

Lukuohjetta hirvikoiriemme käyttöpuolen BLUP-indekseihin, jotka laskettu kesän 2021 aikana.

## Johdantoa

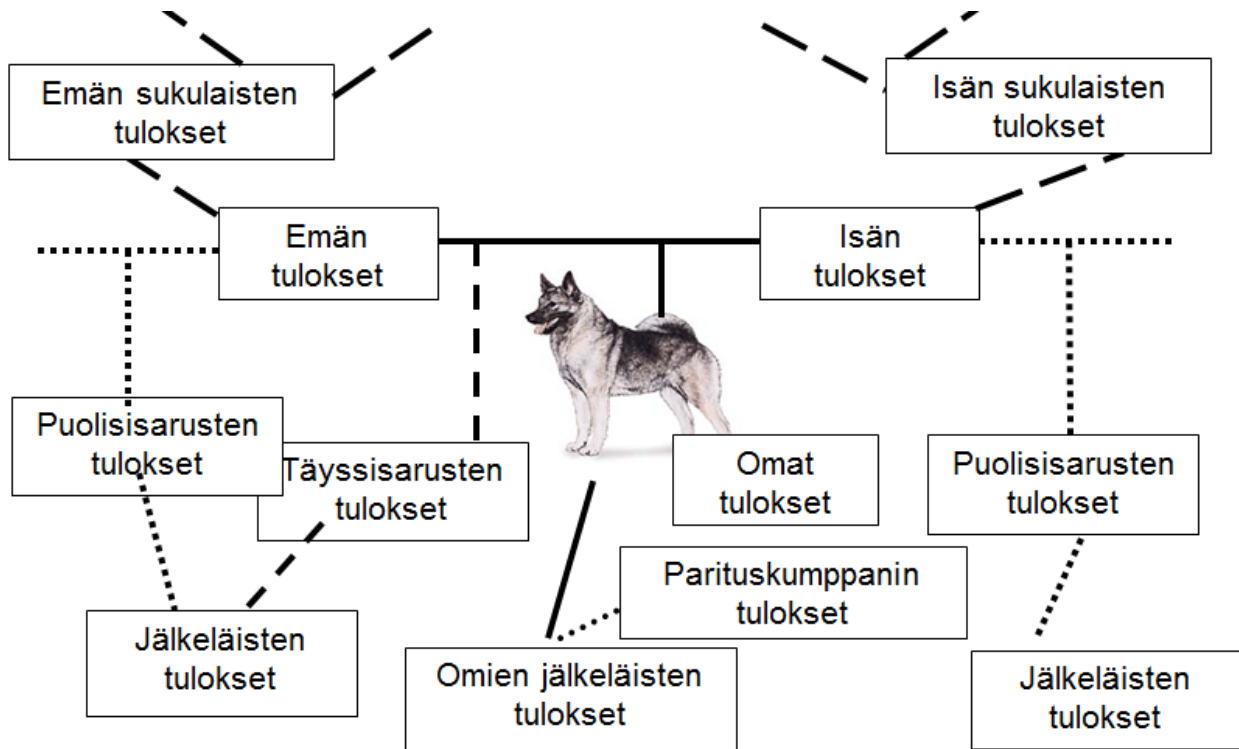
SHHJ on 2000-luvun aikana pyrkinyt käyttämään BLUP-indeksejä koiranjalostusta osaltaan helpottavana työkaluna. Ensin, ennen Kennelliiton julkaisemia lonkkaindeksejä, laadittiin järjestön toimesta omat BLUP-indeksit lonkkanivedysplasiaa vastustamaan. Sen jälkeen, reilu 10 vuotta sitten, rakennettiin ensimmäiset hirvikoetuloksiin perustuvat jalostusindeksit 2017 edesmenneen Anna-Elisa Liinamon kanssa. Kun 2012 otettiin käyttöön uudet hirvenhaukkukokeen säännöt, tuli indeksilaskentaan taukoa. Vuoden 2017 aikana kehitettiin Helsingin yliopiston kanssa uudet indeksit osana pro gradu tutkielmaa. Tutkielman tekijänä Katri Sarviaho, ohjaajana professori Pekka Uimari. Vuoden 2021 kesällä Katri Sarviaho on laskenut BLUP-indeksit uudelleen ja mukana on vuosien 2012–2020 koetulokset. Katrin työtä on tukenut jalostusvaliokunta kommentoimalla aineiston hyödyntämiseen liittyvillä seikoilla ja tämä ohjeen kirjoittaja toimittamalla datan, johon laskenta pohjautuu.

