

Vastaanottaja

Rajakiiri Oy

Asiakirjatyyppi

Mallinnusraportti

Päivämäärä

15.4.2026

Selkälölkien lentoaikojen ja törmäysriskin mallinnus Maanahkiaisien merituulivoimapuistoa varten

Maanahkiaisien merituulivoimapuiston
OYK

Selkälölkien lentoaikojen ja törmäysriskin mallinnus Maanahkiaisen merituulivoimapuistoa varten

Maanahkiaisen merituulivoimapuiston OYK

Projekti **Maanahkiaisen merituulivoimapuiston OYK**

Projekti nro **1510067874**

Vastaanottaja **Rajakiiri Oy**

Versio **1**

Päivämäärä **19.02.2026**

Laatija **Juho Jolkkonen**

Tarkastaja **Aku Kalliomäki**

Kuvaus **Selkälölkien GPS-seurannan perusteella laskettujen lentoaikojen ja törmäysriskin mallintaminen Maanahkiaisen merituulivoimapuiston sekä yhteisvaikuttavien merituulivoimahankkeiden alueella.**

Ramboll
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://www.ramboll.com/fi-fi/>

Sisältö

1.	Johdanto	2
2.	Mallinnusten lähtötiedot ja menetelmät	3
2.1	Lentoaikojen laskenta	3
2.2	Törmäysmallinnus	3
2.3	Mallinnusten epävarmuudet	5
3.	Tulokset	5
3.1	Lentoaika hankealueilla	5
3.2	Törmäysriski Maanahkiaisien Raahen ja Pyhäjoen suunnittelualueilla	11
3.3	Kumulatiivinen törmäysriski yhteisvaikuttavien hankkeiden osalta	11
4.	Lähteet	15
5.	Liitekartat	16

1. Johdanto

Tämä selkälölkien lentoaikojen ja törmäysriskin mallinnus laadittiin osana Maanahkaiisen merituulivoimapuiston osayleiskaavan kaavaehdotuksen vaikutusten arviointeja ja niiden lähtöaineistoja. Mallinnus laadittiin Maanahkaiisen ja Ebban merituulivoimahankkeiden osana toteutettujen selkälölkien GPS-seurannan ja niistä laadittujen lentoaikamallinnusten (Tikkanen ym. 2026) aineiston pohjalta. Mallinnuksessa huomioitiin Maanahkaiisen merituulivoimapuiston lisäksi yhteisvaikutuksia muodostavat Ebban, Hallan, Seljänsuunmatalan läntisen sekä Seljänsuunmatalan itäisen merituulivoimahankkeet. Mallinnuksen suoritti FM biologi Juho Jolkkonen Ramboll Finland Oy:stä.



Kuva 1-1. Maanahkaiisen suunnittelualue sekä yhteisvaikuttavat merituulivoimahankkeet.

2. Mallinnusten lähtötiedot ja menetelmät

2.1 Lentoaikojen laskenta

Raahen saariston, Kalajoen Ulko- ja Maakallan sekä Pyhäjoen Ulkoistenkallion kolonian selkälökkien pesimäkauden aikaista lentoaikaa Maanahkiaisen sekä muiden yhteisvaikuttavien merituulivoimapuistojen hankealueilla arvioitiin vuoden 2026 GPS-seurannan (Tikkanen ym. 2026) tuloksista johdettujen KDE-analyysin sekä logistiseen regressioon perustuvan RSF-mallin lentoaikaennusteiden avulla. GPS-seurannan raportti lentoaikamallinuksineen on saatavilla erillisenä Maanahkiaisen merituulivoimahankkeen kaava-aineiston liitteenä (Tikkanen ym. 2026). Lentoseurannan pistepilviaineisto on esitetty tämän raportin liitekartoilla 1 ja 2. Pyhäjoen Ulkoistenkallion kolonian selkälökeistä ei ole saatavilla GPS-dataa, joten kolonian lentoaikoja mallinnettiin soveltamalla Raahen ja Kalajoen RSF-lentoaikamallinnusta (Tikkanen ym. 2026).

Lentoaikaennusteet oli skaalattu reviirien pesivien parien määrän mukaan (Raahe 56, Kalajoki 265, Pyhäjoki 32 paria). Lentoajat laskettiin lentoaikarastereista tiedossa olevien merituulivoimahankkeiden hankerajausten alueelta ArcGIS Pro -ohjelmistolla. Maanahkiaisen hankkeen osalta käytettiin voimala-alueen rajausta, johon kaavan osoittamat tuulivoimalat tullaan sijoittamaan. Koko pesimäkauden (95 päivää) parikohtaisena lentoaikana käytettiin GPS-seurannan tuloksista johdettua 1 585 tuntia (Tikkanen ym. 2026).

Lentoaikatarkastelussa laskettiin:

- 1) kunkin loppukolonian pesivien parien absoluuttinen lentoaika kullakin hankealueella (t/v)
- 2) lentoajan osuus suhteutettuna hankealueen pinta-alaa kohti (t/ha)
- 3) hankealueille kohdistuvien lentojen osuus koko pesimäkauden keskimääräisestä lentoajasta (1 585 tuntia).

2.2 Törmäysmallinnus

Selkälökkien törmäysmallinnus laadittiin erikseen Raahen saariston ja Kalajoen Maa- ja Ulkokallan pesimäkolonioille. Törmäysmallinnuksessa huomioitiin Maanahkiaisen Pyhäjoen ja Raahen suunnittelualueet sekä yhteisvaikuttavat merituulivoimahankkeet. Törmäysmallinnuksen lähtötietoina käytettävät vuotuiset lentoajat suunnittelualueilla laskettiin GPS-seurannan tuloksista johdetun KDE-analyysin lentoaikakarttojen sekä logistiseen regressioon perustuvan RSF-mallin lentoennusteiden (Tikkanen ym. 2026) perusteella.

Törmäysriski laskettiin:

- 1) kunkin selkälökkikolonian koko pesimäpopulaatiolle
- 2) kunkin selkälökkikolonian pariskuntaa kohden.
- 3) kunkin selkälökkikolonian pesimäpopulaatiolle voimalakohtaisesti.

Kokonaistörmäysriski (1) kuvastaa vuosittaista törmäysten määrää koloniaakohtaisesti, kun taas parimäärään suhteutettuna (2) voidaan arvioida, minkä kolonioiden linnut kohtaavat suurimman parikohtaisen törmäysriskin. Voimalakohtaisella törmäysriskillä (3) voidaan puolestaan arvioida, millä hankealueella yhden tuulivoimalan aiheuttama törmäysriski on keskimääräisesti suurin tai alhaisin.

