

Bioakustisten tunnistusmallien vertailu Suomen oloissa

Muuttolintujen kevät v4 | BirdNET 2.4 | BirdNET 3.0 | Perch 2.0

Esipuhe

Lintujen ääniä tunnistavat mobiilisovellukset ovat viime vuosina yleistyneet nopeasti. Ne ovat tuoneet bioakustisen tunnistuksen harrastajien ja luonnonseurannan arkeen: puhelin voi ehdottaa äänessä olevaa lajia jo maastossa. Monien nykyisten sovellusten tunnistus perustuu BirdNET 2.4 -malliin tai siihen pohjautuvaan paikalliseen BSG Finland v4 -malliin, jota käytetään Muuttolintujen kevät -sovelluksessa.

Tässä vertailussa nämä käytössä vakiintuneet ratkaisut asetetaan rinnakkain kahden uudemman mallin kanssa. BirdNET 3.0 edustaa saman BirdNET-kehityslinjan seuraavaa sukupolvea, ja Google DeepMindin Perch 2.0 laajentaa näkökulmaa lintujen lisäksi muihin eläimiin ja ympäristöääniin.

Raportti kuvaa, miten mallit toimivat suomalaisessa maaseutuympäristössä keskikesällä, jolloin lintujen ääntely poikkeaa kevään aktiivisesta laulukaudesta. Samalla vertailu tarjoaa käytännönläheisen katsauksen siihen, millaiseksi automaattinen äänen tunnistus ja bioakustinen seuranta voivat lähivuosina kehittyä.

Nykyiset sovellukset ja tulevat mallit samassa vertailussa

BirdNET 2.4 ja BSG Finland v4 kuvaavat nykyisten tunnistussovellusten käytännön perustaa. BirdNET 3.0 ja Perch 2.0 puolestaan näyttävät, kuinka lajikattavuus, muiden eläinryhmien tunnistus ja koko äänimaiseman analysointi ovat laajenemassa.

BirdNET 2.4

BSG Finland v4

BirdNET 3.0

Perch 2.0

Tiivistelmä

Bioakustisessa tunnistuksessa mikrofoniin tallennettua ääntä analysoidaan tekoälymallilla. Malli etsii äänestä lajeille tyypillisiä piirteitä, ehdottaa ääntelijän lajeja ja antaa tunnistukselle varmuusarvon. Menetelmän avulla eläimiä voidaan seurata jatkuvasti ilman, että havainnoijan tarvitsee olla paikalla.

Vertailussa tarkasteltiin neljää eri-ikäistä bioakustista tunnistusmallia: pitkään käytössä ollutta BirdNET 2.4:ää, sen pohjalte rakennettua Muuttolintujen kevät v4:ää sekä kahta uudempaa mallia, BirdNET 3.0:n kehitysversiota ja Perch 2.0:aa. Tavoitteena ei ollut selvittää, mikä malli tuottaa eniten tunnistuksia, vaan arvioida, kuinka johdonmukaisesti mallit tunnistavat suomalaisen ääniympäristön lajeja ja millaisia puutteita niiden toiminnassa ilmenee.

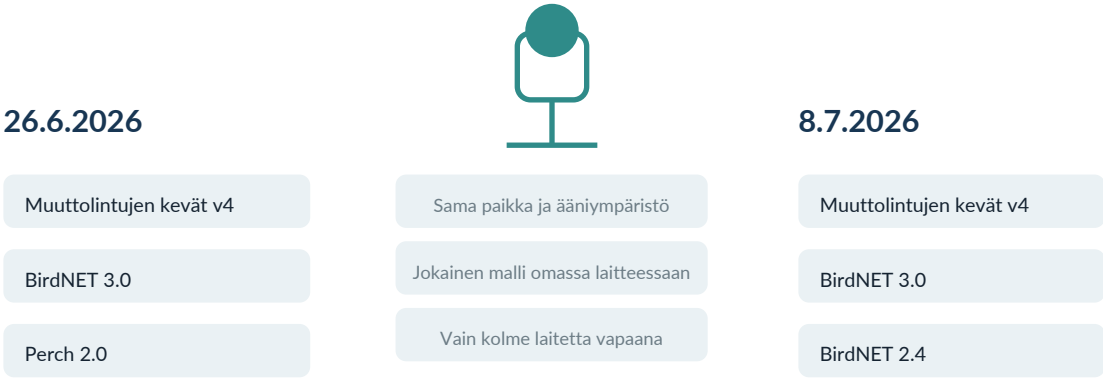
Kahden vertailupäivän perusteella Muuttolintujen kevät v4 vaikutti vertailuhetkellä luotettavimmalta vaihtoehdolta suomalaisen linnuston automaattiseen perusseurantaan. BirdNET 3.0 oli vielä kehitysvaiheessa, mutta se vaikutti globaaliksi malliksi erittäin lupaavalta. Perch 2.0 erottui laajalla tunnistusalueellaan, ja BirdNET 2.4 tunnisti edelleen hyvin suuren osan tavallisen lajiston ytimestä.

Keskeinen tulkinta

Oikein tulkittuna bioakustinen tunnistus on luotettava tapa havainnoida tavallisia ja toistuvasti ääniteleviä lajeja. Yksittäiset, irralliset tunnistukset on kuitenkin tarkistettava ennen niiden hyväksymistä lajilistaan.

Muuttolintujen kevät v4 Suomen oloissa luotettavin kokonaisuus	BirdNET 3.0 Lupaavin globaali malli, vielä kehitysvaiheessa
BirdNET 2.4 Vertailun vanhin malli; tavallinen lajisto tunnistui	Perch 2.0 Laajin eläin- ja ympäristöäänien kattavuus

Kolme identtistä laitetta - neljä mallia kahdessa vertailussa



BirdNET 3.0 ja Muuttolintujen kevät v4 yhdistivät vertailupäivät toisiinsa.

Vertailun tavoite ja testijärjestely

Mallien käyttämät näytepituudet, tunnistusrajat ja tulosten muodostamistavat poikkeavat toisistaan. Saman jatkuvan ääntelyn havaintomäärät eivät siksi ole suoraan vertailukelpoisia. Vertailussa painotettiin lajien toistuvuutta ja sitä, tunnistivatko mallit samoja lajeja saman tunnin aikana.

Mittauspaikka ja ajankohta

Mittauspaikka sijaitsi Lohjan ja Siuntion rajalla maaseutumaisessa ympäristössä. Ajankohta oli tunnistukselle haastava: helposti tunnistettavat reviirilaulut olivat jo vähentyneet, ja äänimaisemassa korostuivat poikasten kutsuäänet sekä aikuisten varoitusäänet.

