

Peuroja vai kauriita – mitä peurakolaritilastot sisältävät?

Milla Niemi, Markus Melin, Juho Matala, Karin Häggblom, Pertti Hokkanen,
Raisa Tiilikainen, Antti Paasivaara, Jyrki Pusenius ja Hannu Järvenpää



Photo: Pertti Hokkanen

Suomen maanteiltä tilastoitiin vuonna 2012 lähes neljä tuhatta ”peurakolaria”, eli pienten hirvieläinten kanssa ajettua liikenneonnettomuutta. Suurin osa näistä kolareista lienee törmäyksiä valkohäntäkauriiden kanssa, mutta onko jotain, mitä tilastot eivät paljasta? Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen SRVA-vapaaehtoisilta löytyi tähän vastaus.

Hirvieläinkolarit ovat merkittävä liikenneturvallisuusriski monissa Euroopan maissa, Pohjois-Amerikassa sekä Japanissa (Groot Bruinderink & Hazebroek 1996, Romin & Bissonette 1996, Seiler ym. 2004, Huijser ym. 2009). Pelti rytisee myös pohjolassa – Suomen maanteillä ajettiin vuonna

2012 yli viisituhatta poliisin tietoon tullutta kolari luonnonvaraisten hirvieläinten kanssa. Lisäksi Pohjois-Suomessa jäi auton alle nelisentuhatta poroa *Rangifer tarandus tarandus* (Liikennevirasto 2013). Todellisuudessa hirvieläinkolareiden määrä voi olla tuntuvasti suurempi: Ruotsissa toteutetus-



Nuorten eläinten osuus korostuu alkukesän kolareissa. Kuvan nuori valkohäntäkauris jäi auton alle kesäkuuisena yönä.

Young ungulates are often involved in collisions that take place in early summer. A young white-tailed deer was killed by a car in the middle of the night in June.

sa tutkimuksessa arvioitiin, että vain noin puolet tapahtuneista onnettomuuksista tulee koskaan poliisin tietoon (Seiler ym. 2004).

Vielä 2000-luvun alussa yli puolet Suomessa ajetuista hirvieläinkolareista oli törmäyksiä hirven *Alces alces* kanssa (Liikennevirasto 2013). Sittemmin hirvikannan laskiessa ja valkohäntäkauriin *Odocoileus virginianus* vastaavasti runsastuessa (Suomen riistakeskus & Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2013), on ”peurakolareiden” (kolarit valkohäntäkauriin, metsäkauriin *Capreolus capreolus*, täpläkauriin *Dama dama* sekä metsäpeuran *Rangifer tarandus fennicus* kanssa) määrä ylittänyt hirvionnettomuuksien määrän. Vuonna 2012 yhtä hirvikolaria kohden tilastoitiin jo kolme törmäystä pienten sorkkaeläinten kanssa (Liikennevirasto 2013).

Peurakolareiden määrän kasvusta huolimatta niihin vaikuttavia tekijöitä tunnetaan meillä vielä

varsin puutteellisesti. Harvat Suomessa toteutetut kolaritutkimukset ovat keskittyneet joko pelkääntään hirvikolareihin vaikuttaviin tekijöihin (esim. Niemi ym. 2013) tai käsitelleet hirvieläinonnettomuuksia lajeja erottelematta (Haikonen & Summala 2001, Krisp & Durot 2007, Niemi ym. 2010). Peurakolareihin vaikuttavien tekijöiden selvittämistä on hankaloittanut osaltaan kolariin joutuneiden eläinten laji- ja sukupuolietietojen puuttuminen tilastoista; peurakolariksi rekisteröidyssä onnettomuudessa on voinut olla mukana yhtälailla muutamana viikon ikäinen metsäkauriinvasa kuin satakiloinen valkohäntäkaurispukkikin.

Valkohäntä- ja metsäkauriin käyttäytymisessä on paljon samoja piirteitä, mutta erojakin lajien väliltä löytyy. Molemmat lajit ovat aikuisina elinpiireilleen varsin uskollisia (Tierson ym. 1985, San José & Lovari 1998, Grund ym. 2002, Cagnacci ym. 2011), mutta metsäkauris on vienyt tämän astetta pidemmälle. Kevään tullen aikuiset metsäkaurispukit valtaavat itselleen reviiirit, joita ne puolustavat tarkasti muilta uroksilta (Hoem ym. 2007). Varsinainen kiima-aika alkaa metsäkauriilla heinä-elokuun vaihteessa, joskin ajankohdassa voi olla pieniä alueellisia eroja (Metsästäjien Keskusjärjestö 2007). Valkohäntäkauriit puolestaan ovat lisääntymistouhuissa myöhemmin syksyllä, marraskuussa.

Valkohäntäkauriiden kotialueilla Pohjois-Amerikassa eläinten kiima-aikana lisääntynyt liikkuvuus näkyy selvänä piikkinä kolaritilastoissa (Puglisi 1974, Allen & McCullough 1976, Iverson & Iverson 1999). Kiima-aikaan auton alle jää erityisesti valkohäntäkaurispukkeja, kun muina kuukausina suurin osa kolarieläimistä on naaraita (esim. Etter ym. 2002). Myös metsästyksellä voi olla osansa eläinten liikuttelijana (esim. Vercauteren & Hygnstrom 1998). Valkohäntäkauriskolareissa näkyy pieni piikki kiima-ajan ohella myös kevätkesällä (Puglisi 1974, Allen & McCullough 1976). Tällöin osa nuorista kauriista lähtee etsimään omaa elinpiiriä (Vercauteren & Hygnstrom 1998, Clements ym. 2011), ja samalla nuorten osuus auton alle jääneistä yksilöistä kasvaa (Etter ym. 2002).

Metsäkauriskolareiden ajallisesta jakaumasta löytyy vähemmän tutkimustietoa, ja se on osin ristiriitaista. Tanskassa tehdyssä tutkimuksessa eniten kuolleita metsäkauriita löydettiin lokakuussa (Madsen ym. 2002), kun taas Sloveniassa kolaripiikki on toukokuussa (Pokorny 2006), eli juuri siihen aikaan kun pukit nahistelevat reviiireistään

ja osa nuorista yksilöistä lähtee etsimään omia kotialueita.

Hirvieläinonnettomuuksien tehokas ennaltaehkäisy vaatii kohdelajien elintapojen, erityisesti liikkumisen, tuntemusta. Suomen peurakolaritilasto on kuitenkin yhdistelmä neljän, elintavoiltaan varsin erilaisen lajin kanssa tapahtuneista törmäyksistä, joten pelkästään sen tietojen varassa on vaikea kohdistaa toimenpiteitä oikein. Täpläkauriin ja metsäpeuran merkitys tilastoissa toki lienee koko maan mittakaavassa marginaalinen; täpläkauriita on Suomessa alle viisisataa ja metsäpeurojakin vain alle kolmetuhatta yksilöä (Suomen riistakeskus & Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2013), yhteensä siis suunnilleen vuosittaisen kolarikertymän verran. Metsäkauriin rooli hirvieläinkolareissa sen sijaan on täysi arvoitus.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa lisätietoa siitä, mistä Suomen peurakolaritilastot muodostuvat. Saimme tarkoitusta varten käyttöömmme Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen keräämän, virallista tilastoa tarkemman kolariaineiston. Aineiston perusteella pyrimme vastaamaan seuraaviin kysymyksiin: 1) kuinka suuri osa alueella tapahtuneista peurakolareista on jäänyt kokonaan virallisten tilastojen ulkopuolelle, 2) poikkeavatko valkohäntä- ja metsäkauriiden kanssa ajettujen kolareiden kuukausittaiset jakaumat toisistaan ja 3) poikkeavatko nuorten eläinten osuudet ajetuista kolareista kuukausittain. Lisäksi yhdistämme kolariaineistoon GPS-pannoitetuista valkohäntä- ja metsäkauriista kerättyä seuranta-aineistoa tarkoituksenamme arvioida, vaikuttaako eläinten liikkumisasiivisuus kuukausikohtaiseen kolarimäärään.

