

BS – ritgerð

Maí 2012

Skyldleikarækt í íslenska hrossastofninum.

Hólmfríður Kristjánsdóttir



Hólaskóli – Háskólinn á Hólum
Hestafræðideild



Landbúnaðarháskóli Íslands
Agricultural University of Iceland

Auðlindadeild

BS – ritgerð

Maí 2012

Skyldleikarækt í íslenska hrossastofninum

Hólmfríður Kristjánsdóttir

Leiðbeinandi: Þorvaldur Kristjánsson

Hólaskóli – Háskólinn á Hólum
Hestafræðideild

Landbúnaðarháskóli Íslands
Auðlindadeild

Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er byggð á mínum eigin athugunum, er samin af mér og að hún hefur hvorki að hluta né í heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu.

Hólmfríður Kristjánsdóttir

Ágrip

Skyldleikarækt hefur aukist á undanförunum áratugum og virðist sem svo að ræktendur séu ekki að reyna að forðast þörun á skyldum dýrum með markvissum hætti. Markmið rannsóknarinnar var að skoða þróun í skyldleika á milli feðra og á milli feðra og mæðra fyrir árin 2000 til 2010. Einnig var markmiðið að kanna þróun á skyldleikarækt frá árinu 1980 til ársins 2010. Þróun í skyldleikarækt var einnig skoðuð út frá þéttleika ætternisgagna þar sem töluverð betrubót hefur orðið á ætternisskráningu íslenskra hrossa á þeim tíma. Þriðja markmiðið var að skoða stöðu erfðafjölbreytileikans í stofninum en töluvert hefur gengið á hann á undanförunum árum. Þar sem virka stofnstærðin hefur farið úr 275 einstaklingum niður í 122 einstaklinga yfir tvö ættliðabil. Helstu forfeður og -mæður fyrir árgangana 1990, 1995, 2000, 2005 og 2010 voru skoðaðir þar sem Hrafn frá Holtsmúla á mestu erfðahlutdeild í öllum þessum árgöngum.

Í ljós kemur að meðal skyldleiki á milli feðra var árið 2000 1,9% en er 2,4% árið 2010. Meðal skyldleiki á milli feðra og mæðra var árið 2000 1,2% en er 1,7% árið 2010. Meðal skyldleikaræktarstuðull allra hrossa fyrir árið 1980 var 0,64% en árið 2010 er hann orðinn 2,45%.

Notuð voru forritin Eva_inbred (Sørensen o.fl., 2008) og Pedig (Boichard, 2002) til þess að reikna út skyldleika, skyldleikaræktarstuðla, þéttleika ætternisgagna og helstu forfeður. Virk stofnstærð var reiknuð samkvæmt Falconer og Mackey (1996). Gögnin tóku yfir 206.398 hross fædd á árunum 1860 til 2010 á Íslandi. Gögnin voru fengin frá Bændasamtökum Íslands og innihéldu allar mögulegar ætternisupplýsingar um hvern einstakling.

Greinileg aukning er í skyldleika á milli kynbótahrossa og þar af leiðandi aukning í skyldleikarækt. Þessi aukning leiðir til minnkunar í virkri stofnstærð þar sem verið er að ganga á erfðafjölbreytileikann. Vekja þarf hrossaræktendur til umhugsunar um þá aukningu sem hefur orðið í skyldleikarækt og þeim neikvæðu áhrifum sem hún getur haft. Ef þróunin heldur áfram eins og hún hefur verið að gera undanfarin ár þarf að grípa til róttækari aðgerða.

Lykilorð: Íslenski hesturinn, skyldleikarækt, skyldleiki, PEC stuðlar, virk stofnstærð, erfðaframlag.

Þakkir og tileinkun

Fyrst vil ég þakka leiðbeinandanum mínum, Þorvaldi Kristjánssyni fyrir mikla hjálpsemi og þolinmæði ásamt góðu samstarfi við gerð þessarar ritgerðar.

Eins vil ég þakka tengdforeldrum mínum þeim Lilju og Bjarna fyrir yfirlestur á ritgerðinni ásamt mjög hjálpsamlegum athugasemdum og góðum stuðning í gegnum allt námið.

Síðast en ekki síst vil ég þakka unnusta mínum, Össuri, og fjölskyldu minni fyrir ómetanlega þolinmæði og stuðning bæði við þessa ritgerðasmíð og í náminu í heild sinni.

Efnisyfirlit

Yfirlýsing höfundar	i
Ágrip	ii
Þakkir og tileinkun	iii
Efnisyfirlit	iv
1. Inngangur	1
<i>Markmið</i>	3
2. Skilgreiningar og fyrri rannsóknir	4
2.1 Skyldleiki	4
2.2 Skyldleikarækt	4
2.2.1 Skyldleikarækt innan íslenska hrossakynsins	7
2.2.2 Skyldleikarækt í erlendum hrossakynjum og áhrif hennar	8
2.3 Þéttleiki ætternisgagna	10
2.4 Virk stofnstærð	12
2.4 Erfðaframlag	13
3. Efniviður og aðferðir	15
4. Niðurstöður	17
4.1 Heildarfjöldi hrossa og fjöldi skyldleikaræktaðra hrossa	17
4.2 Þróun á PEC stuðlum	18
4.3 Þróun í skyldleika á milli feðra og á milli feðra og mæðra	18
4.4 Skyldleikarækt	20
4.5 Virk stofnstærð	24
4.6 Helstu forfeður og formæður	24
5. Umræður	28
5.1 Fjöldi hrossa, fjöldi skyldleikaræktaðra og þróun á PEC stuðlum	28
5.2 Skyldleiki á milli feðra og á milli feðra og mæðra	30
5.3 Skyldleikarækt	30
5.5 Virk stofnstærð	33
5.6 Helstu forfeður og formæður	35
5.7 Hvað skal gera í framhaldinu?	36
6. Ályktun	39
Heimildaskrá	40
Myndaskrá	44
Töfluskrá	44
Viðauki	45

1. Inngangur

Uppruni íslenska hestsins er enn að hluta til óljós. Forfeður hans komu með landnámsmönnum til Íslands fyrir um 11 öldum síðan en ekki eru til miklar upplýsingar um hestinn í fornöld (Kristinn Hugason, 1994). Í dag er þetta eitt hreinasta og elsta hestakyn í heimi (Gunnfríður Elín Hreiðarsdóttir og Jón Hallsteinn Hallsson, 2007).

Tvær kenningar eru uppi um uppruna íslenska hestsins. Annars vegar er talið að hestinn reki uppruna sinn til eins eða fárra hestakynja frá Skandinavíu og þá aðallega Noregi. Hins vegar er kenning þess efnis að forfeður hestsins komi frá mörgum mismunandi kynjum úr norðvestanverðri Evrópu. Mest hefur verið notast við sagnfræðilegar heimildir til að finna forföður íslenska hestsins en einnig hefur verið notaður samanburður á útliti og gangtegundum við önnur hestakyn (Gunnfríður Elín Hreiðarsdóttir og Jón Hallsteinn Hallsson, 2007). Íslenski hesturinn hefur lifað af miklar náttúruhamfarir eins og Móðuharðindin 1783 til 1785 og önnur tímabil sem hafa orðið honum næstum að falli og hefur því stofninn gengið í gegnum flöskuhálsa hvað stofnstærð varðar (Gísli B. Björnsson og Hjalti Jón Sveinsson, 2004). En alltaf náði hann sér á strik og árið 2010 voru 77.164 hross á Íslandi (Hagstofa Íslands, 2011). Þó nokkuð hefur verið um útflutning á íslenska hestinum undanfarna áratugi og hafa alls verið flutt út 34.095 íslensk hross á árunum 1988 – 2009 (Félag Hrossabænda, á.á). Fjöldi skráðra íslenskra hrossa sem staðsett eru erlendis telur 159.342 (Feif, 2012). Það er bannað samkvæmt lögum að flytja inn hesta til landsins (Lög um innflutning dýra nr. 54/1990) og því telst íslenski hrossastofninn lokaður erfðahópar þar sem ekki er hægt að flytja inn nýtt erfðaeefni.

Hið almenna ræktunarmarkmið íslenska hestsins er að rækta hraustan íslenskan hest, sem er heilbrigður, frjósamur og endingargóður. Hann skal vera vel skapaður, léttbyggður, vöðvastæltur en mjúkur. Sköpulagið á að stuðla að eðlisgóðum höfuðburði og ganghæfni. Sem reiðhestur á hann að vera fjölhæfur, viljugur, taktfastur, geðprúður og fara glæsilega í reið með allar fimm gangtegundir góðar. Það skal viðhalda öllum mögulegum litaafbrigðum innan stofnsins. Gefið er færi á allmiklum breytileika hvað varðar stærð en almennt er talið að heppileg stærð sé á bilinu 135 til 145 cm á hæstar herðar mælt á stöng. Ræktunarmarkmiðið innan hvers eiginleika felst í lýsingu á einkunnum 9,5 til 10 sem gefin er fyrir hvern eiginleika í kynbótadómi. Alls eru dæmdir 8 eiginleikar í sköpulagi og 7 eiginleikar í hæfileikum (Bændasamtök Íslands, á.á).

Árið 1986 var tekin upp ný aðferð við að meta kynbótagildi íslenskra hrossa. Þessi aðferð kallast Best linear unbiased prediction eða BLUP. Íslenski hesturinn er fyrsta hestakynið þar sem þessi aðferð er notuð en hún hafði áður verið notuð fyrir önnur búfjárkyn (Kristinn Hugason, 1994). BLUP aðferðin metur kynbótagildi út frá upplýsingum um þá eiginleika sem mældir eru í kynbótadómi ásamt ætternisupplýsingum. Alls eru það 16 eiginleikar ásamt heildar sköpulagsmati, heildar hæfileikamati og aðaleinkunn sem eru lagðir til grundvallar kynbótagildinu og metnir (Guðlaugur V. Antonsson, á.á).

Þegar kynbótagildi sem metin eru með BLUP-aðferðinni eru lögð til grundvallar við val á einstaklingum til ræktunar getur það hraðað erfðaframsör á skömmum tíma. En það getur einnig leitt til vals á skyldum einstaklingum, aukningar í skyldleikarækt og þar með dregið úr erfðabreytileikanum. Verður þetta vegna þess að einstaklingar af ákveðnum ættlínunum eru frekar valdir til ræktunar og þessar ættlínur verða ráðandi innan stofna. Þetta á ekki síst við þegar valið er fyrir eiginleikum með lágt arfgengi en þá eykst fylgnin á milli kynbótagilda skyldra einstaklinga vegna aukinnar áherslu á upplýsingar frá forfeðrum (Verrier, Colleau og Foulley, 1993).

Fyrr á tímum var skipulag á ræktunarstarfsemi ekki mikið og því fengu hrossin að valsa um nánast óáreið og stundum ekki innan girðinga. Í dag er þetta breytt og varla að það finnist „villt“ stóð í dag. Skipulag á ræktunarstarfsemi er orðið mikið og því er haldið nákvæmlega til haga hver á hvaða folald (Kristinn Hugason, 1994). Í dag er það þannig í flestum tilfellum að stóðhestur hefur hjá sér nokkrar hryssur í girðingu og sinnir þeim yfir sumartímann. Fullorðinn hestur getur sinnt um 20 til 25 hryssum yfir eitt gangmálmabil. Einnig tíðkast það að nota hesta í húsnokun þar sem hestinum er haldið í hendi, honum færðar hryssur sem eru að ganga en önnur kynni af hryssunum fær hann ekki (Ingimar Sveinsson, 2010). Sæðingar hryssna eru að aukast hér á landi enda aðstaða og þekking á þeirri tækni að aukast til muna. Það var árið 1986 sem Gunnar Örn Guðmundsson, dýralæknir, fór að gera tilraunir með hrossasæðingar hérlendis (Ólafur R. Dýrmundsson, 1994). Fósturvísaf lutningar hafa færst í vöxt hér á landi þar sem frjóvgað egg er tekið úr móðurhryssunni og fært yfir í gjafahryssu sem sér um að ganga með folaldið og ala það (Guðmar og Jakobína, 2012). Fyrsti fósturvísaf lutningurinn var framkvæmdur á Hólum í Hjaltadal árið 1997 (Ásdís Haraldsdóttir, 2000).

Markmið

Markmið þessa verkefnis er að skoða erfðafjölbreytileika í íslenska hrossastofninum, skoða þróun í skyldleikarækt og meta virkan erfðahóp. Einnig að skoða helstu ættfeður stofnsins og þróun í skyldleika á milli feðra og á milli feðra og mæðra á ákveðnu tímabili. Auk þess verður lagt mat á gæði ætternisgagnanna og skoðað hvernig þéttleiki þeirra hefur verið að þróast á síðastliðnum árum.

2. Skilgreiningar og fyrri rannsóknir

Í eftirfarandi köflum eru skilgreiningar á helstu hugtökum sem fyrir koma í þessari rannsókn. Farið verður yfir fyrri rannsóknir á skyldleikarækt, bæði hjá íslenska hestakyninu og nokkrum erlendum kynjum.

2.1 Skyldleiki

Skyldleiki einstaklinga ákvarðast af líkum, það er að segja hversu miklar líkur eru á því að erfðavísar einstaklings séu nákvæmlega eins að uppruna og erfðavísar annars einstaklings (Bourdon, 2000).

Skyldleikastuðul er hægt að útskýra sem fylgni á milli kynbótagilda tveggja einstaklinga vegna skyldleika í ættartöflu þeirra (Bourdon, 2000). Skyldleikastuðull gefur upp líkurnar á því að erfðavísar einstaklings séu nákvæmlega eins að uppruna og erfðavísar annars einstaklings. Stuðullinn er gefinn sem hlutfallstala á bilinu 0 til 1 þar sem 0 er fyrir algjörlega óskylda einstaklinga og 1 er fyrir hámarks skylda einstaklinga líkt og eineggja tvíbura. Skilgreiningin á skyldleikastuðli er sú að hann metur líklegt hlutfall erfðavísa tveggja einstaklinga sem eru eins og eiga sér uppruna í sama forföður (Wright og McPhee, 1925).

Formúla skyldleikastuðulsins er eftirfarandi (Wright og McPhee 1925):

$$R_{XY} = \sum (1/2)^{ni+n'i} \frac{1 + F_{Ai}}{\sqrt{(1 + F_X)(1 + F_Y)}}$$

Þar sem F_X og F_Y eru skyldleikaræktarstuðlarnir fyrir þá tvo einstaklinga sem verið er að reikna skyldleikann fyrir, F_A er skyldleikaræktarstuðullinn fyrir næsta sameiginlegan forföður og n og n' eru fjöldi kynslóða frá X og Y sem raktar eru til sameiginlega forföðursins (Wright og McPhee 1925). Talað er um væntanlegan skyldleika sem þann hluta af erfðavísamengi tveggja einstaklinga sem er erfðafræðilega eins (Rasmuson, 1993).

2.2 Skyldleikarækt

Skyldleikarækt er afleiðing af þörun tveggja einstaklinga sem eru að meðaltali skyldari en stofninn sem þeir koma úr og eru tengdir saman í gegnum ákveðinn forföður eða forfeður. Því

skyldari sem foreldrarnir eru, þeim mun skyldleikaræktaðra verður afkvæmið (Bourdon, 2000; Falconer og Mackey, 1996).

Þegar skyldleikarækt er skoðuð er horft til sameiginlegra forfeðra. Það er gert með því að fara í ættartöflu afkvæmis þar sem hægt er að rekja ætt föður til forföður sem er sameiginlegur móðurinni og þaðan rakið frá honum áfram til móðurinnar. Þannig eru foreldrarnir tengdir í gegnum sameiginlegan forföður og geta þeir verið fleiri en einn. Skyldleiki foreldranna fer eftir hvar sameiginlegi forfaðirinn er staðsettur í ættartöflunni og þar af leiðir hversu mikið afkvæmið verður skyldleikaræktað. Taka má dæmi af hálf systkinum sem eru pöruð saman. Afkvæmi þeirra verður mun meira skyldleikaræktaðra heldur en ef fjarskyldari einstaklingar eru paraðir saman (Wright, 1922). Smár hópur sem hefur tiltölulega fáa einstaklinga er mun tengdari heldur en stór hópur með marga einstaklinga. Því eru mun meiri líkur á því að afkvæmi verði skyldleikaræktað í smáum hópi, þrátt fyrir handahófskennda pörun einstaklinganna. Ástæðan er sú að forfeður hópsins eru fáir og líkurnar á að foreldrarnir eigi sameiginlegan forföður er mun meiri heldur en í stórum hópi með mörgum einstaklingum og mörgum forfeðrum (Falconer og Mackey, 1996)

Samkvæmt MacCluer o.fl. (1983) var það Sewall Wright sem skilgreindi einna fyrstur manna skyldleikaræktarstuðullinn sem táknaður er með F . Hann byggist á því að reikna út líkurnar á því að afkvæmi hafi samsætur sem eru nákvæmlega eins og eigi sér sameiginlegan uppruna (Falconer og Mackey, 1996; Bourdon, 2000). Það var ekki fyrr en að grein Wright kom út að menn fóru að skoða og velta skyldleikarækt eitthvað að ráði fyrir sér (MacCluer o.fl., 1983). Þegar skyldleikaræktarstuðullinn er reiknaður út eru fundnir allir mögulegir ferlar eða tengingar á milli föður og móður í gegnum sameiginlegan forfaðir (eða forfeður ef þeir eru fleiri en einn). Þetta er gert fyrir hverja kynslóð og ferlarnir lagðir saman (Wright, 1922). Þannig gefur þetta almennu formúluna um skyldleikaræktarstuðullinn fyrir dýr X :

$$F_X = \sum_{CA=1}^k (1/2)^{n_1+n_2} + 1(1 + F_{CA})$$

Þar sem CA er sameiginlegur forfaðir föður og móður X

k = fjöldi af sameiginlegum forfeðrum í ættartré X

n_1 = fjöldi kynslóða sem skilur að sameiginlegan forföður frá föður X

n_2 = Fjöldi kynslóða sem skilur að sameiginlegan forföður frá móður X

F_{CA} = Skyldleikaræktarstuðull sameiginlega forföðurins.

(Wright, 1922)

Skyldleikaræktarstuðullinn er annað hvort gefinn upp sem tala á bilinu 0 til 1 eða í prósentum (frá 0-100). Einstaklingur sem hefur skyldleikaræktarstuðulinn 0 er algjörlega óskyldleikaræktaður en skyldleikaræktarstuðullinn 1 þýðir að einstaklingur er algjörlega skyldleikaræktaður (Bourdon, 2000).

Ein hugsanleg afleiðing skyldleikaræktar er svokölluð skyldleikaræktarhnignun. Þá er skyldleikaræktin farin að hafa neikvæð áhrif á frammistöðu einstaklinganna. Skyldleikarækt veldur aukningu í arfhreinum erfðavísasætum á kostnað þeirra arfblandu (Falconer og Mackey, 1996). Aukning á arfhreinum erfðavísasætum hefur þau áhrif að hættan á tjáningu skaðlegra víkjandi erfðavísa eykst. Banvænir eða skaðlegir sjúkdómar geta fylgt víkjandi erfðavísu og koma ekki fram nema einstaklingurinn erfi tvo víkjandi erfðavísa sem setjast í samsætu. Þetta er mjög augljós afleiðing skyldleikaræktar og er dæmi um áhrif skyldleikaræktar á eiginleika sem stjórnast af fáum erfðavísu (Bourdon, 2000).