Käsittelyasetukset

Malli	Tunnistusraja
BirdNET 3.0	68 %
BirdNET 2.4	70 %
Muuttolintujen kevät v4	80 %
Perch 2.0	70 %

50 % limitys

Kaikki mallit käsitelivät näytteitä 50 prosentin limityksellä: seuraava näyte alkoi edellisen näytteen puolivälistä. Näytepituudet vaihtelivat malleittain, joten yhtä sekuntimääräistä esimerkkiä ei voi soveltaa kaikkiin malleihin.

Tunnistusrajat valittiin käytännön kokemuksen perusteella niin, että tulokset olivat vertailukelpoisia eikä liian suuri osa oikeista tunnistuksista pudonnut pois.

Miksi kaikki mallit eivät olleet samassa vertailussa?

Jokainen malli ajettiin omassa identtisessä laitteessaan, mutta vapaita laitteita oli vain kolme. 26.6. mukana olivat Muuttolintujen kevät v4, BirdNET 3.0 ja Perch 2.0; 8.7. Perch 2.0:n tilalla ajettiin BirdNET 2.4:ää. BirdNET 3.0 ja Muuttolintujen kevät v4 yhdistivät vertailut toisiinsa. Päivien luonnollisten erojen vuoksi BirdNET 2.4:ää ja Perch 2.0:aa ei voi verrata täysin suoraan.

Tulosten luotettavuuden arviointi

Tavallisten ja toistuvasti äänitelevien lajien tunnistus oli jo varsin luotettavaa. Yksittäinen irrallinen havainto on yleensä syytä siirtää tarkistusjonoon, mutta sääntö ei ole ehdoton: muuttoaikana ohilentävä lintu tai parvi, esimerkiksi kahlaaja, voi tuottaa vain yhden havaintojakson.

Tunnistuksen tulkinta käytännön seurannassa



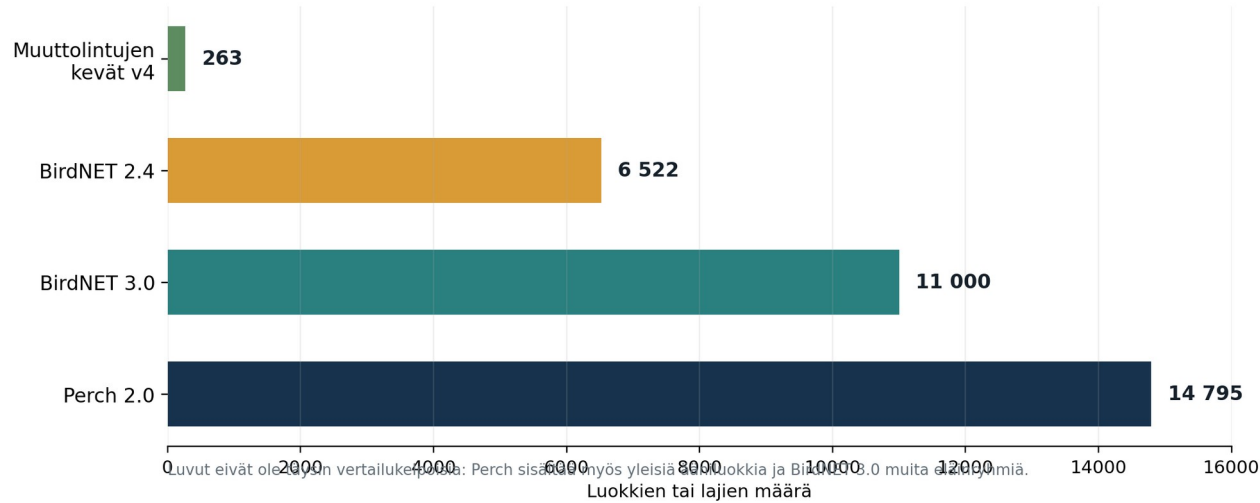
Yksityiskohtaiset päiväkohtaiset tulokset on koottu erilliseen PDF-liitteeseen.

Mallien tausta, ikä ja kattavuus

Mallin ikä tarkoittaa tässä kyseisen malliversion julkista ikää heinäkuussa 2026. Se ei tarkoita koko tutkimushankkeen, opetusaineiston tai kehittäjäorganisaation ikää.

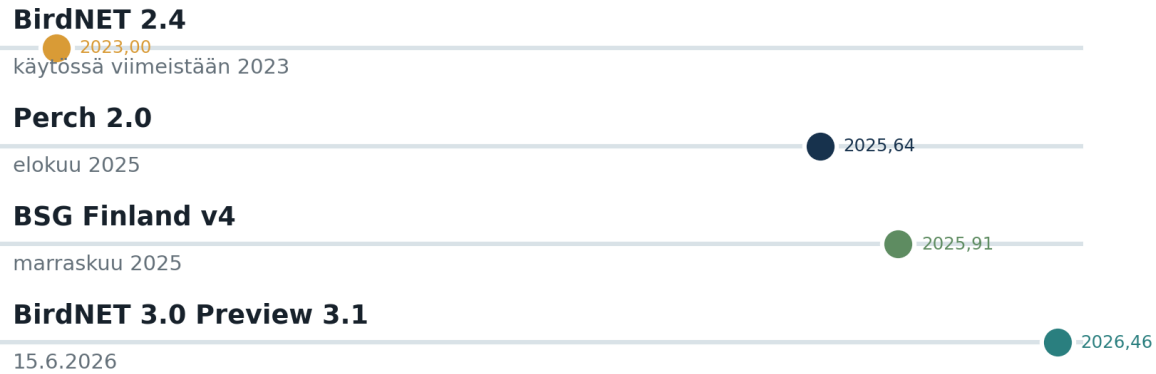
Malli	Kehittäjä ja ikä vertailussa	Kattavuus
Muuttolintujen kevät v4 / BSG Finland v4	Bird Sounds Global -yhteistyössä rakennettu paikallismalli. Muuttolintujen kevät -sovellus on kehitetty Jyväskylän yliopistossa. V4 julkaistiin loppuvuonna 2025; noin 7 kk.	263 suomalaista lintulajia sekä ei-lintu- ja ihmisluokat. Käyttää BirdNET 2.4:n pohjaa. [1-3]
BirdNET 2.4	Stefan Kahl, Connor Wood ja Holger Klinck; Cornell Lab of Ornithology ja Chemnitzin teknillinen yliopisto. Vertailun vanhin mallisukupolvi, käytössä viimeistään 2023.	6 522 maailmanlaajuista lintulajia sekä paikka- ja aikamalli. [4-6]
BirdNET 3.0 Preview 3.1	Mario Lasseck, Maximilian Eibl, Holger Klinck ja Stefan Kahl. Julkaistu 15.6.2026; vertailussa vain muutaman viikon ikäinen.	Noin 11 000 lajia, mukana aiempaa enemmän muita eläinryhmiä. [7-8]
Perch 2.0	Bart van Merriënboer, Vincent Dumoulin, Jenny Hamer, Lauren Harrell, Andrea Burns ja Tom Denton; Google DeepMind ja Google Research. Julkaistu 6.8.2025; noin 11 kk.	14 597 eläinlajia ja 198 yleistä äänitapahtumaluokkaa. [10-11]

Mallien tunnistusvarauuden laajuus



Mallien luokkajoukot ovat eri laajuisia ja osin eri sisältöisiä; lukuja ei siksi pidä tulkita suoraan tarkkuusvertailuna.

