

Jaakko Mononen, Hertta Pulkkinen, Teija Pyykönen, Jyrki Juntunen, Sari Hänninen ja Leena Ahola

Lentomelun vaikutus tarhattujen sinikettujen lisääntymiseen: esitutkimus

The effects of aviation noise on reproduction in farmed blue foxes: a pilot study

YHTEENVETO

Suomen ilmavoimat ei pysty täysin välttämään turkistarbojen ylitse lentämistä eläinten lisääntymisaikana, ja se maksaa vuosittain korvausta pentutappioista, joiden oletetaan johtuvan lentomelusta. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten lentomelu vaikuttaa Suomen tärkeimmän tarbaturkiseläimen eli siniketun (*Alopex lagopus*) lisääntymistulokseen ja käyttäytymiseen. Koe suoritettiin altistamalla 49 keinosiemennettyä/paritettua sinikettunaarasta koetarhan lähellä ja sen yli lentävien F-18 Hornet -torjuntabävittäjien lentomelulle. Lentoja suoritettiin kaikkiaan viitenä päivänä naaraiden tiineyden eri vaiheissa tai pentujen synnyttyä. Melutaso eläinten häkkien tasolla oli lentojen aikana L_{AFmax} 84–107 dB. Koetarhalla havainnoitiin myös 40 naaraan käyttäytymistä yhden lentokerran aikana. Verrokkieläiminä olivat toisen, lentotoiminnalta täysin rauhoitetun tarhan 49 keinosiemennettyä/paritettua naarasta. Molemmilta tarboilta kerättiin kettujen lisääntymistiedot. Pentutuloksen (laskettu 1. heinäkuuta) keskiarvo oli suurempi lentomelutarhalla ($4,7 \pm 4,3$ pentua/siitosnaaras) kuin kontrollitarhalla ($3,9 \pm 4,3$), mutta tämä tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Lentomelulla saattaa kuitenkin olla negatiivinen vaikutus kokemattomien, ensimmäistä kertaa lisääntyvien naaraiden lisääntymistulokseen. Eläimet voitiin luokitella lentojen aikana havaitun käyttäytymisen mukaan kolmeen eri luokkaan: pelokkaat (30 % eläimistä), valppaat (43 %) ja passiiviset (28 %). Näillä eri käyttäytymistavoilla ei ollut kuitenkaan yhteyttä penikoinnin onnistumiseen. Kyseessä oli esikoe, ja eläinten määrä kokeessa oli pieni, joten johtopäätösten teossa on oltava varovaisia. Tulokset viittaavat kuitenkin siihen, että altistus melko voimakkaalle ja usein toistuvalla lentomelulla ei välttämättä heikennä sinikettujen lisääntymistulosta. Toisaalta käyttäytymishavainnot osoittivat, että osa eläimistä koki lentomelun selvästi epämiellyttävänä.

SUMMARY

The Finnish Air Force (FAF) cannot fully avoid flying over fur farms during the breeding season. FAF pays yearly for cub losses assumed to be caused by aviation noise. Our aim was to study how aviation noise affects reproduction and behaviour of farmed blue foxes (*Alopex lagopus*), the most important fur animal in Finland. Forty-nine artificially inseminated/mated blue fox vixens were exposed to aviation noise from F-18 Hornet jet fighters flying near and over the experimental farm. The flights were repeated during five days during the time the vixens were pregnant or had cubs. The noise on the level of the fox cages was L_{AFmax} 84–107 dB. The behaviour of 40 females was observed at the experimental farm during one noise exposure. Forty-nine vixens at another farm without any flight activity acted as control animals. Reproductive performance data were recorded and collected from both farms. The average reproductive performance (on 1st of July) was better on the aviation noise farm ($4,7 \pm 4,3$ cubs/breeding female) than on the control farm ($3,9 \pm 4,3$), but this difference was not statistically significant. However, aviation noise may have a negative effect on the reproduction of primiparous vixens. The vixens could be classified to three categories according to their behaviour during the aviation noise: fearful (30 % of animals), alert (43 %) and passive (28 %). The behaviour of the vixens was not related to their reproductive performance. Our study was a pilot study, and the number of animals was limited to allow any firm conclusions. However, the results may show that exposure to rather strong and repeated aviation noise does not necessarily impair blue foxes' reproductive performance. On the other hand, some of the vixens clearly regarded the noise as aversive.

