

Ilmailun lintutörmäysriskin tutka- ja mallipohjainen arviointi

MATINE-tutkimus 1.6.2024 – 31.12.2025

Nadja Weisshaupt ja Jarmo Koistinen



Projektin tavoite

Kehitetään automaattiset menetelmät, joilla sekä sääutkamittauksista (reaaliajassa) että muuttomallin ennusteista (2 vrk) voidaan arvioida muuttolintujen aiheuttama kolmiulotteinen törmäysvaara ja lintutörmäysriski eri alueilla ja eri korkeuksilla Suomen ilmatilassa.

Muuttolintujen aiheuttaman törmäysriskin tunnistaminen on tärkeää sotilas- ja siviili-ilmailun lentoturvallisuudelle sekä tuulivoimatuotannolle

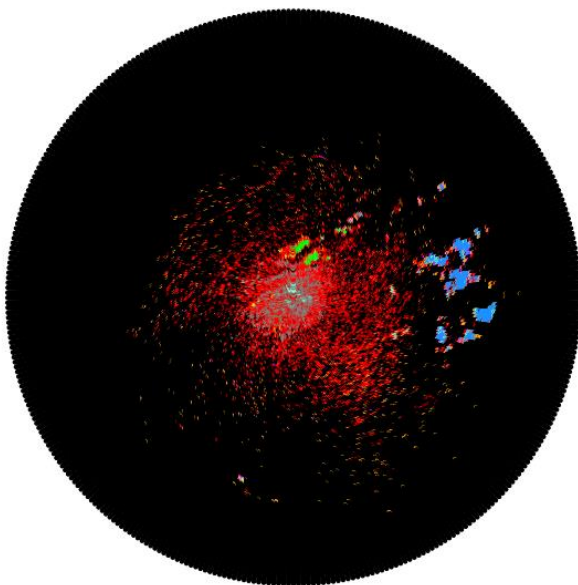
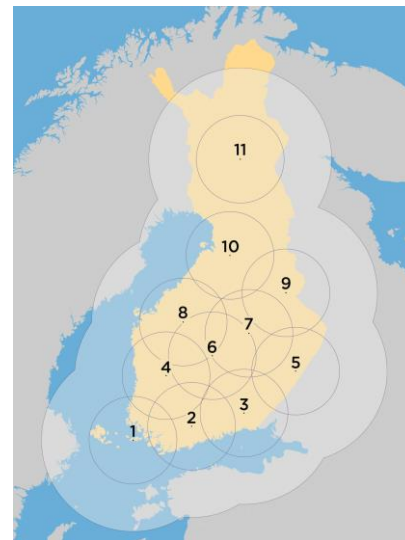


Syöttödata - säätutkat

1. Kaksoispolarisaatiosäätutkien mittaukset

- IL:n kaikuluokittimen avulla saadaan
 - Lintujen tiheydet (yks./km³) heijastavuudesta
 - Lentosuunnat
 - Lentonopeudet
 - Korkeusjakaumat

Luokitteluesimerkki 14.10.2020



$$\eta = \frac{\pi^5}{\lambda^4} |K|^2 Z_e$$
$$N_{bio} = \frac{\eta}{\sigma}$$

Eläinmäärät heijastavuudesta

- η = heijastavuus
- $|K|^2 = 0.93$ -> nestemäisen veden dielektrinen vakio
- $\lambda = 0.053$ m aallonpituus
- Z_e = tutkaheijastavuustekijä (tutkan mittaus)
- σ : takaisinsironta-pinta-ala (RCS) lajien mukaan tai keskiarvo

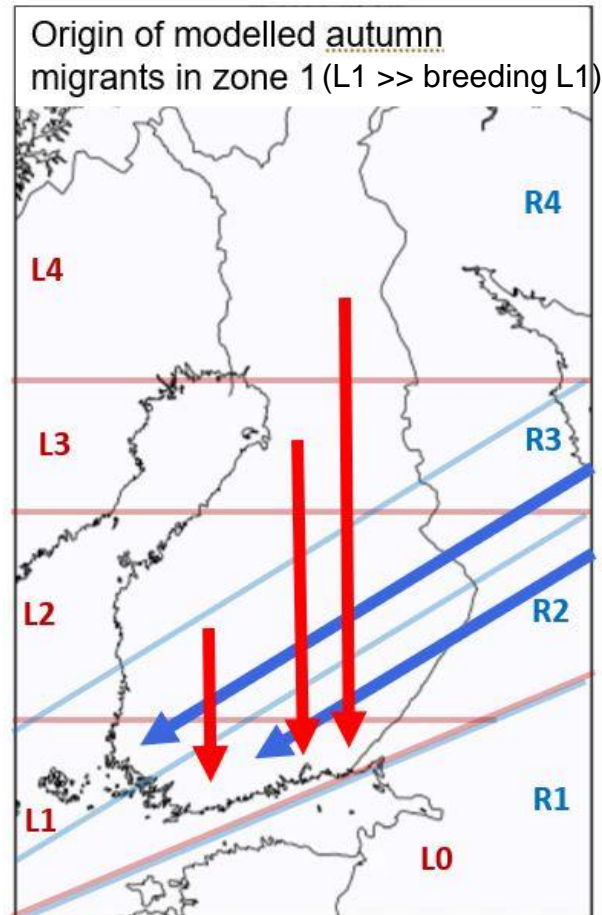


Syöttödata - Lintumuuttomalli

Ilmatieteen laitos on tuottanut yksinkertaisia lintuennusteita muuton voimakkuudesta 2001 lähtien.

