusluok-



Taviparvi. Kuva: Rauno Yrjölä.

kaa, vertailuaineistoni viimeiseksi tarkkailupäiväksi valitsin 17.5.2002.

Vertailuun sisältyy useita virhelähteitä. Tarkkailijoita oli keväällä 1998 useita, eivätkä kaikki kirjanneet lokkeja muistiin. Lentokorkeus luokiteltiin 1998 subjektiivisesti, ei lankojen korkeuden avulla tarkkoina metrimäärinä, kuten keväällä 2002 tein. Huomattava osa tarkkailuajasta ajoittui 1998 iltapäivään toisin kuin 2002. Topp (1998) ei myöskään vakioinut väistämislukujen kirjaamista havainnoitsijoiden kesken eikä tilastoinut erikseen niitä yksilöitä, jotka todella lensivät läheltä lankoja.

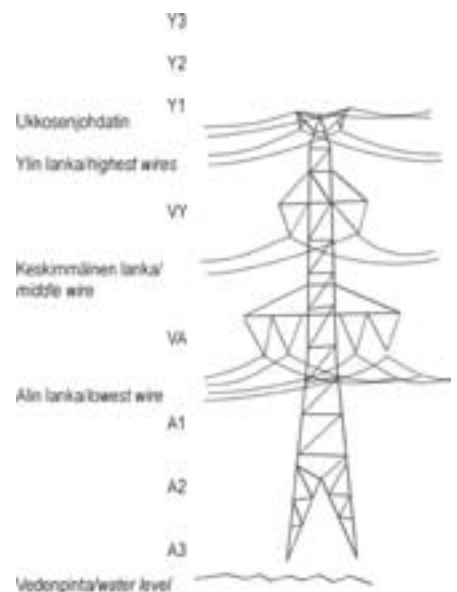
Menetelmien yksityiskohtien eroista johtuen vertailun tulokset ovat ainoastaan suuntaa-antavia. Esimerkiksi lentokorkeuden pääluokat (linjan ali, samalla korkeudella tai yli) käyvät molemmista aineistoista kuitenkin luotettavasti ilmi.

Paikallisten lintujen laskennat

Lintujen törmäysalttiuteen vaikuttaa merkittävästi paikalla olevien lintujen yksilömäärä (esimerkiksi Bevanger 1999). Siksi kullakin tarkkailujaksolla laskin myös linjan lähialueelta (noin 1 km kumpaankin suuntaan) tarkkailupisteeseen näkyvien paikallisten vesilintujen lukumäärät kiikarin ja kaukoputken avulla vesilintujen pistelaskentamenetelmällä (Koskimies 1994). Lisäksi kirjasin paikalliset petolinnut, haikarat ja muut suojelunarvoisimmat tarkkailupaikalta nähdyt lajit.

Koska pääosa vesilinnuista piileskelee Pernajanlahden tapaisilla kosteikoilla ruoikoissa

etenkin loppukevästä syksyyn, ei yhden pisteen pistelaskenta- eikä muillakaan menetelmillä saada selville lähistöllä oleskelevien yksilöiden absoluuttista yksilömäärää vaan ainoastaan suuntaa-antavasti lintujen



Kuva 1. Lentokorkeusluokat suhteessa voimajohtolinjaan. VP = vedenpinnassa, A1–A3 = linjan ali, VA = alimman ja kesimmäisen langan välistä (linjan korkeus vuoteen 2000), VY = kesimmäisen langan ja ukkosenjohdatinlankojen välistä, Y1–Y3 = linjan yli. Lisäksi on erikseen merkitty lankojen korkeudella lentäneet linnut (= VL).

Fig. 1. Height classes related to the power line. VP = close to water level, A1–A3 = under the power line, VA = between the lowest and the middle wires, VY = between the middle and the highest wires, Y1–Y3 = over the power line. VL = at the height of a wire.

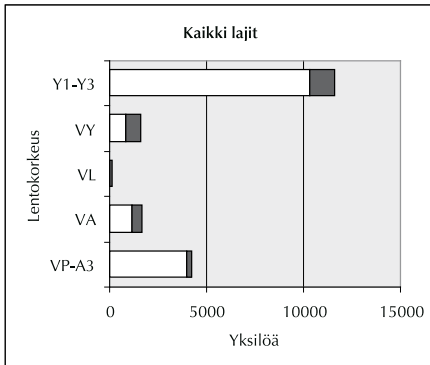
Taulukko 1. Kaikkien lajien havaintomäärä, kokonaisyksilömäärä ja yksilömäärät lentokorkeusluokittain sekä kaikkien väistäneiden ja läheltä väistäneiden yksilöiden määrä. A = linjan ali, VA = alimman ja keskimmäisen langan välistä, VY = keskimmäisen langan ja ukkosenjohdatinlankojen välistä, VL = lankojen kohdalta, Y = linjan yli (ks. kuva 1). EU:n lintudirektiivin liitteessä luetellut erityistä suojelua vaativat lajit lihavoitu.

Table 1. The number of observations, total number of individuals, and the number of individuals in various height classes related to the height of the power line. A = under the lowest wire, VA = between the lowest and middle wires, VY = between the middle and highest wires, VL = at the height of a wire, Y = over the highest wire (see Fig. 1). The total number of individuals turning out of their course, and the number turning very closely (less than 1,5 m), to the right. The species listed in the Appendix I of the EU Birds Directive in bold.

Laji Species	Havaintoja Observations	Yksilöitä Ind.	A	VA	VY	VL	Y	Väisti Turned	Väisti läh. Turn. clos.
Kuikka	<i>Gavia arctica</i>	6	8	0	1	0	7	1	0
Kuikka tai kaakkuri	<i>Gavia sp.</i>	3	4	0	0	0	4	0	0
Silkkiiukku	<i>Podiceps cristatus</i>	1	1	0	0	0	1	1	0
Merimetso	<i>Phalacrocorax carbo</i>	1	6	0	0	0	6	0	0
Kaulushaikara	<i>Botaurus stellaris</i>	1	1	0	0	0	1	0	0
Harmaahaikara	<i>Ardea cinerea</i>	138	155	53	4	5	1	92	21
Kyhmyjoutsen	<i>Cygnus olor</i>	25	45	29	3	3	3	7	13
Laulujoutsen	<i>C. cygnus</i>	44	157	12	2	8	1	134	30
Joutsenlaji	<i>Cygnus sp.</i>	3	8	0	0	0	8	0	0
Metsähanhi	<i>Anser fabalis</i>	3	30	0	0	0	4	26	4
Merihanhi	<i>A. anser</i>	2	2	1	0	0	1	0	0
Kanadanhanhi	<i>Branta canadensis</i>	8	27	2	0	0	10	15	15
Valkoposkihanhi	<i>B. leucopsis</i>	4	190	0	0	0	190	0	0
Hanhilaji	<i>Anser sp.</i>	1	4	0	0	0	4	0	0
Haapana	<i>Anas penelope</i>	13	23	6	2	3	1	11	10
Tavi	<i>A. crecca</i>	13	25	8	1	0	4	12	14
Sinisorsa	<i>A. platyrhynchos</i>	140	279	73	9	7	10	180	60
Jouhisorsa	<i>A. acuta</i>	2	6	0	0	0	0	6	1
Lapasorsa	<i>A. clypeata</i>	2	2	0	0	0	1	1	1
Punasotka	<i>Aythya ferina</i>	2	4	0	0	0	0	4	2
Tukkasotka	<i>A. fuligula</i>	13	30	0	2	0	0	28	10
Alli	<i>Clangula hyemalis</i>	2	62	0	0	0	0	62	12
Telkkä	<i>Bucephala clangula</i>	73	132	54	8	2	5	63	42
Uivelo	<i>Mergus albellus</i>	3	6	4	0	0	0	2	0
Isokoskelo	<i>M. merganser</i>	257	1658	655	39	31	5	928	267
Iso- tai tukkakoskelo	<i>Mergus sp.</i>	7	132	0	0	0	0	132	34
Mehiläishaukka	<i>Pernis apivorus</i>	4	4	0	0	1	0	3	1
Merikotka	<i>Haliaeetus albicilla</i>	4	4	0	0	0	0	4	0
Ruskosuohaukka	<i>Circus aeruginosus</i>	43	46	11	5	8	1	21	12
Sinisuohaukka	<i>C. cyaneus</i>	5	5	4	0	0	0	1	2
Kanahaukka	<i>Accipiter gentilis</i>	13	13	2	0	0	0	11	0
Varpushaukka	<i>A. nisus</i>	58	61	21	2	2	2	34	4
Hiirihaukka	<i>Buteo buteo</i>	20	28	1	0	0	1	26	1
Hiiri- tai mehiläishaukka	<i>B. buteo/P. apivorus</i>	7	10	0	0	0	0	10	0
Piekana	<i>Buteo lagopus</i>	2	2	0	0	0	0	2	0
Maakotka	<i>Aquila chrysaetos</i>	1	1	0	0	0	0	1	0
Kalasaäski	<i>Pandion haliaetus</i>	34	35	3	3	2	2	25	8
Tuulihaukka	<i>Falco tinnunculus</i>	2	3	0	0	0	0	3	0
Ampuhaukka	<i>F. columbarius</i>	3	3	0	0	0	2	1	2
Nuolihaukka	<i>F. subbuteo</i>	8	8	1	0	0	0	7	0
Muuttohaukka	<i>F. peregrinus</i>	1	1	0	0	0	0	1	1
Teeri	<i>Tetrao tetrix</i>	8	12	8	0	4	0	0	0
Fasaani	<i>Phasianus colchicus</i>	3	7	7	0	0	0	0	0
Nokikana	<i>Fulica atra</i>	1	1	1	0	0	0	0	0
Kurki	<i>Grus grus</i>	22	178	3	1	0	0	174	3
Meriharakka	<i>Haematopus ostralegus</i>	1	3	0	0	0	0	3	1
Kapustarinta	<i>Pluvialis apricaria</i>	1	1	0	0	0	1	0	1
Töyhtöhyppä	<i>Vanellus vanellus</i>	29	209	0	0	0	0	209	0
Suokukko	<i>Philomachus pugnax</i>	1	8	0	0	0	0	8	0
Taivaanvuohi	<i>Gallinago gallinago</i>	15	19	3	0	0	0	16	1
Isokuovi	<i>Numenius arquata</i>	3	3	0	0	0	0	3	0

Laji Species		Havainnot Observations	Yksilöitä Ind.	A	VA	VY	VL	Y	Väisti Turned	Väisti läh. Turn. clos.
Valkoviklo	<i>Tringa nebularia</i>	2	3	0	0	2	0	1	0	0
Metsäviklo	<i>T. ochropus</i>	6	8	1	0	0	0	7	1	0
Liro	<i>T. glareola</i>	4	34	0	0	0	0	34	0	0
Rantasipi	<i>Actitis hypoleucos</i>	35	44	44	0	0	0	0	0	0
Pikkulokki	<i>Larus minutus</i>	68	142	9	5	26	0	102	51	0
Naurulokki	<i>L. ridibundus</i>	950	1464	897	48	92	6	421	194	6
Kalalokki	<i>L. canus</i>	915	1141	375	70	126	9	561	316	8
Selkälokki	<i>L. fuscus</i>	35	41	12	1	2	0	26	14	0
Harmaalokki	<i>L. argentatus</i>	531	697	83	17	53	10	534	239	6
Merilokki	<i>L. marinus</i>	26	29	8	0	4	0	17	12	0
Iso lokkilaji	<i>L. arg./fusc./mar.</i>	6	13	1	0	0	0	12	1	0
Pikkukajava	<i>Rissa tridactyla</i>	3	3	1	0	0	1	1	1	1
Räyskä	<i>Sterna caspia</i>	6	8	0	0	0	0	8	0	0
Kalatiira	<i>S. hirundo</i>	148	180	128	6	11	0	35	28	0
Lapintiira	<i>S. paradisaea</i>	15	19	12	1	1	0	5	0	0
Tiiralaji	<i>Sterna sp.</i>	1	2	0	0	0	0	2	0	0
Uuttukyyhky	<i>Columba oenas</i>	28	38	3	2	4	0	29	9	2
Sepelkyyhky	<i>C. palumbus</i>	487	2524	18	17	29	8	2452	130	10
Käki	<i>Cuculus canorus</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Varpuspöllö	<i>Glucidium passerinum</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Tervapääsky	<i>Apus apus</i>	7	11	0	1	1	0	9	0	0
Harmaapäätikka	<i>Picus canus</i>	5	5	5	0	0	0	0	0	0
Palokärki	<i>Dryocopus martius</i>	47	49	44	1	4	0	0	2	0
Käpytikka	<i>Dendrocopos major</i>	54	56	31	6	2	0	17	4	0
Pikkutikka	<i>D. minor</i>	2	2	1	0	0	0	1	0	0
Kangaskiuru	<i>Lullula arborea</i>	7	7	0	0	0	0	7	0	0
Kiuru	<i>Alauda arvensis</i>	102	162	0	0	1	0	161	1	0
Haarapääsky	<i>Hirundo rustica</i>	74	519	73	93	47	0	306	92	0
Metsäkirvinen	<i>Anthus trivialis</i>	9	11	1	1	3	0	6	4	0
Niittykirvinen	<i>A. pratensis</i>	43	65	4	14	21	0	26	32	0
Västäräkki	<i>Motacilla alba</i>	59	88	22	14	22	0	30	20	3
Tilhi	<i>Bombycilla garrulus</i>	22	159	39	17	84	0	19	56	0
Kivitasku	<i>Oenanthe oenanthe</i>	2	2	1	0	0	0	1	1	0
Mustarastas	<i>Turdus merula</i>	63	76	37	8	12	0	19	6	0
Räkättirastas	<i>T. pilaris</i>	128	1144	49	199	186	0	710	34	0
Laulurastas	<i>T. philomelos</i>	11	27	2	4	0	0	21	2	0
Punakylkirastas	<i>T. iliacus</i>	40	177	27	5	7	0	138	15	0
Kulorastas	<i>T. viscivorus</i>	5	10	1	4	1	0	4	2	0
Rastaslaji	<i>Turdus sp.</i>	39	347	0	5	2	0	340	21	0
Kuusitiainen	<i>Parus ater</i>	2	35	35	0	0	0	0	0	0
Sinitiainen	<i>P. caeruleus</i>	4	10	10	0	0	0	0	0	0
Talitiainen	<i>P. major</i>	24	74	53	7	10	0	4	1	0
Pyrstötiainen	<i>Aegithalos caudatus</i>	9	104	104	0	0	0	0	0	0
Isolepinkäinen	<i>Lanius excubitor</i>	5	6	3	1	0	0	2	0	0
Närhi	<i>Garrulus glandarius</i>	63	91	46	5	1	0	39	2	1
Harakka	<i>Pica pica</i>	29	42	15	2	5	0	20	4	0
Pähkinähakki	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Naakka	<i>Corvus monedula</i>	95	490	10	57	44	3	376	40	7
Varis	<i>C. corone</i>	314	425	128	17	41	1	238	39	1
Korppi	<i>C. corax</i>	68	94	12	2	2	0	78	8	0
Kottarainen	<i>Sturnus vulgaris</i>	24	160	6	0	62	0	92	83	0
Pikkuarvunen	<i>Passer montanus</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Peippo	<i>Fringilla coelebs</i>	488	2812	328	424	495	2	1563	667	2
Järripeippo	<i>F. montifringilla</i>	4	81	50	0	29	0	2	0	0
Viherveppo	<i>Carduelis chloris</i>	67	225	88	27	26	0	84	7	0
Tikli	<i>C. carduelis</i>	5	5	0	1	1	0	3	0	0
Vihervarpunen	<i>C. spinus</i>	52	750	405	275	20	0	50	38	0

Laji Species		Havainnot Observations	Yksilöitä Ind.	A	VA	VY	VL	Y	Väisti Turned	Väisti läh. Turn. clos.
Hemppe	<i>C. cannabina</i>	6	50	1	0	43	0	6	40	0
Urpiainen	<i>C. flammea</i>	33	256	28	1	82	0	145	10	0
Käpylintulaji	<i>Loxia sp.</i>	12	32	0	0	1	0	31	0	0
Punatulku	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	42	103	18	41	20	0	24	17	0
Keltasirkku	<i>Emberiza citrinella</i>	20	45	12	13	8	0	12	1	0
Pajusirkku	<i>E. schoeniclus</i>	9	11	4	0	2	1	4	2	0
Pikkulintulaji	<i>Passeriiformes sp.</i>	103	360	12	26	18	1	303	34	1
Yhteensä	Total	6523	19234	4262	1520	1729	96	11627	2856	102



Kuva 2. Pernajanlahden voimalinjan poikki lentäneiden kaikkien lajien yksilöiden määrä eri korkeusluokissa (ks. kuva 1). Tummennettu osa ilmoittaa lankoja väistäneiden yksilöiden määrän kussakin korkeusluokassa lentäneistä yksilöistä.