## BLUP-indeksit

BLUP-indeksi (Best Linear Umbiased Prediction) on tilastollinen laskentamalli eläinten jalostusarvolle, joka korjaa tuloksiin vaikuttavia ympäristötekijöitä hyödyntää eläimen kaikkien sukulaisten tulokset systemaattisesti. BLUP on paras saatavilla oleva menetelmä eläinten jalostusarvojen arviointiin, mitään geenitestejä tällä alueelle tuskin on tulossa meidän elinaikana.

Koira periyttää vain geeninsä jälkeläisilleen, ei omaa ilmiänsuaan. Jos ympäristö vaikuttaa ominaisuuteen, koiran ilmiäsu ei ole sama kuin koiran geneettinen taso. BLUP-indeksi on ennuste koiran geneettisestä tasosta, eli jalostusarvosta. BLUP-indeksi ei siis välttämättä ole ennuste koiran käyttöarvosta!

BLUP-indeksien laskennassa hyödynnetään koko lähisuvun tulokset, joten periaatteessa kasvattajan ei tarvitse tutkia kaikkien kymmenien, ellei peräti satojen koirien koetuloksia. Mitä suurempi indeksiluku on, sitä korkeampi on koiran ennustettu jalostusarvo. Luku 100 edustaa rodun kulloisenkin ajanhetken keskitasoa.



## Kuva 1: BLUP-indeksilaskennan tietolähteet

Tietolähteenä ovat siis vuosilta 2012–2020 kerätyt koirakohtaisen koepöytäkirjan tiedot ja koirien rekisteröintitiedot. Sen sijaan esimerkiksi seuraavia tietoja ei ole laskennassa käytetty ympäristötekijöiden karsimiseksi laskennassa: julkiset tilastot hirvikannasta, historiatiedot säästä, omistajatiedot ja kasvattajatiedot.

Tämän tyyppisiä indeksejä käytetään hyvinkin paljon tuotantoeläinten jalostuksessa. Koiramaailmassa tätä on sovellettu erityisesti lonkkanivelten kasvuhäiriön kohdalla. Myös meidän roduille on SKL:n KoiraNet-järjestelmässä nähtävillä lonkkaindeksi, joka on siis BLUP-indeksi sekin. Kotieläinjalostuksessa voidaan yleensä mitata hyvinkin tarkasti tiedot, joiden perusteella laskenta suoritetaan ja mitatut tulokset ovat toistettavissa. Sen sijaan hirvenhaukkukokeissa tulokset saattavat ympäristötekijöistä johtuen vaihdella suurestikin, joten oikeanlainen mittaaminen on suuri haaste. Toki jotkut asiat ovat mitattavissa tarkastikin. Palaan myöhemmin tässä dokumentissa lyhyesti mittaamisen haasteisiin. Tämä mittaamishaaste selittää pitkälti sitä, miksi periytymisasteet eivät ole nousseet erityisen korkeiksi. Samalla se kertoo siitä, ettei tällä hetkellä keräämämme tieto koepöytäkirjojen muodossa palvele parhaalla mahdollisella tavalla koiranjalostusta, mikäli pyritään vaikuttamaan koiriemme yksittäisiin ominaisuuksiin jalostuksen avulla.