Malliversioiden ajallinen asema vertailussa



Muuttolintujen kevät v4

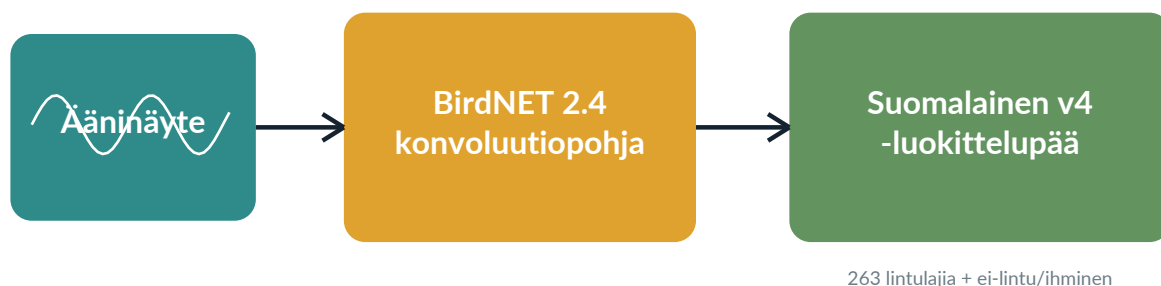
Muuttolintujen kevät v4 eli BSG Finland v4 on Bird Sounds Global -yhteistyössä rakennettu Suomen oloihin erikoistunut malli. Muuttolintujen kevät - mobiilisovellus on kehitetty Jyväskylän yliopistossa, ja sen nykyinen tunnistus kattaa 263 suomalaista lintulajia. [1]

Suomen mallin kehitystyö on osa laajempaa kansainvälistä Bird Sounds Global -kokonaisuutta.

Mallinrakennusjulkaisun ensimmäisiä tekijöitä ovat Patrik Lauha, Meeri Rannisto, Panu Somervuo ja Mikko Heikkinen. [2-3]

Muuttolintujen kevät v4 ei ole erillinen äänestä asti toimiva verkko

BirdNET 2.4 tuottaa ääniominaisuudet, joiden päälle Suomen lajistoon koulutettu luokittelupää tekee lopullisen lajimäärityksen.



Suomen v4-malli on BirdNET 2.4:n päälle koulutettu paikallinen luokittelupää.

Muuttolintujen kevät v4 ei ole kokonainen, suoraan ääniaallosta lajitulokseen toimiva erillinen neuroverkko. BirdNET 2.4:n konvoluutiopohja muuntaa ääninäytteen lajintunnistuksessa hyödynnettäviksi ääniominaisuuksiksi. Näiden ominaisuuksien päälle koulutettu suomalainen luokittelupää tekee lopullisen lajimäärityksen. Tästä syystä v4-mallin käyttäminen edellyttää myös BirdNET 2.4:n pohjamallia. [3,5]

Vertailujen perusteella Muuttolintujen kevät v4 tuotti paikallisiin oloihin johdonmukaisimman kokonaisuuden. Se tunnisti variksen, kanadanhanhen ja pääskyset muita malleja paremmin. Varistuloksiin sisältyi kuitenkin myös närhen ääniä: yhdessä tapauksessa tavallinen närhen räähkäisy tulkittiin varikseksi yli 90 prosentin varmuudella.

Vahvuus ja rajoite

Paikallinen 263 lintulajin luokkajoukko vähentää globaalien mallien epäuskottavia vaihtoehtoja. Toisaalta Suomen malli ei voi tunnistaa lajia, joka puuttuu sen luokkaluettelosta, eikä se tarjoa yhtä laajaa muiden eläinryhmien tunnistusta.

BSG Finland v4 ei ole ainoa samalla menetelmällä rakennettu paikallismalli. Bird Sounds Global -malliperheeseen kuuluu myös muille maille ja alueille kohdistettuja versioita. Tässä vertailussa käytettiin kuitenkin vain Suomen mallia, joten muiden alueellisten versioiden toiminnasta ei voida tehdä tämän aineiston perusteella johtopäätöksiä.

Mahdollinen jatkokehitys

Jos vastaava suomalainen luokittelupää voidaan tulevaisuudessa kouluttaa BirdNET 3.0:n uudempien piirre-esitysten päälle, yhdistelmä voisi hyödyntää sekä uuden globaalien mallien laajempaa äänioppia että paikallisen luokittelun tarkkuutta. Tämä on kiinnostava kehityshypoteesi, ei tässä vertailussa testattu tulos.

BirdNET 2.4

BirdNET 2.4:n tekijöiksi on mallin virallisessa julkaisussa merkitty Stefan Kahl, Connor Wood ja Holger Klinck. BirdNET-hanketta kehitetään Cornell Lab of Ornithologyn K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacousticsin ja Chemnitzin teknillisen yliopiston yhteistyönä. [4-6]

Mallin lajiluettelossa on 6 522 lintulajia. Sen rinnalla voidaan käyttää paikkaan ja vuodenaikaan perustuvaa esiintymismallia, joka auttaa rajaamaan paikallisesti epätodennäköisiä vaihtoehtoja. [6]

BirdNET 2.4 tunnisti edelleen hyvin suuren osan tavallisten lajien yhteisestä ytimeistä. Runsaat ja toistuvasti ääntelevät metsien, peltojen ja pihapiirien lajit näkyivät sen tuloksissa usein samankaltaisesti kuin muissa malleissa.