Fig. 2. The total number of individuals in various height classes related to the power line (see Fig. 1). The dark part of the column shows the number of individuals turning out of their course due to the wires.

suhteellinen runsaus ja sen ajallinen vaihtelu. Luotettavampia tulokset ovat joutsenilla ja koskeloilla, jotka harvoin ovat pitempään kokonaan piilossa.

3. Tulokset

3.1. Havainto- ja yksilömäärät

Havaitsin 20.8.2001–28.10.2002 yhteensä 106 eri lintulajia (taulukko 1), jotka lensivät Pernajanlahden voimajohtolinjan kohdalla. Erillisiä havaintoja yksinäisiä lintuja tai lintuparvia) kertyi 6 523, yhteensä 19 234 yksilöstä.

3.2. Lentokorkeudet

Kaikki yksilöt

Taulukon 1 yhteenvedossa kaikkien lajien lentokorkeudet on tilastoitu pääloukkien mukaan. Yksilömäärät ja niiden osuudet näissä luokissa olivat:

Linjan yli (Y)	11 627	yksilöä (60,5 %)
Linjan korkeudella (V)	3 345	yksilöä (17,4 %)
Linjan ali (A)	4 262	yksilöä (22,2 %)

Linjan korkeudella lentäneet linnut jakautuivat eri korkeusluokkiin (ks. kuva 1) seuraavasti:

Ylempi puolisko (VY)	1 729 yksilöä (51,7 %)
Alempi puolisko (VA)	1 520 yksilöä (45,4 %)

Linnuista 96 (2,9 %) lensi alun perin noin metrin tarkkuudella jonkun langan korkeudella, ja ne kirjattiin omaan luokkaansa (VL).

Tarkemman luokittelun mukaisessa tilastossa kaikkien lajien yksilömäärien summa on selvästi suurin luokassa Y1 (matalalla linjan yli), sitten luokissa Y2 ja Y3 (kuva 2). Kun alimmat kaksi luokkaa jätetään huomiotta, yksilömäärät kahdessa linjan alittavassa sekä linjan korkeudella olevissa luokissa ovat samaa suuruusluokkaa.

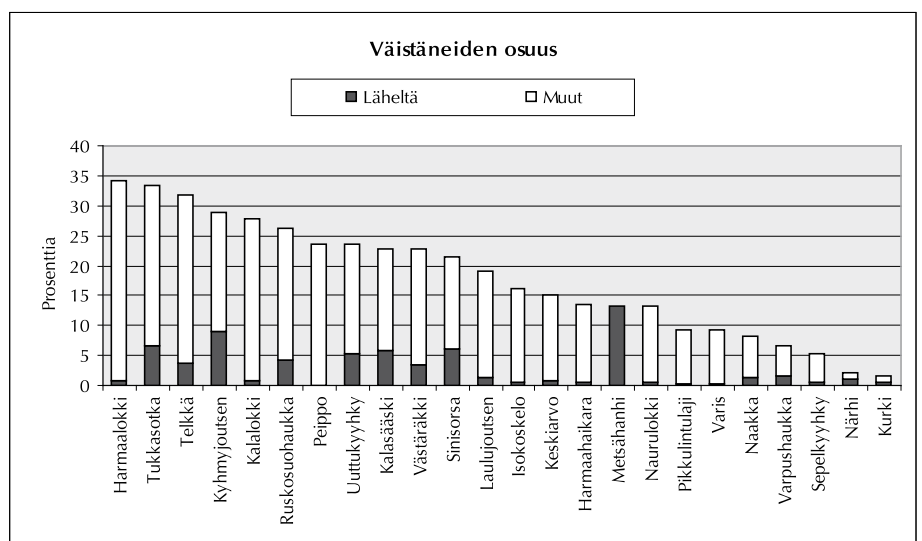
3.3. Törmäykset ja välitön törmäysuhka

Törmänneet yksilöt

Näin yhden törmäyksen: 21.4.2002 kaksi laulujoutsenta lensi etelään alimpien lankojen korkeudella niitä kohti, ja jälkimmäinen lintu törmäsi näihin lankoihin. Se ehti hetken hidastaa lentonopeuttaan. Törmäyksen jälkeen lintu putosi noin 10–15 metriä suoraan alaspäin, mutta levitti sitten siipensä ja jatkoi lentoaan näennäisesti vahingoittumattomana. Tämä yksi yksilö muodostaa 0,005 % linjan poikki lentäneistä kaikista lintuyksilöistä (1/19 234).

Lisäksi löysin toukokuun alussa 2002 linjan alta Ryssön itäosasta laulu- tai kyhmyjoutsenen siipisulkia. On mahdollista, että tämä yksilö on törmännyt lankoihin ehkä syksyllä 2001.

Topp (1998) havaitsi 26.4.1998 linjan alla vahingoittuneen silkkiuikun, joka oli todennäköisesti törmännyt lankoihin.



Kuva 3. Väistäneiden ja läheltä väistäneiden yksilöiden osuus kaikista linjan kohdalla lentäneistä yksilöistä.

Fig. 3. The percentage (%) of all individuals turning out of their course due to wires ("Läheltä" = turning very closely to wires). Species from left to right: *Larus argentatus*, *Aythya fuligula*, *Bucephala clangula*, *Cygnus olor*, *Circus aeruginosus*, *Fringilla coelebs*, *Columba oenas*, *Pandion haliaeetus*, *Motacilla alba*, *Anas platyrhynchos*, *Cygnus Cygnus*, *Mergus merganser*, *Meian*, *Ardea cinerea*, *Anser fabalis*, *Laurs ridibundus*, *Unidentified Passerines*, *Corvus corone*, *C. monedula*, *Accipiter nisus*, *Columba palumbus*, *Garrulus glandarius*, *Grus grus*.

Läheltä väistäneet yksilöt

Läheltä väistäneiksi yksilöiksi tulkituin ne 102 yksilöä (0,5 % kaikista), jotka tekivät hyvin äkinäisen väistöliikkeen lankojen vieressä (alle 0,5–1,5 m lajin koon mukaan). Ilman ripeää väistöä nämä yksilöt olisivat todennäköisesti osuneet lankoihin. Havain- toja on 26 lajista, joista eniten sinisorsia (17), isokoskeloita (10) ja sepelkyyhkyjä (10).

Lajeilla, joiden kokonaisyksilömäärä oli useita kymmeniä, läheltä väistäneiden osuus jäi alle 10 %:n ja useimmilla alle puoleen siitäkin (kuva 3). Kaikista lankoja ylipäänsä väistäneistä yksilöistä läheltä väistäneiden osuus oli muita korkeampi kyhmyjoutse- nolla, uuttukyyhkyllä, kalasääskellä, sini- sorsalla, metsähanhella, varpushaukalla ja närhellä.

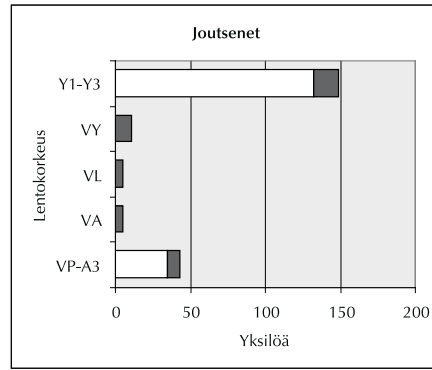
Viittä yksilöä lukuun ottamatta myös lä- heltä väistäneet yksilöt väistivät hallitusti lankoja vailla välitöntä törmäysvaaraa, mikä osoittaa lintujen kiperissäkin tilanteissa ja viime hetkellä pystyvän välttämään törmä- ystä. Yksi harmaahaikara, ruskosuohaukka, kalasääski, kalalokki ja sepelkyyhky väistivät lankoja niin viime tingassa, että ne näyttivät väistävän kosketuksen hiuksenhienosti.

Törmännyt laulujoutsen ja nämä viisi yksilöä muodostavat 0,03 % koko havaitusta yksilö- määrästä (5/19 234). Sitä voidaan pitää linjan välittömästi uhkaamien yksilöiden osuutena kaikista kohdalla lentäneistä yksilöistä.

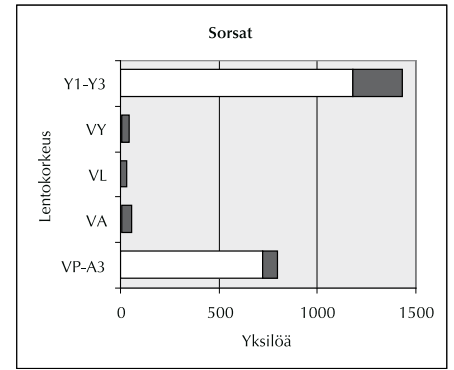
3.4. Linjan vaikutus lentoreittiin

Kaikista yksilöistä 15 % väisti lankoja vält- tääkseen törmäämästä niihin tai lentämäs- tä liian lähellä (taulukko 2). Lajeista, joita tilastoitiin vähintään 30 yksilöä, väistänei- den yksilöiden osuus oli suurin seuraavilla lajeilla: hemppo (80 %), kottarainen (52 %), niittykirvinen (49 %), pikkulokki (36 %), til- hi (35 %), harmaalokki (34 %), selkälokki (34 %), tukkasotka (33 %), telkkä (32 %), kyhmyjoutsen (29 %) ja kalalokki (28 %). Runsaslukuisimmista lajeista lentorataansa muuttaneiden yksilöiden osuus oli pienin räkättirastaalla (3 %), vihervarpusella (5 %), sepelkyyhkyllä (5 %), naurulokilla (13 %) ja isokoskelolla (16 %).

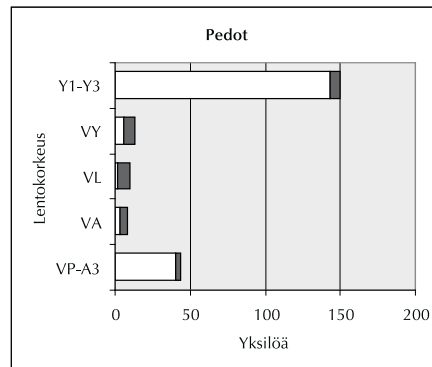
Kaikkien lajien yhdistetyssä aineistossa linjan kohdalla lensi 17 % yksilöistä (tau- lukko 2). Väistäneiden osuus oli suurin, lähes puolet yksilöistä, linjan ylemmän puoliskon kohdalla (VY) lentäneistä yksilöistä (kuva 2). Seuraavaksi eniten väistäneitä oli suhteessa koko korkeusluokan yksilömäärään linjan alemman puoliskon (VA) ja matalalla linjan yläpuolella (Y1) lentäneiden joukossa.



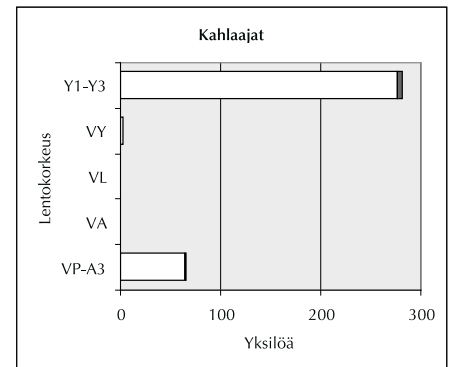
Kuva 4a. Joutsenet.
Fig 4a. Swans.



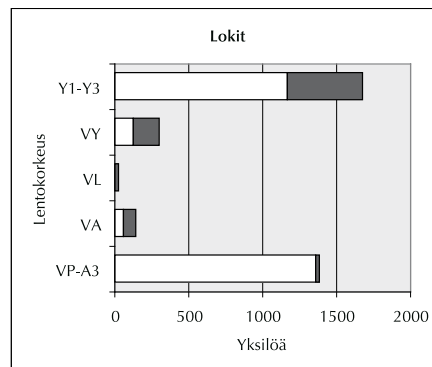
Kuva 4b. Sorsat.
Fig 4b. Ducks



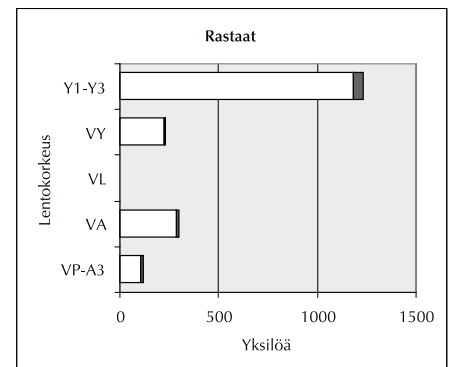
Kuva 4c. Petolinnut.
Fig 4c. Birds of prey.



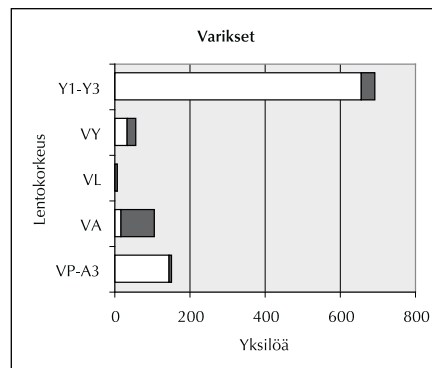
Kuva 4d. Kahlaajat.
Fig 4d. Waders.



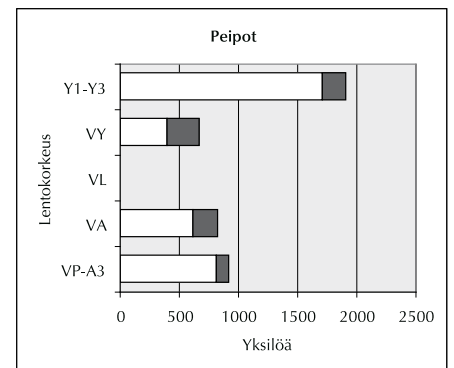
Kuva 4e. Lokit.
Fig 4e. Gulls.



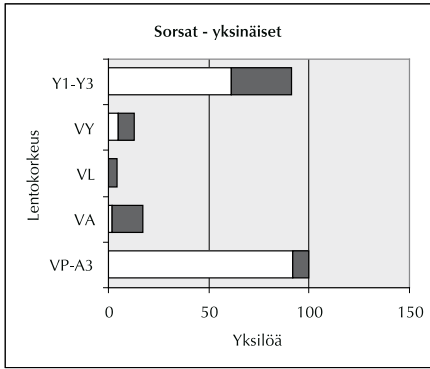
Kuva 4f. Rastaat.
Fig 4f. Thrushes.



Kuva 4g. Varikset.
Fig 4g. Corvids.