Aineisto ja menetelmät

Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen kolariaineisto

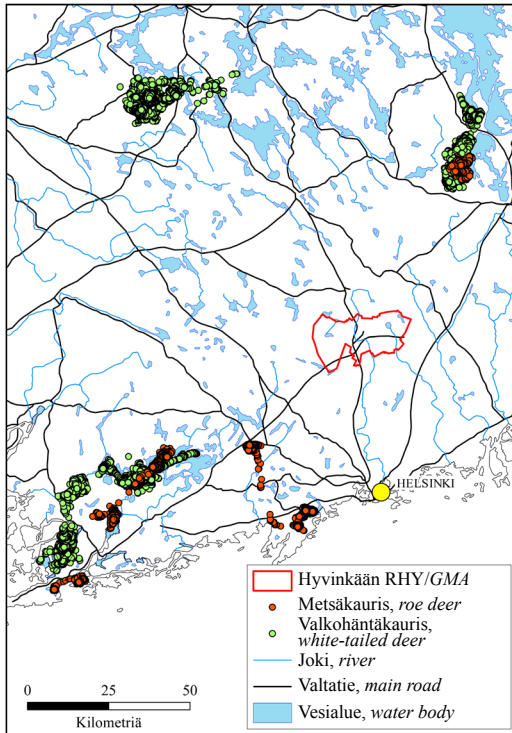
Suomen riistakeskuksen Uudenmaan alueeseen kuuluvan Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueelle on leimallista vilkas ihmistoiminta sekä rakennetun ympäristön suuri osuus yhdistyksen pinta-alasta. Toisaalta alueella on paljon myös maatalousympäristöjä sekä suurehkoja, yhtenäisiä metsäkokonaisuuksia. Helsingin ja Hämeenlinnan välinen, riista-aidattu moottoritie (Valtatie 3) sekä sen rinnakkaistienä kulkeva tie 130 halkaisevat riistanhoitoyhdistyksen etelä-pohjoissuunnassa (kuva 1). Teiden itäpuolella kulkee lisäksi rautatie. Itä-länsisuunnassa yhdistyksen halki kulkee Hangon ja Porvoon yhdistävä tie 25, ja alueel-

la on lisäksi myös muita, vilkkaasti liikennöityjä teitä. Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueella tavataan metsäpeuraa lukuun ottamatta kaikkia hirvieläinlajejamme; valkohäntä-, metsä- ja täpläkaurista sekä hirveä.

Saimme käyttöömmme Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen keräämän tilaston hirvieläinonnettomuuksista ja muista suurriistavirka-apuun (myöhemmin SRVA) liittyvistä tehtävistä. SRVA on riistanhoitoyhdistysten ylläpitämä organisaatio, jonka tehtävänä on tarjota poliisille vapaaehtoisten metsästäjien apua onnettomuuksissa loukkaantuneiden hirvieläinten jäljittämässä sekä muissa suurriistakonflikteissa. SRVA-toimeksianto käynnistyy hätäkeskuksen tai poliisin tekemällä virka-apupyynnöllä (Suomen riistakeskus 2013). Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alue on jaettu metsästyssseurojen rajojen perusteella alueisiin, joille jokaiselle on nimetty oma, paikalliset olosuhteet tunteva SRVA-yhteyshenkilö. Yhteyshenkilö välittää saamansa virka-apupyynnön eteenpäin SRVA-vapaaehtoisille eli käytännössä paikallisille metsästäjille.

Kaikki Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueella hoidetut SRVA-toimeksiannot kirjataan riistanhoitoyhdistyksen suunnittelevalle lomakkeelle. Lomakkeella pyydetään tietoja ajankohdasta, tehtävän laadusta (kolari tai muu toimeksianto), eläimen lajista ja sukupuolesta sekä mahdollisuuksien mukaan arvio eläimen iästä. Lisäksi tietoja on kerätty muun muassa kolariin joutuneen eläimen statuksesta (kuollut kolarissa/lopetettu/kadonnut/todettu terveeksi) ja mahdollisen jäljitysmatkan pituudesta. Lomakkeelle kirjatut tiedot tallennetaan sähköiseen tietokantaan.

Tämän tutkimuksen aineistona käytimme vuosina 2001–2012 Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueelta raportoituja peurakolareita (törmäykset valkohäntä-, metsä-, ja täpläkauriin kanssa). Kolariaineiston käsittely aloitettiin erottelemalla Excel-tietokannaksi tallennetuista SRVA-toimeksiannoista pois ne tehtävät, jotka eivät liittyneet hirvieläinkolaritilanteiden jälkihoitoon. Näin ollen esimerkiksi moottoritien riista-aitojen väliin poliisin pyynnöstä lopetettuja eläimiä ei otettu mukaan tarkasteluun. Tarkasteluun otettiin kaikki peurakolarina raportoituiden tapaukset riippumatta siitä, aiheutuiko niissä eläimelle vammoja. Muutamissa kolareissa auto oli osunut useampaan kuin yhteen eläimeen (esim. naaraaseen ja vasaan). Nämä tapaukset katsottiin yhdeksi kolariksi, mutta kaikki kolariin joutuneet eläimet otettiin mukaan tarkas-



Kuva 1. Tutkimusalue. Kolariaineisto on kerätty Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueelta (punaisella rajattu alue). Pisteet kuvaavat GPS-seurattujen kauriiden sijainteja.

Fig. 1. A map of the study area. The collision data was collected from the Hyvinkää game management association (borders in red). The points represent the locations of GPS-collared white-tailed deer and roe deer.

teluun, jossa verrattiin auton alle jääneiden eläinten määriä sukupuolittain.

Liikenneviraston kolariaineisto

Vertailuaineistona käytimme Liikenneviraston onnettomuusrekisteriin tallennettuja peurakolaritietoja Hyvinkään kolariaineistoa vastaavalta ajanjaksolta (2001–2012). Poliisin tietoon tulleet hirvieläinonnettomuudet tallennetaan aluksi poliisin omaan tietokantaan, josta ne poimitaan Tilastokeskuksen käsiteltäväksi. Tilastokeskuksen muokkaamat tiedot puolestaan muodostavat virallisen tilaston ja edelleen Liikenneviraston onnettomuusrekisterin (Riikka Rajamäki, kirj. ilm.), johon tallennetaan maanteillä tapahtuneet hirvieläinkolarit (Liikennevirasto 2013).

Ennen syksyä 2012 sellaiset hirvieläinonnettomuudet, joista ei ole kirjattu poliisin tietokantaan tarkempia tietoja onnettomuuspaikasta ja -tilanteesta, ovat pudonneet pois Tilastokeskuksen poiminnasta ja edelleen Liikenneviraston onnettomuusrekisteristä. Näin ollen poliisin tietoon tulleiden hirvieläinonnettomuuksien määrä on ollut julkaistuja lukuja suurempi. Vuosina 2005–2010 erotus on ollut vuosittain keskimäärin 23.8 %, mutta alueellista tai lajikohtaista vaihtelua ei tunneta. (Mikael Appel, kirj. ilm.)

Onnettomuusrekisteriin ei kirjata tietoa tapahtumapaikan riistanhoitoyhdistyksestä, joten kolariaineisto yhdistettiin Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueeseen paikkatieto-ohjelmassa (ArcGIS 9.3; ESRI 2009).

Panta-aineistot

Kauriiden kausittaisen liikkumisaktiivisuuden selvittämiseksi käytimme Metsäntutkimuslaitoksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen yhteishankkeessa kerättyä valkohäntä- ja metsäkauriiden seuranta-aineistoa. Aineisto on kerätty varustamalla ruokintapaikoilta nukutettuja eläimiä GPS-GSM-seurantapannoilla (Vectronic Aerospace GPS PLUS, ks. Vectronic 2013). Yhden tai useimmiten kahden tunnin välein saadut GPS-paikannukset siirrettiin ensin GSM-verkon kautta Ruotsin maatalousyliopiston ylläpitämään WRAM-tietokantaan (WRAM 2013), josta ne saatiin myöhemmin datalähetyksinä tutkimuskäyttöön.

Tässä tutkimuksessa käytimme paikannustietoja 27:sta valkohäntäkauriista (19 naarasta ja 8 urosta), jotka oli pannoitettu Hollolan, Karjalohjan, Tenholan ja Vesilahden alueilla (kuva 1). Metsäkauriista tarkasteltiin Hollolan, Karjalohjan, Kirkkonummen ja Tammisaaren alueilla yhteensä 14:a yksilöä (7 naarasta ja 7 urosta). Ensimmäiset seurantajaksot alkoivat kevättalvella 2008 ja viimeiset kevättalvella 2012. Seurantajaksot päättyivät viimeistään elokuussa 2012. Keskimääräinen seurantajakson pituus oli valkohäntäkauriilla 19 kuukautta ja metsäkauriilla 16 kuukautta.