JOHDANTO

Suomen ilmavoimien on välttämättömää suorittaa harjoituslentoja ympäri vuoden. Harjoittelu suoritetaan tarkkojen ohjeiden mukaisesti, ja lentäjät pyrkivät välttämään muun muassa turkistarhojen ylitse lentämistä, varsinkin eläinten lisääntymiskaudella. Ristiriitoja tarhaajien ja ilmavoimien välillä kuitenkin esiintyy, ja ilmavoimat on vuosittain korvannut turkistarhoille ylilennoista aiheutuneita pentutappioita. Lentomelun ajatellaan aiheuttavan emoille niin suurta stressiä, että emot joko abortoivat sikiöitä, jättivät hoitamatta tai jopa hävittävät pentujaan tavallista enemmän. Tutkimuksia lentomelun vaikutuksesta lisääntymistulokseen ei ole kuitenkaan tehty.

Suomessa tarhataan useita turkiseläinlajeja: sinikettuja (*Alopex lagopus*), hopeakettuja (*Vulpes vulpes*), supikoiria (*Nyctereutes procyonoides*), minkkejä (*Mustela vison*) ja hillereitä (*Mustela putorius*) (STKL. Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry. <http://www.stkl-fpf.fi>. 12.2.2003). Suomi on yksi maailman johtavista turkistarhausmaista. Määrällisesti eniten Suomessa tuotetaan sinikettuja, ja sinikettu on myös taloudellisesti Suomen merkittävin turkiseläin. Siksi tässä tutkimuksessa keskityttiin siihen, kuinka lentomelu vaikuttaa juuri siniket-
tuun.

Eläinten lisääntymisaika loppu-
talvesta alkukesään on turkistarhaajille vuoden tärkeintä aikaa. Hyvä lisääntymistulos on ratkaiseva tekijä turkistarhan kannattavuuden kannalta (Hernesniemi ja Knutar 2000). Lisääntymisen onnistumiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten naaraan ikä ja terveydentila, rehun laatu ja määrä sekä sääolosuhteet. Mahdolliset lisääntymisongelmat ilmenevät ketuilla monin eri tavoin (Smeds 1992, Harri ym. 2000). Kaikki naaraat eivät tule kiimaan, ja niitä ei saada

paritettua tai keinosiemennettyä. Smedsin (1992) suuren kenttätutkimuksen mukaan 26 prosenttia sinikettunaaraista jää tyhjiksi eli ne eivät parituksesta tai keinosiemennyksestä huolimatta synnytä jälkeläisiä. Syitä tähän voi olla kaksi: hedelmöitymistä ei ole lainkaan tapahtunut tai tiineys keskeytyy. Osa syntyneistä pennuista (20 %) ei puolestaan selviä vieroitusikänsä saakka, vaan ne kuolevat joko synnynnäistä heikkouttaan tai koska emo ei hoida niitä kunnolla. Jos lisääntymiskauden aikainen lentomelu aiheuttaisi lisääntymistä heikentävää stressiä sinikettunaaraille, se näkyisi todennäköisimmin tyhjien naaraiden ja hävinneiden pentujen määrissä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka altistus usein toistuvalla ja voimakkaalla lentomelulle vaikuttaa tarhattujen sinikettujen lisääntymismenestykseen. Lisäksi havainnoitiin eläinten käyttäytymistä lentomelu-
altistuksen aikana.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Eläimet ja niiden hoito

Tutkimuksessa käytetyt sata sinikettunaarasta vuokrattiin tutkimuksen ajaksi normaalilta kaupalliselta turkistarhalla (Kaavi, Koillis-Savo). Naaraat keinosiemennettiin (95 naarasta) tai paritettiin (viisi naarasta). Koe-eläimet valittiin muodostamalla tarhan kaikkien keinosiemennettyjen/paritettujen (jatkossa käytetään termiä siemennetty) naaraiden joukosta 50 mahdollisimman paljon toisinaan vastaavaa paria, niin sanottua verrannollista paria. Parien muodostamisessa käytettiin kriteereinä naaraan ikää, siemennyspäivää, hedelmällisyysindeksiä ja sisarusuhteita. Kunkin parin toinen yksilö jäi kotitarhalle verrokkieläimeksi, ja toinen eläin siirrettiin koetarhalle (lentomelutarha). Siirrot tehtiin kahdessa erässä: yhdeksän eläintä 19. huhtikuuta ja 40