Þeir magnbundnu eiginleikar (eiginleikar sem stjórnast af mörgum erfðavísu) sem verða helst fyrir áhrifum skyldleikaræktarhnignunar eru eiginleikar með lágt arfgengi líkt og frjósemi og eiginleikar einstaklingsins til þess að lifa af og æxlast. Það orsakast af því að þessir eiginleikar innihalda (yfir)ríkni þar sem arfblandin erfðavísasæti hafa yfirburði umfram þau arfhreinu. Hjá þeim eiginleikum sem hafa lágt arfgengi skapast breytileikinn meira af samspils áhrifum á milli erfðavísa, líkt og (yfir)ríkni, heldur en af samleggjandi erfðaáhrifum. Þeir eiginleikar sem hafa hátt arfgengi sýna yfirleitt minni skyldleikaræktarhnignun vegna þess að breytileikinn þar skapast í meira mæli vegna samleggjandi erfðaáhrifa en ekki vegna samspilsáhrifa erfðavísa. Skyldleikaræktarhnignun í magnbundnum eiginleikum kemur því vegna (yfir)ríkni. Ásamt því að hún getur einnig komið fram vegna þess að víkjandi erfðavísasætin verða fleiri heldur en þau ríkjandi sem hefur neikvæð áhrif á eiginleikann. Þeir eiginleikar sem stjórnast af fáum erfðavísu eru til dæmis sjúkdómar. Þar þarf yfirleitt ekki nema að einstaklingur erfi tvo víkjandi erfðavísa sem búa yfir sjúkdómnum, og setjast í sama erfðavísasæti þannig að það verði arfhreint. Skyldleikarækt eykur því mjög líkurnar á því að þessir sjúkdómar komi fram vegna þess að arfhreinu erfðavísasætunum fjölgar meira heldur en þeim arfblandu (Bourdon, 2000).

Með aukinni skyldleikarækt minnkar blendingspróttur, það er að segja að fjöldi arfhreinna sæta eru orðin fleiri heldur en fjöldi arfblendinna sæta. Hér verður samt að hafa í huga að þó svo að tveir mjög skyldleikaræktaðir einstaklingar, sem eru ekki á nokkurn hátt skyldir hvor öðrum og jafnvel þjást af skyldleikaræktarhnignun, eru paraðir saman verður afkvæmið þeirra ekkert skyldleikaræktað (Bourdon, 2000). Það skilar hins vegar hærri blendingsprótti. Afkvæmið gæti haft aukna hæfni í þeim eiginleikum sem foreldrar sýndu hnignun í. Það er vegna þess að blendingspróttur er hið gagnstæða við skyldleikaræktarhnignun, þá eru arfblendnu erfðavísasætin fleiri en þau arfhreinu og líkurnar á því að einstaklingur erfi neikvæða arfhreina samsætu eru minni vegna þess hve fáa eða jafnvel enga sameiginlega forfeður foreldrarnir eiga (Falconer og Mackey, 1996; Bourdon, 2000).

Það er ekki hægt að erfa skyldleikaræktarhnignun né blendingsprótt vegna þess að þau stafa af samspilsáhrifum á milli erfðavísa en ekki af kynbótagildum foreldranna. Samspilsáhrifin erfast aldrei óbreytt vegna endurröðunar sem verður í meiósunni og því er ekki hægt að hægt að erfa beint skyldleikaræktarhnignun eða blendingsprótt. Þar með viðhelst skyldleikaræktarhnignun og blendingspróttur í stofninum með ræktunaraðferðum, það er að segja þörun á skyldum eða ekki skyldum einstaklingum, en ekki í gegnum erfðir. Því miður er það svo að eiginleikar sem hætt er við að sýni mestu skyldleikaræktarhnignunina og þar af leiðandi líka mestan blendingsprótt, eru þeir eiginleikar sem eru tengdir hæfni einstaklingsins til þess að lifa af og æxlast (Bourdon, 2000).

2.2.1 Skyldleikarækt innan íslenska hrossakynsins

Þorvaldur Kristjánsson (2005) skoðaði þróun í skyldleika á milli feðra og á milli feðra og mæðra, skyldleikarækt og skyldleikaræktarhnignun í íslenska hrossastofninum. Þar kom í ljós að á árunum 1993 til 2003 hafði orðið línuleg aukning í meðal skyldleika á milli feðra, skyldleikastuðullinn var 1,3% árið 1993 en árið 2003 var stuðullinn kominn upp í 2,3%. Einnig hafði orðið aukning í meðal skyldleika milli feðra og mæðra folalda fædd sömu ár og hefur skyldleikastuðullinn aukist um 0,1% á ári. Ástæðan fyrir þessum aukna skyldleika á þessu árabili getur verið sú að það hafa verið valin færri dýr til ræktunar og úrvalsstyrkleikinn hafi verið að aukast. Þorvaldur Kristjánsson (2005) benti á að samkvæmt Þorvaldi Árnasyni þá getur skyldleiki á milli einstaklinga aukist ef val á kynbótahrossum byggist einungis á væntanlegu kynbótagildi.

Hægt væri því að útskýra aukna skyldleikarækt síðustu ár með því að kynbótahross eru í meira mæli í dag valdir eftir væntanlegu kynbótagildi samkvæmt BLUP.

Rannsókn Þorvaldar sýndi einnig fram á það að ekki er markvisst verið að forðast skyldleikaræktun hér á landi. Hinn raunverulegi skyldleikaræktarstuðull, sá stuðull sem reiknaður er út frá réttum upplýsingum um stofninn, er töluvert hærri eða 2,12% heldur en hinn væntanlegi skyldleikaræktarstuðull. Sá stuðull er 0,75% og er reiknaður út fyrir stofninn miðað við tilviljanakenndar paranir. Niðurstöðurnar leiddu í ljós að skyldleikarækt hefur neikvæð áhrif á frammistöðu nánast allra eiginleika í byggingu og hæfileikum og hefur líka neikvæð áhrif á hæð á herðar. Því er full ástæða til þess að forðast þörun á mjög skyldum einstaklingum. Skyldleikaræktarhnignun hefur orðið vart í eiginleikunum skeið, höfuð, stökk, fegurð í reið, samræmi, bak og lend og einnig var vart við nokkra skyldleikaræktarhnignun í eiginleikunum tölt og háls, herðar og bógar. Eiginleikarnir skeið, fegurð í reið, samræmi, tölt og háls, herðar og bógar eru mjög dýrmætir eiginleikar (Þorvaldur Kristjánsson, 2005).

Ágúst Sigurðsson og Þorvaldur Árnason (1990) könnuðu skyldleika- og skyldleikaræktarstuðla hrossa sem ræktuð eru í Kirkjubæ. Talið var að hross frá þessari ræktun væru mjög skyldleikaræktuð vegna þess hve afmarkað ræktunarmarkmið þessi ræktun hefur. Annað kom í ljós, en meðal skyldleikaræktarstuðul fyrir 380 hross var 6,27% en skyldleikastuðullinn var 13,1%. Ályktuðu höfundar að skyldleikaræktunin væri ekki jafn mikil og talið hafði verið og væri í raun minni heldur en ef um tilviljanakennda þörun væri að ræða (væntanleg skyldleikarækt). Marktæk aukning var samt sem áður í skyldleika á milli ára. Örlítill aukning í skyldleikarækt var á milli ára en hún var þó ekki marktæk. Þegar athugað var hvort aukin skyldleikarækt hefði áhrif á frjósemi reyndist svo ekki vera heldur væri minnkandi frjósemi frekar aldurstengd.

2.2.2 Skyldleikarækt í erlendum hrossakynjum og áhrif hennar

Margar rannsóknir hafa verið gerðar á því hvaða áhrif skyldleikarækt hefur á hina ýmsa eiginleika hrossa. Skyldleikarækt erlendis er að sjálfsögðu mismikil eftir hestakynjum. Frísneska hestakynið er mjög skyldleikaræktuð kyn og ástæða þess er hve fá kynbótahrossin hafa verið en árið 1917 voru aðeins þrjár stóðhestar skráðir. Meðal skyldleikaræktarstuðull frísneska kynsins fyrir folöld fædd á árunum 1999 og 2000 var 15,6% og 15,7% (Sevinga, Vrijenhoek, Hesselink, Barkem og Groen, 2004). Önnur kyn líkt og Standardbred hestakynið hefur meðal skyldleikaræktarstuðul upp á 8,9% (MacCluer o.fl., 1983) en sá stuðull var reiknaður fyrir árið

1980. Hins vegar fundu Cothran, MacCluer, Weitkamp, Pfenning og Boyce (1984) mun á skyldleikaræktarstuðli Standardbred brokkhesta og skeiðhesta. Fyrir brokkhestana var hann 10,3% en fyrir skeiðhestana var hann 7,4%. Thoroughbred hestakynið hefur mjög lágan meðal skyldleikaræktarstuðull en hann er 1%. Þetta er töluvert lægri stuðull ef miðað er við hin kynin (Mahon og Cunningham, 1982). Shetland pony hesturinn hefur einnig tiltölulega lágan skyldleikaræktarstuðull eða 3% (van Eldik o.fl., 2006). Norwegian trotter hestakynið hafði aðeins hærri meðal skyldleikaræktarstuðul eða 5,7% (Klemetsdal og Johnson, 1989). Í 1. töflu má sjá samantekt yfir meðal skyldleikaræktarstuðla kynjanna miðað við meðal skyldleikaræktarstuðul íslenska kynsins sem var fyrir árið 2003 2,12% (Þorvaldur Kristjánsson, 2005).

1. tafla: Sýnir meðal skyldleikaræktarstuðull nokkurra hestakynja.

Hestategund	Fæðingarár	F (%)	Fjöldi (meðaltal)	Heimild
Frísneskir hestar	1999-2000	15,7	3.950	Sevinga o.fl., 2004
Thoroughbred hestar	1960	1,0	6.550	Mahon & Cunningham, 1982
Norwegian trotter hestar	1983-1985	5,7	5.457	Klemetsdal og Johnsson, 1989
Standardbred brokk hestar		10,3	318	Cothran o.fl., 1984
Standardbred skeið hestar		7,4	318	Cothran o.fl., 1984
Standardbred hestar	1980	8,9	132	MacCluer o.fl., 1983
Shetland Pony hestar	1992-1997	3,0	242	van Eldik o.fl., 2006
Íslenski hesturinn	2003	2,1	3.608	Þorvaldur Kristjánsson, 2005

Áhrif skyldleikaræktar hafa verið skoðuð í hestakynjum. Tíðni fastra hilda var rannsökuð í frísneska hestakyninu en unnið var með upplýsingar um 52.295 einstaklinga sem skráðir voru á árunum 1879 til 2000. Niðurstaðan var sú að tíðni fastra hilda í frísneska hestakyninu jókst með aukinni skyldleikarækt (Sevinga o.fl., 2004). Það sama má segja um gæði sæðis. Gæðin rýrna eftir því sem stóðhestarnir eru meira skyldleikaræktaðir. Sú niðurstaða var fengin úr rannsókn á Shetland pony hestakyninu. Þar voru notuð gögn úr ættarskrá fyrir þýska Shetland pony hesta frá árinu 1992 til ársins 1997. Í rannsókninni var fundin fylgni á milli lélegra sæðisgæða og aukins skyldleikaræktarstuðuls (van Eldik o.fl., 2006). Eins og áður sagði hefur verið sýnt fram á það að mikil skyldleikarækt hefur neikvæð áhrif á ýmsa eiginleika sem snertir æxlun og frjósemi hesta. Þó er að finna rannsóknir sem sýna hið gagnstæða, að með aukinni skyldleikarækt aukist hlutfall lifandi fæddra folalda miðað við fjölda paranna (e. foaling rate) eða hafi í raun engin áhrif

(Cothran o.fl., 1984; Mahon og Cunningham, 1982). Í sumum tilfellum hefur skyldleikarækt ekki getað útskýrt lélega frjósemi, en gerð var viðamikil rannsókn á Thoroughbred hestakyninu og einnig á Standardbred hestakyninu (Mahon og Cunningham, 1982; Cothran o.fl., 1984).

Báðar þessar tegundir eru með frekar lága hlutfallslega frjósemi. Niðurstöðurnar úr rannsókninni á Thoroughbred kyninu sýndu að ekki var hægt að útskýra lágt æxlunarhlutfall með skyldleikarækt þar sem ekkert samband fannst þarna á milli. Líkt og áður kom fram er skyldleikaræktin er fremur lítil í þessu kyni (Mahon og Cunningham, 1982). Athugað var hvort skyldleikaræktarhnignun gæti útskýrt lélegt frjósemishlutfall hjá Standardbred hestum en þeir hafa töluvert hærri skyldleikaræktarstuðul heldur en Thoroughbred hestarnir. Kom í ljós að munur var á hvort um brokkhesta eða skeiðhesta var að ræða þar sem hlutfall lifandi fæddra folalda minnkaði með aukinni skyldleikarækt hjá skeiðhestunum en jókst með aukinni skyldleikarækt hjá brokkhestunum. Það var samt sem áður ekki sterk fylgni þarna á milli. Þegar á heildina er litið var ekkert marktækt samband á milli getnaðar og hlutfalls lifandi fæddra folalda, sama hversu mikið hryssan var skyldleikaræktuð. Þetta útskýrði að litlu leyti lélega æxlunar frammistöðu í Standardbred kyninu (Cothran o.fl., 1984).

Líkt og hjá Thoroughbred og Standardbred kynjunum hafði skyldleikarækt lítil sem engin áhrif á hlutfall lifandi fæddra folalda hjá Norwegian trotter hestakyninu en hins vegar hafði skyldleikarækt áhrif á snemmbúið fósturlát sem varð tíðara eftir því sem skyldleikaræktin varð meiri. Tíðni snemmbúins fósturláts var líka undir áhrifum af aldri móðurinnar því skyldleikaræktin útskýrði ekki nema um 1,6% af heildarbreytileikanum í tíðni snemmbúins fósturláts (Klemetsdal og Johnson, 1989).

2.3 Þéttleiki ætternisgagna

Þegar skyldleikarækt er metin með ætternisgögnum skipta gæði þeirra gagna miklu máli. PEC stuðull eða pedigree completeness er mælikvarði á það hversu góð ættfærslan er og er metinn fyrir hvern og einn einstakling. Þennan stuðul er hægt að meta fyrir mis margar kynslóðir og gefur upp hlutfall þekktra forfeðra (MacCluer o.fl., 1983). Aðeins er hægt að verða var við skyldleikarækt ef að minnsta kosti báðir foreldrar afkvæmis eru þekktir og annað hvort upplýsingar um ömmu eða afa. Þetta jafngildir PEC stuðli upp á 0,24. Ef upplýsingar vantar alveg um annað foreldrið verður PEC stuðullinn alltaf 0 og ekki er hægt að segja til um skyldleikarækt, alveg sama hversu góðar ættfærslur eru til um hitt foreldrið (Ágúst Sigurðsson og

Jón V. Jónmundsson, 1995). Til þess að hægt sé að ákvarða hversu mikil og sýnileg aukning er á skyldleikarækt í gegnum tíðina, er nauðsynlegt að hafa mjög góðar ættfærslur og eftir því sem hlutfall þekktra foreldra er hærra því öruggari eru upplýsingarnar (MacCluer o.fl., 1983).

Cothran o.fl. (1984) gerðu rannsókn á Standardbred hrossum þar sem kom í ljós að mismunur var á skyldleikaræktarstuðlum eftir því hve margar kynslóðir aftur voru skoðaðar (frá 5 kynslóðum og upp í 14). Þessar niðurstöður eru í samræmi við niðurstöður MacCluer o.fl. (1983) sem sýndu að eftir því sem fleiri kynslóðir aftur voru skoðaðar þá hækkaði meðal skyldleikaræktarstuðull afkvæmanna.

Skyldleikaræktar aukningin er meiri á milli ára eftir því sem færri kynslóðir aftur eru skoðaðar eða engar kröfur eru gerðar um þekktan bakgrunn. Það er vegna þess að bæði er aukning í skyldleikarækt en einnig eru ættfærslurnar að batna og þannig verður vart við meiri skyldleikarækt. Þetta sést í rannsókn Ágústss Sigurðssonar og Jóns Viðars Jónmundssonar (1995) en þeir skoðuðu skyldleikaræktarstuðul fyrir íslenska kúastofninn á árabílinu 1960 til 1990. Þar hækkaði meðal skyldleikaræktarstuðullinn á milli ára eftir því sem færri kynslóðir aftur voru skoðaðar. Hins vegar þá var hæsti meðal skyldleikaræktarstuðullinn fyrir PEC 0,8-1,0, en það jafnast á við 80 til 100% þekkt ætterni. Það útskýrist af því að mun færri einstaklingar eru á bakvið þennan stuðul vegna þess hve fáir hafa svo þekkt ætternis. Sá stuðull var líka mjög sveiflukenndur fyrsta áratuginn sem útskýrist vegna fárra einstaklinga. Þessi stuðull varpar samt ekki ljósi á aukningu og þróun í skyldleikarækt, aðeins það að eftir því sem meiri kröfur eru settar og farið fleiri kynslóðir aftur því hærri verður meðal skyldleikaræktarstuðullinn. Það er einfaldlega vegna þess að þá eru meiri líkur á að finna sameiginlegan forföður.

Ef skoðaður er PEC 0,24 stuðullinn, en það eru langflestir einstaklingar með svo þekkta ættfærslu (fyrir utan alla einstaklinga óháð PEC stuðli), þá er búið að taka út þau áhrif sem bættar ættfærslu hafa á stuðulinn. Þarna eru einstaklingar með þá lágmarks ættfærslu sem þarf til þess að vart verði við skyldleikarækt. Því skýrir PEC 0,24 stuðullinn best þá raunverulegu aukningu sem orðið hefur í skyldleikarækt. Í rannsókn MacCluer o.fl. (1983) sem skoðuðu Standardbred hesta hækkaði einnig meðal skyldleikaræktarstuðull eftir því sem fleiri kynslóðir aftur voru skoðaðar. Að sama skapi voru mun færri einstaklingar með mikið þekkta ættfærslu.

Þannig hækkar meðal skyldleikaræktarstuðullinn á milli ára vegna skyldleikaræktaraukningar og betri ættfærslu en hinsvegar hækkar meðal skyldleikaræktarstuðullinn eftir því sem meiri kröfur

eru gerðar um þekkt ætterni (hærri PEC stuðull). Því er best að skoða þróun í skyldleikarækt eftir $PEC \geq 0,24$, það gefur hina raunverulegu mynd á þróun skyldleikaræktar þar sem búið er að taka út áhrifin af bættum ættfærslum.

2.4 Virk stofnstærð

Virk stofnstærð (N_e) er skilgreind sem sá fjöldi dýra sem skapar metna aukningu í skyldleikarækt og tíðni genaflökts ef sá hópur væri ræktaður eins og um viðmiðunarstofn (e. idealized population) væri að ræða. Í viðmiðunarstofni er um engan flutning dýra á milli stofna að ræða, kynslóðirnar eru skýrar og skarast ekki við hvor aðra, sami fjöldi ræktunardýra er í hverjum undirhópi og öllum kynslóðum og það eru kynbótahross innan stofnsins sem dreifa erfðavísunum til næstu kynslóðar. Innan hvers undirhóps er þörun gerð af handahófi. Það er ekkert úrval og stökkbreytingar á erfðavísunum tíðkast ekki. Þannig er virka stofnstærðin sá hópur sem býr til erfðafjölbreytileika í stofni (Caballero, 1994; Falconer og Mackey, 1996).