Panta-aineistosta laskettiin jokaiselle yksilölle sen vuorokausittain kulkema matka summaamalla yhden vuorokauden aikana saatujen peräkkäisten paikannusten väliset euklidiset etäisyydet. Vuorokaudessa liikutuista matkoista laskettiin kuukausittaiset keskiarvot eläinyksilöille ja edelleen laji- ja sukupuolikohtaiset keskiarvot. Liikkuvuus-

tarkastelut tehtiin lajikohtaisesti erikseen uroksille ja naaraille. Tarkastelut tehtiin R-ohjelman versiolla 2.15.1 (R Development Core Team 2013).

Tilastollinen tarkastelu

Mahdollisia eroja valkohäntä- ja metsäkauriskolareiden kuukausittaisessa jakaumassa selvitettiin χ^2 -testillä. Tarkasteluun otettiin kaikki Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen SRVA-aineiston valkohäntä- ja metsäkauriskolarit riippumatta kolarissa olleen eläimen sukupuolesta tai iästä. Tarkastelu tehtiin R-ohjelman versiolla 2.15.1 (R Development Core Team 2013).

Tulokset

Hyvinkään kolaritilastot

Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueella tapahtui vuosina 2001–2012 Liikenneviraston onnettomuusrekisterin mukaan 368 peurakolaria eli törmäystä pienten hirvieläinten (valkohäntä-, metsä- ja täpläkauris) kanssa. SRVA-kirjanpito sisälsi tiedot 376 kolarista, joten riistanhoitoyhdistyksen keräämä ja poliisin tietoihin perustuva virallinen tilasto vastasivat toisiaan varsin hyvin. Suurin vuosittainen erotus oli vuonna 2011, jolloin onnettomuusrekisteriin oli päätyntä vain kolme neljästä SRVA-vapaaehtoisten raportoimasta kolarista (taulukko 1). Toisaalta viitenä vuonna onnettomuusrekisteriin oli tilastoitu enemmän kolareita kuin SRVA-kirjanpitoon.

SRVA-kirjanpidon peurakolareista 245 kappaletta eli reilusti yli puolet (65 %) oli törmäyksiä valkohäntäkauriiden kanssa. Metsäkauriin kanssa törmättiin 75 kertaa (20 %) ja täpläkauriskolareita raportoitiin 40 kappaletta (11 %). Tunnistamatta kaurislaji jäi 15:ta onnettomuudessa (4 %). Neljäsä kolarissa oli mukana yhden sijasta kaksi eläintä, joten kolarieläimiä oli raportoituissa onnettomuuksissa yhteensä 379 yksilöä.

Kolarihuippujen ajoittuminen

Valkohäntä- ja metsäkauriskolareiden kuukausittaiset kolarijakaumat poikkesivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ($\chi^2 = 50.84$; $df = 11$; $P < 0.001$). Valkohäntäkauriiden kanssa kolaroitiin eniten loppuvuodesta: puolet (49 %) valkohäntäkauriskolareista tapahtui loka- ja joulukuun välisenä aikana (kuva 2). Terävin piikki oli marraskuus-

Taulukko 1. Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueella vuosina 2001–2012 pienten sorkkaeläinten kanssa ajettujen kolarien määrä. Vasemman sarakkeen luvut on poimittu Liikenneviraston onnettomuusrekisteristä, keskimmäisen sarakkeen luvut ovat keränneet suurriistavirka-aputoimintaan osallistuneet vapaaehtoiset metsästäjät.

Table 1. Number of deer–vehicle collisions in the area of the Hyvinkää game management association between the years 2001 and 2012 (species combined). The left column is based on the Accident Register maintained by the Finnish Transport Agency. The middle column is based on statistics voluntarily collected by hunters who have provided executive assistance to the police.

Vuosi <i>Year</i>	Onnettomuus- rekisteri <i>Official statistics</i>	SRVA- kirjanpito <i>Hunters' statistics</i>	Erotus <i>Difference</i>
2001	40	39	1
2002	26	28	-2
2003	26	29	-3
2004	27	30	-3
2005	29	26	3
2006	21	22	-1
2007	27	30	-3
2008	40	37	3
2009	37	33	4
2010	34	28	6
2011	25	35	-10
2012	36	39	-3
Yhteensä <i>Total</i>	368	376	-8

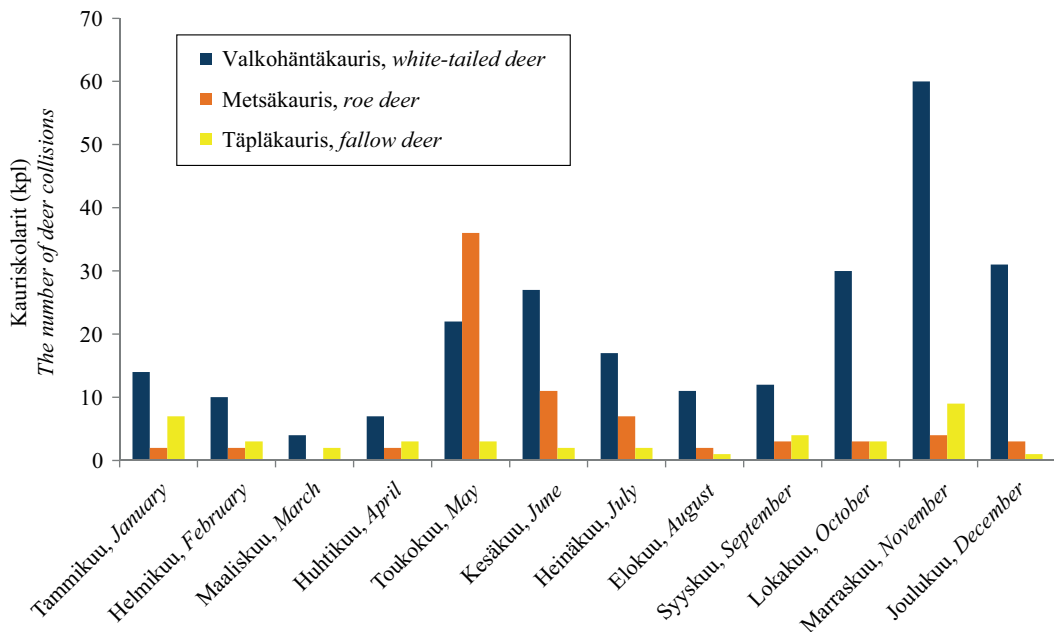
sa, jonka aikana ajettiin neljäsnes (25 %) kaikista tapahtuneista kolareista. Metsäkauriilla kuukausittainen piikki oli vieläkin selkeämpi: peräti puolet (48 %) aineiston metsäkauriista oli jäänyt auton alle toukokuussa.

Valkohäntäkauriskolareiden tavoin myös täpläkauriskolareissa oli piikki marraskuussa. Täpläkauriskolareiden yhteismäärä oli kuitenkin niin pieni, että lajia ei otettu mukaan jatkotarkasteluihin.

Kolerialttius kasvaa lisääntymisaikana

Kaksi kolmesta (67 %) auton alle jääneestä valkohäntäkauriista oli tunnistettu aikuisiksi eläimiksi. Näistä 58 % oli naaraita ja 42 % uroksia. Vasoja kolarieläimistä oli hieman alle viidennes (19 %). Sukupuoli ja/tai ikäluokka oli jäänyt tunnistamatta 35 eläimestä (14 %).

Peräti neljä kymmenestä auton alle jääneestä valkohäntäkaurisuroksesta koki kohtalonsa mar-



Kuva 2. Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueella kuukausittain tapahtuneet valkohäntä-, metsä- ja täpläkauriskolarit vuosina 2001–2012 (vuosien tiedot yhdistetty). Aineiston ovat keränneet suurriistavirka-aputoimintaan osallistuneet vapaaehtoiset metsästäjät.

Fig. 2. The number of monthly collisions with white-tailed deer, roe deer and fallow deer in the area of the Hyvinkää game management association between 2001 and 2012 (years combined). The data was voluntarily collected by hunters who provided executive assistance to the police.

raskuussa (taulukko 2). Pukkien osuus oli keskimääräistä suurempi myös loka- ja joulukuussa, sekä lisäksi kesäkuussa. Naaraita jäi auton alle pukkien tavoin suhteellisesti eniten (20 %) marraskuussa, joskaan piikki ei ollut yhtä huomattava kuin urosten. Marraskuun ohella naaraille vaarallista aikaa olivat alkukesän kuukaudet.