eläintä 25. huhtikuuta. Siirrot tapahtuivat tiineyden 10.–35. päivänä. Koetarha (Juankoski, Koillis-Savo) oli poistettu käytöstä vain vuotta aiemmin, ja se oli täysin toimintakuntoinen. Jälkimmäisen siirron verrokkieläimille tehtiin siirtoa (32 km) vastaava autokuljetus. Verrokkitarhan eläinten hoidosta vastasi tämän tarhan normaali henkilökunta, ja lentomelutarhalla tätä tarhaa aiemmin pitänyt tarhaaja. Hoitokäytäntöjen samankaltaisuus varmistettiin vieraillemalla molemmilla tarhoilla ja haastattelemalla ja opastamalla tarhaajia. Tarhat käyttivät samaa Ylä-Karjalan Rehu Oy:n (Valtimo) valmistamaa tuorerehua. Molemmat tarhat sijaitsivat rauhallisilla paikoilla, kaukana asutuksesta ja suurista teistä, joten voidaan olettaa, että koe-eläimet eivät olleet juurikaan tottuneet ylimääräiseen meluun. Verrokkitarhalla ei ollut aikaisemmin ollut häiriöitä lentotoiminnasta, joten koe-eläimet eivät olleet tottuneet lentomeluun.

Tutkimuksen aikana kummaltakin tarhalla kuoli yksi emo. Näille eläimille tehtiin ruumiinavaukset, ja kuolinsyynä olivat todennäköisimmin toisella eläimellä rasvamaksa ja toisella kohtutulehdus. Kuolemilla ei ollut selvää yhteyttä koejärjestelyyn, ja nämä eläimet on poistettu tutkimusaineistosta. Muut emot olivat kokeen aikana terveitä ja hyväkuntoisia.

Lentomelu

Lentomelu aiheutettiin F-18 Hornet-torjuntahävittäjillä, jotka ovat meluisimpia Suomessa käytettävistä konetyypeistä. Lentoja suoritettiin viitenä eri päivänä naaraiden ollessa tiineyden eri vaiheissa tai kun pennut olivat jo syntyneet (taulukko 1). Lentojen aikana koneet kaartelivat useita minuutteja alueen yllä tehden myös suorita yllilentoja matalalla (noin 300 m) koetarhan ylitse. Melutasoja eläinten häkkien tasolla mitattiin B&K Precision Sound Level Meter-me-

TAULUKKO 1 TABLE

Yksityiskobitaiset tiedot lentomelualtistuksesta sekä sinikettunaaraiden lisääntymisen vaihe altistusten aikana.

Detailed information on aviation noise exposure and reproductive status of the blue fox vixens during the exposures.

Päivä	Kantavia naaraita (kpl) ^a	Synnyttäneitä naaraita (kpl) ^b	Lentotilanteen kokonaiskesto (min)	Ylilentojen lukumäärä	Maksimi melutaso ylilentojen aikana (dB)
Date	Number of pregnant vixens ^a	Number of vixens that had given birth ^b	Total duration of flight situation	Number of fly-overs	Maximal noise during fly-overs
24. huhtikuuta ^c					
April 24 th	9	0	2	4	107
30. huhtikuuta ^{cd}					
April 30 th	49	0	5	-	84
15. toukokuuta ^c					
May 15 th	42	7	4	8	108
29. toukokuuta					
May 29 th	17	32	5	kaartelu ^f	-
18. kesäkuuta					
June 18 th	0	49	12	kaartelu ^f	-

^a Siemennetty mutta laskettu penikoimis aika ei vielä mennyt. Artificially inseminated/mated but expected whelping time not passed.

^b Sisältää myös pentuja saamattomat (tyhjat) eläimet, joiden laskettu aika oli ylitetty vähintään kolmella päivällä. Includes vixens that did not have cubs, but whose expected whelping day was passed with three or more days.

^c Käyttätymisseurannan harjoittelu. Practising of behavioural observations.

^d 1–3 km:n etäisyydellä lentäneen koneen meluvaikutusten selvitys. Noise measurement of the aircraft flying at a distance of 1–3 km.

^e Käyttätymisseuranta 40 naaraalle. Behavioural observations of 40 vixens.

