

# Hreyfigreining á hægu tölti kynbótahrossa

Linda Karen Gunnarsdóttir



**Hólaskóli – Háskólinn á Hólum**  
**Hestafræðideild**



**Landbúnaðarháskóli Íslands**  
Agricultural University of Iceland

Auðlindadeild

# Hreyfigreining á hægu tölti kynbótahrossa

Linda Karen Gunnarsdóttir

Leiðbeinendur:

Þorvaldur Kristjánsson og Víkingur Gunnarsson

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.*

---

Linda Karen Gunnarsdóttir

## Ágrip

Rannsókn þessi var gerð til að reyna að meta með hlutlægum hætti breytileika í hreyfingum á hægu tölti hjá kynbótahrossum. Voru skoðuð 10 hross (hópur 1) sem hlutu úrvalseinkunn ( $\geq 9,0$ ) og 10 hross (hópur 2) sem hlutu meðaleinkunn (7,5) fyrir hægt tölt í fordómi á Landsmóti 2011. Valið var tilviljanakennt úr hópi kynbótadæmdra hrossa sem hlutu tiltekna einkunn fyrir hægt tölt.

Gögnum var safnað af myndböndum frá Landsmóti 2011 sem gefið var út af Landsmóti ehf. og greind í hugbúnaðinum Dartfish Software 6. Var nákvæmni við greiningu samsvarandi við 50 ramma á sekúndu.

Alls voru mæld 9 skref hjá hverjum hesti, eða 180 skref í heild. Reiknaður var hraði (m/s) hestanna á hægu tölti auk þess sem skreftími var mældur ásamt stöðu- og sviftíma fóta. Þá voru reiknaðar nokkrar afleiðustærðir þessara mælinga; LAP, DAP, HL2ST, SK2ST, DF fram, DF aftur og DF hlutfall.

Meðalhraði hrossa í hópi 1 var 3,71 m/s og 4,09 m/s hjá hópi 2. Skreftími hrossa í hópi 1 var að meðaltali 524 ms en 511 ms í hópi 2. Taktur hrossanna var metinn út frá þeim tíma sem leið milli snertinga hliðstæðra fóta hvorrar hliðar um sig og meðaltal þeirra reiknað sem hlutfall af heilu skrefi. Reyndust hrossin í hópi 2 (LAP=23%) hafa hliðstæðari takt en hross í hópi 1 (LAP=27%). Burður hrossanna var metinn með því að skoða stöðuhlutfall afturfóta og reyndust hross í hópi 1 hafa hærra stöðuhlutfall afturfóta (DF aftur=48%) miðað við hross í hópi 2 (DF aftur=46%). Sviftími framfóta var að meðaltali lengri hjá hópi 1 (341 ms) en hjá hópi 2 (316 m/s) sem gefur til kynna að þau hross hafi búið yfir meiri fótaborði. Þrístuðningur var skráður hjá 8 hrossum í hópi 1 en aðeins hjá 4 hrossum í hópi 2. Skýring þess er m.a. vegna hraðamunar þar sem hross í hópi 1 fóru jafnan hægar, en gæði upptökutækninnar leyfðu ekki tímamælingu á þrístuðningi og því ekki hægt að álykta sérstaklega um þennan þátt.

Marktækur munur var á milli hópanna í þeim breytum sem voru kannaðar. Gefur það til kynna að breytileiki sé í hreyfingum milli þeirra hrossa er hlutu úrvalseinkunn fyrir hægt tölt annars vegar og meðaleinkunn hins vegar.

Lykilorð: Hreyfigreining, hestur, tölt, skreftími, stöðutími, taktur, þrístuðningur

## **Þakkir og tileinkun**

Í fyrstu vil ég þakka Sveini Ragnarssyni fyrir þá jákvæðni og hvatningu sem hann veitti í upphafi þessa verkefnis. Erlu Sturludóttur vil ég þakka fyrir veitta aðstoð og þolinmæði við tölfræðivinnslu verkefnisins. Gunnari Reynissyni þakka ég fyrir ómetanlega aðstoð við framkvæmd rannsóknar, án hans framlags hefði þetta ekki tekist. Ég vil einnig þakka Elsu Albertsdóttur fyrir hlýhug og mikla aðstoð á endasprettinum.

Ég vil þakka leiðbeinendum mínum þeim Þorvaldi Kristjánssyni og Víkingi Gunnarssyni kærlega fyrir leiðsögnina. Vil ég einnig þakka þeim fyrir mikla vinsemd, einstaka þolinmæði og veitta hvatningu við gerð þessa verkefnis.

Ég vil fá að þakka fjölskyldu minni fyrir sinn stuðning og einnig vil ég þakka samnemanda mínum, Helgu Karlsdóttur sérstaklega fyrir sinn stuðning, jákvæðni og vináttu sem mun vara ævina á enda.

# Efnisyfirlit

Yfirlýsing höfundar .....	i
Ágrip.....	ii
Þakkir og tileinkun .....	iii
Helstu skammstafanir .....	3
1. Inngangur .....	4
1.1. Ganghæfni íslenska hestsins .....	4
1.1.1. Kynbótasýningar .....	4
1.2. Saga hreyfigreininga á hrossum .....	5
1.3. Greiningaraðferðir .....	6
1.3.1. Aðstæður .....	7
1.3.2. Hreyfigreiningar af myndböndum.....	7
1.3.3. Hröðunarmælar.....	8
1.3.4. Mælingar á þrýstingi .....	8
1.4. Almenn um skilgreiningar gangtegunda .....	8
1.5. Tölt .....	10
1.5.1. Skilgreining á gangtegundinni tölti .....	10
1.5.2. Mat á gangtegundinni tölti fyrir kynbótadómi .....	11
1.5.3. Mat á hægu tölti fyrir kynbótadómi .....	11
1.6. Hreyfigreiningar á hestum á tölti – helstu rannsóknir.....	13
1.7. Samanburður á brokki milli gæðinga og reiðhrossa .....	15
1.8. Markmið rannsókna .....	17
2. Efni og aðferðir .....	18
2.1. Hestar .....	18
2.2. Gagnasöfnun .....	19
2.3. Meðhöndlun og vinnsla gagna .....	19
2.4. Tölfræðivinnsla .....	20
3. Niðurstöður .....	21
3.1. Taktur og hraði.....	21
3.2. Burður og sviftími framfóta .....	22
3.3. Þrístuðningur.....	23
3.4. Mat á breytileika .....	23
4. Umræða.....	24
4.1. Taktur og hraði .....	24
4.2. Mat á burði og svifi framfóta.....	25
4.3. Þrístuðningur.....	26
4.4. Matsaðferð.....	26

5	Ályktanir .....	28
6	Heimildaskrá .....	29
7.	Töfluskrá .....	32



## Helstu skammstafanir

DAP: Sá tími sem líður á milli snertingar skástæðra fóta, mælt sem hlutfall af heilu skrefi.

Meðaltal beggja skástæðna.

DF aftur: Hlutfall stöðutíma afturfóta í einu skrefi, meðaltal beggja fóta.

DF fram: Hlutfall stöðutíma framfóta í einu skrefi, meðaltal beggja fóta.

DF hlutfall: Hlutfall meðalstöðutíma framfóta og afturfóta (DF fram/DF aftur).

HA: Hægri afturfótur.

HF: Hægri framfótur.

HL2ST: Hliðstæður tvístuðningur, meðaltal hægri og vinstri hliðar, mælt sem hlutfall af

heilu skrefi. Meðaltal beggja hliðstæðna.

LAP: Sá tími sem líður á milli snertingar hliðstæðra fóta sem hlutfall af heilu skrefi.

Meðaltal beggja hliðstæðna.