Lähes kaikki (86 %) kolariin joutuneet metsäkauriit oli tunnistettu aikuisiksi eläimiksi. Näistä hieman yli puolet (54 %) oli uroksia. Vasoja auton alle oli jäänyt vain viisi eli 7 prosenttia kaikista kolariin joutuneista metsäkauriista. Tarkemmin tunnistamatta jäi kuusi yksilöä (8 %).

Aineiston metsäkaurispukeista kuusi kymmenestä oli jäänyt auton alle toukokuun aikana (taulukko 3). Vastaava piikki oli havaittavissa myös naarilla: puolet naaraista oli joutunut kolariin toukokuussa. Toukokuun lisäksi metsäkauriita jäi supuolesta riippumatta keskimääräistä enemmän auton alle kesä- ja heinäkuussa.

Nuoret kauriit vaarassa touko- ja kesäkuussa

Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen SRVA-vapaaehtoiset olivat arvioineet joka viidennen (49 yksilöä) auton alle jääneen valkohäntäkauriin ns. ylivuotiaaksi eli edellisenä keväänä syntyneeksi vasaksi. Metsäkauriista ylivuotiaiksi oli tunnistettu 13 yksilöä (17 %).

Ylivuotiaiden valkohäntäkauriiden kanssa ajettu kolarit keskittyivät voimakkaasti touko- ja kesäkuulle. Lisäksi marraskuussa oli havaittavissa pieni piikki (kuva 3). Nuorten metsäkauriiden kanssa kolaroititiin lähes yksinomaan toukokuussa.

Urokset aktiivisimmillaan lisääntymisaikana

Panta-aineistosta laskettiin pannoitettujen kauriiden vuorokauden aikana liikkumat matkat ja edelleen sukupuolikohtaiset, kuukausittaiset keskiarvot. Valkohäntäkaurisnaaraat liikkuvat aktii-

Taulukko 2. Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueella vuosina 2001–2012 auton alle jääneet valkohäntäkauriit kuukausittain. Kolmessa kolarissa oli mukana useampia eläimiä, joten auton alle jääneiden eläinten määrä ei ole täysin vastaava kolareiden yhteismäärän (N = 245) kanssa. Taulukon aineiston ovat keränneet suurriistavirka-aputoimintaan osallistuneet vapaaehtoiset metsästäjät.

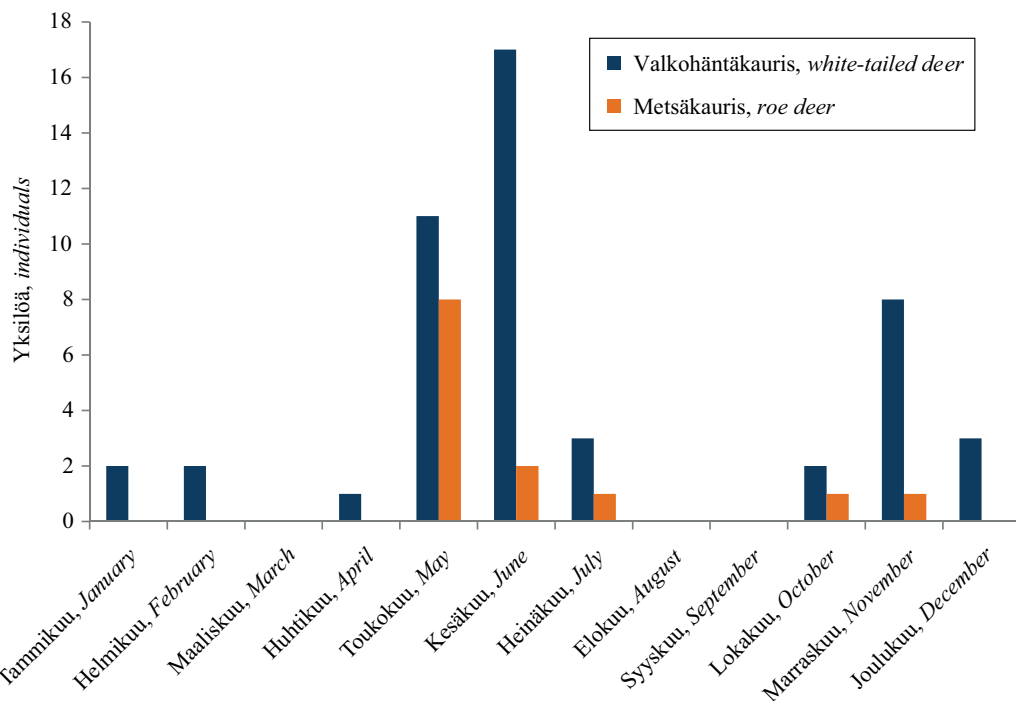
Table 2. The number of white-tailed deer hit by cars in the area of the Hyvinkää game management association between the years 2001 and 2012. There was more than one individual involved in three of the collisions, and therefore the number of individuals is not exactly the same as the number of collisions (N = 245). The numbers presented in the table are based on statistics voluntarily collected by hunters who have provided executive assistance to the police.

Kuukausi Month	Urokset, males		Naaraat, females		Vasat, calves		Ei tietoa, not known		Yhteensä, total	
	Yksilöä Individuals	%	Yksilöä Individuals	%	Yksilöä Individuals	%	Yksilöä Individuals	%	Yksilöä Individuals	%
Tammikuu, January	2	2.9	1	1.1	7	14.6	5	14.3	15	6.0
Helmikuu, February	1	1.4	4	4.2	4	8.3	1	2.9	10	4.0
Maaliskuu, March	1	1.4	2	2.1	1	2.1	0	0.0	4	1.6
Huhtikuu, April	1	1.4	5	5.3	0	0.0	1	2.9	7	2.8
Toukokuu, May	4	5.7	16	16.8	0	0.0	2	5.7	22	8.9
Kesäkuu, June	9	12.9	13	13.7	0	0.0	5	14.3	27	10.9
Heinäkuu, July	2	2.9	13	13.7	0	0.0	2	5.7	17	6.9
Elokuu, August	1	1.4	3	3.2	6	12.5	2	5.7	12	4.8
Syyskuu, September	0	0.0	3	3.2	8	16.7	1	2.9	12	4.8
Lokakuu, October	10	14.3	6	6.3	11	22.9	4	11.4	31	12.5
Marraskuu, November	27	38.6	19	20.0	6	12.5	8	22.9	60	24.2
Joulukuu, December	12	17.1	10	10.5	5	10.4	4	11.4	31	12.5
Yhteensä, total	70	100.0	95	100.0	48	100.0	35	100.0	248	100.0

Taulukko 3. Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueella vuosina 2001–2012 auton alle jääneet metsäkauriit kuukausittain. Yhdessä kolarissa oli mukana useampia eläimiä, joten auton alle jääneiden eläinten määrä ei ole täysin vastaava kolareiden yhteismäärän (N = 75) kanssa. Taulukon aineiston ovat keränneet suurriistavirka-aputoimintaan osallistuneet vapaaehtoiset metsästäjät.

Table 3. The number of roe deer hit by cars in the area of the Hyvinkää game management association between the years 2001 and 2012. There was more than one individual involved in one of the collisions, and therefore the number of individuals is not exactly the same as the number of collisions (N = 75). The numbers presented in the table are based on statistics voluntarily collected by hunters who provided executive assistance to the police.

Kuukausi, Month	Urokset, males		Naaraat, females		Vasat, calves		Ei tietoa, not known		Yhteensä, total	
	Yksilöä Individuals	%	Yksilöä Individuals	%	Yksilöä Individuals	%	Yksilöä Individuals	%	Yksilöä Individuals	%
Tammikuu, January	0	0.0	0	0.0	1	20.0	2	33.3	3	3.9
Helmikuu, February	0	0.0	1	3.3	1	20.0	0	0.0	2	2.6
Maaliskuu, March	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Huhtikuu, April	1	2.9	0	0.0	0	0.0	1	16.7	2	2.6
Toukokuu, May	20	57.1	15	50.0	0	0.0	1	16.7	36	47.4
Kesäkuu, June	4	11.4	5	16.7	1	20.0	1	16.7	11	14.5
Heinäkuu, July	4	11.4	3	10.0	0	0.0	0	0.0	7	9.2
Elokuu, August	1	2.9	1	3.3	0	0.0	0	0.0	2	2.6
Syyskuu, September	1	2.9	2	6.7	0	0.0	0	0.0	3	3.9
Lokakuu, October	3	8.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	3.9
Marraskuu, November	0	0.0	3	10.0	0	0.0	1	16.7	4	5.3
Joulukuu, December	1	2.9	0	0.0	2	40.0	0	0.0	3	3.9
Yhteensä, total	35	100.0	30	100.0	5	100.0	6	100.0	76	100.0



Kuva 3. Ylivuotiaksi tunnistettujen valkohäntä- ja metsäkauriiden kanssa ajettujen kolareiden kuukausittainen jakauma Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen alueella vuosina 2001–2012 (vuosien tiedot yhdistetty). Ylivuotiaksi katsottiin kolarijankohdasta riippumatta ne eläimet, joista oli riistanhoitoyhdistyksen tietokannassa esitetty ikäarvio ”1-vuotias” tai ”1,5-vuotias”. Aineiston ovat keränneet suurriistavirka-aputoimintaan osallistuneet vapaaehtoiset metsästäjät.