^f Intensiivistä kaartelua tarhan yllä. Intensive flight action above the farm.

lumittarilla (tyyppi 2232, Brüel & Kjær, Nærum, Denmark) kolmen ensimmäisen lentokerran aikana. Yksittäiset ylilennot suoritettiin aiheuttaen mahdollisimman paljon melua, muun muassa käyttäen jälkipolttoa. Yksittäisten ylilentojen maksimimelutasot olivat yli L_{AFmax} 100 dB, ja muulloinkin melualtistuksen aikana melutaso oli pitkiä aikoja L_{AFmax} 85–90 dB. Kahden viimeisen lentokerran (29. toukokuuta ja 18. kesäkuuta) aikana melutasoja ei mitattu, mutta lennoista kirjautuvien tietojen mukaan nuo lennot vastasivat lentokorkeudeltaan ensimmäistä (24. huhtikuuta) ja kolmatta (15. toukokuuta) lentokertaa. Kahdella

viimeisellä lentokerralla hävittäjät kaartelivat hyvin intensiivisesti koetarhan yllä. Toisella lentokerralla (30. huhtikuuta) suoritettiin ohilento kauempaa tarhasta. Näin saatiin tietoa etäisyyden vaikutuksesta aiheutettuun lentomeluun.

Verrokkitarhan lähialueella ei lennety kokeen aikana kertaa-kaan. Kummankaan tarhan alueella ei kokeen aikana havaittu mitään muuta häiritsevää tai tavallisuudesta poikkeavaa.

Lisääntymistulos

Pentujen laskeminen suoritettiin tarhaajien normaalin käytännön mukaisesti. Penikoinnin onnistuminen, oliko emolla pentuja vai

ei, tarkistettiin lasketun penikoinnisaajan molemmiin puoliin, mutta syntyneiden pentujen lukumäärää ei tuolloin laskettu. Pentujen lukumäärä laskettiin kaksi viikkoa synnytyksen jälkeen ja 1. heinäkuuta. Jälkimmäinen laskenta, jolloin pennut olivat 26–57 päivän ikäisiä, oli tarhaajien siitoseläinkirjanpitoa ja jalostustyötä varten suorittama laskenta. Pentujen lukumäärä laskettuna kahden viikon iässä tai muutamia viikkoja myöhemmin on yleensä lähes sama, koska sinikettujen pentuhävikki on suurinta pentujen ensimmäisten elinpäivien aikana (Ilukha ym. 1997). Näin oli meidänkin tutkimuksessamme, ja lyhyiden vuoksi

pentujen lukumäärätulokset esitetään vain 1. heinäkuuta laskennasta.

Koe- ja verrokkiryhmän lisääntymistuloksen vertailu tehtiin paitsi koko aineistolle ($n = 49$ kummassakin ryhmässä) myös erikseen nuorille ensisynnyttäjille ($n = 20$ kummassakin ryhmässä) ja vanhoille kokeneille synnyttäjille ($n = 29$ kummassakin ryhmässä), joilla oli aiemmin ollut jo yksi tai useampi pentue. Nuorten ja vanhojen naaraiden (jatkossa käytetään näitä lyhyitä termejä) tulokset on aina syytä käsitellä myös erikseen, koska yleensä nuoret naaraat lisääntyvät huomattavasti vanhat naaraat (Smeds 1992, Ilukha ym. 1997, Hernesniemi ja Knutars 2000), joista on jo karsittu huonot emot ensimmäisen lisääntymiskauden tuloksen perusteella. Lisääntymisessä onnistuneiden naaraiden (vähintään yksi pentu 1. heinäkuuta) ja onnistumattomien naaraiden (tyhjä tai kaikki pentunsa menettänyt) määrän vertailuun verrokki- ja koeryhmän välillä käytettiin Fisherin tarkkaa testiä. Pentujen lukumäärien vertailuun käytettiin Wilcoxonin verrannollisten parien testiä, ja tulokset esitetään pentutuloksena per siemennetty naaras. Tässä tunnustuvuudessa ovat mukana myös epäonnistuneet emot, joiden pentutulos on siis nolla. Tunnustelu yhdistää kaikki lisääntymismenestykseen vaikuttavat osatekijät (esim. Mononen ym. 1999, Harri ym. 2000) ja sopii siksi hyvin kuvaamaan kokonaislisääntymismenestystä meidän tutkimuksemme.