Selkälökkien törmäysriskiä arvioitiin ns. Bandin tilamallilla (Band ym. 2007, Band 2012). Törmäysmallinnuksen osana laskettiin teoreettinen, stokastinen voimaloiden läpilentojen määrä, huomioiden linnun lentonopeus ja selkälökkien pesimäkaudella viettämä aika kullakin hankealueella.

Törmäysmallinnus koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa lasketaan, kuinka suuri todennäköisyys selkälökilla on törmätä tuulivoimalan roottorin lapaan linnun lentäessä kohtisuoraan roottorin läpi. Toisessa vaiheessa arvioidaan roottorin läpi tapahtuvien lentojen määrä suhteuttamalla roottoreiden muodostama tilavuus koko tarkkailtavan alueen tilavuuteen ja laskemalla, kuinka kauan selkälökki koko lentoajastaan laskennallisesti viettää roottoreiden muodostamassa tilassa verrattuna muuhun hankealueen ilmatilaan. Kolmannessa vaiheessa tulosta korjataan lajikohtaisella väistöprosentilla ja voimaloiden käyttöasteen arviolla. Väistöprosentti tarkoittaa arviota siitä, kuinka suuri osuus linnuista väistää voimalaa ennen törmäysriskille altistumista. Selkälökkien väistökertoimena käytettiin harmaa-, meri- ja kalalokille esitettyä 99,5 % (Furness 2019), lajikohtaisen tutkimustiedon puuttuessa. Voimaloiden käyttöasteena käytettiin 85 %.

Riskikorkeudella tapahtuvien lentojen osuus (65 %) määritettiin keskimääräisestä selkälökkien lentokorkeuden jakaumasta avomerellä (Tikkanen ym. 2026). Lentonopeutena käytettiin 9 m/s GPS-seurannan lintujen nopeuden mukaisesti (Tikkanen ym. 2026). Muut törmäysmallinnuksen lähtötiedot on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2-1). Voimalatiedot perustuvat hanketoimijalta ja voimalavalmistajalta saatuihin tietoihin ja arvioihin.

Taulukko 2-1. Törmäysmallinnuksen lähtötiedot. Maanahkiaisien törmäysmallinnus laadittiin sekä 320 metrin että 225 metrin voimalakoolle. Yhteisvaikutusten arvioinnissa kaikki hankkeet mallinnettiin samalla, 320 metrin voimalakoolla

	Lähtötieto
Roottorin halkaisija (m)	320
Pyörimisnopeus (rpm)	6
Lavan maksimileveys (m)	5
Lapakulma (Pitch)	5
Pyyhkäisykorkeus (m)	350
Minimikorkeus (m)	30
Lennoista myötätuuleen (%)	50
Lennoista vastatuuleen (%)	50
Riskikorkeudella lennoista (%)	65

Maanahkiaisien osalta selkälökkien törmäysmallinnus laadittiin päivitetyn hankesuunnitelman mukaisesti yhteensä 20 voimalalle niin, että 10 voimalaa sijoittuu Pyhäjoen suunnittelualueelle ja 10 Raahen suunnittelualueelle. Törmäysmallinnus laadittiin 320 m voimalakoolle, mikä edustaa suurinta kaavan mahdollistamaa voimalakokoa.

Yhteisvaikutusten arvioinnin osalta törmäysriskimallinnus laadittiin olettaen, että tuulivoimalat sijoittuvat tasaisesti koko tarkasteltavalle hankealueelle. Mallinnus laadittiin 320 metrin kokonaiskorkeutta vastaavalle voimalatyypille käyttäen aiemmin esitettyjä parametreja ja lähtöarvoja.

2.3 Mallinnusten epävarmuudet

Molempien lentoaikaennusteiden (KDE ja RSF) tuloksia voidaan pitää perusteltuna tarkastella suuntaa antavasti. KDE-analyysin perusteella tehty mallinnus (heatmap) kuvaa tarkemmin alueiden välisiä eroja ja lentojen suuntautumista selkälökeillä. Analyysi perustuu kuitenkin vain yhden vuoden otantaan, joten se sisältää epävarmuutta, vaikka saatujen havaintopisteiden määrä on perinteistä maastoseurantaa huomattavasti kattavampaa. RSF-malli puolestaan selittää selkälökkien liikkumista ympäristömuuttujien avulla, ja kuvaa mahdollisiin ydinalueisiin kohdistuvaa vaikutusta pitkällä aikavälillä. Myös RSF-malli sisältää kohtalaisen paljon epävarmuutta, perustuessaan yhden vuoden seurannan lähtöaineistoon.

Koska voimalatyyppin lopullinen valinta ja tarkka layout-suunnittelu ovat vielä kesken, törmäysriskin arviointiin liittyy epävarmuutta. Törmäysriski voi muuttua voimaloiden lukumäärä, sijoittelun, koon sekä muiden teknisten ominaisuuksien täsmentyessä. Voimalakoon kasvattaminen 320 metriä isommaksi niin, että voimalan maksimikorkeus kasvaisi esimerkiksi 350 metrin, ei kuitenkaan merkittävästi muuta mallinnustuloksia, sillä 99 % selkälökkien lennoista sijoittui maksimikorkeuden 350 m alapuolelle (Tikkanen ym. 2026).

Törmäysmalli itsessään sisältää epävarmuutta mallin yksinkertaistusten vuoksi noin ± 20 % (Band 2012). Käytettävällä väistökertoimella on suurin merkitys mallinnuksen lopputulokseen. Esimerkiksi väistökertoimien 98 % / 99 % tai vastaavasti 99,0 % / 99,5 % ero mallinnuksen lopputuloksessa on kaksinkertainen. Lajikohtaisen tutkimustiedon puuttuessa selkälökkien väistökertoimena käytettiin harmaa-, meri- ja kalalokille esitettyä 99,5 % (Furness 2019). Lisäksi osa törmäysmallinnuksen parametreista sisältävät epävarmuutta (mm. lavan leveys ja profiili, pyörimisnopeus, lapakulma), koska näin suurista turbiinimalleista ei ole saatavilla tarkkoja teknisiä tietoja. Tämän vuoksi parametrien valinnassa on hyödynnetty muiden voimalamallien teknisiä tietoja sekä olemassa olevia merituulivoiman törmäysriskimallinnuksia (mm. Natural Power 2025). Mallinnukseen liittyvien epävarmuuksien vuoksi tuloksia on hyvä pitää suuntaa antavina.