SK2ST: Skástæður tvístuðningur, meðaltal hægri og vinstri hliðar, mælt sem hlutfall af

heilu skrefi. Meðaltal beggja skástæðna.

VA: Vinstri afturfótur.

VF: Vinstri framfótur.

# 1. Inngangur

## 1.1. Ganghæfni íslenska hestsins

Íslenski hesturinn er meðal þeirra hestakynja í heiminum er teljast til ganghestakynja (Nicodemus & Clayton, 2003). Einkennir hestinn mikil fjölhæfni þar sem hann getur gengið bæði tölt og skeið ásamt hinum þrem grunngangtegundum feti, brokki og stökki (Robilliard, Pfau, & Wilson, 2007). Ganghæfni íslenska hestsins er lykilþáttur við alla keppni og sýningu á honum og eru gangtegundirnar metnar á huglægan hátt þar sem m.a. er litið til takts, mýktar, burðar, svifs og rýmis (FEIF, 2012b). Tvö keppnisform, gæðinga- og íþróttakeppni, eru fyrir íslenska hestakynið innan aðildarlanda Alþjóðasamtaka íslenska hestsins (FEIF) þar sem gangtegundir og framganga hestsins eru metnar á huglægan hátt. Í gæðingakeppni er aðaláhersla lögð á útgeislun, kraft og form hestsins (FEIF, 2012a) á meðan aðaláhersla er lögð á nákvæmar og fagaðar sýningar í íþróttakeppni (FEIF, 2011). Kynbótasýningar á íslenska hestinum eru hins vegar dómar þar sem metnar eru gangtegundir, fas, vilji, geðslag og sköpulag hestsins í tilliti til ræktunar (FEIF, 2012b).

### 1.1.1. Kynbótasýningar

Einstaklingssýningar kynbótahrossa eru hornsteinn hins opinbera ræktunarstarfs í hrossarækt og fara fram á árlegum héraðssýningum víðsvegar um landið. Einnig fara sýningar kynbótahrossa fram á fjórðungs- og landssýningum annað hvert ár. Hið opinbera ræktunarmarkmið er að rækta hraustan íslenskan hest, heilbrigðan, frjósaman og endingargóðan. Þegar litið er til reiðhestshæfileika er almennt stefnt að því að rækta hinn íslenska gæðing sem fer glæsilega í reið, er bæði viljugur, öruggur og geðþrúður og býr að fjölhæfum, taktföstum gangi. Stigunarkvarði einstaklingsdóma er frá 5,0-10,0 og gefið er í heilum og hálfum tölum við mat á sköpulagi og hæfileikum hrossanna. Metnir eru 8 eiginleikar byggingar og 7 eiginleikar hæfileika og vegur bygging 40% inn í heildareinkunn og hæfileikar 60%. Á hverri kynbótasýningu eru þrjú dómara að jafnaði sem hafa samráð sín á milli um einkunnir og er skipaður formaður í hverri dómnefnd sem ber ábyrgð á að dómsstörf gangi vel fyrir sig (Reglugerð um uppruna og ræktun íslenska hestsins nr. 442/2011).

Fara kynbótadómar þannig fram að hrossin koma fyrst fyrir dómnefnd innandyrá þar sem mælingar eru framkvæmdar og þættir sköpulags dæmdir. Síðan tekur við dómur á reiðhestshæfileikum sem fer fram utandyrá á beinum afmörkuðum velli, 250-300 metra löngum og 4-6 metra breiðum, opnum til beggja enda. Yfirlag vallarins er slétt sambærilegt

yfirlagi keppnisvalla. Við fordóm á hæfileikum er riðið að hámarki 5 ferðir til hvorrar áttar eftir vellinum. Á yfirlitssýningu sem fer fram nokkrum dögum síðar er dómurum heimilt að hækka dóm á einstökum þáttum hæfileika komi hross betur fyrir, en er þá riðið að hámarki 3 ferðir í hvora átt. Hrossin skulu mæta vel undirbúin, ósár og hraust til kynbótadóms og skulu þau járnúð á skeifur sem eru 8 mm að þykkt og bera ekki þyngri framfótahlífar en sem nemur 120 gr. á hvorn fót. Þegar litið er til vægis á eiginleikum hæfileikadóms vegur einkunn fyrir tölt þar mest, eða 15% af heildareinkunn en telst sú gangtegund verðmætust hjá íslenska hestinum (FEIF, 2012b). Arfgengi þeirra eiginleika er dæmdir eru bera meðalhátt arfgengi og má því draga þá ályktun að hið huglæga mat dómara sé nokkuð rétt (Þorvaldur Árnason, 2011).

Með hlutlægu mati á hrossum til viðbótar hinu huglæga má hins vegar ná fram enn nákvæmara mati á gangtegundum keppnis- og kynbótahrossa og gæti notkun slíkra greininga stuðlað að hraðari erfðafrámförum (Östlund, 2011).

## **1.2. Saga hreyfigreininga á hrossum**

Fyrsti maðurinn til að skrá niður og meta hreyfingar dýra var heimspekingurinn Aristóteles sem var uppi í Grikklandi 384-322 fyrir Krist (Barrey, 1999). Aristóteles lýsti gangtegundum fjórfætlinga í tveim ritum sínum og teljast þau fyrstu þekktu ritin er fjalla um hreyfingar dýra. Náði hann þó aðeins að meta hinar hægari gangtegundir með réttum hætti (van Weeren, 2001).

Fyrsta ritið er fjallaði eingöngu um gangtegundir hrossa var gefið út í Frakklandi árið 1779 af Goiffon og Vincent. Var hreyfiferli gangtegundanna nokkuð rétt lýst, utan við hröðustu ferð. Voru gangtegundirnar táknaðar með sérstöku grafi sem sýndi fótariðun hvorrar gangtegundar um sig og telst grafið undanfari núverandi skýringarmynda af gangtegundum (e. gait diagram) (van Weeren, 2001 vitnaði í Goiffon og Vincent, 1779). Flokkuðu Goiffon og Vincent í raun hraða og hæga ferð hestsins niður í ákveðnar gangtegundir með því að meta fótariðun hans á ferð (Biknevicius og Reilly, 2006).

Ameríski ljósmyndarinn Eadweard Muybridge (1830-1904) og franskur lífeðlisfræðingurinn Etienne Jules Marey (1830-1904) nýttu tækni síns tíma til að skoða gangtegundir og lögðu með því dýrmætan grunn að framþróun hreyfigreininga á hrossum (van Weeren, 2001). Árið 1877 gerði Muybridge athugun á hreyfingum hestsins með því að nota ljósmyndataeknina sem þá var komin fram. Kom hann fyrir 24 ljósmyndavélum við hlið beinnar brautar í þeim

tilgangi að ná myndum af hreyfiferli hestsins. Þvert á brautina voru þræðir sem tengdust hverri vél og þegar hesturinn snerti hvern þræð á leið sinni eftir brautinni tóku myndavélarnar ljósmyndir hver á fætur annarri. Með þessum hætti náði Muybridge að fanga hreyfingar hestsins með mun nákvæmari hætti en áður hafði þekkt. Muybridge fann einnig upp sérstakan búnað sem hann kallaði zoöpraxiscope. Ljósmyndir voru prentaðar á stóra glerskífu og með því að snúa henni var hægt að sjá samfelldar hreyfingar hestsins á gangi. Var skífan í raun fyrirrennari kvikmyndarinnar sem þekkt er að hafi verið fundin upp af Thomas Edison, en skífa Muybridge kynti undir þá hugmynd hans (Muybridge, 1899/1957). Kvikmyndataeknin var hins vegar ekki nýtt við hreyfigreiningu hrossa fyrr en rúmum 40 árum seinna (van Weeren, 2001).