Heinäkuun vertailussa BirdNET 2.4 tuotti myös runsaasti vain kerran tai hyvin lyhyesti esiintyneitä lajimäärityksiä. Tällaiset yksittäiset tulokset eivät kuitenkaan ole vain BirdNET 2.4:n erityisongelma, vaan sama ilmiö näkyi kaikissa testatuissa malleissa. Mallin tulokset ovat käyttökelpoisia, kun aineisto rajataan toistuviin havaintoihin ja paikka- sekä aikasuodatusta hyödynnetään.

Suhde Suomen v4-malliin

Muuttolintujen kevät v4 käyttää BirdNET 2.4:n ääniominaisuuksia tuottavaa pohjaa. Näiden kahden mallin yhtenevä tunnistus ei siksi ole yhtä riippumaton vahvistus kuin kahden täysin erillisen malliperheen yhtenevä tulos.

Varis: BSG v4 tunnisti parhaiten

Variksen esiintyminen varmistettiin alkuperäisestä äänitteestä. Muuttolintujen kevät v4 tunnisti lajin oikein molempina vertailupäivinä, mutta BirdNET 2.4:n pisteet jäivät 8.7. käytetyllä suodatustasolla liian mataliksi.

BSG v4 toimi variksen osalta parhaiten, vaikka sen varisluokkaan sekoittui myös närhen ääniä: tavallinen närhen räkäisy luokiteltiin yhdessä tapauksessa varikseksi yli 90 prosentin varmuudella. Globaalien mallien haaste vaikutti liittyvän ennen kaikkea liian mataliin tunnistuspisteisiin.

BirdNET 3.0

BirdNET 3.0:n testattu Developer Preview 3.1 -versio julkaistiin 15.6.2026. Se on saman BirdNET-hankkeen seuraava mallisukupolvi kuin BirdNET 2.4. Kehitystiimeissä on yhteisiä tekijöitä: Holger Klinck ja Stefan Kahl ovat mukana molempien versioiden julkaisuissa. Preview 3.1:n muut tekijät ovat Mario Lassecq ja Maximilian Eibl. Noin 11 000 lajia kattava kehitysversio sisältää lintujen lisäksi aiempaa enemmän muitakin eläinryhmiä. [7-8]

Kehittäjät ilmoittavat, että malli, lajiluettelo ja ohjelmisto muuttuvat vielä ennen varsinaista julkaisua. Testattu versio oli vertailuhetkellä vain muutaman viikon ikäinen. [7-8]

Vertailun perusteella BirdNET 3.0 on lupaavin testatuista globaaleista malleista. Se tunnisti kehitysvaiheestaan ja huomattavasti Suomen mallia suuremmasta lajimäärästään huolimatta suuren osan samasta suomalaisesta peruslajistosta kuin Muuttolintujen kevät v4.



Varis (*Corvus cornix*), suomalainen yleinen varislaji.
Kuva: Petri Suutarinen-Maaheimo.

Selvin havaittu puute: varis

Variksen esiintyminen varmistettiin alkuperäisestä äänitteestä. BirdNET 3.0:n pisteet jäivät niin mataliksi, ettei laji tullut mukaan käytännöllisellä yleisellä tunnistusrajalla.

BSG v4 tunnisti variksen parhaiten. BirdNET 2.4 ja Perch 2.0 jättivät varmennetun havainnon pois, ja BSG v4:n varistuloksiin sekoittui myös närhen ääniä.

Aineisto ei riitä osoittamaan, johtuuko ilmiö opetusaineiston kattavuudesta, variksen ja muiden varislintujen äänten osittaisesta samankaltaisuudesta, luottamusarvojen kalibroinnista vai näiden yhdistelmästä. BirdNET 3.0:n kohdalla kehitysvaihe lisää mahdollisuutta, että lajikohtaista toimintaa vielä korjataan ennen varsinaista julkaisua.

BirdNET GeoModel

GeoModel rajaa globaalin äänimallin tuloksia



Huomio: harvinainen tai poikkeava todellinen havainto voi jäädä liian tiukan suodatuksen ulkopuolelle.

GeoModel arvioi sijainnin ja vuoden viikon perusteella, mitkä lajit ovat paikallisesti todennäköisiä. [9]

GeoModel ei kuuntele ääntä eikä tee varsinaista lajintunnistusta. Se toimii BirdNETin äänitulosten jälkisuodattimena. Liian tiukka suodatus voi kuitenkin jättää pois todellisen harvinaisen tai tavallisesta esiintymisajastaan poikkeavan havainnon.

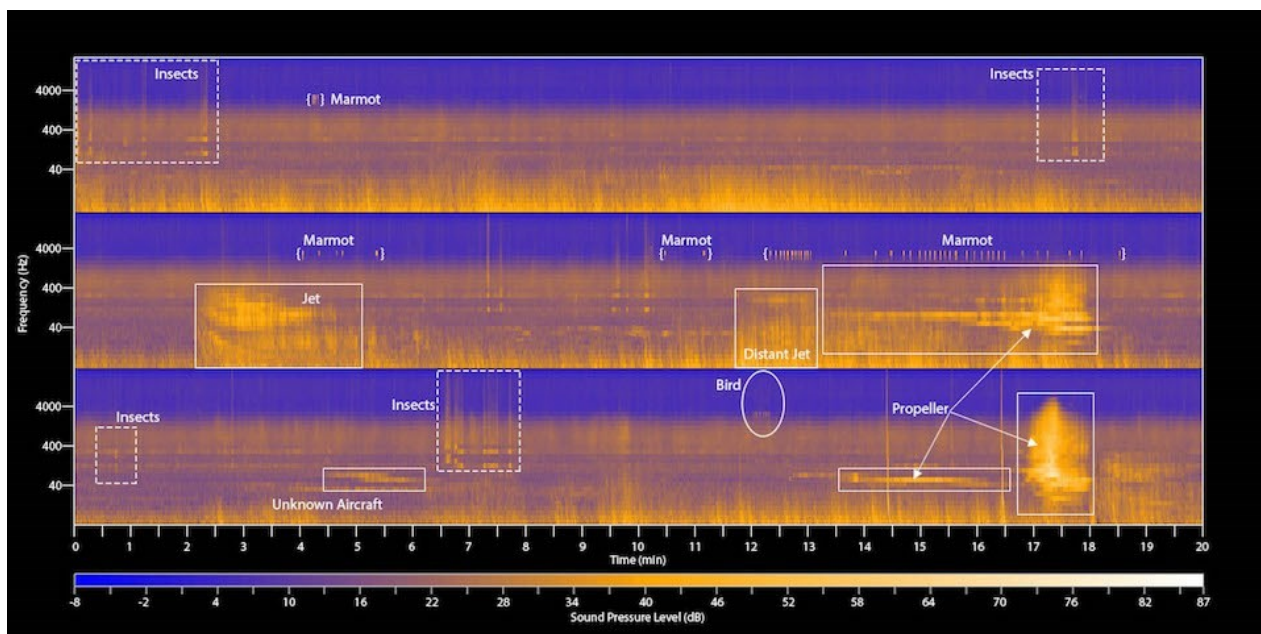
Perch 2.0

Perch 2.0:n tekijät ovat Bart van Merriënboer, Vincent Dumoulin, Jenny Hamer, Lauren Harrell, Andrea Burns ja Tom Denton. Malli on kehitetty Google DeepMindin ja Google Researchin bioakustiikan tutkimuksessa, ja se julkaistiin elokuussa 2025. [10-11]