3. Tulokset

3.1 Lentoaika hankealueilla

Vertailtavista kolmesta koloniasta **Raahen kolonian** linnut viettävät suhteellisesti eniten aikaa merituulivoiman suunnitelluilla hankealueilla. Kun GPS-seurannan tulokset skaalataan pesimäkolonian pesivien parien (56) mukaan, KDE-analyysin mukaan Raahen selkälökkipariskuntien lentoaika kohdistuisi eri hankealueille yhteensä noin 22 155 tuntia pesimäkaudessa, mikä vastaa noin 25 % kolonian pesimäkauden kokonaislentoajasta. RSF-mallin perusteella lentojen määrä olisi alhaisempi, noin 13 000 tuntia vuodessa, mutta vuotuisen lentoaikaan suhteutettuna edelleen muita kolonioita korkeampi (15 %).

Hankealueille kohdistuvasta lentoajasta noin puolet sijoittuu Seljänsuunmatalan hankealueille. Myös hankealueen pintaa-alaan suhteutettuna lentojen osuus näillä hankealueilla on merkittävä. Maanahkiaisen voimala-alueelle sijoittuvien lentojen (noin 1 000–1 290 tuntia pesimäkaudessa) osuus Raahen lintujen pesimäkauden lentoajasta on noin 1,1–1,5 %, mikä on Ebban hankkeen ohella hankealueista pienin osuus. Hankkeen pinta-alaan suhteutettuna Maanahkiaisen voimaloiden vaikutus kuitenkin nousee verrattuna muihin hankealueisiin. Lentoja arvioidaan tapahtuvan merkittävästi myös ulompana merellä sijaitsevan Hallan tuulivoimahankkeen alueella, yhteensä noin 3 650–7 040 tuntia pesimäkaudessa koko kolonian parimäärää kohden. Hankealueen pinta-alaan suhteutettuna Hallan osuus kuitenkin laskee yhdessä Ebban hankkeen kanssa muita alueita alhaisemmaksi.

Kalajoen Ulko- ja Maakallan kolonian kokonaislentoaika eri hankealueilla on kolonioista suurin, noin 14 400–27 000 tuntia vuodessa. Kalajoen kolonian pesivien pariin lukumäärä on Raahen koloniaa merkittävästi suurempi (265 paria vs. 56 paria), minkä vuoksi eri hankealueille suuntautuvien lentojen osuus koko pesimäkolonian lentoajasta (noin 3,4–6,4 %) jää selvästi Raahen saariston koloniaa (15–25 %) alhaisemmaksi. Kalajoen lintujen lentojen arvioidaan suuntautuvan Hallan ja Ebban alueille muita hankkeita enemmän, joskin KDE- ja RSF-mallien tuloksissa on kohtalaisen merkittäviä eroja eri hankealueiden välillä. Pinta-alaan suhteutettuna Maanahkiaisen hankkeen lentoaikojen määrä nousee Ebban hankkeen jälkeen toiseksi suurimmaksi, vaikka absoluuttisten lentotuntien (noin 1 900 tuntia) osuus vuotuisesta kolonian lentoajasta on vain noin 0,4–0,5 %.

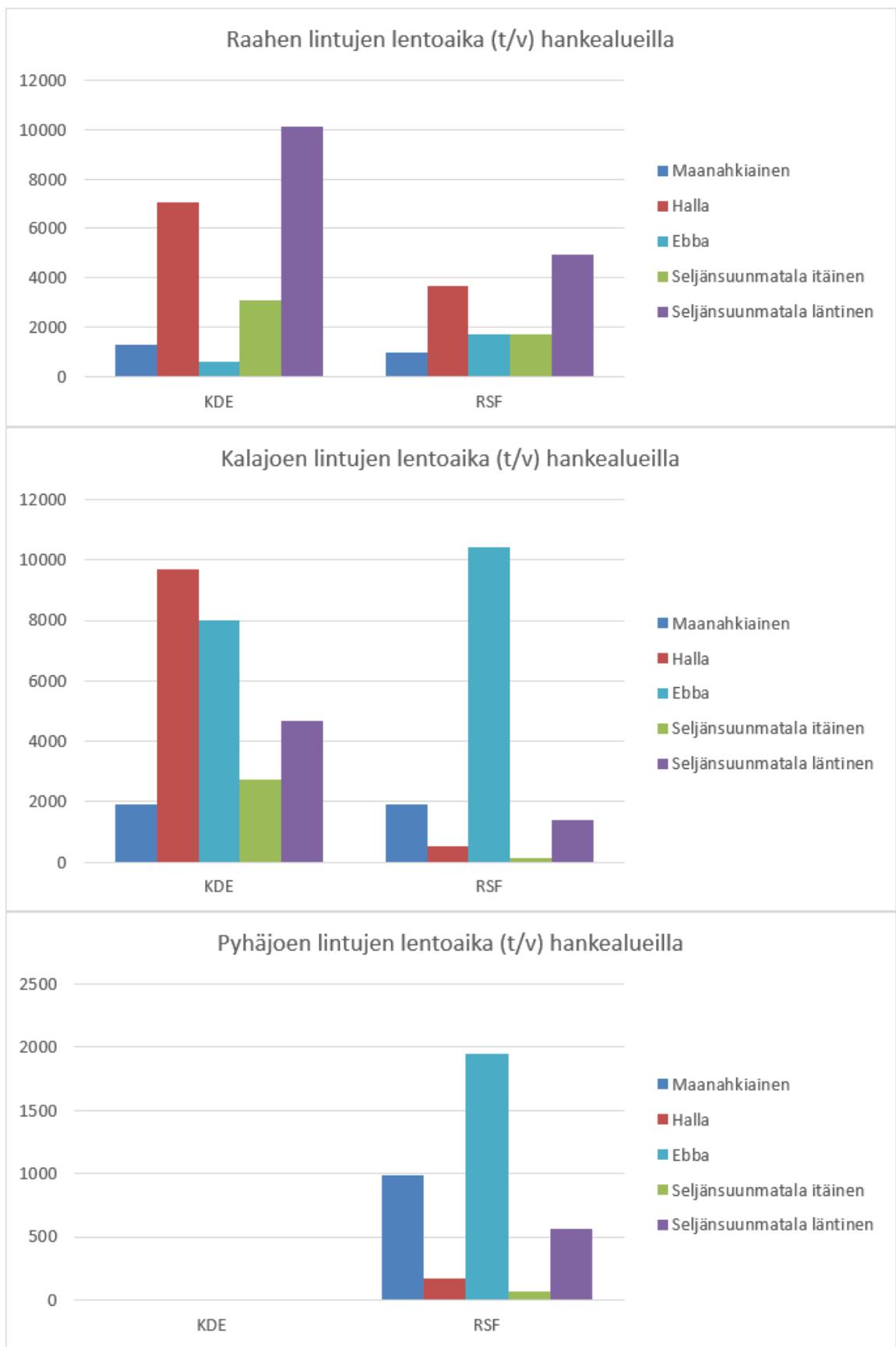
Pyhäjoen kolonian (32 lintua) osalta selkälökkipariin ajankäyttöä mallinnettiin RSF-mallin avulla, GPS-seuranta-aineiston puuttuessa. Sen perusteella Pyhäjoen kolonian linnuista viettäisi aikaa lennossa hankealueilla yhteensä noin 3 727 tuntia vuodessa, mikä vastaa noin 7,35 % pesimäkauden lentoajasta. Lennot sijoittuvat erityisesti Ebban sekä Maanahkiaisen ja Seljänsuunmatalan läntiselle hankealueelle. Hankealueen pinta-alaan suhteutettuna koloniaa lähimpänä sijaitsevien Ebban ja Maanahkiaisen osuudet ovat muita hankealueita selkeästi korkeammat.