Etienne Jules Marey rannsakaði einnig gangtegundir hestsins en þó með öðrum hætti. Við athuganir sínar notaði hann ýmis tæki sem gáfu honum tækifæri til að skoða gangtegundir hestsins með nokkuð nákvæmum hætti. Notaði hann til að mynda sérstakan gúmmíbolta sem festur var undir hófbotn hestsins til að meta stöðufasa fóta, en þegar boltinn flattist út undan þrýstingi skráðust breytingarnar niður í einfalt mælitæki í höndum knapans. Lagði hann einnig fram graf sem gaf fótaröðun gangtegundanna til kynna með sérstökum lituðum stikum sem notuð er enn í dag. Marey lýsti einnig hinu stutta svífi sem á sér stað á gangtegundinni brokki, en hafði það valdið mönnum heilabrotum um aldir hvort slíkt svif ætti sér stað á þeirri gangtegund (van Weeren, 2001). Muybridge lýsti þessu einnig í athugunum sínum árið 1877, en hann hafði einsett sér að athuga hvort hesturinn tæki alla fjóra fætur frá jörðu í hreyfiferli brokksins og leiddu ljósmyndir hans það í ljós (Hildebrand, 1989).

Mikil lægð varð í greiningum á hreyfingum hrossa á stríðsárum 20. aldar og var það ekki fyrr en um 1970 sem áhugi á rannsóknum á þessu sviði tók að aukast á ný. Ingvar Fredricsson og starfsfélagi hans má kalla frumkvöðla í þessum efnum en notuðu þeir fyrstir háhraða myndavél (1000 Hz) við greiningar og nýttu sér tölvutækni sem gaf tækifæri á að skoða hröðustu hreyfingar hesta á brokki frá þrívíðu sjónarhorni. Þessar athuganir má kalla upphaf nútímarannsókna á hreyfingum hrossa (van Weeren vitnaði í Fredricson, 1972).

### **1.3. Greiningaraðferðir**

Nokkrar mismunandi aðferðir eru nú notaðar við rannsóknir á hreyfingum hrossa sem veltur á áherslum rannsókna hverju sinni (Barrey, 1999).

### **1.3.1. Aðstæður**

Hreyfingar hestsins eru ýmist rannsakaðar á sérstökum hlaupabrettum eða á afmörkuðum velli. Hlaupabrettin hafa reynst vel þar sem auðvelt er að stjórna hraða hestsins, sem og þeim halla sem hann hleypur á (Barrey, 2001). Einnig er auðvelt að koma fyrir háþróuðum tækjabúnaði og bjóða hlaupabrettin upp á mjög nákvæmar mælingar í stöðluðum aðstæðum þar sem stjórna má undirlagi og veðuröflum. Það gerir þær mjög ákjósanlegar þar sem erfiðara getur reynst að staðla aðstæður á velli utandyra (Buchner, Savelberg, Schamhardt, Merckens & Barneveld, 1994). Hesturinn þarf þó nokkur skipti til að venjast því að ganga á slíku bretti og sýna af sér jafnar hreyfingar, sérstaklega við hæga ferð (Barrey, 2001). Hefur einnig verið sýnt fram á að hross hafi tilhneigingu til að hreyfa sig öðruvísi á hlaupabretti en þeim er annars eðlislægt utandyra, stöðutími fóta lengist og sviftími verður styttri (Buchner o.fl., 1994). Orsök þessa er ekki að fullu þekkt en þó er meðal annars talið að snúningshraði beltisins sem hesturinn hleypur á verði fyrir áhrifum af höggum hófanna á beltið sem þá orsaki breytingar í hreyfingum hans (Savelberg, 1998).

### **1.3.2. Hreyfigreiningar af myndböndum**

Myndbandsgreiningar eru algengasta aðferðin við að greina hreyfingar hrossa. Sérstakar merkingar eru festar á hestinn til að hægt sé að fylgjast nákvæmlega með hreyfingum hans og meta á upptökum í viðeigandi hugbúnaði. Staðsetning merkinganna fer eftir tilgangi greiningarinnar en algengar staðsetningar eru til að mynda liðamót fram- og afturfóta, bógliður, mjaðmaliður, herðablað, efsti hálsliður, herðakambur og bak hestsins til að fylgjast með hreyfingum þess. Þau gögn sem metin eru við hreyfigreiningar af myndböndum eru skreflengd, fótarröðun, stöðuhlutfall (e. duty factor) og kreppa liðamóta er metin í tilliti til annarra þátta líkt og hröðunar (Clayton & Schamhradt, 2001).

Við greiningar er að lágmarki notast við 50 eða 60 Hz upptökuvélar. Þegar um mikla ferð er að ræða er þó meiri nákvæmni krafist og þá nauðsynlegt notast við háhraða upptökuvélar (100-1000 Hz) til að fá aukin rammafjölda á sekúndu. Hreyfingar hrossanna eru ýmist greindar í tvívídd eða þrívídd, en valið fer eftir hvað rannsakendur eru leitast við að athuga. Við hreyfigreiningu í tvívídd er almennt notast við eina upptökuvél sem staðsett er þvert á hlið hestsins, en sú aðferð er algengust í myndbandsgreiningum og gefur mestar upplýsingar. Þrívíðar greiningar gefa aftur á móti upplýsingar um snúning liðamóta á ferð sem og aðfærslu og fráfærslu fótleggja að miðlínu hestsins. Er þá að lágmarki notast við tvær upptökuvélar þar sem ein er staðsett frá hlið og önnur staðsett framan eða aftan við hestinn til að geta metið hreyfingar hans í þrívídd (Clayton & Schamhradt, 2001).

### **1.3.3. Hröðunarmælar**

Ein aðferð til að meta hreyfingar hrossa er að notast við svokallaða hröðunarmæla. Mælarnir eru festir á hófa hestsins til að greina snertingu hófanna við jörðu og meta hröðun hestsins samhliða því. Hefur aðferðin mest verið notuð með þeim hætti. Með því að nota hröðunarmæla er hægt að meta með nákvæmum hætti mismunandi fótarröðun gangtegunda, sem og meta högg á hófa hestsins við mismunandi hraða á ólíku undirlagi (Barrey, Landjerit & Wolter, 1991).

### **1.3.4. Mælingar á þrýstingi**

Þrýstingsplötur í gólfi eru notaðar til að mæla þrýsting á fætur hestsins. Þegar hesturinn stígur á plötuna mælir hún stöðutíma fótans og einnig þann þrýsting sem verkar á fót hestsins sem bæði kemur frá jörðu og frá fætinum sjálfum við landingu. Þó er aðeins mögulegt að mæla þrýsting fyrir einn til tvo fætur í senn og verður því að endurtaka mælingarnar þar til allir fjórir fætur hafa verið mældir. Önnur leið til að mæla þrýsting er að festa sérstakar skeifur undir alla hófa hestsins. Með þeim hætti er hægt að mæla stöðutíma hvers fótars í senn í einu skrefi. Hins vegar hafa þrýstingsplötur verið meira notaðar við rannsóknir af þessu tagi þar sem ekki hefur enn tekist að hanna skeifurnar með þeim hætti að þær skili ávallt áreiðanlegum mælingum (Clayton & Schamhradt, 2001).

## **1.4. Almennt um skilgreiningar gangtegunda**

Gangtegund má skilgreina sem taktfast, samstillt mynstur hreyfinga þar sem afleiðingin verður tilfærsla áfram (Östlund, 2011). Gangtegundir hestsins hafa allar ákveðna einkennandi fótarröðun sem skilgreinir þær, bera hið sama mynstur hreyfinga skref fyrir skref (Clayton, 2004).

