



■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

SUOMENHEVOSORIIDEN VALINTA GENEETTISEEN PITKÄAIKAISSÄILYTYKSEEN

Opinnäytetyö

TEKIJÄT: Tytti Salonpää LMB2SH
Saija Tenhunen LMA2S1

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	
Työn tekijät Saija Tenhunen ja Tytti Salonpää	
Työn nimi Suomenhevosiirtojen valinta geneettiseen pitkäaikaissäilytykseen	
Päiväys	8.4.2016
Sivumäärä/Liitteet	52/3
Ohjaajat Heli Wahlroos, Katriina Pylkkänen ja Pirjo Suhonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppanit Luonnonvarakeskus Vihreä teknologia -yksikkö ja kansallinen eläingenivaraothjelma Anne Kettunen (The Nordic Genetic Resource Center - NordGen) ja Juha Kantanen (Luonnonvarakeskus - LUKE)	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyömme tavoitteena on luoda ehdokaslista oriista, jotka voitaisiin valita geneettistä pitkäaikaissäilytystä varten. Opinnäytetyössä tutkittiin vuosien 1960–2014 välillä syntyneiden suomenhevosten sukusiitosastetta, sukupolvien välistä aikaa sekä tehollista populaatiokokoa. Työssä tutkittiin myös millä oreilla on ollut nykyiseen populaatioon suurimmat geneettiset vaikutukset ja mitkä oriit voisivat olla potentiaalisia ehdokkaita geneettisen materiaalin pitkäaikaissäilytykseen Optimal Contribution Selection (OCS eli optimaalinen kontribuution valinta) menetelmän avulla. Oriehdokkaisten tulisi olla terveitä, siitoskykyisiä ja suvullisesti kattava otos koko populaatiosta. Pitkäaikaissäilytykseen tallennettu geneettinen vaihtelu heijastaa elävän populaation geneettistä rakennetta mahdollisimman hyvin.</p> <p>Suomen Hippos ry:ltä saadussa aineistossa rekisteröityjen eläinten lukumäärä oli 82 178, mutta aineiston käsittelyn jälkeen lukumäärä oli 80 387. Sukutaulujen täydellisyyssaste oli viidellä sukupolvella tarkasteltuna 89,9 %. Vuonna 2014 syntyneiden suomenhevosten keskimääräinen sukusiitosarvo oli 4,75 % ja sukupolvien välinen aika oli 13,56 vuotta. Koko populaatiolle laskettuna tehollinen populaatiokokoa oli 135,8 yksilöä. Oreilla suurimmat geneettiset kontribuutiot, eli vaikutukset, suomenhevosten nykyiseen populaatioon olivat Murrolla, Eri-Aaronilla, Sui-kulla, Vokkerilla ja Vieterillä. Oriehdokkaista tehtiin kolme eri listaa, missä ensimmäisessä on viimeisen sukupolven (14 vuotta) syntyneet potentiaaliset oriit, toisessa oli 20 vuoden aikana syntyneet potentiaaliset oriit ja kolmannessa oli potentiaaliset oriit pelkästään kantakirjatuista oriista.</p> <p>Saamiemme tulosten perusteella suomenhevosten jalostusvalinnoissa on pyritty välttämään sukusiitosta. Vuodesta 1960 suomenhevosten populaation sukusiitosaste on noussut 4 %, mikä osaltaan selittyy myös lisääntyneellä polveutumistiedolla. Tehollisen populaatiokoon perusteella voimme todeta, että suomenhevosten populaatiossa riittää geneettinen vaihtelu populaation säilyttämiseen elinvoimaisena lyhyellä aikavälillä (viisi sukupolvea). Rodulla voi kuitenkin olla vaikeuksia selviytyä elinvoimaisena pitkällä aikavälillä, jos jalostusvalinnoissa ei kiinnitetä huomiota populaation geneettiseen monimuotoisuuteen. Rodun geeniperimän <i>ex situ</i> pitkäaikaissäilytys on siis suositeltava ratkaisu, millä voidaan turvata suomenhevosten populaation elinvoimaisuus myös tulevaisuudessa.</p> <p>OCS-menetelmällä saatiin suvullisesti potentiaalisia oriehdokkaita, jotka eivät ole kantakirjattuja tai olleet jalostuskäytössä. Menetelmä ei kuitenkaan huomioi suomenhevosten valtalinjoja (juoksija), joten on suositeltavaa että oriehdokaslistojen ulkopuolelta valitaan juoksija periyttäjä oriita. Kaikkia suomenhevosten värejä ei ollut edustettuna oriehdokaslistassa. Rodun ulkomuodollisen monimuotoisuuden säilyttämiseksi olisi hyvä ottaa siemennestettä myös väriperiyttäjä oreilta.</p>	
Avainsanat Suomenhevonen, populaatorakenne, sukusiitosaste, sukupolvien välinen aika, tehollinen populaatiokokoa, <i>ex situ</i> -pitkäaikaissäilytys	

Field of Study Natural Sciences			
Degree Programme Degree Program in Agriculture and Rural Development			
Authors Saija Tenhunen & Tytti Salonpää			
Title of Thesis Selection of Finnhorse stallions for cryopreservation			
Date	8.4.2016	Pages/Appendices	52/3
Supervisors Heli Wahlroos, Katriina Pylkkänen ja Pirjo Suhonen			
Client Organisation /Partners Natural Resources Institute Finland Green Technology department & National Animal Genetic Resource Program Anne Kettunen (The Nordic Genetic Resource Center - NordGen) & Juha Kantanen (Natural Resources Institute Finland - LUKE)			
<p>Abstract</p> <p>The goal of our thesis is to make a candidate list of stallions that could be chosen for cryopreservation. In our thesis we will research inbreeding coefficients, generation intervals and effective population size of Finnhorses born between 1960 and 2014. We will also research which stallions have had the biggest genetic contributions to the current population and which stallions might be the best candidates for cryopreservation by using the Optimal Contribution Selection (OCS) method. The stallion candidates should be healthy, fertile and represent the current population of Finnhorses. The genetic material in cryopreservation should reflect the genetic structure of the whole population in the best possible way.</p> <p>In the data from the Finnish Trotting and Breeding Association there were 82 178 animals in total, but after processing the data there were 80 378 animals in total. The pedigree completeness index in five generations was 89.9 %. The inbreeding coefficient for the Finnhorses born in 2014 was on average 4.75 % and the generation interval was 13.56 years. The effective population size calculated for the whole population was 135.8 individuals. Stallions that had the biggest genetic contributions for the current Finnhorse population were Murto, Eri-Aaroni, Suikku, Vokker and Vieteri. We made three different stallion candidate lists: in the first list there were potential stallions born in the last generation (14 years), in the second list there were potential stallions born in the past 20 years and in the third list there were only potential studbook stallions.</p> <p>We can conclude from our results that in Finnhorse breeding choices they have avoided inbreeding. From the year 1960 the average inbreeding coefficient in the Finnhorse population has increased 4 %, which can be partly explained by increased pedigree information over the years. From the effective population size, we can conclude that at the moment there is enough genetic variation in the population to survive with vitality in the short term (five generations). This breed might have problems surviving with vitality in the long term if the genetic diversity in the breed is ignored when making breeding choices. Ex-situ cryopreservation is the recommended solution for securing the vitality of the Finnhorse population in the future.</p> <p>With the OCS method we got potential stallion candidates based on their pedigree information that were not in the studbook or in breeding use. However, this method does not include the major lines (trotter) in the choice. So we recommended choosing known trotter stud stallions from outside these candidate lists for cryopreservation. All Finnhorse colors were not included in the candidate lists. To secure phenotypical diversity in the breed, it would be a good option to collect semen from stallions that inherit these colors.</p>			
Keywords Finnhorse, population structure, inbreeding coefficient, generation interval, effective population size, <i>ex situ</i> cryo-preservation			

SISÄLTÖ

SANASTO JA TERMIEN SELITYKSET	7
1 JOHDANTO	8
2 ALKUPERÄISROTUJEN SÄILYTYSOHJELMA	10
2.1 Orivalinta geneettisen materiaalin pitkäaikaissäilytykselle	11
2.2 Spermanlaadun ja pakastamisen kriteerit	12
3 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN	15
3.1 Sukusiitosaste muissa hevosroduissa	15
3.2 Sukupolvien välinen aika muissa hevosroduissa	16
3.3 Tehollinen populaatiokoko muissa hevosroduissa	17
3.4 Suomenhevosten historia	18
3.5 Suomenhevosten populaatorakenne	21
3.6 Suomenhevosten jalostusohjesääntö ja kantakirjaus	22
4 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT	25
4.1 Tutkimusmenetelmät	26
4.2 Orivalinta OCS-menetelmän avulla	28
4.3 Käytettävän aineiston luotettavuus	29
5 TULOKSET	31
5.1 Sukutaulujen täydellisyys ja perustajat	31
5.2 Suomenhevospopulaatio tällä hetkellä	31
5.2.1 Sukusiitosaste ja keskimääräinen sukulaisuussuhde	32
5.2.2 Sukupolvien välinen aika	34
5.2.3 Tehollinen populaatiokoko	34
5.2.4 Jalostusoriiden geneettiset kontribuutiot	35
5.3 Oriehdokaslistat	35
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	37
7 PÄÄTÄNTÖ	40
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	42
LIITE 1: ORILISTA KOKO POPULAATIOSTA, IKÄRAJA 14 VUOTTA	47
LIITE 2: ORILISTA KOKO POPULAATIOSTA, IKÄRAJA 20 VUOTTA	49
LIITE 3: ORILISTA KANTAKIRJATUISTA ORIISTA	51

SANASTO JA TERMIEN SELITYKSET

Populaatio: Yhteisö saman lajin eläimiä tai kasveja, jotka lisääntyvät keskenään.

Rotu: Jonkin lajin alapopulaatio, joka jakaa samanlaiset tunnistettavat ominaisuudet. Näiden perusteella rotu voidaan tunnistaa muista saman lajin alapopulaatioista omakseen.

Sukulaisuusaste: sukusiitoksen mitta; todennäköisyys, että alleelit missä tahansa lokuksessa ovat identtiset, koska ne olisi peritty yhteiseltä esi-isältä molemman vanhemman kautta.

Sukusiitos: Sukulaisten parittaminen keskenään.

Ex situ: rotujen ja niiden geenivarojen säilyttäminen alkuperäisen tuotantoympäristön ulkopuolella. Sisältää niin elävien eläinten säilyttämisen (esimerkiksi eläintarhat) ja myös geneettisen materiaalin pitkäaikaissäilytyksen.

In situ: rotujen ja niiden geenivarojen säilyttäminen alkuperäisessä tuotantoympäristössä. Esimerkiksi karjatilat, missä on tuotantokäytössä alkuperäiskarjaa.

Geenipankki: Geneettistä materiaalia (solunäytteet, siemenneste ja alkiot) säilytetään pakastamalla yhdessä paikassa. Geenipankit toimivat keinona säilyttää rotujen geenivaroja pitkällä aikavälillä.

Geeni/Lokus: Alue DNA:ssa, kun käytetään termiä lokus, yleensä tarkoitetaan geeniä ja sen sijaintia perimässä.

Alleeli: Geenin/lokuksen muoto jolla voi olla useita variaatioita. Alleelipari muodostaa geenin tai lokuksen. Yksilö saa yhden alleelin isältään ja toisen emältään.

Fenotyyppi: yksilön ilmiasu, esimerkiksi eläimen väri.

Genotyyppi: yksilön geneettinen perimä, esimerkiksi mitä värejä eläin kantaa perimässään ja voi periyttää jälkeläisilleen, mutta väriä ei välttämättä näy yksilön ilmiasusta.

1 JOHDANTO

Suomenhevonen on meidän ainoa alkuperäishevosrotumme, ja on tärkeää säilyttää se elinvoimaisena tulevaisuudessa. Suurimmillaan suomenhevospopulaatio on ollut vuonna 1950, kun suomenhevosia oli noin 400 000 yksilöä. Tällä hetkellä elossa oleva suomenhevospopulaatio on noin 20000 yksilöä, joka on noin kolmasosa koko Suomen hevospopulaatiosta. Suomenhevosten määrä väheni radikaalisti sotien aikana ja sotien jälkeen kun koneet syrjäyttivät hevoset maataloudessa. Nykyään suurinta osaa suomenhevosista käytetään raviurheilussa. Suomenhevonen on yksi maailman nopeimmista kylmäveriroduista. Suomenhevosia on nykyään neljää eri jalostussuuntaa; juoksija, ratsu, pienhevonen ja työhevonen. (Suomen Hippos ry, 2014.)

Suomenhevosten rekisteröintimäärät ovat olleet viime vuosina laskussa ja populaatio on pientynyt rajusti 1970-luvulta lähtien. Rodun käyttötarkoitus on muuttunut pääasiassa juoksusuuntaukseen, kun ennen sitä käytettiin eniten työhevosena. Ratsusuuntauksessa on havaittu kasvua hevosten määrässä, mutta pien- ja työhevoset ovat vähentyneet. Uhkana on, että nämä suuntaukset voivat hävitä populaatiosta kokonaan, milloin rotu menettää paljon geneettistä vaihtelua. Suomenhevosella on tärkeä merkitys Suomen historiassa ja kulttuurissa. Kyseessä on osa kulttuuriperintöä, joka tulisi säilyttää tulevaisuutta varten samalla tavalla kuin säilytämme muitakin historiallisesti arvokkaita monumentteja (Sponenberg, 2000). Tämän vuoksi rodulle olisi suotavaa kehittää suojeleohjelma, jolla pyritään turvaamaan rodun säilyminen pitkällä aikavälillä. Yhtenä vaihtoehtona rodun geneettisen monimuotoisuuden turvaamiselle on perustaa rodulle geenipankki, mihin kerätään esimerkiksi oreilta siemennestettä talteen tulevaisuutta varten.

Suomenhevosilta on päätetty aloittaa siemennesteen keräys geenipankkiin pitkäaikais säilytystä varten. Opinnäytetyömme tavoitteena on luoda malliehdotus oriista, jotka voitaisiin valita tähän projektiin. Oriehdokkaiden tulisi olla kattavasti koko suomenhevospopulaatiosta, jotta pitkäaikais säilytykseen tallennettu geneettinen vaihtelu heijastaa elävän populaation geneettistä rakennetta mahdollisimman hyvin. Analysoimme suomenhevospopulaatiota YK:n Elintarvike- ja maatalousjärjestö FAO:n määrittelemillä tunnusluvuilla, joita hyödynnetään oriehdokaslistan tekemisessä. Työssämme sukulaisuusaste laskelmat tehdään EVA-ohjelmalla (Berg ym., 2006), joka on kehitetty optimoimaan jalostuseläinten valintaa tasapainottamalla perinnöllinen edistyminen ja sukulaisuusasteen kasvaminen. EVA – ohjelmaa käyttämällä tulemme laskemaan erilaisia orivaihtoehtoja pitkäaikais säilytystä varten.

Laskennan avulla saamme tietoa suomenhevospopulaation nykyisestä tilasta ja myös sen populaatiohistoriasta. Tätä tietoa tullaan hyödyntämään oriehdokaslistaa tehdessä. Aineistoa kuvaillaan useiden perinnöllistä vaihtelua kuvaavien parametrien avulla. Laskennan avulla voimme arvioida myös yksittäisten oriiden soveltuvuutta siemennesteen luovutukseen pitkäaikais säilytystä varten: valinnan tulisi tähdätä pitkäaikaiseen perinnöllisen vaihtelun turvaamiseen suomenhevospopulaatiossa. Suomenhevonen on ainoa alkuperäishevosrotumme, joten on tärkeää säilyttää se elinvoimaisena tulevaisuudessa. Pakastesperman pitkäaikais säilytys on yksi keino taata geneettinen monimuotoisuus

rodussa myös tulevaisuudessa. Yhtenä näkökulmana työssämme on selvittää, miten hyvin suomenhevosten sperma pakastuu aikaisempien kokemusten mukaan.

Teoreettisesta työstämme on apua, kun oriiden valinta siemennesteen keräykseen aloitetaan pitkäaikaissäilytystä varten. Pitkäaikaissäilytyksellä tarkoitetaan oriiden siemennesteen pakastusta ja säilytystä. Siemennesteen pitkäaikaissäilytys on osa kotieläinten geenivarojen säilytysohjelmaa ja laajan geneettisen vaihtelun tallettaminen *ex situ* –geenipankkiin (rotujen ja niiden geenivarojen säilyttäminen alkuperäisen tuotantoympäristön ulkopuolella) on ensisijaisessa asemassa. *Ex situ* –geenipankkien merkitys on erityisen tärkeä jos tapahtuu uusia geneettisiä pullonkauloja tai elossa olevan populaation geneettinen vaihtelu merkittävästi pienenee esimerkiksi yksipuolisen ja epätasaisen jalostuseläinten käytön vuoksi. Geneettiset pullonkaulat ovat tapahtumia rodun historiassa, jotka pienentävät populaation kokoa ja jalostukseen käytettävien eläinten lukumäärää. Tällaiset tapahtumat, jotka vähentävät populaation kokoa ovat tautiepidemiat tai sodat. Tällöin suuri osa populaatiosta on menetetty ja vain muutama eläin selviää ja tuottaa jälkeläisiä tuleviksi sukupolviksi. Geneettiset pullonkaulat vähentävät rajusti rodussa esiintyvää geneettistä monimuotoisuutta. (Falconer & Mackay, 2009; 77.)

Työn tilaajana on Luonnonvarakeskuksen (Luke) Vihreä teknologia -yksikkö ja Kansallinen eläingenivaraohjelma. Työn tilaaja koordinoi ohjelmaa ja sen aloitteesta kootaan alkuperäisrotujen geenipankkia. Aineiston saimme Suomen Hippokselta. Työn ohjaukseen osallistuu NordGenin kotieläinjaosto.

Kansallisen eläingenivaraohjelman tarkoituksena on turvata alkuperäisrotujen säilyminen. Ohjelman laatimisesta vastasi maa- ja metsätalousministeriö, nykyinen luonnonvarakeskus (Luke) ja sen nimeämä eläingenivaratyöryhmä. Ohjelman tavoitteina on ylläpitää alkuperäisrotuja taloudellisesti kestäväällä tavalla, säilyttää rodun sisäinen geneettinen vaihtelu mahdollisimman laajana, huomioida jalostusohjelmissa tuotantokyvyn ja kestävyuden tasapainoinen kehittäminen ja lisätä jalostukseen, kotieläingenetiikkaan sekä kotieläinten geenivaroihin liittyvää tietoa ja osaamista. (Suomen kansallinen eläingenivaraohjelma, 2004.)

NordGen eli Pohjoismainen Geenivarakeskus on pohjoismainen kasvien, kotieläinten ja metsäpuiden säilyttämisen ja kestäväen käytön laitos. Yhteistyö geenivarojen säilyttämiselle on ollut olemassa pohjoismaiden välillä jo yli 30 vuotta. NordGen kotieläinjaosto keskittyy kotieläinten geenivarojen suojeleluun ja monimuotoisuuden ylläpitämiseen, pyrkii edistämään eläingenivarojen kestäväää kehitystä sekä tiedottaa näiden merkityksestä. Organisaatio tekee niin pohjoismaista kuin kansainvälistä yhteistyötä. (NordGen, 2016.)

2 ALKUPERÄISROTUJEN SÄILYTYSOHJELMA

Suomessa alkuperäisrotujen suojelu ja säilyttäminen kuuluu Luken toimintaan. Vuonna 1998 silloisen maa- ja metsätalousministeriön nimeämä eläingenivaratyöryhmä laati Suomen kansallisen eläingenivaraohjelman, jota myöhemmin päivitettiin vuonna 2004. Säilytysohjelman tarkoituksena on turvata suomalaisten alkuperäisrotujen säilyminen sekä vakiintuneiden tuontirotujien kestävä jalostus. Alkuperäisiä suomalaisia tuotantorotuja ovat esimerkiksi suomenhevonen, suomenlammas ja sen erilliset populaatiot, sekä itä-, länsi- ja pohjoissuomenkarja. Suomeen vakiintuneita tuontirotuja ovat esimerkiksi ayrshire-karja ja texel-lampaat. Rotujen säilymistä tuetaan laatimalla niille jalostusohjelmat ja tarvittaessa suojeluohjelmat. (Eläingenivararyhmä, 2004.)