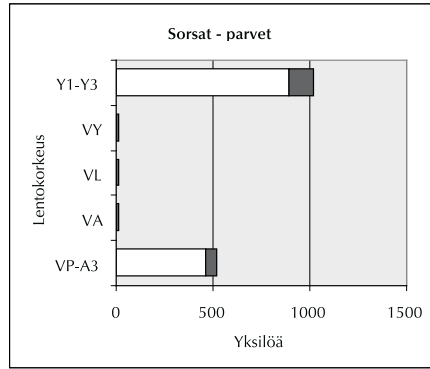


Kuva 4h. Peipot.
Fig 4h. Finches.



Kuva 5a. Yksin lentäneiden sorsien määrä eri korkeusluokissa (ks. kuva 1). Tummennettu osa ilmoittaa lankoja väistäneiden yksilöiden määrän kussakin korkeusluokassa lentäneistä yksilöistä.

Fig. 5a. The total number of ducks flying alone in various height classes related to the power line (see Fig. 1). The dark part of the column shows the number of individuals turning out of their course due to the wires.



Kuva 5b. Vähintään viiden yksilön parvina lentäneiden sorsien määrä eri korkeusluokissa (ks. kuva 2). Tummennettu osa ilmoittaa lankoja väistäneiden yksilöiden määrän kussakin korkeusluokassa lentäneistä yksilöistä.

Fig. 5b. The total number of duck flocks (> 5 ind.) in various height classes related to the power line (see Fig. 1). The dark part of the column shows the number of flocks turning out of their course due to the wires.

3.5. Linjan vaikutus lentoreittiin lajiryhmittäin

Elintavoiltaan ja lentokäyttäytymiseltään toisistaan poikkeavien ekologisten lajiryhmien lentokorkeudet vaihtelevat huomattavasti. Kuvissa 4–5 yli lentäneet (alkuperäiset luokat Y1–Y3) on yhdistetty luokaksi yli (Y), ali lentäneet (VP–A1) luokaksi ali (A).

Joutsenilla yksilöiden korkeusjakauma on samankaltainen kuin kaikilla lajeilla: valtaosa yksilöistä lentää linjan yli (kuva 4a). Sen alittavat yksilöt lentävät pääosin vedenpinnassa tai luokassa A2 eli selvästi linjan ali. Kaikki linjan korkeudella lentäneet yksilöt väistivät linjaa, kuten enemmistö välittömästi linjan alittaneistakin. Yli lentäneistä alle kymmenesosa väisti linjaa.

Sorsilla välittömästi linjan ali lentää lähes yhtä paljon yksilöitä kuin sen ylikin; sorsien lentokorkeus vaihtelee enemmän kuin joutsenten (kuva 4b). Myös melkein kaikki sorsat, jotka lensivät linjan korkeudella, väistivät johtoja. Väistäneiden osuus oli noin viidesosan luokkaa myös pääosalla linjan ali ja yli lentäneistä.

Petolinnut lentävät keskimäärin selvästi korkeammalla kuin vesilinnut (kuva 4c): ylin luokka Y3 on ylivoimaisesti suurin, ja sitä seuraavat luokat Y2 ja Y1. Reilut puolet linjan korkeudella lentäneistä petolinnuista muutti lentorataansa. Sen sijaan ali ja yli lentäneistä yksilöistä väisti lankoja vain murto-osa.

Melkein kaikki *kahlaajat* lentävät linjan yli (kuva 4d). Vedenpinnan tuntumassa lentävät rantasipit nostavat alittaneiden yksilömäärää. Sen sijaan linjan kohdalla tai välittömästi sen ali lentää hyvin pieni osa. Lentorataa muuttaneiden yksilöiden osuus oli selvästi pienin eri linturyhmistä.

Lokeista vähän suurempi osa lentää yli kuin ali, pieni vähemmistö johtojen välistä (kuva 4e). Linjan ali lentäneistä lokeista ani harva väisti johtoja, lankojen välistä ja välittömästi linjan yli lentäneistä noin puolet.

Rastaiden suosituin lentokorkeus on välittömästi linjan yläpuolella, mutta myös linjan kohdalla lentää huomattava osa yksilöistä (kuva 4f). Sen sijaan linjan ali lentää lähinnä vain mustarastaita. Väistäneiden yksilöiden osuus oli hyvin pieni kaikilla korkeuksilla.

Pääosa variksista lentää linjan yli (kuva 4g). Johtojen välistä ja ali lentää kaikissa alkuperäisissä luokissa (kuva 1) suunnilleen yhtä paljon yksilöitä. Linjan poikki lentäneistä yksilöistä valtaosa väisti johtoja, mutta ali tai yli lentäneistä hyvin pieni osa.

Peipoilla jakauma lentokorkeusluokkiin muistuttaa rastaiden jakaumaa, mutta yksilöt jakautuvat tasaisemmin eri luokkiin (kuva 4h). Ylivoimaisesti yleisin korkeus on välittömästi linjan yläpuolella (Y1), mutta sitä korkeammalla lentää vain murto-osa linnuista. Huomattava osa yksilöistä lentää linjan ali tai sen korkeudella. Väistäneiden osuus oli linjan korkeudella lentäneistä kolmasosan luokkaa.

3.6. Linjan vaikutus lentoreittiin lajeittain

Lentokorkeuden jakauma vaihtelee huomattavasti lajista toiseen (taulukko 1). Lajeista, joita havaittiin vähintään 30 yksilöä, linjan korkeudella lentäneiden yksilöiden osuudet olivat suurimmat seuraavilla lajeilla: hemppo (86 %), tilhi (64 %), punatulku (59 %), niittyräinen (54 %), keltasirku (47 %), västäräki (41 %), vihervarpunen (39 %), kottarainen (39 %), järripeippo (36 %), talitiainen (36 %), räkättrastas (34 %), peippo (33 %), urpiai-

nen (32 %) ja ruskosuohaukka (30 %).

Kaikkein runsaslukuisimmista lajeista linjan kohdalla lentäneiden osuus oli pienin seuraavilla lajeilla: sepelkyyhky (2 %), isokoskelo (5 %), naurulokki (10 %), harmaalokki (12 %) ja kalalokki (18 %).

Esimerkiksi harmaahaikaroista valtaosa lentää linjan yli, mutta melko suuri osa myös linjan alapuolella. Vain pieni osa muutti lentorataansa lukuun ottamatta matalalla linjan ylittäneitä, joista kolmasosa teki väistöliikkeen. Sinisorsat lentävät joko selvästi linjan yli tai lähellä vedenpintaa. Linjan läheltä ylittäneistä (Y1) ja alittaneista (A1) yksilöistä väisti puolet, linjan korkeudella melkein kaikki. Telkkiä lentää kaikissa korkeusluokissa, linjan korkeudellakin suuri osa, toisin kuin isokoskeloita. Telkällä väistäneiden osuus oli vähän suurempi kuin sinisorsalla. Isokoskeloistakin linjan korkeudella lentäneet yksilöt väistivät lankoja miltei poikkeuksetta, mutta linjan ali ja yli lentäneillä lentorataa muuttaneiden osuus oli huomattavasti pienempi kuin sinisorsalla ja telkällä.

Naurulokeista valtaosa lentää linjan ali, kalalokit linjan ala- ja yläpuolella mutta suuri osa myös linjan korkeudella. Harmaalokeista huomattava osa sen sijaan lentää linjan yli. Korkeusluokassa Y1 väistäneiden lokkien suuri osuus johtuu siitä, että pääosa linjaa lähestyvistä yksilöistä nousee linjan yli eikä lennä lankojen välistä. Lokeista noin puolet linjan korkeudella ja matalalla sen yli lentäneistä yksilöistä väisti johtoja, mutta ali lentäneistä vain pieni osa.

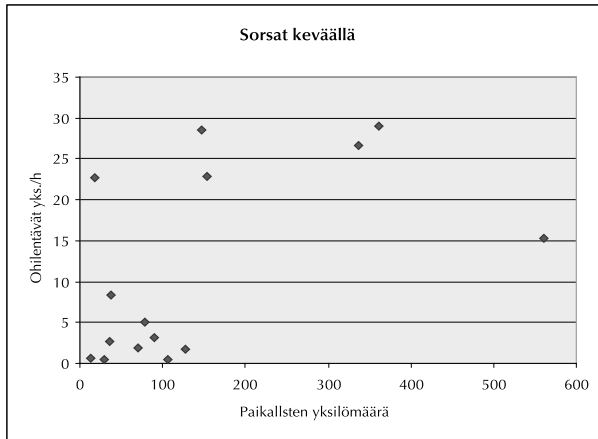
Melkein kaikki sepelkyyhkyt lensivät linjan yli. Linjan korkeudella lensi hyvin pieni osa yksilöistä, joista yli puolet väisti lankoja. *Peipolla* yksilöt keskittyivät luokkaan Y1; linjan korkeudella ja sen ali kolmessa eri luokassa lensi yhtä paljon yksilöitä kuin tässä yhdessä luokassa. Vajaa puolet linjan korkeudella lentäneistä peipoista väisti, mutta johtojen ala- ja yläpuolella vain pieni osa.

3.7. Parvikoon vaikutus sorsien lentokorkeuteen ja väistöihin

Lintuparven koon mahdollista vaikutusta lentokorkeuteen ja -käyttäytymiseen tutkin sorsilla, jotka lensivät linjan kohdalla vaihtelevan kokoisina parvina, ja jotka nopeina ja melko raskaina lintuina kuuluvat potentiaalisimpiin törmäysuhreihin. Jaoin sorsa-aineiston yksinäisiin ja vähintään viiden yksilön parviin.

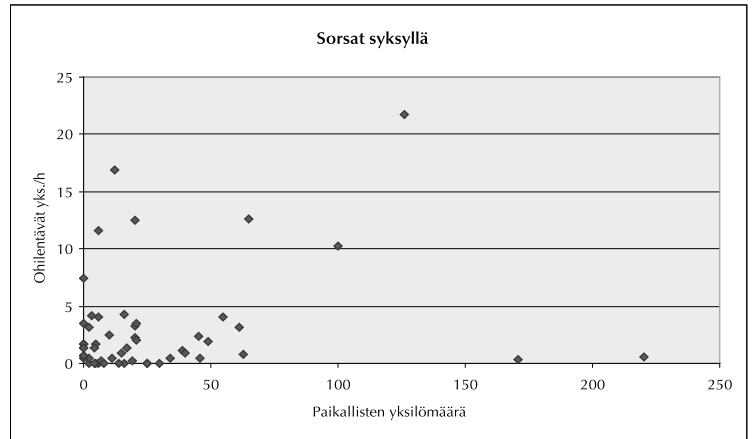
Eniten yksinäisiä sorsia lensi välittömästi linjan yli ja vedenpinnassa mutta huomattavasti myös johtojen välissä ja muillakin korkeuksilla (kuva 5a). Johtojen välistä lentäneistä yksilöistä yli kaksi kolmasosaa väisti johtoja ja ylittäneistäkin puolet.

Parvien lentokorkeudet jakautuivat toisin:

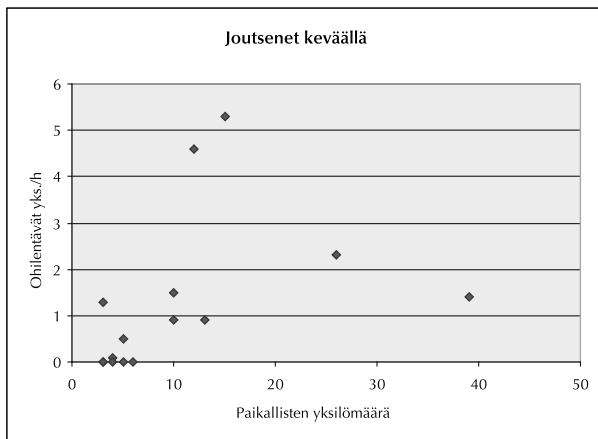


Kuva 6a. Paikallisten yksilöiden määrän vaikutus linjan kohdalla lentäneiden sorsayksilöiden määrään tuntia kohti maaliskuu–toukokuussa 2002.

Fig. 6a. The number of flying ducks per hour across the power line (Y-axis) compared with the total number of local individuals (X-axis) in March–May 2002.

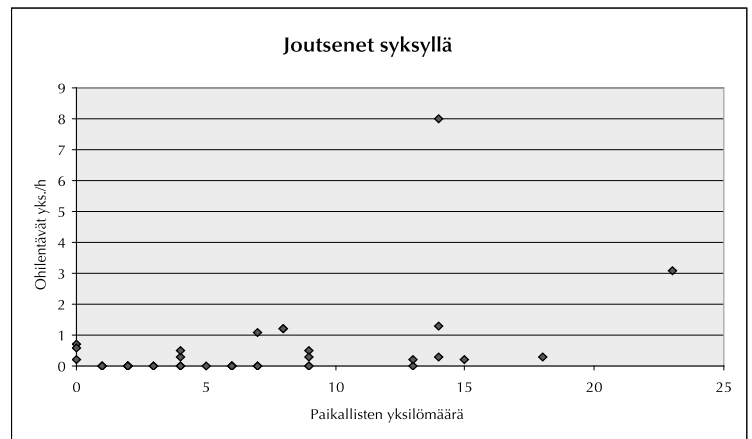


Kuva 6b. Elo–marraskuussa 2001 ja elo–lokakuussa 2002.
Fig. 6b. August–November 2001 and August–October 2002.



Kuva 7a. Paikallisten yksilöiden määrän vaikutus linjan kohdalla lentäneiden joutsenyksilöiden määrään tuntia kohti maaliskuu–toukokuussa 2002.

Fig. 7a. The number of flying swans per hour across the power line (Y-axis) compared with the total number of local individuals (X-axis) in March–May 2002.



Kuva 7b. Elo–marraskuussa 2001 ja elo–lokakuussa 2002.
Fig. 7b. August–November 2001 and August–October 2002.

alle kolmasosa parvina lentäneistä yksilöistä alitti linjan, yli kaksi kolmasosaa lensi yli (kuva 5b). Johtojen välistä lensi murto-osa yksinäisiin verrattuna. Vaikka kaikki johtojen välistä lentäneet vähät parvet väistivät johtoja, linjan yläpuolella väistäneiden osuus oli parvilla selvästi pienempi kuin yksinäisillä.

Lentokorkeuksien jakauma ja väistäneiden pienempi osuus (parvet 14 %, yksinäiset 29 %) viittaa siihen, että sorsaparvet havaitsevat linjan hyvissä ajoin ja pystyvät valitsemaan ennakoita langat turvallisesti ylittävän tai alittavan lentokorkeuden.

3.8. Paikallisten sorsalintujen määrän vaikutus lentoaktiivisuuteen

Mitä enemmän paikallisia lintuja kerääntyy voimalinjan lähelle, sitä suuremmaksi teoreettisen uhkan voi arvioida (esimerkiksi Bevan-ger 1999). Joutsenet ja koskelot uivat yleensä näkyvillä avoedessä, mutta sorsista huomatta-

tava osa piileskeli etenkin syksyllä ruovikoissa, eikä näkyvillä olleiden yksilöiden osuutta kaikista paikallisista yksilöistä tunneta.

Käytin paikallisten indeksinä näkyvillä olevan yksilömäärän minimiä tarkkailujakson aikana. Koska havaintojaksojen pituudet vaihtelivat, laskin lentäneiden yksilöiden määrän tuntia kohti. Kalastus ja muu ihmisen toiminta häiritsi lintuja ja hätyytti niitä joskus lentoon, mikä aiheutti pienen satunnaisen virheen. Suurempi virhelähde on piilossa olevien yksilöiden määrän vaihtelu. Tulokset ovat suuntaa-antavia.