Fig. 3. The monthly distribution of collisions with white-tailed deer and roe deer yearlings in the area of the Hyvinkää game management association between the years 2001 and 2012 (years combined). All individuals estimated to be '1 years old' or '1.5 years old' are presented in the figure. The data was voluntarily collected by hunters who provided executive assistance to the police.

visimmin kevään ja kesän aikana, kun taas pukit olivat aktiivisimmillaan sekä alkukesästä että erityisesti kiima-aikaan marraskuussa (kuva 4A).

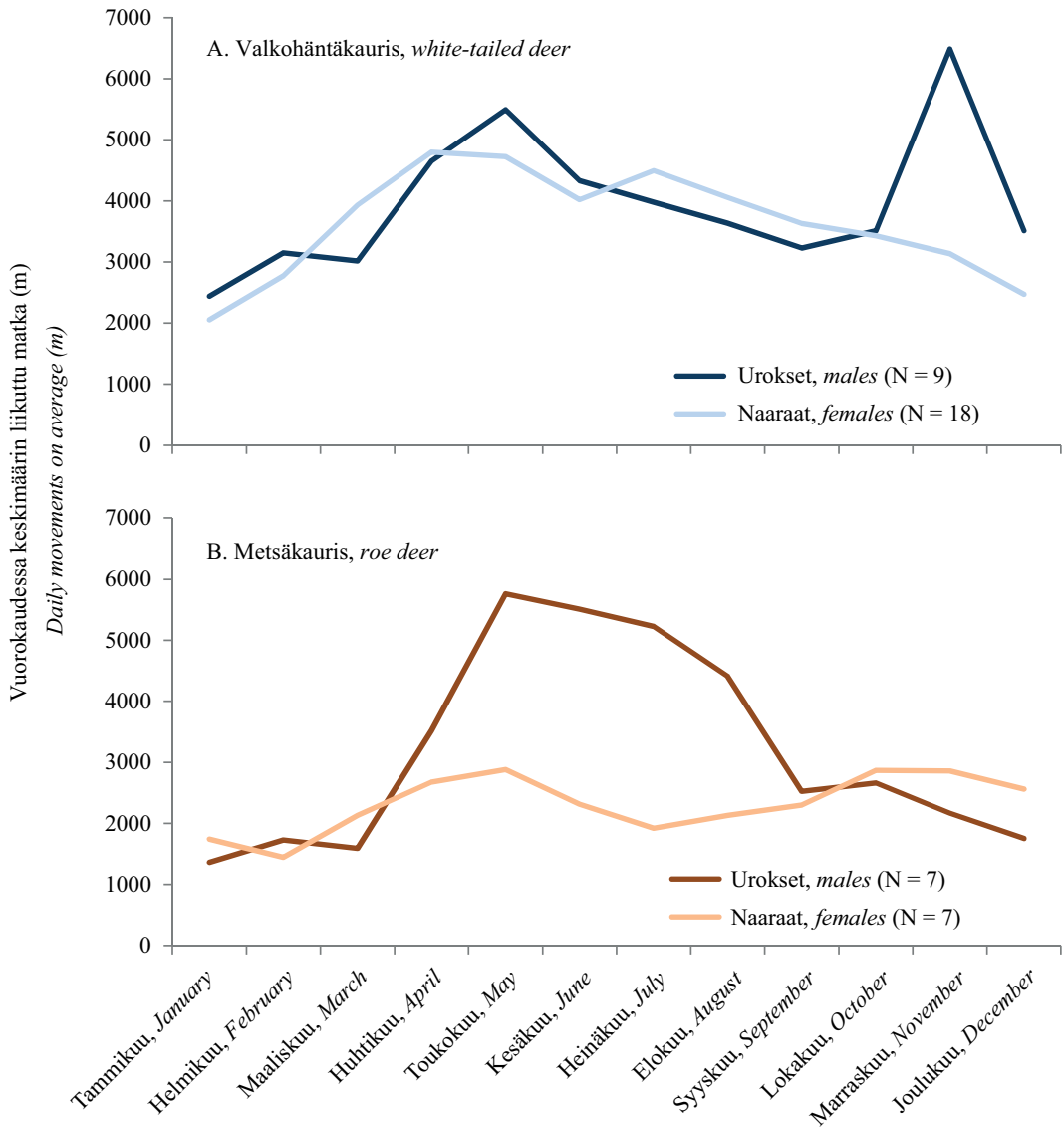
Metsäkaurisnaaraiden kuukausittaisessa liikkumisessa ei ollut kovin voimakasta vaihtelua (kuva 4B), joskin toukokuussa ja lokakuussa oli havaittavissa pienet aktiivisuuspiikit. Metsäkaurisurosten aktiivisuus sen sijaan kasvoi voimakkaasti toukokuussa ja pysyi korkeana aina elokuisen kiima-ajan loppuun saakka.

Pohdinta ja johtopäätökset

Antaako Hyvinkää liian hyvän kuvan?

Liikenneviraston onnettomuusrekisteriin tallennettujen peurakolareiden vuosittainen määrä ja

Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen SRVA-vapaaehtoisten kirjanpito peurakolareista vastasivat toisiaan varsin hyvin. Tutkimusjakson aikana ajettujen kolareiden yhteismäärä oli Liikenneviraston rekisterissä ja riistanhoitoyhdistyksen tietokannassa lähes identtinen, joskin vuosittaisissa kolarimäärissä oli pientä heiluntaa molempiin suuntiin. Tietolähteiden hyvä vastaavuus oli yllätys; koko maan tasolla vuosina 2005–2010 poliisille ilmoitetuista hirvieläinonnettomuuksista lähes neljännes on pudonnut tietojen käsittelyvaiheessa virallisten tilastojen ulkopuolelle (Mikael Appel, kirj. ilm.). Pudokkaiden puuttuminen Hyvinkäällä kertoneekin toimivasta yhteistyöstä viranomaisten ja riistanhoitoyhdistyksen välillä sekä siitä, että alueella toimivat poliisit kokevat hirvieläinonnettomuudet ja niihin liittyvän tilastoinnin tärkeäksi.



Kuvat 4A ja 4B. Pannoitettujen valkohäntäkauriiden (A) ja metsäkauriiden (B) keskimääräinen vuorokausittainen liikkumisaktiivisuus (metriä/vuorokaudessa) eri kuukausina.

Figs. 4A and 4B. The average daily movements (metres/day) of GPS-collared white-tailed deer (4A) and roe deer (4B) in different months.

Onnettomuusrekisterin ja SRVA-kirjanpidon hyvä vastaavuus Hyvinkäällä antaa viitteitä siitä, että alueellinen vaihtelu virallisiin tilastoihin päätyneiden peurakolareiden ja todellisuudessa tapahtuneiden onnettomuuksien välillä on suurta. Jos vuositasolla karkeasti joka neljäs poliisin tietoon tullut hirvieläinonnettomuus ei ole tallen-

tunut Liikenneviraston onnettomuusrekisteriin, tarkoittaa se sitä, että Hyvinkään ”puuttuva neljännes” on jäänyt jossain muualla raportoimatta. Lienee siis mahdollista, että joillakin alueilla virallisten kolarilukujen ja todellisuudessa tapahtuneiden törmäysten erotus on ollut jopa kymmeniä prosentteja.