KDE-analyysi tuottaa systemaattisesti suurempia kokonaislentoajan arvioita hankealueille kuin RSF-malli. Ero mallien välillä on suurin Raahen ja Kalajoen kolonioissa. Tämä johtuu menetelmällisistä eroista siinä, miten käyttöalueet rajautuvat ja miten lentojen todennäköisyys jakautuu tilassa.

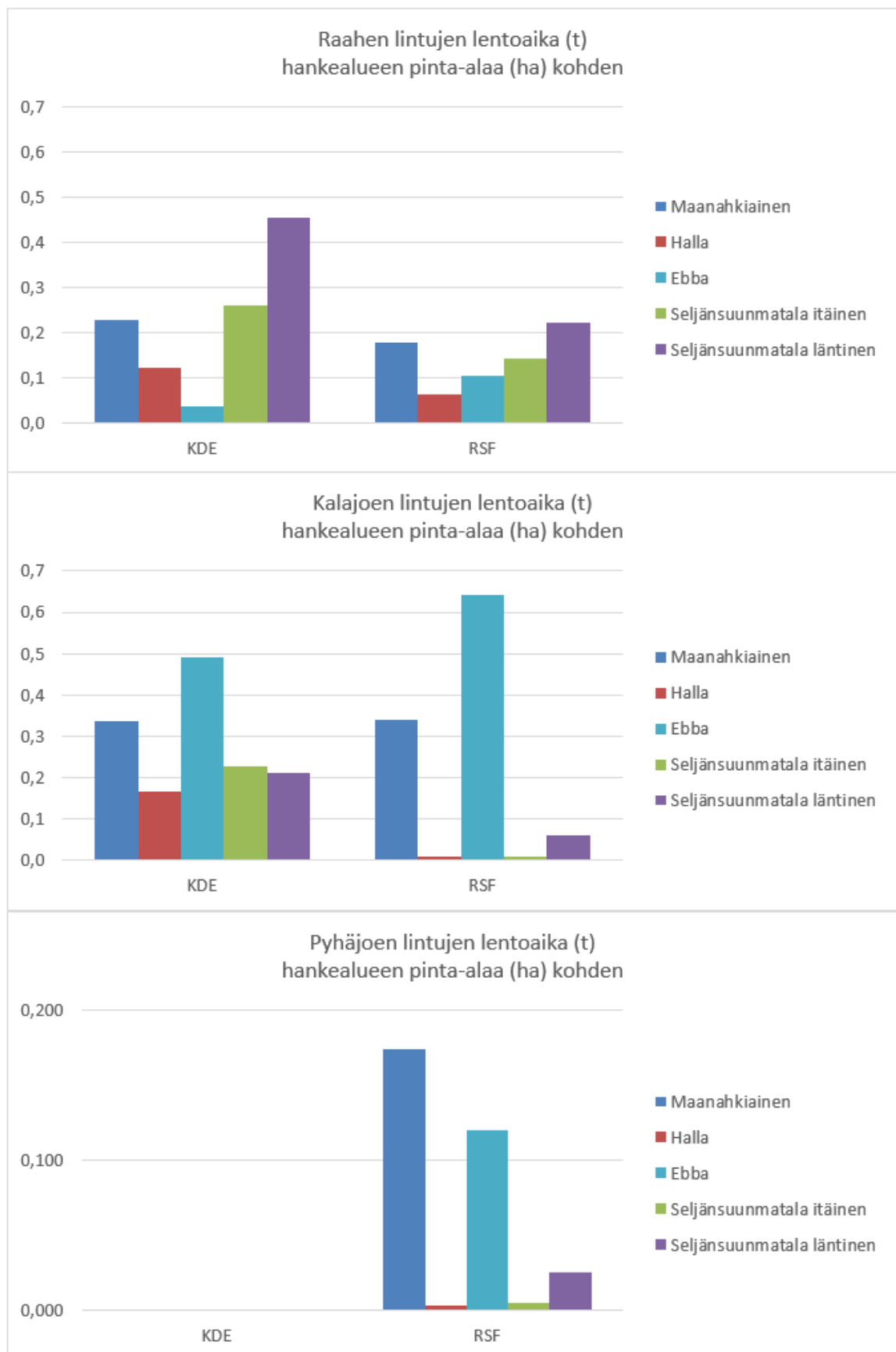
Lentoaikamallinnusten tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3-1) ja kuvaajissa (Kuva 3-1, Kuva 3-2, Kuva 3-3).

Taulukko 3-1. Kolonioiden lentoajat eri hankealueilla, suhteutettuna hankealueen pinta-alaan sekä suhteutettuna pesimäkauden lentoaikaan.