Samkvæmt grein Shaffer (1981) var það Franklin sem benti á að virk stofnstærð yrði að vera að lágmarki um 50 einstaklingar. Þannig er hægt að viðhalda lágmarkshæfni einstaklinga í stofninum til að lifa af og komast hjá of mikilli skyldleikaræktun og þeim neikvæðu áhrifum sem henni fylgja. Enn betra er þó að hafa virka stofnstærð í kringum 500 einstaklinga því þannig er hægt að viðhalda nægum erfðafjölbreytileika til þess að aðlagast þeim breytingum sem geta orðið á umhverfi stofnsins.

Cervantes, Goyache, Molina, Valera og Gutiérrez (2011) skoðuðu virka stofnstærð nokkurra spænskra hestakynja. Reyndist virka stofnstærðin hjá þeim mjög breytileg en í 2. töflu sést virka stofnstærð hvers og eins kyns.

2. tafla: Virk stofnstærð mismunandi spænskra kynja.

Hestakyn	Fjöldi	N_e
Spanish Purebred	4460	49,6
Carthusian	1721	19,8
Spanish Arab	6240	34,2
Spanish Thoroughbred	3440	322,1
Spanish Anglo-Arab	2668	180,5
Hispano-Arab	1783	128,5
Spanish Sport Horse	6055	176,7

Til að hægt sé að reikna út virka stofnstærð þarf að vita hvert ætliðabil viðkomandi stofns er. Þannig er síðan metin aukning í skyldleikarækt fyrir hvert ætliðabil. Út frá aukningu í skyldleikarækt á árunum 1980 til 1989 reiknuðu Þorvaldur Árnason, Gunnar Klemetsdal og Ágúst Sigurðsson (1995) virka stofnstærð í íslenska hestakyninu og reyndist hún vera 356,5 einstaklingar. Aukning í skyldleikarækt yfir eina kynslóð reyndist vera 0,14%. Ein kynslóð eða eitt ætliðabil í íslenska hestinum er 9,7 ár. Ætliðabil er meðalaldur foreldra við fæðingu afkvæmis þeirra (Kristinn Hugason, Þorvaldur Árnason og Jón V. Jónmundsson, 1985; Kristinn Hugason, 1992).

2.4 Erfðaframlag

Erfðaframlag er framlag einstaklings sem hann á í fæddum folöldum, miðað við hvern árgang. Það er að segja hversu stórt hlutfall af erfðavísunum viðkomandi afkomandi hefur frá ákveðnum forföður. Væntanlegt erfðaframlag einstakling í komandi kynslóðum er nátengt kynbótagildi hans á þann veg að eftir því sem kynbótagildið er hærra er búist við meira erfðaframlagi (Wolliams og Thompson, 1994). Búast má við að hestur með hátt kynbótagildi sé mikið notaður vegna þess að hann á að geta skilað góðum erfðaáhrifum til sinna afkvæma og af því leiðir að erfðaframlag hans til stofnsins verður meira.

Í stofni sem gengur undir úrval, það er að segja þar sem ákveðið er hvaða einstaklingar munu parast og eignast afkvæmi og hversu lengi þeir eru í ræktun (Bourdon, 200) er erfðaframlagið notað til þess að spá fyrir um hlutfall skyldleikaræktar. Hversu mikil skyldleikarækt fyrirfinnst í stofni er tengd því hversu mikið erfðaframlag einstakir forfeður eiga. Þannig er að eftir því sem fleiri forfeður eiga minni og jafnari erfðahlutdeild í komandi kynslóðum, þeim mun líklegra er að það sé minna hlutfall af skyldleikaræktuðum hrossum, vegna margra forfedra. Hins vegar að eftir því sem færri forfeður eiga stóra erfðahlutdeild í hrossunum því meiri líkur eru á aukinni skyldleikarækt einfaldlega vegna þess hve fáir einstaklingar eiga stóra erfðahlutdeild í komandi kynslóðum í stofni. Þetta eykur hlutfall skyldleikaræktar í stofni og hefur áhrif á hversu hratt það hlutfall eykst (Wolliams og Thompson, 1994).

Nánari skilgreining á erfðaframlagi er það erfðaframlag ákveðins forföður i í kynslóð n_1 til afkomanda í seinni kynslóð n_2 . Þetta er hlutfall af öllum þeim ferlum sem hægt er að rekja í gegnum ætternisupplýsingar frá kynslóð n_1 til n_2 og byrjar í forföður i . Hlutfallið er gefið upp á bilinu 0 til 0,5 þegar um er að ræða stofn sem inniheldur bæði karldýr og kvendýr (e. dioecious)

(Wolliams og Thompson, 1994). Það framlag sem notað er til að mæla varanlegt genaflæði frá forföður i til komandi kynslóða kallast langtíma erfðaframlag (Wolliams, Bijma og Villanueva, 1999). Í langtíma erfðaframlagi á forföðurinn orðið mjög marga afkomendur þannig að kynslóð n_2 er orðin stærri heldur en kynslóð n_1 . Þegar um langtíma erfðaframlag er að ræða er stofninn af kynslóð n_2 orðinn vel blandaður og hlutfall ferlana sem liggja frá forföður til einstaklings er orðið það sama fyrir alla afkomendur (Wolliams og Thompson, 1994).

3. Efniviður og aðferðir

Efniviður

Þau gögn sem notuð voru í þessari rannsókn voru ætternisgögn sem fengin voru frá Bændasamtökum Íslands. Innihéldu þau allar fánlegar ætternisupplýsingar um 206.398 hross fædd á árunum 1860 til 2010 á Íslandi.

Aðferðir

Til þess að reikna út skyldleikastuðla var forritið Pedig notað (Boichard, 2002). Skyldleikastuðlarnir voru reiknaðir þannig að fyrir hvert par af hestum sem skyldleiki var reiknaður fyrir, var búið til sýndarafkvæmi. Skyldleikaræktarstuðull þessa afkvæmis var svo reiknaður samkvæmt aðferð Meuwissen og Luo (1992), en skyldleiki hestanna er tvöfaldur skyldleikaræktarstuðull sýndarafkvæmis.

Forritið EVA_inbred (Sørensen, Sørensen, Baumung, Borchersen og Berg, 2008) var notað til þess að reikna út skyldleikaræktarstuðla allra einstaklinga, PEC stuðla fyrir alla einstaklinga og til að finna helstu forfeður og formæður að árgöngum 1990, 1995, 2000, 2005 og 2010.

Skyldleikaræktarstuðlarnir voru reiknaðir samkvæmt aðferð Meuwissen og Luo (1992). Skyldleikaræktarstuðlar voru reiknaðir fyrir hvern einstakling og einnig var reiknaður út meðal skyldleikaræktarstuðull innan árgangs. Þróun í skyldleikarækt var skoðuð fyrir árabilið 1980 til 2010 fyrir öll hross en einnig var hún skoðuð fyrir hross með mismunandi lágmarks PEC-stuðul. PEC-stuðlar voru $PEC5 \geq 0,24$, $\geq 0,40$ og $0,90$.

PEC stuðlar allra einstaklinga voru reiknaðir samkvæmt aðferð MacCluer o.fl. (1983). Formúlan fyrir PEC gildi hvers einstaklings er:

$$PEC_{animal} = \frac{4 * C_{sire} * C_{dam}}{C_{sire} + C_{dam}}$$

Þar sem C_{sire} og C_{dam} er framlag frá föður og móður línunum. Framlagið var reiknað samkvæmt eftirfarandi formúlu:

$$C = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d a_i$$

Þar sem a_i er hlutfall forfeðra í kynslóð i og d er fjöldi kynslóða (MacCluer o.fl., 1983). Í þessari rannsókn voru PEC stuðlarnir skoðaðir fyrir 5, 10 og 15 kynslóðir aftur.

Til að finna helstu forfeður og formæður var EVA_inbred forritið notað (Sørensen o.fl., 2008) og reiknað út samkvæmt aðferð Wolliams og Thompson (1994).

Virka stofnstærð (N_e) var reiknuð samkvæmt eftirfarandi formúlu þar sem virka stofnstærðin er áætluð út frá aukningu í skyldleikarækt yfir eitt ætliðabil (ΔF) fyrir hross sem voru með PEC 0,24 eða hærra en sú aukning í skyldleikarækt er fundin út með því að margfalda árlega aukningu í skyldleikarækt yfir eitt ætliðabil með ætliðabilinu (9,7 ár). Formúlan fyrir virka stofnstærð er (Falconer og Mackey, 1996):

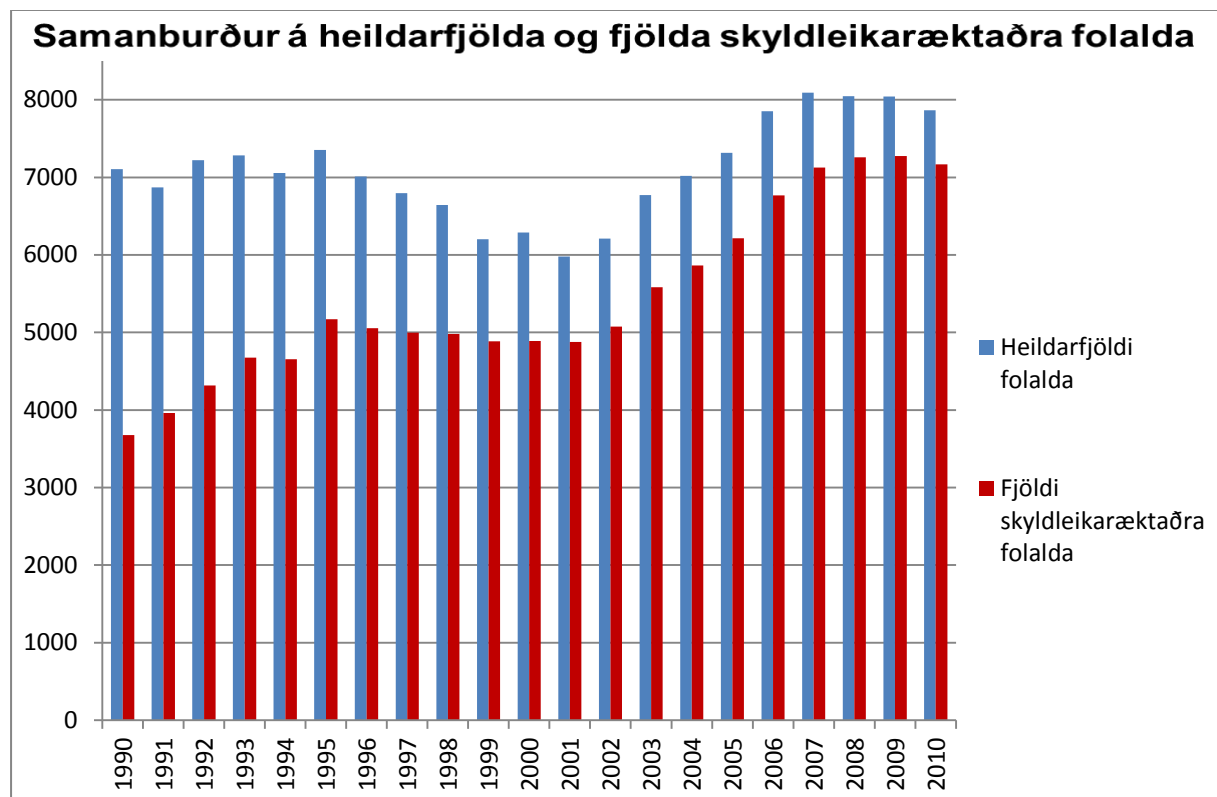
$$N_e = \frac{1}{2\Delta F}$$

4. Niðurstöður

4.1 Heildarfjöldi hrossa og fjöldi skyldleikaræktaðra hrossa

Fjöldi hrossa á Íslandi hefur aukist nokkuð undanfarna áratugi. Árið 1980 var fjöldi hrossa 52.346 og árið 2010 var heildarfjöldi hrossa orðinn 77.164.

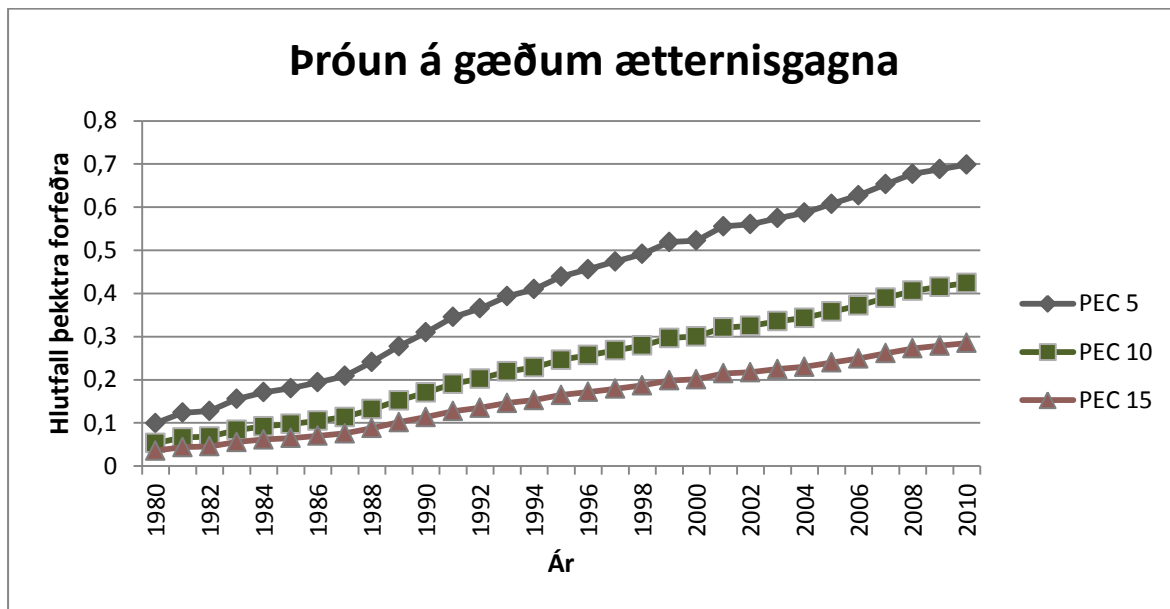
Mikil aukning hefur orðið í fjölda skyldleikaræktaðra folalda en það má að fyrir utan aukningu í skyldleikarækt skýra með aukinni og betri ættfærslu. Árið 2010 fæddust 7.863 folöld og þar af voru 7.169 folöld skyldleikaræktað eða 91,2% af heildarfjölda fæddra folalda. Þetta er þónokkur aukning miðað við að árið 1980 fæddust 347 skyldleikaræktað folöld af 2.143 í heildina sem gerir 16,2%. Til glöggvunar má sjá á 1. mynd samanburð á heildarfjölda fæddra folalda og hversu mörg af þeim eru skyldleikaræktað, það er að segja fjölda skyldleikaræktaðra folalda. Hér eru skoðuð árin frá 1990 til 2010. Þar sést að fjöldi skyldleikaræktaðra folalda er um og yfir helmingur fæddra folalda og eftir árið 1995 er meirihluti fæddra folalda skyldleikaræktað.



1. mynd: Samanburður á heildarfjölda folalda við fjölda skyldleikaræktaðra folalda.

4.2 Þróun á PEC stuðlum

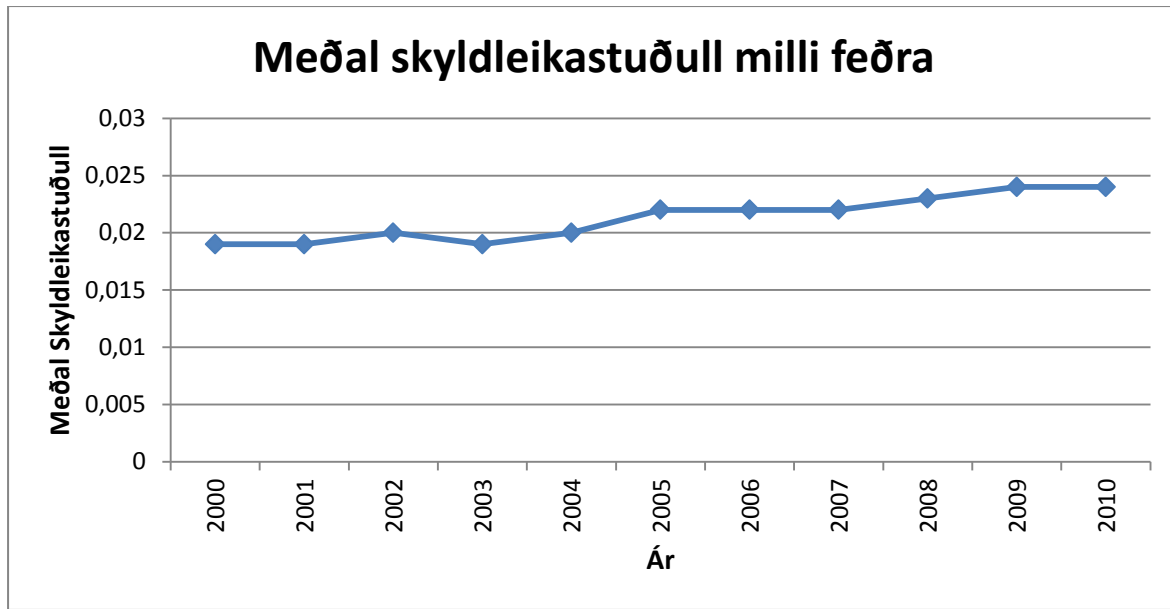
Líkt og sést á línuritinu á 2. mynd hefur þróunin á gæðum ætternisgagna aukist töluvert. Ef PEC stuðlar eru skoðaðir fyrir 5 kynslóðir aftur í ættartöflu hrossa hefur orðið mikil betrubót á hlutfalli þekktra forfeðra. Árið 1980 voru aðeins 9,96% þekkt en árið 2010 var það 69,9%. Ef PEC stuðlar eru skoðaðir fyrir 10 kynslóðir þá var árið 2010 42,2% forfeðra skráðir, miðað við 5,3% árið 1980 og sama hlutfall fyrir 15 kynslóðir aftur var árið 1980 3,54% en árið 2010 var það komið í 28,5%. Greinileg línuleg aukning hefur verið á þróuninni í gæðum ætternisgagnanna frá árinu 1980 til ársins 2010.



2. mynd: Þróun á gæðum ætternisgagna.