Hirvieläinonnettomuuksien tilastointia uudistettiin syksyllä 2012. Nykyään poliisin tietokantaan tallennetut kolarit päätyvät mukaan Liikenneviraston tilastoihin riippumatta siitä, kuinka tarkasti onnettomuuksien taustatiedot on dokumentoitu (Liikennevirasto 2013). Näin ollen onnettomuusrekisterin tietojen ja todellisuudessa tapahtuneiden kolareiden vastaavuus tulee parantamaan tulevaisuudessa. Uudistus helpottaa kolari-tietojen käyttöä muun muassa kannanarvioinnin työkaluna, mutta samalla haasteeksi nousee vertailukelpoisen tilastointijakson ja pitkän aikasarjan katkeaminen. Jotta ennen syksyä 2012 tallennettuja hirvieläinonnettomuuksia voitaisiin käyttää tehokkaasti uusien kolari-tilastojen rinnalla muun muassa kannanarvioinnissa, tulisi onnettomuusrekisterin ja todellisuudessa tapahtuneiden kolareiden vastaavuuden alueellista ja ajallista vaihtelua selvittää tarkemmin.

Kiima ajaa valkohäntäkaurispukin liikkeelle

Kaikkiaan puolet tutkimusjaksomme aikana tapahtuneista valkohäntäkauriskolareista oli ajettu loka-joulukuussa. Loppusyksyn kolaripiikin taustalta voi löytyä useampia selittäjiä. Pimenevät syysillat hankaloittavat tiealueelle joutuneiden eläinten havaitsemista ja voivat näin osaltaan lisätä törmäyksen riskiä. Valkohäntäkauriit saattavat myös liikkua tavallista enemmän ja normaalia suuremmalla alueella metsästyksen aiheuttaman häiriön vuoksi (Root ym. 1988). Toisaalta metsästyskauden alku voi näkyä myös kasvaneena valoisan ajan kolaririskinä (Sudharsan ym. 2006), kun häirityt eläimet joutuvat liikkumaan samaan aikaan autoilijoiden kanssa.

Tässä tutkimuksessa seurattujen pantanaaraiden liikkumisaktiivisuuden huippu ajoittui alkukesälle, kun urosten liikkeissä oli aktiivisen alkukesän ohella voimakas piikki marraskuussa. Vastaavasti naaraiden kanssa ajatut kolarit painoutuivat kesän kuukausille, ja urosten kanssa törmättiin erityisesti marraskuussa. Tuloksemme antavat varsin vahvoja viitteitä siitä, että valkohäntäkauriiden liikkumisaktiivisuuden kasvu kasvattaa myös kolareiden määrää. Lisäksi vaikuttaisi siltä, että ”vaarallisimpia” valkohäntäkauriita ovat marraskuiset pukit: vaikka valkohäntäkaurisurokset liikkuvat loppusyksyn ohella aktiivisesti myös alkukesästä, kolaroidaan pukkien kanssa nimenomaan syysaikana.

Syynä marraskuun holtittomaan liikennekäytetyymiseen lienee valkohäntäkauriiden loppusyksylle ajoittuva kiima-aika – lisääntymisvietin liikuttamat pukit eivät ehdi katsoa vasemmalle eivätkä oikealle ennen tiealueelle ryntäämistä. Kiima-ajan kolaripiikki on tuttu ilmiö myös Pohjois-Amerikassa (Bellis & Graves 1971, Puglisi ym. 1974, Allen & McCullough 1976, Iverson & Iverson 1999), ja valkohäntäkaurisurosten on todettu olevan yleisesti naaraita alttiimpia jäämään auton alle (Etter ym. 2002).

Toukokuu tuhoisa metsäkauriille

Peräti puolet tutkimusjaksomme metsäkauriskolareista tapahtui toukokuun aikana. Keväälle tai alkukesälle ajoittuva kolaripiikki on havaittu myös muissa metsäkauriiden liikennekuolleisuutta selvittäneissä tutkimuksissa. Sloveniassa suurin osa metsäkauristörmäyksistä tapahtuu huhti-toukokuussa, joskin kauriita jää auton alle myös myöhemmin kesällä sekä syksyllä (Pokorny ym. 2006). Niin ikään Hollannissa metsäkauriskolareita tapahtuu eniten toukokuussa (Groot Bruinderink & Hazebroek 1996). Toisaalta Tanskasta kerättyssä aineistossa kauriskolareita oli raportoitu suhteellisesti eniten syksyllä (Madsen ym. 2002).

Cederlund (1989) totesi metsäkauriiden olevan aktiivisimmillaan touko-kesäkuun vaihteessa, ja havaintomme pantakauriiden toukokuuisesta liikkumispiikistä onkin hyvin linjassa tämän Keski-Ruotsissa toteutetun tutkimuksen tulosten kanssa. Pannoitettujen metsäkauriiden aktiivinen liikkuminen keväällä saattaa selittyä osin sillä, että pukit ryhtyvät valtaamaan reviereitään jo hyvissä ajoin ennen heinä-elokuussa koittavaa kiima-aikaa (esim. Pokorny ym. 2006). Toinen mahdollinen selittäjä on nuorten yksilöiden dispersaali eli oman elinpiirin etsiminen. Dispersoivien nuorten osuus riippuu muun muassa populaation tiheydestä, mutta kasvavan kannan alueella jopa kaksi kolmesta nuoresta kaurista voi lähteä etsimään onneaan muualta (Wahlström & Liberg 2009). Perimmäisestä syystä riippumatta vaikuttaisi siltä, että liikkumisaktiivisuuden kausittaisella vaihtelulla ja kolarimäärillä on vahva yhteys myös metsäkauriilla.

Ylivuotiaat seikkailijat kevätpiikin takana?

Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen kolaritietokantaan oli tallennettu ikäarvio osasta auton alle jää-



Metsäntutkimuslaitos ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ovat varustaneet sekä valkohäntä- että metsäkauriita GPS-GSM-seurantapannoilla.

The Finnish Forest Research Institute and the Finnish Game and Fisheries Research Institute have equipped white-tailed deer and roe deer with GPS-GSM collars.

neistä valkohäntä- ja metsäkauriista. Ylivuotiaaksi tunnistettujen eläinten kanssa oli kolaroitu lajista riippumatta useimmiten alkukesästä. Ilmiö ei ole entuudestaan tuntematon; tiealueelle eksyneet sorkkaeläimet, erityisesti hirvet, työllistävät poliisia alkukesän hämärinä öinä (Tuominen 2007), ja yleisesti uskotaan, että valtaosa alkukesän kolaritilastoistamme on seurausta nimenomaan nuorten hirvieläinten joskus arvaamattomastakin käytöksestä. Uskomus ei liene täysin perätön – ylivuotiaiden hirvien on todettu joutuvan kolariin todennäköisimmin kesä- ja heinäkuussa (Joyce & Mahoney 2001), ja vastaava ilmiö on havaittu myös valkohäntäkauriilla (Etter ym. 2002). Näyttääkin siis varsin todennäköiseltä, että ainakin osa keväisestä kolaripiikistämme voisi selittyä ylivuotiaiden, emonsa vieroittamien eläinten seikkailuilla.

Käytännön sovellutukset – tienpitäjän näkökulma

Tämän tutkimuksen keskeisin tulos oli, että metsäkauriit jäävät auton alle todennäköisimmin toukokuussa, kun taas valkohäntäkauriiden kanssa kolaroidaan loppusyksystä, erityisesti marraskuussa. Havaintoamme voitaisiin hyödyntää kolareiden ennaltaehkäisyssä käytettäviä toimenpiteitä ajallisesti tarkemmin kohdentamalla. Kolaririskistä varoittavia liikennemerkkejä käytetään hyvin yleisesti, ja lyhytaikaisilla varoitusmerkeillä on saatu hyviä tuloksia muun muassa muulipeurojen *Odocoileus hemionus* kanssa ajettujen kolareiden ennaltaehkäisyssä (Sullivan ym. 2004). Varoitusmerkkien asentamisesta ja poistamisesta aiheutuu kuitenkin kustannuksia, joten lienee epärealistista olettaa, että lyhytaikaisia varoitusmerkkejä

voitaisiin ottaa meillä käyttöön laajamittaisesti. Siksi olisikin toivottavaa, että tienpitäjä yhdessä riista-alan asiantuntijoiden kanssa selvittäisi vaihtoehtoisia tapoja varoittaa autoilijoita riskialttiimmista ajanjaksoista. Esimerkiksi paikallislehden sivuilla toukokuussa julkaistu kehoitus laskea ajonopeuksia kylän parhailla metsäkaurispaikoilla tai marraskuinen muistutus valkohäntäkauriiden kiima-ajasta saattaisi kääntää paikalliset kolari-tilastot laskusuuntaan.