Ennen kuin rodulle laaditaan säilytysohjelma, sen uhanalaisuutta tarkastellaan FAO:n antamilla rotujen populaatiotila luokituksilla. Luokituksissa määritellään esimerkiksi, paljonko lisääntyviä naaraita on populaatiossa ja kuinka suuri on rodun tehollinen populaatiokoko. Jotkut rodut voivat olla suojeluohjelman ulkopuolella, mutta niillä voi olla uhanalaiseksi luokiteltavia alapopulaatioita. Tällainen uhanalaiseksi luokiteltava alapopulaatio on esimerkiksi suomenhevosten työlinja (Eläingenivararyhmä, 2004).

Nauta- ja lammasroduille on olemassa *in situ* (rotujen ja niiden geenivarojen säilyttäminen alkuperäisessä tuotantoympäristössä) geenipankkikarjat Pelson vankilan maatilalla sekä Ahlmanin ja Kainuun ammattiopistoilla. Nämä karjat toimivat edelleen niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessa, eli maidontuotannossa. Karjoissa pyritään säilyttämään rodun eri linjat ja mahdollisimman laaja geenivaranto. (Suomen kansallinen eläingenivaraojelma, 2004.) Suomenhevosilla ei ole olemassa omaa keskusta rodun kasvatukseen ja suojeluun, joten kannan ylläpito on täysin rodun harrastajien ja kasvattajien varassa. Suomenhevosten kasvattajat voivat kuitenkin saada alkuperäisrodun kasvatustukea Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta (ELY) (Suomen Hippos ry, 2015). Suomenhevosille voi hakea ympäristötuen erityissopimusta eli alkuperäisrotujen kasvattamissopimusta. Hevosten lukumäärän tulee olla vähintään kaksi (2,0) eläinyksikköä ja sopimuseläinten tulee olla puhdasrotuisia. Jotta suomenhevonen hyväksytään tuen piiriin, sen tulee olla kantakirjaori, tai siitostamma, joka on varsonut, astutettu tai keinosiemennetty edellisenä vuonna. Sopimuseläinten on tuotettava jälkeläisiä vähintään kahdesti sopimuskauden aikana. Sopimuskausi on kuusi vuotta. Vuodesta 2016 lähtien hevosten pohjoista kotieläintukea ei enää myönnetä. (Maaseutuvirasto, 2016.)

Suomen geenivarakeskuksella on myös pakastegeenipankki, *ex situ* –säilytys, kotimaisille nauta- ja lammasroduille. Geenipankissa on tallessa pakastespermaa ja alkioita eri roduista. Geenipankin materiaalia tullaan käyttämään tulevaisuudessa rotujen geneettisen monimuotoisuuden turvaamiseksi. Suomenhevosten pakastespermaa on tallessa muutamalta yksilöltä, mutta varsinaista säilytysohjelmaa ei ole vielä rodulle tehty. (Suomen kansallinen eläingenivaraojelma, 2004.) Suomenhevosten kasvatuksessa Suomen valtio on osallisena esimerkiksi Ypäjän hevosopiston kautta, missä vielä kasvatetaan suomenhevosia.

2.1 Orivalinta geneettisen materiaalin pitkäaikaissäilytykselle

Geneettisen materiaalin pitkäaikaissäilytyksellä pakastamisella turvataan lajien säilyminen erilaisissa ympäristöllisissä muutoksissa. Tämä on myös suoja toimi erilaisia tautiepidemioita vastaan ja kerättyä geneettistä materiaalia voidaan myös käyttää apuna genomisessa tutkimuksessa. Geenivarojen pitkäaikaissäilytyksellä pienennetään myös riskiä geneettiselle ajautumiselle, missä jotkut tietyt geenit yksipuolistuisivat populaatiossa geneettisten pullonkaulojen myötä. Geenimateriaalin säilyttäminen pakastamisella mahdollistaa materiaalin säilymisen parhaimmissa tapauksissa tuhansia vuosia ilman, että materiaalin laatu suuresti heikkenee. (FAO, 2012; 15–16.) Suomenhevosten kohdalla pyrkimyksenä on turvata erilaisten suomenhevoslinjojen säilyminen tulevaisuudelle. Jalostusoreissa ja kantakirjatuissa tammoissa enemmän edustettuina ovat juoksija- ja ratsusuuntauksen hevoset. Pienhevos- ja työhevossuuntauksen hevosia on jalostuksessa vähäisempi määrä (taulukko 8). Suomenhevosten jalostuksessa käytetään myös kantakirjaamattomia oriita ja tammoja, mutta nämä eivät voi esimerkiksi saada kilpailuoikeutta (Suomen Hippos, 2012).

Taulukko 1. Suomenhevossuuntauksien kantakirjattujen jalostusyksilöiden lukumäärät (Suomen Hippos, Heppa-järjestelmä 11.3.2016)

Rotutyyppi	Kantakirjattujen jalostusoriiden lukumäärä	Kantakirjattujen tammojen lukumäärä
Juoksija	222	1365
Ratsu	97	614
Pienhevonen	62	219
Työhevonen	32	167

FAO ja myös European Regional Focal Point (ERFP) suosittelevat, että pitkäaikaissäilytykseen kerätään vähintään 25 eri oriista siemennestettä. Suositeltavaa olisi myös kerätä alkioita 25 eri tammasta ja solunäytteitä vastaava määrä niin tammoista kuin oriista. Geneettisen materiaalin pitkäaikaissäilytykseen valittavien yksilöiden tulisi olla keskenään mahdollisimman eri sukuisia ja edustaa olemassa olevaa populaatiota mahdollisimman kattavaksi. Yksilöiden olisi hyvä olla myös mahdollisimman erilaisia fenotyyppisesti, esimerkiksi erivärisiä ja eri käyttötarkoitukseen suuntautuvia. (FAO, 2012; 18–19.)

Koska tarkoituksena on tällä hetkellä kerätä siemennestettä suomenhevosoriista, tulee materiaalin määrässä huomioida tilanne, missä rotu jouduttaisiin uudelleen rakentamaan pelkästään näiden perusteella. Kun säilötään pelkästään siemennestettä, rodun uudelleen rakentaminen mahdollisen katastrofin jälkeen tapahtuisi takaisin risteyttämisen kautta. Risteyttämisessä käytettäisiin suomenhevosoriiden siemennestettä toisen rotuisiin tammoihin, tällöin takaisin risteytystä tehtäisiin neljä sukupolvea, ennen kuin yksilöt voitaisiin todeta suomenhevosiksi perimältään. On suositeltavaa, että geenipankkiin kerätään 1,5-kertainen määrä siemennestettä siitä, mitä tarvittaisiin, jotta rotu saataisiin tehokkaasti uudelleen luotua takaisin risteytysohjelmien avulla. (FAO, 2012; 17–19.)

Hevosten tiinehtymisprosentti on 35–70 % ei-kirurgisesti siemennettynä ja kirurgisesti siemennettynä tiinehtymisprosentti on 60–80 %, mutta hevosille tätä toimenpidettä ei suositella sen hankaluuden ja riskialttiuden vuoksi. Tiinehtymisprosentti vaikuttaa siihen, kuinka paljon siemennestettä kerätään säilytykseen jokaiselta valitulta oriilta. FAO:n ohjeistuksen mukaan hevosten tiinehtymisprosentti on alhaisimmillaan 35 %, minimimäärä tammoja perustajina on tällöin 150 ja valittujen oriiden määrä on 25. Tässä tapauksessa tulisi kerätä vähintään 31 annosta siemennestettä jokaiselta oriilta. Suositeltavaa on, että siemenneste kerätään vähintään kahdesta eri keräyksestä, joiden välissä on vähintään kaksi viikkoa. (FAO, 2012; 19, 29.)

Opinnäytetyössämme on tarkoituksena löytää sopivia oriita siemennesteen pitkäaikaissäilytykseen. Näiden oriiden tulisi olla jalostuskelpoisia. Suomenhevosille tehdään kantakirjauksen yhteydessä tutkimus hevosen käyttäytymisestä, yleiskunnosta ja terveydentilasta. Terveydentilan lausunnon antaa eläinlääkäri. Oriin jaloista on otettu röntgenkuvat joiden perusteella eläinlääkäri antaa lausunnon onko kyseisellä yksilöllä terveet jalat. Tutkimuksessa painotetaan liikuntaelinten terveydentilaa, sukuelimiä ja hampaita. (Suomen Hippos ry, 2015.)

Oriin hylkäyksen jalostuskäytöstä voi aiheuttaa esimerkiksi kivesviat, hammasviat, hengitystieoireet, käytöshäiriöt, irtokappaleet nivelissä, kaviorustoluutuma ja erilaiset tarttuvat taudit. Kaviorustoluutuma on hylkäävä virhe jos se on voimakkuudeltaan 4-5 (asteikolla 0-5) ja se alentaa aina oriin pisteytystä ja palkintoa. Mikäli oriin kilpailusuoritukset ovat poikkeuksellisen hyvät, se voidaan hyväksyä kantakirjaan kaviorustoluutumasta huolimatta. (Suomen Hippos ry, 2016.) Oriiden siitoskyky alkaa heikentyä niiden ollessa 18–20 vuotiaita (Ettala, 2015), joten orikriteereissä käytetään maksimikäikänä 20 vuotta. Iäkkäämpiä oriita otettiin mukaan laskelmiin, jos niillä oli tuoretta jälkeläisnäyttöä.

Suomenhevosilla kesäihottuma merkitään nykyään kantakirjaustietoihin aina. Ihottuma ei sulje oriita pois kantakirjasta tai jalostuskäytöstä. Kesäihottuman ollessa vahvasti perinnöllinen ominaisuus (Peeters ym., 2015. Raskova ym., 2013. Vychodilova ym., 2013), suljetaan valinnastamme pois ne oriit, joilla on merkkejä kesäihottumasta.

2.2 Spermanlaadun ja pakastamisen kriteerit

Jalostusoriit on tyypillisesti valittu niiden suvun, suorituskyvyn ja kokonaisvaikutelman perusteella. Oriiden valinnassa ei ole yleensä huomioitu lisääntymiskykyä, mikä on johtanut monien jalostusoriiden heikentyneeseen siitoskykyyn (Raudsepp ym., 2013; 202–203). Hevosten sperman pakastaminen on haasteellisempaa kuin esimerkiksi nautojen sperman pakastaminen. Hevosen sperma kestää huonosti pakastamista, joten on tärkeää panostaa spermaan laatuun. Pakastettava sperma tulisi kerätä oriista silloin kun laatu on korkeimmillaan (vuodenaika, rasitus yms.). Tiinehtyvyys on kuitenkin heikompaa pakastespermalla kuin tuore- tai siirtospermalla. Kaikki oriit eivät edes tuota riittävän hyvää laatuista spermaa pakastukseen, mutta näiden oriiden osuus on prosentuaalisesti melko pieni (9-20 % tutkimuksesta riippuen). Sperman laatua voidaan myös parantaa hallitsemalla keräysolosuhteita ja oriin pitoa. (Hagman, 2008.)

Sperman laadussa on eroja ja myös vuodenajat vaikuttavat tähän. Tutkimuksissa on havaittu, että sperman laatu on parhaimmillaan pakastamiseen syksyllä, koska silloin siittiövikoja on vähän ja vuorostaan siittiöiden elinkelpoisuus ja liikkuvuus on korkeimmillaan. Siittolatoiminnassa tämä tarkoittaisi sitä, että pakastesperma tulisi kerätä siitoskauden loppupuolella. Tehokkaalla ruokinnalla voidaan myös vaikuttaa oriin sperman laatuun. (Hagman, 2008.)

Voimakas fyysinen rasitus vaikuttaa myös sperman laatuun heikentävästi. Jos ori on kokenut jonkun suuren fyysisen rasituksen, esimerkiksi sille on tehty juoksumattorasituskoe, heikkenee sen sperman laatu stressireaktion vuoksi. Tällaisen rasituskokeen jälkeen havaittiin, että pakastettavassa spermassa liikkuvuus oli selvästi huonompaa. Sperman laatu palautui kuitenkin normaaliksi noin kuukausi rasituksesta. (Hagman, 2008.)

Oriin spermanlaadun on todettu paranevan kun siltä kerätään spermaa kaksi kertaa samana päivänä noin tunnin välein ja joka toinen päivä. Tällaisella tuplakeräysmenetelmällä ensimmäisen keräyksen pitoisuudet ja liikkuvuudet ovat paremmat kuin kerran päivässä tapahtuvalla keräysmenetelmällä. Tuplakeräyksen ensimmäisen keräyksen sperma kestää myös pakastusta paremmin kuin kerran päivässä kerätty sperma. (Hagman, 2008.)

Pakastespermalla saadaan myös yhtä varmoja siemennyksiä (tuloksena tiinehtyminen) kuin tuorespermallakin, kunhan tamman ovulaatioista ollaan selvillä. Pakastespermalla tulisi siementää 12 tuntia ennen tai jälkeen ovulaation, jotta siemennys saa aikaan tiineyden. Ajoittamisen helpottamiseksi tammoille annetaan hormonihoitoa ovulaation indusoimiseksi. Tämä käytäntö vähentää siemennyskertoja ja on eduksi silloin, kun sperma on hinnaltaan korkea. Tarkka ajoitus ja siemennyskertojen vähentäminen alentavat myös tammojen bakteeritulehduksen riskejä. (Hagman, 2008.)

Pakastesperman tulee sisältää vähintään 250×10^6 progressiivisesti liikkuvaa siittiötä ja sulatuksen jälkeen liikkuvuuden tulee olla vähintään 35 %, jotta se olisi riittävän laadukasta siemennykseen. Heikompilaatuinenkin sperma riittää tammojen tiinehdyttämiseen, mutta edellä mainituilla ehdoilla tulokset tiinehtymisen suhteen ovat varmempia. Liiallinen siittiöiden määrä pakasteessa heikentää tiinehtyvyyttä. Jos annoksessa on liikaa siittiötä, niin liuoksessa olevat ravintoaineet eivät riitä ja siittiöiden elinvoima alenee. (Hagman, 2008.)

Suomenhevosilla on havaittu, että liikkuvuus on keskimäärin keruun kolmessa ensimmäisessä fraktiossa 45 % ja koko ejakulaation liikkuvuus on keskimäärin 43 %. Suomenhevosilla oli keskimäärin 180 miljoonaa siittiötä per mL. (Karjalainen, 2009.) Jos siittiöiden liikkuvuus sulatuksen jälkeen on yli 35 %, siittiöiden määrällä ei ole eroja hedelmöityksen onnistumisessa, jos määrät ovat 100–800 miljoonaa siittiötä per mL välillä (Brinsko ym., 1998/2011; 221–223). Sperman liikkuvuuden ja tiheyden perusteella suurin osa suomenhevosoriista soveltuu sperman pakastamiseen pitkäaikaissäilytystä varten. Suomenhevosten sperman pakastaminen ja sulattaminen todennäköisesti vaatii käytännön kokeiluja, jotta parhaimmat menetelmät prosessille löytyisivät.

Oriin omistajien tulee panostaa oriin elinolosuhteisiin, jos pakastespermaa halutaan käyttää varteenotettavana siemennysvaihtoehtona. Ruokinnan tulee olla optimaalista ja oriin stressaamista tulee välttää. Pakastamisen ajankohta ja sperman keruumenetelmä tulee myös valita niin, että saataisiin laadultaan hyvää spermaa pakastamista ajatellen. Tammalle koituvia tulehdusriskejä voidaan alentaa, kun ovulaatio ajoitetaan oikein ja vältetään useat siemennyskerrat.

3 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN

Olemme käyneet läpi käyttämiämme tutkimuskeinoja ja mitä tuloksia on havaittu aikaisemmissa tutkimuksissa muissa roduissa käyttämällä samoja menetelmiä. Käymme lävitse suomenhevosten historiaa ja tapahtumia, jotka ovat vaikuttaneet suomenhevosten populaatioon. Suomenhevosia on tutkittu vastaavilla menetelmillä aikaisemmissa tutkimuksissa. Oleellista on myös ymmärtää, mitkä asiat populaatiossa vaikuttavat yksilöiden rekisteröintiin ja jalostukseen.

Suomenhevosten jalostusta ohjaa Suomen Hippos ry:n nimeämä jalostusvaliokunta ja hevosjalostusliitot, jotka toimivat Suomen Hippoksen alaisuudessa. Suomenhevosten jalostustavoitteena on jalostaa rotumääritelmän mukaisia monipuolisia käyttöhevosia. Suomenhevosen tulisi olla kooltaan keski-kokoinen, sopusuhtainen ja luonteeltaan yhteistyöhaluinen ja toimiva. (Suomen Hippos ry, 2016.)

3.1 Sukusiitosaste muissa hevosroduissa

Sukusiitoksella tarkoitetaan parituksia sukulaisten kesken ja se määritellään yleisesti haitalliseksi, koska se lisää perimän yksipuolistumista. Sukusiitosta havaitaan enemmän pienissä populaatioissa, koska niissä iso osa eläimistä on sukua keskenään yhteisten esi-isien vuoksi ja tämän vuoksi sukusiitoksen välttäminen on mahdotonta. Sukusiitosta yksilössä ja myös populaatiossa arvioidaan laske-malla sukusiitosaste, joka on yleisin käytetty tunnusluku seuraamaan geenien ajautumista ja häviämistä populaatiossa. Sukusiitosasteen luotettavuus riippuu siitä, kuinka paljon sukupolvia populaat-ion yksilöillä on tiedossa. Jotta laskelma olisi luotettava, tulisi tiedossa olla vähintään viisi sukupol-vea, riippuen lajista ja jalostusmallista (FAO, 2013; 20, 30, 37, 138).

Jos sukusiitosaste nousee liian korkeaksi populaatiossa, on riskinä, että siinä alkaa näkyä merkkejä sukusiitosdepressiosta eli sukusiitostaantumasta. Sukusiitostaantuma vähentää elinvoimaa esimer-kiksi alentamalla rodun yksilöiden tiinehtyvyyttä (Falconer & Mackay, 2009; 247–248). Sukusiitos-taantuma ei ole uusi ilmiö vaan jo Charles Darwin havaitsi vuonna 1868, että sukulaisten parittami-sella voi olla haitallisia vaikutuksia (Amos ym., 2001). Merkkejä sukusiitostaantumasta on havaittu esimerkiksi espanjalaisilla andalusianhevosilla (Gómez ym., 2009). Tutkimuksessa havaittiin, että sukusiitostaantumien vaikutus on nähtävissä heikentävästi rodun vartalon mittaustuloksissa ja myös arvioituissa jalostusarvoissa (Estimated Breeding Value, EBV).

Tutkimusten perusteella (taulukko 2) hevosrotujen sukusiitosasteet ovat melko alhaisia populaatiota-solla perustuen polveutumistietoihin. Alhaisempia sukusiitosasteita havaittiin muissa tutkimuksissa niillä roduilla, joilla sukutaulun täydellisyysaste oli myös alhainen. Esimerkiksi slovakian urheiluponilla sukusiitosaste oli 2,67 % ja sukutaulun täydellisyysaste oli esimerkkiroduista alhaisin 4,93. Yleensä populaatioilla, joilla on tiedossa useita sukupolvia, on myös korkeampi sukusiitosaste, toisin kuin po-pulaatioilla, missä polveutumistietoja ei ole (FAO, 2013; 138).