Perch 2.0 on laaja bioakustinen perusmalli, joka tarjoaa valmiita tunnistuksia ja ääniominaisuuksia uusien luokittelutehtävien rakentamiseen. Sen opetusaineistossa on 14 597 eläinlajia ja 198 yleistä äänitapahtumaluokkaa. Lajisto sisältää lintujen lisäksi muun muassa nisäkkäitä, sammakkoeläimiä ja hyönteisiä. [10]

Kesäkuun vertailussa Perch 2.0 tunnisti suuren osan samasta tavallisten lintujen ytimeistä kuin Muuttolintujen kevät v4 ja BirdNET 3.0. Mallin laajuus tuli näkyviin erityisesti silloin, kun valittujen luokkien tunnistusrajaa alennettiin.

Lajikohtaisesti tai ääniluokakohtaisesti matalammalla raja-arvolla tuloksista voitiin etsiä esimerkiksi moottorien ääniä ja muita kiinnostavia äänimaiseman tapahtumia. Aineistossa Perch 2.0:n Engine-luokka tunnisti oikein ruohonleikkurin. Nämä tulokset eivät tulleet mukaan normaalilla yleisellä suodatustasolla, koska niiden varmuusarvot olivat tavallisia lintuhavaintoja matalampia.



Esimerkki monilähteisestä äänimaisemasta: samassa spektrogrammissa näkyy hyönteisiä, lintu, nisäkä ja lentokoneita. Kuva: U.S. National Park Service, public domain.

Matalampi raja-arvo on hakutyökalu

Matalan varmuuden tuloksia ei tule tulkita suoraan vahvistetuiksi tapahtumiksi. Niitä voidaan käyttää suuren ääniaineiston kiinnostavien kohtien löytämiseen ja alkuperäisten tallenteiden kohdentamiseen.

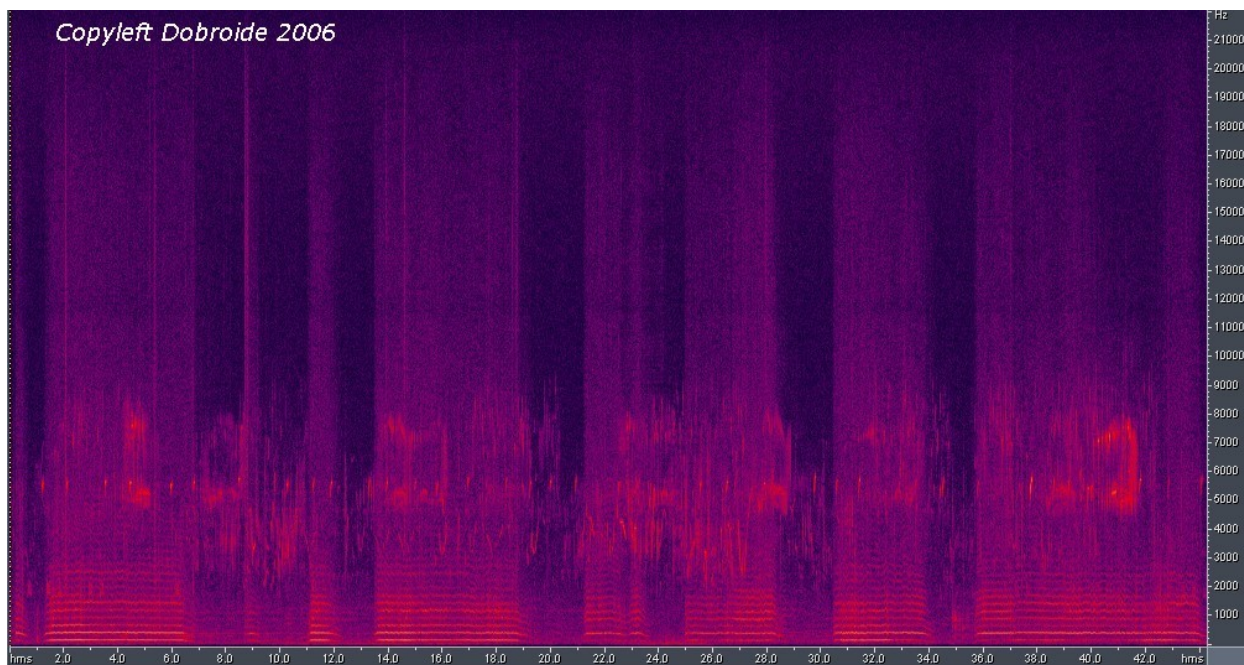
Perch 2.0:ssa ei ole BirdNETin GeoModelin kaltaista sisäistä paikkaan ja vuodenaikaan perustuvaa suodatusta. Suomen oloissa lajien paikallinen uskottavuus on siksi arvioitava erikseen tai mallin ulkopuolisella suodatuksella.

Variksen esiintyminen varmistettiin myös 26.6. aineistosta, mutta Perch 2.0 ei tuottanut käytetyllä suodatustasolla hyväksyttyä varishavaintoa. Tämä oli mallin virhe kyseisessä testissä.

Lintujen lisäksi muut eläinryhmät

BirdNET 3.0 ja Perch 2.0 tukevat lintujen lisäksi myös muiden eläinryhmien tunnistusta. Mallien luokkajoukoissa tai opetusaineistoissa on muun muassa nisäkkäitä, sammakkoeläimiä ja hyönteisiä. Perch 2.0:ssa on lisäksi yleisiä ympäristöääniluokkia. [7-8,10]

Tämä mahdollistaa saman ääniaineiston hyödyntämisen lintuseurantaa laajemmassa luonnon seurannassa. Käyttökohteita voivat olla esimerkiksi ääntelevien hyönteisten aktiivisuuskaudet, sammakkoeläinten soidintoiminta, nisäkkäiden läsnäolo sekä ajoneuvojen tai työkoneiden aiheuttama häiriö.