Maalis–toukokuussa 2002 Pernajanlahdelle voimalinjan lähialueelle kerääntyi tavallisesti alle sata, parhaina päivinä muutamia satoja sorsia. Ne olivat silloin näkyviä eivätkä jäiden ja lakoontuneen ruovikon vuoksi päässeet juuri piiloon. Keväällä paikallisten sorsien yksilömäärän kasvu johti usein myös linjan kohdalla lentäneiden yksilöiden mää-

rän kasvuun (kuva 6a). Myös elo–marraskuussa 2001 ja elo–lokakuussa 2002 paikallisten määrän huomattava kasvu normaalista johti lentävien yksilöiden määrän kasvuun, mutta ei yhtä selvästi kuin keväällä.

Joutsenilla linjan kohdalla lentäneiden yksilöiden määrä kasvoi sorsiin verrattuna selvemmin suhteessa paikallisten yksilöiden määrään keväällä (kuva 6b). Syksyllä joutsenet lensivät yhtä harvoin linjan kohdalla, vaikka yksilömäärä olisi noussut yhdestä pariin kymmeneen. Sekä sorsat että joutsenet liikkuvat keväällä soidinmenojen, pesäpaikan valinnan ja reviirinpuolustuksen vuoksi ylipäänsä aktiivisemmin kuin syksyllä.

3.9. Yksilön iän vaikutus lокkien lentokorkeuteen ja väistöihin

Lokeilla oli mahdollista seurata, vaikuttaako linnun ikä ja samalla luultavasti kokemattomuus käyttäytymiseen linjan lähetyvillä.

Heinäkuun lopun ja marraskuun puolivälin 2001 ja 2002 aikana kertyneen aineiston nuorista lokeista pääosa on saman vuoden aikana syntyneitä kala-, harmaa- ja naurulokkeja, mutta joukossa on myös jonkin verran edellisinä vuosina syntyneitä nuoruuspukuisia lokkeja. Jätin pois ne nuoret, jotka lensivät aikuisten seurassa.

Kolmasosa nuorista lokeista ohitti linjan välittömästi sen yläpuolella (kuva 7a), ja miltei kaksi kolmasosaa yksilöistä väisti sitä. Muilla korkeuksilla, alimpia ja ylimpiä lukuun ottamatta, nuoria lokkeja lensi suunnilleen yhtä paljon. Vanhoilla yksilöillä lentokorkeuksien jakauma oli samankaltainen, mutta välittömästi linjan yläpuolella lentäneiden osuus oli vieläkin suurempi (kuva 7b). Kaikilla korkeuksilla vanhoista lokeista väisti viidesosan pienempi osuus (27 %) kuin nuorista (35 %). Vanhojen ja nuorten suhteellinen osuus oli

sama johtojen välissä, mutta linjan ylittäneistä lokeista vanhoja oli enemmän kuin nuoria, alittaneista päinvastoin.

3.10. EU:n lintudirektiivin lajien lentokorkeudet ja väistöliikkeet

EU:n lintudirektiivin liitteeseen I kuuluvat lajit olivat tärkeä peruste Pernajanlahden liittämiseksi Natura 2000 -suojelualueverkostoon. Näiden lajien runsaus ja kannanmuutokset vaikuttavat olennaisesti Pernajanlahden linnuston suojeluarvoon. Tutkimuksessa havaitsin 24 direktiivilajia, joista kertyi 410 havaintoa yhteensä 956 yksilöstä, eniten kalatiirasta, palokärjestä, laulujoutsenesta, ruskosuohaukasta ja kalasääskestä (taulukko 1).

Direktiivilajeista linjan korkeudella lensi vain 6,4 % eli noin kolmasosa kaikkien lajien keskiarvosta (taulukko 1). Sattuma kuitenkin

vaikuttaa tähän arvoon, koska monesta lajista on hyvin vähän havaintoja. Runsaslukuisimpiin lajeihin kuuluvat ruskosuohaukka (voimajohtolinjan korkeudella lensi 30 %), kalasääski, lapintiira ja palokärki (10–20 %). Kalatiiralla, laulujoutsenella ja kurjella se oli alle 10 %.

Lentorataansa muutti johtoja väistäen 9,5 % direktiivilajien yksilöistä, mikä on kolmasosan pienempi kuin kaikkien lajien keskiarvo (taulukko 2). Väistäneitä yksilöitä oli 19–26 % ruskosuohaukalla, kalasääskellä ja laulujoutsenella ja 16 % kalatiiralla. Muilla lajeilla aineisto oli hyvin pieni.

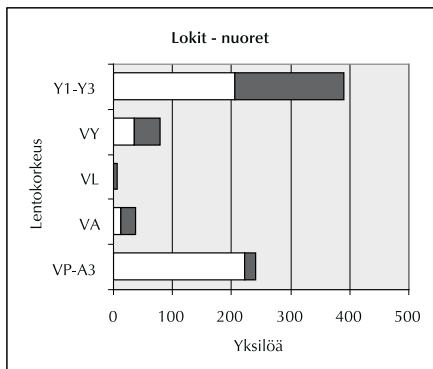
Yli kaksi kolmasosaa linjan korkeudella lentäneistä *ruskohaukoista* väisti johtoja. Sen sijaan alittaneista ja ylittäneistä yksilöistä vain pieni osa muutti lentolinjaansa oletettavasti voimalinjan takia. Useimmat *kalasääsket* lensivät linjan yli, ja sääksistä vain pieni osa muutti lentorataansa. *Kurjet*

Taulukko 2. Kaikkien lintulajien kokonaisyksilömäärä, linjan korkeudelta lentäneiden yksilömäärä ja osuus (%) kaikista yksilöistä sekä väistäneiden ja läheltä väistäneiden osuus kaikista yksilöistä. Direktiivilajit lihavoitu.

Table 2. The total number of individuals, the number and percentage of individuals flying at the height of the power line, the percentage of individuals turning out of their course due to wires, and the percentage of individuals turning out of their course very closely to the wires. The species listed in the Appendix I of the EU Birds Directive in bold.

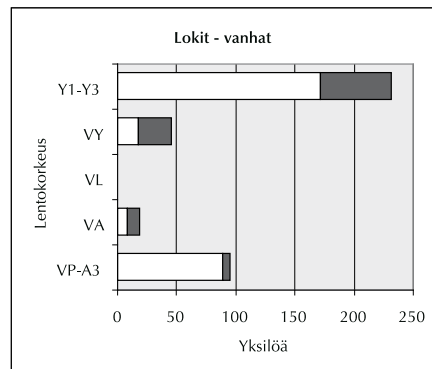
Laji Species		Yksilöitä Ind.	Kohdalla At h. of pl.	Kohd. % at h.p.l.	Väisti % turned	Läh. % turn. cl.	Laji Species		Yksilöitä Ind.	Kohdalla At h. of pl.	Kohd. % at h.p.l.	Väisti % turned	Läh. % turn. cl.
Kuikka	<i>Gavia arctica</i>	8	1	13	13	0	Sinisuohaukka	<i>C. cyaneus</i>	5	0	0	40	0
Kuikka tai kaakkuri	<i>Gavia sp.</i>	4	0	0	0	0	Kanahaukka	<i>Accipiter gentilis</i>	13	0	0	0	0
Silkkiuikku	<i>Podiceps cristatus</i>	1	0	0	100	0	Varpushaukka	<i>A. nisus</i>	61	6	10	7	2
Merimetso	<i>Phalacrocorax carbo</i>	6	0	0	0	0	Hiirihaukka	<i>Buteo buteo</i>	28	1	4	4	0
Kaulushaikara	<i>Botaurus stellaris</i>	1	0	0	0	0	Hiiri- tai mehiläishaukka	<i>B. buteo/P. apivorus</i>	10	0	0	0	0
Harmaahaikara	<i>Ardea cinerea</i>	155	10	7	14	1	Piekana	<i>Buteo lagopus</i>	2	0	0	0	0
Kyhmyjoutsen	<i>Cygnus olor</i>	45	9	20	29	9	Maakotka	<i>Aquila chrysaetos</i>	1	0	0	0	0
Laulujoutsen	<i>C. cygnus</i>	157	11	7	19	1	Kalasääski	<i>Pandion haliaetus</i>	35	7	20	23	6
Joutsenlaji	<i>Cygnus sp.</i>	8	0	0	0	0	Tuulihaukka	<i>Falco tinnunculus</i>	3	0	0	0	0
Metsähanhi	<i>Anser fabalis</i>	30	4	13	13	13	Ampuhaukka	<i>F. columbarius</i>	3	2	67	67	33
Merihanhi	<i>Anser anser</i>	2	0	0	0	0	Nuolihaukka	<i>F. subbuteo</i>	8	0	0	0	0
Kanadanhanhi	<i>Branta canadensis</i>	27	10	37	56	0	Muuttohaukka	<i>F. peregrinus</i>	1	0	0	100	0
Valkoposkihanhi	<i>B. leucopsis</i>	190	0	0	0	0	Teeri	<i>Tetrao tetrix</i>	12	4	33	0	0
Hanhilaji	<i>Anser/Branta</i>	4	0	0	0	0	Fasaani	<i>Phasianus colchicus</i>	7	0	0	0	0
Haapana	<i>Anas penelope</i>	23	6	26	44	4	Nokikana	<i>Fulica atra</i>	1	0	0	0	0
Tavi	<i>A. crecca</i>	25	5	20	56	0	Kurki	<i>Grus grus</i>	178	1	1	2	1
Sinisorsa	<i>A. platyrhynchos</i>	279	26	9	22	6	Meriharakka	<i>Haematopus ostralegus</i>	3	0	0	100	0
Jouhisorsa	<i>A. acuta</i>	6	0	0	17	0	Kapustarinta	<i>Pluvialis apricaria</i>	1	1	100	100	0
Lapasorsa	<i>A. clypeata</i>	2	1	50	50	50	Töyhtöhyppä	<i>Vanellus vanellus</i>	209	0	0	0	0
Punasotka	<i>Aythya ferina</i>	4	0	0	50	0	Suokukko	<i>Philomachus pugnax</i>	8	0	0	0	0
Tukkasotka	<i>A. fuligula</i>	30	2	7	33	7	Taivaanvuohi	<i>Gallinago gallinago</i>	19	0	0	5	0
Alli	<i>Clangula hyemalis</i>	62	0	0	19	0	Isokuovi	<i>Numenius arquata</i>	3	0	0	0	0
Telkkä	<i>Bucephala clangula</i>	132	15	11	32	4	Valkoviklo	<i>Tringa nebularia</i>	3	2	67	0	0
Uivelo	<i>Mergus albellus</i>	6	0	0	0	0	Metsäviklo	<i>Tringa ochropus</i>	8	0	0	13	0
Isokoskelo	<i>M. merganser</i>	1658	75	5	16	1	Liro	<i>T. glareola</i>	34	0	0	0	0
Iso- tai tukkakoskelo	<i>Mergus sp.</i>	132	0	0	26	0	Rantasipi	<i>Actitis hypoleucos</i>	44	0	0	0	0
Mehiläishaukka	<i>Pernis apivorus</i>	4	1	25	25	0	Pikkulokki	<i>Larus minutus</i>	142	31	22	36	0
Merikotka	<i>Haliaeetus albicilla</i>	4	0	0	0	0	Naurulokki	<i>L. ridibundus</i>	1464	146	10	13	0
Ruskosuohaukka	<i>Circus aeruginosus</i>	46	14	30	26	4	Kalalokki	<i>L. canus</i>	1141	205	18	28	1

Laji Species		Yksilöitä Ind.	Kohdalla At h. of pl.	Kohd. % % at h.p.l.	Väisti % % turned	Läh. % % turn. cl.	Laji Species		Yksilöitä Ind.	Kohdalla At h. of pl.	Kohd. % % at h.p.l.	Väisti % % turned	Läh. % % turn. cl.
Selkälokki	<i>L. fuscus</i>	41	3	7	34	0	Kulorastas	<i>T. viscivorus</i>	10	5	1	20	0
Harmaalokki	<i>L. argentatus</i>	697	80	12	34	1	Rastaslaji	<i>Turdus sp.</i>	347	7	2	6	0
Merilokki	<i>L. marinus</i>	29	4	14	41	0	Kuusitiainen	<i>Parus ater</i>	35	0	0	0	0
Iso lokkilaji	<i>L. arg/fusc./mar.</i>	13	0	0	8	0	Sinitiainen	<i>P. caeruleus</i>	10	0	0	0	0
Pikkukajava	<i>Rissa tridactyla</i>	3	1	33	33	33	Talitiainen	<i>P. major</i>	74	17	36	1	0
Räyskä	<i>Sterna caspia</i>	8	0	0	0	0	Pyrstötiainen	<i>Aegithalos caudatus</i>	104	0	0	0	0
Kalatiira	<i>S. hirundo</i>	180	17	9	16	0	Isolepinkäinen	<i>Lanius excubitor</i>	6	1	17	0	0
Lapintiira	<i>S. paradisaea</i>	19	2	11	0	0	Närhi	<i>Garrulus glandarius</i>	91	6	7	2	1
Tiiralaji	<i>Sterna sp.</i>	2	0	0	0	0	Harakka	<i>Pica pica</i>	42	7	17	10	0
Uuttukyyhky	<i>Columba oenas</i>	38	6	16	24	5	Pähkinähakki	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	1	0	0	0	0
Sepelkyyhky	<i>C. palumbus</i>	2524	54	2	5	0	Naakka	<i>Corvus monedula</i>	490	104	21	8	1
Käki	<i>Cuculus canorus</i>	1	0	0	0	0	Varis	<i>C. corone</i>	425	59	14	9	0
Varpuspöllö	<i>Glaucidium passerinum</i>	1	0	0	0	0	Korppi	<i>C. corax</i>	94	4	4	9	0
Tervapääsky	<i>Apus apus</i>	11	2	18	0	0	Kottarainen	<i>Sturnus vulgaris</i>	160	62	39	52	0
Harmaapäätikka	<i>Picus canus</i>	5	0	0	0	0	Pikkuvarpunen	<i>Passer montanus</i>	1	0	0	0	0
Palokärki	<i>Dryocopus martius</i>	49	5	10	4	0	Peippo	<i>Fringilla coelebs</i>	2812	921	33	24	0
Käpytikka	<i>Dendrocopos major</i>	56	8	14	7	0	Järripeippo	<i>F. montifringilla</i>	81	29	36	0	0
Pikkutikka	<i>D. minor</i>	2	0	0	0	0	Viherpeippo	<i>Carduelis chloris</i>	225	53	24	3	0
Kangaskiuru	<i>Lullula arborea</i>	7	0	0	0	0	Tikli	<i>C. carduelis</i>	5	2	40	0	0
Kiuru	<i>Alauda arvensis</i>	162	1	1	1	0	Vihervarpunen	<i>C. spinus</i>	750	295	39	5	0
Haarapääsky	<i>Hirundo rustica</i>	519	140	27	18	0	Hemppe	<i>C. cannabina</i>	50	43	86	80	0
Metsäkirvinen	<i>Anthus trivialis</i>	11	4	36	36	0	Urpiainen	<i>C. flammea</i>	256	83	32	4	0
Niittykirvinen	<i>A. pratensis</i>	65	35	54	49	0	Käpylintulaji	<i>Loxia sp.</i>	32	1	3	0	0
Västäräkki	<i>Motacilla alba</i>	88	36	41	23	3	Punatulkku	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	103	61	59	17	0
Tilhi	<i>Bombycilla garrulus</i>	159	101	64	35	0	Keltasirkku	<i>Emberiza citrinella</i>	45	21	47	2	0
Kivitasku	<i>Oenanthe oenanthe</i>	2	0	0	50	0	Pajusirkku	<i>E. schoeniclus</i>	11	3	27	18	0
Mustarastas	<i>Turdus merula</i>	76	20	26	8	0	Pikkulintulaji	<i>Passeriformes sp.</i>	360	45	13	9	0
Räkättirastas	<i>T. pilaris</i>	1144	385	34	3	0	Yhteensä	Total	19234	3345	17	15	0,5
Laulurastas	<i>T. philomelos</i>	27	4	15	7	0							
Punakylkirastas	<i>T. iliacus</i>	177	12	7	9	0							



Kuva 8a. Nuorten lokkien yksilömäärä eri korkeusluokissa (ks. kuva 1) elo–marraskuussa 2001 ja elo–lokakuussa 2002. Tummennettu osa ilmoittaa lankoja väistäneiden yksilöiden määrän kussakin korkeusluokassa lentäneistä yksilöistä.