Taulukko 2. Esimerkkinä eri rotujen sukusiitosasteita ja tunnettujen sukupolvien lukumääriä (ka=keskiarvo)

Rotu	Sukusiitosaste	Tunnettujen sukupolvien määrä (ka)	Lähde
Andalusianhevonen	8,20	9,04	Gómez ym., 2009
Arabianhevonen (Espanja)	9,40	7,70	Delgado ym., 2014
Brasilian puoliverinen	0,24	-	Medeiros ym., 2014
Espanjan puoliverinen	0,66	4,29	Bartolomé ym., 2011
Slovakian urheiluponi	2,67	4,93	Pjontek ym, 2012
Shagya Arabi	3,95	9,56	Pjontek ym, 2012
Hollannin puoliverinen	5,30	-	Schurink ym., 2012
Huculponi	6,26	7,10	Pjontek ym, 2012
Lipizzan hevonen	2,03 - 4,02	5,65 - 10,25	Pjontek ym, 2012, Pirault ym, 2013
Lusitano	3,43 - 9,92	5,80 - 9,87	Vicente ym, 2012, Pirault ym, 2013
Lämminverinen ravihevonen (ranskalainen)	2,24	7,14	Pirault ym, 2013
Islanninhevonen	1,88	5,24	Pirault ym, 2013
Shetlanninponi	1,52	5,52	Pirault ym, 2013

3.2 Sukupolvien välinen aika muissa hevosroduissa

Sukupolvien välisellä ajalla tarkoitetaan aikaa kahden peräkkäisen sukupolven välillä lisääntyvässä populaatiossa. Yleensä sukupolvien välinen aika vaihtelee lisääntyvien urosten ja naaraiden välillä (uroksilla tämä on yleensä lyhyempi), mutta näistä voidaan laskea myös keskiarvo. Sukupolvien välinen aika kertoo keskimäärin, mikä on vanhempaiseläinten ikä jälkeläisten syntymähetkellä. Mitä pidempään eläimet pysyvät jalostuskäytössä ja tuottavat jälkeläisiä, sitä suurempi sukupolvien välinen aika tulee olemaan. FAO:n mukaan hevosilla keskimääräinen sukupolvien välinen aika on 8 vuotta. Kun sukupolvien välinen aika on lyhyt, perinnöllinen edistyminen nopeutuu, mutta samalla myös nopeutuu geneettisen vaihtelun katoaminen vuosittain. Sukupolvien välisen ajan lyhentämistä ei tulisi pitää tavoitteena ennen kuin populaatiossa on riittävästi geneettistä vaihtelua. (FAO, 2013; 19, 41, 49–50, 144, 169. Falconer & Mackay, 2009; 192.)

Hevosilla sukupolvien välinen aika on melko pitkä, koska kyseessä on suurikokoinen eläin, joka tulee sukukypsäksi melko myöhäisellä iällä. Esimerkiksi lehmillä keskimääräinen sukupolvien väli on 6 vuotta ja lampailla ja vuohilla se on ainoastaan 4 vuotta (FAO, 2013; 49). Taulukkoon 3. on kerätty otanta muiden hevosrotujen tutkituista sukupolvien välisistä ajoista.

Taulukko 3. Esimerkkinä eri hevosrotujen sukupolven välisiä aikoja (ka = keskiarvo)

Rotu	Sukupolvien välinen aika, ka	Lähde
Brasilian puolive-rinen	10,82	Medeiros ym., 2014
Espanjan puolive-rinen	10,80	Bartolomé ym., 2011
Sorraian hevonen	7,94	Pinheiro ym., 2013
Quarter	10,50	Petersen ym., 2013
Slovakian urhei-luponi	9,96	Pjontek ym., 2012
Shagya Arabi	12,27	Pjontek ym., 2012
Huculponi	11,14	Pjontek ym., 2012
Lipizzan hevonen	11,61	Pjontek ym., 2012
Lusitano	10,28	Vicente ym., 2012

3.3 Tehollinen populaatiokoko muissa hevosroduissa

Tehollisen populaatiokoon (Ne) tulisi olla vähintään 50, jotta populaatio ei joutuisi uhanalaiseksi sukusiitostaantumien tai muiden mahdollisten geneettisten uhkien vuoksi. Tämä on hyväksytty yleisesti rajaksi, milloin populaatio kykenee selviytymään lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Ihanne tilanteessa, kun Ne on 50, uroksia on populaatiossa 25 ja naaraita on saman verran. Yleensä kotieläimissä kuitenkin jalostukseen käytetään uroksia paljon vähemmän kuin naaraita. Jotta tehollinen populaatiokoko olisi silti riittävä kun jalostukseen käytettävien urosten määrä vähenee, tulee naaraiden lukumäärän lisääntyä. Esimerkiksi jos uroksia on 20, niin naaraita tulee olla 34 tai jos uroksia on 14, naaraita tulee olla 116. Nämä ovat kuitenkin laskelmia, joilla saavutetaan tehollisen populaatiokoon vähimmäismäärä. On suositeltavaa, että populaatiossa käytetään jalostukseen useampia yksilöitä ja pyritään nostamaan tehollista populaatiokokoa suuremmaksi. (FAO, 2013; 141.)

Aikaisemmin lajien ja eri rotujen säilytystyössä on käytetty 50/500 sääntöä, missä tehollinen populaatiokoko 50 on pienin mahdollinen arvo, jotta populaatio kykenee selviytymään lyhyellä aikavälillä (viisi sukupolvea). Kun taas 500 yksilön tehollinen populaatiokoko on katsottu riittäväksi turvaamaan lajin tai rodun säilymisen pitkällä aikavälillä. Suosituksia on kuitenkin uudelleen arvioitu ja uusi suositus Ne:n pienimmäksi arvoksi on 100 ja turvalliseksi rajaksi pitkän aikavälin selviytymiseen vuoroetaan Ne 1000 (Frankham ym., 2014).

Hevosilla on havaittu hyvin erilaisia tuloksia tehollisen populaation koolle (taulukko 4). Tulokset ovat pitkälti riippuvaisia siitä, kuinka paljon sukupolvia rodun yksilöillä on tiedossa. Esimerkiksi lusitanoilla oli tiedossa Vicenten ym. (2012) tutkimuksen mukaan vain 3,43 sukupolvea, minkä vuoksi voimme olettaa niiden tehollisen populaatiokoon (576,7) olevan yliarvio todellisuudesta.

Taulukko 4. Esimerkkinä eri hevosrotujen tehollisia populaatiokokoja laskettuna Gutiérrezin kaavalla (2009)

Rotu	Tehollinen populaatiokoko (Gutiérrez, 2009)	Lähde
Arabianhevonen (Espanja)	35,1	Delgado ym., 2014
Brasilian puolive- rinen	223,4	Medeiros ym., 2014
Espanjan puolive- rinen	225,8	Bartolomé ym., 2011
Slovakian urhei- luponi	81,18	Pjontek ym., 2012
Shagya Arabi	109,8	Pjontek ym., 2012
Huculponi	47,7	Pjontek ym., 2012
Lipizzan hevonen	117,1	Pjontek ym., 2012
Lusitano	576,7	Vicente ym., 2012

3.4 Suomenhevosten historia

Rotujen uhanalaisuuden tilan arvioinnissa tulee tuntee myös rodun historiaa ja erityisesti mitkä ovat olleet ne historialliset tapahtumat, mitkä vaikuttavat rodun populaatiorakenteeseen. Tätä tietoa käytetään kun arvioidaan rodun polveutumistietoja. Onko mahdollista jäljittää erilaisia geneettisiä pulonkaloja rodun historiasta polveutumistietojen avulla ja näkyykö näiden vaikutukset kun arvioidaan esimerkiksi populaation sukusiitosastetta. (FAO, 2013; 37).

Suomenhevosten perimää ja sukulaisuutta muihin hevosrotuihin on tutkittu niin mikrosatelliitti (Sild ym., 2014) kuin SNP tutkimuksilla (Petersen ym., 2013). Näissä tutkimuksissa on todettu, että suomenhevokset ovat läheistä sukua siperialaiselle jakutianhevoselle ja mongolianhevoselle. Tämä viittäisi suomenhevosten historialliseen alkuperään Suomessa. Kyseessä on ainakin osittain perimältään vanha ja alkuperäinen rotu. Joten sillä on historiallinen merkitys Suomelle.

Suomalaisia hevosia käytettiin paljon sotaratsuina ja ne olivat suosittuja Ruotsin kuninkaiden armeijassa. Porissa 1600-luvulla toiminut valtion siittola lopetti toimintansa vuosisadan puolivälissä. Se heikensi suomalaista hevoskanta merkittävästi, ja kun sota Tanskaa ja Preussia vastaan käynnistyi vuonna 1675, sopivia sotahevosia oli jo vaikeaa löytää. (Savikko, 2014; 19–30.)

Kaarle XII:n hallinnan aikana ruotsalaiseen ratsuväkeen otettiin paljon suomalaisia hevosia niin ratsuiksi kuin kuormastohevosiksi. Nämä hevoset eivät palanneet Suomeen sodan jälkeen. Isoviha vuonna 1713–1721 heikensi hevoskantaa entisestään. Venäjän hallitsija Pietari I haali suomalaisia hevosia siitoshevosiksi Venäjälle. Sodat, kuten Pohjan sota, Hattujen sota, ja Kustaan sota, verottivat myös runsaasti hevoskantaa. Armeijalla oli ongelmia niin sotamiesten kuin hevostenkin muonituksessa. (Savikko, 2014; 19–30.)

Uudenkaupungin (1721) ja Turun (1743) rauhoissa suuri osa suomalaisista hevosista jäi silloisen uuden itärajan taakse. Itärajan takana niistä osa risteytettiin venäläisten hevosten kanssa. Kotimainen hevoskanta kärsi siihen aikaan eläintaudeista, etenkin hevosruttoa esiintyi vuonna 1704, sekä 1733–1774 vuosien aikana runsaasti. Pernarutto tappoi paljon hevosia ja niiden omistajia. Pernaruttoa esiintyi eri puolilla maata vuosina 1744–1747, 1756–1758, 1761 ja 1774. (Savikko, 2014; 32.)

Populaation pienenemisen vuoksi suomalaista hevosrotua haluttiin alkaa kehittämään paremmaksi. Valtion siittolatoiminta jatkui Haapaniemessä 1780-luvun alussa. Haapaniemen siittolatoiminta aloitettiin kymmenellä siitostammalla ja kahdella siitosoriilla. Siihen aikaan hevosia tuotiin paljon Ruotsista, ja Haapaniemen siittolassa olikin lukuisia Strömsholmista Ruotsista tuotuja hevosia, mm. arabian- ja andalusianhevosoriita. Kuitenkin samaan aikaan suomalaisia oriita myös vietiin vuosina 1825–1872 Strömsholmin siittolaan. (Savikko, 2014; 34.)

Suomen sodan (1808–1809) jälkeen suomalainen hevonen oli muuttunut suuremmaksi. Ennen sotaa hevoset olivat vain noin 130 cm korkeita. Sotaratsuja tarvittiin yhä, mutta huomattavasti vähemmän aikaisempaan verrattuna. Tämä johtui siitä, että jalkaväki on jouhevampi toiminnaltaan. Sen sijaan suomalaisia hevosia tarvittiin paljon kuormahevosiksi ja juhdiiksi, jotka kuljettivat haavoittuneita rintamamiehiä ja muonitustarpeita armeijalle. (Savikko, 2014; 34.)

Vähitellen suomalaisesta hevosesta alkoi muuntua puhekielessä suomenhevonen. Tämä tapahtui 1800-luvun loppupuolella. Silloin jalostus oli erilaista, koska jokainen päivä saattoi olla taistelua henkiinjäämisestä. Oriita ei pidetty paljoa, ja ne ruunattiin yleensä heti kolmen ikävuoden jälkeen. Sitä aiemmin niillä saatettiin astuttaa muutamia tammoja. (Johansson, 2014; 59–60.)

Valtio oli 1800-luvulla mukana hevosjalostuksessa. Vuonna 1835 perustettiin ruununoriit-järjestelmä, joka tarkoitti sitä, että valtio hankki sopiviksi katsottuja oriita jalostukseen. Ruununoriiden jälkeläiset olivat hyviä rakenteeltaan, ja usein lähtivät ulkomaille myytäväksi, kuten Venäjälle. 1860-lukuun mennessä ruununoriit-järjestelmä loppui, sillä sen myönteinen vaikutus ei kohdistunut maamme hevoskantaan. Samoihin aikoihin alettiin järjestää kilpa-ajotoimintaa, joka oli aikaisempaa virallisempaa. Aikaisemmin oli järjestetty kilpailuja hevosille, jossa isännät sopivat keskenään miten ajetaan esimerkiksi kirkkomatkalla. (Johansson, 2014; 68–70.)

Kilpa-ajotoiminta virallistui G.W. Sjödtedin toimesta, ja myöhemmin kilpa-ajot saivat nimityksen Valtion ajot. Hämeenlinnassa ajettiin 16.3.1865 ajot, joista löytyvät kilpailukutsu ja viralliset tulokset. Ensimmäinen keisarillinen armollinen julistus ravikilpailusäännöistä annettiin vuonna 1866. Tämän

jälkeen määrättiin jo palkintorahoja seuraavan vuoden ajaksi jaettavaksi. Ravikilpailusäännöt muuttuivat paljon puolen vuosisadan aikana. Aikakauden huomioon ottaen tulosten dokumentointi oli yllättävän hyvää. (Johansson, 2014; 71–76.)

Myös värijalostus nousi puheenaiheeksi 1900-luvun alussa. Vielä 1800-luvulla puolet hevosista oli mustia tai ruunikoita. Vuonna 1911 Axel Alfthan kirjoitti kirjassaan suomenhevosten väreistä ja totesi rautiaan olevan yleisin väri. Tämä oli seurausta siitä, että rotua haluttiin yhtenäistää ja rautias valittiin suositelluksi valtaväriksi, jolloin muut värit jäivät vähemmistöön. Muun värisiä hevosia hyväksyttiin kantakirjaan harvoin. Nykyään 90 % suomenhevosista on rautiaita. (Peltonen, 2014; 88–89.)

Vuonna 1907 senaatti päätti suomenhevosten kantakirjan perustamisesta. Ensimmäisenä kantakirjaan merkitty ori oli Ukonpoika (Isä Ukko, isänisä Jaakko, emä Tuima, emänemä Lahja). Tammojen kantakirjaus päätettiin aloittaa vuonna 1909 ja se tehtiin hevosjalostusliittojen toimesta. Vuoteen 1918 mennessä tammojenkin kantakirjaus muuttui valtion hoidettavaksi. Kantakirjaan hyväksyminen tarkoitti jalostukseen hyväksymistä. Jotta hevonen hyväksyttiin kantakirjaan, sen oli täytettävä suomalaisen hevosen rotupiirteet. Esimerkiksi oriin hyväksymiseksi säkäkorkeuden tuli olla vähintään 148cm, ja sekä vartalon pituus että ympärysmitta oli oltava säkäkorkeutta suurempi. 1900-luvun alkupuolella kantakirjahevoset oli jaettu kolmeen tyyppiin: vankka peltohevonen, hoikkatekoinen ja korkeajalkainen juoksija sekä siro, sisukas ja hyväliikkeinen pienhevonen. Jalostusohjesääntöjen myötä aluksi haluttiin jalostaa vain suurta ja vankkaa työhevosta, sillä siitä maksettiin hyvin ja sitä arvostettiin eniten. (Peltonen, 2014; 87.)

Aluksi kantakirjaus perustui pelkkään ulkomuotoarvosteluun. Ulkomuotoarvostelun lisäksi suorituskokeet tulivat käyttöön 1920-luvulla. Suorituskokeissa mitattiin käynti- ja juoksunopeus, ja arvioitiin liikkeit, luonne ja kuormanvetokyky. Vuonna 1922 kantakirjauksen vaatimuksena oli, että kantakirjaan tarjottavan hevosen vanhemmat tunnettiin kolme sukupolvea taaksepäin (Peltonen, 2014; 87). Samoihin aikoihin käytiin keskustelua suomenhevosen risteyttämisestä englantilaisen täysiverisen kanssa, koska armeijan ratsuhevosväki tarvitsi ratsuja. Ristiriita ratkaistiin lisäämällä kantakirjaan kevytmuotoinen hevonen vuonna 1924. Myöhemmin, vuonna 1935, tämä suunta muuttui yleishevoscantakirjaksi. (Peltonen, 2014; 89.)

Talvi- (1939–1940) ja jatkosodan (1941–1944) aikaan hevosia menetettiin runsaasti sotatantereella. Talvisodan aattona Suomessa oli 380 000 suomenhevosta, joista lähes 76 000 lähtivät sotaan kuormajuhdiksi ja ratsuiksi. Talvisodassa katosi, kuoli tai lopetettiin 7 204 hevosityksilöä. Jatkosodassa armeijaan otettiin hevosia hieman vähemmän, noin 62 000 yksilöä. Sekin on kuitenkin yli kolme kertaa enemmän, mitä populaatiokoko on nykyään. Jatkosodassa menehtyi 14 573 hevosityksilöä. (Savikko, 2014, 181.)

Määrällisesti suomenhevosia on ollut eniten vuonna 1950, kun suomenhevosia oli 408 797 kappaletta (Suomen Hippos ry, 2014). 1960-luvun lopun voimakkaat yhteiskunnalliset rakennemuutokset, kuten koneellistuminen ja maaltamuutto, johtivat hevosten lukumäärän romahtamiseen. Vuonna

1971 valtion ylläpitämä kantakirja siirtyi hevosorganisaatioille. Hevosorganisaatioita olivat siihen aikaan mm. hevoskasvatyhdistyksen ja hevosystävienseurat. Hevosorganisaatiot yhdistyivät vuonna 1973 Suomen Hippokseksi, joka on siitä lähtien vastannut suomenhevosten kantakirjasta ja jalostustyöstä. Koneellistumisen seurauksena työhevokset väistyivät juoksijoiden rinnalta. Suomenhevosen tulevaisuuden turvaamiseksi ja ulkomaisten hevosten tuonnin rajoittamiseksi jalostussuunniksi määriteltiin; juoksija, työhevonen, ratsu ja pienhevonen. (Peltonen, 2014; 92.)

Hevosten keino- ja siirtosiemennys yleistyi 1980-luvulla. Tämä mahdollisti sen, että samaa oriita kyettiin käyttämään paljon yhden vuoden aikana. Sukusiitosasteen nousun rajoittamiseksi asetettiin 150 tamman kiintiö oriita kohden vuodessa. Siirtosiemennys tarkoittaa sitä, että ori voi olla eri paikassa kuin tamma, jolloin sperma lähetetään siirtona tamman luokse. (Peltonen, 2014; 93.)

3.5 Suomenhevosten populaatorakenne

Suomenhevospopulaation koko on vaihdellut vuosien myötä. Suurimmillaan suomenhevospopulaatio oli vuonna 1950, jolloin suomenhevosia oli yli 400 000 yksilöä. Hevosten lukumäärä romahti hyvin nopeasti maatalouden rakennemuutosten myötä. Populaatiokoko on pysynyt 1970-luvulta saakka alle 20 000 yksilössä. Tämä tarkoittaa sitä, että rodun geneettinen monimuotoisuus on pienentynyt. Hevossukujen häviäminen on huolestuttanut suomenhevospopulaattoria. Tämä johtuu siitä, että tiettyjä menestyviä ravihevosten linjoja suositaan ja astutusmäärät ovat pienentyneet radikaalisti. (Oikarinen, 2006.)

Monen muun alkuperäishevosrodun populaatiokoko on paljon pienempi kuin suomenhevosen. Esimerkiksi norjalaisten alkuperäisten hevosrotujen, dölhevonen, vuonohevonen ja nordlandinhevonen, populaatiokoot vaihtelevat 200 ja 8000 välillä. Färsearten hevosten populaatiokoko on vain 75 yksilöä. Vaikka suomenhevosten populaatiokoko onkin suurempi kuin monen muun alkuperäisrodun, siitokseen käytetään vain hyvin pientä osaa koko populaatiosta ja siitoksessa suosituimpien oriiden keskinäinen sukulaisuussuhde on suuri. (Oikarinen, 2006.)

Keskimääräiset sukulaisuussuhteen ja sukusiitosasteen arvot ovat kasvaneet hieman 1900-luvun alusta nykypäivään. Keskimääräinen sukusiitosaste vuosina 1999–2001 syntyneillä suomenhevosilla oli 3,42 %. Sukusiitosaste oli tuolla aikavälillä kohtalaisen alhainen, mutta huolestuttavaa oli sukusiitosasteen kasvun kiihtyminen vuodesta 1990 lähtien. Suurin yksittäinen sukusiitosasteen arvo 1999–2001 syntyneissä suomenhevosissa oli 30,9 %. Oikarisen (2006) tutkimusten tulosten perusteella arvioitiin suomenhevosen tehollisen populaatiokoon olevan noin 50, kun korkeimmillaan se on ollut vuosien 1970 ja 1980 välillä ollessaan 151. (Oikarinen, 2006.)