BLUP-indeksien laskenta on optimoitu normaalijakaumaa noudattavalle mittariaineistolle.

Normaalijakauma meidän käyttämälle arvosteluskaalalle tarkoittaisi sitä, että ääripäivä esiintyisi varsin vähän ja keskellä olevaa sitten enemmän. Näinhän meidän koedata ei käyttäydy, meillä painottuu pisteet aivan eri tavalla, eikä niitä voi aina helposti skaalata noudattamaan normaalijakaumaa. Rärkeimpänä esimerkkinä haukun kuuluvuus, jonka kohdalla annetaan hyvin usein 8 pistettä, jos koiralla on alle 180 minuuttia haukkuaikaa, 10 pistettä, jos haukkuaikaa on vähintään 180 minuuttia. Tämä siis kärjistäen ilmaistuna. Ja tämä tarkoittaa sitä, ettei pisteytys palvele juurikaan koiranjalostusta.

### **Periytyvyys**

Kertoo sen, millainen periytyvyys on saatu aikaan käytetyllä mittaristolla ja käytetyillä korjaavilla ympäristötekijöillä. Eräs keskeinen ”ympäristötekijä” on parituskumppanin taso, joka huomioidaan laskennassa. Periaatteessa koiran indeksejä ei pitäisi saada kohotettua sillä, että valitaan sille parituskumppaniksi parhaat mahdolliset periyttäjät. Mikäli periytyvyys on luokkaa 40 % tai yli, pelkkä yksilöarvostelu riittää jalostuksessa, eikä BLUP-indekseillä saavuteta enää merkittävää etua. Jos taas periytyvyys on hyvin matala, ei indeksilläkään ole mahdollista saavuttaa merkittävää jalostuksellista etua. Jo muutamien prosenttien periytyvyydellä voidaan katsoa olevan jalostuksellista merkitystä.

### **Arvosteluvarmuus**

Tällä tarkoitetaan sitä, miten todennäköisesti havaintojen lisääntyessä indeksiarvokin tulee muuttamaan johonkin suuntaan. Mitä matalampi arvosteluvarmuus, sitä labiilimpi (herkempi muuttumaan) indeksiarvo on. Yleensä korkeita arvosteluvarmuuksia saavutetaan, kun jälkeläisten ja/tai jälkeläisten tuloksia on aineistossa runsaasti mukana eri yksilöiltä.

Tämän otsikon alle voinee myös kirjoittaa sen, että tyypillisesti koirat, joiden vanhemmista ei ole ollut tietoja kattavasti käytettävissä, ovat yleensä indeksin valossa lähellä indeksin ”keskiarvoa”, lukua 100. Meillä tämä tarkoittaa sitä, että koirat, joiden sukutaustassa on meillä harvinaisempia koiria, kuten naapurimaiden koiria esimerkiksi isänä, eivät ole ennen suurempaa määrää jälkeläisten suorittamia koetuloksia indekseillä mitaten kärkipäässä (eikä aivan häntäpäässä, eikä silti).

## **BLUP-indeksit**

Indeksit on laskettu pisteityksen perusteella, ellei muuta ole erikseen indeksin kohdalla mainittu.

Haku: Haku vaikuttaa olevan melko hyvin periytyvä ominaisuus ja voidaan suositella tämän indeksin käyttöä. Periytyvyys sekä jämtille että harmaalle 6,4 %.

Löytötehokkuus: Periytyvyys on melko maltillinen, mutta indeksiä voi toki hyödyntää. Joko rotujemme yksilöt ovat tämän ominaisuuden suhteen hyvin pitkälle samankaltaisia, tai sitten mittaaminen on haastavaa, veikkaisin jälkimmäistä vaihtoehtoa. Periytyvyys jämtillä 1,8 % ja harmaalla 1,5 %.