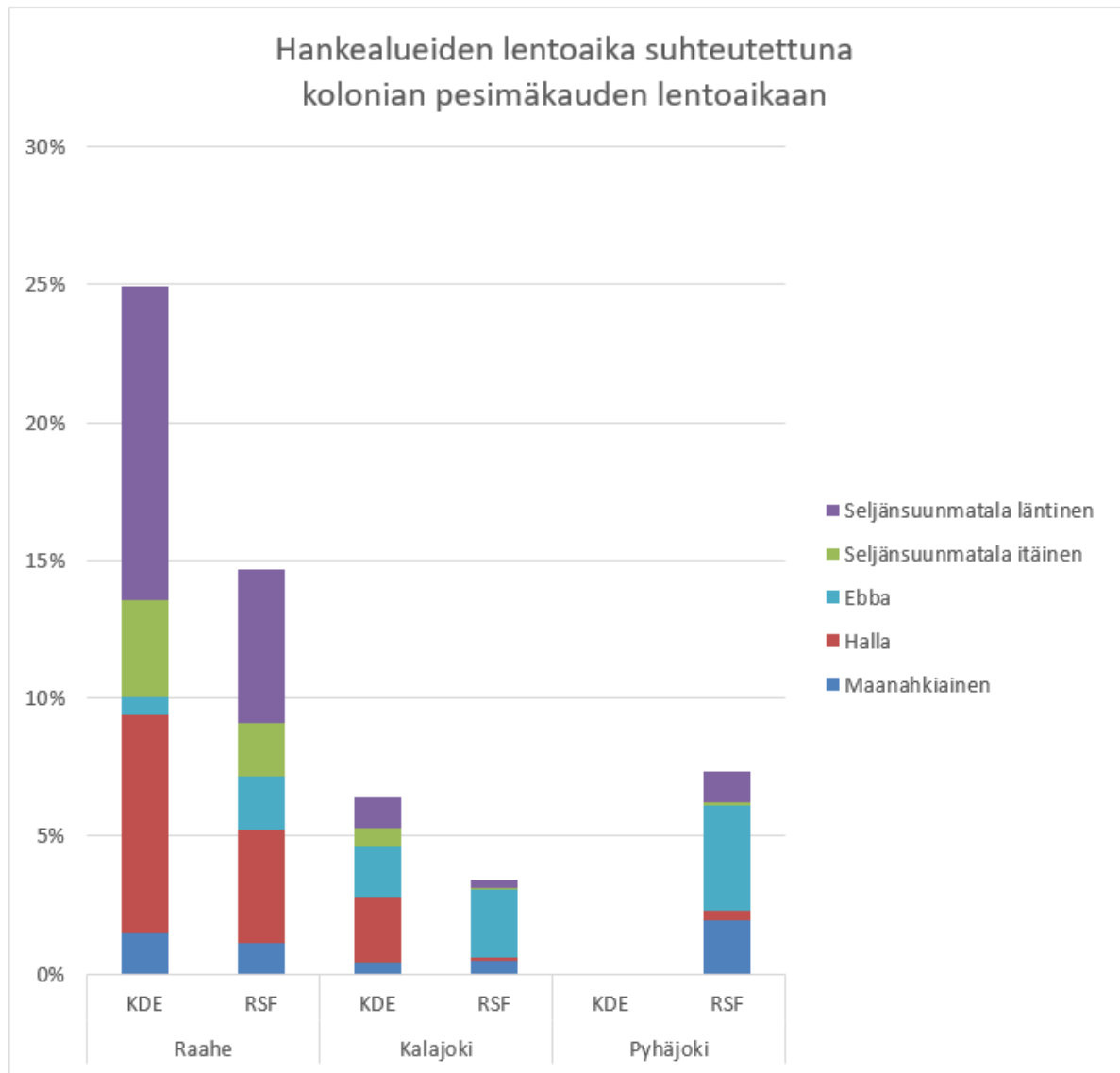
Raahen kolonia, 56 paria		Lentoaika (t/v)		Lentoaika / hankealueen pinta-ala (t/ha)		Osuus pesimäkauden lentoajasta (%)	
Hankealue	Pinta-ala (ha)	KDE- analyysi	RSF- malli	KDE- analyysi	RSF- malli	KDE- analyysi	RSF- malli
Maanahkiainen	5 656	1 289	1 005	0,228	0,178	1,45	1,13
Halla	58 028	7 037	3 648	0,121	0,063	7,93	4,11
Ebba	16 244	597	1 720	0,037	0,106	0,67	1,94
Seljänsuunmatala itäinen	11 836	3 096	1 701	0,262	0,144	3,49	1,92
Seljänsuunmatala läntinen	22 224	10 137	4 950	0,456	0,223	11,42	5,58
Yhteensä	113 988	22 155	13 024			24,96	14,67
Kalajoen kolonia, 265 paria		Lentoaika (t/v)		Lentoaika / hankealueen pinta-ala (t/ha)		Osuus pesimäkauden lentoajasta (%)	
Hankealue	Pinta-ala (ha)	KDE- analyysi	RSF- malli	KDE- analyysi	RSF- malli	KDE- analyysi	RSF- malli
Maanahkiainen	5 656	1 907	1 922	0,337	0,340	0,45	0,46
Halla	58 028	9 693	522	0,167	0,009	2,31	0,12
Ebba	16 244	7 999	10 430	0,492	0,642	1,90	2,48
Seljänsuunmatala itäinen	11 836	2 714	127	0,229	0,011	0,65	0,03
Seljänsuunmatala läntinen	22 224	4 672	1 387	0,210	0,062	1,11	0,33
Yhteensä	113 988	26 985	14 389			6,42	3,43
Pyhäjoen kolonia, 32 paria		Lentoaika (t/v)		Lentoaika / hankealueen pinta-ala (t/ha)		Osuus pesimäkauden lentoajasta (%)	
Hankealue	Pinta-ala (ha)	KDE- analyysi	RSF- malli	KDE- analyysi	RSF- malli	KDE- analyysi	RSF- malli
Maanahkiainen	5 656		987		0,175		1,95
Halla	58 028		171		0,003		0,34
Ebba	16 244		1 945		0,120		3,83
Seljänsuunmatala itäinen	11 836		62		0,005		0,12
Seljänsuunmatala läntinen	22 224		561		0,025		1,11
Yhteensä	113 988		3 727				7,35



Kuva 3-1. Selkälökkikolonioiden absoluuttiset lentoajat eri hankealueilla.



Kuva 3-2. Selkälökkikolonioiden lentoajat hankealueen pinta-alaan suhteutettuna.



Kuva 3-3. Selkälökkien lentoaika eri hankealueilla suhteutettuna kolonian lentoaikaan koko pesimäkaudella.

3.2 Törmäysriski Maanahkiaisen Raahen ja Pyhäjoen suunnittelualueilla

Mikäli kaava-alueelle rakennettaisiin kaavaratkaisun mahdollistamat 20 voimalaa (Pyhäjoki 10, Raahen saariston selkälökkikolonian törmäysriskiksi muodostuisi vuodessa noin 0,3–0,4 törmäystä vuodessa. Parikohtainen törmäysriski olisi tällöin 0,005–0,007 törmäystä vuodessa. Kalajoen Ulko- ja Maakallan kolonian selkälökit liikkuisivat pesimäkauden aikana suunnittelualueen voimala-alueella hieman enemmän, noin 1907–1022 tuntia, mikä johtaisi noin 5,5 törmäykseen vuodessa. Parikohtainen törmäysriski Kalajoen kolonialle olisi noin 0,002 törmäystä vuodessa. Pyhäjoen Ulkoistenkallion kolonian lentoajaksi mallinnettiin vastaavasti yhteensä 987 tuntia, joka johtaisi noin 0,3 törmäykseen vuodessa. Parimäärään suhteutettuna tämä tarkoittaisi 0,009 törmäystä paria kohden.