1950-luvulta 1970-luvulle saakka isän ja emänpuoleiset sukupolvien väliset ajat ovat pysyneet melko muuttumattomina, ollen keskimäärin 11. Vuosina 2000–2001 syntyneillä hevosilla sukupolvien välinen aika oli isän puolella 14.0 ja emän puolella 12.1. Erot johtuvat siitä, että keinosiemennys yleistyi ja oriiden siitokseen hyväksyminen oli tiukempaa kuin aiemmin. Sukupolvien välisten aikojen piteneminen ei ole suositeltavaa, sillä se jarruttaa perinnöllistä edistymistä. Suomenhevosella sukupolven

välischen aikojen piteneminen saattaa johtua myös nuorten hevosten vähäisestä jalostuskäytöstä, esimerkiksi sen vuoksi, että yksilöllä ei ole vielä omia tuloksia. Esimerkiksi ravihevosten jalostuskäyttö aloitetaan vasta, kun yksilöllä on tuloksia kilparadoilta. Nuorten hevosten suosiminen jalostuksessa on harvinaista suomenhevosissa. (Oikarinen, 2006.)

1900-luvun vaiheessa syntyneitä suomenhevosten kantayksilöitä olivat Alarik, Eino-Vakaa, Uljas, Sopusointu ja Rusko. Oikarisen (2006) tutkimuksessa eniten viimeisen 30 vuoden aikana syntyneisiin suomenhevosiiin ovat vaikuttaneet Sopusoinnun, Alarikin ja Eino-Vakaan sukuryhmien kantaoriit. Myös Ruskon sukuryhmä on vaikuttanut nykyisiin suomenhevosiiin. Eniten on vähentynyt Uljaan sukuryhmän kantaoriiden geeniosuus. Uljaan sukuryhmän kantaoriista Ihmetys ja sen jälkeläiset kuitenkin säilyttävät yhä oriin geenejä. 1920- ja 1930-luvulla syntyneiden kantaoriiden keskimääräinen sukulaisuussuhde 1970–2001 syntyneisiin suomenhevosiiin oli Oikarisen mukaan 2 %. Eri-Aaroni oli kantaoriista eniten sukua nykyiselle suomenhevospopulaatiolle. Eri-Aaroni oli kaikille vuosina 1998–2001 syntyneille suomenhevosille keskimääräisesti sukua 17,42 %. Sukulaisuussuhde oli hyvin korkea, ottaen huomioon että Eri-Aaronin ja verrattavien suomenhevosten välillä on 7 sukupolvea. Nykyhevosiiin vaikuttaa yhä vahvasti Eri-Aaroni ja isänsä Murto. Suomenhevospopulaatio on säilyttänyt monipuoliset käyttöominaisuutensa, koska tutkimuksessa havaittiin, että kantaoriiden geneettinen kontribuutio, oli hyvin samanlainen eri jalostussuunnilla. (Oikarinen, 2006.) Geneettisellä kontribuutiolla tarkoitetaan geenien jakaantumista populaation; kuinka paljon jonkun tietyn oriin perimä vaikuttaa nykyisen sukupolven geeniperimään.

Muutamia suomenhevosoriita on viety 1970–1980-luvulla Pohjois-Norjaan ja Hollantiin. Norjaan suomenpienhevosoriita vietiin alentamaan paikallisen nordlanninhevosen sukusiitosastetta. Suomenhevosiä on myös myyty vuosien aikana jonkin verran Saksaan. Saksassa perustetussa Freundin siitollassa on sittemmin kasvatettu noin sata varsaa. Suomenhevosiä ei ole siis viety paljoa muihin maihin, ja niiden kasvatus on ulkomailla vähäistä. (Laine ym., 2008.)

3.6 Suomenhevosten jalostusohjesääntö ja kantakirjaus

Suomenhevosten jalostusohjesääntö on Suomen Hippos ry:n laatima ja Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) hyväksymä. Jalostusohjesääntö määrittelee, millaisia hevosiä jalostuksessa halutaan saada tulokseksi. Suomenhevosten eri jalostussuunnilla on omat tavoitteensa, ja ne eroavat toisistaan. Kuitenkin yksi hevonen voi täyttää useamman jalostussuunnan tavoitteet.

”Jalostusohjesäännön tavoitteena on jalostaa rotumääritelmän mukaisia kestäviä, ja monipuolisia käyttöhevosia. Niiden tulisi olla suorituskykyisiä, hyväliikkeisiä, terveitä ja helposti käsiteltäviä. Suomenhevosen tulee olla luonteeltaan yritteliäs, nöyrä ja yhteistyöhaluinen. Rakenteeltaan sen tulee olla sopusuhtainen, hyväryhtinen ja keskikokoinen. Sillä tulee olla selvä sukupuolileima” (Suomen Hippos ry, 2016).

Suomenhevosilla on kantakirjassa neljä jalostussuuntaa: juoksijahevossuunta (J), ratsuhevossuunta (R), pienhevossuunta (P), ja työhevossuunta (T). Hevonen palkitaan sille jalostussuunnalle, jonka

vaatimukset se pystyy täyttämään (taulukot 5-8). Yksi hevonen voidaan kantakirjata useammalle suunnalle, esimerkiksi juoksija- (J) ja työhevossuunnalle (T). Esimerkiksi juoksijaori voidaan kantakirjata työhevossuunnalle, kunhan se täyttää työhevossuunnan vaatimukset. Sen rakenne arvostellaan silloin työhevosenä eikä juoksijasuunnan hevosenä. Suomenhevosten eri suuntauksia voidaan risteyttää keskenään. Eri jalostussuunnilla halutaan säilyttää rodun monikäyttöisyys.

"Ehtona oriin hyväksymiselle kantakirjaan on se, että ori on vähintään 4-vuotias, se on merkitty rekisteriin ja orin tulee olla suorituksiltaan, luonteeltaan, liikkeiltään, rakenteeltaan ja terveydeltään jalostushevoseksi sopiva. Orin on täytettävä siis terveys- ja rakennevaatimukset, joka edistää perinnöllisten vikojen ja sairauksien vastustamista. Orin tulee saada jokaisesta arvostelukohdasta vähintään 5 pistettä. (asteikko 1-10)" (Suomen Hippos ry, 2015).

Taulukko 5. J-suunta oriin vaatimukset (Suomen Hippos ry, 2015).

J-suunta oriin vaatimukset	vähintään aika, tai parempi
4-vuotias ori	1.33,0 voittosumma väh. 3500 €
5-vuotias ori	1.31,0 voittosumma väh. 7000 €
yli 5-vuotias ori	1.28,0 voittosumma väh. 14000 € Lisäksi voittosumma lähtöä kohden 170 €

Taulukko 6. R-suunta oriin vaatimukset (Suomen Hippos ry, 2015).

R-suunta oriin vaatimukset
Ori suorittaa hyväksytysti kouluratsastuskokeen (vähintään 50 % maksimipistemäärästä)
Tai on saavuttanut palkinnoille sijoittuneen tuloksen vähintään 3-tason ratsastuskilpailuissa, vähintään helppo B tasolla
Ori saa hyväksytyn arvostelun hyppykyvystä ja ratsastettavuudesta
Sillä on puhtaat askellajit

Taulukko 7. T-suunta oriin vaatimukset (Suomen Hippos ry, 2015).

T-suunta oriin vaatimukset
Oriin käyntiaika on enintään 10min/km
Juoksuaika on enintään 2.30 min/km
Vetotulos vähintään 5 porrasta tai sen sijasta ori on suorittanut hyväksytyn ajettavuuskokeen.

Taulukko 8. P-suunta oriin vaatimukset (Suomen Hippos ry, 2015).

P-suunta oriin vaatimukset
Oriin säkä- ja lautaskorkeus on enintään 148cm
Ori saa ratsastettavuus- tai ajettavuuskokeesta vähintään 10pistettä

Suomenhevosten jalostusohjesäännön uudet vaatimukset tulivat voimaan 1.1.2016. Nykyään käytetään termiä jalostusarvostelu kantakirjauksen sijaan. R-suunnan hevosilla vaatimukset tiukentuivat hieman. (Suomen Hippos ry, 2016.)

4 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Opinnäytetyössämme tarkoituksena on muodostaa oriehdokaslisterauksia, joissa olisi suomenhevosten edustamassa koko tämän hetkistä populaatiota. Rodun populaationtilanne tulee arvioida ennen kuin rodulle voidaan laskea polveutumistietoihin perustuvia ehdokaslistoja. Tämän mahdollistaa erilaisten tunnuslukujen avulla tehty selvitys siitä, mikä on suomenhevosten populaation tilanne tällä hetkellä. Suomenhevosten polveutumistietoja käytettiin laskemaan rodun keskimääräinen sukusiitosaste, sukulaisuussuhde, sukupolvien välinen aika, sukutaulujen täydellisyysaste, perustajien lukumäärä, tehollinen populaatiokoko ja jalostusoriiden geneettiset kontribuutiot.

Opinnäytetyössämme käytettävä aineisto käsittää 82 178 suomenhevosen polveutumis- ja rekisteröintitiedot ja se on saatu Suomen Hippos ry:ltä. Aineistossa on suomenhevosten rekisteröintitunnukset ja nimet, sukupuoli (tamma, ori ja ruuna), vanhempien nimet ja rekisteröintitunnukset, syntymäaika, indeksi-arvot ja mahdollinen kuolinpäivä. Aineistossa varhaisimmat rekisteröintitiedot olivat vuodelta 1864 ja viimeisimmät elokuulta 2015. Vuosi 2015 ei ollut aineistossa kokonaisuena, joten laskelmat suoritetaan suurimmaksi osaksi vuoteen 2014 saakka. Hevosille rekisteröintipakko astui voimaan vasta vuonna 2009 (EU:n tunnustusasetus), mutta sitä ennen teurastettavilta hevosilta vaadittiin rekisteröintitodistus tai passi vuodesta 2000 lähtien (Hevosjalostusliitot, 2012). Melkein kaikki suomenhevoset on rekisteröity ennen tätä.

Suomenhevosten historiassa on tapahtunut useita geneettisiä pullonkauloja, jotka ovat ajallisesti sijoittuneet ennen varsinaisen rekisteröinnin aloittamista. Tutkimustuloksissamme nämä geneettiset pullonkaulat eivät tule esille, koska niitä ei näy aineistossamme. Laskelmista saatavat tulokset voivat olla yliarvioita rodun geneettisestä monimuotoisuudesta ja aliarvioita sukulaisuusasteista.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	rekisterinumero	nimi	isan_reknum	isan_nimi	eman_reknum	eman_nimi	sukupuoli	syntymäaiva	indeksi	kuollut
2	10	Riimu					1			
3	1000	Ilmo	20	Pöllö	EK-187	Leimu	1	1.1.1909		
4	10000	Pirkka					2			
5	100000	Tujari	5360	Mutri	17405	Tuju	2	1.1.1953		
6	100001	Peri	4501	Pero	XS-008818	Hilppa	2		62	
7	100007	Eri-Osuma					2			
8	100010	Melina	4397	Murtius	15435	Vihuri	2	1.1.1952	66	
9	100013	Hilla	4291	Loistu	12151	Tilla	2	1.1.1951	100	
10	100017	Vilke	4057	Eri-Vili	yh 7553	Haukattari	2	1.1.1953	78	
11	100019	Erto	4191	Pirsto	16757	Susanna	2	1.1.1952		
12	100020	Naku	5360	Mutri	yh 7553	Haukattari	2		74	
13	100027	Eriitta	3423	Eri-Aaroni	yh 8863	Tiitta	2			
14	100035	Tomi	XS-007292	Tomuri	XS-007293	Vappu	2	1.1.1951	59	
15	100051	Ääni	yh 576	Aarni	yh 5517	Aihe	2	1.1.1950	72	
16	100052	Pelho					2			
17	100053	Pelho	5360	Mutri	16904	Ullo	2	1.1.1953	87	
18	100058	Hipaste					2			
19	100059	Ajatus	yh 750	Akapeetus	yh 8521	Raisu	2			
20	100062	Jennyn-Muisto	yh 688	Kaipaus	yh 3107	Murron-Jenny	2	1.1.1951		
21	1000-74	Paju	6560	Ento	200027	Sävyli	1	1.1.1968		
22	100082	Muhina	3582	Murti	13795	Lohdutusken-Humina	2	1.1.1952	76	
23	100093	Viivi	yh 854	Vaahto	12914	Virmu	2		68	
24	100094	Varjo	4670	Valotus	XS-005962	Maikki	2	1.1.1952		
25	100095	Liekki	yh 928	Lohko	51096	Heilu	2	1.1.1950	63	
26	100096	Vilma	yh 1058	Villeri	15876	Tulli	2	1.1.1953	63	
27	1000-99						3			
28	1000-1	Sepon Heljo	953	Seppo	XS-007836	Heljo	2			
29	1001-00	Veklan Siru	1016-86	Loppu-Siru	1325-87	Veklamus	2	19.1.2000		
30	1001-01	Vekjatus	1430-75	V.T. Ajatus	1325-87	Veklamus	2	16.1.2001	79	
31	100102	Reippaan-Liisa	3105	Noron Hessu	XS-010449	Likka	2	1.1.1949		
32	1001-02	Susupatukka	2216-86	Patukka	1151-87	Susso	2	10.2.2002		10.8.2002
33	1001-03	Puteri	2216-86	Patukka	1151-87	Susso	1	26.1.2003		
34	100104	Matala	5408	Jousi	17167	Hyrä	2			
35	1001-04	Piiparinen	2615-90	Zetori	2199-91	Vokkerin Tytti	3	28.2.2004		

Kuva 1. Ruudunkaappaus Suomen Hippos ry:ltä saaduista suomenhevosten rekisteröintitiedoista.

Suomenhevosten kantakirjarekisterin ylläpito aloitettiin vuonna 1907 (Suomen Hippos ry) ja vanhimmat rekisteröidyt suomenhevoset ovat syntyneet 1800-luvulla. Käytössämme oli myös kaksi orilistaa, jossa toisessa on vuodesta 1985 lähtien kantakirjatut suomenhevosoriit ja toisessa samalla aikavälillä kantakirjaamattomat oriit. Orilistauksissa näkyy kunkin oriin jalostussuunta jos se on tiedossa. Rekisteröintitietojen perusteella kantakirjattuja oriita on tällä hetkellä populaatiossa arviolta 603 ja kantakirjaamattomia oriita 7291. Oriin omistajat eivät välttämättä lähetä tietoa mahdollisista ruuauksista tai kuolemista Suomen Hippokseen.

4.1 Tutkimusmenetelmät

Suomenhevosten rekisteröintiaineistoa analysoitiin EVA-ohjelman avulla (Berg ym., 2006). EVA on ohjelma, jonka avulla voidaan tarkastella sukusiitosta ja sen kehittymistä populaatiossa. Ohjelmalla voidaan optimoida jalostuskanditaattien geneettisiä kontribuutioita tasapainottamalla perinnöllinen edistyminen ja sukusiitoksen lisääntyminen. Ohjelman käyttämiseen tarvitaan hevosyksilöistä seuraavat tiedot:

- Yksilön tunnistenumero
- Yksilön molempien vanhempien tunnistenumero
- Yksilön sukupuoli
- Yksilön syntymäaika
- Mahdollisten parituksien maksimi lukumäärä, 0 jos eläin ei ole käytettävissä jalostukseen
- Jalostusarvo (jos eläimelle sellainen on laskettu)

```

Finished      80000 animals
Finished      87000 animals
Finished      88000 animals
Finished      89000 animals
Finished      90000 animals
Finished      91000 animals
Finished      92000 animals
Finished      93000 animals
Finished      94000 animals
Computed inbreeding for :      94234

Computing additive relationships and genetic contributions
Contribution of founders to last timestep written to file
gencont.txt

Individuals included in Numerator Relationship Matrix : 94234
Allocating memory for relationship matrix with 145103199 elements
Computing Numerator Relationship Matrix for 94234 individuals
Finished      1000 individuals
Finished      2000 individuals
Finished      3000 individuals

```

Kuva 2. Esimerkki kuva EVA-ohjelmasta (Kuvankaappaus: Saija Tenhunen)

EVA laskee (kuva 2) populaation yksilöiden sukusiitosasteen, sukutaulun täydellisyyden, sukulaisuussuhteet ja geneettiset kontribuutiot (Berg ym., 2006). Halutessa ohjelma valitsee myös seuraavan sukupolven jalostuseläimet mahdollisista jalostuskandidaateista. Ohjelmalla voidaan suunnitella jalostusohjelmia niin, että populaation jalostuseläimiä käytetään siten, että maksimoidaan geneettinen hyöty ja samalla hallitaan sukusiitoksen lisääntymistä tulevaisuudessa (Sørensen ym., 2008.)

Tutkimuksessa selvitettiin populaation tämänhetkinen rakenne ja miten rakenne on mahdollisesti muuttunut vuosien varrella. Populaation rakennetta arvioitiin seuraavien tunnuslukujen avulla:

- Sukutaulun täydellisyydsaste, kuinka paljon esi-isiä tunnetaan yksilön sukutaulusta. Tätä arvoa käytetään määrittämään kuinka kaukana jälkeläinen on sen kauimmaisesta tunnetusta esi-isästä

tai laskenta suoritetaan valittuun referenssipisteeseen asti, esimerkiksi 10 sukupolvea. Esivanhemmat joiden vanhempia ei ole tiedossa on määritetty perustajajäseniksi. Yksilöille lasketaan myös vastaavien kokonaisten sukupolvien määrä, arvo t . Tämä lasketaan kaikista tunnetuista esivanhemmista ja sukupolvien erotuksesta yksilön ja sen esivanhempien välillä. (Pjontek, ym. 2012.)

- Keskimääräinen sukupolvien välinen aika on vanhemman keskimääräinen ikä sen jälkeläisen syntymähetkellä (Ojala, 1999; 86).
- Sukusiitosaste (F) on, todennäköisyys sille, että eläimen satunnaisessa lokuksessa olevat alleelit ovat alkuperäisin samalta esivanhemmalta (IBD identical by descent). Sukusiitosasteen arvo liikkuu välillä 0-1, missä arvo 0 on täysin ulkosiitetty ja arvo 1 on täysin sisäsiitetty. (FAO, 2013; 138, Wright, 1922.) Sukusiitosasteen luotettavuus riippuu siitä kuinka paljon sukupolvia populaation eläimillä on tiedossa. Suositus luotettaville laskelmille on vähintään viisi sukupolvea. (FAO 2013; 37.)
 - o Sukusiitosasteen kehitystä voidaan tarkastella myös alpha-arvolla. Alpha-arvo kertoo, kuinka paljon poikkeamaa on oletetusta satunnaisparituksesta. Arvo mikä on <0 viittaa siihen, että populaatiossa vältetään sukusiitosta jalostuksessa (Berg ym., 2006).
- Keskimääräinen sukulaissuhde on kahden eläimen välinen todennäköisyys periä sukulaissuhteen kautta samoja geenejä (Ojala, 1999; 52).

Ohjelmalla analysoitiin tämän hetkisten jalostusoriiden vaikutukset populaatioon ja miten oriiden jalostuskäyttöä voitaisiin parantaa niin, että siitä olisi suurin hyöty populaation elinvoimaisuuden ylläpitämiselle. Jalostukseen jo käytetyistä oriista analysoitiin, millä oreilla ovat suurimmat geneettiset vaikutukset nykyisiin sukupolviin. Orivalinnassa geneettisen materiaalin mahdolliseen pitkäaikaissäilytykseen käytettiin apuna EVA-ohjelmaa, joka valitsee jalostuseläimet optimaalisen kontribuutio vallin avulla (Optimal Contribution Selection, OCS). Tämä laskumenetelmä pyrkii maksimoimaan geneettisen hyödyn seuraavalle sukupolvelle samalla rajoittaen ryhmän yhteisten esi-isien määrän kasvua (Woolliams ym., 2015).