4.3 Þróun í skyldleika á milli feðra og á milli feðra og mæðra

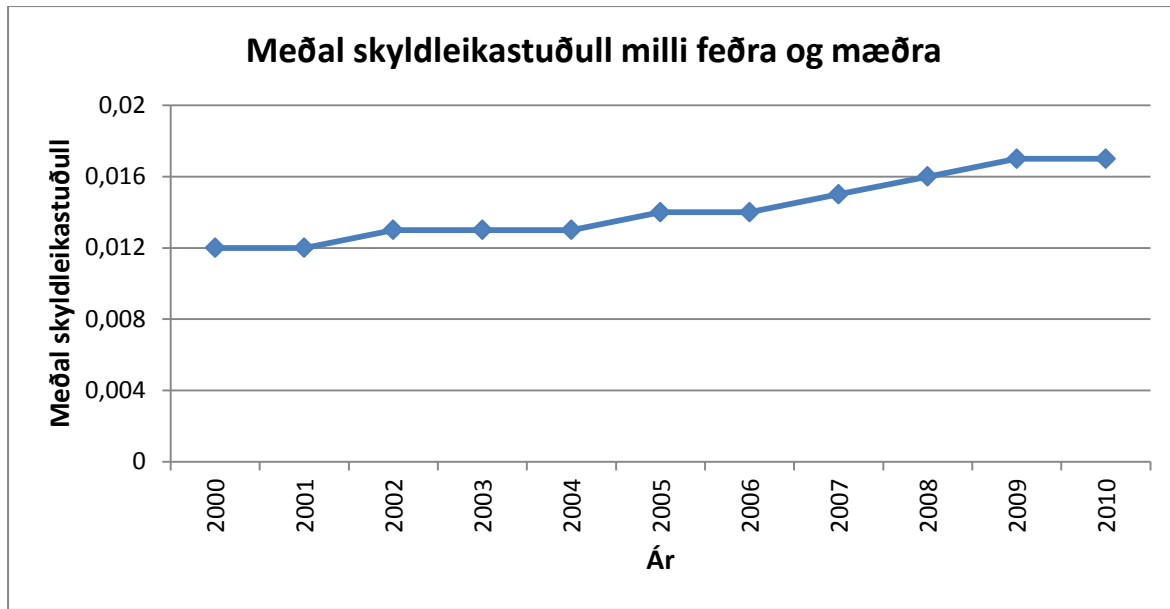
Meðal skyldleikastuðull á milli feðra folalda í sama árgangi hefur aukist um 0,5% á árunum 2000 til 2010. Meðal aukning í skyldleika á milli ára hefur verið 0,05%. Hæstur er skyldleikastuðullinn 2,4% árið 2009 og 2010 en lægstur er hann 1,9% árin 2000, 2001 og 2003. Á 3. mynd má sjá þróunina á meðal skyldleikastuðli á milli feðra folaldaárganganna sem fædd eru á árunum 2000 til 2010.



3. mynd: Sýnir þróun á meðal skyldleikastuðull milli feðra folaldaárgangana 2000 – 2010.

Á línuritinu á 3. mynd má sjá greinilega aukningu í skyldleika á milli feðra þar sem skyldleikastuðull hefur vaxið nánast línulega á milli ára.

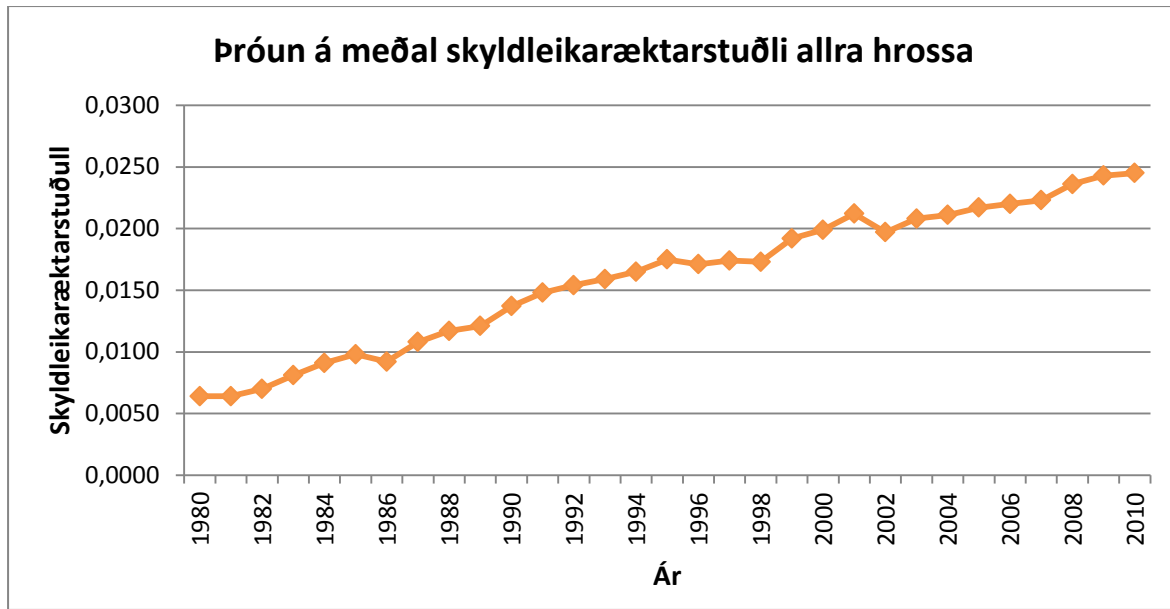
Þróun í meðal skyldleika á milli feðra og mæðra folalda sem fædd voru á árunum 2000 til 2010 er sýnd á 4. mynd. Aukning á skyldleikastuðlinum er líkt og á milli feðra 0,5% frá árinu 2000 til ársins 2010 og það sama má segja um meðal aukningu á milli ára, en hún var 0,05%. Hæst er skyldleikastuðullinn 1,7% á árunum 2009 og 2010 en lægstur er hann 1,2% árin 2000 og 2001. Greinileg aukning er á milli skyldleika feðra og mæðra í stofninum. Næstum línuleg aukning á skyldleikastuðlinum er á þessu árabili.



4. mynd: Sýnir þróun í meðal skyldleikastuðli á milli feðra og mæðra fyrir folaldaárgangana 2000 – 2010

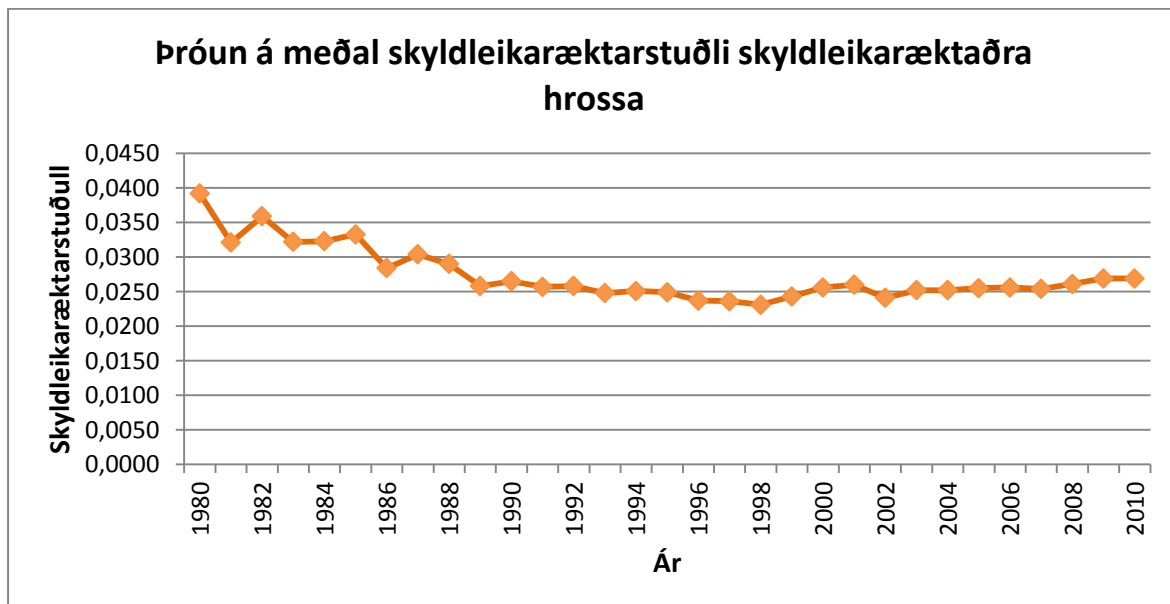
4.4 Skyldleikarækt

Á 5. mynd má sjá hvernig skyldleikaræktarstuðull íslenskra hrossa hefur þróast frá árinu 1980 til ársins 2010. Á því línuriti sést að meðal skyldleikaræktarstuðull íslenskra hrossa hefur hækkað töluvert á síðastliðnum 20 árum. Árið 1980 var meðal skyldleikaræktarstuðull allra íslenskra hrossa 0,64% og árið 2010 er hann kominn upp í 2,45% sem jafnframt er hæsti meðal skyldleikaræktarstuðull hrossa frá árinu 1980. Meðal skyldleikaræktarstuðullinn hefur aukist um 1,81% á árunum 1980 til 2010 og árleg aukning hefur á þessu árabili verið að meðaltali 0,06% á ári.



5. mynd: Próun á meðal skyldleikaræktarstuðli hrossa á Íslandi á árunum 1980-2010

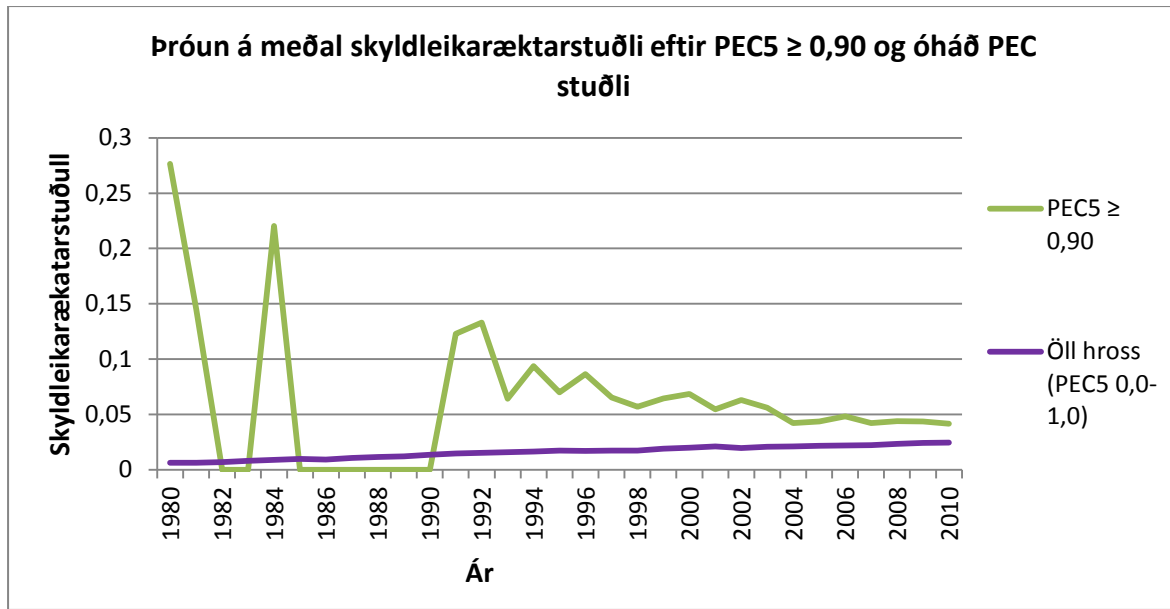
Á 6. mynd má sjá hvernig skyldleikaræktarstuðull skyldleikaræktaðra hrossa hefur þróast frá árinu 1980 til ársins 2010. Þar sést greinilega að í byrjun er stuðullinn svolítið sveiflukenndur. Það er vegna þess að fá hross höfðu svo góða ættfærslu og því standa fá hross á bakvið þennan stuðul og fá mikið skyldleikaræktuð hross hafa mikil áhrif á meðaltalið.



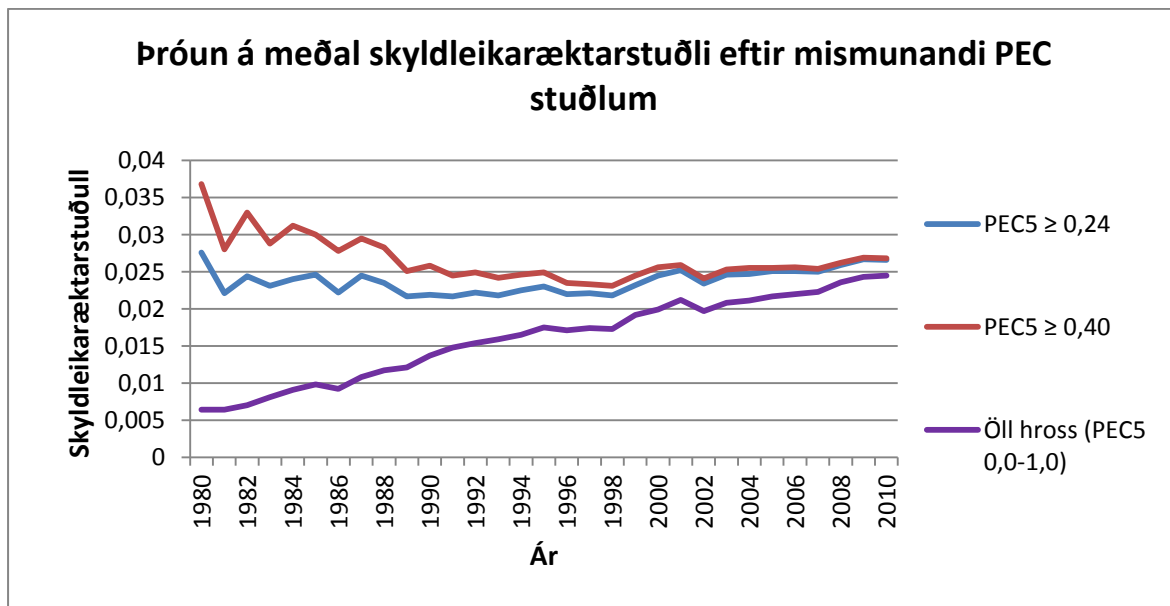
6. mynd: Próun á skyldleikaræktarstuðli þar sem einungis eru tekin skyldleikaræktuð hross á árunum 1980-2010

Eftir því sem líður frá árinu 1980 lækkar stuðullinn en hækkar síðan aftur uppúr 1998 það er vegna þess að þarna eru mun fleiri hross skráð og ættfærslurnar eru orðnar betri þannig að jafnara mat kemur á stuðulinn. Árið 2010 var meðal skyldleikaræktarstuðull skyldleikaræktaðra hrossa 2,69%.

Á 7. mynd má sjá hvernig meðal skyldleikaræktarstuðull hefur þróast miðað við $PEC5 \geq 0,90$ samanborið við þróun á meðal skyldleikaræktarstuðli óháð PEC stuðli. Þarna sést greinilega að eftir því sem meiri kröfur eru gerðar um þéttleika ætternisgagna því hærri verður stuðullinn. $PEC5 \geq 0,90$ stuðullinn er mjög sveiflukenndur fram til ársins 1998. Þetta má skýra að stórum hluta með því að ættfærslur voru ekki góðar og fáir einstaklingar á þessum tíma voru með vel þekkt ætterni og því standa fáir einstaklingar á bakvið þennan meðal skyldleikaræktarstuðul. Fyrir folöld fædd árið 1980 var aðeins eitt af þeim með 90% þekkta ættfærslu og var skyldleikaræktarstuðull þess 27,66%. Alveg fram til ársins 2004 eru einhverjar sveiflur á $PEC5 \geq 0,90$ stuðlinum en eftir það minnka sveiflurnar sem er vegna að fleiri hross eru komin með 90% þekkta ættfeður og -mæður 5 kynslóðir aftur. Árið 2010 var meðal skyldleikaræktarstuðull hrossa með $PEC5 \geq 0,90$ 4,17% og voru 555 folöld af 7.863 fæddum folöldum með þetta vel þekkta ætternisfærslu. Þetta gerir aðeins 7,06% af fæddum folöldum. Á árunum 1985 til 1990 voru engin fædd folöld með 90% þekkta ættfærslu og gefur það þess vegna skyldleikaræktarstuðull upp á 0 fyrir þau ár. Að meðaltali fæddust 0,8 einstaklingar með 90% þekkta ættfærslu frá árinu 1980 til ársins 1995 en að meðaltali frá árinu 1995 til ársins 2010 fæddust 166 einstaklingar með 90% þekkt ætterni.



7. mynd: Þróun á meðal skýldleikaræktarstuðli hrossa miðað við PEC5 \geq 0,90 og fyrir öll hross



8. mynd: Sýnir þróun á meðal skýldleikaræktarstuðli eftir PEC5 0,24; 0,40 og allra einstaklinga óháð PEC stuðli

Á 8. mynd sést hvernig PEC5 stuðlarnir \geq 0,24 og \geq 0,40 hafa þróast samanborið við enga takmörkun á þekktu ætterni (PEC5 0,0-0,1). Fram til ársins 1995 eru stuðlarnir þó nokkuð breytilegir en þegar ættfærslurnar fara batnandi eykst sá fjöldi fæddra folalda með 24% og 40%

þekkt ætterni 5 kynslóðir aftur. Að meðaltali fæddust 2.511 einstaklingar með 24% þekkt ætterni á árunum 1980 til 1995. Töluverð aukning hefur orðið á einstaklingum sem hafa 24% þekkt ætterni og að meðaltali fæddust 5.693 einstaklingar með svo þekkt ætterni á árunum 1995 til 2010. Árið 2010 fæddust 7.219 folöld með 24% þekkt ætterni sem gerir 91,81% af heildarfjölda fæddra folalda. Meðalfjöldi einstaklinga með 40% þekkt ætterni var 1.894 fyrir árin 1980 til 2010 en þar hefur einnig orðið töluverð aukning og á árunum 1995 til 2010 fæddust að meðaltali 5.693 einstaklingar með 40% þekkt ætterni. Árið 2010 fæddust 7.126 folöld með 40% þekkt ætterni sem gerir 90,63% af heildarfjölda fæddra folalda.

Árið 2010 er meðal skyldleikaræktarstuðull fyrir $PEC5 \geq 0,24$ og $PEC5 \geq 0,40$ nánast jafn en $PEC5 \geq 0,40$ þó örlítið hærri. Hann var 2,66% fyrir $PEC5 \geq 0,24$ og 2,68% fyrir $PEC5 \geq 0,40$.

4.5 Virk stofnstærð

Reiknuð var út virka stofnstærðin fyrir eitt ætliðabil (10 ár) fyrir árin 2001 til 2010. Reyndist virka stofnstærðin vera 122 einstaklingar og þróun í skyldleikarækt yfir eina kynslóð var 0,41%. Einnig var virk stofnstærð fyrir árin 1991 til ársins 2000 reiknuð til samanburðar og var hún þá 275 einstaklingar. Þróun í skyldleikarækt yfir eina kynslóð er 0,18% á þessum árum.

4.6 Helstu forfeður og formæður

Hér að neðan í 3. til 7. töflu má sjá efstu 10 forfeður og formæður fyrir árgangana 1990, 1995, 2000, 2005 og 2010. Hrafn frá Holtsmúla hefur mesta erfðaframlag til allra folalda fædd á tilteknum árum. Hann hefur aukið erfðaframlag sitt úr 5,74% (árið 1990) í 10,68% (árið 2000) eða nærri tvöfaldað það á tveimur áratugum. Hann hefur á þessum árum alltaf haft þó nokkuð forskot á þann forföður sem á næstmestu erfðahlutdeildina. Mest munaði árið 2010 þegar Hrafn átti 3,91% meira erfðaframlag heldur en Orri frá Þúfu sem er sá forfaðir sem á næstmesta erfðaframlagið í folöldum fædd árið 2010.