Fig. 8a. The number of young gulls in various height classes related to the power line (see Fig. 1) in August–November 2001 and August–October 2002. The dark part of the column shows the number of individuals turning out of their course due to the wires.



Kuva 8b. Vanhat lokit.

Fig. 8b. Adult gulls.

ylittivät linjan huomattavasti korkeammalla kuin muut lajit, eivätkä ne juuri reagoineet johtoihin. Valtaosa kalatiiroista lensi linjan ali. Linjan korkeudella ja välittömästi sen yli lentäneistä tiiroista yhteensä yli puolet väisti johtoja, joskin valtaosa yksilöistä lensi selvästi linjan ali väistämättä niitä. Palokärjet lensivät keskimäärin matalammalla kuin muut direktiivilajit, ja vain hyvin pieni osa lensi lankojen välistä. Linjan korkeudella lentäneistä muutamasta palokärjestä puo-

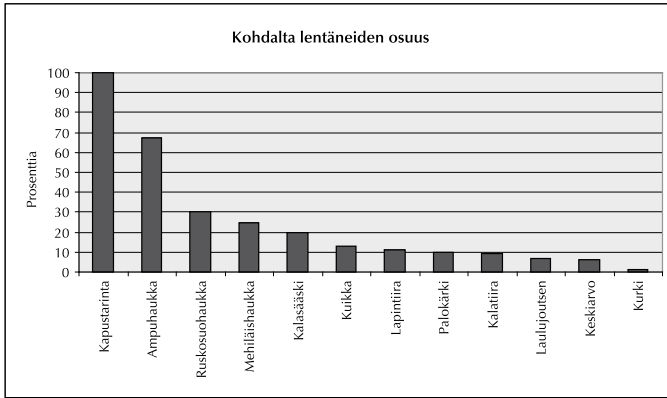
let väisti, mutta tälläkin lajilla ylivoimainen enemmistö yksilöistä alitti johdot, jolloin linnuilla ei ollut tarvetta väistää niitä.

3.11. Johtorakenteen muutoksen vaikutus lintujen lentokorkeuteen ja väistöihin

Lentokorkeudet vanhan ja uuden johtorakenteen korkeudella

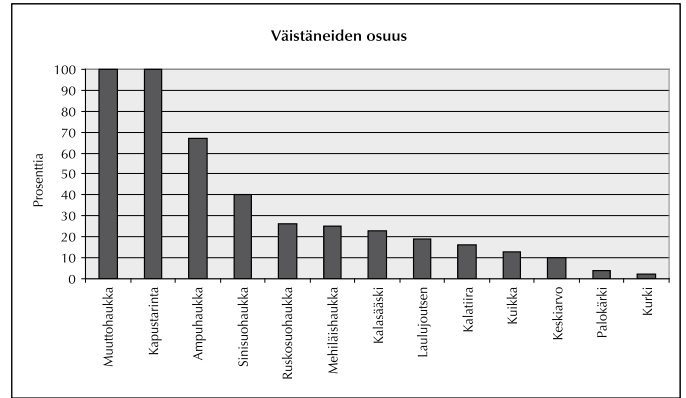
Linjan alaosan (alimman ja keskimmäisen johtotason välistä, VA) ja yläosan (keskimmäisen johtotason ja ukkosenjohtatinlankojen välistä, VY) kohdalla lentäneiden yksilöiden osuus kokonaisyksilömäärästä vaihtelee lajista toiseen huomattavasti (taulukko 1).

Kaikilla niillä lajeilla, jotka lensivät linjan kohdalla, yksilöistä keskimäärin 26 % lensi yläosan ja 74 % alaosan kohdalla. Kolme neljäsosaa havaituista yksilöistä lensi siis alkuperäisen voimalinjan korkeudella, muutetun osan (nykyisen ylemmän puoliskon) korkeudella neljäsosa. Tämän perusteella johtorakenteen korottuminen kaksinkertaiseksi olisi lisännyt neljäsosalla sitä lintujouk-



Kuva 9. Pernajanlahden voimalinjan korkeudella lentäneiden yksilöiden osuus (%) kaikista linjan poikki lentäneistä yksilöistä EU:n lintudirektiivin liitteessä I luetelluilla lajeilla.

Fig. 9. The percentage (%) of individuals flying at the height of the power line of the species listed in Appendix I of the EU Birds Directive. Species from left to right: *Pluvialis apricaria*, *Falco columbarius*, *Circus aeruginosus*, *Pernis apivorus*, *Pandion haliaetus*, *Gavia arctica*, *Sterna paradisaea*, *Dryocopus martius*, *Sterna hirundo*, *Cygnus Cygnus*, *Mean*, *Grus grus*.



Kuva 10. Väistäneiden yksilöiden osuus (%) Pernajanlahden voimalinjan ali, korkeudella ja yli lentäneiden yksilöiden kokonaisyksilömäärästä EU:n lintudirektiivin liitteessä I luetelluilla lajeilla.

Fig. 10. The percentage (%) of the individuals turning out of their course due to wires of all individuals flying across the power line, of species listed in Appendix I of the EU Birds Directive. Species from left to right: *Falco peregrinus*, *Pluvialis apricaria*, *Falco columbarius*, *Circus cyaneus*, *C. aeruginosus*, *Pernis apivorus*, *Pandion haliaetus*, *Cygnus Cygnus*, *Sterna hirundo*, *Gavia arctica*, *Mean*, *Dryocopus martius*, *Grus grus*.

koa, joka lentää lankojen välistä.

Päätelmä ei ole aukoton. Mahdollisesti ylimpien lankojen merkintä näkyvin varoituspalloin toisaalta "painaa" lintuja alemmas kuin muuten, toisaalta johtaa linjan ylitykseen. Varoitusmerkkien tehoon ja lintujen hallittuun lentokorkeuden valintaan jo hyvissä ajoin viittaa kuvan 2 tulos (kaikkien lajien yhteenlaskettu yksilömäärä välittömästi linjan yläpuolella (Y1) on lähes nelinkertainen linjan korkeudella lentäneisiin nähden) ja läheltä lentäneiden pieni osuus.

Lentokorkeudet vuonna 1998 ja 2002

Keväiden 1998 ja 2002 vertailussa lajit ryhmiteltiin Hirvosen (1999) yhteenvedon mukaisesti (taulukko 3). Kummastakin aineistosta on laskettavissa vertailukelpoisella tavalla linjan ali, sen korkeudella ja yli lentäneiden yksilöiden ja lintuparviin (erillisten havaintojen) prosenttiosuudet.

Korkeusjakauma oli samankaltainen ainoastaan harmaahaikaralla ja kurjella, petolinnuilla ja kyyhkyillä. Sen sijaan vesilinnuilla, lokkilinnuilla, kahlaajilla ja variksilla linjan ali lentäneiden osuus oli keväällä 2002 huomattavasti suurempi ja yli lentäneillä vastaavasti pienempi kuin keväällä 1998. On kuitenkin mahdollista, että kevään 1998 havainnoitsijat tilastoivat myös hyvin korkealla linjan yli lentäneet yksilöt (ne jätettiin 2002 tutkimuksen kannalta merkityksettöminä pois), mikä nostaa keinotekoisesti yli lentäneiden osuutta. Tähän viittaa esimerkiksi tavallisesti hyvin korkealla lentävien kuikka ja petolintujen suhteellisesti suurempi määrä vuoden 1998 aineistossa.

Linjan korkeudella lentäneet linnut 1998 ja 2002

Selvitettäessä johtorakenteen muutoksen mahdollista vaikutusta törmäysuhkaan olennaisin ryhmä ovat linjan korkeudella lentäneet linnut. Kaikissa ryhmissä kahlaajia lukuun ottamatta näiden yksilöiden osuus oli noin kaksin- tai kolminkertainen vuonna 2002 vuoteen 1998 verrattuna. Tulos on odotettu, koska linjan korkeus kasvoi kaksinkertaiseksi.

Koska vuonna 2002 linjan ylemmän puoliskon (uuden osan) korkeudella lensi kuitenkin vain neljäsosa kaikista koko linjan korkeudella lentäneistä yksilöistä, on alkuperäisen linjan korkeudella lentävien yksilöiden osuus kasvanut suhteessa vielä enemmän. Taulukon 3 perusteella linjan kohdalla lentäneiden parvien ja yksilöiden osuus on kasvanut huomattavimmin puoliskuseltajatorsilla, koskeloilla ja variksilla, kun taas sukeltaajatorsilla, lokkilinnuilla ja kyyhkyillä se on muuttunut vain vähän.

Linjaa väistäneet yksilöt 1998 ja 2002

Voimalinjan korkeuden ja johtotasojen määrän kasvaessa johtoja väistävien parvien ja yksilöiden (havaintomäärien) osuus oletettavasti kasvaa. Melkein kaikilla linturyhmillä linjan korkeudella ja yläpuolella lentäneiden ja johtoja väistäneiden parvien ja yksilöiden määrä olikin suurempi vuonna 2002 kuin 1998. Hanhilla ja joutsenilla, koskeloilla, isoilla lokeilla ja tiiroilla myös linjan ylittäneiden lintujen havaintomäärä oli suhteessa suurempi vuonna 2002, kun taas kurjella, petolinnuilla ja variksilla muutos oli päinvastainen. Muissa ryhmissä ei tapahtunut olennaista muutosta.

Havaintoja, joissa yksilöt tai parvet väistivät johtoja, oli petolintuja ja varislintuja lukuun ottamatta enemmän keväällä 2002 kuin 1998. Osa erosta selittyy sillä, että linjan korkeuden kasvaessa johdot osuvat aikaisempaa useamman linnun lentokorkeudelle tai lähelle sitä. Linjan korkeudella lentäneistä parvista ja yksilöistä suurempi osa väistikin johtoja keväällä 2002 kuin 1998 (kuva 8). Ainoastaan hanhet ja joutsenet väistivät molempina tutkimuskeväinä johtoja kaikissa havaituissa tapauksissa. Monissa ryhmissä havaintojen määrä on kuitenkin vähäinen. Osa erosta voi selittyä myös väistöjen kirjaamistapojen erolla.

On myös mahdollista, että johtojen määrän ja varoituspallojen lisäyksen jälkeen linjan havaittavuus on parantunut, mikä voi johtaa siihen, että suurempi osa linnuista huomaa sen nykyisin hyvissä ajoin ja muuttaa lentokorkeuttaan tai -suuntaansa. Se on voinut vaikuttaa siihen, että väistäneiden parvien ja yksilöiden osuus linjan yläpuolella lentäneistä linnuista oli niin ikään suurempi vuonna 2002 kuin 1998 lukuun ottamatta kurkea ja petolintuja.

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Pernajanlahden tulosten yleistettävyyttä

Tämän tutkimuksen yhteydessä olen perehtynyt lintujen törmäysriskiä voimalinjoihin käsittelevään tieteelliseen kirjallisuuteen, etenkin alan laajimpiin yhteenvetoihin (esimerkiksi Hölzinger 1980, Rose & Baillie 1989, Smith & Schletz 1992, Electric Power Research Institute 1993, Avian Power Line Interaction Committee 1994, 1996, Red

Electrica 1994, Marti 1998, Ferrer & Janss 1999 ja Fransson & Stolt 2000).

Kirjallisuuden perusteella voidaan arvioida Pernajanlahden seurantatutkimuksen tulosten luotettavuutta ja yleistettävyyttä sekä yöaktiivisten sekä erityistä suojelua vaativien lajien lajikohtaista törmäysriskiä. Vertailuja tehtäessä on kuitenkin huomattava, että osa tutkimuksista on tehty alemman sähköverkon linjoilla, joiden johdot kulkevat matalalla, usein puiden latvojen alapuolella, ja näkyvät paljon huonommin kuin varsinaiset voimalinjat. Esimerkiksi norjalaisen Kjettil Bevangerin, joka kuuluu alan johtaviin tutkijoihin, monet tutkimukset eivät koske varsinaisia voimajohtolinjoja.

4.2. Lintujen törmäysriskiin vaikuttavia tekijöitä

Lintujen lukumäärät ja lentoreitit

Pääsyy törmäyksiin on, että linnut eivät näe johtoja riittävän ajoissa ehtiäkseen väistää niitä. Tuhoisimpia ovat linjat, joiden lähettyvillä lentää runsaasti lintuja (esimerkiksi Bevanger 1999). Syinä voivat olla esimerkiksi suurten yksilömäärien kerääntyminen suppealle alueelle sekä voimajohtolinjan kulku lintujen suosimien kapeiden lentoreittien poikki.

Koko Pernajanlahden alueella pesii tuhansia lintupareja, ja karkeasti arvioiden kymmenet tuhannet läpimuuttavat yksilöt levähtävät kosteikolla ja sen rantamilla vuoden aikana. Toisaalta vain vähemmistö koko Pernajanlahden alueella levähtävistä linnuista lentää voimalinjojen poikki, koska pääosa oleskelee joko linjan pohjois- tai eteläpuolella (vrt. Hirvonen & Rintala 1995). Tämä arvio

perustuu maastotarkkailussa havaitsemaani linjan poikki lentävien yksilöiden määrään aikayksikköä kohti ja suhteessa paikallisten yksilöiden määrään sekä pesivien ja muuttomatalla levähtävien lajien ja lintuparviin suosimien oleskelupaikkojen sijaintiin suhteessa linjaan.

Linjan havaittavuus

Voimalinjan havaittavuus vaikuttaa lintutörmäysten todennäköisyyteen. Lintujen on vaikeampi huomata lähellä metsän reunaa sijaitsevia, matalamman ja korkeamman metsän rajalla kulkevia tai muuten lentosuunnassa metsää vasten jääviä linjoja kuin korkealla avotaivasta vasten näkyviä linjoja. Myös puidenlatvojen tasalla, loivilla rinteillä, painanteissa tai mäkien harjanteilla sijaitsevat linjat ovat haitallisempia linnuille kuin tasamaalla tiheässä metsässä tai kaukana metsänreunasta olevat linjat (esimerkiksi Hiltunen 1953, Bevanger 1990).

Pernajanlahden voimalinja kulkee niin korkealla, että sen alapuolella tai jonkun verran ylempänäkin lentävät linnut näkevät sen avotaivasta ja usein muulloinkin avovettä vasten. Ylimpien johtojen havaittavuutta on lisäksi parannettu punaisin varoituspalloin. Vastavien varoitusmerkkien on todettu huomattavasti pienentävän törmäysriskiä (esimerkiksi Alonso ym. 1991, Avian Power Line Interaction Committee 1994, 1996, Brown & Drewnien 1995, Alonso & Alonso 1999b).

Laji- ja ryhmäkohtainen alttius törmäyksille

Törmäysriskin ja sen merkittävyyden arvioon vaikuttavat mm. eri lajien ruumiinkoko, elinta-

vat (lentotapa, ravinnonhankintakäyttäytyminen, vuorokausirytmii, muuttoaika jne.), elinympäristönvalinta sekä yleisyys ja runsaus.

Lintujen alttius törmätä voimalinjoin ja muihin sähköjohtoihin vaihtelee huomattavasti linturyhmästä ja lajista toiseen (esimerkiksi Bevanger 1998, Janss 2000). Samallakin lajilla riski voi toisaalta vaihdella yksilöiden määrän, liikkumisaktiivisuuden, vuodenajan ja paikallisten tekijöiden mukaan.