Laskelmia tullaan hyödyntämään tehollisen populaatiokoon arvioimisessa, mitä käytetään määrittämään populaation uhanalaisuuden tilaa. Tehollinen populaatiokoko (N_e), on idealisoidun populaation eläinmäärä, jota käytetään ennustamaan geenien satunnaisajautumisesta johtuvat häviöt kun siirytään sukupolvesta toiseen (Juga & Syväjärvi, 1999; 128–129). Yksinkertaisin tapa on laskea tehollinen populaatiokoko perustuen lisääntyvien eläinten määrään. Tämä kaava ei kuitenkaan ota huomioon eläinten sukusiitoksen tasoa tai sukulaisuutta keskenään. Tehollista populaatiokokoa tulisikin arvioida sen perusteella kuinka paljon populaation sukusiitosaste nousee sukupolvessa. Tällöin suurempi tehollinen populaatiokoko on kytköksissä siihen, että populaatiossa on enemmän geneettistä vaihtelua ja vähemmän sukusiitosta. (FAO, 2013; 36.) Laskelmissamme tullaan käyttämään tehollisen populaatiokoon laskentakaavaa, mikä pohjautuu populaation yksilöiden sukusiitosasteen nousuun (Gutiérrez ym., 2008 ja 2009). Laskelma tullaan suorittamaan ENDOG-ohjelmalla (kuva 3), joka on kehitetty analysoimaan polveutumistietoja ja käytetään populaatioanalyysissä (Gutiérrez ym., 2005). Kaavan on todettu soveltuvan hyvin kotieläinten tehollisen populaatiokoon arvioimiseen (Leroy ym., 2013).

Gutiérrezin laskukaava

$$\Delta F_i = 1 - \sqrt[t]{1 - F_i} \qquad \bar{N}_e = \frac{1}{2\Delta F}$$

t = vastaavien kokonaisten sukupolvien lukumäärä

F_i = sukusiitosaste

ΔF_i (myös ΔF) = yksilön sukusiitosasteen nousu populaatiossa

N_e = tehollinen populaatiokoko

ENDOG: A useful tool to analyze and manage small populations

File Population Individual Herds Help

Exit ENDOG

◀◀ Pedigree, Inbreeding and Average Relatedness. You can choose the column to sort ▶▶

Sort by: Sort by: Sort by: Sort by: Sort by: Sort by: Sort by: Sort by:

	Animal	Father	Mother	Inbreed.	Aver. Relat.	Max. Gener.	Comp. Gener.	Equiv.
▶	1	0	0	0,00%	1,86%	0	0	0
	2	0	0	0,00%	0,25%	0	0	0
	3	0	0	0,00%	0,17%	0	0	0
	4	0	0	0,00%	0,55%	0	0	0
	5	0	0	0,00%	4,50%	0	0	0
	6	0	0	0,00%	0,17%	0	0	0
	7	0	0	0,00%	1,29%	0	0	0
	8	0	0	0,00%	2,48%	0	0	0
	9	0	0	0,00%	2,48%	0	0	0
	10	0	0	0,00%	0,92%	0	0	0
	11	0	0	0,00%	2,37%	0	0	0
	12	0	0	0,00%	0,96%	0	0	0
	13	0	0	0,00%	1,13%	0	0	0
	14	0	0	0,00%	0,60%	0	0	0
	15	0	0	0,00%	4,38%	0	0	0
	16	4	0	0,00%	0,86%	1	0	0
	17	0	0	0,00%	0,50%	0	0	0
	18	0	0	0,00%	0,67%	0	0	0
	19	0	0	0,00%	0,88%	0	0	0
	20	0	0	0,00%	0,17%	0	0	0

◀ ▶

Computing Recent Inbreeding

Compute and write inferior triangular coancestry matrix to disk

Coancestry between individuals in reference population

Actual Menu: **MAIN MENU**

Highly inbred matings GCI

Kuva 3. Esimerkki ENDOG-ohjelmasta (Kuvankaappaus: Saija Tenhunen)

4.2 Orivalinta OCS-menetelmän avulla

Työssämme teimme orilistat kolmella eri menetelmällä käyttäen EVA-ohjelman OCS menetelmää. Koko populaatiolle orivalinta suoritettiin kahdella tavalla. Ensimmäisessä listauksessa paritusluvan saivat oriit jotka olivat syntyneet viimeisen sukupolven aikana (14 vuotta), perustuen rodun viimeisimmän sukupolven sukupolviväliin. Jalostuslupa annettiin myös tammoille samalla aikavälillä. Toiseen listaukseen haluttiin myös vanhempia potentiaalisia oriita, joten oriiden maksimi-ikäsi katsottiin 20 vuotta. Tammoilla ikäraja pidettiin samassa kuin ensimmäisessä listauksessa. Kolmannessa listauksessa paritusluvan saivat ainoastaan oriit jotka olivat kantakirjattu ja joilla oli voimassa oleva jalostuslupa Suomen Hippos ry:n tietojen mukaan.

Oriille, jotka sijoittuivat valittuihin aikaväliin, annettiin lupa vain yhteen paritukseen. Paritusten määräksi määritettiin 25, koska tavoitteena on löytää 25 parhaiten populaatiota edustavaa oriita. Jokaisessa listauksessa oli siis lähtökohtaisesti 25 ori ehdokasta joiden tiedot kävimme lävitse Sukuposti.net sivuston ja muiden julkisten tietojen perusteella. Aineistoon muutettiin oriita ruuniksi tai

merkattiin kuolleiksi niin pitkään, että saimme 25 oriin listauksen missä kaikki olivat tietojen mukaan potentiaalisia ehdokkaita.

Jotta orivalinta olisi mahdollisimman optimaalinen, valinnoille laskettiin 1000 teoreettista tulevaa sukupolvea EVA-ohjelmalla. Laskenta suoritettiin tuhannella ja kahdella tuhannella tulevalla sukupolvella. Molemmissa laskelmissa tulokseksi saatiin sama orivalinta seuraavaa sukupolvea varten. Tämän perusteella voimme todeta, että tuhannella sukupolvella laskettuna saamme varmasti optimaalisen orivalinnan.

4.3 Käytettävän aineiston luotettavuus

Hippokselta saadussa sähköisessä aineistossa oli ongelmana se, että siihen ei ole lisätty kaikkia mahdollisia rekisteröityjä suomenhevosia ennen 1960-lukua. Hyvin monella sen aikaisella jalostus-oriilla jälkeläismäärät ovat aineistossa todellisuutta pienempiä; ero saattaa olla jopa useita satoja. Tämän vuoksi aineistossa olevat rekisteröintimäärät ovat todellisuutta alhaisempia. Suomen Hippokselle ei ilmoiteta kaikkia ruunauksia tai hevosten kuolemia. Nämä tiedot löytyvät useasti harrastajien ylläpitämästä ja päivittämästä Sukuposti.net-sivustosta. Näihin tietoihin tulee kuitenkin suhtautua kriittisesti, koska kuka tahansa voi päivittää sivulle hevosten tietoja. (Sukuposti, 2016.)

Aineistossa olevilla eläimillä oli hyvin erilaisia rekisterinumeroita, joten ne päätettiin uudelleen numeroida SAS-ohjelman avulla. Jokainen eläin sai uuden tunnistenumeron, joka koostui pelkästään numeroista. Yhdeksi suurimmaksi ongelmaksi muodostui eläinten syntymäaikojen puute. Näitä yksilöitä oli aineistossa yhteensä 13 280 kappaletta. Koska käyttämämme ohjelmat (EVA ja ENDOG) vaativat aineiston eläinten olevan syntymäaika järjestyksessä, puuttuvat syntymäajat aiheuttivat sen, että ohjelmat eivät pystyneet käsittelemään aineistoa.

Ongelmaa yritettiin korjata antamalla eläimille, joilta syntymäaika puuttui, oletus syntymäaika 1800, joka olisi ennen rekisteröityjä syntymäaikoja aineistossa. Tämä ei kuitenkaan toiminut. Saimme ensin virhelistan missä oli noin 2500 ongelma eläintä, joista korjasimme noin tuhannen syntymäajat joko tarkastamalla syntymäajan Sukuposti.net sivustolta tai määrittämällä eläimille syntymäajan sen vanhempien ja jälkeläisten väliin. Eläimiä, joilla oli oletussyntymäaika, oli silti yli 12000 ja ongelmat tulivat uudelleen esiin, kun aineisto uudelleen järjesteltiin syntymäaikojen perusteella.

Koska puuttuvia syntymäaikoja oli niin paljon, niiden manuaalinen korjaaminen oli käytännössä mahdotonta. Tämän vuoksi ohjaajamme Anne Kettunen (NordGen) uudelleen ryhmitti eläimet joilta syntymäaika puuttui, jotta aineisto saataisiin toimimaan valituissa ohjelmissa. Korjaukset suoritettiin SAS-ohjelmalla niin, että eläimille joilta puuttui syntymäaika, haettiin potentiaalinen syntymävuosi joko sen jälkeläisten tai vanhempien syntymävuoden perusteella. Ensimmäisessä vaiheessa syntymäajat kehitettiin eläimille, jotka olivat joko isänä tai emänä. Jos eläin, jolta puuttui syntymävuosi oli isänä, sen vanhimman jälkeläisen syntymävuodesta vähennettiin kolme vuotta. Jos eläin, jolta puuttui syntymävuosi oli emänä, sen vanhimman jälkeläisen syntymävuodesta vähennettiin neljä vuotta. Uudelleen ryhmittelyssä pyrittiin käyttämään mahdollisimman realistisia vanhempaisikiä.

Toisessa vaiheessa kehitettiin syntymäaika eläimille joilta vielä puuttui syntymäaikatieto, mutta joilla oli tieto omista vanhemmista. Näiden eläinten vanhemmat etsittiin aineistosta ja vanhempien syntymäajan perusteella lisättiin eläimelle potentiaalinen syntymävuosi. Jos eläimellä oli vain toinen vanhemmista tiedossa, niin vuosia lisättiin kolme vuotta jos tiedossa oli isä ja neljä vuotta jos tiedossa oli vain emä. Jos eläimen molemmat vanhemmat olivat tiedossa, lisättiin vanhemmista nuorimman syntymäaikaan kolme tai neljä vuotta sen perusteella kumpi vanhemmista oli nuorempi. Jos vanhemmat olivat saman ikäisiä, lisättiin neljä vuotta, jotta saatiin potentiaalinen syntymävuosi muodostettua.

Näitä kahta vaihetta toistettiin kuusi kierrosta, jonka jälkeen aineistossa oli vielä puuttuvia tai virheellisiä syntymäaikoja 1801. Nämä eläimet päätettiin poistaa aineistosta, koska niiden manuaalisesti korjaaminen olisi vienyt liian paljon aikaa. Kun aineisto käytiin läpi EVA-ohjelmalla, löytyi vielä virheitä 150 kappaletta ja nämä päätettiin korjata manuaalisesti aineistoon. Kaikki virheet koskivat sitä, että jälkeläinen on syntynyt aineistossa ennen sen vanhempaa. Syntymäajat korjattiin oikeaan järjestykseen samalla metodilla kuin mitä SAS-ohjelmalla. Syntymävuoden muutos pyrittiin pitämään +-3 oriidien kohdalla ja tammoilla +-4. Joillekin eläimille tuli korjausten yhteydessä lyhyemmät välit, koska muuten olisi jouduttu muuttamaan koko sukulinjan syntymäaikoja. Kaikki korjatut syntymävuodet sijoittuvat ennen 1960 vuotta, minkä vuoksi opinnäytetyömme laskelmissa ja taulukoinneissa tulemme käyttämään tätä vuotta raja-arvona. Syntymätiedot vuodesta 1960 lähtien perustuvat Hipoksesta saatuihin tietoihin. Joukossa voi olla muutamia yksilöitä joilta syntymäaikaa on jouduttu korjaamaan, koska virhe oli tehty rekisteröinnin yhteydessä. Korjaamisen jälkeen aineisto sisälsi 80387 suomenhevosen polveutumistiedot.

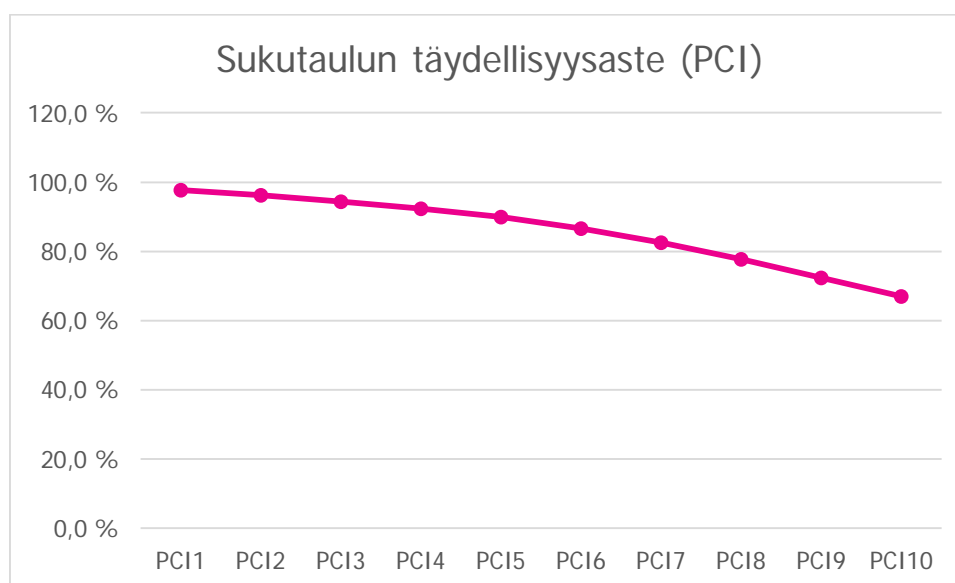
Aineiston luotettavuuteen suuresti vaikuttaa se, kuinka paljon polveutumistietoja yksilöiltä löytyy. Sukutauluja tulisi olla tiedossa vähintään viideltä sukupolvelta, jotta aineiston avulla voitaisiin saada luotettavia tuloksia. (FAO, 2013; 37) Aineiston luotettavuus polveutumistietojen osalta todetaan opinnäytetyömme kappaleessa 5.1.

5 TULOKSET

Seuraavissa kappaleissa käymme läpi saamiamme tuloksia. Tarkasteluajanjakso tuloksille oli 1960–2014. Vuosi 2015 ei ollut mukana laskelmissa, koska kyseisen vuoden tiedot eivät ole aineistossa kokonaisuudessaan. Vuoden 2015 tiedot olivat mukana kuitenkin kun laskettiin potentiaalisia orivalintoja ja rodun tehollista populaatiokokoa.

5.1 Sukutaulujen täydellisyys ja perustajat

Suomenhevosien sukutaulujen täydellisyysaste (PCI) on melko korkea, kun tietoja tarkastellaan vuosien 1960–2014 syntyneiden eläinten välillä. Molemmat vanhemmat on tällä välillä syntyneillä hevosilla tiedossa 97,8 % ja kymmenen sukupolven vanhempaidetiedot on jopa 67,0 %. Mitä enemmän sukutaulutietoja tunnetaan, sitä luotettavampia niihin perustuvat laskelmat ovat. Suomenhevosista 89,9 % on sukutiedot viideltä sukupolvelta (PCI 5). Voimme todeta, että suomenhevosien sukutaulutiedot ovat riittävän kattavat, jotta voimme suorittaa niihin perustuvia laskelmia.



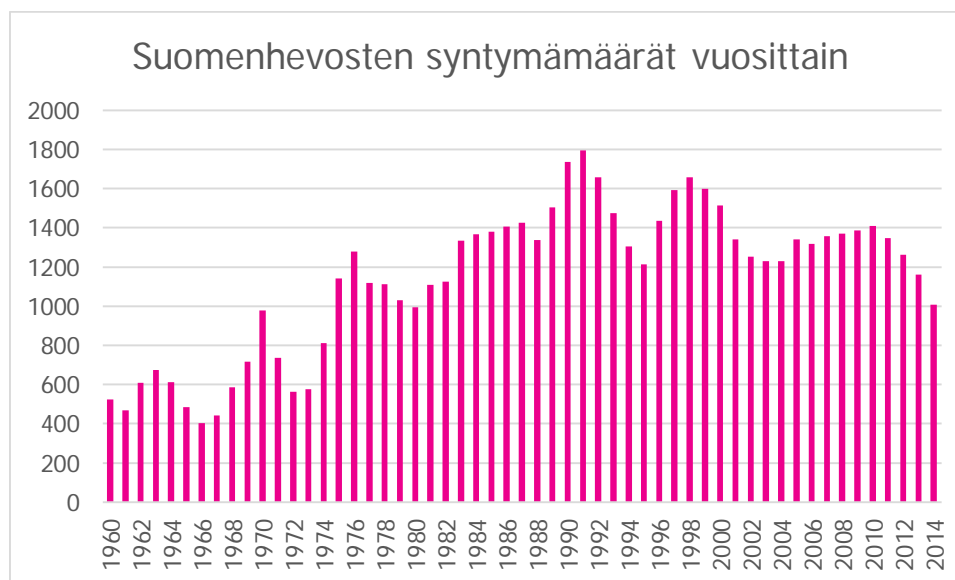
Kuva 4. Suomenhevosien sukutaulujen täydellisyysaste (PCI) vuosien 1960–2014 välillä. PCI1 on eläimen vanhemmat ja PCI2 on sen isovanhemmat jne.

ENDOG-ohjelmalla laskettuna aineistosta 6 816 eläimellä ei ollut tiedossa yhtä tai molempia vanhempia. Nämä eläimet lasketaan tällöin populaation perustajiksi. Perustajien teholliseksi lukumääräksi saatiin 300,88 yksilöä, mutta tämä on todennäköisesti yliarvio todellisuudesta. Monilla suomenhevosilla tunnetut sukutiedot eivät yllä populaation todellisiin perustajiin 1900-luvun alkupuoliskolla.

5.2 Suomenhevospopulaatio tällä hetkellä

Vuonna 1991 suomenhevosien rekisteröintimäärät olivat korkeimmat (1794 kpl) tarkasteluajanjaksolla (1960–2014). Alhaisimmillaan suomenhevosien rekisteröintimäärät olivat vuonna 1966 (402 kpl), mutta noihin aikoihin kaikkia hevosia ei rekisteröity. Määrä voi todellisuudessa olla korkeampi. Vuosien 2000–2010 välillä, suomenhevosien vuosittaiset rekisteröintimäärät pysyivät 1200–1400

välillä, mistä rekisteröintimäärät lähtivät jyrkkään laskuun. Vuonna 2014 suomenhevosiä rekisteröitiin enää ainoastaan 1007. Kuvasta 5 näemme, kuinka populaation lukumäärä on ollut alhainen 1960-luvun alussa, mutta tämä on harhaanjohtava tulos. Suomenhevosten populaatio oli ennen 1980-lukua suurimmillaan, mutta kaikkia eläimiä ei vain rekisteröity.