Käyttäytymisen seuranta

Kettujen käyttäytymisen seuranta tehtiin suorana seurantana koevarjotalon viereisestä varjotalosta käsin eli noin 5–8 metrin päästä. Seurannan tekijät olivat Kuopion yliopiston Soveltavan biotekniikan instituutin henkilökuntaa ja opiskelijoita, jotka koulutettiin

TAULUKKO 2 TABLE				
<i>Tyhjien, pentunsa menettäneiden ja onnistuneiden sinikettunaaraiden lukumäärät koetarballa (lentomelutarha) ja verrokkitarballa (ei lentomelua). p: Onnistuneita verrattu tyhjien ja menettäneiden summaan Fisherin tarkalla testillä.</i>				
<i>The number of blue fox females that were barren, lost their cubs or succeeded in reproduction on the experimental farm (aviation noise exposure) and on the control farm (no aviation noise exposure). p: Succeeded compared to the sum of barren and lost with Fisher's exact test.</i>				
	Tyhjät ^a Barren	Menettäneet ^b Lost	Onnistuneet ^c Succeeded	p
Nuoret naaraat Primiparous females				0,102
Lentomelu Aviation noise	11	2	7	
Verrokki Control	5	3	12	
Vanhat naaraat Multiparous females				0,046
Lentomelu Aviation noise	4	2	23	
Verrokki Control	9	4	16	
Nuoret ja vanhat Primiparous and multiparous females				0,419
Lentomelu Aviation noise	15	4	30	
Verrokki Control	14	7	28	

^a Ei havaittu pentuja. No cubs observed.
^b Havaittiin pentuja, mutta ei yhtään pentua jäljellä 1. heinäkuuta. At least one cub observed, but no cubs left on 1st of July.
^c Vähintään yksi pentu jäljellä 1. heinäkuuta. At least one cub left on 1st of July.

tätä tarkoitusta varten. Seuranta harjoitettiin kahdesti ennen varsinaista tietojen keräämistä, mikä tehtiin 15. toukokuuta, jolloin meluallistus oli suuri (taulukko 1). Seuranta suoritettiin mahdollisimman vähän eläimiä häiriten. Tarkkailijat siirtyivät tarkkailupaikoilleen 45 minuuttia ennen ensimmäistä ylilentoa. Yhdellä tarkkailijalla oli seurannassa kolmesta viiteen sinikettua, ja kaikkiaan seurannassa oli mukana 20 nuorta ja

20 vanhaa eläintä. Eläinten käyttäytyminen kirjattiin ylilentojen aikana niin sanotulla 1/0-menetelmällä (Martin ja Bateson 1993). Tarkkailija kirjasi jokaisen minuutin ajalta ylös kaikki käyttäytymistoiminnot, joita eläin tuon minuutin aikana suoritti. Tarkkailijoilla oli apunaan ennalta tehty lista sinikettujen mahdollisista käyttäytymisreaktioista. Erityistä huomiota kiinnitettiin eläinten pelkoreaktioihin.

TAULUKKO 3 TABLE

Pentutulos (pentuja/siemennetty naaras) sinikettunaarailla koetarhalla (lentomelutarha) ja verrokkitarhalla (ei lentomelua). Tulos perustuu 1. heinäkuuta suoritettuun pentujen laskentaan. Tulosten esittäminen: keskiarvo $\pm$ keskibajonta; n = verrannollisten parien määrä; p: Wilcoxonin verrannollisten parien testi.

The average number of cubs per blue fox breeding female on the experimental farm (aviation noise) and on the control farm (no aviation noise). The results are based on the situation on the 1st of July. Representation of the results: mean $\pm$ standard deviation; n = the number of matched pairs (i.e. the number of animals in each of the two groups); p: Wilcoxon's matched-pairs signed-ranks test.

	Lentomelu Aviation noise	Verrokki Control	p
Nuoret naaraat (n = 20)	1,9 $\pm$ 2,8	3,7 $\pm$ 3,9	0,133
Primiparous vixens			
Vanhat naaraat (n = 29)	6,7 $\pm$ 4,1	4,0 $\pm$ 4,6	0,032
Multiparous vixens			
Nuoret ja vanhat (n = 49)	4,7 $\pm$ 4,3	3,9 $\pm$ 4,3	0,326
Primiparous and multiparous vixens			

Tulosten analyysivaiheessa kukin yksilö luokiteltiin reaktioidensa perusteella yhteen kolmesta luokasta. "Pelokkaat" säikähtivät selvästi ylilentoa. Ne esimerkiksi hypähtivät melun alkaessa makuuhyllyltä alas ja olivat jonkin aikaa selkeästi aktiivisia. Jotkut ryntäilivät häkissä edestakaisin tai ulostivat tai virtsasivat. "Valppaat" huomioivat selvästi melun, mutta suhtautuivat siihen lähinnä uteliaasti, tarkkaillen aktiivisesti ympäristöään. "Passiivisten" toimintaan melu ei näyttänyt vaikuttavan millään lailla. Ne jatkoivat sitä toimintaa, mitä olivat tehneet ennen meluakin, tavallisimmin lepäämistä. Pentutulosta verrattiin eri tavoin käyttäytyneiden naaraiden välillä Kruskal-Wallis testillä.