Gangtegundir eru einnig skilgreindar út frá því hvort þær teljast samhverfar eða ósamhverfar (Robbillard, Pfau & Wilson, 2007; Östlund, 2011). Samhverfar gangtegundir hafa þann eiginleika að fram- og afturfótur hafa sömu hreyfingu og hreyfilýsingu (Robbillard o.fl., 2007). Fram- og afturfótur hvorrar hliðar snerta jörðu á jöfnum tíma með jöfnu millibili. Þetta þýðir að hófaslög hægri og vinstri hliðar bera jafnan takt (Clayton, 2004). Tölt, fet, skeið og brokk eru dæmi um samhverfar gangtegundir (Clayton, 2004; Östlund, 2011).

Hreyfing framfótars er ávallt í beinu sambandi við hreyfingu afturfótars þegar um samhverfa gangtegund er að ræða. Fæturnir geta þá annað hvort fylgst að beint á eftir hver öðrum í jöfnum takti, færst frá eða að hvor öðrum í jöfnum takti eða verið millistig þessa. Glögglega

má sjá þetta á gangtegundinni skeiði þar sem fylgjast að hliðstæðir fætur, það er hliðstæðir fætur spyrna og koma niður nánast á sama tíma. Á brokki færast hins vegar hliðstæðir fætur annað hvort að eða frá hvor öðrum og skástæðir fætur snerta jörð á sama tíma (Hildebrand, 1989).

Þegar um ósamhverfar gangtegundir er að ræða snerta fætur sitthvorrar hliðar ekki jörðu með jöfnu millibili. Hægt stökk og stökk teljast til ósamhverfra gangtegunda þar sem tímabilið milli snertingar vinstri og hægri fóta við jörðu er ekki jafnt líkt og á við um samhverfar gangtegundir (Robbillard o.fl., 2007).

Gangtegundir eru einnig flokkaðar út frá því hvort þær séu stikandi eða hlaupandi. Gangtegundir sem hafa stöðutíma fóta yfir 50% af heildarskref tíma, það er snerta jörðu yfir helming skref tíma, eru skilgreindar sem stikandi á meðan gangtegundir sem hafa svif og stöðutíma undir 50% af heildarskref tíma eru skilgreindar sem hlaupandi (Hildebrand, 1965). Fet er dæmi um stikandi gangtegund og teljast brokk, stökk, skeið og tölt til hlaupandi gangtegunda (Biknevicus o.fl., 2004; Hildebrand, 1965).

Eitt skref er heill ferill fótþreyfinga eða fjögurra hófaslaga. Röð líkra skrefa eru framkvæmdar á viðkomandi gangtegund á meðan hesturinn er á hreyfingu. Því má kalla eitt skref grunneiningu gangtegundar. Sú gangtegund sem hesturinn velur sér veltur á hraða hans, þeirri þjálfun sem hann hefur fengið og þeim gangtegundum sem hann býr yfir sem orsakast af erfðum (Clayton, 2004).

Í hverju skrefi býr hver fótur hestsins yfir sviffasa og stöðufasa. Stöðufasi er þegar fótleggur hestsins þrýstir á móti jörðu til að orsaka spyrnu áfram og styðja við þunga hans. Stöðufasi hefst þegar hófurinn snertir fyrst jörðu með hælnum og endar þegar tánni hefur verið lyft af. Sviffasi er hinsvegar það tímabil þegar hófurinn snertir ekki jörð og er sveiflað fram í átt að stöðufasa. Sviftími og stöðutími eru svo þau tímabil sem sviffasi og stöðufasi vara (Clayton, 2004).

Hver gangtegund hefur einkennandi fótarröðun sem lýsir röð hófaslaga í hverju skrefi. Þegar gangtegund er fjórtakta snertir einn hófur jörðina í einu. Til fjórtakta gangtegunda teljast hratt stökk, tölt og fet. Þegar um tvítakta gangtegund er að ræða snerta tveir hófar hestsins jörðu samtímis og teljast skeið og brokk til tvítakta gangtegunda. Á skeiði snerta hliðstæðir fætur jörðu samtímis til skiptis og á brokki skiptast skástæðir fætur á að snerta jörðu samtímis til

skiptis. Þegar gangtegund er þrítakta, eins og hægt stökk, snerta skástæðir hófar hestsins jörðu á sama tíma og tveir hófar í sittthvoru lagi sem þá orsakar þrítakt (Clayton, 2004).

Þegar meta skal og greina á milli gangtegunda við hreyfigreiningar eru nokkrar aðferðir notaðar. Ein af þeim aðferðum er að greina takt gangtegundanna og eru tvö gildi þar mikilvæg. Diagonal advanced placement (DAP) er sá tími sem líður milli snertingar skástæðra fóta (VA-HF eða HA-VF) á gangi. DAP er gefið jákvætt gildi ef skástæður afturfótur er á undan skástæðum framfæti að koma niður og það fær gildið 0 ef snerting hendir samtímis. DAP fær hins vegar neikvætt gildi ef framfóturinn kemur niður á undan afturfæti. Þegar DAP hefur jákvætt gildi gefur það til kynna að hesturinn búi yfir auknum burði á gangi þar sem framfætur koma niður á eftir afturfótum. Afturfætur styðja þá meira við jörð sem þá gefur hestinum frjálssari fóthreyfingar að framan. Lateral advanced placement (LAP) er sá tími sem líður milli snertingar hliðstæðra fóta (VA-VF eða HA-HF) á gangi. LAP er notað til að lýsa gangtegundum sem hafa hliðstæðar hreyfingar, líkt og tölti, skeiði og feti. LAP er jákvætt ef hliðstæður afturfótur kemur niður á undan hliðstæðum framfæti, því er gefið 0 gildi ef hliðstæðir fætur snerta jörð á sama tíma og neikvætt gildi ef framfótur kemur niður á undan afturfæti. Ef hlutfall LAP af heilu skrefi er 0 er um skeið að ræða, það er hliðstæðir fætur snerta jörð samtímis og enginn tími líður milli snertingar hliðstæðra fram- og afturfóta (Clayton, 2004). Ef hlutfall LAP er milli 19-30% af heilu skrefi er hesturinn að sýna tölt og telst það takthreinast í kringum 25%. Sé LAP hlutfallið hins vegar orðið 50% er hesturinn kominn á brokk (Hildebrand, 1965).

Einnig er mikilvægt að þekkja stöðutíma fóta af heildarskref tíma til að skera út um hvort gangtegund sé stikandi eða hlaupandi (Hildebrand, 1965). Stöðuhlutfall (e. duty factor) er hlutfall stöðutíma fóta af þeim tíma sem eitt skref tók hestinn, það er hversu lengi heildarstöðutími fóta varði í einu skrefi. Hægt er að þekkja í sundur og greina gang með því að skoða þetta gildi (Fihl & Moeslund, 2007).

## **1.5. Tölt**

### **1.5.1. Skilgreining á gangtegundinni tölti**

Tölt íslenska hestsins er samhverf, fjórtakta gangtegund án svifs þar sem hesturinn hefur einn eða tvo fætur á jörðu í senn og jafnt tímabil er á milli niðurkomu allra fjögurra fóta (FEIF, 2011; Zips, Peham, Scheidl, Licka & Girtler, 2001). Fótaröðun tölts er vinstri afturfótur, vinstri framfótur, hægri afturfótur og hægri framfótur (VA-VF-HA-HF) (Clayton, 2004).