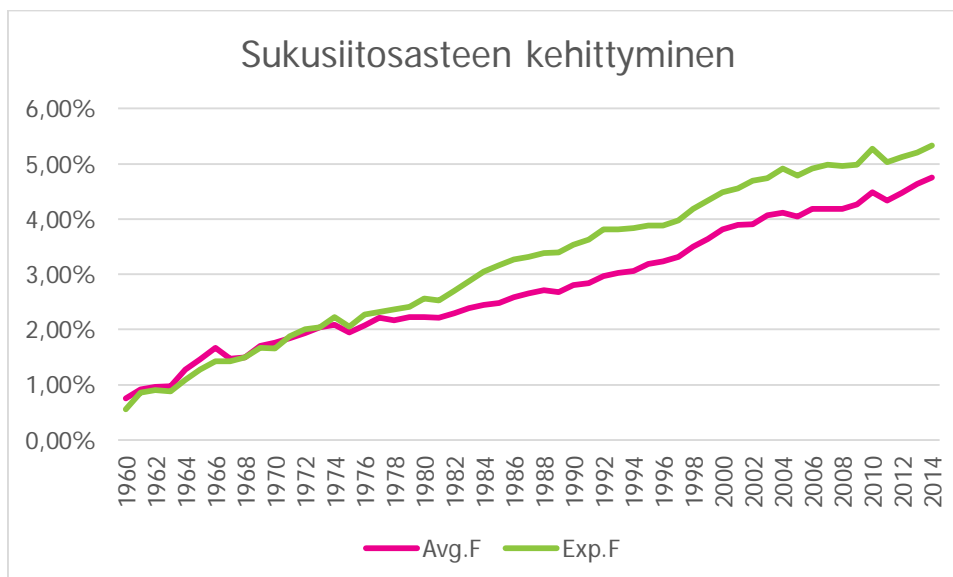


Kuva 5. Suomenhevosten syntymämäärät vuosittain aikavälillä 1960–2014

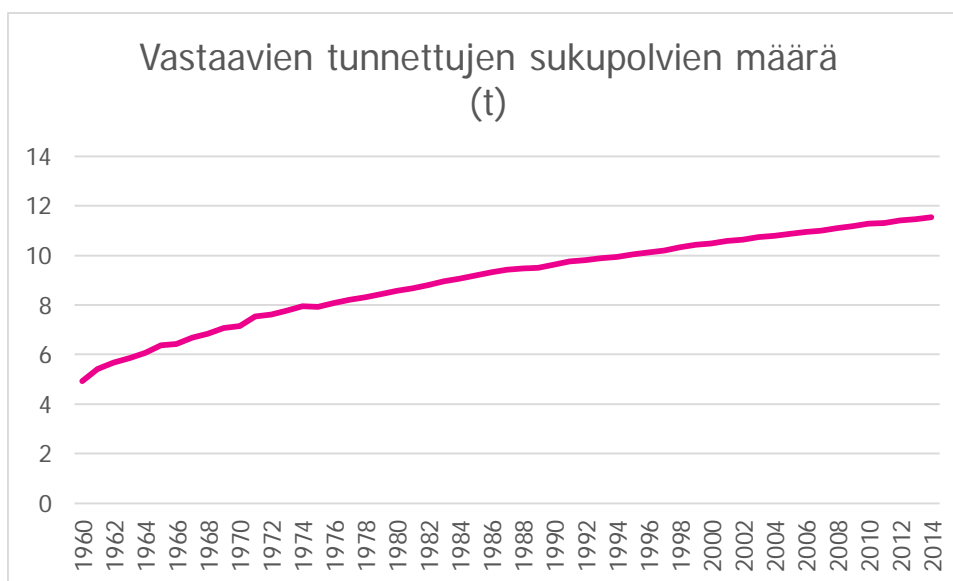
5.2.1 Sukusiitosaste ja keskimääräinen sukulaisuussuhde

Suomenhevosten keskimääräinen sukusiitosaste on melko alhainen. Vuonna 2014 syntyneiden suomenhevosten keskimääräinen sukusiitosaste oli 4,75 % ja koko populaatiolle laskettuna keskimääräinen sukusiitosaste oli 2,45 %. Kuvasta 6 näemme keskimääräisen sukusiitosasteen (Avg.F) ja odotetun sukusiitosasteen (Exp.F) kehittymisen 1960-luvulta lähtien. Sukusiitosaste on noussut tarkastelujakson aikana (1960–2014) keskimäärin 4,0 %. Suomenhevosilla keskimääräinen sukusiitosaste on alhaisempi kuin odotettu sukusiitos satunnaisparituksella. Tällöin suomenhevosten jalostuksessa on vältetty sukusiitosta eläinten parituksessa. Tämä nähdään myös alpha-arvon kehityksestä (kuva 8). Suomenhevosilla alpha-arvo on ollut <0 vuodesta 1971 lähtien käyden ainoastaan vuonna 1973 arvossa 0.

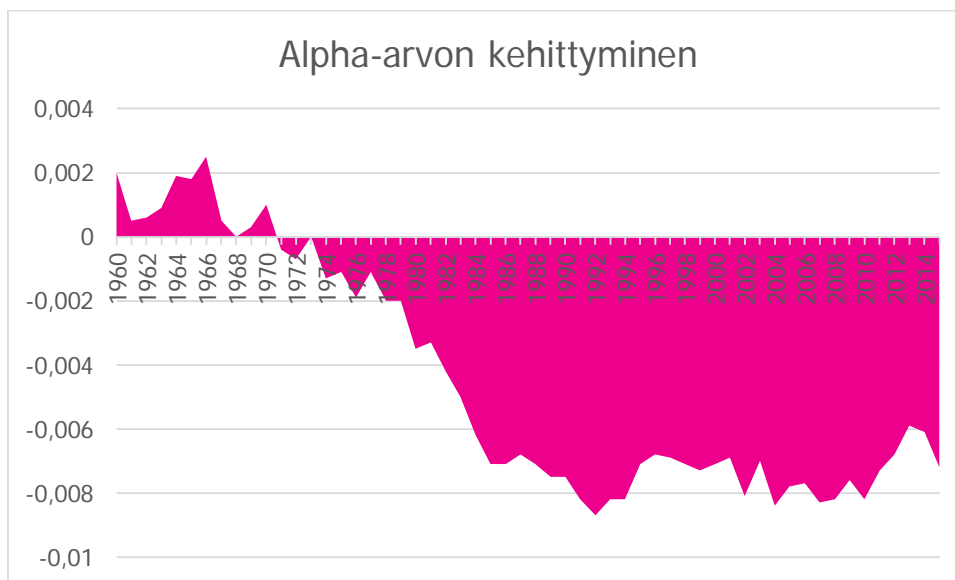
Tunnettujen vastaavien sukupolvien lukumäärä (t) on myös tasaisesti noussut vuodesta 1960 lähtien (kuva 7). Tämä vaikuttaa osittain myös siihen, miksi keskimääräinen sukusiitosaste on noussut, koska eläinten taustoista tiedetään enemmän. ENDOG-ohjelmalla laskettiin myös koko populaation keskimääräiseksi sukulaisuussuhde ja tulokseksi saatiin 4,77 %. Laskelma käsitti yhteensä 80388 eläintä, eli koko aineiston.



Kuva 6. Suomenhevesten keskimääräisen sukusiitosasteen ja odotetun sukusiitosasteen kehittyminen vuosien 1960–2014 välillä (Avg.F= keskimääräinen sukusiitosaste, Exp.F= odotettu sukusiitosaste perustuen satunnaisparitukseen)



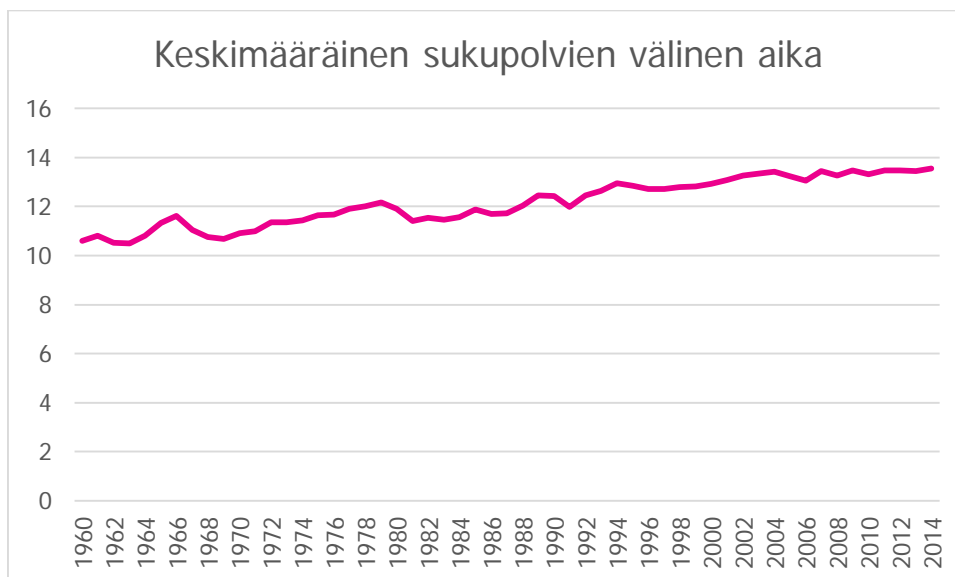
Kuva 7. Suomenhevesten keskimääräinen tunnettujen sukupolvien määrä (t) vuosien 1960–2014 välillä



Kuva 8. Suomenhevosten Alpha-arvon kehittyminen vuosien 1960–2014 välillä

5.2.2 Sukupolvien välinen aika

Suomenhevosten keskimääräinen sukupolviväli nousee tasaisesti vuosi vuodelta. Alhaisimmillaan suomenhevosten sukupolvien välinen aika oli tarkastelujakson (1960–2014) alussa vuonna 1960, jolloin se oli 10,6. Korkeimmillaan sukupolvien välinen aika oli vuorostaan vuonna 2014, jolloin se oli 13,56. Viimeisimmän sukupolven ajalta (14 vuotta) keskimääräinen sukupolviväli on 13,3.



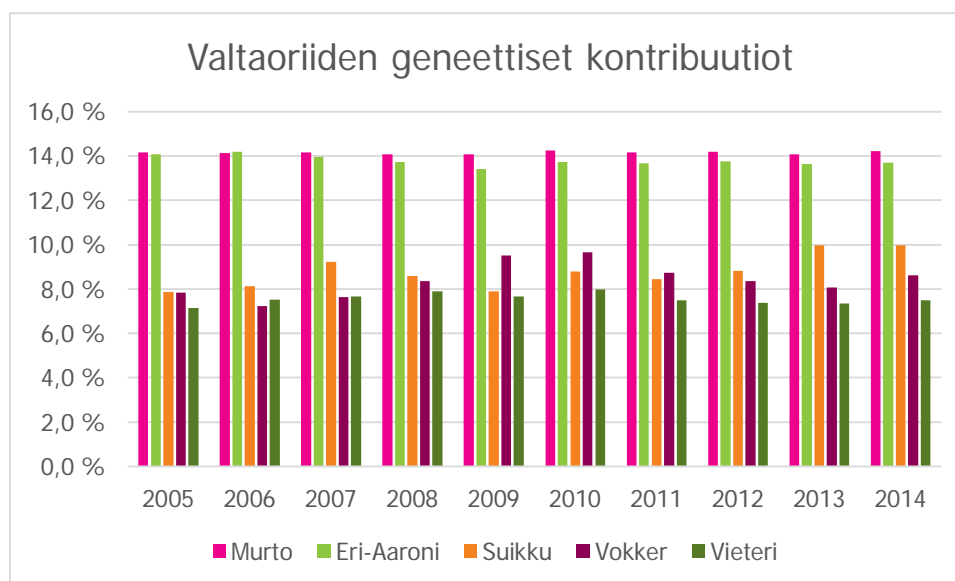
Kuva 9. Suomenhevosten sukupolvien välisen ajan kehityskaari vuosilta 1960–2014

5.2.3 Tehollinen populaatiokoko

Suomenhevosten tehollinen populaatiokoko tällä hetkellä on 135,8 yksilöä Gutiérrezin (2009) kaavalla laskettuna. Laskutoimitus suoritettiin ENDOG-ohjelmaa käyttämällä ja laskelman käyttämä populaatio käsitti yhteensä 70 849 yksilöä. Laskelmasta jäivät pois yksilöt joiden sukutaulutiedot eivät olleet riittävän syvät (sukutaulun täydellisyysaste <2). Keskihajonta laskelmassa oli 10,59.

5.2.4 Jalostusoriiden geneettiset kontribuutiot

Tutkimusaineistossa vuonna 2014 syntyneisiin suomenhevosiin eniten geneettisesti vaikuttaneita oriita olivat Murto (14,2 %), Eri-Aaroni (13,7 %), Suikku (10,0 %), Vokker (8,6 %) ja Vieteri (7,5 %). Aikaisempia vuosia tarkastellessa samat viisi oriita olivat vaikutukseltaan suurimpia. Ainoastaan vuonna 2006 ori Hilu (7,6 %) nousi Vokkerin (7,2 %) ja Vieterin (7,5 %) ohitse. Tuloksissa tulee huomioida myös se, että Murto on Eri-Aaronin isä ja se löytyy myös suvuista Vokkerin, Vieterin ja myös Hilun takaa. Kaikki nämä oriit ovat juoksijasuurimpia. Tulosten perusteella nykyisessä suomenhevosten populaatiossa suurimpina vaikuttajina ovat juoksijalinjaiset eläimet.



Kuva 10. Valtaoriiden geneettiset kontribuutiot vuosittain (2005–2014)

5.3 Oriehdokaslistat

EVA-ohjelman antamat orilistat käytiin läpi verraten hevosten tietoja siihen, mitä löytyi harrastajien ylläpitämässä Sukuposti.net sivustolta. Monia hevosten ruunauksia tai kuolemia ei ilmoiteta Suomen Hippokselle, mutta ne kirjataan Sukupostiin. Tämän perusteella ensimmäisestä listauksesta muutettiin oriista ruunaksi yhteensä kahdeksan eri hevosta ja kolme muutettiin kuolleiksi. Yksi ori poistettiin jalostuskelpoisten joukosta, koska sillä oli todettu kantakirjauksen yhteydessä voimakkaat kaviorus-toluutumukset. Listauksesta poistettiin myös yksi ori, jonka rekisteröinti oli vielä kesken Suomen Hippoksessa. Toisesta listauksesta poistettiin kahdeksan oriita, joiden todettiin olevan kuolleita ja kymmenen oriita muutettiin tietojen perusteella ruuniksi.

Kantakirjattujen oriiden listauksessa tuli useita vanhempia oriita, joiden kohtalosta ei ollut tietoa. Koska nämä eläimet olivat syntyneet melkein kolmekymmentä vuotta sitten, päätettiin niiltä poistaa parituslupa seuraaviin ajoihin. Päätimme poistaa listauksesta ehdotetut oriit, jos ne ovat yli maksimi siitoskykiän (20 vuotta) ja jos näistä ehdotetuista oriista ei ollut varmaa tietoa lisääntymiskyvystä. Läkimmämmät oriit pidettiin mukana listauksessa, jos niillä oli jälkeläisnäyttöä viime vuosilta.

Kantakirjatuista oriista poistettiin yhdeltä oriilta parituslupa koska kyseisellä orilla oli todettu olevan kesäihottumaa ja oriin omistaja oli poistanut hevosen jalostuskäytöstä. Yksi kantakirjattu ori muutettiin myös ruunaksi ja yksi listauksissa ollut ori oli jo kuollut. Kantakirjatuissa oreissa parituslupa poistettiin myös yksilöltä, jolla oli todettu kantakirjauksen yhteydessä voimakkaat kaviorustoluutumukset.

Orillista, missä oli maksimissaan 14-vuotiaita oriita (Liite 1), koostui oriista, joista vanhimmat olivat syntyneet vuonna 2002 ja nuorimmainen ori oli vuodelta 2015. Värykseltään ehdotetut oriit olivat suurimmaksi osaksi rautiaita (puna-, tumman-, tummanpuna- tai vaaleanpunarautiaita). Mukana oli myös kulomusta, musta, punaruunikko ja ruunikko ori. Kimoja, päistärikköjä tai voikkoja oriita ei mukana ollut ainakaan rekisteröintivärien perusteella. Oriista kuusi oli kantakirjattuja; kaksi pienhevossuuntaista, kaksi työhevossuuntaista ja kaksi ratsusuuntaista. Ravikilpailutulokset löytyi orivalinnasta yhdeltä oriilta.

Orillista, missä oli maksimissaan 20-vuotiaita oriita (Liite 2), koostui oriista, joista vanhimmat olivat syntyneet vuonna 1995 ja nuorimmainen ori oli vuodelta 2013. Värykseltään ehdotetut oriit olivat suurimmaksi osaksi rautiaita. Mukana oli myös kulomusta ja musta ori. Kimoja, voikkoja, päistärikköjä tai ruunikon värisiä oriita ei ollut mukana ainakaan rekisteröintivärien perusteella. Oriista kuusi oli kantakirjattuja; kolme pienhevossuuntaista, kaksi työhevossuuntaista ja yksi ratsusuuntainen. Orivalinnassa olevista oriista yhdelläkään ei ollut ravikilpailutulosta.

Orillista, missä oli vain kantakirjattuja oriita (Liite 3), koostui oriista, joista vanhimmat olivat syntyneet vuonna 1990 ja nuorimmainen ori oli vuodelta 2010. Värykseltään ehdotetut oriit olivat suurimmaksi osaksi rautiaita. Mukana oli myös kulomusta, vaaleanpunaruunikko, tummanpunaruunikko ja voikko. Kimon tai päistärikkön värisiä oriita ei ollut mukana ainakaan rekisteröintivärien perusteella. Kantakirjatuista oriista pienhevossuuntaisia oli 8, työhevossuuntaisia 3, ratsusuuntaisia 11 ja juoksija suuntaisia 3. Ravikilpailutulokset löytyi orivalinnasta neljältä oriilta. Parhaan kilpailuennätyksen oli juossut Kesä-Toto ajalla 22,0aly.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Vuodesta 2010 Vuoteen 2014 suomenhevosten rekisteröintimäärät ovat vähentyneet (kuva 5), mutta vuonna 2015 laskusuunta pysähtyi ja suomenhevosia syntyi 0,5 % enemmän kuin vuonna 2014. Suomenhevosten kasvatuksessa on tavoitteena, että varsamäärä lähtisi tulevina vuosina kasvuun. (Mäenpää, 2016.) Suomenhevosten viikolla vuonna 2014 Suomen Hippos, Suomenhevosliitto, Suomenratsut sekä Suomenpienhevosyhdistys ja Työhevosharrastajat aloittivat Suomenhevostal- koot. Tarkoituksena oli nostaa suomenhevosten tunnettavuutta ja varmistaa suomenhevosen tule- vaisuus. (Suomen Hippos, 2014.) Tästä innostuneena suomenhevoskasvattajat ovat alkaneet tarjoa- maan kantakirjattuja jalostusoriitaan edullisemmin tai ilmaiseksi jalostukseen ja tammoja on annettu leasing-sopimuksella jalostukseen ulkopuolisille.

Vuonna 2014 suomenhevosia rekisteröitiin vain noin tuhat, minkä vuoksi suomenhevonen määritel- lään uhanalaiseksi. Kun arvioidaan rodun uhanalaisuutta, yleisin menetelmä on arvioida sitä lisäänty- vien naaraiden mukaan. Koska hevonen on lisääntymiskyvyltään hitaasti lisääntyvä (1-2 jälkeläistä kerralla, kantoaika noin 11 kk), tulisi lisääntyvien naaraiden määrä olla enemmän kuin 6000, jotta rotu ei olisi vaarassa. Lisääntyvien suomenhevostammojen lukumäärää tulisi lisätä yli 3000 vuosit- tain, jotta rotu ei olisi enää määriteltävissä uhanalaiseksi. (FAO, 2013; 47.)

Suomenhevosten keskimääräinen sukusiitosaste on noussut tasaisesti 1960-luvulta lähtien (kuva 6). Osaltaan sukusiitosasteen nousua selittää se, että samalla myös keskimääräinen tunnettujen suku- polvien määrä nousee. Yleensä kun tunnettujen sukupolvien määrä nousee, nousee myös sukusiitos- aste, koska silloin yksilön perimästä tiedetään enemmän. Huomionarvoista on se, että vaikka suo- menhevosten keskimääräinen sukusiitosaste nousee, on se kuitenkin alhaisempi kuin kyseisen van- hempaispopulaation odotettu sukusiitosaste perustuen satunnaisparituksiin. Suomenhevosten pari- tusvalinnoissa on siis keskimäärin pyritty välttämään sukusiitosta.

Vertailussa suomenhevosen keskimääräinen sukupolviväli on suurempi kuin muiden rotujen. Eroa voi selittää hevosten käyttötarkoitus ja elinolosuhteet. Vertailussa olevista roduista suurin osa on harras- tuskäytössä olevia hevosia. Niillä ei ole suomenhevosen tapaan suurta osaa populaatiosta aktiivi- sessä kilpailukäytössä. Jalostuksessa tulisi pyrkiä pienentämään sukupolvien välistä aikaa, koska tämä nopeuttaa perinnöllistä edistymistä (Ojala, 1999; 86). Toisaalta sukupolvien välisen ajan piden- täminen voi lisätä tehollista populaatiokokoa, mutta tällöin perinnöllinen edistyminen hidastuu. Suku- polvien välisen ajan pidentäminen onkin suositeltavaa silloin, kun populaatiossa ei ole vielä riittävää määrää jalostuseläimiä, jotta valintaa voidaan suorittaa. (FAO, 2013; 143–144.)