3. tafla: Efstu 10 forfeður árgangs 2010

Árgangur	IS-númer	Nafn hests	Erfðaframlag (%)
2010	IS1968157460	Hrafn frá Holtsmúla	10,68
2010	IS1986186055	Orri frá Þúfu í Landeyjum	6,77
2010	IS1952257001	Síða frá Sauðárkróki	6,63
2010	IS1964157001	Sörli frá Sauðárkróki	6,10
2010	IS1954257460	Jörp frá Holtsmúla	5,38
2010	IS1963157450	Snæfaxi frá Páfastöðum	5,35
2010	IS1976157003	Hervar frá Sauðárkróki	4,81

2010	IS1982151001	Otur frá Sauðárkróki	4,65
2010	IS1916158550	Sörli frá Svaðastöðum	4,60
2010	IS1937257001	Ragnars-Brúnka frá Sauðárkróki	3,96

4. tafla: Efstu 10 forfeður fyrir árgang 2005

Árgangur	IS-númer	Nafn hests	Erfðaframlag (%)
2005	IS1968157460	Hrafn frá Holtsmúla	9,53
2005	IS1952257001	Síða frá Sauðárkróki	6,12
2005	IS1964157001	Sörli frá Sauðárkróki	5,84
2005	IS1986186055	Orrí frá Þúfu í Landeyjum	5,68
2005	IS1954257460	Jörp frá Holtsmúla	4,79
2005	IS1963157450	Snæfaxi frá Páfastöðum	4,79
2005	IS1916158550	Sörli frá Svaðastöðum	4,35
2005	IS1982151001	Otur frá Sauðárkróki	4,08
2005	IS1976157003	Hervar frá Sauðárkróki	3,97
2005	IS1937257001	Ragnars-Brúnka frá Sauðárkróki	3,69

5. tafla: Efstu 10 forfeður árgangs 2000

Árgangur	IS-númer	Nafn hests	Erfðaframlag (%)
2000	IS1968157460	Hrafn frá Holtsmúla	8,20
2000	IS1952257001	Síða frá Sauðárkróki	5,90
2000	IS1964157001	Sörli frá Sauðárkróki	5,78
2000	IS1916158550	Sörli frá Svaðastöðum	4,26
2000	IS1954257460	Jörp frá Holtsmúla	4,14
2000	IS1963157450	Snæfaxi frá Páfastöðum	4,11
2000	IS1986186055	Orrí frá Þúfu í Landeyjum	3,70
2000	IS1943156690	Fengur frá Eiríksstöðum	3,59
2000	IS1976157003	Hervar frá Sauðárkróki	3,55
2000	IS1912158550	Möllers-Brúnn frá Svaðastöðum	3,53

6. tafla: Efstu 10 forfeður fyrir árgang 1995

Árgangur	IS-númer	Nafn hests	Erfðaframlag (%)
1995	IS1968157460	Hrafn frá Holtsmúla	7,49
1995	IS1964157001	Sörli frá Sauðárkróki	5,48
1995	IS1952257001	Síða frá Sauðárkróki	5,05
1995	IS1916158550	Sörli frá Svaðastöðum	4,01
1995	IS1954257460	Jörp frá Holtsmúla	3,81
1995	IS1963157450	Snæfaxi frá Páfastöðum	3,77
1995	IS1943156690	Fengur frá Eiríksstöðum	3,39
1995	IS1912158550	Möllers-Brúnn frá Svaðastöðum	3,36
1995	IS1908258550	Rauðblesa frá Svaðastöðum	3,36
1995	IS1941177415	Nökkvi frá Hólmi	3,18

7. tafla: Efstu 10 forfeður fyrir árgang 1990

Árgangur	IS-númer	Nafn hests	Erfðaframlag (%)
1990	IS1968157460	Hrafn frá Holtsmúla	5,74
1990	IS1964157001	Sörli frá Sauðárkróki	5,45
1990	IS1952257001	Síða frá Sauðárkróki	4,58
1990	IS1916158550	Sörli frá Svaðastöðum	3,69
1990	IS1943156690	Fengur frá Eiríksstöðum	3,35
1990	IS1967186102	Þáttur frá Kirkjubæ	3,12
1990	IS1912158550	Möllers-Brúnn frá Svaðastöðum	3,10
1990	IS1908258550	Rauðblesa frá Svaðastöðum	3,10
1990	IS1945257460	Jörp frá Holtsmúla	2,92
1990	IS1941177415	Nökkvi frá Hólmi	2,90

Í viðauka má sjá efstu 50 forfeður og formæður fyrir alla árgangana.

Að meðaltali jók Hrafn við erfðaframlag sitt um 1,23% á ári, frá árinu 1990 til ársins 2010. Mest jók hann við erfðaframlag sitt frá árinu 1990 til ársins 1995 eða um 1,75%, en minnst um 0,70% á árunum 1995 til 2000.

Orrí frá Þúfu hefur nærri tvöfaldað erfðaframlag sitt á 10 árum eða frá 3,70% árið 2000 í 6,77% árið 2010. Að meðaltali hefur Orrí aukið erfðaframlag sitt um 1,69% á ári. Mest jók hann erfðaframlagið um 3,70% frá árinu 1995 til ársins 2000. Það fór úr því að vera 0% erfðaframlag yfir í að vera 3,70%. Minnst jók hann erfðaframlagið um 1,09% frá árinu 2005 til ársins 2010.

Það eru ekki einungis stóðhestar sem eiga mesta erfðaframlagið því hryssan Síða frá Sauðárkróki er á meðal efstu 10 forfeðra og -mæðra. Hún hefur aukið framlag sitt að meðaltali um 0,51% á milli ára. Mest jók hún við sig um 0,85% frá árinu 1995 til ársins 2000 en minnst um 0,22% á árunum 2000 til 2005.

Sörli frá Sauðárkróki hefur aukið framlag sitt að meðaltali um 0,16% á milli ára. Mest jók hann við sig um 0,26% frá árinu 2005 til ársins 2010 en minnst við sig um 0,03% frá árinu 1990 til ársins 1995.

Jörp frá Holtsmúla hefur aukið framlag sitt að meðaltali um 0,62% á milli ára. Mest jók hún við sig um 0,89% frá árinu 1990 til ársins 1995 en minnst um 0,33% frá árinu 1995 til ársins 2000.

Snæfaxi frá Páfastöðum hefur aukið framlag sitt að meðaltali um 0,62% á milli ára. Mest jók hann við sig um 0,89% frá árinu 1990 til ársins 1995 og minnst við sig um 0,34% frá árinu 1995 til ársins 2000.

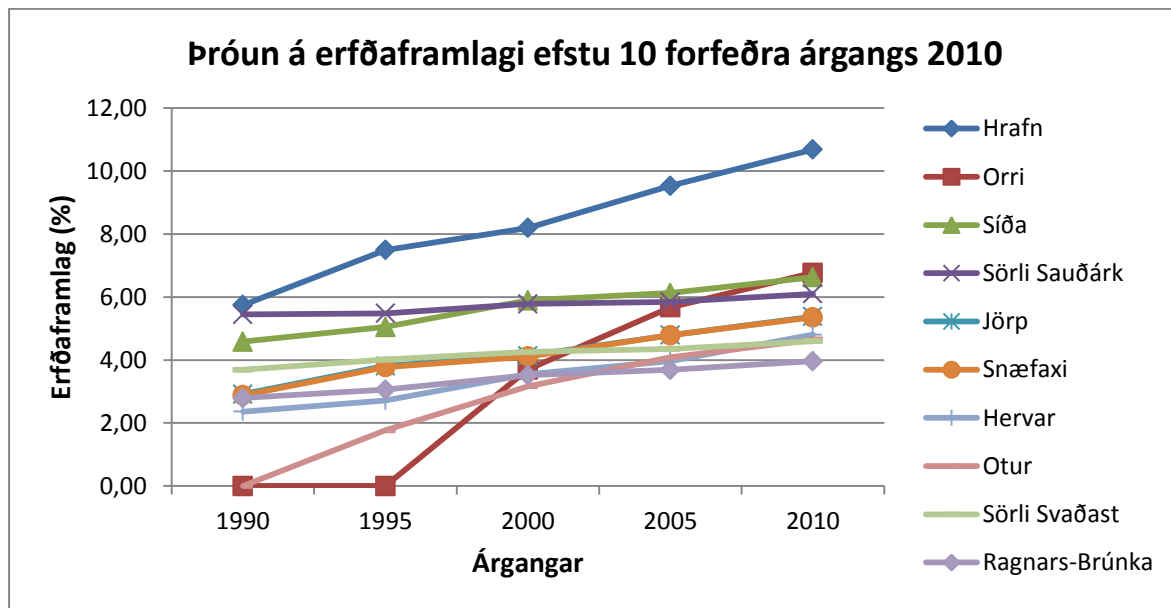
Hervar frá Sauðárkróki hefur aukið framlag sitt að meðaltali um 0,61% á milli ára. Mest jók hann við sig um 0,83% frá árinu 2005 til ársins 2010 en minnst við sig um 0,35% á árunum 1990 til 1995.

Otur frá Sauðárkróki hefur aukið framlag sitt að meðaltali um 1,16% á milli ára. Mest jók hann við sig um 1,77% frá árinu 1990 þar sem hann hafði 0% erfðaframlag til ársins 1995 þar sem hann hafði 1,77% framlag.

Sörli frá Svaðastöðum hefur aukið framlag sitt að meðaltali um 0,23% á milli ára. Mest jók hann við sig um 0,33% frá árinu 1990 til ársins 1995 og minnst við sig um 0,09% frá árinu 2000 til ársins 2005.

Ragnars-Brúnka frá Sauðakróki hefur að meðaltali aukið framlag sitt um 0,29% á milli ára. Mest jók hún við sig um 0,46% frá árinu 1995 til ársins 2000 en minnst jók hún við sig um 0,17 á árunum 2000 til 2005.

Á 9. mynd sést hvernig erfðaframlag efstu 10 forfeðra í árgang 2010 hefur þróast frá árinu 1990. Öll hrossin hafa aukið erfðaframlag sitt næstum línulega á milli ára. Þá er frá talinn Orri frá Þúfu sem er með 0% erfðaframlag fyrstu tvo árgangana en síðan hækkar hann sig nokkuð bratt.



9. mynd: Þróun efstu 10 forfeðra árgangs 2010 frá árinu 1990

5. Umræður

5.1 Fjöldi hrossa, fjöldi skyldleikaræktaðra og þróun á PEC stuðlum

Heildarfjöldi íslenskra hrossa hefur aukist mikið undanfarna þrjá áratugi. Skráning hrossa hefur haft mikil áhrif á þær heimildir sem við höfum um fjölda íslenskra hrossa. Skráning þeirra hófst árið 1923. Þá fengu hrossin ákveðin raðnúmer en á þeim tíma var skráning í ættbók aðeins skjalfest ef hrossin náðu ákveðnu einkunnarlágmarki á sýningum. Þannig var skráningin alveg fram til ársins 1986. Árið 1987 var tekið upp nýtt skráningarkerfi þar sem hrossin fengu sitt eigið fæðingarnúmer. Það var hins vegar ekki fyrr en árið 1990 að veigamikil skráning á íslenskum hrossum hófst þar sem fram kom ætterni þeirra, dómar, kynbótamat og aðrar mikilvægar upplýsingar (Kristinn Hugason, 1994). Þannig hefur skráning hrossa verið nokkuð misjöfn í gegnum tíðina og margt sem bendir til þess að raunverulegur fjöldi hrossa hafi verið nokkuð meiri heldur en skráning bendir til.

Frá árinu 1987 til ársins 1988 fjölga hrossum um 4.313 en um það leyti er nýtt skráningarkerfi tekið í notkun, þar sem hvert og eitt hross fékk sitt fæðingarnúmer. Fjöldi hrossa eykst mikið og má að hluta til skrifa það á betri skráningu ásamt því að áhugi manna á hrossum er að aukast og kominn meiri vilji fyrir því að kynbæta stofninn með skipulegum hætti. Aukinn fjöldi hrossa þýðir að sjálfsögðu aukningu á fæddum folöldum hvert ár. Það sama sést í fjölda fæddra folalda ár hvert að mesta aukning á milli ára er um 1.055 folöld frá árinu 1989 til 1990 en á því ári fæðast alls rúm 7 þúsund folöld. Þessi mikla aukning stafar að öllum líkindum vegna aukinnar skráningu því ólíklegt er að um þúsund hryssum hafi verið haldið til viðbótar á þeim tíma. Líklegra er að ræktendur hafi farið að skrá öll þau hross sem fæddust en ekki bara hluta af þeim eða í sumum tilfellum engin. Það er vegna þess hve seint var varið að skrá hrossin almennilega að lítill hluti hrossastofnsins hefur mjög vel þekktan bakgrunn eins og sjá má á þróun PEC stuðlanna. Líkt og kom fram var ekki byrjað að skrá hross almennilega fyrr en árið 1990 og þess vegna hefur reynst erfitt að ná að rekja svo langt aftur þannig að hlutfall þekktra forfeðra fyrir 10 og 15 kynslóðir er töluvert lægra heldur en hlutfall þekktra forfeðra þegar 5 kynslóðir aftur eru skoðaðar.

Með auknum fjölda hrossa ásamt auknu hlutfalli af þekktum forfeðrum eykst hlutfall þeirra hrossa sem eru skyldleikaræktuð. Hér er enn einu sinni hægt að vísa í ártölin 1989 til 1990, en þá jókst fjöldi skyldleikaræktaðra folalda um 850. Þarna eru ættfærslur hrossanna greinilega orðnar betri og að minnsta kosti foreldrar og afi eða amma þekkt þannig að vart varð við meiri

skyldleikarækt. Án þessara upplýsinga er ekki hægt að verða vart við skyldleikarækt og því hafa örugglega hross á árunum fyrir 1990 fengið skyldleikaræktarstuðulinn 0 þó svo að þau væru skyldleikaræktuð, það voru bara ekki til nógu góðar upplýsingar. Sömu ártöl má líta á í PEC stuðlunum en aukning verður á hlutfalli þekktra forfeðra þegar það fer uppí 24% árið 1988 þegar 5 kynslóðir voru skoðaðar. Töluverð aukning verður næstu árin og er hlutfall þekktra forfeðra komið upp í rúm 50% fyrir 5 kynslóðir aftur árið 2000. Þessi aukning skýrist af betri ættfærslum þar sem ræktendur voru farnir að vanda skráningar hrossa sinna til muna á þessu árabili með tilkomu nýs skráningarkerfis. Hlutfall skyldleikaræktaðra segir ekkert til um hversu mikið folöldin eru skyldleikaræktuð. Þær gefa einungis upplýsingar um það að folöldin eru að einhverju leyti, miklu leyti eða litlu leyti, skyldleikaræktuð. Flest hross eiga ættir sínar að rekja til sameiginlegs forföður, líkt og sést á erfðaframlagi einstakra hrossa, þó forfaðirinn sé mörgum kynslóðum fyrr, en vegna þess hve léleg skráning var á hrossum í upphafi hrossaræktar hafa að öllum líkindum einhverjir forfeður stofnsins ekki verið skráðir. Með betri og aukinni ættfærslu er greinilegt að hlutfall skyldleikaræktaðra fer hækkandi þar sem fleiri og fleiri forfeður eru þekktir.

Árið 1980 var hlutfall þekktra forfeðra lágt hvort sem skoðað var 5, 10 eða 15 kynslóðir aftur. Samanborið við niðurstöður MacCluer o.fl. (1983) sem skoðaði Standardbred hestakynið var hægt að rekja alla forfeður aftur um 5 kynslóðir hjá Standardbred hestunum. Hlutfall þekktra forfeðra var 76,3% þegar 10 kynslóðir aftur voru skoðaðar og 21,5% fyrir 15 kynslóðir. Þarna er greinilegt að Standardbred kynið hefur haft mun betri ættfærslur á þessum tíma heldur en íslenska kynið.

Þróunin er jákvæð og er í rétta átt og greinilegt að ætternisskráning hefur batnað til muna sem gerir það kleift að flestir forfeður eru þekktir þegar 5 kynslóðir aftur eru skoðaðar. Enn má gera betur en miðað við þá þróun sem komin er á skráningu íslenskra hrossa má reikna með því að hlutfall þekktra forfeðra 5 kynslóðir aftur verði orðið 100% á næstu 10-15 árum.

Ekki hefur verið jafn mikil aukning á hlutfalli þekktra forfeðra þegar 10 eða 15 kynslóðir aftur eru skoðaðar. Það er auðvitað erfiðara að auka hlutfall þekktra forfeðra fyrir svo margar kynslóðir aftur. Sérstaklega þar sem það er ekki er lengra síðan að farið var að skrá öll fædd hross með tilliti til ætternis. Þróunin er á uppleið og í framtíðinni verður hlutfall þekktra forfeðra aftur um margar kynslóðir mun herra. Það eru orðnar strangari kröfur um skráningu hrossa þar sem að frá árinu 2005 hefur verið skylda að einstaklingsmerkja öll hross (Reglugerð um merkingar búfjár nr.

289/2005). Hvorki er hægt að mæta með hest í keppni á viðurkenndu móti né á kynbótasýningu nema að hrossið sé einstaklingsmerkt og skráð í Worldfeng. Stóðhestar þurfa að sýna fram á DNA vottun um að þeir séu skráðir undan réttum foreldrum ásamt því að foreldrar þeirra skulu vera DNA greindir (Bændasamtök Íslands, 2011; Landssamband hestamannafélaga, 2011). Allt þetta leiðir til þess að færri og færri göt verða í ætternisskráningu hrossa og hlutfall þekktra forfeðra kemur til með að aukast til muna.

5.2 Skyldleiki á milli feðra og á milli feðra og mæðra

Skoðaður var meðal skyldleikastuðull á milli feðra og á milli feðra og mæðra fyrir árin 2000 til 2010.

Þegar niðurstöður rannsóknarinnar eru bornar saman við niðurstöður Þorvaldar Kristjánssonar (2005) má sjá að töluvert hærri skyldleiki var á milli feðra árið 2003 eða 2,3% miðað við 1,9% árið 2003 í þessari rannsókn. Það má skýra af auknum fjölda hrossa sem skráð hafa verið í gagnagrunninn Worldfeng sem leiðir til lægri skyldleikastuðuls.

Hækkunin á stuðlinum er þó í samræmi við niðurstöður Þorvaldar Kristjánssonar (2005) þar sem hún er næstum línuleg á milli ára. Í niðurstöðum Þorvaldar var líkleg skýring sú að ræktendur væru farnir að velja strangar hvaða hryssur voru settar undir stóðhesta sem skilaði sér í færri ásettum folöldum. Þetta virðist hinsvegar ekki vera raunin í þessari rannsókn þar sem fjöldi folalda hefur verið að aukast síðan árið 2001. Líkleg skýring á aukningu í skyldleika er sú að bestu kynbótahrossin orðin mörg hver af mjög svipuðum ræktunarlínum. Líkt og sést á niðurstöðunum um helstu forfeður. Þar eru nánast sömu 10 efstu forfeður fyrir alla árgangana sem gefur vísbendingu til þess að flest ræktunarhrossin séu tengt þessum sömu forfeðrum og séu því að einhverju leyti skyld. Þar sem skyldleiki á milli bæði feðra og á milli feðra og mæðra er að aukast þá verður að sama skapi aukning í skyldleikarækt sem veldur því að erfðabreytileikinn er að minnka. Þó svo að valið á kynbótahrossum sé orðið vandaðra þá er samt sem áður góðu hrossunum að fjölga. Mun fleiri skila sér á kynbótabrautina og því er hægt að velja meira úr góðum hrossum en þau eru hins vegar orðin skyldari.