TULOKSET

Niiden naaraiden osuus, jotka synnyttivät mutta menettivät kaikki pentunsa, oli pieni sekä koe- että verrokkiryhmässä (taulukko 2). Tämän vuoksi naaraiden lukumäärien tilastotieteelliset vertailut on

tehty yhdistäen tyhjät ja menettäneet naaraat. Nuorilla naarailla onnistuneiden osuus oli suurempi verrokkitarhalla (60 %) kuin lentomelutarhalla (35 %), mutta vanhoilla naarailla tilanne oli päinvastainen (verrokkitarha 55 %, lentomelutarha 79 %), joten ikäluokkien yhdistetyssä aineistossa eroa ei enää ollut (verrokkitarha 57 %, lentomelutarha 61 %). Lisäksi koe- ja verrokkiryhmän välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä nuorilla naarailla.

Vanhojen naaraiden pentutulos oli parempi lentomelutarhalla kuin verrokkitarhalla (taulukko 3). Nuorien naaraiden tilanne oli päinvastainen, mutta nuorilla ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kun ikäluokat yhdistettiin, lentomelutarhan pentutulos oli parempi, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi.

Ylilentojen aikaisten käyttäytymisreaktioiden mukaan suurin osa naaraista voitiin luokitella valppaiksi (43 %), ja pelokkaita (30 %) sekä passiivisia (28 %) eläimiä oli jotakuinkin yhtä paljon. Nuoret ja

vanhat naaraat jakautuivat melko tasaisesti kaikkiin ryhmiin: valppaat neljä (nuorta) plus seitsemän (vanhaa), pelokkaat kuusi plus kuusi ja passiiviset neljä plus seitsemän. Pentutuloksessa ei ollut eroja ($p = 0,99$; Kruskal-Wallis testin testin) eri lailla reagoineiden emojen välillä: valppaat $4,1 \pm 3,9$, pelokkaat $4,2 \pm 4,3$ ja passiiviset $4,0 \pm 4,2$ pentua siitosnaarasta kohden.

POHDINTA

Siniketun pentutulos vaihteli Suomessa vuosina 1988–1998 välillä 5,4–6,3 pentua paritettua naarasta kohti (Hernesniemi ja Knutar 2000). Smeds (1992) päätyi keinosiemennettyjen sinikettujen lisääntymismenestystä Itä-Suomessa 1987–1990 selvittäneessä tutkimuksessaan hieman alhaisempiin lukuihin: 4,5–5,3. Meidän kokeessamme molempien koeryhmien ja ikäluokkien yhteinen pentutulos oli 4,3, joten se on hieman alhainen verrattuna Smedsin (1992) tutkimukseen, joka on hyvä vertailuaineisto ottaen huomioon alueen ja siemennystavan. Toisaalta sinikettujen lisääntymisessä vuosi 2002 oli melko huono valtakunnallisesti, pentutulos oli 5,2 (Lindh 2002). Syytä tähän ei tiedetä. Lisäksi tyhjien (30 %) ja hävittäneiden (11 %) naaraiden osuudet omassa tutkimuksessaamme vastaavat Smedsin (1992) tuloksia (tyhjät 16–35 %, hävittäneet 7–15 %). Yleinen lisääntymismenestys kokeessamme oli siis heikohko, mutta ei vielä kovin poikkeuksellinen, kun otetaan huomioon normaali vuosien ja tarhojen välinen vaihtelu.

Pentutulos oli hieman parempi lentomelutarhalla kuin verrokkitarhalla (ei tilastollisesti merkitsevästi), kun tarkastellaan nuoria ja vanhoja naaraita yhdessä. Ero johtui vanhojen naaraiden paremmasta lisääntymisestä lentomelutarhalla verrattuna verrokkitar-

haan. Ikäluokkien yhteisessä pentutuloksessa vanhojen naaraiden hyvä lisääntymismenestys lentomelutarhalla peitti alleen nuorten naaraiden ennemminkin päinvastaiset tulokset. Myös Smedsin (1992) aineistoon verrattuna onnistuneiden naaraiden osuus ja pentutulos olivat selkeästi matalia lentomelutarhan nuorilla naarailla (35 versus 51 % ja 1,9 versus 3,8 pentua) ja vastaavasti korkeita lentomelutarhan vanhoilla naarailla (79 versus 64 % ja 6,7 versus 5,1 pentua).