Tällöin laskennallinen törmäyskuolleisuus selkälökille suunnittelualueella olisi yhteensä noin 1,1 lintua vuodessa, huomioiden alueen suurimpien selkälökkikolonioiden aikuiset linnut.

Törmäysmallinnuksen tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3-2).

Taulukko 3-2. 320 m voimalakoon törmäysmallinnuksen tulokset. Mallinnus laadittu KDE-analyysin ja RSF-lentoaikamallin perusteella laskettujen vuotuisten, suunnittelualueelle suuntautuvien lentoaikojen perusteella. Tuloksissa on eritelty koloniaakohtaisesti vuodessa tapahtuvien törmäysten laskennallinen määrä sekä parikohtainen törmäysriski. Törmäysriski on eritelty erikseen Raahen ja Pyhäjoen kaava-alueille.

Lapakoko 320 m	Kaava-alue	KDE		Koloniaakohtainen törmäysriski		Parikohtainen törmäysriski	
		lentoaika	RSF lentoaika	KDE törmäysriski	RSF törmäysriski	KDE törmäysriski	RSF törmäysriski
Raahen kolonia	Pyhäjoki	740,06	525,58	0,22	0,15	0,004	0,003
	Raahen	548,88	479,65	0,15	0,14	0,003	0,002
	Yht	1288,94	1005,23	0,37	0,29	0,007	0,005
Kalajoen kolonia	Pyhäjoki	1085,25	1293,30	0,32	0,38	0,001	0,002
	Raahen	821,47	628,60	0,23	0,18	0,001	0,001
	Yht	1906,72	1921,90	0,55	0,55	0,002	0,002
Pyhäjoen kolonia	Pyhäjoki		647,03		0,20		0,006
	Raahen		340,43		0,09		0,003
	Yht		987,46		0,28		0,009

3.3 Kumulatiivinen törmäysriski yhteisvaikuttavien hankkeiden osalta

Kaikki lähialueen suunnitellut hankkeet huomioivan törmäysmallinnuksen perusteella **Raahen saariston** kolonian (56 paria) törmäysriski olisi KDE-mallilla noin 8,6 törmäystä vuodessa ja RSF-mallilla noin 5,0 törmäystä vuodessa. Suurin törmäysriski muodostuisi Seljänsuunmatalan läntisestä hankealueesta, joka muodostaisi noin puolet vuotuisista törmäyksistä (2,4–4,9 törmäystä vuodessa). Hallan sekä Seljänsuunmatalan itäisen hankkeiden törmäysriski arvioidaan Maanahkiaista ja Ebbaa korkeammiksi. Kun tulos suhteutetaan kolonian parimäärään, riskiksi muodostuisi 0,153 (KDE) ja 0,090 (RSF) törmäystä vuodessa, mikä tarkoittaisi pesivää paria kohden yhtä törmäystä noin 6–10 vuoden välein. Raahen saaristossa parikohtainen riski on korkein tarkastelluista kolonioista, mikä tarkoittaa, että yksittäisen parin lintu todennäköisesti altistuu suuremmalle törmäysriskille kuin muissa kolonioissa. Voimalakohtaisesti tarkasteltuna Seljänsuunmatalan hankkeet sekä Maanahkiaisen muodostavat korkeimman törmäysriskin.

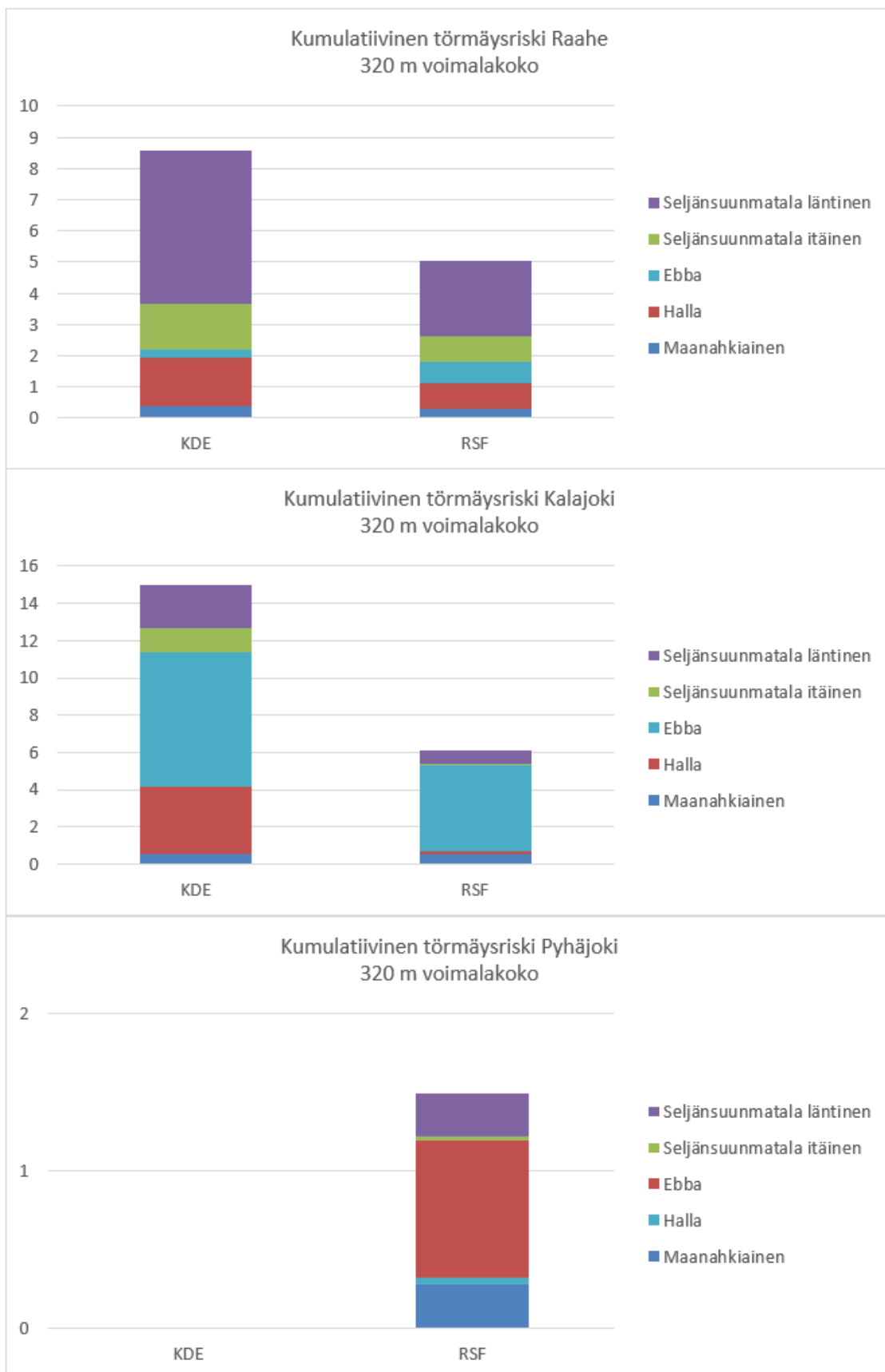
Kalajoen koloniassa (265 paria) kokonaisriski oli selvästi korkeampi kuin Raahen koloniassa, KDE-mallilla 15,0 ja RSF-mallilla 6,1 törmäystä vuodessa. Kokonaistörmäysriskiin vaikuttaa Kalajoen lähes kolminkertainen populaatiokoko. Parimäärään suhteutettuna, Kalajoen kolonian riski