5.3 Skyldleikarækt

Þróun í skyldleikarækt var skoðuð frá árinu 1980 til ársins 2010. Í upphafi tímabilsins var skyldleikaræktarstuðullinn mjög lágur. Á síðastliðnum 20 árum hefur hann hækkað töluvert. Það

má að hluta til útskýra með því að ættfærsla hrossanna hefur batnað töluvert líkt og sést á þróun í gæðum ætternisgagna. Einnig er greinilegt að ræktendur eru farnir að para saman meira skylda einstaklinga og þau kynbótahross sem mest eru notuð eru flest hver af sömu eða svipuðum ræktunarlinum sem veldur því að töluverð aukning hefur orðið á meðal skyldleikaræktarstuðli íslenskra hrossa. Líklegt er samt sem áður að skyldleikarækt hafi verið meiri en skyldleikaræktarstuðull á árunum 1980 til 1990 segir til um. Það er vegna þess að mörg hrossanna höfðu ekki lágmarks þekkt ætterni til að hægt væri að greina skyldleikarækt. Það ætti því að taka meðal skyldleikaræktarstuðlum þessara ára með fyrirvara vegna þess að hann gefur ekki alveg raunhæft mat á því sem var. Hann gefur okkur aðeins viðmið um það hvernig skyldleikarækt var á þessum tíma. Líklegast er hann vanmetinn og að skyldleikarækt hafi verið meiri en hann segir til um.

Þegar einungis skyldleikaræktuð hross eru skoðuð sést að í upphafi tímabilsins, það er að segja frá árinu 1980 til 1988, var meðalskyldleikaræktarstuðull skyldleikaræktaðra hrossa innan árs mjög sveiflukennður. Það má útskýra með því að ættfærsla hrossanna var ekki jafn góð á þessu tímabili. Einhver hluti þeirra skyldleikaræktuðu hrossa eiga mikið skylda forfeður og því sjálf mikið skyldleikaræktuð þannig að það rífur upp meðaltalið. Þó svo að meðal skyldleikaræktarstuðull skyldleikaræktaðra hrossa sé að aukast þá eru hrossin ekki jafn mikið skyldleikaræktuð og áður. Hins vegar er stór meirihluti þeirra eitthvað skyldleikaræktuð. Það er dýrt að halda hross og ræktendur eru farnir að vanda valið á þeim hrossum sem rækta skal undan. Einstaka hestar komast í tísku. Ræktendur keppast um að halda undir þá og stórir árgangar fæðast undan sömu hestunum mörg ár í röð. Hryssunum er síðan haldið undir stóðhesta af svipuðum ættum og þannig verða 91,2% hrossa á Íslandi skyldleikaræktuð.

Ef niðurstöður Þorvaldar Kristjánssonar (2005) eru bornar saman við niðurstöður þessarar rannsóknar þá sést að meðal skyldleikaræktarstuðull er að aukast. Meðal skyldleikaræktarstuðullinn fyrir árið 2010 er 2,45% en þetta er í samræmi við þá aukningu sem orðið hefur á skyldleika á milli kynbótahrossanna.

Rannsóknir hafa sýnt fram á það að frjósemi stóðhesta minnkar þegar skyldleikaræktarstuðull þeirra er kominn í 2 til 5% (van Eldik o.fl., 2006). Það er því rétt að hafa það í huga að meðal skyldleikaræktarstuðull íslenska hestsins er orðinn 2,5% og er að öllum líkindum enn að hækka miðað við hvernig hann hefur þróast í gegnum árin. Þannig þarf að huga að því hversu langt á að

fara í skyldleikarækt áður en hún fer að fara að hafa áhrif á frjósemi hestsins. Þorvaldur Kristjánsson (2005) er búinn að greina skyldleikaræktarhnignun í ýmsum eiginleikum hestsins sem dæmdir eru í kynbótadómi og því er full ástæða til þess að varast of mikla skyldleikarækt. Það eru ekki bara stóðhestarnir sem gætu orðið fyrir frjósemisvandamáli heldur er það þekkt að tíðni fastra hilda eykst með hærri skyldleikaræktarstuðli ásamt því að hlutfall fæddra folalda lækkar. Einnig hafa rannsóknir sýnt að snemmbúið fósturlát hjá hryssum aukist með hærri skyldleikaræktarstuðli (Sevinga, 2004; Cothran o.fl., 1984; Klemetsdal og Johnson, 1989). Þó svo að Ágúst Sigurðsson og Þorvaldur Árnason (1990) hafi ekki fundið marktæk tengsl á milli skyldleikaræktar og minnkandi frjósemi þá var úrtakið einungis 380 hross. Þetta þyrfti að skoða enn betur þar sem greinilegt er að skyldleikarækt er að aukast í íslenska hrossastofninum. Með allar þær þekktu rannsóknir sem til eru um áhrif skyldleikaræktar á eiginleika líkt og frjósemi er betra að reyna eins og hægt er að komast hjá þeim áhrifum áður en það verður um seinan. Miðað við mörg önnur erlend hestakyn er skyldleikarækt í íslenska hrossastofninum meðal mikil. Hún ætti að vera minni því þannig væri hægt að komast hjá þeim neikvæðu áhrifum sem skyldleikarækt getur haft.

Þegar skyldleikaræktarstuðlarnir eru skoðaðir með tilliti til þéttleika ætternisgagnanna sést að þó nokkrar sveiflur eru fram til ársins 1988 en það má skýra vegna þess að það voru ekki margir einstaklingar með svo þekktu ættfærslur í byrjun. Síðan helst stuðullinn helst nokkuð jafn fyrir $PEC5 \geq 0,24$ og $PEC5 \geq 0,40$. $PEC5 \geq 0,90$ er með hæsta meðal skyldleikaræktarstuðullinn en það er vegna þess að eftir því sem fleiri forfeður eru þekktir því meiri líkur eru á sameiginlegum forfeðrum. Hækkun á meðal skyldleikaræktarstuðli eftir því sem fleiri kynslóðir aftur eru raknar er í samræmi við niðurstöður Cothran o.fl. (1984) og MacCluer o.fl. (1983), þar sem skyldleikaræktarstuðullinn er breytilegur og hækkar eftir því sem meiri kröfur eru gerðar um þekkt ætterni.

Mikilvægt er að skoða þróun í skyldleikarækt með kröfur á þekkt ætterni. Þá er búið að taka út þau áhrif sem bætta ættfærslur hafa og eftir standa allir einstaklingar jafnt með að minnsta kosti 24% þekktu ættfærslu. Þar trufla ekki meðaltölin hross sem hafa litla sem enga ættfærslu þannig að ekki er hægt að meta skyldleikaræktarstuðla þeirra. Hins vegar hefur þetta þau áhrif að skyldleikaræktin er almennt lægri þó svo að allir einstaklingarnir séu með 24% þekkt ætterni. Þá er líklegt að skyldleikaræktarstuðullinn gefi vanmat á einhverja einstaklinga sem eru ekki með betur þekkt ætterni og eru jafnvel meira skyldleikaræktaðir en stuðullinn segir til um. Það standa

of fáir einstaklingar á bakvið $PEC5 \geq 0,90$ til þess að hægt sé að miða við þann stuðul sem raunveruleg þróun í skyldleikarækt þó svo að vissulega myndi hann gefa réttustu myndina ef ættfærslurnar væru það góðar að flest allur stofninn hefði svo margar þekktar kynslóðir aftur. Það er að segja að ef þekktir væru nánast allir forfeður hvers og eins einstaklings þá vissulega myndi það gefa réttustu myndina af þróun í skyldleikarækt þar sem hægt væri að koma auga á alla sameiginlega forfeður og þar með væri hægt að meta skyldleikaræktarstuðla hvers einstaklings með meiri nákvæmni. Miðað við $PEC5 \geq 0,90$ stuðulinn þá sést að líklegast er eitthvað vanmat á þróun í skyldleikarækt í heild sinni. Það er hins vegar ekki hægt að segja með fullri vissu vegna fárra einstaklinga. Niðurstöðurnar leiða það í ljós að mikilvægt er að hafa góðar upplýsingar um forfeður og formæður hvers einstaklings til þess að hægt sé að fá raunhæfara mat á þeirri skyldleikarækt sem er í stofninum og þróun hennar.

Niðurstöður Ágúst Sigurðsson og Jóns Viðars Jónmundssonar (1995) sýndu fram á að skyldleikaræktarstuðull íslenskra kúa á árabílinu 1960 til 1990 hækkaði meira á milli ára ef engar kröfur voru settar á þéttleika ætternisgagna ($PEC5$ 0,0-1,0) sem er í samræmi við niðurstöður þessarar rannsóknar. Greinilegt er samt á samanburði þessara tveggja rannsókna að ættfærslur íslensku kýrinnar eru betri heldur en ættfærslu íslenska hestsins. Niðurstöður þessarar rannsóknar eru einnig í samræmi við niðurstöður rannsóknar Ágúst og Jóns Viðars þar sem hæsti PEC stuðullinn var mjög sveiflukennður í fyrstu í báðum rannsóknum og gaf hæsta meðal skyldleikaræktarstuðulinn. Rannsókn Ágúst og Jóns Viðars tók yfir árin 1960 til 1990. Einnig samræmdust niðurstöður Ágúst og Jóns Viðars (1995) við niðurstöður þessarar rannsóknar, að töluvert færri einstaklingar voru á bakvið hærri PEC stuðla.

5.5 Virk stofnstærð

Af þessum niðurstöðum má sjá að töluvert hefur verið að ganga á erfðafjölbreytileikann í íslenska hrossastofninum á síðustu tveimur áratugum. Þessu fylgir einnig þónokkur aukning í skyldleikarækt.

Virk stofnstærð íslenska hestakynsins er þó ekki mjög fábrugðin öðrum hestakynjum líkt og sést á 2. töflu. Þar er meðal virka stofnstærðin 130,2 einstaklingar. Til þess að viðhalda erfðafjölbreytileika í stofni og komast hjá verulegri skyldleikaræktarhnignun þarf virka stofnstærðin að vera að lágmarki 50 einstaklingar (Shaffer, 1981) Þó nokkuð hefur gengið á erfðafjölbreytileika íslenska hrossastofnsins þar sem virka stofnstærðin hefur lækkað en enn

hefur ekki orðið vart við mikla hnignun enda er stofninum ekki hættu búin á þessu stigi. Erfðafjölbreytileikinn er ennþá nægur. Virka stofnstærðin minnkaði samt um 153 einstaklinga á þeim tímabilum sem hér voru skoðuð. Ef við höldum áfram á sömu braut gæti okkur verið hættu búin því ef virka stofnstærðin minnkar um 72 einstaklinga til viðbóta er hún komin niður í 50 einstaklinga. Það er alveg raunhæfur möguleiki á þessari þróun sem væri mjög slæm fyrir íslenska hrossastofninn. Þorvaldur Árnason, Gunnar Klemetsdal o.fl. (1995) reiknuðu út virka stofnstærð yfir eina kynslóð fyrir árin 1980-1989 og var hún þá 356,5 einstaklingar. Aukning í skyldleikarækt yfir eina kynslóð reyndist vera 0,14%. Samanborið við niðurstöður þessarar rannsóknar má sjá að mjög mikið hefur gengið á erfðafjölbreytileikann í stofninum síðustu tvo áratugi.

Ræktunarmarkmið íslenska hestsins er frekar víðfeðmt og gefur færi á því að mismunandi gerðir af hestum hljóti góða dóma. Þegar verið er að velja fyrir mörgum eiginleikum eykur það líkurnar á því að einstaklingar af fleiri ættlínunum veljist til ræktunar. Til samanburðar þá er Standardbred hestakynið töluvert meira skyldleikaræktað heldur en það íslenska enda hefur það kyn ekki jafn víðfeðmt ræktunarmarkmið. Þar var ekki álitnið að hestur stæðist kröfur til þess að vera titlaður sem Standardbred hestur nema hann gæti brokkað 1,6 km (eina mílu) á ákveðnum tíma. Nú er valið fyrir þeim byggingareiginleikum sem talið er að auki getu hestsins til að hlaupa hraðar ásamt því að hesturinn hafi taki sem lengst skref (USTA Standardbreds, 2012; The Standardbred Pleasure and Performance Horse Association of NSW, á.á). Standardbred hestakynið hefur því fremur einsleitt ræktunarmarkmið sem greinilega eykur skyldleikarækt í stofninum.

Með því að velja fyrir mörgum eiginleikum er reynt að viðhalda þeim fjölbreytileika sem íslenski hesturinn býr yfir þannig að hann mótist ekki í sama formið. Þá er orðin hættu á því að mjög einsleitur hópur stóðhesta sé notaður í ræktun af sömu ræktunarlínunum og þá fer mikið að ganga á erfðafjölbreytileikann. Með því ræktunarmarkmiði sem við höfum er verið að gefa færi á mismunandi gerðum af hestum þannig að hópurinn verði ekki einsleitur. Það er ekki auðvelt að vinna upp stofn sem orðið hefur fyrir mikilli hnignun líkt og Frísneski hesturinn sem er mikið skyldleikaræktaður í dag. Það þarf því að hafa í huga að vernda og viðhalda fjölbreytileikanum í íslenska hestakyninu. Þar sem íslenski hrossastofninn er lokaður erfðahópur þá er ennþá mikilvægara að ræktendur séu meðvitaðir um að viðhalda erfðafjölbreytileikanum þar sem ekkert utanaðkomandi erfðaefni kemur inn í stofninn.

5.6 Helstu forfeður og formæður

Hrafn frá Holtsmúla er óumdeilanlega einn mesti kynbótahestur íslenskrar hrossaræktar. Í þeim folöldum sem fædd eru árið 2010 er erfðaframlag hans til þeirra rúmt 10%. Í þeim árgöngum sem skoðaðir voru í þessari rannsókn (1990, 1995, 2000, 2005 og 2010) átti hann alltaf mesta erfðaframlagið. Sá hestur sem á næstmesta erfðaframlagið í hrossum sem fædd eru árið 2010 er Orri frá Þúfu í Landeyjum. Sá hestur setti mark sitt á sögu hrossaræktar mjög snögg en líkt og sést í niðurstöðunum er erfðaframlag hans árin 1990 og 1995 ekkert en stekkur upp í 3,70% árið 2000 þegar hann er einungis 14 vetra gamall. Orri vakti strax mikla athygli þegar hann kom fram fjögurra vetra gamall og enn meiri athygli þegar hann sigraði B-flokk á Landsmóti árið 1994. Hann fékk því strax ungur mikla notkun og hefur skilað mörgum hryssum í ræktun og á marga geysivinsæla stóðhesta sem bera hans erfðavísa áfram í ræktunina. Árið 2010 er erfðaframlag Orra komið upp í 6,77% þegar hann er 24. vetra gamall. Til samanburðar þá var Hrafn frá Holtsmúla 22. vetra gamall árið 1990 þegar erfðaframlag hans var upp á 5,74%. Orri er yngsti hesturinn, aðeins 24 vetra, af efstu 10 forfeðrum og mæðrum íslenska hestsins fyrir árgang 2010. Hann er enn á lífi ásamt Otri frá Sauðárkróki sem árið 2010 var 28 vetra.

Síða frá Sauðárkróki, sem er undan Ragnars-Brúnku frá Sauðárkróki, á þriðja mesta erfðaframlagið í hrossum fædd árið 2010. Sjálf átti Síða ekki nema 11 afkvæmi. Hún er ein helsta ættmóðir Sauðárkrókshestana og er á bakvið þá fjölmörgu vinsælu stóðhesta sem komið hafa frá þeirri ræktun. Þaðan kemur helst hennar erfðaframlag. Hún er móðir Sörla frá Sauðárkróki, Hervarar frá Sauðárkróki og Hrafnkötlu frá Sauðárkróki sem er móðir Oturs frá Sauðárkróki, föður Orra.

Sörli frá Sauðárkróki átti sjálfur 1.195 afkvæmi og er einna þekktastur fyrir það að vera faðir Náttfara frá Ytra-Dalsgerði sem var mjög vinsæll stóðhestur á sínum tíma. Náttfari átti sjálfur marga vinsæla stóðhesta eins og Baldur frá Bakka sem dæmi. Sörli frá Sauðárkróki er einnig á bakvið Orra, langalangafi hans. Þannig viðhaldast gen hans í stofninum.

Jörp frá Holtsmúla og Snæfaxi frá Páfastöðum eru foreldrar Hrafns frá Holtsmúla. Hrafn var eina afkvæmi þeirra beggja sem náði fyrstu verðlaunum í kynbótadómi. Jörp átti sjálf 10 afkvæmi en Snæfaxi átti 74. Erfðaframlag þeirra beggja er nánast það sama fyrir alla árgangana. Árið 2010 er erfðaframlag þeirra næstum því helmingur af erfðaframlagi Hrafns en aðeins sem segir að allt

þeirra erfðaframlag kemur nánast að öllu leyti í gegnum Hrafn frá Holtsmúla, þar sem erfðaframlagið helmingast í hverri kynslóð.

Hervar frá Sauðárkróki, sonur Hervarar frá Sauðárkróki, gaf margan vinsælan stóðhestinn og ber þar helst að nefna Otur frá Sauðárkróki sem er faðir Orra frá Þúfu. Þaðan kemur mest af hans erfðaframlagi, ásamt þeim fjölmörgu vinsælum stóðhestum sem hann hefur gefið. Margar hryssur undan honum eru í ræktun. Otur frá Sauðárkróki er enn einn kynbótahesturinn sem kemur frá Sauðárkróki. Líkt og áður sagði er Otur faðir Orra og þaðan kemur helst hans erfðaframlag. Ásamt því að vera faðir margra vinsælla stóðhesta hér á landi líkt og Rökkva frá Hárlaugstöðum og Kjarks frá Egilsstaðabæ.

Athyglisvert er að sjá að Sörli 71 frá Svaðastöðum er enn á meðal 10 efstu forfeðra og mæðra, en hann var fæddur árið 1916. Telja ætti hann því sem einn mesta kynbótahest sögunnar. Af þeim 10 hrossum sem talin eru upp sem forfeður/mæður fyrir 2010 árganginn eiga 9 af þeim ættir sínar að rekja til Sörla frá Svaðastöðum. Út frá því má álykta að hann sé á bakvið stóran hluta af íslenska hrossastofninum í dag þar sem afkomendur hans hafa markað stór spor í íslenska hrossarækt.

Greinilegt er að Svaðastaðaræktunin og Sauðárkróksræktunin standa á bakvið íslenska hrossastofninn í dag að stærstum hluta. Íslensku hrossin eiga greinilega flest hver ættir sínar að rekja til sömu forfeðra og formæðra.

5.7 Hvað skal gera í framhaldinu?

Það hefur sýnt sig bæði í þessari rannsókn og í rannsókn Þorvaldar Kristjánssonar (2005) að skyldleiki á milli þeirra hrossa sem notuð eru í ræktun er að aukast og þar með eykst skyldleikaræktun sem hefur áhrif á virku stofnstærðina til minnkunar og þar af leiðandi er erfðabreytileikinn í stofninum að minnka. Við þessu verður að sporna þar sem líkt og áður hefur komið fram þá hefur aukin skyldleikarækt neikvæð áhrif á ýmsa eiginleika.

Þorvaldur Kristjánsson (2005) skoðaði nokkrar mismunandi aðferðir sem hægt væri að nota til þess að viðhalda erfðabreytileika í stofni ásamt því að hámarka erfðaframarir til langs tíma. Niðurstöður hans væru þær að sú aðferð sem hægt væri að nota í íslenska hrossastofninum sé „Optimal contribution theory“ aðferð en hún byggir á því að hámarka erfðaframlag hvers og eins einstaklings með tilliti til langtíma hlutfalls af erfðafrámörum og skyldleikaræktar. Þannig eru valdir einstaklingar sem myndu gefa af sér hagstæðasta erfðaframlagið og þar með auka

erfðaframarir. Þar er einnig tekið tillit til skyldleika einstaklingsins við stofninn til þess að reyna að lágmarka skyldleikarækt (Meuwissen, 1997).