Uusi versio: digitaalinen, täysautomaattinen, hilamuotoinen, numeerinen malli, valmistumassa vuodeksi 2025.

Syötetään 114 lintulajin populaatiot ja muuttokalenterit sekä säämallituotteet



Tutkimus (suunnitelma)

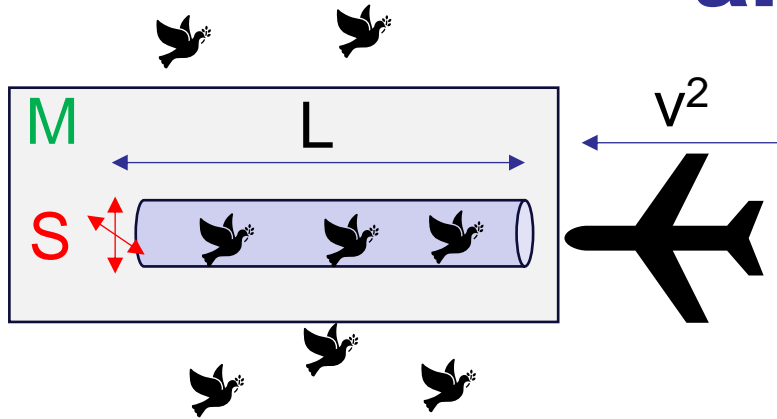


Tutkimus (suunnitelma)

- Törmäysvaaran arviointi lintuparville
- Lajikoostumuksen arviointi tutkamittauksissa tosiaikaista törmäysvaaraa varten
- Lajikoostumuksen ja törmäysvaaran ennustaminen lähivuorokausiksi
- Lintutörmäysriskin arvioiminen



Lintuparven törmäysvaaran (H) arviointi



$$H \cong \frac{1}{2} M v^2 \quad (1), \text{ missä}$$

- M on törmäävien lintujen kokonaismassa
- v on lentokoneen nopeus

Kun oletetaan lintujen lentävän 1-10000 yksilön parvissa (F), niin

$$M = (1/d_b)^3 \cdot S \cdot L \cdot m, \quad (2), \text{ missä}$$

- L = parven keskimääräinen pituus
- $L = f(F, d_b) \quad (3)$
- m = yhden yksilön massa
- d_b = yksilöiden välimatka

Efektiivinen kohtaamisala (S)



Photo: GettyImages

Törmäysvaaran arviointi säätutka- ja muuttomallidatasta

Lintuparven aiheuttamaan törmäysvaaran laskentaan vaikuttavat seikat:

- Yksilön paino (kg)
- Parven koko
- Lintutiheys parvessa (lajikohtainen)
- Lentokoneen nopeus (liike-energia)
- Lentokoneen efektiivinen törmäyspoikkipinta-ala (S) => parven osuvien lintujen lukumäärä
- Imeytymisvaara (pienten lintujen tiheissä parvissa)

Parven aiheuttama vaara arvioidaan vahinkoluokkana

Lajikoostumuksen ja lintumäärän arviointi

- **Muuttokalenteri** (fenologia) ja **lintupopulaatiot** saadaan muuttomallista jokaiselle päivälle ja tunnille. Ne antavat keskimääräisen **lintukoostumuksen** (lajit ja yksilömäärät)
- Lintukoostumuksesta saadaan keskimääräisen **linnun massa** ja **takaisinsirontapinta-ala** (σ) approksimoimalla lintu samanmassaisena vesipallona (Mie-sironta).
 - Tasainen laaja muutto (pikkulinnut) vrt. parvilinnut (parvikokojakauma)



Lajikoostumuksen ja törmäysvaaran ennustaminen

Muuttomalli ennustaa tunnin välein kunkin lajin ja lajiyhdistelmän yksilömäärän kussakin 10 x 10 km²:n hilaruudussa 12 eri korkeudella.

➤ saadaan ennusteita:

- Lajikoostumuksesta
- Muuttavien lintujen kokonaismäärästä/laji/alue

➤ Tästä lasketaan lajikohtainen törmäysvaara ja sitten vahinkoluokkien esiintymistiheys sekä törmäysriski



Törmäysriskin arviointi säätutka- ja muuttomallidatasta

Vahinkoluokat (geneerinen hinta suihkühävittäjälle):

1. Ei vahinkoa (1 000 €)
2. Pieni vahinko (10 000 €)
3. Suuri vahinko (100 000 €)
4. Tuhoisa vahinko (10 000 000 €, kone menetetään)

Vaara-alue

Esim. 60 km:n säteellä lentokentästä, kerroksessa 0-500 m, tosiaikaisesti (tutkadatasta) ja ennusteena (muuttomallista) lasketaan kunkin **vahinkoluokan esiintymistiheys**.

Törmäysriskin arviointi:

Riski = vahingon todennäköisyys x vahingon suuruus

lentosuoritteen aikana (esim. 30 min) vaara-alueella lentävien **parvien kohtaamistodennäköisyys x parvien vahinkoluokka**.





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

15.11.2024

Nimi