Tvístuðningur skástæðra fóta, það er skástæðs fram- og afturfótar og hliðstæðs fram- og afturfótar eiga að vara um svipaðan tíma. Öll frávik frá þessu hreyfimyndri eru ekki skilgreind sem hreint tölt (Zips o.fl., 2001), líkt og taktgallar sem láta fótariðun töltsins fara að minna á brokk eða skeið. Gangtegundin býr yfir mismunandi hraða og er þá ýmist kölluð hægt tölt, milliferðartölt eða yfirferðartölt (FEIF, 2011).

Þar sem tölt býr ekki yfir svifi ætti það flokka hana sem stikandi gangtegund. Rannsóknir hafa þó leitt í ljós að flokka má tölt með hlaupandi gangtegundum þar sem mælingar á þrýstingi, fjöðrun og hreyfiaflsfræði fóta hefur leitt í ljós að hún líkist meira hlaupandi gangtegundum (Biknevicius o.fl., 2004). Hálfsvif afturfóta á sér þó stað á tölti þegar hesturinn er að spyrna sér fram á hvorri hlið til skiptis, kemur þá augnablik þar sem afturfætur eru báðir á lofti (FEIF, 2012b). Ef gangtegundin er sýnd mjög hægt má í sumum tilfellum greina þrístuðning (HA-VA-HF eða HA-VA-VF), þ.e. blending milli tölts og fets (Nicodemus & Clayton, 2003). Hálfsvif hverfur þá að aftan og hreyfingar afturfóta fá einkenni stikandi gangtegunda þar sem ekkert svif er lengur til staðar (Biknevicius o.fl., 2004).

### **1.5.2. Mat á gangtegundinni tölti fyrir kynbótadómi**

Við mat á gangtegundinni tölti er lögð mest áhersla á að hesturinn gangi í hreinum takti, sé í burði og gangi mjúkur í gegnum sig. Hann skal hafa háan fótaturð, búa yfir miklu rými, ganga vel inn undir sig með afturfótum og hafa vald á miklum hraða sem og hægri ferð (FEIF, 2012b).

Lýsing á einkunnagjöfnum 9,5-10,0 fyrir tölt er eftirfarandi:

„Taktgott tölt með góðu afturfótastigi, glæstri lyftu og framgripi framfóta, mikið fjaðurmagn er í hreyfingum, töltferðin frábær.“ (FEIF, 2012b).

Til að hross geti náð hinum hærri einkunnum fyrir tölt sem er 8,5 og hærra, verður að sýna greinilegar hraðabreytingar sem og tölt á hægri ferð (FEIF, 2012b).

### **1.5.3. Mat á hægu tölti fyrir kynbótadómi**

Sýning á hægu tölti fyrir einstaklingsdómi er skilyrði þess að hærri einkunnir fyrir tölt náist. Hægt tölt er stigað sérstaklega án þess að reiknast inn í heildareinkunn hæfileikadóms. Er einkunn fyrir hægt tölt gefin í þeim tilgangi að auka upplýsingagildi sem og auka kröfur, en einkunnin er notuð sem þröskuldur fyrir einkunn fyrir tölt þar sem ekki má muna meiru en einum heilum á milli þeirra. Til að einkunnin 10,0 náist fyrir tölt þarf hestur að sýna hægt tölt að lágmarki 9,0 svo dæmi um gildi einkunnarinnar sé tekið (FEIF, 2012b).

Stigunarkvarði fyrir hægt tölt er eftirfarandi:

### **9,5 - 10,0**

- Takthreint tölt með góðu afturfótastigi, glæstri lyftu og framgripi framfóta, mikið fjaðurmagn er í hreyfingum.

### **9,0**

- Takthreint tölt með góðu afturfótastigi, góðri lyftu og framgripi framfóta, fjaðurmagn er í hreyfingum.

### **8,5**

- Taktgott tölt með góðu afturfótastigi, góðri lyftu og framgripi framfóta.  
- Taktgott tölt, hrossið nær þó ekki góðu afturfótarstigi en hreyfingar framfóta eru afar lyftingar- og framgripsmiklar.

### **8,0**

- Taktgott tölt með góðu afturfótastigi, lyfta og framgrip framfóta er ekki undir meðallagi.  
- Stutt afturfótastig en lyfta og framgrip framfóta er mikið, hreinir taktgallar eru ekki til staðar.

### **7,5**

- Taktgott tölt en fremur reisnarlítið.

### **7,0**

- Takthreint tölt, en gangurinn er afskaplega lítilfjörlegur (mikil lággengni, stuttstígni).

### **6,5 og lægra**

- Mjög tregt tölt (klárgengni).  
- Mjög bundið tölt (skeiðbindingur).  
- Mjög víxlað tölt.  
- Tipl eða mikið hopp upp á fótinn.  
- Sýnir ekki hægt tölt (5,0).

Á þessum lýsingum sést að mest áhersla er lögð á að töltið búi yfir hreinum takti (FEIF, 2012b).

## 1.6. Hreyfigreiningar á hestum á tölti – helstu rannsóknir

Nokkrar hreyfigreiningar hafa verið gerðar á hrossum á gangtegundinni tölti og tilraunir þar með gerðar til að rannsaka einkenni þess. Zips og fleiri (2001) gerðu rannsókn á gangtegundinni þar sem áhersla var lögð á að skoða einkennandi þætti skrefsins og bera niðurstöður saman við lýsingar á gangtegundinni. Vildu rannsakendur kanna hvort tölt væri sviflaus gangtegund og hvort einkenni gangtegundarinnar héldu sér á öllum hraðabilum þess. Voru 23 íslensk hross hreyfigreind á tölti og var riðið eftir 12 metra braut innandyrna. Notaðar voru háhraða upptökuvélar og gögnin svo færð inn í viðeigandi hugbúnað til nánari greiningar. Hestarnir höfðu misjafnlega hreinan takt og urðu rannsakendur að flokka greiningar niður í eftirfarandi flokka: hreint tölt, skeiðtölt, fjórtakta skeið, brokktölt og fjórtaktað brokk. Var hrossunum riðið á mismunandi hraða og var tölvubúnaður látinn greina þegar hrossin höfðu náð þeim hraða er greina átti hreyfingar þeirra sem var við 2,8 m/s, 3,6 m/s og 4,4 m/s. Skoðuðu rannsakendur sérstaklega hliðstæðan og skástæðan stuðning við að meta hreyfingar hrossanna (Zips o.fl., 2001).

Niðurstöður gáfu meðal annars til kynna að aðeins 5 hross af 23 sýndu hreint tölt í öllum skrefum er greind voru (3 á hægu tölti og 2 á milliferð) og aðeins 2 í tveim hraðaflokkum. Sjö hross sýndu hins vegar skeiðtölt við hæga ferð og sjö sýndu fjórtakta skeið á milliferð. Svif sást hjá 7 hrossum á hægri ferð, hjá 16 hrossum á milliferð og 22 á yfirferð. Gáfu niðurstöður til kynna að gangtegundin virtist aðeins halda einkennum sínum eins og hún er skilgreind á hraðanum 2,41 til 4,20 m/s. Lögðu rannsakendur til að töltið yrði endurskilgreint, þannig að leyfa ætti skástæðan og/eða hliðstæðan stuðning og sviftíma undir 10% af heildartíma skrefs, sérstaklega á yfirferðartölti (Zips o.fl., 2001).