Tutkimuksemme tulokset myös alleviivaavat tarvetta siirtyä ”peurakolareiden” tilastoinnista lajikohtaiseen tietojen tallentamiseen: eri tavoin käyttäytyvien lajien niputtamisessa katoaa paljon sellaista informaatiota, jota voitaisiin hyödyntää onnettomuuksien ennaltaehkäisyssä. Myös kolarieläinten sukupuolen tallentaminen tuottaisi tärkeää lisätietoa, joka voisi paitsi olla paitsi käyttökelpoinen työkalu kantojen arvioinnissa, myös sovellettavissa tienpitäjän tarpeisiin. Poliisivetoiseen tilastointiin liittyy toki muutamia haasteita, jotka voivat hankaloittaa kirjattavien tietojen tarkkuuden parantamista. Pienten hirvieläinten lajin- ja erityisesti iänmääritys vaatii erityistaitoja, ja toisaalta poliisi ei edes käy jokaisella onnettomuuspaikalla. On myös otettava huomioon viranomaistoiminnan rajalliset resurssit. Olisiko kenties mahdollista, että ratkaisu löytyisi SRVA-vetoisesti kerättävästä, virallisen tilastoinnin kanssa rinnakkaisesta kolarirekisteristä? Vapaaehtoisten metsästäjien turhaa kuormittamista paperitöillä on toki syytä välttää, mutta teknisten apuvälineiden yleistyminen avaa nopeasti uusia mahdollisuuksia. Ehkä jo parin vuoden kuluttua yksi älypuhelimien napinpainallus riittää lähettämään kolarieläimen valokuvan tarpeellisine lisätietoineen suoraan automaattisesti toimivaan tietokantaan.

Kiitokset. Tämän tutkimuksen toteuttaminen ei olisi onnistunut ilman Hyvinkään riistanhoitoyhdistyksen SRVA-vapaaehtoisten pitkäjänteistä toimintaa. Haluammekin osoittaa heille kaikille lämpimät kiitoksemme. Rikosylikonstaapeli Mikael Appel Pohjanmaan poliisilaitoksesta sekä erikoistutkija Riikka Rajamäki VTT:ltä ovat valottaneet meitä hirvieläinonnettomuuksien tilastointikäytännöistä sekä niihin liittyvistä haasteista. Riikka Rajamäki ja Visa Eronen esittivät hyviä huomioita käsikirjoitukseemme. Kiitämme maa- ja metsätalousministeriötä valkohäntä- ja metsäkauriiden pannoitushankkeen rahoittamisesta sekä tutkimusalueiden metsästäjiä pannoituksissa avustamisesta.

Suomen Kulttuurirahastoa kiitämme Milla Nieminen, ja Alfred Kordelinin säätiötä Markus Melinin työskentelyn rahoittamisesta.

Summary: Monthly distribution of white-tailed deer and roe deer collisions in Southern Finland

Several thousand ungulate–vehicle collisions occur in Finland every year. The annual number of deer accidents has been increasing, while the number of moose–vehicle collisions has been decreasing. In 2012, there were 3,880 reported deer–vehicle collisions and 1,321 crashes with moose. Thus, deer–vehicle collisions are an important traffic safety risk and there is a continuous need to better understand the reasons accounting for those accidents.

In Finland, the driver must call the emergency number after an ungulate–vehicle collision has occurred. All reported collisions are registered by the police and information about the accidents is added to a separate database. Collisions with moose are registered as moose–vehicle collisions, but accidents with smaller ungulates are marked as ‘deer collisions’, regardless of the species. There are four wild deer species in Finland (white-tailed deer *Odocoileus virginianus*, roe deer *Capreolus capreolus*, wild forest reindeer *Rangifer tarandus fennicus* and fallow deer *Dama dama*), which means that the statistics on deer collisions represent a combination of all these species. The population sizes of wild forest reindeer and fallow deer are so small that their importance in the country-level statistics is marginal. However, the exact role of more abundant species, such as white-tailed deer and roe deer, in these statistics is unknown.

In Finland, it is an official practice that local hunters provide executive assistance to the police when an ungulate–vehicle collision takes place. Voluntary hunters check the condition of the animal after the collision and put it down if necessary, but hunters have no responsibility for collecting any statistics. However, sometimes unofficial statistics are collected. For this study, we were lucky to have obtained a specific accounting of deer–vehicle collisions collected on a voluntary basis by hunters from the Hyvinkää game management association. In contrast with the official register, the statistics collected by the hunters recorded the species, sex, and in some cases, even an estimated age of the animal.

The purpose of this study was to obtain species-specific information about deer–vehicle collisions by using supplementary, more specific data collected on a voluntary basis by hunters instead of using the mere official records. First, we assessed whether or not the monthly distribution of the white-tailed deer and roe deer collisions is different throughout the year. Second, we analyzed the possible differences in the temporal distribution of the collisions with yearlings. In addition, we used movement data (metres/day, one average monthly value for both species) collected from 27 GPS-collared white-tailed deer and 14 roe deer to estimate if the monthly activity of the animals explained the monthly distribution of collisions.

The study was conducted in the area of the Hyvinkää game management association, which is located in Southern Finland (Fig. 1). One four-lane highway with a smaller parallel road and one major road split the study area into different parts, and there is a dense network of minor roads in the area as well. Landscape structures in the area range from

population centres to a mosaic of settlement and cultivated areas. However, there are some relatively non-fragmented forest areas as well. Three out of four of Finland's small ungulate species (white-tailed deer, roe deer, fallow deer) live in the area.

Based on the hunters' statistics, there were 376 deer collisions in the Hyvinkää area between 2001 and 2012 (Table 1). More than half (65 per cent) were collisions with white-tailed deer, while the proportion of roe deer collisions was 20 per cent and fallow deer 11 per cent. Four per cent of the collisions were with unidentified species. In four of the collisions more than one individual was involved, and the total number of deer involved in collisions was 379.

The monthly distribution of white-tailed deer and roe deer collisions were significantly different ($\chi^2 = 50.84$; $df = 11$; $p < 0.001$). For white-tailed deer, the highest accident peak was in late autumn, particularly in November, but there was a smaller peak in the summertime as well (Fig. 2). For roe deer, the peak month was May. The number of fallow deer collisions increased slightly in November, but since the total number of collisions was small, the species was omitted from further analyses.

For white-tailed deer, males were more likely to be involved in collision in late autumn, while the proportion of females involved in collisions was larger in the summertime (Table 2). Similarly, there were slightly more collisions with male roe deer during the peak month (Table 3), but the difference between sexes was not as clear as with white-tailed deer. Regardless of the species, the yearlings were more likely to get hit by a car in early summer than during other seasons (Fig. 3).

Movement data from GPS-collared individuals was in line with our findings on the monthly distribution of collisions. For white-tailed deer, there were two activity peaks: the first in early summer and the second in late autumn, when the bucks were highly active (Fig. 4A). For roe deer, the highest activity peak was in May and males stayed active throughout the summer months (Fig. 4B).

In this study, we found that the most collisions with white-tailed deer happened in late autumn. The timing is consistent with the rutting time for white-tailed deer, which can also be seen in the activity peak of the GPS-collared bucks. Thus, the rutting time seems to be a potential reason for the collision peak. The other possible explanation is darkness: drivers are less likely to detect animals roaming near the road in autumn than under good driving conditions.

The territorial behaviour of males before rutting time seems to be a possible explanation for the timing of roe deer collisions. Bucks start to occupy their territories in early summer and defend those areas until the heat in the late July or the beginning of August. An additional explanation for the spring peak in the number of collisions is the yearlings' erratic movement behaviour after weaning. That is supported by our observation that yearlings of both deer species were more likely to be involved in collisions in early summer.

Regardless of the ultimate reasons behind our results, they may have significant practical value for traffic safety planning. It would be possible to develop temporal, species-specific warning signs for collision 'hot spots' or to adjust the timing of traffic safety campaigns to meet the true collision peaks. In addition, it would be possible to develop car navigation systems that give real-time species-specific

and time-specific warning messages when a driver is approaching the riskiest road sections.