Mehiläisen lentojaksot näkyvät spektrogrammissa ääniraitoina; taustalla erottuu myös lintujen laulua. Kuva: dobroide / Wikimedia Commons, CC BY-SA 2.0.

Muita mahdollisia käyttökohteita

Ääntelevien hyönteisten kohdalla akustinen seuranta voi kuvata lajien esiintymistä, vuorokausi- ja vuodenaikaisaktiivisuutta sekä suhteellisia muutoksia. Esimerkiksi heinäsiirkkojen, hepokattien ja kaskaiden ääntelyä voidaan seurata automaattisesti. Pelkkä tunnistusten määrä ei kuitenkaan ole sama asia kuin yksilömäärä: ääntelyaktiivisuus riippuu muun muassa lämpötilasta, säästä, sukupuolesta, käyttäytymisestä ja mikrofoniin havaintoetäisyydestä. [12-13]

Myyräkannan kokoa ei voida arvioida suoraan tavallisella lintujen kuunteluun tarkoitetulla laitteistolla ja mallin havaintomäärillä. Monet pienet jyrsijät tuottavat korkeataajuisia tai ultraäänisiä ääniä, jotka vaativat siihen sopivan mikrofoniin. Lisäksi äänet kertovat vain äänessä olevista eläimistä. Akustinen aktiivisuus voisi erityisellä laitteistolla, lajikohtaisella tunnistimella ja maastossa tehtävällä kalibroinnilla toimia osana kannan suhteellisten muutosten seurantaa, mutta ei sellaisenaan luotettavana yksilömääränä.

Yleinen periaate

Akustinen havaintomäärä muuttuu kanta-arvioksi vasta, kun lajikohtainen ääntelytaajuus, havaintotodennäköisyys, etäisyys ja hiljaisten eläinten osuus on tunnettu tai arvioitu. [13]

Lajiryhmäkohtaisia havaintoja

Mallien tuloksia tarkasteltiin myös lajiryhmittäin. Pöllöjen, yölaulajien ja pääskyjen kohdalla tunnistuksen toistuvuus, vuorokaudenaika ja alkuperäisäänien tarkistus olivat yksittäistä varmuusprosenttia tärkeämpiä.

Pöllöt: tunnistus vaihtelee vuodenajan mukaan

Pöllöjen tunnistuksessa vuodenaika ja ääntelytyyppi vaikuttavat tuloksiin. Talviaineistoissa ainakin BirdNET- ja BSG v4 -mallit ovat käytännön kokemusten perusteella rekisteröineet pöllöjä hyvin ja tarkasti. Mallien rajoituksena on, etteivät ne erottele koiraan ja naaraan ääniä. Tässä kesäaineistossa pöllöehdokkaat oli kuitenkin tarkistettava alkuperäisistä äänitteistä.

Laji 8.7.	Mallien tuloksissa	Tarkistettu tulkinta
Lehtopöllö	BirdNET 2.4 + BirdNET 3.0	Joukossa oli sekä oikeita havaintoja että ihmisen aiheuttamien ympäristöäänien virhetulkintoja.
Sarvipöllö	BirdNET 2.4 + BirdNET 3.0	Kaikki tarkistetut havainnot olivat vääriä.
Huuhkaja	BirdNET 2.4 + Muuttolintujen kevät v4	Kaikki tämän aineiston havainnot olivat vääriä.

Johtopäätös: pöllöissä mallien yhtenevä tulos, toistuvuus tai biologisesti uskottava kellonaika eivät yksin riitä vahvistukseksi. Tässä aineistossa kaikki sarvipöllö- ja huuhkajahavainnot olivat vääriä, kun taas lehtopöllöissä oli sekä oikeita että vääriä tulkintoja.

Yölaulajat: kehrääjä erottui edukseen

Kehräjä löytyi 8.7. sekä BirdNET 3.0:n että Muuttolintujen kevät v4:n tuloksista; BirdNET 2.4 ei ilmoittanut lajia. Muuttolintujen kevät v4 ilmoitti lisäksi 26.6. ruiskäärän toistuvana yöaikaisena sarjana. Molemmat tapaukset olivat rakenteeltaan selvästi uskottavampia kuin yksittäiset pöllöosumat.

Pääskyt: BSG v4 tunnisti parhaiten

Muuttolintujen kevät v4 ilmoitti 8.7. räystäspääskyn ja tervapääskyn sekä 26.6. tervapääskyn. Havainnot tarkistettiin oikeiksi. BirdNET 2.4 ja BirdNET 3.0 eivät tuottaneet näistä lajeista hyväksytyjä havaintoja, joten BSG v4 oli tässä aineistossa selvästi herkin pääskyille.

Lajiryhmäkohtainen suodatus

Pöllöt: tässä kesäaineistossa myös toistuvat ehdokkaat tarkistettiin alkuperäisäänestä. Yölaulajat: usean mallin tai yhtenäisen yöjakson tuki lisää uskottavuutta. Pääskyt: BSG v4:n havainnot olivat oikeita ja malli tunnisti ne parhaiten.

Tarkka aineistoanalyysi

Tuntikohtaisessa vertailussa havaintomäärää ei käytetty mallien paremmuuden mittarina, koska näytepituudet ja mittausvälit erosivat. Taulukon luku tarkoittaa niiden tuntien määrää, joina malli tuotti lajista vähintään yhden tunnistuksen. Kesän pesimäajan vuoksi aineistossa korostuivat laulun lisäksi kutsu-, varoitus- ja poikasäänet.

Aineiston pitkä häntä

Päivä ja malli	Lajeja	Täsmälleen yksi tunnistus	Havaittu vähintään 2 tuntina
26.6. BirdNET 3.0	39	9	28
26.6. BSG v4	44	11	27
26.6. Perch 2.0	36	10	23
8.7. BirdNET 3.0	52	17	32
8.7. BSG v4	56	19	33
8.7. BirdNET 2.4	35	10	22

Raaka lajimäärä ei siten kuvaa suoraan tarkkuutta. Erityisesti BirdNET 3.0:n ja BSG v4:n laajoissa tulosjoukoissa oli paljon vain kerran esiintyneitä lajimäärityksiä.