Biknevicus og fleiri gerðu rannsókn á gangtegundinni með þrýstingsplötum í gólfi árið 2004. Vildu rannsakendur skoða þrýsting frá fótum hestsins á tölti, en tilgáta þeirra var að íslenskir hestar á tölti hefðu sama þrýsting frá fótum og hestar á brokki sem telst hlaupandi gangtegund. Mældur var þrýstingur frá fram- og afturfótum 10 íslenskra hrossa á tölti á þremur hraðabilum, hægu tölti (2 m/s), milliferðartölti (2,5-5 m/s) og yfirferðartölti (>5 m/s). Rannsókn þeirra leiddi í ljós að framfætur höfðu ávallt einn hámarks þrýstipunkt á öllum hraðabilum líkt og á við um hlaupandi gangtegundir. Afturfætur höfðu þó tilhneigingu til að hafa tvo hámarks þrýstipunkta líkt og á við um stikandi gangtegundir þegar hrossunum var riðið við mjög hægan hraða (<2m/s). Samkvæmt niðurstöðum líkist gangtegundin fremur hlaupandi gangtegundum þar sem þrýstingsmælingar gáfu til kynna svipaða fjöðrun (e.

bouncing mechanics) í fótum líkt og á við um hlaupandi gangtegundirnar brokk, stökk og skeið. Niðurstöður leiddu því í ljós að flokka skuli tölt með hlaupandi gangtegundum þó hún kunni að bera einkenni stikandi gangtegunda sé litið til þrýstings afturfóta við hægustu ferð (Biknevicius o.fl., 2004).

Nicodemus og Clayton gerðu rannsókn á ganghestakynjum árið 2003 og skoðuðu þar einkenni fjórtakta gangtegunda þeirra með myndbandsgreiningu. Voru 16 fjórtakta gangtegundir hreyfigreindar og þar á meðal tölt íslenska hestsins. Niðurstöður gáfu til kynna að hestarnir sýndu þrístuðning á tölti á tímabilum og sýndu engan einstuðning. Reyndist þrístuðningur henda alls 10% tímans að framan (VF-HF-VA eða VF-HF-HA) og í 19% að aftan (VA-HA-HF eða VA-HA-VF) að meðaltali hjá úrtakinu. Var talið að það að hrossunum hafi verið riðið á fremur hægri ferð hafi verið möguleg orsök þessa þrístuðnings. Stöðutími framfóta reyndist  $DF = 56\%$  og stöðutími afturfóta reyndist  $DF = 59\%$  að meðaltali sem gefur  $DF$  hlutfallið 95% (Nicodemus & Clayton, 2003). Ályktuðu þau að núverandi lýsing á gangtegundinni tölti væri mögulega of þröng væru þessar niðurstöður og niðurstöður rannsóknar Zips o.fl. frá árinu áður skoðaðar (Nicodemus & Clayton, 2003).

Árið 2007 rannsökuðu Robilliard o.fl. gangtegundir íslenska hestsins og nýttu sér hröðunarmæla við að afla gagna. Um var að ræða 8 hesta úrtak og voru hröðunarmælar festir á alla fjóra hófa þeirra til að mæla skreftíma, en það er sá tími sem tekur hest að taka eitt skref. Stöðu- og sviðutími hvers fótar var einnig metinn. Hraði hrossanna var mældur með GPS-tæki sem festur var við hjálm knapa sem reið hrossunum á velli utandyra á gangtegundum fimm við mismunandi hraða. Þegar unnið var úr gögnum voru hreyfingar hestanna skilgreindar út frá fótaröðun og eingöngu þau skref metin sem féllu undir skilgreiningar Alþjóðasamtaka íslenska hestsins, FEIF, fyrir viðkomandi gangtegund. Þau skref sem voru óvenjuleg og féllu ekki undir skilgreiningar FEIF voru ekki tekin inn í gagnasöfnun. Þrístuðningur á tölti var því ekki tekinn inn í mælingar þegar hann kom fyrir þar sem slík skref féllu ekki inn í skilgreiningar FEIF á gangtegundinni tölti. Þess í stað voru þau skref skilgreind sem blendingur milli gangtegundarinnar tölts og fets og felld út. Niðurstöður leiddu meðal annars í ljós að skreftíðni jókst með hraða á öllum gangtegundum og  $DF$  gildi (e. duty factor) hvers skrefs lækkaði jafnt því samhliða þar sem stöðutími fóta í hverju skrefi varð styttri við aukinn hraða. Við mjög hæga ferð reyndist  $DF$  gildi hvers skrefs á tölti hins vegar haldast nokkuð jafnt og breyttist ekki sérstaklega á bilinu 1-3,5 m/s. Stöðutími afturfóta reyndist 9,2% lengri en framfóta á tölti (Robilliard o.fl., 2007).

Gunnar Reynisson (2010) framkvæmdi rannsókn þar sem hann mat eiginleika gangtegundanna fets og tölts og mat fylgni einstakra þátta milli gangtegundanna. Úrtak rannsóknarinnar voru 9 hestar og tók hann hrossin upp á venjulega upptökuvél. Voru hrossin hreyfigreind á feti og tölti með myndbandsgreiningu þar sem metin var skreflengd, hraði, skref tími og stöðu- og sviftími fóta. Meðalhraði á tölti reyndist 3,54 m/s og fóru hrossin því um á hægu tölti. Taktur hrossanna var metinn og reyndust hrossin hafa nokkuð hliðstæðan takt þar sem tími milli snertinga hliðstæðra fóta við jörðu reyndist 22,3% (LAP). Stöðuhlutfall afturfóta reyndist marktækt lengra en stöðuhlutfall framfóta, eða DF aftur=0,48 á móti DF fram=0,44. Lítil fylgni reyndist milli tölts og fets hjá einstökum hrossum en veik fylgni fannst milli gangtegundanna á skreflengd, skástæðum tvístuðningi og hliðstæðum tvístuðningi (Gunnar Reynisson, 2010).

### **1.7. Samanburður á brokki milli gæðinga og reiðhrossa**

Ekki hefur verið framkvæmd áður rannsókn þar sem bornar eru saman hreyfingar hrossa með úrvalseinkunn og meðaleinkunn fyrir gangtegundina tölt. Hinsvegar var framkvæmd rannsókn af Holmstrom, Fredricson og Drevemo (1994) þar sem þeir báru saman hross sem hlotið höfðu úrvalseinkunnir og svo slakar einkunnir fyrir brokk. Var um að ræða tvo samanburðarhópa sem samanstóðu af 4 sænskum stóðhestum af heitblóðskyni og svo 4 geldingum sem töldust venjulegir reiðhestar. Höfðu stóðhestarnir hlotið einkunnina 8,67 að meðaltali fyrir gangtegundina brokk, en hæsta mögulega einkunn fyrir dómi var 10,0. Reiðhestarnir höfðu hinsvegar hlotið einkunnina 6,5 að meðaltali. Notuðu rannsakendur háhraða myndavél til að meta hreyfingar hrossanna í viðeigandi hugbúnaði. Stöðu- og sviftími fóta var mældur og einnig voru hreyfingar liðamóta fram- og afturfóta metnar (Holmstrom, Fredricson & Drevemo, 1994).

Hreyfigreiningin leiddi í ljós að stóðhestarnir höfðu lengri skref tíma á brokki. Þótti það ekki koma á óvart þar sem aukin skreflengd gefur til kynna aukið rými sem heillar frekar dómara. Reyndust stóðhestarnir einnig hafa herra jákvætt gildi DAP sem gefur til kynna að þeir hafi búið yfir meiri söfnun en reiðhestarnir á brokki, sem um leið gaf þeim þá færi á frjálsum framfótahreyfingum. Sviffasi framfóta reyndist lengri hjá stóðhestunum og einnig bjuggu framfætur þeirra yfir aukinni kreppu í olboga og hné sem sást þegar sviffasi framfótar var hálfnaður og fóturinn farinn að hefja sig í átt að stöðufasa. Sömuleiðis bjuggu þeir yfir meiri fótaborði en reiðhestarnir á brokki (Holmstrom o.fl., 1994).