oli Raahan koloniaa alhaisempi; 0,056 (KDE) ja 0,023 (RSF) paria kohden. Merkittävin törmäysriski riski muodostuisi Ebban voimaloista, joihin törmäisi vuodessa noin 4,7–7,3 lintua.

Pyhäjoen koloniassa (32 paria) kokonaistörmäysriskiksi muodostuisi noin 1,5 törmäystä vuodessa, jolloin parikohtainen törmäysriski vuodessa olisi 0,047. Törmäysriskiä nostavat koloniaa lähimpänä sijaitsevat Ebban ja Maanahkiaisen hankkeet.

Taulukko 3-3. Eri hankkeiden muodostama törmäysriski Raahan, Kalajoen ja Pyhäjoen kolonioille. Törmäysriski on eritelty kolonian parimäärään suhteutettuna, yhtä selkälökkiparia kohden sekä kunkin hankealueen tulivoimalaa kohden.

		Törmäysriski kolonialle		Törmäysriski per pari		Törmäysriski kolonialle yhtä turbiinia kohden	
	Voimala-määrä	KDE	RSF	KDE	RSF	KDE	RSF
Raahan saaristo, 56 paria							
Maanahkiainen	20	0,365	0,290	0,007	0,005	0,018	0,015
Ebba	90	0,266	0,713	0,005	0,013	0,003	0,008
Halla	160	1,565	0,811	0,028	0,014	0,010	0,005
Seljänsuunmatala itäinen	70	1,479	0,813	0,026	0,015	0,021	0,012
Seljänsuunmatala läntinen	133	4,900	2,393	0,088	0,043	0,037	0,018
Yhteensä	473	8,575	5,020	0,153	0,090		
Kalajoki, 265 paria							
Maanahkiainen	20	0,545	5,550	0,002	0,002	0,027	0,028
Ebba	90	7,269	4,668	0,027	0,018	0,081	0,052
Halla	160	3,580	0,116	0,014	0,000	0,022	0,001
Seljänsuunmatala itäinen	70	1,296	0,061	0,005	0,000	0,019	0,001
Seljänsuunmatala läntinen	133	2,258	0,671	0,009	0,003	0,017	0,005
Yhteensä	473	14,949	6,065	0,056	0,023		
Pyhäjoki, 32 paria							
Maanahkiainen	20		0,282		0,009		0,014
Ebba	90		0,870		0,027		0,010
Halla	160		0,038		0,001		0,000
Seljänsuunmatala itäinen	70		0,030		0,001		0,000
Seljänsuunmatala läntinen	133		0,271		0,008		0,002
Yhteensä	473		1,491		0,047		



Kuva 3-4. Koloniaikoittainen, vuosittainen törmäysriski suhteutettuna kolonian parimäärään.



Kuva 3-5. Parikohtainen törmäysriski kolonioittain.

4. Lähteet

Band, W., M. Madders & D. P. Whitfield. 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. Teoksessa: de Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (toim.) 2007: Birds and Wind Farms. Risk assessment and mitigation. Lynx Editions, Barcelona. s. 259–275.

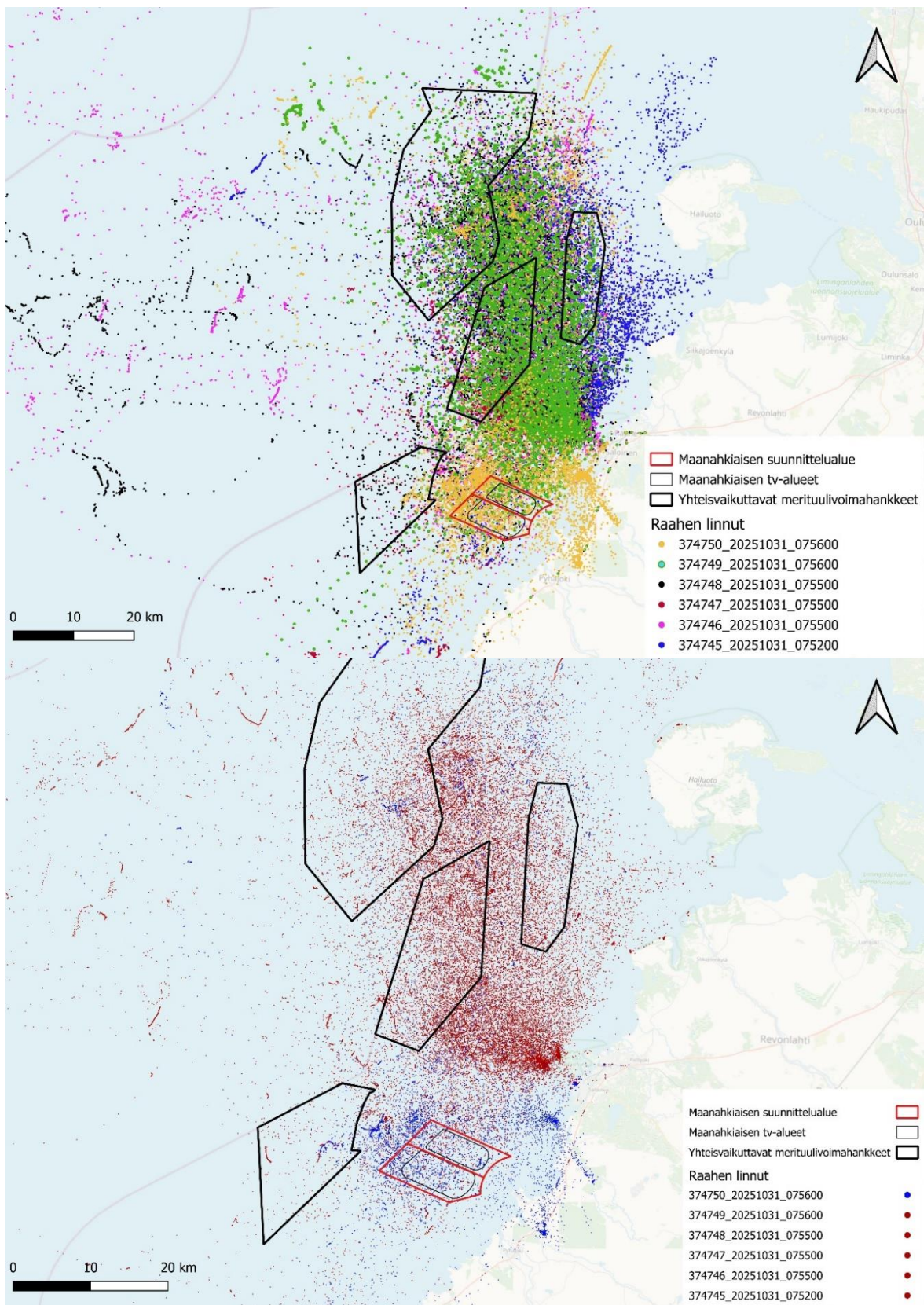
Band, W. 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. Report to the Crown Estate Strategic Ornithological Support Services. Project SOSS-02. Thetford, British Trust for Ornithology. 62 s.