Suomenhevosten sukupolvien väliseen aikaan voi vaikuttaa vanhempien oriiden suosio jalostuskäy- tössä (esimerkiksi Viesker, Liising ja nyt jo edesmennyt Turo) ja monet jalostustammat ovat iäk- kaitä. Hyvin usein tamma otetaan jalostuskäyttöön vasta kilpailu- tai aktiiviuran päätyttyä. Ravipuo- lella kilpailu-ura päättyy viimeistään kun kilpailuoikeus päättyy hevosen ollessa viisitoistavuotias 31. joulukuuta (Suomen Hippos, 2012). Hevonen synnyttää kerralla yleensä vain yhden jälkeläisen ja

sen kantoaika on pitkä (320–365 vuorokautta). Ne saavuttavat myös sukukypsyyden melko myöhäisessä vaiheessa. Tammat saavuttavat sukukypsyyden 1-2 – vuotiaana ja oriit ovat sukukypsiä noin 18 kuukauden iässä. (Ettala, 2015.)

Tehollisen populaatiokoon miniarvona pidetään yleisesti 50 yksilöä perustuen sukusiitosarvon nousuun. Tällä määrällä kyetään turvaamaan populaation säilyminen ja vältetään sukusiitosdepressio lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Suomenhevosilla tehollinen populaatiokoko oli laskelmissamme 135,8, mikä on yli ehdottoman minimiarvon. On kuitenkin suositeltavaa, että tehollinen populaatiokoko olisi suurempi kuin minimiarvon 50 yksilöä varsinkin pitkällä aikavälillä. Yhtenä lukumääränä pitkän aikavälin selviytymiselle on pidetty 500 yksilön tehollista populaatiokoko (Franklin, 1980). Tällä mittarilla tarkasteltuna suomenhevospopulaatiossa tulisi siis pyrkiä nostamaan tehollisen populaation kokoa.

Tehollista populaatiokoko analysoidessa tulisi huomioida uudemmat suositukset (Frankham ym., 2014), missä alarajana on Ne 100 ja pitkänaikavälin suosituksena on Ne 1000. Tällöin suomenhevosten tehollinen populaatiokoko on vielä riittävä selviytymään lyhyellä aikavälillä (viisi sukupolvea), ilman riskiä sukusiitostaantumalle. Mutta, jotta rotu kykenisi selviytymään pitkällä aikavälillä menettämättä elinvoimaisuuttaan liikaa, tulee suomenhevosten tehollista populaatiokoko pyrkiä kasvattamaan. Keinoja tähän on monipuolinen jalostuseläinten käyttö ja pyrkimys pitää sukusiitosprosentti parituksissa mahdollisimman alhaisena.

Kun orivalintaa laskettiin OCS-menetelmällä, huomasimme, että hyvin monet oriit olivat saman sukuisia tai jopa samasta isästä. Tämän ilmiön todennäköisesti selittää se, että EVA-ohjelma käyttää laskelmissa koko populaation jalostusiässä olevia tammoja. Suurin osa tammoista on juoksijalinjaisia (taulukko 8) ja sukua oriille, joilla on suurin geneettinen vaikutus nykyiseen populaatioon (kuva 10). Sukusiitoksen vähentämiseksi ja populaation tasaisen käytön turvaamiseksi laskelmissa siis esiintyy enemmän oriita, jotka olisivat suvullisesti mahdollisimman erilaisia näihin tammoihin nähden. Orilistauksissa on hyvin esillä suomenhevosten muut jalostussuunnat.

Geneettiseen pitkäaikaissäilytykseen ei kuitenkaan ole kannattavaa valita saman sukuisia oriita, jotta olisi suotavaa valita esimerkiksi samasta isäoriista yksi potentiaalinen orikandidaatti. Koska juoksijoiden suvut ovat hyvin edustettuina nykyisessä populaatiossa, niiden määrä OCS-valinnassa oli vähäinen. Tunnettujen juoksija periyttäjäsiemennestettä olisi kuitenkin hyvä säilöä myös tulevaisuutta varten, jos jostakin syystä koko suomenhevospopulaatio kokee katastrofin ja populaation määrä radikaalista pienenee. Geenipankki on yksi vaihtoehto mahdollisesti kadonneiden ominaisuuksien takaisin jalostamiseksi populaatioon.

Suomenhevosoriin tulee olla kantakirjattu, jotta sen jälkeläinen saa ravikilpailuoikeuden. Tämän vuoksi pitkäaikaissäilytykseen valittavien oriiden olisi suositeltavaa olla kantakirjattuja. Kaikkia suvullisesti potentiaalisia oriita ei ole kantakirjattu, mutta ne on laskelmissa otettu huomioon. Tämän vuoksi suosittelemme, että laskelmissamme esille nousseita kantakirjaamattomia oriita kantakirjattaisiin.

Suomenhevosten tilasta tulisi olla huolissaan, koska Suomessa on suomenhevosrodun pääpopulaatio ja vaihtoehtona ei ole tuoda jalostusmateriaalia ulkomailta helpottamaan rodun geneettistä tilaa. Tällä hetkellä suomenhevosten populaatio on vielä elinvoimainen, mutta jalostusvalintoihin tulisi kiinnittää tulevaisuudessa huomiota. Jalostukseen tulisi käyttää laajasti eri oriita ja tammoja ja yksittäisen oriin jälkeläismäärät eivät saisi nousta liian suureksi populaatiossa (FAO, 2013; 143). Rodun populaation kehitystä tulisi seurata tulevaisuudessa, jotta tiedetään mihin suuntaan esimerkiksi tehollinen populaatiokoko kehittyy. Tällä hetkellä rodun rekisteröintiaineisto on puutteellinen ja olisi suositeltavaa, että hallinnoiva organisaatio (Suomen Hippos ry) täydentäisi aineistoa mahdollisimman pian. Polveutumistietoja suomenhevosista 1900-luvun alusta löytyy kantakirjoista, mutta nämä tiedot tulisi lisätä rodun viralliseen rekisteriin sähköisessä muodossa. Aineiston täydentämiseksi voitaisiin esimerkiksi aloittaa kampanja, jossa kerätään tietoja hevosten ruunauksista ja kuolemista. Rodun harrastajille tulisi tuoda tietoon, mikä merkitys näillä tiedoilla on rodun tilanteen seuraamisessa ja kehittämisessä. Ilmoittamismenetelmää voisi kampanjan yhteydessä tehdä helpommaksi. Tällä hetkellä ilmoittaminen on helppoa niille, joilla on Suomen Hippos ry:n Heppa-järjestelmään tunnukset (esimerkiksi hevosten valmentajat tai lisenssinhaltijat).

7 PÄÄTÄNTÖ

Opinnäytetyömme aiheeksi valikoitui suomenhevosoriiden valinta geneettiseen pitkäaikaissäilytykseen. Aihetta valitessamme mietimme, miten pääsemme yhdistämään tietotaitomme, sillä toinen meistä oli erityisen kiinnostunut suomenhevosen suvuista ja toinen populaatiogenetiikasta. Työmme tulee olemaan merkityksellinen, koska työssämme on tehty teoreettisia orivalintoja geneettistä pitkäaikaissäilytystä varten. Työtämme voidaan hyödyntää käytännössä, kun Suomen Geenivarakeskus (LUKE) ryhtyy kokoamaan suomenhevosten ex situ -geenipankkia.

Suomenhevosen nykytila on huolestuttava, sillä syntyvien varsojen määrä on laskenut huomattavasti viimeisen kuuden vuoden aikana. Syntyvien varsojen isäorit ovat suurimmaksi osaksi juoksijasuuntaisia, joten rodun geneettiselle monimuotoisuudelle olisi tärkeää, että myös ravihevosten sukulaistumiseen kiinnitettäisiin huomiota. Laskelmien tulosten avulla voidaan todeta, mitkä orit olisivat perimältään tärkeitä koko rodun geneettisen monimuotoisuuden lisäämiseen. Tämän perusteella voidaan todeta, että tekemällemme selvitystyölle oli tarvetta.

Saavutimme opinnäytetyön tavoitteet hyvin. Tavoitteina oli oppia ymmärtämään populaation jalostusta pitkällä aikavälillä, syventyä suomenhevosten sukuihin sekä oppia käyttämään EVA-ohjelmaa. Työ antoi meille valmiuksia tieteelliseen ja jalostukselliseen työhön. Laaja lähdeaineisto mahdollisti oppimisen parhaan tuloksen.

Haastavin ja eniten aikaa vienyt vaihe opinnäytetyössämme oli aineiston muuttaminen siihen muotoon, että se saatiin käsiteltyä EVA-ohjelmassa. Tässä suurimpana apuna oli Anne Kettunen, joka mahdollisti työmme valmistumisen suunnitellussa aikataulussa. Aineiston manuaalisessa työstössä tehtiin turhaa työtä, ennen kuin totesimme manuaalisen korjauksen olevan mahdotonta. Kiitokset kuuluvat myös Savonia-ammattikorkeakoulun ohjaushenkilöstölle, ja opponenteille jotka ovat kommentteillaan auttaneet työn etenemistä.

Työssämme otettiin huomioon suomenhevosten sukulaisuus perustuen polveutumistietoihin. Laskelmissamme oli yhtenä populaationa koko suomenhevoscanta. Koska työssämme tutkittiin vain oriehdoikkaita, voisi olla hyödyllistä tutkia myös tammaehdoikkaita alkioiden pitkäaikaissäilytykseen. Potentiaalisia tammoja voi saada listattua käyttämällä OCS-menetelmällä, koska tämä laskee myös listauksen paritettavista eläimistä. Nämä paritukset voisivat olla potentiaalisia vanhempia kerättäville alkiolle. OCS-menetelmää voisi myös käyttää tuomaan esille suvullisesti erilaisia nuoria oriita, joita voitaisiin suositella kantakirjattavaksi.

Työssämme tehtyjä orilistoja voidaan hyödyntää esimerkiksi suosittamalla esiin nousseiden kantakirjaamattomien oriiden kantakirjaamista. Listauksissa tulee kuitenkin huomioida, että haku on ollut hyvin pieneksi rajattu, vain 25 oriita. Listauksissa on lueteltu ne oriit, jotka ovat OCS-menetelmällä laskettuna potentiaalisia parituskumppaneita nykyiseen tamma populaatioon nähden. Suomen Hippos ry ei suosittele kantakirjaamattomien oriiden jalostuskäyttöä. Onkin suositeltavaa, että suvulli-

sesti potentiaalisia oreja yritettäisiin saada kantakirjatuiksi. Esimerkiksi työhevosten kantakirjaus sisältää enemmän hevosen käsiteltävyyttä ja ajettavuutta kuin varsinaisia suorituskokeita. Oriin ei siis tarvitse olla huippusuorittaja päästäkseen kantakirjaan.

EVA-ohjelmaa voisi myös tulevaisuudessa hyödyntää esimerkiksi Suomen Hippos ry:n toimesta karvoittamaan suvullisesti potentiaalisia nuoria hevosia. Norjassa tällaiseen työhön on jo ryhdytty alkuperäishevosrotujen kanssa. Norsk Hestesenter on aloittanut yhteistyön NordGenin kanssa rotuyhdistyksien toiveesta. Kaikki kolme alkuperäishevosrotua ovat ottamassa sovelluksia käyttöön rotujen jalostus- ja säilytystyöhön missä ensisijaisia kiinnostuksen kohteita ovat; yleiset populaatioanalyysit, nuorten orien hankkiminen näyttelyihin ja sitä kautta jalostukseen, tammakiintiöt oreille ja erisukuisien orien löytäminen jalostukseen. (Kettunen, 2016). Samanlaisia käytäntöä voisi myös harkita otettavaksi avuksi suomenhevosen jalostus- ja säilytystyöhön.

Voisi olla mielenkiintoista tehdä orilistaus, missä eläimille on annettu jalostusindeksi perustuen geneettiseen konservatio indeksiin (Genetic Conservation Index, GCI) (Alderson, 1992). Laskelmassa yksilöille lasketaan jalostusarvo perustuen yksilön tehollisten perustaja esi-isien lukumäärään. Näin maksimoitaisiin perustaja eläinten perimän siirtyminen jälkeläisille mahdollisimman laajasti.

Työtä voisi viedä pidemmälle, käsittelemällä eri suuntauksia omina alapopulaatioinaan. Esimerkiksi tehollista populaatiokokoa voisi olla hyödyllistä arvioida kaavalla, joka perustuu yhteisten vanhempien lukumäärän kasvuun sukutauluissa (Cervantes ym., 2010). Oletuksena on, että Gutierrezin kaava tehollisen populaation laskemiselle toimii paremmin, jos populaatorakenteessa ei ole muutoksia. Jos populaatioissa on useita alapopulaatioita, Cervantesin kaavan tulisi kuvata todellista tilannetta paremmin (Cervantes ym., 2010 ja Santana & Bignardi, 2015). Laskelma olisi suoritettu tämän opinnäytetyön yhteydessä, mutta valitettavasti käytössä ei ollut riittävän tehokasta tietokonetta, jolla laskelma olisi voitu suorittaa riittävän nopeasti.

Jatkotutkimuksessa voisi myös tutkia suomenhevosten geneettistä sukulaisuutta perustuen molekyyliaineistoon, joko mikrosatelliitti- tai SNP-tutkimuksena, missä rodun geneettinen monimuotoisuus ja populaation tila määriteltäisiin geenitiedon perusteella. Näin voitaisiin myös verrata menetelmiä ja mahdollisesti saada uutta tietoa suomenhevosten sukulaisuuksista. Tässä opinnäytetyössä oleva aineisto oli kattava ja oletuksena on, että kattavuutensa ansiosta nämä tutkimustulokset olisivat hyvin lähellä tuloksia mitä saataisiin molekyyliutkimuksista. Olisikin hyödyllistä vastaavien tutkimusten varalle tutkia suomenhevosten geneettinen monimuotoisuus käyttämällä molekyyliaineistoa ja polveutumistietoja. Näin saisimme varmistettua geneettisen monimuotoisuuden tutkimisen välineitä. Jos tulokset olisivat yhtenäiset molemmilla tutkimustavoilla, geenitutkimusta voitaisiin käyttää varmemmin sellaisten populaatioiden tutkimiseen joilla ei ole riittäviä polveutumistietoja. Tällainen työ on kuitenkin vaatimusasteeltaan enemmän yliopiston *pro gradu* -tasoa kuin ammattikorkeakoulun.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- Alderson, G. L. H., Alderson, L. J., & Bodó, I. (1992). A system to maximize the maintenance of genetic variability in small populations. *Genetic conservation of domestic livestock. Volume 2.*, 18-29.
- Amos, W., Wilmer, J. W., Fullard, K., Burg, T. M., Croxall, J. P., Bloch, D., & Coulson, T. (2001). The influence of parental relatedness on reproductive success. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 268(1480), 2021-2027.
- Bartolomé, E., Cervantes, I., Valera, M., & Gutiérrez, J. P. (2011). Influence of foreign breeds on the genetic structure of the Spanish Sport Horse population. *Livestock science*, 142(1), 70-79.
- Berg, P., Nielsen, J., & Sørensen, M. K. (2006). EVA: Realized and predicted optimal genetic contributions. In *Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 13-18 August, 2006. (pp. 27-09). Instituto Prociência.
- Brinsko, S. P., Blanchard, T. L., Varner, D. D., Schumacher, J., Love, C. C., Hinrichs, K. Hartman, D. 1998/2011. *Manual of equine reproduction*. Mosby, inc.
- Cervantes, I., Goyache, F., Molina, A., Valera, M. & Gutiérrez, J.P. 2010. Estimation of effective population size from the rate of coancestry in pedigreed populations, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2011 nro 128, s. 56-63.
- Delgado, J. F., De Andrés, N., Valera, M., Gutiérrez, J. P., & Cervantes, I. (2014). Assessment of population structure depending on breeding objectives in Spanish Arabian horse by genealogical and molecular information. *Livestock Science*, 168, 9-16.
- Ettala, A. 2015. Suomenhevosen geneettisen vaihtelun arviointi sukupuutiedoista. Kotieläinten jalostustieteen pro-gradu – työ. Helsingin yliopistopaino.
- Falconer, D. S. & Mackay, T. F. C. 2009. *Introduction to Quantitative Genetics*, fourth edition. Pearson Education Limited. United Kingdom
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. *Cryoconservation of animal genetic resources*. [verkkojulkaisu] Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO [viitattu 11.3.2016] Saatavissa: <http://www.fao.org/docrep/016/i3017e/i3017e00.pdf>
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. *In vivo conservation of Animal Genetic Resources*. [verkkojulkaisu] Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO [viitattu 11.3.2016] Saatavissa: <http://www.fao.org/docrep/018/i3327e/i3327e.pdf>
- Frankham, R., Bradshaw, C. J., & Brook, B. W. (2014). Genetics in conservation management: revised recommendations for the 50/500 rules, Red List criteria and population viability analyses. *Biological Conservation*, 170, 56-63.

Gómez, M. D., Valera, M., Molina, A., Gutiérrez, J. P., & Goyache, F. 2009. Assessment of inbreeding depression for body measurements in Spanish Purebred (Andalusian) horses. *Livestock Science*, 122(2), 149-155.

Gutiérrez, J.P. & Goyache, F. 2005. A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 122: 172-176.

Gutiérrez, J.P., Cervantes, I., Molina, A., Valera, M. & Goyache, F. 2008. Individual increase in inbreeding allows estimating effective sizes from pedigrees, *Genet. Sel. Evol*, 40, 359-378.

Gutiérrez, J. P., Cervantes, I., & Goyache, F. 2009. Improving the estimation of realized effective population sizes in farm animals. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 126(4), 327-332.

Eläingenivaratyöryhmä 2004. Suomen kansallinen eläingenivaraojelma. [verkkojulkaisu] Maa- ja metsätalousministeriö [viitattu 20.9.2015] Saatavissa:

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/www/Tietopaketti/Eläingenivarat/944B6F165A0F454FE040A8C0023C6BFB>

Hagman, M. 2008. Hevosen hedelmällisyyteen vaikuttavat tekijät – kirjallisuuskatsaus. [verkkojulkaisu]Helsingin Yliopisto. [viitattu 7.5.2015] Saatavissa:

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/8207/5.2.%20Lisensiaattity%C3%B6_Hagman%20Majja.pdf?sequence=3

Hevosjalostusliitot, 2012. Hevosten rekisteröinti. [verkkojulkaisu] Hevosjalostusliitot [viitattu 23.3.2016] <http://www.hevosjalostusliitot.fi/nylandslan/fi/rekisterointi/index.php>

Juga, J., Majjala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväjärvi, J. 1999. Kotieläinjalostus. Suomen Kotieläinjalostusosuuskunta, Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä (s. 86,)

Karjalainen, H. 2009. Suomenhevosoriiden sperman laatuominaisuuksien vaihtelu. Kotieläinten jalostustieteen pro-gradu – työ. Helsingin yliopistopaino.

Kettunen, A. 2016. Vanhempi neuvonantaja, Nordgen. Ås, Norja. 20.4.2016. Haastattelu

Laine, P., Martin-Päivä, M., Prepula, H., Saastamoinen, M. 2008. Lisämateriaalia selvitykseen: Ajatuksia ja ehdotuksia suomenhevosen kehittämistoimintaan. [verkkojulkaisu] suomenhevosinfo.fi [viitattu 26.3.2016] Saatavissa: <http://www.hippos.fi/files/4062/kansainvaelistyminen.pdf>

Laine, P., Peltonen, T., Savikko, S., Johansson, R., Saranpää, K., ym. 2014. Suomenhevonen, arjen sankari. Oy Amanita Ltd. Somerniemi.

Leroy, G., Mary-Huard, T., Verrier, E., Danvy, S., Charvolin, E., & Danchin-Burge, C. 2013. Methods to estimate effective population size using pedigree data: Examples in dog, sheep, cattle and horse. *Genetics Selection Evolution*, 45(1), 1-10.