Törmäysriski on keskimääräistä suurempi lajeilla, joilla on pieni siipipinta-ala suhteessa ruumiin painoon, sekä raskasteoisilla ja isoiksi parviksi kerääntyvillä lajeilla. Tällaiset lajit ovat usein nopeita ja suoraviivaisia lentäjiä, jotka eivät onnistu väistämään linjoja lähietäisyydeltä. Samalla lajilla yksinäisillä yksilöillä on usein pienempi todennäköisyys törmätä johtoihin kuin parviin kokoontuneilla lajikumppaneilla.

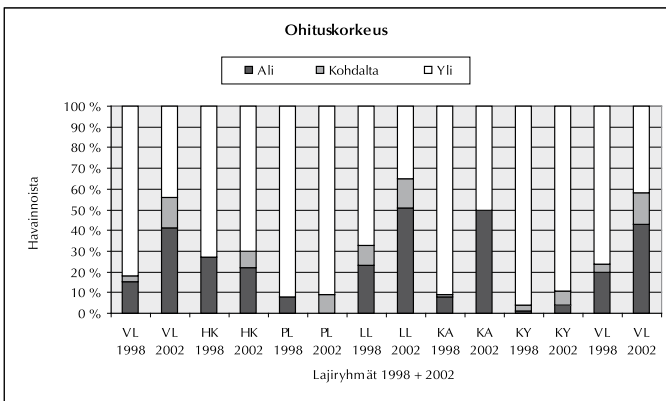
Tyypillisiä voimalinjojen uhreja ovat haidara-, sorsa-, kurki- ja kanalinnut sekä lokki- ja kahlaajalinnut. Myös joillakin petolinnuilla voi olla riski törmätä johtoihin (todennäköisyyteen vaikuttaa myös mm. linjan rakenne sekä lajin taipumus istua tähyttämään pylväille tai johdoille). Jotkut pöllö- ja varpuslinnutkin törmäävät usein johtoihin (Bevanger 1988, 1995a, 1998, Janss 2000). Lisäksi yksilön ikä ja kokemus, terveydentila, kunto, paino ja muut ominaisuudet vaikuttavat törmäysriskiin (esimerkiksi Mathiasson 1999, Ferrer & Janss 1999). Saman lajiryhmän lajeilla voi olla huomattavia eroja. Esimerkiksi suo- ja kanahaukat törmäävät linjoin hyvin harvoin verrattuna vaikkapa kotkiin.

Alonson & Alonson (1999a) tutkimusalueilla Espanjassa törmäyksille alttiimmat lajit

Taulukko 3. Havaintojen yhteismäärä sekä havaintomäärien osuus (%) linjan ali, linjan korkeudelta ja linjan yli lentäneistä linnuista lajiryhmittäin huhti–toukokuussa 1998 ja 2002.

Table 3. The number and percentage of observations of birds flying under the power line, at height of the power line, and over the power line in April–May 1998 and 2002.

Lajiryhmä Species group		Havaintoja Observ. 1998	Havaintoja Observ. 2002	Ali % % under pl. 1998	Ali % % under pl. 2002	Kohdalta % % at h. pl. 1998	Kohdalta % % at h. pl. 2002	Yli % % over 1998	Yli % % over 2002
Hanhet ja joutsenet	<i>Geese + swans</i>	35	39	11	36	6	18	83	46
Puolisukeltajasorsat	<i>Dabbling ducks</i>	59	81	19	43	3	19	78	38
Sukeltajasorsat	<i>Diving ducks</i>	59	30	25	43	5	3	69	53
Koskelot	<i>Mergus sp.</i>	153	147	10	40	2	15	88	45
Vesilinnut yhteensä	<i>Waterfowl in total</i>	306	297	15	41	3	15	82	44
Harmaahaikara ja kurki	<i>Ardea cinerea + Grus grus</i>	15	37	27	22	0	8	73	70
Petolinnut	<i>Birds of prey</i>	39	11	8	0	0	9	92	91
Isot lokit	<i>Larus arg./fusc./mar.</i>	114	161	8	13	7	9	85	78
Pienet lokit	<i>Larus can./rid./min.</i>	199	1180	30	55	11	15	60	30
Tiirat	<i>Sterna sp.</i>	32	98	38	61	13	14	50	23
Lokkilinnut yhteensä	<i>Larids in total</i>	345	1439	23	51	10	14	67	35
Kahlaajat	<i>Waders</i>	75	42	8	50	1	0	91	50
Kyyhkyt	<i>Columba sp.</i>	78	70	1	4	3	7	96	89
Varislinnut	<i>Corvids</i>	49	91	20	43	4	15	76	42



Kuva 11. Havaintomäärien (parvet ja yksilöt) osuus (%) Pernajanlahden voimalinjan ali, korkeudella ja yli lentäneistä linnuista eri lajiryhmissä keväällä 1998 ja 2002. VL = vesilinnut, HK = hamaahaikara ja kurki, PL = petolinnut, LL = lokkilinnut, KA = kahlaajat, KY = kyyhkyt ja VA = varikset.

Fig. 11. The percentage (%) of observations in height classes (Ali = under, Kohdalla = at the height of the power line, Yli = over) in various species groups in spring 1998 and 2002. VL = waterfowl, HK = Ardea cinerea + Grus grus, PL = birds of prey, LL = gulls + terns, KA = waders, KY = pigeons, VA = crows.

vaihtelivat alueelta toiselle, mutta runsaslukuisimpia uhreja olivat nopeat lentäjät ja parvilinnut (esimerkiksi kyyhkyt, lokit, kahlaajat). Vaikka jotkut hitaasti lentävät linnut (esimerkiksi kurjet) voivat törmätä lankoihin, toiset (esimerkiksi petolinnut) törmäävät niihin harvoin (niillä on myös erittäin tarkka näkö). Kosteikoilla alttiimpia törmäyksille ovat sorsat, lokit ja kahlaajat.

Pernajanlahdella haikaroita, kurki-, kana-, peto- ja kahlaajalintuja pesii ja levähtää muuttoaikaan vain harvoja lajeja ja pieniä yksilömääriä. Lukuisia sorsalajeja kerääntyy sinne kuitenkin suurin joukoin. Sorsien törmäysriski onkin periaatteessa lahden linturyhmistä suurimpia, koska sorsat ovat nopeita, usein parvissa lentäviä lintuja. Toisaalta etenkin pienet sorsat pystyvät muuttamaan suuntaansa nopeasti. Isokokoiset hanhet ja joutsenet, joista joutsenia levähtää Pernajanlahdella muuttoaikaan kohtalaisen paljon, kuuluvat niin ikään riskiryhmiin.

Vuodenajan, sääolojen ja johtorakenteen vaikutus

Paikkalinnut voivat törmätä johtoihin ympäri vuoden. Esimerkiksi Norjassa kanalintuja törmää pienten linjojen huonosti näkyviin, alhaalla kulkeviin sähköjohtoihin useammin talvella kuin kesällä (Bevanger 1988, 1995a). Poikasia ruokkiessaan emot joutuvat liikkumaan joskus paljon, mikä voi lisätä törmäysriskiä, jos linja kulkee vakituisen lentoreitin poikki. Ainakin kalatiiran tapaisilla ketterillä lentäjillä riski on kuitenkin silloinkin äärimmäisen pieni (Henderson ym. 1996). Isojen

muuttolintuparvien suosimilla paikoilla olevat linjat voivat olla vaarallisia, varsinkin jos linnut joutuvat usein esimerkiksi ihmisen tai petojen vuoksi pakolentoon linjan poikki.

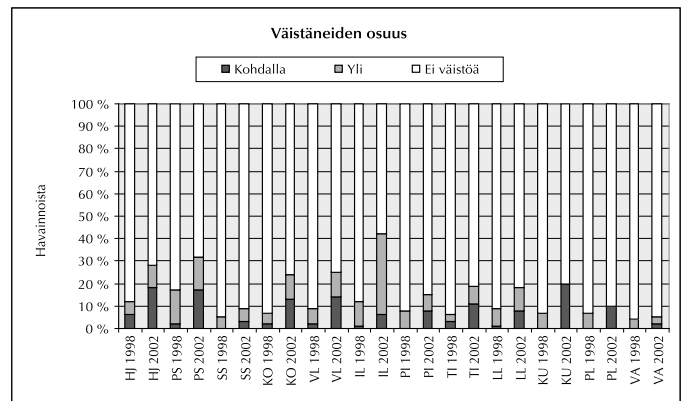
Myös sää- ja muilla ympäristöoloilla (tuulisuus, sumu, häikäisevän auringon suunta) voi olla vaikutusta törmäysten todennäköisyyteen (Bevanger 1994). Lisäksi linjojen rakenne voi vaikuttaa törmäyksiin (esimerkiksi Mathiasson 1999). Mikäli johtojen väli on hyvin pieni suhteessa lentävän linnun kokoon, riski törmäykseen kasvaa. Myös johtojen lukumäärän kasvu voi johtaa törmäysriskin nousuun.

Pernajanlahdella elää hyvin vähän lintuja talvella. Pesivistä yksilöistä lokkilinnut liikkuvat eniten linjan poikki ravinnonhaussa, mutta ne ovat päiväaktiivisia lajeja, jotka ovat myös taitavia ja tarvittaessa nopeasti suuntaa muuttavia lentäjiä. Muuttoaikaan levähtävät parvet keskittyvät lähinnä Gammelbyvikenin alueelle. Koska linja kulkee itä-länsi-suunnassa, aurinko ei paista lentosuunnassa linjan poikki aamuisin, jolloin linnut lentävät vilkkaimmin. Johtoja on vain kolmessa tasossa, ja niiden väli on suuri. Ylimmäinen lanka on lisäksi merkitty havaitsemista helpottavilla punaisilla varoituspalloilla.

4.3. Pernajanlahdella yöllä liikkuvien lintujen törmäysriskin arviointi

Maastossa havaitut uhrin

Oma maastotutkimukseni on ajoitettu aamu- ja iltahämärän väliseen ja suureksi osaksi valoisaan päiväaikaan, koska yöhavainnointiin



Kuva 12. Linjaa sen korkeudella ja yläpuolella väistäneiden sekä kaikkien ei-väistäneiden osuus (%) havaintojen määrästä (parvet ja yksilöt) keväällä 1998 ja 2002. HJ = hanhet ja joutsenet, PS = puolisukeltajasorsat, SS = sukeltajasorsat, KO = koskelot, VL = vesilinnut yhteensä, IL = isot lokit, PI = pienet lokit, TI = tiirat, LL = lokkilinnut yhteensä, KU = kurki, PL = petolinnut, VA = varislinnut.

Fig. 12. The percentage (%) of observations (flocks and individuals) with birds turning out of their course due to wires in spring 1998 and 2002, flying at the height of the power line (= Kohdalla) or over it (= Yli), and the percentage of observations without turning (= Ei väistää). HJ = geese + swans, PS = dabbling ducks, SS = diving ducks, KO = Merganser sp., VL = waterfowl in total, IL = large gulls, PL = small gulls, TI = terns, LL = Larids in total, KU = Grus grus, PL = birds of prey, VA = crows.

ei ollut käytettävissä luotettavia menetelmiä. Toisaalta tarkkailu on aloitettu hyvin monina päivinä aamulla auringonnousun aikoihin, jotta mahdollisesti yöllä törmänneet kuolleet tai vahingoittuneet yksilöt voitaisiin mahdollisimman varmasti havaita Jomalsundetin rannoilta ja lähialueelta. Niitä en kuitenkaan havainnut. Myös Toppin (1998) aineistossa on vain yksi mahdollinen törmäysuhri.

Muuttokorkeus ja muuttolennon ajankohta

Maastohavainnoinnin lisäksi yöllä muuttavien ja saaliinhaussa tai muuten liikkuvien lintujen riskiä törmätä johtoihin voidaan arvioida lintujen yömuuttoa, muuta ekologiaa ja voimajohtojen uhkaa koskevan tieteellisen kirjallisuuden perusteella. Öisin ylimuuttavista linnuista tiedetään tutka- ja muiden tutkimusten perusteella, että ne eivät juuri koskaan lennä alle sadan metrin korkeudella, ja että valtaosa muuttaa noin 400–1000 metrin korkeudessa (esimerkiksi Alerstam 1991, Gwinner 1991, Berthold 1993, 1996, Bruderer & Liechti 1998, Berthold ym. 2003). Pernajanlahden yli pysähtymättä yöllä muuttavilla yksilöillä ei siten ole juuri riskiä törmätä reilusti alle 100 m:n korkeudella kulkeviin johtoihin.

Yöllä muuttavat linnut lähtevät liikkeelle yleensä suurin joukoin hämärän aikoihin, noin 30–45 min auringonlaskun jälkeen (esimerkiksi Alerstam 1991, Gwinner 1991, Berthold 1993, 1996). Ne nousevat heti lähdettyään yleensä vähintään satojen metrien korkeuteen pystyäkseen suunnistamaan

oikein laskeneen auringon suunnan, tähtikuvioiden ja maastonmuotojen perusteella. Korkealle nouseminen helpottaa linnun silmän laajan näkökentän ansiosta oikean suunnan ottamista (esimerkiksi Martin 1991, Peiponen 2000). Samalla yömuuttajat välttävät törmäyksiä puihin ja muihin lähempänä maanpintaa oleviin esteisiin.

Ainakin jotkut yöllä muuttavat lajit lähtevät liikkeelle myös yön pimeimpinä tunteina, ja lintujen lähtö- ja lentoaikataulun sekä levähdyspaikkojen välisen etäisyyden mukaan osa linnuista laskeutuu joko pimeässä tai vasta aamulla valoisassa seuraavalle levähdyspaikalleen. Esimerkiksi punarinnat voivat lähteä muutolle muuhunkin aikaan yöstä (Boshakov & Bulyuk 1999).

Linnun silmän näöntarkkuus ja valoherkkyys

Päivällä linnun silmän näöntarkkuus on keskimäärin vähintään samaa luokkaa kuin ihmisellä, ja osalla lajeista se on parempikin. Myös yöllä lintu näkee yleensä vähintään yhtä hyvin kuin ihminen vastaavissa oloissa (esimerkiksi Martin 1991, Davies & Green 1994, Peiponen 2000) – esimerkiksi maaliskuun lopulla ja huhtikuussa saapuvat vesilinnut löytävät pienetkin sulapaikat, vaikka avovesi ei ylhäältä päin ainakaan ihmissilmällä juuri erotu tummuneesta jäädästä. Hämärässä varsinkin yö- ja hämäräaktiivisten

lajien näkö on todennäköisesti tarkempi kuin kirkaassa päivänvalossa, ja monet vähässä valossa liikkuvat lajit näkevät maiseman valoisampana kuin ihminen.

Linnun näkökenttä on huomattavasti laajempi kuin ihmisen, ja lintu näkee päätään kääntämättä samaan aikaan ylös, alas ja sivuille, osa lajeista laajalti taaksekin, mikä helpottaa linnun oman sijainnin määrittämistä suhteessa lentosuuntaan ja maastoon (Martin 1991, Davies & Green 1994, Peiponen 2000). Esimerkiksi öisin muuttavien lintujen näkökykyä tutkineen Martinin (1991) mukaan 60. pohjoisen leveysasteen (eli Helsingin) pohjoispuolella ei kesällä ole linnun näkökyvyn kannalta varsinaista pimeää aikaa lainkaan, joten linnuille ei koidu samanlaisia suunnistus- ja esteiden väistämisiongelmiä kuin etelämpänä. Huomattava valtaosa Pernajanlahdella pesivistä ja levähtävistä muuttolinnuista oleskelee alueella toukokuun ja syyskuun alun välisenä aikana, pääosa yömuuttajista vieläkin lyhyemmän jakson loppukeväästä loppukesään.