Stóðhestarnir mældust með meiri lækkun á lend og meiri kreppu í hækli og kjúkulið á meðan stöðufasa afturfóta stóð, krepptu liðamót í afturparti meira en reiðhestarnir þegar þeir stigu að fullu í fótinn. Segir þetta til um að ákveðin geymsla á orku sem í stöðufasa myndast milli fótar og jarðar geti verið mikilvæg þegar kemur að aukinni fjöðrun, krafti og spyrnu á brokki sem betri hestarnir bjuggu yfir sökum þessa. Stöðufasi reiðhestanna á brokki af heildarskref tíma reyndist lengri en stóðhestanna, eða 31,8% á framfótum og 30,8% afturfótum á meðan stóðhestarnir höfðu stöðufasa 27,4% á framfótum og 27,2% á afturfótum að meðaltali. (Holmstrom o.fl., 1994).

## 1.8. Markmið rannsóknar

Við dóma á gangtegundum íslenskra hrossa er treyst á hið huglæga mat dómars og með hlutlægum aðferðum má ef til vill bæta matið enn frekar. Hreyfigreiningar á gangtegundum munu ekki koma í stað hins huglæga mats en hins vegar má áætla að þær hafi mikið upplýsingagildi sem geta eflt þekkingu dómara á hreyfingum hrossa og þar með styrkt hið huglæga mat. Hreyfigreiningar geta meðal annars aukið skilning dómara á eðli þeirra hreyfinga er gæðingshross búa yfir og þeim mun sem liggur milli lakra hreyfinga og þeirra sem betri eru að gæðum. Einnig geta greiningar á hreyfingum hrossa þjálfað augu dómara við að þekkja rétt hreyfimyntur gangtegunda, ekki síst við hraðari ferð.

Markmið rannsóknarinnar var að leggja mat á hver sé megin munur í hreyfingum hrossa er hlutu annars vegar meðaleinkunn (7,5) og hins vegar úrvalseinkunn (9,0-9,5) fyrir hægt tölt í kynbótadómi á Landsmóti 2011.

Eftirfarandi rannsóknarspurningar voru lagðar fram:

- Er munur á takti á hægu tölti milli hrossa með meðaleinkunn og úrvalseinkunn?
- Er munur á sviftíma framfóta, það er fótaborði, milli hrossa með meðaleinkunn og úrvalseinkunn fyrir hægt tölt?
- Er munur á stöðuhlutfalli milli fram- og afturfóta, það er borði, milli hrossa sem hafa meðaleinkunn og úrvalseinkunn fyrir hægt tölt?
- Er munur á þristuðningi á hægu tölti milli hrossanna með tilliti til einkunna?

## 2. Efni og aðferðir

### 2.1. Hestar

Við rannsóknina voru metin 20 kynbótahross, þar af 10 hryssur og 10 stóðhestar, sem sýnd voru í kynbótadómi á Landsmóti 2011. Hrossin voru á aldrinum 4-7 vetra, meðalaldur var 5,7 vetra  $\pm$  0,92. Hrossin voru valin tilviljanakennt úr hópi kynbótadæmdra hrossa sem annars vegar hlutu einkunnina 7,5 fyrir hægt tölt í fordómi og hins vegar einkunnina 9,0 eða hærra. Eftir einkunnum var þeim raðað í tvo samanburðarhópa, þ.e. hópur 1 og hópur 2.

**Tafla 1** Hópur 1. Upplýsingar um kyn, aldur og einkunn valinna hrossa sem hlutu úrvalseinkunn ( $\geq 9,0$ ) fyrir hægt tölt.

Nr.	Nafn	Kyn	Aldur	Einkunn
1	Díva frá Álfhólum	♀	7	9,0
2	Héðinn frá Feti	♂	7	9,0
3	Kiljan frá Steinnesi	♂	7	9,0
4	Kráka frá Syðra-Langholti	♀	6	9,0
5	María frá Feti	♀	6	9,0
6	Spá frá Eystra-Fróðholti	♀	5	9,0
7	Þyrnirós frá Þjóðólfshaga	♀	6	9,0
8	Vala frá Ármóti	♀	6	9,0
9	Gjafar frá Hvoli	♂	6	9,5
10	Flétta frá Árbakka	♀	5	9,5

**Tafla 2** Hópur 2. Upplýsingar um kyn, aldur og einkunn valinna hrossa sem hlutu meðaleinkunn (7,5) fyrir hægt tölt.

Nr.	Nafn	Kyn	Aldur	Einkunn
1	Aldur frá Brautarholti	♂	6	7,5
2	Dimma frá Gröf	♀	5	7,5
3	Glaður frá Efsta-Dal II	♂	4	7,5
4	Glymur frá Leiðólfsstöðum	♂	5	7,5
5	Haki frá Bergi	♂	4	7,5
6	Kolka frá Há koti	♀	5	7,5
7	Lektor frá Ytra-Dalsgerði	♂	7	7,5
8	Ljóri frá Sauðárkróki	♂	6	7,5
9	Marey frá Akranesi	♀	5	7,5
10	Þorri frá Möðrufelli	♂	6	7,5



## 2.2. Gagnasöfnun

Gögnum var safnað af myndbandi frá Landsmóti 2011 sem gefið var út af Landsmóti ehf. Gögnin voru lesin inn í hugbúnaðinn Dartfish Software 6, frá fyrirtækinu Dartfish sem hannaður er til að greina hreyfingar af myndböndum. Hugbúnaðurinn gaf upp nákvæmni samsvarandi við 50 ramma á sekúndu, eða 20 millisekúndur milli hvers ramma.

## 2.3. Meðhöndlun og vinnsla gagna

Alls voru mæld 9 skref hjá hverjum hesti, eða 180 skref í heild. Reiknaður var hraði (m/s) hestanna á hægu tölti út frá þeim tíma sem tók þá að fara 30 metra eftir ákvörðuðu svæði á kynbótavelli. Einnig var skreftími þeirra mældur, en það er sá tími sem tekur hestinn að taka eitt skref (ms).

Í hverju skrefi var mældur stöðu- og sviffasi hvers fótur fyrir sig. Upphaf skrefsins var miðað út frá hægri afturfæti ( $t=0$ ) og endi skrefs markaðist þegar stigið var í aftur í hægri afturfót, þ.e skrefhringnum var þá lokið. Það var þó misjafnt hvort hrossin snertu jörð með öllum hóffletinum eða aðeins með tál eða hæl þegar mæling á skrefi hófst/endaði. Upphaf sviffasa var metið þegar hófurinn sleppti sýnilega snertingu við jörð eða snerti jörð aðeins með tál þar sem hófurinn var kominn frá jörðu við næsta ramma. Út frá þessari mælingu var hægt að skrá niður eftirfarandi breytur við mat á gangtegundum: stöðu- og sviftíma hvers fótur; stöðuhlutfall (e. duty factor); skástæðan tvístuðning; hliðstæðan tvístuðning; og þristuðning.

Gögn um stöðutíma fóta voru tekin saman í meðaltal stöðutíma. Út frá því var svo reiknað stöðuhlutfall framfóta (DF fram) og afturfóta (DF aftur), auk stöðuhlutfalls á milli fram- og afturfóta til að geta metið burð hestanna á tölti (DF fram/DF aftur). Skástæður (SK2ST) og hliðstæður (HL2ST) tvístuðningur var metinn með því að reikna meðaltal stöðutíma vinstri/hægri skástæðu eða hliðstæðu, margfaldað með tveimur. Þær breytur voru síðan notaðar til að reikna hlutfall hliðstæðs og skástæðs tvístuðnings af heilu skrefi. Tími sem líður milli snertingar skástæðra fóta við jörðu úr heilu skrefi (e. Diagonal advanced placement, hér eftir nefnt DAP) var reiknað fyrir hægri og vinstri hlið. Auk þess var reiknaður sá tími sem líður milli stuðnings hliðstæðra fóta við jörðu af heilu skrefi (e. Lateral advanced placement, hér eftir nefnt LAP) fyrir hægri og vinstri hlið. Þá voru meðaltöl LAP og DAP fyrir báðar hliðar reiknuð sem hlutföll af heildarskrefi.