Eläinten kokonaismäärä tässä esikokeessa oli riittämätön, jotta lentomelun vaikutuksesta sinikettujen lisääntymiseen voitaisiin tehdä varmoja johtopäätöksiä. Ikäluokkien ristiriitaiset tulokset voivat kuitenkin auttaa alustavien johtopäätösten teossa.

Nuorten naaraiden mahdollisesti heikompaa lisääntymistä lentomelutarhalla voidaan selittää lisääntymiskauden stressiin liittyvien aiempien tutkimusten valossa. Sekä siniketulla (Mononen ym. 1999) että hopeaketulla (Braastad 1994) on havaittu, että vaihtoehdotiset pesäkoppimallit, jotka ovat suojaisempia kuin tavallisesti käytetyt pesäkopit, parantavat nimenomaan nuorten naaraiden lisääntymistä. Tuloksia on selitetty sillä, että suojaisemmissa pesäkopeissa eläimet ovat vähemmän stressaantuneita. Vastaavasti lentomelukokeessamme tarhalla toiselle muutto tai lentomelu tai molemmat yhdessä olivat mahdollisesti riittäviä stressitekijöitä vaikuttamaan jossain määrin negatiivisesti juuri nuorten naaraiden lisääntymiseen.

Sinikettujen (Mononen ym. 1999) ja hopeakettujen (Braastad 1994) pesäkoppikokeissa suojaisemmilla kopeilla ei ollut vaikutusta vanhojen naaraiden lisääntymiseen. Lentomelukokeemme vanhoilla naarailla ei ollut myöskään ongelmia lisääntyä normaalisti uusissa oloissa. On kuitenkin vaikea keksiä selitystä sille, miksi

vanhat naaraat lisääntyivät näissä uusissa ja vielä lentomelulla "terästetyissä" oloissa jopa paremmin kuin lähtötarhalla.

Osa sinikettunaaraista reagoi selvästi pelokkaasti ylilentojen aiheuttamaan meluun. Passiivisista eläimistä osa on voinut olla pelossa, koska siniketuille (Rekilä 1999), kuten monelle muullekin eläinlajille, on tyypillistä myös niin sanottu jähmettymisreaktio (englanniksi freezing response, esimerkiksi Broom ja Johnson 1993) pelottavassa tilanteessa. Mononen ja Harri (1991) havaitsivat sekä aktiivisia että passiivisia pelkoreaktioita osalla sini- ja hopeaketuista, joita altistettiin nauhalta soitetulle Twin Otter -potkurikoneen melulle. Sen sijaan hopeaketut eivät norjalaisessa tutkimuksessa reagoineet juurikaan nauhalta soitettuun F-16-torjuntahävittäjien meluun (Bakken ym. 1999). Omassa tutkimuksessammekin yli 40 prosenttia siniketusta reagoi pikemmin valppaasti kuin pelokkaasti F-18-hävittäjien meluun. Lisäksi eri tavoin käyttäytyneiden eläinten lisääntymistuloksissa ei ollut eroja.

Tutkimuksemme tulokset viittaavat siihen, että vaikka ainakin osa siniketusta koki lentomelun pelottavana, tässä kokeessa käytetty lentomelualtistus ei ollut riittävän stressaava aiheuttaakseen merkittävää lisääntymistuloksen heikkenemistä. Tutkimuksessa käytetty melualtistuksen taso, kesto ja toistuvuus tekivät altistuksesta vakavampaa kuin useimmissa niissä lentotilanteissa, joiden johdosta ilmavoimat on korvannut pentujen menetyksiä turkistarhaille.

Tulosten tulkinnassa on kuitenkin syytä olla varovainen, koska esikokeessamme käytetty eläinmäärä oli pieni. Kaikkia eroja koeryhmien käsittelyissä ei myöskään voitu eliminoida. Jatkotutkimukset tulisi suorittaa suuremmilla eläinmäärillä ja niin, että käytös-

sä olisi kaksi verrokkitarhaa. Lähtötarhan rinnalle toiseksi verrokkitarhaksi tarvittaisiin lentomelun tarha, jonne eläimiä siirrettäisiin samanaikaisesti kuin lentomelutarhalle. Lisäksi olisi hyvä, jos kaikilla tarhoilla eläinten hoidosta huolehtisi sama henkilö. Huomatavasti suuremmat eläinmäärät ovat välttämättömiä etenkin siksi, että tulokset pitäisi saada analysoidua luotettavasti sekä nuorille että vanhoille naarailla, jotka saattavat tämän tutkimuksen mukaan reagoida eri lailla lentomeluun.