4.4. Pernajanlahden direktiivilajien törmäysriskiin vaikuttavia tekijöitä

Pernajanlahden direktiivilajit

Eri lajien törmäysriskiä voimajohtoihin ei Suomessa ole juuri tutkittu (esimerkiksi Piironen 1999), eikä tieteelliseen asiantun-

temukseen ja kirjallisuuteen perustuvia, kriittisiä arvioita ole julkaistu. Ulkomaiset tutkimukset ovat sovellettavissa arvioinnissa siltä osin kuin ne koskevat samaa lajistoa ja samankaltaisia olosuhteita.

Pernajanlahdella viime vuosina esiintyneitä EU:n lintudirektiivin liitteessä I lueteltuja ns. direktiivilajeja ovat Hirvosen & Rintalan (1995) ja Hirvosen (1999) mukaan (aakkosjärjestyksessä) huuhkaja, kalatiira, kaulushaikara, kehrääjä, kirjokerttu, kurki, lapintiira, laulujoutsen, liro, luhtahuitti, mehiläishaukka, palokärki, peltosirkku, pikkujoutsen, pikkulepinkäinen, pyy, ruisrääkkä, ruskosuohaukka, räyskä, suokukko ja uivelo. (Hirvosen 1999 direktiivilajeina luettelemat idänuunilintu ja selkälokki eivät todellisuudessa kuulu tähän ryhmään.)

Lisäksi omien vuosina 2001–2002 tekemiini havaintojen mukaan linjan lähettyvillä elävät säännöllisesti myös harmaapäätikka, kalasääski, pikkutikka ja varpuspöllö. Muut tämän raportin taulukon 1 luettelemat direktiivilajit ovat harvalukuisia ohimuuttajia, eikä niitä ole perusteltua lukea säännölliseen Pernajanlahden lajistoon.

Olen arvioinut taulukossa 4 direktiivilajien törmäysriskiä. Esitän seuraavassa joitakin lajikohtaisia lisähuomautuksia perusteluina.

Taulukko 4. Törmäysriskiin vaikuttavia tekijöitä EU:n lintudirektiivin liitteessä I luetelluilla erityistä suojelua vaativilla lajeilla ja muilla suojelun kannalta arvokkaimmilla lajeilla, jotka esiintyvät Pernajanlahdella todennäköisesti säännöllisesti. Näiden tekijöiden ja muun lajikohtaisen tietämyksen perusteella on arvioitu voimalinjan todennäköisesti aiheuttama uhka lajien suotuisan suojelun tasolle Pernajanlahdella. + = lisää törmäysriskiä, – = alentaa sitä. Lajien esiintyminen on luokiteltu runsausluokan (H = harvalukuinen, R = runsaslukuinen) ja tärkeimmän ajankohdan perusteella (P = pesivä, M = muuttava, R = ruokavieras). Riskitaso: M = matala, MM = melko matala.

Table 4. Factors affecting the probable risk of collision with power lines at population level of the species listed in Annex I of the EU Birds Directive, and of other species with high conservation value. + = increases / – = decreases the risk of collision. Occurrence: H = scarce, R = numerous, P = breeding, M = migrating, R = non-breeding visitor. Risk level: M = low, MM = fairly low.

Laji Species	Esiintyminen Occurrence	Vuodenaika Time of year	Vrk-aika Time of day	Runsaus Abundance	Lentoakt. Flying act.	Ruumiinkoko Body size	Lentotapa Flying mode	Riskitaso Risk level
Kaulushaikara	<i>Botaurus stellaris</i>	H-P	+	+	–	–	+	M
Laulujoutsen	<i>Cygnus cygnus</i>	R-M	+	–	+	–	+	MM
Uivelo	<i>Mergus albellus</i>	H-M	+	+	–	–	+	MM
Mehiläishaukka	<i>Pernis apivorus</i>	H-R	–	–	–	–	+	M
Ruskosuohaukka	<i>Circus aeruginosus</i>	H-P	+	–	–	–	+	M
Sinisuohaukka	<i>C. cyaneus</i>	H-M	+	–	–	–	+	M
Kalasääski	<i>Pandion haliaetus</i>	H-R	+	–	–	–	+	M
Luhtahuitti	<i>Porzana porzana</i>	H-P	–	+	–	–	+	M
Ruisrääkkä	<i>Crex crex</i>	H-P	–	+	–	–	+	M
Kurki	<i>Grus grus</i>	H-P	+	–	–	–	+	MM
Suokukko	<i>Philomachus pugnax</i>	R-M	–	+	+	–	+	M
Liro	<i>Tringa glareola</i>	R-M	–	+	+	–	+	M
Räyskä	<i>Sterna caspia</i>	H-R	–	–	–	–	+	M
Kalatiira	<i>S. hirundo</i>	R-R	–	–	+	+	–	M
Lapintiira	<i>S. paradisaea</i>	H-R	–	–	–	–	+	M
Palokärki	<i>Dryocopus martius</i>	H-P	+	–	–	–	+	M
Kirjokerttu	<i>Sylvia nisoria</i>	H-P	–	+	–	–	–	M
Pikkulepinkäinen	<i>Lanius collurio</i>	H-P	–	+	–	–	–	M

Metsä- ja rantalajit

Pernajanlahden rantametsissä pesiviä direktiivilajeja ovat harmaapäätikka, huuhkaja, kalasääski, kehrääjä, mehiläishaukka, palokärki, pikkutikka, peltosirkku, pyy ja varpuspöllö. Ne eivät kuulu varsinaisen kosteikon, Natura-alueen, lajistoon. Ne eivät sen enempää pesimä- kuin muuttoaikaankaan keräänty Pernajanlahdelle.

Huuhkaja ja varpuspöllö ovat yö- ja hämärälintuja, jotka valonherkkien silmiensä ansiosta pystyvät näkemään hyvin pimeässä. Kehräjä on hämääraaktiivinen laji, jolla on hyvä näkökyky. Sen turvin laji pyydystää lentäviä hyönteisiä. Nämä kuuluvat ainoisiin lajeihin Pernajanlahden Natura-alueella, jotka pyydystävät ravintoa lentäen mahdollisesti voimalinjan lähialueilla. Päiväaktiivisella mehiläishaukalla on erittäin tarkka näkö, jonka avulla se etsii ravinnokseen maanrajan lähetyillä eläviä hyönteisiä. Myös kalasääskellä on erittäin tarkka näkö.

Palokärki ja pyy liikkuvat metsässä, eikä pyy nouse käytännössä koskaan puiden latvojen yläpuolelle, joten sen riski törmätä johtoihin on olematon. Palokärki lentää erittäin harvoin linjojen poikki, ja maastotutkimuksen perusteella linjan luona syksyn 2001 ja kevään 2002 aikana liikkunut pari lenteli lähes poikkeuksetta linjan ali (yhteensä 38 havaintoa).

Peltosirkku on voimakkaasti taantunut koko Suomessa (Väisänen ym. 1998). Sillä on pienenä varpuslintuna vähäinen riski törmätä linjaan, koska laji ei juuri liiku linjan poikki. Lisäksi peltosirkku kehrääjän ja mehiläishaukan tavoin esiintyy alueella vain toukokuun puolivälin ja elo–syyskuun vaihteen välisenä aikana, jolloin yötkin ovat varsin valoisia.

Muuttovieraat

Laulujoutsen, liro, pikkujoutsen, suokukko ja uivelo esiintyvät Pernajanlahdella *muuttoaikaan* (kesällä 2002 koko lahdella oleskeli neljä pesimätöntä laulujoutsenparia). Kumpikin joutsenlaji muuttaa ja liikkuu lentäen yleensä päivällä tai hämärässä, harvoin yöllä. Laulujoutsenet näyttävät tutkimukseni perusteella väistävän linjaa taitavasti.

Mathiassonin (1999) mukaan keskimäärin 0,005 % linjojen ohi lentäneistä joutsenista (aineisto 1 320 yksilöä) törmäsi johtoihin eteläruotsalaisella alueella, missä törmäysten määrä oli poikkeuksellisen korkea lintujen kerääntymisen ja linjan epäedullisen sijainnin vuoksi. Pitkäikäisinä ja paikkauskollisina lintuina joutsenet oppivat väistämään johtoja niin pesimä- kuin muuttoaikaisilla levähdyspaikoillaankin (Mathiasson 1999).

Liro, suokukko ja uivelo muuttavat enim-

mäkseen yöllä, ja näitä lajeja levähtää parhaina päivinä Pernajanlahdella useita kymmeniä, joskus luultavasti satojakin. Uivelot oleskelevat alueella pääasiassa huhtikuun loppu- ja toukokuun alkupuolella sekä syyslokakuussa, lirot ja suokukot huhti–toukokuun vaihteessa sekä heinäkuulta syyskuulle. Niiden törmäysriski on arvioitavissa hyvän lentotaidon ja lyhyen pimeän ajan vuoksi melko vähäiseksi.

Pesivät kosteikkolajit

Omien pitkäaikaisten tutkimusteni (esimerkiksi Koskimies 1999) ja muun maastokokeukseni perusteella vesi- ja kosteikkolinnut eivät pimeään aikaan paljon lentele pesimäpaikoillaan edestakaisin, vaan silloin ne joko laulavat (esittävä soidinmenoja) tai ruokailevat avovesialueilla ja kasvillisuudessa. Lisäksi pesimäaikaan yötkin ovat niin valoisia, että linnut pystyvät melko helposti näkemään johdot ja väistämään niitä. Linjan lähialueella saalistavat pimeään aikaan lentäen vain pöllöt, jotka eivät kuitenkaan kuulu varsinaisiin kosteikon tai Natura-alueen lajeihin, ja jotka ovat alueella hyvin vähälukuisia metsälajeja. Pöllöt pystyvät myös valoherkkien silmiensä ansiosta näkemään ja väistämään esteitä huomattavasti varmemmin kuin päivälinnut tai ihminen.

Pernajanlahden kosteikkoalueella pesivistä lajeista kalatiira esiintyy alueella huhtikuun lopun ja elokuun lopun välisenä aikana, ja se on päiväaktiivinen ja erittäin taitava lentäjä, jonka törmäysriski on muissa tutkimuksissa arvioitu hyvän vähäiseksi (Hendersson 1996). Kirjokerttu, luhtahuitti, pikkulepinkäinen ja ruisräikkä ovat erittäin vähälukuisia pesimälajeja, jotka ovat yömuuttajia mutta saapuvat alueelle vasta toukokuun puolivälistä alkaen ja lähtevät jo heinä–elokuussa. Mitkään näistä lajeista eivät saavuttuaan pesimäpaikoilleen lennä yleisesti linjan kohdalla.

Kaulushaikara ja kurki saapuvat huhtikuussa ja lähtevät elo–lokakuussa. Kaulushaikara on yö-, kurki päivämuuttaja. Kaulushaikara on alueella liikkuu vain muutamia, ja ne lentävät linjan kohdalla todennäköisesti harvoin. Kurjet levähtävät ranta-alueilla yleensä pienehköinä parvina, ja ne osaavat Toppin (1998) aineiston ja oman maastotutkimukseni perusteella väistää linjoja tai ylittää ne turvallisen korkealla. Myös päiväaktiivinen ruskosuohaukka, joita alueella liikkuu parhainakin muuttopäivinä huhtikuun loppu- ja toukokuun alkupuolella sekä elo–syyskuussa muutamia, ja joita koko Pernajanlahdella pesii parhaimmillaankin korkeintaan muutama pari, osaa maastotutkimuksen ja kirjallisuuden (esimerkiksi Alonso ym. 1994, Alonso & Alonso 1999a, 1999b)

perusteella väistää linjoja.

Lapintiira, räyskä ja selkälokki eivät pesi linjojen lähistöllä, vaan ne kuuluvat ruokavieraisiin, räyskä hyvin harvinaisena, lapintiira ja selkälokki melko yleisinä. Ne kaikki ovat päiväaktiivisia ja taitavia lentäjiä, joiden törmäysriski on seurantatutkimuksen perusteella vähäinen (vrt. Hendersson ym. 1996).

*4.5. Voimalinjatörmäysten merkitys lintupopulaatioille**Törmänneiden lintujen yksilömääriä eri tutkimusalueilla*

Tässä tutkimuksessa ja Toppin (1998) selvityksessä tarkkailtiin lintujen lentoreittejä ja -käyttäytymistä Pernajanlahden voimalinjan kohdalla yhteensä 467 tuntia. Tutkimusten aikana on tilastoitu kaikkiaan 7 517 havaintoa, joiden yhteenlaskettu yksilömäärä on 22 248. Vain yhden laulujoutsenen on havaittu törmänneen lankoihin (0,004 % linjan kohdalla lentäneistä lintuyksilöistä).

Alonso & Alonso (1999a) ovat julkaisseet yhden viime aikojen laajimmista tutkimuksista lintujen törmäyksistä voimajohtolinjoihin. He tarkkailivat Espanjassa yhdeksällä alueella lintujen lentämistä voimalinjojen lähetyillä (linjojen pituus yhteensä 25 km). Kaikkiaan 326 havaintotunnin aikana havaittiin 89 lajia ja 16 669 yksilöä, joista yhdenkään ei nähty törmäävän johtoihin (lentävien lukumäärän keskiarvo 667 yksilöä/km/päivä). Lisäksi löydettiin yhteensä 100 km:n matkalta 230 kuollutta lintua 53 eri lajia. Tämän aineiston perusteella arvioitiin keskimäärin kolmen linnun törmäävän linjakilometriä kohti vuodessa.

Tutkijat vertasivat omia tuloksiaan myös aikaisemmin julkaistuihin tietoihin, joissa johtoihin törmänneiden lintujen osuus on runsaslintuisilla kosteikoillakin 0,03–0,04 %:n luokkaa ohi lentäneistä linnuista. Kuitenkin joillakin suurten lintuparviin suosimilla kosteikoilla kuolleiden osuus voi nousta huomattavasti suuremmaksi.

Piironen (1999) arvioi lintu-uhrien määräksi karkeasti n. 30 yksilöä/km/v Helsingin Vanhankaupunginlahdella, missä on tehty yksi Suomen harvoista alan selvityksistä ennen Pernajanlahden tutkimusta. Vanhankaupunginlahden linja kulkee kuitenkin lintujen kerääntymisalueiden kannalta silminnähten vaarallisemmalla tavalla, eikä sen näkyvyys ole muiden muassa osittain puuttuvien varoituserkkien vuoksi samaa luokkaa kuin Pernajanlahdella. Suhteutettuna Pernajanlahden lintumääriin ja linjan pituuteen tämä tulos merkitsi karkeasti arvioiden yhteensä 10–20 yksilön törmäystä vuodessa Pernajanlahdella, mikä on häviävän pieni määrä lahdella vuo-

den aikana oleskeleviini, karkeasti arvioiden kymmeniin tuhansiin yksilöihin verrattuna.

Paikallisesti törmäykset voimajohtoihin ja muihin lankoihin voivat kuitenkin olla hyvin tuhoisia ja vaikuttaa pahimmillaan jopa populaatioiden kokoon. Donanan kansallispuistossa Espanjassa kuolee noin 400 petolintua vuodessa törmättyään lankoihin (lähiseutu mukaan lukien peräti 1 200 yksilöä/v 300 km:n matkalla). Joillakin petolinnoilla törmäykset olivat tärkein kuolinsyy (Ferrer ym. 1991).