Önnur leið til þess að koma í veg fyrir aukningu í skyldleika án þess að missa erfðabreytileika og erfðaframarir er að setja kvóta á stóðhestana, það er að segja að takmarka fjölda hryssna hjá hverjum stóðhesti. Þannig minnkar meðal skyldleiki og erfðaframlag hvers og eins stóðhests verður jafnara. Þannig yrðu fleiri stóðhestar notaðir sem auka myndi erfðafjölbreytileikann (Klemetsdal, 1993)

Með aukningu á sæðingum og fósturvísaf lutningum fjölga þeim hálf systkinum sem fædd eru hvert ár, bæði að móðurinni og föðurnum til. Þannig eykst skyldleiki í stofninum. Því þarf að skoða hvernig skal nýta sér þessar tæknifrjógvanir þannig að þær fari ekki að hafa neikvæð áhrif á stofninn og auka skyldleikarækt. Íslenski hesturinn er allajafna mjög frjósamur og því er nauðsynlegt að viðhalda þeim eiginleika án þess að skyldleikaræktar aukning fari að hafa áhrif á þann eiginleika til hnignunar.

Það sama gildir um sæðingar en með þeirri tækni getur einn stóðhestur eignast yfir 100 folöld sama árið. Sæðingar eru yfirleitt dýrari heldur en að halda hryssu undir stóðhest í girðingu og því eru það aðeins vinsælustu og bestu hestarnir sem fara í sæðingar. Þannig verða fáir stóðhestar mikið notaðir sem leiðir til þess að þau folöld sem fæðast verða undan of einsleitum hópi stóðhesta. Í dag eru ekki til nein lög sem hamla því hversu margar hryssur má sæða frá hverjum hesti eða hversu marga fósturvísa má taka úr hryssu (Reglugerð um búfjársæðingar og flutning fósturvísa nr. 787/2003). Erfðabreytileikinn í stofninum í dag er nægur eins og er en ekki þarf mikið til þess að hann fari hratt dvínandi líkt og gerst hefur síðastliðin ár. Því er mikilvægt að halda í þann breytileika sem við höfum. Sporna við auknum skyldleika og minnka þannig skyldleikarækt. Þetta verður aðeins gert með því að vekja ræktendur til umhugsunar um stöðu stofnsins hvað varðar erfðafjölbreytileika og kynna þeim fyrir þeirri áhættu sem getur fylgt of mikilli skyldleikarækt. Á Íslandi hefur alltaf ríkt mikið frjálrsæði meðal bænda hvaða hesta þeir nota á sínar hryssur. Á mörgum stöðum erlendis þarf að fá samþykki fyrir hverri og einni pörun. Svo er ekki hér á landi og það mun vera töluvert erfitt að fara að setja strangar kröfur um hvaða paranir ræktendur mega gera. Það sem réttast væri að gera fyrir stofninn í heild sinni væri að vekja ræktendur til umhugsunar og hvetja þá til þess að huga að stofninum með því að nota fjölbreytta hesta af mismunandi ræktunarlínum. Það sem hægt væri samt sem áður að gera er að

setja einhverjar hömlur á það hversu margar hryssur megi sæða undan hverjum stóðhesti á hverju ári ásamt því að setja hömlur á þarir mikið skyldra einstaklinga eða notkun á stóðhest sem er mjög skyldleikaræktður. Hvað fósturvísaflutningana varðar þá ætti ekki að þurfa að setja hömlur á það strax enda er það mun flóknara ferli heldur en sæðingarnar. Eina leiðin til þess að auka erfðafjölbreytileika og minnka skyldleikarækt í stofninum er að fjölga notkun á stóðhestum. Að einskorðast ekki bara við ákveðnar línur og þar af leiðandi ákveðna stóðhesta. Þetta verður hins vegar ekki hægt að gera nema með vitundarvakningu ræktenda.

Það er nauðsynlegt að halda áfram að fylgjast með þróun í skyldleika innan stofnsins og erfðafjölbreytileikanum því virka stofnstærðin fer dvínandi og skyldleiki á milli kynbótahrossa er að aukast sem leiðir til enn meiri skyldleikaræktar. Stofninn og má ekki minnka mikið til þess að stofninn verði kominn á grátt svæði hvað varðar erfðafjölbreytileika og vart verði við skyldleikaræktarhnignun.

6. Ályktun

Þær ályktanir sem draga má af niðurstöðum þessarar rannsóknar er sú að skyldleikarækt er að aukast í íslenska hrossastofninum. Ástæðan fyrir þessari aukningu er sú að það eru tiltölulega fáir einstaklingar sem standa á bakvið stofninn líkt og niðurstöður um helstu forfeður sýna. Það veldur því að skyldleikinn er að aukast og meirihluti fæddra folalda er eitthvað skyldleikaræktaður. Stofninn er ekki enn kominn í hættu þar sem aukning í skyldleikarækt er enn undir viðmiðunarmörkum xog virk stofnstærð er enn yfir viðmiðunarmörkum sem er gott. Nauðsynlegt er að fylgjast vel með þróun skyldleikaræktar á næstu árum og halda ræktendum upplýstum og á varðbergi hvað þessi mál varðar. Þetta er ekki síst mikilvægt í stofni sem þessum, sem er lokaður erfðahópur og kynbótagildi metin með BLUP aðferðinni eru lögð til grundvallar vali á ræktunarhrossum að einhverju marki og kannski í auknu mæli í framtíðinni.

Í lokuðum erfðahóp eins og íslenska hrossastofninum verður aukning í skyldleikarækt ekki stöðvuð alveg af en hægt er og nauðsynlegt að reyna að lágmarka hana eins og hægt er. Þróaðar hafa verið aðferðir (Sørensen o.fl., 2008) sem hámarka erfðaframfarir til langs tíma með lágmarkun skyldleikaaukningar sem hægt er að beita í íslenska hrossastofninum.

Heimildaskrá

- Ágúst Sigurðsson og Jón Viðar Jónmundsson. (1995). Inbreeding and its impact in the closed population of Icelandic dairy cattle. *Animal Science*, 45(1), 11-16.
- Ágúst Sigurðsson og Þorvaldur Árnason. (1990). Skyldleikarækt og áhrif hennar á frjósemi hjá Kirkjubæjarhrossum. *Búvísindi*, 3, 89-100
- Ásdís Haraldsdóttir. (2000). *Boðið upp á fósturvísaf lutninga á Hólum*. Sótt 12. apríl 2012 af <http://www.mbl.is/greinasafn/grein/524632/>
- Bourdon, R. M. (2000). *Understanding animal breeding*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Bændasamtök Íslands. (2011). *Reglur um kynbótasýningar á Íslandi*. Sótt 30. apríl 2012 af <http://www.bondi.is/Pages/1205>
- Bændasamtök Íslands. (á.á.). Ræktunarmarkmið fyrir íslenska hrossakynið. Sótt 21. apríl 2012 á <http://bondi.is/Pages/475>
- Caballero, A. (1994). Developments in the prediction of effective population size. *Heredity*, 73, 657-679.
- Cervantes, I., Goyache, F., Molina, A., Valera, M. og Gutiérrez, J. P. (2011). Estimation of effective population size from the rate of coancestry in pedigreed populations. *Journal of animal breeding genetics*, 128, 56-63.
- Cothran, E. G., MacCluer, J. W., Weitkamp, L. R., Pfenning, D. W. og Boyce, A. J. (1984). Inbreeding and reproductive performance in Standardbred horses. *The journal of heredity*, 75, 220-224.
- Falconer, D. S og Mackey, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. Harlow, Essex: Longman.
- FEIF – International Federation of Icelandic Horse Associations. (2012). Sótt 13. apríl 2012 af <http://feif.org/Addresses/MemberAssociations/Switzerland/tabid/146/Default.aspx>
- Félag Hrossabænda. (á.á.). Export. Sótt 11. apríl 2012 af <http://www.fhb.is/sidur.aspx?articleid=63>

- Gísli B. Björnsson og Hjalti Jón Sveinsson. (2004). *Íslenski hesturinn*. Reykjavík: Mál og Menning.
- Guðlaugur V. Antonsson. (á.á). Kynbótamat hrossa haustkeyrsla 2011. Sótt 21. apríl 2012 á <http://bondi.is/Pages/2293>
- Guðmar og Jakobína. (2012). Fósturvísaf lutningar. Sótt 11. Apríl 2012 af <http://sandholaferja.is/thjonusta-2/fosturvisaf lutningar/>
- Gunnfríður Elín Hreiðarsdóttir og Jón Hallsteinn Hallsson. (2007). Uppruni íslenska hestsins. *Fræðaving landbúnaðarins*, 4, 97-103.
- Hagstofa Íslands. (2011). Sótt 11. apríl 2012 af <http://hagstofa.is/?PageID=2596&src=/temp/Dialog/varval.asp?ma=SJA10101%26ti=B%FAp eningur+1980%2D2010+%26path=../Database/sjavarutvegur/landbufe/%26lang=3%26units=Fj%F6ldi>
- Ingimar Sveinsson. (2010). Hrossafræði Ingimars: Alhliða upplýsinga- og fræðirit um hesta. Akranes: Uppheimar.
- Klemetsdal, G. (1993, ágúst). *Sire selection strategies in North-Swedish and Norwegian trotters*. Erindi flutt á Stencil, 44 EAAP, Århus, Danmörk.
- Klemetsdal, G. og Johnson, M. (1989). Effect of inbreeding on fertility in Norwegian trotter. *Livestock production science*, 21, 263-272.
- Kristinn Hugason, Þorvaldur Árnason og Jón V. Jónmundsson. (1985). A note on fertility and some demographical parameters of Icelandic toelter horses. *Livestock production science*, 12, 161-167.
- Kristinn Hugason. (1992). Um hrossakynbætur, helstu undirstöðuatriði. Í Jónas Jónsson (ritstj.), *Um kynbætur hrossa* (bls. 19-41). Reykjavík: Búnaðarfélag Íslands.
- Kristinn Hugason. (1994). Breeding of Icelandic toelter horses: an overview. *Livestock production science*, 40, 21-29.
- Landssamband Hestamannafélaga. (2011). *Lög og reglugerðir um keppni á vegum LH*, 2011-1. Sótt 30. apríl 2012 af http://lhhestar.is/static/files/Log_og_reglur/lh_logogreglur_2011.pdf
- Lög um innflutning dýra nr. 54/1990

- MacCluer, J. W., Boyce, A. J., Dyke, B., Weitkamp, L. R., Pfenning, D. W. og Parsons, C. J. (1983). Inbreeding and pedigree structure in Standardbred horses. *The journal of heredity*, 74, 394-399.
- Mahon, G. A. T. og Cunningham, E. P. (1982). Inbreeding and the inheritance of fertility in the Thoroughbred mare. *Livestock production science*, 9, 743-754.
- Meuwissen, T. (1997). Maximizing the response to selection with a predefined rate of inbreeding. *Journal of Animal Science*, 75(4), 934-940
- Meuwissen, T. og Luo, Z. (1992). Computing inbreeding coefficients in large populations. *Genetics Selection Evolution*, 24, 305-313.
- Ólafur R. Dýrmundsson. (1994). Frjósemi og sæðingar hrossa. *Ráðunautafundur, 1994*, 96-101.
- Rasmuson, M. (1993). Variation in genetic identity within kinships. *Heredity*, 70, 266-268.
- Reglugerð um búfjársæðingar og flutning fósturvísa nr. 787/2003
- Reglugerð um merkingar búfjár nr. 289/2005
- Sevinga, M., Vrijenhoek, T., Hesselink, J. W., Barkema, H. W. og Groen, A. F. (2004). Effect of inbreeding on the incidence of retained placenta in Friesian horses. *Journal of animal science*, 82, 892-986.
- Shaffer, M. L. (1981). Minimum population sizes for species conservation. *BioScience*, 31(2), 131-134.
- 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.
- The Standardbred Pleasure & Performance Horse Association of NSW. (á.á). *The Standardbred*. Sótt 30. apríl 2012 af <http://www.standardbred.org.au/page7.php>
- USTA Standardbreds. (2012). *Standardbred Breed Information*. Sótt 30. apríl 2012 af http://standardbreds.ustrotting.com/breed_information.cfm

- van Eldik, P., van der Waaij, E. H., Ducro, B., Kooper, A. W., Stout, T. A. E. og Colenbrander, B. (2006). Possible negative effects of inbreeding on semen quality in Shetland pony stallions. *Theriogenology*, 65, 1159-1170.
- Verrier, E., Colleau J. J. & Foulley J. L. (1993). Long-term effects of selection based on the animal model BLUP in a finite population. *Theor Appl Genet*, 87, 446-892
- Wolliams, J. A. og Thompson, R. (1994). A theory of genetic contribution. 5 *WCGALP*, 19, 127-134.
- Wolliams, J. A., Bijma, P. og Villanueva, B. (1999). Expected genetic contribution and their impact on gene flow and genetic gain. *Genetics*, 153, 1009-1020.
- Wright, S. (1922). Coefficients of Inbreeding and Relationship. *American Society of Naturalists*, 56(645), 330-338.
- Wright, S. og McPhee, H. (1925). An approximate method of calculating coefficients of inbreeding and relationship from livestock pedigree. *Journal of Agricultural Research* 31, 377-383
- Þorvaldur Árnason, Gunnar Klemetsdal og Ágúst Sigurðsson. (1995, ágúst). *Nordiska hästraser – gamla genresurser ägnade for framtidens behov*. Erindi flutt á International Symposium on Horse Breeding and Production in Cold Climatic Regions, Reykjavik.
- Þorvaldur Kristjánsson. (2005). *Inbreeding depression and preservation of genetic variation in the Icelandic horse population*. Óútgefin meistaraþrófsritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.
- Boichard, D. (2002). *Pedig: A Fortran package for pedigree analysis suited for large populations*. p. CD ROM no. 28–13. Montpellier, France: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

Myndaskrá

1. mynd: Samanburður á heildarfjölda folalda við fjölda skyldleikaræktaðra folalda.....	17
2. mynd: Þróun á gæðum ætternisgagna.	18
3. mynd: Sýnir þróun á meðal skyldleikastuðull milli feðra folaldaárgangana 2000 – 2010.	19
4. mynd: Sýnir þróun í meðal skyldleikastuðli á milli feðra og mæðra fyrir folaldaárgangana 2000 – 2010.....	20
5. mynd: Þróun á meðal skyldleikaræktarstuðli hrossa á Íslandi á árunum 1980-2010.....	21
6. mynd: Þróun á skyldleikaræktarstuðli þar sem einungis eru tekin skyldleikaræktuð hross á árunum 1980-2010	21
7. mynd: Þróun á meðal skyldleikaræktarstuðli hrossa miðað við $PEC5 \geq 0,90$ og fyrir öll hross	23
8. mynd: Sýnir þróun á meðal skyldleikaræktarstuðli eftir $PEC5$ 0,24; 0,40 og allra einstaklinga óháð PEC stuðli.....	23
9. mynd: Þróun efstu 10 forfeðra árgangs 2010 frá árinu 1990	27

Töfluskrá

1. tafla: Sýnir meðal skyldleikaræktarstuðull nokkurra hestakynja.	9
2. tafla: Virk stofnstærð mismunandi spænskra kynja.	12
3. tafla: Efstu 10 forfeður árgangs 2010.....	24
4. tafla: Efstu 10 forfeður fyrir árgang 2005	25
5. tafla: Efstu 10 forfeður árgangs 2000.....	25
6. tafla: Efstu 10 forfeður fyrir árgang 1995	25
7. tafla: Efstu 10 forfeður fyrir árgang 1990	26

Viðauki

Yfirlit yfir 50 efstu forfeður og mæður íslenska hrossastofnsins.

Árgangur	Nafn	IS- númer	Fjöldi	Erfðaframlag	Prósent
1990	Hrafn frá Holtsmúla	IS1968157460	7105	0,057446	5,74
1990	Sörli frá Sauðárkróki	IS1964157001	7105	0,054480	5,45
1990	Síða frá Sauðárkróki	IS1952257001	7105	0,045846	4,58
1990	Sörli frá Svaðastöðum	IS1916158550	7105	0,036864	3,69
1990	Fengur frá Eiríksstöðum	IS1943156690	7105	0,033522	3,35
1990	Þáttur frá Kirkjubæ	IS1967186102	7105	0,031158	3,12
1990	Möllers-Brúnn frá Svaðastöðum	IS1912158550	7105	0,030962	3,10
1990	Rauðblesa frá Svaðastöðum	IS1908258550	7105	0,030956	3,10
1990	Jörp frá Holtsmúla	IS1954257460	7105	0,029181	2,92
1990	Nökkvi frá Hólmi	IS1941177415	7105	0,028951	2,90
1990	Snæfaxi frá Páfastöðum	IS1963157450	7105	0,028811	2,88
1990	Ragnars-Brúnka frá Sauðárkróki	IS1937257001	7105	0,027930	2,79
1990	Léttir frá Svaðastöðum	IS1924158550	7105	0,027615	2,76
1990	Tinna frá Svaðastöðum	IS1915258550	7105	0,025049	2,50
1990	Hervar frá Sauðárkróki	IS1976157003	7105	0,023645	2,36
1990	Sokki frá Syðra-Vallholti	IS1942157598	7105	0,023097	2,31
1990	Skuggi frá Bjarnanesi 1	IS1937177180	7105	0,023025	2,30
1990	Bleikblesa (742) frá Grímstungu	IS1922256171	7105	0,021052	2,11
1990	Hylur frá Kirkjubæ	IS1962186101	7105	0,020380	2,04
1990	Hörður frá Kolkuósi	IS1957158589	7105	0,020140	2,01
1990	Sörli frá Svaðastöðum	IS1932158550	7105	0,019654	1,97
1990	Ófeigur frá Hvanneyri	IS1968135570	7105	0,017888	1,79
1990	Blakkur frá Hofsstöðum	IS1933158228	7105	0,016859	1,69
1990	Rauður frá Kolkuósi	IS1961158588	7105	0,016634	1,66
1990	Náttfari frá Ytra-Dalsgerði	IS1970165740	7105	0,016243	1,62
1990	Gustur frá Sauðárkróki	IS1973157005	7105	0,015816	1,58
1990	Von frá Kirkjubæ	IS1949286101	7105	0,015698	1,57
1990	Sörli frá Svaðastöðum	IS1908158550	7105	0,015481	1,55
1990	Hervör frá Sauðárkróki	IS1973257008	7105	0,015429	1,54
1990	Léttir frá Kolkuósi	IS1946158585	7105	0,015235	1,52
1990	Goði frá Sauðárkróki	IS1947157008	7105	0,014846	1,48
1990	Þrosur frá Reynistað	IS1947157410	7105	0,014797	1,48
1990	Hrafn frá Árnanesi	IS1960177160	7105	0,014522	1,45
1990	Sokki frá Varmalæk	IS1952157802	7105	0,014406	1,44
1990	Freyja frá Reykjavík	IS1955225289	7105	0,014406	1,44
1990	Ófeigur frá Flugumýri	IS1974158602	7105	0,014268	1,43
1990	Gylfi frá Vallanesi	IS1927157570	7105	0,013965	1,40
1990	Blossi frá Sauðárkróki	IS1967157001	7105	0,013366	1,34