Löytöhaukku: Tätä ominaisuutta on pidettävä hyvin tärkeänä. Mittaamista vaikeuttanee hyvin suuri ympäristötekijöiden vaikutus, mutta myös hiukan kirjava tuomarointi tämän ominaisuuden suhteen. Joka tapauksessa moni on kokenut, että hirvet ovat säikympiä, kuin vanhaan hyvää aikaan. Tähän lienee vaikutusta pedoilla. Ominaisuus on aina vaan tärkeämpi, kaikki haluavat koiran, joka osaa käsitellä hirviä niin, että haukku saadaan löytöpaikalle. Periytyvyys jämtillä 1,4 % ja harmaalla 1,6 %.

Haukkutyöskentelyn laatu: Tämän ominaisuuden mittaaminen lienee aika hyvällä mallilla, silti periytyvyys aika matala. Periytyvyys jämtillä 1,9 % ja harmaalla 1,8 %.

Pakenevan hirven seuraaminen: Tänä päivänä koirien seuraamiskapasiteetti, kun puhutaan kokeisiin saakka tuotavista koirista, on helpohkostikin 10 pisteen vaatimuksen täyttävä. Usein seuraamismatkat jäävät lyhemmiksi vain esteiden vuoksi tai jos hirvi ei lähde kunnolla juoksemaan. Periytyvyys jämtillä 2,3 % ja harmaalla 2,6 %.

Pakenevan hirven pysäyttäminen: Periytyvyys jämtillä 1,8 % ja harmaalla 1,3 %.

Haukkuaika: Tämä lienee niitä helpoimmin mitattavia ominaisuuksia. Periytyvyys jämtillä 1,8 % ja harmaalla 1,5 %.

Haukun kuuluvuus: Tämän mittaaminen on mielestäni huonolla tolalla. Analyysin mukaan haukkuajan saavuttaessa 180 minuuttia moni tuomari antaa koiralle kympin, vaikka oikeasti tiedämme, että koirien äänten kuuluvuudessa on isoja eroja. Olemme historiassa vaatineet kiitettävään haukun kuuluvuuden mittaamista vähintään 2 km:n päästä. Tämä on johtanut siihen, että on etsitty optimaalinen paikka kuunnella, jolloin lähes kissan naukuminenkin kuuluu 2 km. Toki näinä teknologian tarjoamien apuvälineiden päivinä kuuluvuudella ei enää niin ratkaisevaa merkitystä ole, kuin ennen. Periytyvyys jämtillä 1,5 % ja harmaalla 2,4 %.

Haukun tiheys: Tämä on helpoiten arvosteltavissa olevia ominaisuuksia. Toki haukkuaikarajoitus vaikuttaa myös. Periytyvyys jämtillä 3,3 % ja harmaalla 3,2 %. Vaikka tiedämme kokemuksesta, että ominaisuus on hyvinkin perinnöllinen, ei laskennallinen periytyvyys ole kovinkaan korkealla tasolla.

Tottelevaisuus ja yhteistyö: Tämä on laskettu yhteispisteiden perusteella (10 abc). Periytyvyys jämtillä 1 %, harmaalla 1 %. Harmaalla ominaisuudessa korkea keskivirhe, eikä indeksin käyttöä suositella.

Tottelevaisuus haun aikana (10a): Periytyvyys molemmilla roduilla 1,2 %. Molemmilla roduilla indeksissä korkea keskivirhe, eikä indeksin käyttöä suositella.

Tottelevaisuus hirvityöskentelyn aikana (10b): Periytyvyys jämtillä 1 %, harmaalla 1,6 %. Jämtillä ominaisuuden suhteen korkea keskivirhe, minkä johdosta indeksin käyttöä ei suositella ollenkaan.

Tottelevaisuus koe-erän lopussa (10c): Periytyvyys jämtillä 1,4 %, harmaalla 1 %. Harmaalla indeksissä korkea keskivirhe, jonka takia indeksin käyttöä ei suositella.