KIITOKSET

Kirjoittajat esittävät suuren kiitoksen kokeessa mukana olleille turkistarhaajille Eino Miettiselle ja Liisa Heikkiselle (Kaavi) sekä Markku Markkulalle (Juankoski). Kiitokset myös niille Soveltavan biotekniikan instituutin työntekijöille ja opiskelijoille, jotka auttoivat käyttäytymistarkkailujen tekemisessä. Ilmavoimat rahoitti tutkimusta Herta Pulkkinen henkilökohtaisen opiskelija-apurahan muodossa sekä korvaamalla tutkimuksesta tarhaajille aiheutuneet kulut.

KIRJALLISUUS

Bakken, M., Moe, R. O., Smith, A. J. & Selle, G.-M. E. Effects of environmental stressors on deep body temperature and activity in silver fox vixens (*Vulpes vulpes*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 64, 1999: 141-151.

Braastad, B.O. Reproduction in silver fox vixens in breeding boxes with and without an entrance tunnel. *Acta Agric. Scand. Sect. A. Anim. Sci.* 44, 1994: 38-42.

Broom, D. M. & Johnson, K. G. Stress and animal welfare. Chapman & Hall, London, 1993. s. 88-90.

Harri, M., Mononen, J., Rekilä, T., Ahola, L. & Pyykönen, T. Attempts to improve reproductive performance of farmed foxes. Teoksessa: Tyutyunnik, N. N., Kozhevnikova, L. K., Ilukha, V. A., Oleinik, V. M. & Uzenbaeva, L. B. Problems of ecological physiology of fur animals. Karelian Rese-

arch Centre, Russian Academy of Science, Institute of Biology, Petrozavodsk, 2000. s. 140–151

Hernesniemi, T. & Knutar, T.-A. Kettujen hoito eri tuotantokausina. Teoksessa: Hernesniemi, T. (toim.) Ketunkasvatuksen taito. Opetushallitus, Jyväskylä 2000. s. 68–105.

Ilukha, V., Harri, M. & Rekilä, T. Reproductive success of farmed blue foxes. J. Anim. Breed. Genet. 114, 1997: 465–474.

Lindh, K. Pentutulos 2002. Turkistalous 74 (10), 2002: 229, 253.

Martin, P. & Bateson, P. Measuring behaviour: An introductory guide. 2. painos. Cambridge University Press, Cambridge, 1993. s. 92–93.

Mononen, J. & Harri, M. Lentomelun vaikutus tarhaturkiseläimiin. Turkistalous 63 (3–4), 1991: 60–62.

Mononen, J., Harri, M., Sepponen, J., Korhonen, H., Rekilä, T., Ahola, L. A top box and a floor box as breeding nest boxes in farmed blue foxes (*Alopex lagopus*): reproductive performance, use of the boxes and

cub carrying. Acta Agric. Scand., Sect. A 49, 1999: 206–210.

Rekilä T. Behavioural tests in welfare research of foxes. Kuopion yliopiston julkaisu- ja C. Luonnontieteet ja ympäristötieteet 92. Väitöskirja. Kuopion yliopiston painatuskeskus, 1999.

Smeds, K. Rävens fruktsamhetsegenskapers arvbarhet. Kotieläinjalostuksen tiedote No 95. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, 1992.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

*Jaakko Mononen, FT
professori*

*(eläintiede, erityisesti hyöty-
eläinten käyttäytyminen ja hy-
vinvointi)*

*Pubelin 017-163127, sähköposti
Jaakko.Mononen@uku.fi*

Hertta Pulkkinen, fil. yo.

*Teija Pyykönen, FM
tutkija*

*Leena Abola, FT
tutkija*

*Sari Hänninen, FM
tutkija (eläinten käyttäytymi-
nen ja hyvinvointi)*

*Kuopion yliopisto
Soveltavan biotekniikan insti-
tuutti
PL 1627
70211 Kuopio*

*Jyrki Juntunen, ELL
tuotantoeläinten terveyden ja
sairaanhoidon erikoiseläinlää-
käri, ilmavoimien eläinlääkäri
Ilmavoimien Esikunta
PL 30
41161 Tikkakoski*

*(Artikkeli on osa Hertta Pulkki-
sen syventävien opintojen pro-
jektityötä.)*