1990	Skeifa frá Kirkjubæ	IS1952286111	7105	0,012262	1,23
1990	Litla-Jörp (225) frá Sandfelli	IS1919277795	7105	0,011512	1,15
1990	Geiru-Blesa frá Kirkjubæ	IS1947286100	7105	0,011386	1,14
1990	Snæfaxi frá Kirkjubæ	IS1956186102	7105	0,010850	1,09
1990	Blesa frá Akranesi	IS1947235068	7105	0,010070	1,01
1990	Huginn frá Mosfellsbæ	IS1948125129	7105	0,010070	1,01
1990	Feykir frá Hafsteinsstöðum	IS1977157350	7105	0,009817	0,98
1990	Stjarna frá Árnanesi	IS1950277155	7105	0,009485	0,95
1990	Ljúfur frá Hjaltabakka	IS1946156379	7105	0,009464	0,95
1990	Eldri-Stygg frá Svaðastöðum	IS1924258550	7105	0,009184	0,92
1990	Fluga frá Sauðárkróki	IS1958257001	7105	0,009052	0,91
1990	Hrafnkátla frá Sauðárkróki	IS1966257002	7105	0,008748	0,87

Árgangur	Nafn	IS-númer	Fjöldi	Erfðaframlag	Prósent
1995	Hrafn frá Holtsmúla	IS1968157460	7354	0,074937	7,49
1995	Sörli frá Sauðárkróki	IS1964157001	7354	0,054833	5,48
1995	Síða frá Sauðárkróki	IS1952257001	7354	0,050494	5,05
1995	Sörli frá Svaðastöðum	IS1916158550	7354	0,040124	4,01
1995	Jörp frá Holtsmúla	IS1954257460	7354	0,038106	3,81
1995	Snæfaxi frá Páfastöðum	IS1963157450	7354	0,037728	3,77
1995	Fengur frá Eiríksstöðum	IS1943156690	7354	0,033921	3,39
1995	Möllers-Brúnn frá Svaðastöðum	IS1912158550	7354	0,033639	3,36
1995	Rauðblesa frá Svaðastöðum	IS1908258550	7354	0,033634	3,36
1995	Nökkvi frá Hólmi	IS1941177415	7354	0,031820	3,18
1995	Ragnars-Brúnka frá Sauðárkróki	IS1937257001	7354	0,030586	3,06
1995	Páttur frá Kirkjubæ	IS1967186102	7354	0,030353	3,04
1995	Léttir frá Svaðastöðum	IS1924158550	7354	0,029564	2,96
1995	Tinna frá Svaðastöðum	IS1915258550	7354	0,027144	2,71
1995	Hervar frá Sauðárkróki	IS1976157003	7354	0,027141	2,71
1995	Ófeigur frá Flugumýri	IS1974158602	7354	0,027120	2,71
1995	Sokki frá Syðra-Vallholti	IS1942157598	7354	0,025332	2,53
1995	Skuggi frá Bjarnanesi 1	IS1937177180	7354	0,025141	2,51
1995	Hörður frá Kolkuósi	IS1957158589	7354	0,023304	2,33
1995	Bleikblesa (742) frá Grímstungu	IS1922256171	7354	0,023020	2,30
1995	Hylur frá Kirkjubæ	IS1962186101	7354	0,022222	2,22
1995	Sörli frá Svaðastöðum	IS1932158550	7354	0,021664	2,17
1995	Náttfari frá Ytra-Dalsgerði	IS1970165740	7354	0,020977	2,10
1995	Pröstur frá Reynistað	IS1947157410	7354	0,019223	1,92
1995	Sokki frá Varmalæk	IS1952157802	7354	0,018864	1,89
1995	Freyja frá Reykjavík	IS1955225289	7354	0,018864	1,89
1995	Gustur frá Sauðárkróki	IS1973157005	7354	0,018160	1,82
1995	Otur frá Sauðárkróki	IS1982151001	7354	0,017686	1,77

1995	Blakkur frá Hofstöðum	IS1933158228	7354	0,017522	1,75
1995	Goði frá Sauðárkróki	IS1947157008	7354	0,017357	1,74
1995	Sörli frá Svaðastöðum	IS1908158550	7354	0,016820	1,68
1995	Ófeigur frá Hvanneyri	IS1968135570	7354	0,016720	1,67
1995	Hervör frá Sauðárkróki	IS1973257008	7354	0,016078	1,61
1995	Gylfi frá Vallanesi	IS1927157570	7354	0,015293	1,53
1995	Von frá Kirkjubæ	IS1949286101	7354	0,015289	1,53
1995	Blossi frá Sauðárkróki	IS1967157001	7354	0,015283	1,53
1995	Léttir frá Kolkuósi	IS1946158585	7354	0,015056	1,51
1995	Jarpur frá Hólum	IS1960158300	7354	0,015041	1,50
1995	Hrafn frá Árnanesi	IS1960177160	7354	0,014921	1,49
1995	Kolskeggur frá Flugumýri	IS1966157001	7354	0,014826	1,48
1995	Gamla-Mósa frá Flugumýri	IS1938258600	7354	0,014644	1,46
1995	Rauður frá Kolkuósi	IS1961158588	7354	0,014309	1,43
1995	Kengála frá Flugumýri	IS1965257002	7354	0,013670	1,37
1995	Hrafnkatla frá Sauðárkróki	IS1966257002	7354	0,013545	1,35
1995	Geiru-Blesa frá Kirkjubæ	IS1947286100	7354	0,012673	1,27
1995	Litla-Jörp (225) frá Sandfelli	IS1919277795	7354	0,012571	1,26
1995	Kolfinnur frá Kjarnholtum 1	IS1981187020	7354	0,012417	1,24
1995	Kjarval frá Sauðárkróki	IS1981157025	7354	0,011694	1,17
1995	Snæfaxi frá Kirkjubæ	IS1956186102	7354	0,011677	1,17
1995	Blesa frá Akranesi	IS1947235068	7354	0,011652	1,17

Árgangur	Nafn	IS-númer	Fjöldi	Erfðaframlag	Prósent
2000	Hrafn frá Holtsmúla	IS1968157460	6290	0,081952	8,20
2000	Síða frá Sauðárkróki	IS1952257001	6290	0,058950	5,90
2000	Sörli frá Sauðárkróki	IS1964157001	6290	0,057801	5,78
2000	Sörli frá Svaðastöðum	IS1916158550	6290	0,042564	4,26
2000	Jörp frá Holtsmúla	IS1954257460	6290	0,041351	4,14
2000	Snæfaxi frá Páfastöðum	IS1963157450	6290	0,041100	4,11
2000	Orri frá Púfu í Landeyjum	IS1986186055	6290	0,036963	3,70
2000	Fengur frá Eiríksstöðum	IS1943156690	6290	0,035922	3,59
2000	Hervar frá Sauðárkróki	IS1976157003	6290	0,035458	3,55
2000	Möllers-Brúnn frá Svaðastöðum	IS1912158550	6290	0,035307	3,53
2000	Rauðblesa frá Svaðastöðum	IS1908258550	6290	0,035303	3,53
2000	Ragnars-Brúnka frá Sauðárkróki	IS1937257001	6290	0,035136	3,51
2000	Ófeigur frá Flugumýri	IS1974158602	6290	0,034936	3,49
2000	Nökkvi frá Hólmi	IS1941177415	6290	0,031994	3,20
2000	Otur frá Sauðárkróki	IS1982151001	6290	0,031662	3,17
2000	Léttir frá Svaðastöðum	IS1924158550	6290	0,031081	3,11
2000	Sokki frá Syðra-Vallholti	IS1942157598	6290	0,029568	2,96
2000	Tinna frá Svaðastöðum	IS1915258550	6290	0,028042	2,80

2000	Páttur frá Kirkjubæ	IS1967186102	6290	0,027146	2,71
2000	Bleikblesa (742) frá Grímstungu	IS1922256171	6290	0,026426	2,64
2000	Skuggi frá Bjarnanesi 1	IS1937177180	6290	0,025939	2,59
2000	Hylur frá Kirkjubæ	IS1962186101	6290	0,022527	2,25
2000	Sörli frá Svaðastöðum	IS1932158550	6290	0,021829	2,18
2000	Þröstur frá Reynistað	IS1947157410	6290	0,020960	2,10
2000	Hrafnkatla frá Sauðárkróki	IS1966257002	6290	0,020746	2,07
2000	Hervör frá Sauðárkróki	IS1973257008	6290	0,020630	2,06
2000	Náttfari frá Ytra-Dalsgerði	IS1970165740	6290	0,020581	2,06
2000	Sokki frá Varmalæk	IS1952157802	6290	0,020550	2,06
2000	Freyja frá Reykjavík	IS1955225289	6290	0,020550	2,06
2000	Goði frá Sauðárkróki	IS1947157008	6290	0,019291	1,93
2000	Jarpur frá Hólum	IS1960158300	6290	0,019104	1,91
2000	Blossi frá Sauðárkróki	IS1967157001	6290	0,019084	1,91
2000	Kolskeggur frá Flugumýri	IS1966157001	6290	0,018787	1,88
2000	Gamla-Mósa frá Flugumýri	IS1938258600	6290	0,018609	1,86
2000	Dama frá Þúfu í Landeyjum	IS1983284555	6290	0,018482	1,85
2000	Blakkur frá Hofsstöðum	IS1933158228	6290	0,018180	1,82
2000	Gustur frá Sauðárkróki	IS1973157005	6290	0,018077	1,81
2000	Hörður frá Kolkuósi	IS1957158589	6290	0,017739	1,77
2000	Sörli frá Svaðastöðum	IS1908158550	6290	0,017654	1,77
2000	Kengála frá Flugumýri	IS1965257002	6290	0,017602	1,76
2000	Gylfi frá Vallanesi	IS1927157570	6290	0,017568	1,76
2000	Rauður frá Kolkuósi	IS1961158588	6290	0,016945	1,69
2000	Kjarval frá Sauðárkróki	IS1981157025	6290	0,019008	1,90
2000	Ófeigur frá Hvanneyri	IS1968135570	6290	0,015082	1,51
2000	Léttir frá Kolkuósi	IS1946158585	6290	0,014745	1,47
2000	Gáski frá Hofsstöðum	IS1973135980	6290	0,014378	1,44
2000	Von frá Kirkjubæ	IS1949286101	6290	0,013636	1,36
2000	Adam frá Meðalfelli	IS1979125040	6290	0,013126	1,31
2000	Litla-Jörp (225) frá Sandfelli	IS1919277795	6290	0,012969	1,30
2000	Feykir frá Hafsteinsstöðum	IS1977157350	6290	0,012912	1,29

Árgangur	Nafn	IS-númer	Fjöldi	Erfðaframlag	Prósent
2005	Hrafn frá Holtsmúla	IS1968157460	7314	0,09528	9,53
2005	Síða frá Sauðárkróki	IS1952257001	7314	0,06125	6,12
2005	Sörli frá Sauðárkróki	IS1964157001	7314	0,05840	5,84
2005	Orri frá Þúfu í Landeyjum	IS1986186055	7314	0,05675	5,68
2005	Jörp frá Holtsmúla	IS1954257460	7314	0,04792	4,79
2005	Snæfaxi frá Páfastöðum	IS1963157450	7314	0,04785	4,79
2005	Sörli frá Svaðastöðum	IS1916158550	7314	0,04348	4,35
2005	Otur frá Sauðárkróki	IS1982151001	7314	0,04082	4,08

2005	Hervar frá Sauðárkróki	IS1976157003	7314	0,03970	3,97
2005	Ragnars-Brúnka frá Sauðárkróki	IS1937257001	7314	0,03688	3,69
2005	Fengur frá Eiríksstöðum	IS1943156690	7314	0,03669	3,67
2005	Möllers-Brúnn frá Svaðastöðum	IS1912158550	7314	0,03634	3,63
2005	Rauðblesa frá Svaðastöðum	IS1908258550	7314	0,03633	3,63
2005	Ófeigur frá Flugumýri	IS1974158602	7314	0,03539	3,54
2005	Nökkvi frá Hólmi	IS1941177415	7314	0,03296	3,30
2005	Léttir frá Svaðastöðum	IS1924158550	7314	0,03238	3,24
2005	Sokki frá Syðra-Vallholti	IS1942157598	7314	0,03070	3,07
2005	Tinna frá Svaðastöðum	IS1915258550	7314	0,02919	2,92
2005	Dama frá Þúfu í Landeyjum	IS1983284555	7314	0,02838	2,84
2005	Bleikblesa (742) frá Grímstungu	IS1922256171	7314	0,02770	2,77
2005	Skuggi frá Bjarnanesi 1	IS1937177180	7314	0,02732	2,73
2005	Hrafkatla frá Sauðárkróki	IS1966257002	7314	0,02522	2,52
2005	Þröstur frá Reynistað	IS1947157410	7314	0,02416	2,42
2005	Sokki frá Varmalæk	IS1952157802	7314	0,02393	2,39
2005	Freyja frá Reykjavík	IS1955225289	7314	0,02393	2,39
2005	Þáttur frá Kirkjubæ	IS1967186102	7314	0,02302	2,30
2005	Sörli frá Svaðastöðum	IS1932158550	7314	0,02275	2,28
2005	Hervör frá Sauðárkróki	IS1973257008	7314	0,02257	2,26
2005	Hylur frá Kirkjubæ	IS1962186101	7314	0,02242	2,24
2005	Náttfari frá Ytra-Dalsgerði	IS1970165740	7314	0,02241	2,24
2005	Adam frá Meðalfelli	IS1979125040	7314	0,02208	2,21
2005	Gustur frá Sauðárkróki	IS1973157005	7314	0,02128	2,13
2005	Goði frá Sauðárkróki	IS1947157008	7314	0,02085	2,08
2005	Blossi frá Sauðárkróki	IS1967157001	7314	0,02074	2,07
2005	Gáski frá Hofsstöðum	IS1973135980	7314	0,01903	1,90
2005	Kolskeggur frá Flugumýri	IS1966157001	7314	0,01879	1,88
2005	Jarpur frá Hólum	IS1960158300	7314	0,01876	1,88
2005	Gamla-Mósa frá Flugumýri	IS1938258600	7314	0,01854	1,85
2005	Blakkur frá Hofsstöðum	IS1933158228	7314	0,01845	1,84
2005	Gylfi frá Vallanesi	IS1927157570	7314	0,01844	1,84
2005	Sörli frá Svaðastöðum	IS1908158550	7314	0,01817	1,82
2005	Hörður frá Kolkuósi	IS1957158589	7314	0,01799	1,80
2005	Kengála frá Flugumýri	IS1965257002	7314	0,01783	1,78
2005	Rauður frá Kolkuósi	IS1961158588	7314	0,01651	1,65
2005	Kolfinnur frá Kjarnholtum 1	IS1981187020	7314	0,01467	1,47
2005	Léttir frá Kolkuósi	IS1946158585	7314	0,01449	1,45
2005	Ófeigur frá Hvanneyri	IS1968135570	7314	0,01430	1,43
2005	Svana frá Þúfu í Landeyjum	IS1976284554	7314	0,01422	1,42
2005	Gustur frá Hóli	IS1988165895	7314	0,01384	1,38
2005	Feykir frá Hafsteinsstöðum	IS1977157350	7314	0,01375	1,37

Árgangur	Nafn	IS-númer	Fjöldi	Erfðaframlag	Prósent
2010	Hrafn frá Holtsmúla	IS1968157460	7863	0,106825	10,68
2010	Orri frá Þúfu í Landeyjum	IS1986186055	7863	0,067669	6,77
2010	Síða frá Sauðárkróki	IS1952257001	7863	0,066277	6,63
2010	Sörli frá Sauðárkróki	IS1964157001	7863	0,060997	6,10
2010	Jörp frá Holtsmúla	IS1954257460	7863	0,053782	5,38
2010	Snæfaxi frá Páfastöðum	IS1963157450	7863	0,053517	5,35
2010	Hervar frá Sauðárkróki	IS1976157003	7863	0,048074	4,81
2010	Otur frá Sauðárkróki	IS1982151001	7863	0,046495	4,65
2010	Sörli frá Svaðastöðum	IS1916158550	7863	0,045973	4,60
2010	Ragnars-Brúnka frá Sauðárkróki	IS1937257001	7863	0,039622	3,96
2010	Ófeigur frá Flugumýri	IS1974158602	7863	0,039026	3,90
2010	Möllers-Brúnn frá Svaðastöðum	IS1912158550	7863	0,038137	3,81
2010	Rauðblesa frá Svaðastöðum	IS1908258550	7863	0,038135	3,81
2010	Fengur frá Eiríksstöðum	IS1943156690	7863	0,038088	3,81
2010	Nökkvi frá Hólmi	IS1941177415	7863	0,034052	3,41
2010	Dama frá Þúfu í Landeyjum	IS1983284555	7863	0,033834	3,38
2010	Léttir frá Svaðastöðum	IS1924158550	7863	0,036670	3,67
2010	Sokki frá Syðra-Vallholti	IS1942157598	7863	0,033214	3,32
2010	Tinna frá Svaðastöðum	IS1915258550	7863	0,030296	3,03
2010	Bleikblesa (742) frá Grímstungu	IS1922256171	7863	0,029777	2,98
2010	Skuggi frá Bjarnanesi 1	IS1937177180	7863	0,028417	2,84
2010	Hrafnkatla frá Sauðárkróki	IS1966257002	7863	0,027372	2,74
2010	Adam frá Meðalfelli	IS1979125040	7863	0,027302	2,73
2010	Þröstur frá Reynistað	IS1947157410	7863	0,026997	2,70
2010	Sokki frá Varmalæk	IS1952157802	7863	0,026759	2,68
2010	Freyja frá Reykjavík	IS1955225289	7863	0,026759	2,68
2010	Hervör frá Sauðárkróki	IS1973257008	7863	0,026227	2,62
2010	Blossi frá Sauðárkróki	IS1967157001	7863	0,024712	2,47
2010	Hylur frá Kirkjubæ	IS1962186101	7863	0,024673	2,47
2010	Þáttur frá Kirkjubæ	IS1967186102	7863	0,024378	2,44
2010	Náttfari frá Ytra-Dalsgerði	IS1970165740	7863	0,024131	2,41
2010	Sörli frá Svaðastöðum	IS1932158550	7863	0,023498	2,35
2010	Goði frá Sauðárkróki	IS1947157008	7863	0,022461	2,25
2010	Gáski frá Hofsstöðum	IS1973135980	7863	0,022436	2,24
2010	Gustur frá Sauðárkróki	IS1973157005	7863	0,022015	2,20
2010	Kolskeggur frá Flugumýri	IS1966157001	7863	0,021136	2,11
2010	Jarpur frá Hólum	IS1960158300	7863	0,021023	2,10
2010	Gamla-Mósa frá Flugumýri	IS1938258600	7863	0,020684	2,07
2010	Kolfinnur frá Kjarnholtum 1	IS1981187020	7863	0,019879	1,99
2010	Gylfi frá Vallanesi	IS1927157570	7863	0,019811	1,98
2010	Kengála frá Flugumýri	IS1965257002	7863	0,019565	1,96
2010	Sörli frá Svaðastöðum	IS1908158550	7863	0,019069	1,91

2010	Blakkur frá Hofsstöðum	IS1933158228	7863	0,019011	1,90
2010	Hörður frá Kolkuósi	IS1957158589	7863	0,017382	1,74
2010	Svana frá Þúfu í Landeyjum	IS1976284554	7863	0,016917	1,69
2010	Kjarval frá Sauðárkróki	IS1981157025	7863	0,014907	1,49
2010	Andvari frá Varmahlíð	IS1954157940	7863	0,014770	1,48
2010	Vordís frá Sandhólaferju	IS1971286470	7863	0,014380	1,44
2010	Litla-Jörp (225) frá Sandfelli	IS1919277795	7863	0,014208	1,42
2010	Rauður frá Kolkuósi	IS1961158588	7863	0,013975	1,40