Furness, R.W. 2019. Avoidance rates of herring gull, great black-backed gull and common gull for use in the assessment of terrestrial wind farms in Scotland. Scottish Natural Heritage Research Report No. 1019.

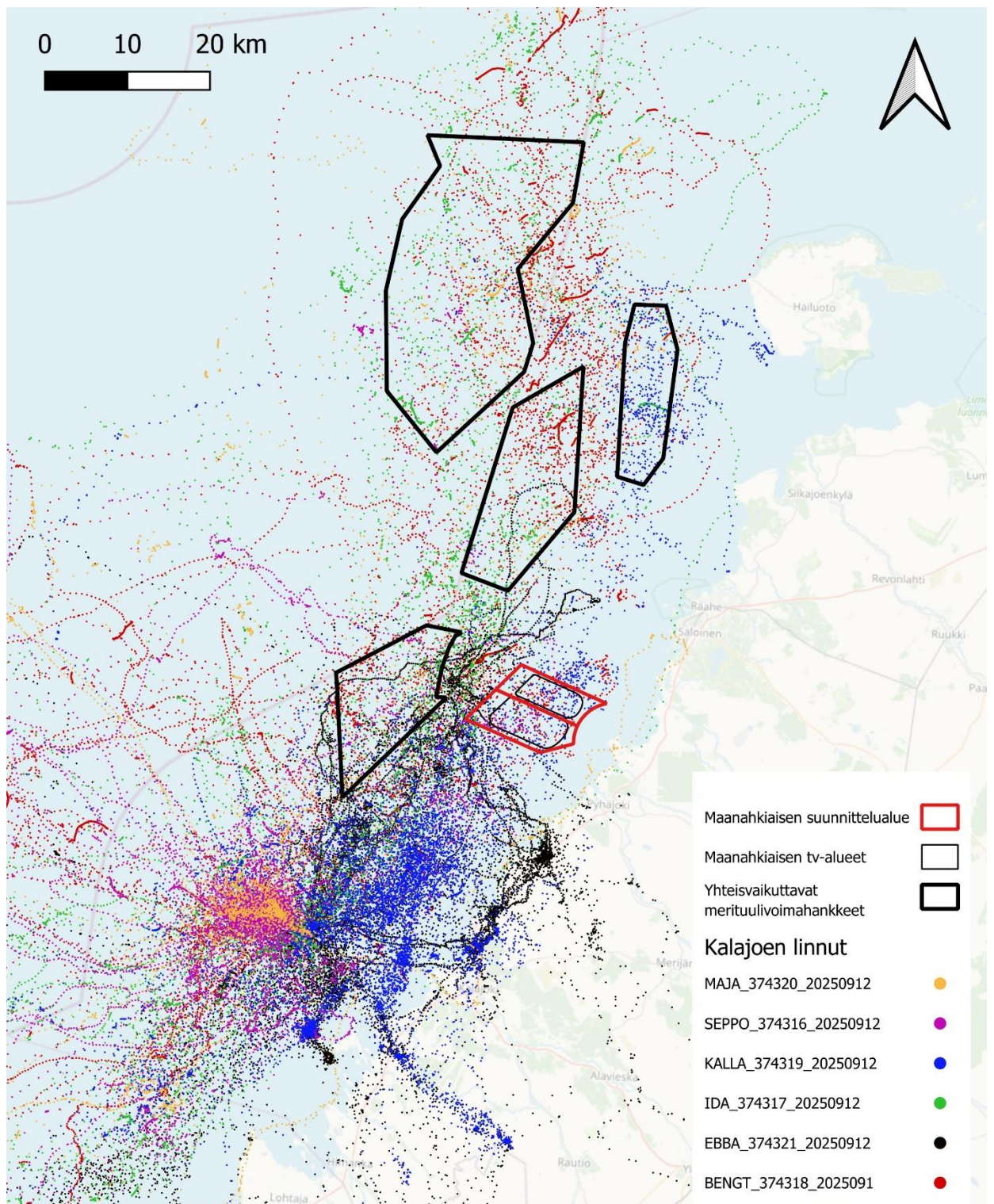
Natural Power. 2025. Buchan Offshore Wind Appendix 9.2. Offshore Ornithology Collision Risk Modelling (CRM)
https://marine.gov.scot/sites/default/files/bow_eia_volume_3_appendix_09.2_offshore_ornithology_collision_risk_modelling_crm.pdf?utm_source=chatgpt.com

Tikkanen, H. 2026. Kalajoen-Raahen pesivien selkälökkien liikkuminen Perämerellä 2025 GPS-seurantojen perusteella.

5. Liitekartat



Liite 1. Ylh: Raahen saariston kolonian yksilöiden lennot eriteltyinä yksilökohtaisesti. Alh: Natura-alueella pesivien GPS-seurattujen lintujen (pun.) lennot suhteessa Natura-alueen ulkopuolella (sin) Peltomatalan alueella pesivään selkälökkiin. Kartoilla esitetty aineisto sisältää koko GPS-paikannusaineiston lennossa ja paikallaan olevista linnuista.



Liite 2. Kalajoen Maa- ja Ulkokallan selkälökkien lentoreitit. Kartalla esitetty aineisto sisältää koko GPS-paikannusaineiston lennossa ja paikallaan olevista linnuista.