26.6.2026: selvimmät mallierot

Laji	BirdNET 3.0	BSG v4	Perch 2.0	Tulkinta
Harmaasieppo	10	18	6	BSG v4 selvästi herkin.
Vihervarpunen	8	11	3	Perch 2.0 tunnisti lajia niukemmin.
Räkättirastas	5	11	1	Perch 2.0:n tulos jäi lähes yksittäiseksi.
Mustapääkerttu	6	4	9	Perch 2.0 oli tässä lajissa vahva.
Västäräkki	3	4	0	Perch 2.0 jätti kahden muun mallin tukeman lajin pois.
Kurki	2	2	0	Todennäköinen Perch 2.0:n ohitus.
Varis	0	13	0	BSG v4 tunnisti parhaiten; joukossa myös närhen ääniä.
Kanadanhanhi	0	8	0	BSG v4:n toistuva havaintosarja tarkistettiin oikeaksi.
Kaulushaikara	0	0	6	Kaikki havainnot olivat vääriä.

Perch 2.0:n Engine-luokka tunnisti samalla aineistolla oikein ruohonleikkurin. Laajemmat eläin- ja ympäristöääniluokat sekä latinankieliset nimet ovat mallin kattavuusominaisuuksia, eivät itsessään virheitä.

Tarkka aineistoanalyysi: 8.7.2026

Heinäkuun vertailu osoitti erityisesti BirdNET 2.4:n ja uudempien mallien välisiä lajikohtaisia eroja. BirdNET 2.4 tunnisti edelleen vahvan peruslajiston, mutta useiden keskikesällä äänitelevien tavallisten lajien havaintotuntien kattavuus jäi selvästi pienemmäksi.

Laji	BirdNET 3.0	BSG v4	BirdNET 2.4	Tulkinta
Pajulintu	6	5	0	BirdNET 2.4 jätti kokonaan löytymättä; kahden muun mallin viisi yhteistä tuntia.
Vihervarpunen	15	16	3	BirdNET 2.4 tunnisti vain pienen osan havaintojaksosta.
Punarinta	10	10	3	Vanhan mallin tuntikattavuus jäi selvästi pienemmäksi.
Mustapääkerttu	8	9	1	Selvä BirdNET 2.4:n alitunnistus.
Hippiäinen	6	5	1	Selvä BirdNET 2.4:n alitunnistus.
Talitiainen	9	10	2	Ero näkyi myös tavallisessa lajissa.
Hömötiainen	3	3	0	Kahden uudemman mallin tukema ohitus.
Harmaasieppo	5	14	4	BSG v4 oli jälleen herkin.
Varis	0	18	0	BSG v4 tunnisti parhaiten; muut jäivät kynnyksen alle.

Oikeiksi tarkistettut BSG v4:n kanadanhanhi- ja pääskyhavainnot sekä käki, kalalokki, merilokki, hemppo ja Vulpes vulpes (kettu).	Vääriksi tarkistettut Kaikki kaulushaikara-, huuhkaja- ja sarvipöllöhavainnot sekä peltosirkku, mustavaris, haahka ja valkoposkihanhi.
--	---

Lehtopöllö vaatii äänikohtaisen tarkistuksen. Aineistossa oli sekä oikeita havaintoja että ihmisen aiheuttamien ympäristöäänien virhetulkintoja. Pöllöissä usean mallin yhtenevyys tai toistuvuus ei yksin riittänyt vahvistukseksi.

Tulkinta mallien kyvykkyyksistä

BSG v4	Paikallislajeissa erittäin herkkä. Varis, kanadanhanhi ja pääskyet olivat aineiston selviä vahvuuksia; lajiparien sekoittumista esiintyi silti.
BirdNET 3.0	Tasapainoinen globaali malli ja keskikesän peruslajistossa BirdNET 2.4:ää kattavampi. Variksen pisteet jäivät liian mataliksi.
Perch 2.0	Tunnisti peruslajiston lisäksi ympäristöäänä. Suomen lajistossa näkyi sekä ohituksia että laajan luokkajoukon tarkistustarvetta.
BirdNET 2.4	Käyttökelpoinen tavallisessa lajistossa, mutta heinäkuussa useiden lajien tuntikattavuus jäi uudempia malleja pienemmäksi.

Kaikkia yksittäisiä havaintoja ei tarkistettu. Yksi tunnistus on tässä aineistossa yleensä virhe-epäily, mutta muuttoaikana ohilentävä lintu tai parvi - erityisesti kahlaaja - voi jäädä vain yhdeksi havaintojaksoksi.

Mallien vahvuudet ja puutteet

Malli	Keskeinen vahvuus	Selvin puute tai huomio
Muuttolintujen kevät v4	Suomen oloissa johdonmukaisin kokonaisuus. Tunnisti variksen, kanadanhanhen ja pääskysel mui malleja paremmin.	Ei tunnista luokkaluettelonsa ulkopuolisia lajeja. Tarvitsee BirdNET 2.4:n pohjamallin. Varistuloksiin sekoittui myös närhen ääniä.
BirdNET 2.4	Tunnistaa suuren osan tavallisesta suomalaisesta lajistosta. Paikka- ja aikasuodatus tukevat tulosten rajaamista.	Vertailun vanhin mallisukupolvi. Yksittäiset tulokset vaativat vahvaa suodatusta. Varmennettu varis jäi 8.7. tuloksista pois.
BirdNET 3.0	Kehitysvaihe huomioiden erittäin lupaava globaali malli. Tunnisti suuren osan samasta peruslajistosta kuin Suomen malli.	Variksen pisteet jäivät liian mataliksi. Malli ja tulosten kalibrointi muuttuvat vielä ennen julkaisua.
Perch 2.0	Erittäin laaja eläin- ja ääniluokkien kattavuus. Engine-luokka tunnisti oikein ruohonleikkurin.	Ei sisäistä paikka- ja aikasuodatusta. Erikoisäänet vaativat usein luokakohtaisen raja-arvon. Varmennettu varis jäi 26.6. tuloksista pois.

BSG v4 tunnisti variksen parhaiten. BirdNET 2.4:n, BirdNET 3.0:n ja Perch 2.0:n pisteet jäivät käytetyillä rajoilla liian mataliksi, ja BSG:n varistuloksiin sekoittui myös närhen ääniä.

Vertailun rajoitteet

- Vertailu perustuu kahteen vuorokauteen yhdessä paikassa, joten tuloksia ei voi yleistää kaikkiin vuodenaikoihin ja elinympäristöihin.
- Kaikki neljä mallia eivät käsitelleet samaa päivää. BirdNET 2.4:n ja Perch 2.0:n keskinäisiä eroja ei voida erottaa vertailupäivien luonnollisista eroista.
- Kaikkia alkuperäisiä äänitteitä tai kaikkia yksittäisiä havaintoja ei tarkistettu käsin.
- Yksittäinen havainto on yleensä syytä tarkistaa, mutta muuttoaikana ohilentävä lintu tai parvi - erityisesti kahlaaja - voi tuottaa vain yhden havaintojakson.
- Tarkkuustesti vaatisi asiantuntijoiden käsin annotoiman ääniaineiston, samat tiedostot kaikille malleille ja lajikohtaisesti optimoidut tunnistusrajat.