Löytölenkin pituus: Tämä on laskettu niistä hakulenkkeistä, joilla koira on löytänyt hirven ja mittarina on pidetty lenkin pituutta. Mitä pitempi lenkki, sitä korkeampi indeksi. Vaikkakaan ei voida pitää automaattisesti pitempää koiran kulkemaan matkaa lenkin aikana parempana ominaisuutena, niin tällä menetelmällä indeksi on laskettu. Periytyvyudet jämtillä 1,3 %, harmaalla 2,0 %.

Löytölenkin aika: Tämä on laskettu niistä hakulenkkeistä, joilla koira on löytänyt hirven ja mittarina on pidetty lenkin kestoa minuutteina. Mitä pitempi lenkki, sitä korkeampi indeksi. Vaikkakaan ei voida pitää automaattisesti pitempää koiran kuluttamaa aikaa lenkin aikana parempana ominaisuutena, niin tällä menetelmällä indeksi on laskettu. periytyvyudet jämtillä 1,4 %, harmaalla 1,3 %.

Hakulenkkin pituus: Tämä on laskettu niistä hakulenkkeistä, jotka eivät ole johtaneet löytöön. Ja mittarina lenkin pituus kilometreinä. Periytyvyudet jämtillä 3,5 %, harmaalla 1,9 %.

Hakulenkkin aika: Tämä on laskettu niistä hakulenkkeistä, jotka eivät ole johtaneet löytöön. Ja mittarina lenkin kesto minuutteina. Periytyvyudet jämtillä 4,0 %, harmaalla 3,0 %.

Itse käyttäisin indekseistä lähinnä hakuun liittyviä suoranaisena valintakriteerinä niin, että heikommin hakevalle nartulle yli keskiarvon omaavista uroksista se valinta pitäisi tehdä. Muita indeksejä käyttäisin vain tukemaan omaa ajatusta, en suoraan ohjaavana tekijänä. Lisäksi huomioisin sen, että vierassukuiset koirat eivät ole indekseissä kärkipäässä, vaikka olisivat hyviäkin koiria, joten niitä pitää uskaltaa käyttää indekseistä huolimatta. Vaarana on, että indeksit ohjaavat jalostusta yhä suppeamman materiaalin käyttöön. Se kannattaa myös muistaa, ettei koirilla välttämättä ole eroa, vaikka niiden indekseissä muutaman numeron ero olisikin. Ja lopuksi, kuten tiedämme, on tietynlaisella varhaiskypsyydellä ja pentuearvoilla suuri merkitys yksilön geneettistä arvoa mitattaessa, ei unohdeta sitä! Itselleni varhaiskypsyys tarkoittaa 1,5-vuotiaana täyspainoisia suorituksia metsässä ja koiran aloittaessa hirvityöskentelyt sitä, että koira kehittyy nopeasti koekypsäksi. Koiran ei tarvitse olla valmis hirvityöskentelyihin reilusti alle vuosikkaana. Äärimmäinen varhaiskypsyys ei välttämättä ole mittari sille, että koira omaisi paremman jalostusarvon, kuin koira, joka tulee kokeeseen 1,5-vuotiaana. Tästä on lukuisia esimerkkejä käytännöstä.

---

BLUP-indeksit on siis laskenut Katri Sarviaho Helsingin yliopistolta. Hän kirjoitti indeksien käytöstä seuraavasti:

Koiran käyttöominaisuuksista puhuttaessa yksilön ilmiasu muodostuu sekä perimän että ympäristön vaikutuksesta. Kaikki perimän aiheuttamasta yksilöiden välisestä vaihtelusta ei kuitenkaan periydy jälkeläisille, eikä eläimen ilmiasu siten suoraviivaisesti kerro sen jalostusarvoa. Perinnöllisistä eroista johtuvaa, yksittäisten geenien aiheuttaman vaihtelun osuutta ilmiasun vaihtelusta kuvaa periytymisaste. Valinta johtaa tämän osuuden pienenemiseen populaatiossa ja siten periytymisasteen laskuun. Silti vaikka ominaisuudella olisi alhainen, alle kymmenen prosentin luokkaa oleva periytymisaste, kannattaa se pitää mukana jalostusvalinnoissa, mikäli ominaisuudessa halutaan saavuttaa perinnöllistä edistymistä. Tällaisia matalan periytymisasteen ominaisuuksia ovat esimerkiksi hirvenhaukkuominaisuudet.