Kirjallisuus/References

- Allen, R.E. & McCullough, D.R. 1976: Deer-car accidents in southern Michigan. – *J. Wildl. Manage.* 40: 317–325.
- Bellis, E.D. & Graves, H.B. 1971: Deer mortality on a Pennsylvania interstate highway. – *J. Wildl. Manage.* 35: 232–237.
- Cagnacci, F., Focardi, S., Heurich, M., Stache, A., Hewison, A.J., Morellet, N., Kjellander, P., Linnel, J.D.C., Mysterud, A., NÉteler, M., Delucchi, L., Ossi, F., & Urbano, F. 2011: Partial migration in roe deer: migratory and resident tactics are end point of a behavioural gradient determined by ecological factors. – *Oikos* 120: 1790–1802.
- Cederlund, G. 1989: Activity pattern in moose and roe deer in a north boreal forest. – *Holarctic Ecol.* 12: 39–45.
- Clements, G.M., Hygnstrom, S.E., Gilsdorf, J.M., BAasch, D.M., Clements, M.J. & Vercauteren, K.C. 2011: Movements of white-tailed deer in riparian habitat: implications for infectious diseases. – *J. Wildl. Manage.* 75: 1436–1442.
- Etter, D.R., Hollis, K.M., Van Deelen, T.R., Ludwig, D.R., Chelsvig, J.E., Anchor, C.L. & Warner, R.E. 2002: Survival and movements of white-tailed deer in suburban Chicago, Illinois. – *J. Wildl. Manage.* 66: 500–510.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A. & Hazebroek, E. 1996: Ungulate traffic collisions in Europe. – *Conserv. Biol.* 10: 1059–1067.
- Grund, M.D., McAninch, J.B. & Wiggers, E.P. 2002: Seasonal movements and habitat use of female white-tailed deer associated with an urban park. – *J. Wildl. Manage.* 66: 123–130.
- Haikonen, H. & Summala, H. 2001: Deer-vehicle crashes. Extensice peak at 1 hour after sunset. – *Am. J. Prev. Med.* 21:209–213.
- Hoem, S.A., Melis, C., Linnel, J.D. & Andersen, R. 2007: Fighting behaviour in territorial male roe deer *Capreolus capreolus*: the effects of antler size and residence. – *Eur. J. Wildl. Res.* 53: 1–8.
- Huijser, M.P., Duffield, J.W., Clevenger, A.P., Ament, R.J. & McGowen, P.T. 2009: Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the United States and Canada: a decision support tool. – *Ecol. Soc.* 14: 15. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art15>
- Iverson, A.L. & Iverson, L.R. 1999: Spatial and temporal trends of deer harvest and deer-vehicle accidents in Ohio. – *Ohio J. Sci.* 99: 84–94.
- Joyce, T.L. & Mahoney, S.P. 2001: Spatial and temporal distributions of moose-vehicle collisions in Newfoundland. – *Wild. Soc. Bull.* 29: 281–291.
- Krisp, J.M. & Durot, S. 2007: Segmentation of lines based on point densities – An optimisation of wildlife warning sign placement in southern Finland. – *Accid. Anal. Prev.* 39: 38–46.
- Liikennevirasto 2013: Hirvieläinonnettomuudet maanteillä vuonna 2012 (Summary: Elk and deer accidents on highways in 2012). – *Liikenneviraston tilastoja 5/2013*. 24 pp.

- Madsen, A.B., Strandgaard, H. & Prang, A. 2002: Factors causing traffic killings of roe deer *Capreolus capreolus* in Denmark. – *Wildl. Biol.* 8: 55–61.
- Metsästäjäin Keskusjärjestö 2007: Metsäkuoris. – Metsästäjäin Keskusjärjestö, 83 pp. (in Finnish)
- Niemi, M., Martin, A., Tanskanen, A. & Nummi, P. 2010: How effective are wildlife fences in preventing collisions with wild ungulates? – Teoksessa/In: Richter, V., Puky, M. & Seiler, A. (toim./eds.), Improving connections in a changing environments. Collection of short papers from the 2010 IENE Conference. pp. 79–83.
- Niemi, M., Tiilikainen, R. & Nummi, P. 2013: Moose-vehicle collisions occur earlier in warm springs. – *Acta Theriol.* 58: 341–347.
- Pokorny, B. 2006: Roe deer-vehicle collisions in Slovenia: situation, mitigation strategy and countermeasures. – *Veterinarski Arhiv* 76: 177–187.
- Puglisi, M.J., Lindzey, J.S. & Bellis, E.D. 1974: Factors associated with highway mortality of white-tailed deer. – *J. Wildl. Manage.* 38: 799–807.
- R Development Core Team 2013: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. SIBN 3-900051-07-7. [Http://R-project.org](http://R-project.org).
- Romin, L.A. & Bissonette, J.A. 1996: Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. – *Wild. Soc. Bull.* 24: 276–283.
- Root, P.G., Fritzell, E.K. & Giessman, N.F. 1988: Effects of intensive hunting on white-tailed deer movement. – *Wild. Soc. Bull.* 16: 145–151.
- San José, C. & Lovari, S. 1998: Ranging movements of female roe deer: do home-loving does roam to mate? – *Ethology* 104: 721–728.
- Seiler, A., Helldin, J.-O. & Seiler, C. 2004: Road mortality in Swedish mammals: results of a drivers' questionnaire. – *Wildl. Biol.* 10: 225–233.
- Sudharsan, K., Riley, S.J. & Winterstein, S.R. 2006: Relationship of autumn hunting season to the frequency of deer-vehicle collisions in Michigan. – *J. Wildl. Manage.* 70: 1161–1164.
- Sullivan, T.L., Williams, A.F., Messmer, T.A., Hellinga, L.A. & Kyrychenco, S.Y. 2004: Effectiveness of temporary warning signs in reducing deer-vehicle collisions during mule deer migrations. – *Wild. Soc. Bull.* 32: 907–915.
- Suomen riistakeskus 2013: [Http://riista.fi/riistatalous/riistavahingot-ja-konfliktit/suurriistavirka-apu/](http://riista.fi/riistatalous/riistavahingot-ja-konfliktit/suurriistavirka-apu/)
- Suomen riistakeskus & Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2013: [Http://www.riistaweb.fi](http://www.riistaweb.fi)
- Tierson, G.F.M., Sage, R.W.Jr. & Behrend, D.F. 1985: Seasonal movements and home ranges of white-tailed deer in the Adirondacks. – *J. Wildl. Manage.* 49: 760–769.
- Tuominen, M. 2007: Hirvieläinonnettomuudet riista-aitojen sisäpuolella. – Teoksessa/In: Niemi, M., Väre, S., Martin, A., Grenfors, E., Krisp, J., Tuominen, M. & Nummi, P., Eläinten liikkuminen tiealueella. MOSSE-ohjelman osatutkimukset 2003–2006. Tiehallinnon selvityksiä 54/2007, pp. 60–62. Helsinki (in Finnish).
- Vectronic 2013: [Http://www.vectronic-aerospace.com/wildlife.php](http://www.vectronic-aerospace.com/wildlife.php)
- Vercauteren, K.C. & Hygnstrom, S.E. 1998: Effects of agricultural activities and hunting on home ranges of female white-tailed deer. – *J. Wildl. Manage.* 62: 280–285.
- Wahlström, L.K. & Liberg, O. 1995: Patterns of dispersal and seasonal migration in roe deer (*Capreolus capreolus*). – *J. Zool.* 235: 455–467.
- WRAM (Wireless Remote Animal Monitoring) 2013: [Http://www.sl.u.se/WRAM/](http://www.sl.u.se/WRAM/)
- Hyväksytty/Accepted 17.10.2013
- Milla Niemi & Karin Häggblom
Helsingin yliopisto, metsätieteiden laitos
University of Helsinki, Department of Forest Sciences
P.O. Box 27
FI-00014 Helsingin yliopisto, Finland
email: milla.niemi@helsinki.fi
- Markus Melin
Itä-Suomen yliopisto, metsätieteiden osasto
University of Eastern Finland, School of Forest Sciences
P.O. Box 111
FI-80101 Joensuu, Finland
- Juho Matala
Metsäntutkimuslaitos
The Finnish Forest Research Institute
P.O. Box 68
FI-80101 Joensuu, Finland
- Pertti Hokkanen
Viitasaarentie 2865
FI-43170 Häikkilä, Finland
- Raisa Tiilikainen
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O. Box 2
FI-00791 Helsinki, Finland
- Antti Paasivaara & Jyrki Pusenius
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Finnish Game and Fisheries Research Institute
Yliopistokatu 6
FI-80101 Joensuu, Finland
- Hannu Järvenpää
Hyvinkään riistanhoitoyhdistys
Hyvinkää Game Management Association
Suopellontie 258
FI-05720 Hyvinkää, Finland