Mitä tuloksista voidaan silti päätellä?

Kaksi rinnakkaista testipäivää paljasti paikallisen luokittelun hyödyn, globaalien mallien laajemman käyttökentän, lajikohtaiset erot sekä alkuperäisäänien tarkistamisen tarpeen.

Johtopäätökset

Kahden vertailun perusteella Muuttolintujen kevät v4 vaikuttaa vertailuhetkellä luotettavimmalta mallilta suomalaisen linnuston automaattiseen perusseurantaan. Tavallisten ja toistuvasti äänitelevien lajien tunnistaminen on jo varsin luotettavaa, kun käytetään perusteltuja tunnistusrajoja ja tuloksia tulkitaan lajikohtaisesti.

Suomen v4-mallin vahvuutena on BirdNET 2.4:n ääniominaisuuksia tuottavan pohjan ja suomalaisella aineistolla koulutetun luokittelupään yhdistäminen. Paikallinen lajisto vähentää globaalin mallin mahdollisia vääriä vaihtoehtoja. Samalla malli ei voi tunnistaa luokaluettelonsa ulkopuolisia lajeja tai tarjota yhtä laajaa muiden eläinryhmien tunnistusta.

BirdNET 3.0 on vertailun lupaavin globaali malli ja saman BirdNET-kehityslinjan seuraava mallisukupolvi kuin BirdNET 2.4. Se tunnisti kehitysvaiheestaan ja suuresta lajimäärästään huolimatta suuren osan samasta suomalaisesta peruslajistosta kuin Muuttolintujen kevät v4.

BSG v4 tunnisti variksen selvästi parhaiten. BirdNET 2.4:n, BirdNET 3.0:n ja Perch 2.0:n pisteet jäivät käytetyillä rajoilla liian mataliksi. BSG:n varistuloksiin sisältyi kuitenkin myös närhen ääniä, joten hyvä herkkyys ei poistanut lajiparin välistä sekoittumista.

BirdNET 2.4 on edelleen käyttökelpoinen tavallisten ja toistuvasti havaittujen lintulajien tunnistamiseen, mutta sen ikä näkyy suhteessa uudempiin mallisukupolviin. Perch 2.0 tarjoaa vertailun laajimman käyttöalueen ja tunnistaa lintujen lisäksi muita eläimiä sekä ympäristöäänä, kuten aineistossa oikein tunnistetun ruohonleikkurin.

Lopputulos

Oikein tulkittuna bioakustinen tunnistus on luotettava tapa havainnoida tavallista ja toistuvasti äänitelevää lajistoa. Yksittäiset, lyhyet tai paikallisesti poikkeavat tunnistukset on tarkistettava alkuperäisistä äänitteistä. Muuttoaikana yksittäinen havainto voi kuitenkin olla oikea ohilentävä lintu tai parvi.

Suosittelut käytännön työnkulku

- Käytä lajille ja mallille perusteltua tunnistusrajaa yhden yleisen rajan sijasta aina kun mahdollista.
- Siirrä yksittäiset irralliset havainnot tarkistusjonoon; huomioi muuttoaikana mahdolliset ohilentäjät.
- Hyödynnä havaintojen toistuvuutta, usean tunnin jatkuvuutta sekä paikka- ja vuodenaikatieta.
- Säilytä suodattamattomat tulokset harvinaisten lajien ja muiden eläinryhmien myöhempää etsintää varten.
- Tarkista tärkeät, harvinaiset ja mallien välillä ristiriitaiset havainnot alkuperäisestä äänitteestä.

Viiteluettelo

- [1] Jyväskylän yliopisto. Muuttolintujen kevät - Research for JYU Mobile. Viitattu 11.7.2026.
<https://www.jyu.fi/fi/tutkimus/muuttolintujen-kevat>
- [2] Lauha, P., Rannisto, M., Somervuo, P., Heikkinen, M. ym. 2025. Bird Sounds Global - model builder: An end-to-end workflow for building locally fine-tuned bird classifiers. DOI: 10.22541/au.176599468.88578746/v1.
- [3] Lauha, P. 2025. BSG_classifier_builder: Train locally fine-tuned bird sound recognition models. GitHub. Viitattu 11.7.2026.
- [4] Kahl, S., Wood, C. M., Eibl, M. & Klinck, H. 2021. BirdNET: A deep learning solution for avian diversity monitoring. Ecological Informatics 61, 101236. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2021.101236.
- [5] Kahl, S., Wood, C. & Klinck, H. 2025. BirdNET Model V2.4. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.15050749.
- [6] BirdNET Team. birdnet: A Python library for identifying bird species by their sounds. GitHub. Viitattu 11.7.2026.
- [7] Lasseck, M., Eibl, M., Klinck, H. & Kahl, S. 2026. BirdNET V3.0 model developer preview, Preview 3.1. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.20703646.
- [8] BirdNET Team. BirdNET V3.0 Developer Preview. GitHub. Viitattu 11.7.2026.
- [9] Kahl, S., Mauermann, M., Lasseck, M., Wood, C. & Klinck, H. 2026. Spatiotemporal species occurrence prediction for post-filtering BirdNET acoustic detections. GitHub. Viitattu 11.7.2026.
- [10] van Merriënboer, B., Dumoulin, V., Hamer, J., Harrell, L., Burns, A. & Denton, T. 2025. Perch 2.0: The Bittern Lesson for Bioacoustics. arXiv:2508.04665. DOI: 10.48550/arXiv.2508.04665.
- [11] Google Research. Perch: A bioacoustics research project. GitHub. Viitattu 11.7.2026.
- [12] Do Nascimento, L. A. ym. 2024. Time and habitat structure shape insect acoustic activity in the Amazon. Scientific Reports / avoin julkaisu.
- [13] Marques, T. A. ym. 2013. Estimating animal population density using passive acoustics. Biological Reviews 88:287-309.

Kuvien lähteet ja käyttöoikeudet

- Kansikuva ja variskuva: Petri Suutarinen-Maaheimo. Oma valokuva. Kansikuvaa on rajattu ja siihen on lisätty graafisia elementtejä.
- Äänimaiseman spektrogrammi: U.S. National Park Service, Mount Rainier soundscape, public domain Yhdysvalloissa.
- Mehiläisen spektrogrammi: dobroide, Wikimedia Commons, CC BY-SA 2.0.
- Muut kaaviot ja infografiikat on laadittu tätä raporttia varten.