NordGen, 2016. Mikä NordGen on? [viitattu 21.3.2016.] Saatavissa: www.nordgen.org/index.php/fin/content/view/full/467

Maaseutuvirasto (MAVI), 2016. Alkuperäisrodut – elävää kulttuuriperintöämme. [verkkajulkaisu] Maaseutuvirasto [viitattu 23.3.2016] Saatavissa: <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/alkuperäisrodut.pdf>

Maaseutuvirasto (MAVI), 2016. Kansalliset kotieläintuet - vuoden 2016 hakuohjeet. [verkkajulkaisu] Maaseutuvirasto [viitattu 23.3.2016] Saatavissa: <http://maaseutuvirasto.mobiezone.fi/zine/223/pdf>

Medeiros, B. R., Bertoli, C. D., Garbade, P., & McManus, C. M. 2014. Brazilian Sport Horse: pedigree analysis of the Brasileiro de Hipismo breed. *Italian Journal of Animal Science*, 13(3).

Mäenpää, M. 2016. *JALOSTUKSEN JA KASVATUKSEN VUOSI 2015* [verkkajulkaisu] Suomen Hippos ry. [viitattu 14.3.2016.] Saatavissa: <http://www.hippos.fi/files/14473/Maenpaa.pdf>

Oikarinen, H. 2006. Muutokset suomenhevospopulaation geneettisessä rakenteessa. Kotieläinten jalostustieteen pro-gradu – työ. Helsingin yliopistopaino.

Peeters, L. M., Janssens, S., Brebels, M., & Buys, N. (2015). Genetic parameters and estimated breeding values of insect bite hypersensitivity in Belgian Warmblood horses. *The Veterinary Journal*, 206(3), 420-422.

Petersen, J. L., Mickelson, J. R., Cleary, K. D., & McCue, M. E. (2013). The American Quarter Horse: population structure and relationship to the Thoroughbred. *Journal of Heredity*, est079.

Petersen, J. L., Mickelson, J. R., Cothran, E. G., Andersson, L. S., Axelsson, J., Bailey, E., ... & da Câmara Machado, A. (2013). Genetic diversity in the modern horse illustrated from genome-wide SNP data. *PLoS One*, 8(1), e54997.

Pinheiro, M., Kjollerström, H. J., & Oom, M. M. (2013). Genetic diversity and demographic structure of the endangered Sorraia horse breed assessed through pedigree analysis. *Livestock Science*, 152(1), 1-10.

Pirault, P., Danvy, S., Verrier, E., & Leroy, G. 2013. Genetic structure and gene flows within horses: a genealogical study at the french population scale. *PLoS one*, 8(4), e61544.

Pjontek, J., Kadlečík, O., Kasarda, R., & Horný, M. 2012. Pedigree analysis in four Slovak endangered horse breeds. *Czech J. Anim. Sci*, 57(2), 54-64.

Raskova, V., & Citek, J. (2013). Incidence of Insect Bite Hypersensitivity in a Small Population of Warmblood Horse Breed in the Czech Republic. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33(6), 427-432.

Raudsepp, T., Das, P. J., & Chowdhary, B. P. (2013). Genomics of reproduction and fertility. *Equine Genomics*, 199-215.

Santana JR., M. L. & Bignardi, A. B. 2015. Status of the genetic diversity and population structure of the Pêga donkey. *Tropical Animal Health and Production*, August 2015: s. 1-8

Schurink, A., Arts, D. J. G., & Ducro, B. J. (2012). Genetic diversity in the Dutch harness horse population using pedigree analysis. *Livestock Science*, 143(2), 270-277.

Sild, E., Viinalass, H., Värvi, S., Roon, K., Roed, K., & Kantanen, J. (2014). DNA-merkkitutkimusten tuloksia. Suomenhevonen: arjen sankari/toim. Sari Savikko.

Sørensen, M.K., Sørensen, A.C., Baumung, R., Borchersen, S., Berg, P. 2008. Optimal genetic contribution selection in Danish Holstein depends on pedigree quality. *Livestock Science*, 118: 212-222.

Sponenberg, D. P. 2000. Genetic Resources and Their Conservation. *The Genetics of the Horse* (toim. A.T. Bowling & A. Ruvinsky) s. 390

Sukuposti.net Hevostietokanta. Saatavissa: <http://www.sukuposti.net/site/index>

Suomen Hippos ry, 2014. Elävä kansallisaarre. [verkkojulkaisu] Suomen Hippos ry [viitattu 17.03.2016] Saatavissa: http://www.hippos.fi/jalostus_ja_nayttelyt/yleista_jalostuksesta/kantakirjarodut/suomenhevonen/historia

Suomen Hippos ry, 2015. Pohjoinen hevostuki 2015 [verkkojulkaisu] Suomen Hippos ry [viitattu: 1.9.2015] Saatavissa: http://www.hippos.fi/jalostus_ja_nayttelyt/palkkiot_ja_tuet/eu-tuet

Suomen Hippos ry, 2012. Muutokset Ravikilpailusääntöihin 1.1.2013 alkaen. [verkkojulkaisu] Suomen Hippos ry [viitattu 10.3.2016] Saatavissa: http://www.hippos.fi/files/5663/saantomuutokset_2013.pdf

Suomen Hippos ry, 2016. Suomenhevosten ja lämminveristen ravihevosten terveystarkastus kantakirjauksen yhteydessä. [verkkojulkaisu] Suomen Hippos ry [viitattu 20.3.2016] Saatavissa: [http://www.hippos.fi/jalostus_ja_nayttelyt/jalostusohjesaannot/jalostushevosen_rakenne_ja_terveysvaatimukset_\(sh_ja_lv\)](http://www.hippos.fi/jalostus_ja_nayttelyt/jalostusohjesaannot/jalostushevosen_rakenne_ja_terveysvaatimukset_(sh_ja_lv))

Suomen Hippos ry, 2016. Suomenhevosen jalostusohjesääntö. [verkkojulkaisu] Suomen Hippos ry [viitattu 20.3.2016] Saatavissa: http://www.hippos.fi/files/14426/Suomenhevosen_jalostusohjesaanto_runko_HYVAKSYTTY.pdf

Suomen Hippos ry, 2015. Suomenhevosen rekisteröinti, kantakirjaus, palkitseminen ja siitokseen käyttö. [verkkajulkaisu] Suomen Hippos ry [viitattu 20.3.2016] Saatavissa:

http://www.hippos.fi/files/5685/Ktk_liite_sh_2015.pdf

Suomen Hippos ry, 2014. SUOMENHEVOSTALKOOT – Yhteisellä asialla. [verkkajulkaisu] Suomen Hippos ry [viitattu 10.3.2016] Saatavissa: <http://www.hippos.fi/suomenhevostalkoot>

Suomen Hippos ry, Heppa-järjestelmä. Saatavissa: <http://heppa.hippos.fi/heppa/app>

Vicente, A. A., Carolino, N., & Gama, L. T. (2012). Genetic diversity in the Lusitano horse breed assessed by pedigree analysis. *Livestock Science*, 148(1), 16-25.

Vychodilova, L., Matiasovic, J., Bobrova, O., Futas, J., Klumplerova, M., Stejskalova, K., ... & Sedlinska, M. (2013). Immunogenomic analysis of insect bite hypersensitivity in a model horse population. *Veterinary immunology and immunopathology*, 152(3), 260-268.

Woolliams, J. A., Berg, P., Dagnachew, B. S., & Meuwissen, T. H. E. (2015). Genetic contributions and their optimization. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132(2), 89-99.

Wright, S. 1922. Coefficients of inbreeding and relationship. *American Naturalist*, 330-338.

LIITE 1: ORILISTA KOKO POPULAATIOSTA, IKÄRAJA 14 VUOTTA

Rekisterinumero	Nimi	Orin tiedot	Kantakirjaus/muut
1520-02	Railin rasmus i. Karski ei. Raino	Syntymäaika: 2.6.2002 Väri: Punarautias	
1043-07	Lenni Mek i. Menni ei. Vekseli	Syntymäaika: 27.4.2007 Väri: Vaaleanpuna rautias	
2254-02	Juholan Jojo i. Likan Poika ei. Vauhti-Poika	Syntymäaika: 17.6.2002 Väri:Punarautias	
1529-04	Kesäsade i. Kesä-Toto ei. Uskimus	Syntymäaika: 25.4.2004 Väri:Punarautias	
1981-03	Virkku-Hirnu i. Vikunen ei. Tosi-Pinko	Syntymäaika: 7.8.2003 Väri:Kulomusta Suuntaus:Pienhevonen	Ei palk KTK
1377-04	Savelan Hemuli i. Lerkkana ei. Jonnen-Valtti	Syntymäaika: 5.6.2004 Väri: Rautias Suuntaus: Ratsu	KTK
1557-03	Pojan Naskali i. Pilven Poika ei. Tosi-Pinko	Syntymäaika: 11.6.2003 Väri: Tummanpuna- rautias	
1868-04	Veihaivei Jii i. Apeli ei. Peto	Syntymäaika: 8.6.2004 Väri: Punarautias Suuntaus: Ratsu	KTK
1604-05	Kvartaali i. Ruutun Ruksi ei. A.P. Passeli	Syntymäaika: 16.6.2005 Väri: Punarautias	
2120-05	Pikku-Laakeri i. Taika-Laakeri ei. Pikku-Muisto	Syntymäaika: 8.6.2005 Väri: Punarautias Suuntaus:Työhevonen	Ei palk KTK
2295-05	Arska Poika i. Pilven Poika ei. Selmeri	Syntymäaika: 3.6.2005 Väri:Punarautias	
246001S00141163	Maarian Arvo i. Knuutilan Veikko ei. Apeli	Syntymäaika: 11.5.2014 Väri:Vaaleanruunikko	
246001S00101202	Tittan Kullervo i. Pellervo ei. Hermanni	Syntymäaika: 18.5.2010 Väri:Punarautias	
246001S00101891	Pihan Just joo i. Silvolan Elmeri ei. Pilven Poika	Syntymäaika: 17.6.2010 Väri:Tummanrautias	
246001S00102080	Jarvin Muisto i. Lastun Leka ei. Jarveli	Syntymäaika: 8.5.2010 Väri: Punarautias	
1849-08	Isäntä i. Kesä-Toto ei. Selmeri	Syntymäaika: 26.6.2008 Väri: Punarautias Suuntaus:Työhevonen	KTK
246001S00151336	Haavetango i. Haavekuva ei. Pilven Poika	Syntymäaika: 19.5.2015 Väri:Vaaleanpunarautias	
246001S00092190	Kukkarosuon Saku i. Kesä-Toto ei. Uskon-Toivo	Syntymäaika: 23.6.2009 Väri:Punarautias	Juoksutulos: 30,7ke.

246001S00101613	Kaspar i. Kerkko ei. Manni	Syntymäaika: 15.6.2010 Väri:Tummanrautias Suuntaus:Pienhevonon	KTK
246001S00111728	Tuohivirsu i. R.T. Sankari ei. Eri-Luonnos	Syntymäaika: 21.6.2011 Väri:Tummanrautias	
246001S00112111	Pikku Verner i. Pikku-Laakeri ei. Eri-Luonnos	Syntymäaika: 1.6.2011 Väri:Tummanpuna- rautias	
246001S00112112	Antti Armas i. Toja ei. Hemmo	Syntymäaika: 20.6.2011 Väri:Tummanrautias	
246001S00131237	Ypäjä Kantri i. Tosi-Romeo ei. Samuli	Syntymäaika: 20.5.2013 Väri: Punaruunikko	
246001S00131099	Katallin Hamilton i. Knuutilan Veikko ei. Jeppana	Syntymäaika: 26.4.2013 Väri:Musta	
246001S00141139	Herttualan Häjy i. Knut ei. A.T. Vinski	Syntymäaika: 10.5.2014 Väri: Rautias	

LIITE 2: ORILISTA KOKO POPULAATIOSTA, IKÄRAJA 20 VUOTTA

Rekisterinumero	Nimi	Orin tiedot	Kantakirjaus
1568-96	Supari i. Suvin-Sälli ei. Hari	Syntymäaika: 1996 Väri: Punarautias	
2030-95	Vildman i. Ville-Valko ei. Sariman	Syntymäaika: 31.7.1995 Väri: Tummanrautias	
1459-96	Harjavalta i. Samuli ei. Etu-Tahti	Syntymäaika: 23.5.1996 Väri: Punarautias	
1310-95	Ilon Oikku i. Jeppana ei. Ilo-Tähti	Syntymäaika: 6.5.1995 Väri: Punarautias	
1066-96	Poika-Purje i. Valko-Purje ei. Appu	Syntymäaika: 6.5.1996 Väri: Punarautias	
246001S00101613	Kaspar i. Kerkko ei. Manni	Syntymäaika: 15.6.2010 Väri:Tummanrautias Suuntaus:Pienhevonen	KTK
1626-98	Vinha Ilo i. Vinha-Muisto ei. Vieterin-Ilo	Syntymäaika: 17.5.1998 Väri: Punarautias	
1630-95	Leimaton i. Leikari ei. Tuuma	Syntymäaika: 8.7.1995 Väri: Punarautias	
2192-97	Uusi-Valtti i. Uusi-Joiku ei. Jonnen-Valtti	Syntymäaika: 1997 Väri: Rautias	
1404-97	Eetuu i. Hitti ei. Ukko-Pekka	Syntymäaika: 20.5.1997 Väri: Vaaleanpunarautias	
1540-97	Koltti i. Vahto ei. Askona	Syntymäaika: 16.6.1997 Väri: Vaaleanpunarautias	
1981-03	Virkku-Hirnu i. Vikunen ei. Tosi-Pinko	Syntymäaika: 7.8.2003 Väri:Kulomusta Suuntaus:Pienhevonen	Ei palk ktk
2006-98	Brännas Linus i. Apeli ei. Vilkki	Syntymäaika: 11.6.1998 Väri: Tummanpunarautias	
1868-04	Veihavei Jii i. Apeli ei. Peto	Syntymäaika: 8.6.2004 Väri: Punarautias Suuntaus: Ratsu	KTK
1863-99	Saran Sovitus i. Apeli ei. Vilari	Syntymäaika: 16.6.1999 Väri: Punarautias	
2543-99	Vensesteri i. Vinha-Muisto ei. Lumotus	Syntymäaika: 28.5.1999 Väri: Punarautias	
2363-99	Menni i. Jeksperi ei. Eetla	Syntymäaika: 12.5.1999 Väri: Punarautias Suuntaus: Pienhevonen	Ei palk ktk
1767-00	Rosan Pektus i. Pilven Poika ei. Jeppana	Syntymäaika: 23.5.2000 Väri: Tummanpunarautias	
246001S00112111	Pikku Verner i. Pikku-Laakeri ei. Eri-Luonnos	Syntymäaika: 1.6.2011 Väri: Tummanpunarautias	

246001S00131099	Katallin Hamilton i. Knuutilan Veikko ei. Jeppana	Syntymäaika: 26.4.2013 Väri: Musta	
2295-05	Arska Poika i. Pilven Poika ei. Selmeri	Syntymäaika: 3.6.2005 Väri: Punarautias	
1849-08	Isäntä i. Kesä-Toto ei. Selmeri	Syntymäaika: 26.6.2008 Väri: Punarautias Suuntaus: Työhevonen	KTK
1557-03	Pojan Naskali i. Pilven Poika ei. Tosi-Pinko	Syntymäaika: 11.6.2003 Väri: Tummanpunarautias	
2120-05	Pikku-Laakeri i. Taika-Laakeri ei. Pikku-Muisto	Syntymäaika: 8.6.2005 Väri: Punarautias Suuntaus: Työhevonen	Ei palk ktk
246001S00112112	Antti Armas i. Toja ei. Hemmo	Syntymäaika: 20.6.2011 Väri: Tummanrautias	

LIITE 3: ORILISTA KANTAKIRJATUISTA ORIISTA

Rekisterinumero	Nimi	Orin tiedot
1429-92	Huldan Veto i. Vilon-Veto ei. Hulina	Syntymäaika: 1.6.1992 Väri: Tummanpunarautias Suuntaus: Työhevonen
2438-93	Haavekuva i. Perikuva ei. Totti	Syntymäaika: 24.5.1993 Väri: Vaaleanpunarautias Suuntaus: Ratsu Kilpailuennätys: 28,2ke
1022-96	Pikku-Peto i. Peto ei. Luonnos	Syntymäaika: 24.6.1996 Väri: Rautias Suuntaus: Ratsu
1617-06	Harjun Kakkonen i. Pilven Poika ei. Siru-Vekvari	Syntymäaika: 3.6.2006 Väri: Rautias Suuntaus: Ratsu
1543-98	Oksasnikko i. A.T. Pikku-Nikko ei. Varjo-Luonnos	Syntymäaika: 17.6.1998 Väri: Punarautias Suuntaus: Pienhevonen
1660-03	Koitos i. Kesä-Toto ei. Resori	Syntymäaika: 19.6.2003 Väri: Punarautias Suuntaus: Juoksija Kilpailuennätys: 24,8aly
1302-00	Vuohimäen Havu i. Ellun Voi ei. Jessimo	Syntymäaika: 17.5.2000 Väri: Punarautias Suuntaus: Pienhevonen
1583-06	Pipoli i. Pilven Poika ei. Rysykkä	Syntymäaika: 31.5.2006 Väri: Tummanpunarautias Suuntaus: Ratsu
1004-90	A.T. Jesperi i. Jessimo ei. Ilo-Tähti	Syntymäaika: 1.5.1990 Väri: Rautias (hopea) Suuntaus: Pienhevonen
2033-94	Kesä-Toto i. Toto ei. Poika-Luonnos	Syntymäaika: 31.7.1994 Väri: Tummanpunarautias Suuntaus: Juoksija Kilpailuennätys: 22,0aly
1855-96	Vinkker i. Vinkkara ei. Toto	Syntymäaika: 10.6.1996 Väri: Punarautias Suuntaus: Juoksija Kilpailuennätys: 23,3aly
1377-97	Lorentso i. Kelmi ei. Apeli	Syntymäaika: 13.6.1997 Väri: Punarautias Suuntaus: Ratsu
2250-97	Lastun Leka i. Pilven Poika ei. Vekkuli	Syntymäaika: 30.6.1997 Väri: Vaaleanpunaruunikko Suuntaus: Ratsu
2430-97	Knut i. Poika-Totti ei. Jäävin-Jylhä	Syntymäaika: 18.3.1997 Väri: Tummanpunarautias Suuntaus: Ratsu
1542-98	Oksasnapsi i. A.T. Jesperi ei. Varjo-Luonnos	Syntymäaika: 1.6.1998 Väri: Tummanrautias Suuntaus: Pienhevonen
2363-99	Menni i. Jeksperi ei. Eetla	Syntymäaika: 12.5.1999 Väri: Punarautias Suuntaus: Pienhevonen
1371-08	Ypäjä Arska	Syntymäaika: 5.5.2008

	i. Lorentso ei. Uno	Väri: Tummanpunaruunikko Suuntaus: Ratsu
1981-03	Virkku-Hirnu i. Vikunen ei. Tosi-Pinko	Syntymäaika: 7.8.2003 Väri:Kulomusta Suuntaus:Pienhevonen
1377-04	Savelan Hemuli i. Lerkkana ei. Jonnen-Valtti	Syntymäaika: 5.6.2004 Väri: Rautias Suuntaus: Ratsu
1868-04	Veihaivei Jii i. Apeli ei. Peto	Syntymäaika: 8.6.2004 Väri: Punarautias Suuntaus: Ratsu
2004-05	Tuuvan Herpertti i. Ukkosen Poika ei. Jeppana	Syntymäaika: 21.7.2005 Väri: Voikko (hopea) Suuntaus: Pienhevonen
2120-05	Pikku-Laakeri i. Taika-Laakeri ei. Pikku-Muisto	Syntymäaika: 8.6.2005 Väri: Punarautias Suuntaus:Työhevonen
1905-07	Niisun Nestori i. Pilven Poika ei. Samuli	Syntymäaika: 26.6.2007 Väri: Punarautias Suuntaus: Ratsu
1849-08	Isäntä i. Kesä-Toto ei. Selmeri	Syntymäaika: 26.6.2008 Väri: Punarautias Suuntaus:Työhevonen
246001S00101613	Kaspar i. Kerkko ei. Manni	Syntymäaika: 15.6.2010 Väri:Tummanrautias Suuntaus:Pienhevonen