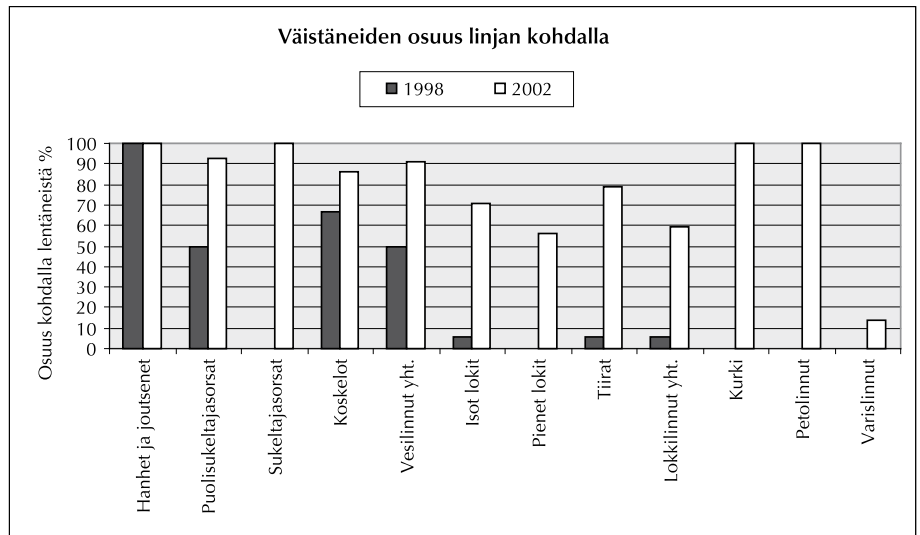
Joutsenia on usein pidetty törmäyksille alttiina lajeina, ja siksi niitä on tutkittu tarkasti mm. Ruotsissa (pääalajina kyhmyjoutsen, Mathiasson 1999). Joutsenia törmää eniten lankoihin muuttoaikaan, ja ratkaisevaa törmäyksille on linjojen sijainti elinympäristöön nähden. Eniten törmäyksiä aiheuttaneella ruotsalaisella tutkimuslinjalla lankoihin törmäsi 0,005 % ohilentäneistä joutsenista. Mathiassonkin (1999) toteaa useiden muiden tutkijoiden tavoin, että joutsenet kykenevät lähes aina huomaamaan johdot ajoissa ja väistämään niitä sekä oppimaan niiden sijainnin muiden isojen, pitkäikäisten ja paikkauskoollisten lajien tavoin.

Törmäysten vaikutus populaatiokokoon

Alonson & Alonson (1999a) yhteenvedon ja useimpien muiden vastaavien tutkimusten perusteella törmäyksillä voimalinjoihin ei yleensä ole huomattavaa merkitystä lintukannoille. Alueilla, joilla on erittäin runsaasti lintuja ja etenkin törmäyksille alttiita lajeja, voimalinjat voivat kuitenkin nostaa paikallisesti populaatioiden kuolleisuutta. Joitakin uhanalaisia ja hyvin harvalukuisia lajeja lukuun ottamatta voimalinjoilla ei kuitenkaan todennäköisesti ole merkittävää vaikutusta Suomen kokoisen alueen lintupopulaatioiden kokoon ja suotuisaan suojelutasoon.

Vaikka esimerkiksi sorsia pidetään törmäyksille hyvin alttiina lajeina, törmäysten aiheuttaman kuolevuuden osuudeksi on arvioitu vain 0,1 % yhteenlasketuista ei-luonnollisista syistä johtuvasta kuolevuudesta (metsästys ei laskelmissa mukana, Alonso & Alonso 1999a). Myös Mathiasson (1999) päätelee, että vaikka törmäykset voivat olla paikallisesti huomattava kuolleisuuden syy kyhmyjoutsenille, joiden törmäysriskiä pidetään yleisesti korkeana, ne ovat hyvin pieni kuolleisuustekijä kansallisella tasolla. On myös mahdollista, että tämä ja monet muut ihmisen aiheuttamat kuolevuustekijät kompensoituvat luonnollisen kuolevuuden (joka on ylivoimaisesti merkittävämpi populaatiokokoon vaikuttava tekijä) pienentymisenä.

Nämä tulokset koskevat siis vain suurimpia voimajohtolinjoja. Alemman jakeluverkon kumpuilevassa metsäympäristössä kulkevat



Kuva 13. Väistäneiden osuus (%)havaintojen määrästä (parvet ja yksilöt) Pernajanlahden voimajohtolinjan korkeudella lentäneistä linnuista lajiryhmittäin keväällä 1998 ja 2002.

Fig. 13. The percentage (%) of observations (flocks and individuals) flying at the height of the power line and with birds turning out of their course due to wires, in spring 1998 and 2002. Species groups from left to right: geese and swans, dabbling ducks, diving ducks, Mergus sp., waterfowl in total, large gulls, small gulls, terns, Larids in total, Crus grus, birds of prey, crows.

ohutlankaiset sähkölinjat voivat kohottaa kanalintujen kuolleisuutta paikallisesti tavallista korkeammaksi (Bevanger 1995b).

Törmäysten estomahdollisuudet

Lintujen lukumäärien sekä lentoreittien ja -käyttäytymisen lisäksi voimalinjan havaittavuus vaikuttaa törmäysten todennäköisyyteen. Voimajohtolinjan merkintä lintujen kerääntymispaikkojen kohdalla riittävän näkyvillä ja tiheään kiinnitetyillä varoittimilla vähentää törmäysriskiä. Useimpien tutkimusten mukaan törmäysten määrä väheni noin 30–60 % merkinnän jälkeen, mikä johtui erityisesti lintujen kohonneesta lentokorkeudesta merkitsemättömään linjaan verrattuna (esimerkiksi Alonso ym. 1994, 1999b, Peltomäki & Peltomäki 1995, Janns & Ferrer 1998).

Kiitokset

Kiitän Fingrid Oyj:ä ja erityisesti Erkki Partasta tutkimuksen kustantamisesta sekä ympäristöministeriötä ja varsinkin Markus Alapassia tutkimusongelman taustoittamisesta. Rauno Yrjölä auttoi merkittävästi käsikirjoituksen viimeistelyssä.

Summary: Collision risk of wetland birds with a power line in Pernajanlahti Bay

I studied the threat of a power line to birds in Pernajanlahti Bay, an eutrophic sea bay on the eastern coast of the Gulf of Finland, from August to November 2001 and from March to October 2002. All birds flying along the Pernajanlahti Bay and crossing the power line were recorded from dawn to dusk during 400 hours of observation (total of 81 observation days). In addition to species,

the number of individuals, sex and age, the flying route and possible changing of course related to the power line were recorded (Fig. 1).

The total number of observations was 6 523, including 19 234 individuals. Only one Whooper Swan *Cygnus cygnus* struck the wire, escaping seemingly uninjured. In total, 102 individuals (0,5 % of all individuals) of 26 species changed course when very close to the wire (less than 0,5–1,5 m), and would have been injured without veering off their flight path.

Birds flying across the same power line (although half the height compared with 2001–2002) were observed also in April and May 1998, during 67 hours (994 observations of 3 014 individuals). Not a single bird struck the wires during that study. This means that in the total data set from Pernajanlahti Bay, only one individual of 22 248 birds flying across the power line was observed hitting a wire. Not a single bird could with certainty be determined to have been injured by a wire during any night during the combined study period in 1998 and 2001–2002 (total of 103 observation days).

The collision risk for threatened and rare bird species breeding at Pernajanlahti Bay or resting there during migration seems to be low or fairly low at the current population levels (Table 4). Although flight paths near the power line were not record during the night, I discuss the collision risk of nocturnal migrants based on the literature. Because most of the waterfowl and wetland birds rest during migration a fair distance from the power line, and because they and other nocturnally migrating species fly well over the lines, I conclude that the collision risk for populations of night-active birds is generally not significant. This evaluation is supported by results from many power line studies abroad.

Kirjoittajan osoite:

Vanha Myllylammentie 88
02400 Kirkkonummi



Laaja Pemajanlahti on merkittävä lintujen pesimä- ja levähdysalue. Kuva: Pertti Koskimies.

5. Kirjallisuus

- Alerstam, T. 1991: Bird migration. – Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Alonso, J. A. & Alonso, J. C. 1999a: Collision of birds with overhead transmission lines in Spain (ks. Ferrer & Janss, s. 57–82).
- Alonso, J. A. & Alonso, J. C. 1999b: Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundwire marking (ks. Ferrer & Janss, s. 113–124).
- Alonso, J. C., Alonso, J. A. & Munoz-Pulido, R. 1994: Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundwire marking. – *Biological Conservation* 67: 129–134.
- Berthold, P. 1993: Bird migration. – Oxford Univ. Press, Oxford.
- Berthold, P. 1996: Control of bird migration. – Chapman & Hall, Lontoo.
- Berthold, P., Gwinner, E. & Sonnenschein, E. (eds.) 2003: Avian Migration. – Springer, Berlin.
- Bevanger, K. 1988: Skogsfugl og kollisjoner med kraftledninger i midt-norsk skogsterreng. – Økoforsk rapport 9/1988: 1–53.
- Bevanger, K. 1990: Topographic aspects of transmission wire collision hazards to game birds in the Central Norwegian coniferous forest. – *Fauna norvegica Ser. C., Cinclus* 13: 11–18.
- Bevanger, K. 1994: Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. – *Ibis* 136: 412–425.
- Bevanger, K. 1995a: Tetraonid mortality caused by collisions with power lines in boreal forest habitats in central Norway. – *Fauna norvegica Ser. C., Cinclus* 18: 41–51.
- Bevanger, K. 1995b: Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. – *Journal of Applied Ecology* 32: 745–753.
- Bevanger, K. 1998: Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. – *Biological Conservation* 86: 67–76.
- Bevanger, K. 1999: Estimating bird mortality caused by collision and electrocution with power lines: a review of methodology (ks. Ferrer & Janss, s. 29–56).
- Bevanger, K. & Brøseth, H. 2001: Bird collisions with power lines – an experiment with ptarmigan (*Lagopus* spp.). – *Biological Conservation* 99: 341–346.
- Bolshakov, C. & Bulyuk, V. 1999: Time of nocturnal flight initiation (take-off activity) in the European Robin *Erithacus rubecula* during spring migration: direct observations between sunset and sunrise. – *Avian Ecology and Behaviour* 2: 51–74.
- Bruderer, B. & Liechti, F. 1998: Flight behaviour of nocturnally migrating birds in coastal areas – crossing or coasting. – *Journal of Avian Biology* 29: 499–507.
- Davies, M. N. O. & Green, P. R. (toim.) 1994: Perception and motor control in birds. An ecological approach. – Springer-Verlag, Berliini.
- Electric Power Research Institute 1993: Proceedings: Avian interactions with utility structures. International workshop. – EPRI TR-103268 Project 3041.
- Ferrer, M. & Janss, G. (toim.) 1999: Birds and power lines. Collision, electrocution and breeding. – Querqus, Madrid.
- Fransson, T. & Stolt, B.-O. 2000: Fåglar och ledningar – en analys baserad på återfynd av fåglar ringmärkta i Sverige. – Ringmärkningscentralen, Naturhistoriska Riksmuseet, Tukholma.
- Gwinner, E. (toim.) 1991: Bird Migration. Physiology and ecophysiology. – Springer-Verlag, Berliini.
- Henderson, I. G., Langston, R. H. W. & Clark, N. A. 1996: The response of common terns *Sterna hirundo* to power lines: an assessment of risk in relation to breeding commitment, age and wind speed. – *Biological Conservation* 77: 185–192.
- Hiltunen, E. 1953: Sähkö- ja puhelinlankoihin lentäneistä linnuista. – *Suomen Riista* 8: 70–76.
- Hirvonen, H. 1999: Asinatuntijalausunto voimajohtohankkeen vaikutuksista Pernajanlahden Natura 2000 -alueen linnustoon. – *Lausunto Uudenmaan ympäristökeskukselle* 8.4.1999.
- Hirvonen, H. & Rintala, J. 1995: Moottoriliikennetien vaikutukset Pernajanlahden linnustoon. Ympäristövaikutusten jälkiarviointi. – *Tielaitoksen tutkimuksia* 2/1995: 1–86.
- Hölzinger, J. (toim.) 1980: Verdrahtung der Landschaft: Auswirkungen auf die Vogelwelt. – *Ökologie der Vögel Band 2, Sonderheft*, Stuttgart.
- Janss, G. 2000: Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. – *Biological Conservation* 95: 353–359.
- Janss, G. & Ferrer, M. 1998: Rate of bird collision with power lines: effects of conductor-marking and static wire-marking. – *Journal of Field Ornithology* 69: 8–17.
- Kerlinger, P. & Moore, F. R. 1989: Atmospheric structure and avian migration. – *Current Ornithology* 6: 109–142.
- Koskimies, P. 1994: Linnuston seuranta ympäristöhallinnon hankkeissa. Ohjeet alueelliseen seurantaan. – *Vesi ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja B* 18: 1–82.
- Koskimies, P. 1999: Siikalahden linnusto. – *Metäsäihallituksen luonnonsuojelujulkaisuja Sarja A* No 98: 1–137.
- Leivo, M., Asanti, T., Koskimies, P., Lammi, E., Lampolahti, J., Mikkola-Roos, M. & Virolainen, E. 2002: Suomen tärkeät lintualueet FINIBA. – *BirdLife Suomen julkaisuja* (No 4.), BirdLife Suomi & Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Lintuveysryhmä 1981: Valtakunnallinen lintuveysensuojeluohjelma. – Komiteamietintö 1981:32. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Marti, C. 1998: Auswirkungen von Freileitungen auf Vögel – Dokumentation. Schriftenreihe Umwelt Nr. 292. Bundesamt für Umwelt, Land und Landschaft. Bern.
- Martin, G. R. 1990: The visual problems of nocturnal migration. – Teoksessa: Gwinner, E. (toim.), *Bird Migration: Physiology and Ecophysiology*, s. 185–197. Springer Verlag, Heidelberg.
- Mathiasson, S. 1999: Swans and electrical wires, mainly in Sweden (ks. Ferrer & Janss, s. 83–111).
- Mikkola-Roos, M. 1996: Kosteikkojen linnuston suojelevarvo – uusi menetelmä arviointiin. – *Linnut* 31 (3): 8–17.
- Mikkola-Roos, M. & Yrjölä, R. (toim.) 2000: Viikki. Helsingin Vanhankaupunginlahden historia ja luontoa. – Tammi, Helsinki.
- Peiponen, V. 2000: Linnun silmin. Lintujen näköaisti, ulkonäkö ja sukupuolivalinta. – *Yliopistopaino*, Helsinki.
- Peltomäki, U. & Peltomäki, J. 1995: Merkittyjen voimainlinjojen vaikutus hanhien lentoreitteihin Liminganlahdella. – *BirdLife Suomi*, Liminka.
- Piironen, J. 1999: Voimainlinjan vaikutus Vanhankaupunginlahden linnustoon. – Helsingin yliopiston ekologian ja systematiikan laitos, Helsinki.
- Red Electrica 1994: Primeras Jornadas sobre Líneas Eléctricas y Medio Ambiente. First technical sessions on powerlines and the environment. – Red Electrica de Espana, Madrid.
- Rose, P. & Baillie, S. 1989: The effects of collisions with overhead lines on British birds: an analysis of ringing recoveries. – *BTO Research Report* no. 42, British Trust for Ornithology, Tring.
- Smith, J. R. & Schletz, J. T. 1992: Bird/Powerline collision detection system. – Pacific Gas and Electric Company Department of Research and Development. Report 009.4-91.10.
- Topp, P. (toim.) 1998: Pernajanlahden ylittävän sähkölinjan lintulaskennat 18.4.–10.5.1998. – Porvoonseudun lintuyhdistys r.y., Porvoo.
- Väisänen, R. A., Lammi, E. & Koskimies, P. 1998: Muuttuva pesimälinnusto. – *Otava*, Helsinki.