Jalostusarvo kuvaa yksilön yksittäisten geenien keskimääräistä vaikutusta, jotka siirtyvät vanhemmalta jälkeläisille. BLUP on jalostusarvojen arviointimenetelmä, jossa yksilön omat ja sen sukulaisten tulokset huomioidaan yhdessä ympäristötekijöiden kanssa. Jalostusarvon ennusteiden kanssa julkaistaan aina indeksin arvosteluvarmuus, joka kuvastaa todellisen jalostusarvon ja jalostusarvon ennusteen välistä

korrelaatiota ja voi saada arvoja nollan ja yhden väliltä. On hyvä pitää mielessä, että jalostusarvo on ennuste aina kun arvosteluvarmuus on alle 100 %. Arvosteluvarmuus taas liittyy ennustevirheen varianssiin, joka taas kuvastaa sitä, kuinka paljon jalostusarvon ennuste voi muuttua lisätiedon myötä. Täten alhaisen arvosteluvarmuuden omaavia koiria ei tarvitse suorilta käsin jättää pois jalostuksesta, koska varsinkin nuorilla eläimillä tuloksia on usein vähän ja arvosteluvarmuus alhainen, kun taas vanhemmilla eläimillä omia ja sukulaisten tuloksia on jo ehtinyt kertyä enemmän. Jalostusarvon muutospotentiaali kannattaa siis pitää mielessä ja koetuloksia olla useita koiraa kohden.

BLUP-indeksit ovat käyttökelpoinen jalostuksen apuväline etenkin alhaisen periytymisasteen ominaisuuksien, kuten käyttöominaisuuksien kanssa, sillä niiden avulla korkean jalostusarvon omaavat koirat voidaan erottaa esimerkiksi hyvin koulutetuista koirista. Jalostusvalintaa voi tehdä käyttämällä apuna indeksejä, sillä pentueen vanhempien jalostusarvon ennusteiden keskiarvo on jälkeläisten jalostusarvon ennuste, mutta sukuja tulee käyttää laajasti eikä keskittyä valitsemaan vain harvoja huippuindeksin koiria. Myös ominaisuuksien keskinäiset geneettiset korrelaatiot kannattaa pitää mielessä jalostusvalintoja tehdessä – jos valitset yhtä ominaisuutta, saatat tulla valinneeksi samalla myös toista suuntaan tai toiseen.

Nyt julkaistuissa BLUP-indekseissä on mukana vuosien 2012–2020 koetulokset. Aineistoa on karsittu joidenkin tulosten osalta, mutta karsinta on ollut vähäistä aineiston laajuus huomioiden. Indeksit ovat standardoitu viimeisen neljän ikäluokan mukaan keskiarvoon 100 ja hajontaan 10, eli koira, jonka indeksi on yli 100 on jalostusarvoltaan keskitasoa parempi. Merkintä NaN arvosteluvarmuuden kohdalla tarkoittaa sitä, että arvosteluvarmuus on tällä hetkellä nolla. Hakulenkkiä osalta korkeampi jalostusarvo kuvaa perinnöllistä taipumusta keskimääräisesti pidempiin hakulenkkeihin. Standardoinnista johtuen näitä ja eri maiden indeksejä, ja toisaalta eri rotujen indeksejä ei voi verrata keskenään. Koska kokeissa annetaan usein korkeita pisteitä, tulee jalostusarvojen ennusteisiin suhtautua kriittisesti niiden pohjalla olevan normaalijakaumaoletuksen vuoksi.