Þrístuðningur (þegar þrír fætur snerta jörð samtímis; ýmist VA-HA-VF eða VA-HA-HF) var skráður niður þegar hann var sýnilega greindur þar sem skrefi með þrístuðningi var gefið gildið 1,0 en annars gildið 0.

#### **2.4. Tölfræðivinnsla**

Við tölfræðilega úrvinnslu voru notuð forritin SAS 9.2 og SAS Enterprise Guide 4.2 fyrir Windows stýrikerfið. Lýsandi tölfræði (meðaltal, staðalfrávik og spönn) var gerð á gögnunum (hraði, DF fram, DF aftur, DF hlutfall, SK2ST%, HL2ST%, DAP%, LAP%). Fervikagreining (ANCOVA, analysis of covariance) var gerð til að kanna hvort marktækur munur reyndist milli hópanna þar sem leiðrétt var fyrir hraða, ýmist með annars stigssambandi hraða eða með víxlhrifum milli hraða og hópa.

Mat á fylgni milli endurtekinna mælinga var gert með (proc varcomp í SAS) því að reikna stuðul innfylgni (e. intraclass correlation coefficient, ICC). Stærðfræðileg útlistun innanfylgnistuðuls (ICC) er:  $ICC = \sigma_b^2 / \sigma_b^2 + \sigma_w^2$  þar sem  $\sigma_b^2$  breytileiki á mælingum milli einstaklinga og  $\sigma_w^2$  er breytileiki á mælingum á sama einstaklingi.

### 3. Niðurstöður

#### 3.1. Taktur og hraði

Hámarktækur munur ( $p < 0.001$ ) reyndist milli hraða (m/s) hópanna. Marktækur munur ( $p < 0.001$ ) var einnig til staðar milli hópa fyrir skreftíma auk þess sem það reyndust vera marktæk ( $p < 0.001$ ) víxlhrif milli skreftíma og hraða.

**Tafla 3.** Meðalhraði (m/s) og meðalskreftími (ms) hópanna.

	Hópur 1			Hópur 2			p-gildi
	N	Meðaltal	Spönn	N	Meðaltal	Spönn	
<b>Skreftími (ms)</b>	90	524 <sub>24,32</sub>	480-600	90	511 <sub>17,25</sub>	480-560	<.0001
<b>Hraði (m/s)</b>	90	3,91 <sub>0,23</sub>	3,56-4,31	90	4,09 <sub>0,22</sub>	3,72-4,35	<.0001

Marktækur munur ( $p < 0.001$ ) reyndist vera á milli hópa fyrir DAP og LAP. Þá reyndist vera marktækt ( $p < 0.001$ ) annars stigssamband til staðar annars vegar á milli DAP og hraða og hins vegar á milli LAP og hraða.

**Tafla 4.** Meðaltöl LAP og DAP reiknað sem hlutfall af heildarskrefi (%). Fjöldi metinna skrefa var 90 í hvorum hóp.

	Hópur 1		Hópur 2		<.0001
	Meðaltal	Spönn	Meðaltal	Spönn	
<b>LAP (%)</b>	0.27 <sub>0.03</sub>	0,21-0,35	0.22 <sub>0.03</sub>	0,17-0,31	
<b>DAP (%)</b>	0.23 <sub>0.03</sub>	0,15-0,29	0.28 <sub>0.03</sub>	0,19-0,33	

Varðandi tímabil (ms) á milli stuðnings hliðstæðra fótapara (HL2ST) og stuðning skástæðra fótapara (SK2ST) reyndist vera marktækur munur ( $p < 0.001$ ) á milli hópa 1 og 2.

Auk þess reyndust vera marktæk ( $p < 0.001$ ) víxlhrif annars vegar til staðar á milli HL2ST og hraða og hins vegar á milli SK2ST og hraða (sjá töflu 5).

**Tafla 5.** Meðaltöl á hlutföllum hliðstæðs (HL2ST) og skástæðs tvístuðnings (SK2ST) á tölti af heildarskrefi (%). Fjöldi metinna skrefa var 90 í hvorum hóp.

	Hópur 1		Hópur 2		<.0001
	Meðaltal	Spönn	Meðaltal	Spönn	
<b>HL2ST (%)</b>	0.42 <sub>0.06</sub>	0,28-0,57	0.47 <sub>0.07</sub>	0,30-0,63	
<b>SK2ST (%)</b>	0.25 <sub>0.07</sub>	0,08-0,39	0.21 <sub>0.08</sub>	0,04-0,40	

### 3.2. Burður og sviftími framfóta

Marktækur munur ( $p < 0.001$ ) reyndist milli hópa fyrir DF fram, DF aftur og DF hlutfall. Þá reyndist vera marktækt ( $p < 0.05$ ) annars stigssamband milli hraða og DF fram.

**Tafla 6.** Meðaltal DF fram, DF aftur og hlutfalls milli þeirra tveggja (%).Fjöldi metinna skrefa var 90 í hvorum hóp.

	Hópur 1		Hópur 2		<.0001
	Meðaltal	Spönn	Meðaltal	Spönn	
<b>DF fram (%)</b>	0.35 <sub>0.02</sub>	0,30-0,43	0.38 <sub>0.02</sub>	0,32-0,46	
<b>DF aftur (%)</b>	0.48 <sub>0.03</sub>	0,40-0,56	0.46 <sub>0.02</sub>	0,38-0,54	
<b>DF hlutfall (%)</b>	0.73 <sub>0.04</sub>	0,62-0,83	0.83 <sub>0.05</sub>	0,74-0,96	

Hámarktækur munur ( $p < 0.001$ ) var metinn á milli sviftíma framfóta (Svif Fram). Einnig reyndust vera marktæk ( $p < 0.001$ ) víxlhrif milli Svif Fram og hraða.

**Tafla 7.** Meðaltal svif fram (m/s) hjá báðum hópum.

	Hópur 1			Hópur 2			p-gildi
	N	Meðaltal	Spönn	N	Meðaltal	Spönn	
<b>Svif Fram (ms)</b>	90	341 <sub>20,53</sub>	290-400	90	316 <sub>13,43</sub>	260-340	<.0001

### 3.3. Þrístuðningur

Þrístuðningur var skráður þegar hann var sýnilega greindur en það var í 72% skreftilfella hjá hópi 1 og 20% skreftilfella hjá hópi 2. Alls gætti þrístuðnings hjá 80% hrossa með úrvalseinkunn en hjá aðeins 40% hrossa með meðaleinkunn.

**Tafla 8.** Þrístuðningur var metin sýnilegur með 1 gildi og metin ekki til staðar með 0 gildi fyrir hvert skref. Alls voru metin 20 hross og 9 skref hjá hverju.

	Hópur 1		Hópur 2	
	1	0	1	0
<b>Skref</b>	65	115	18	162
<b>Hross</b>	8	2	4	6

### 3.4. Mat á breytileika

Samkvæmt útreikningum á innfylgnistuðli (ICC) kom í ljós að lítil breytileiki var innan mælinga einstaklings en talsverður breytileiki milli hrossa.

**Tafla 9.** Mat á endurteknum mælingum með innanhóps fylgnistuðli (ICC). Heildarfjöldi hrossa var 20 og fjöldi metinna skrefa hjá hverjum hesti var 9.

	Milli hrossa	Innan hrossa	Heildarbreytileiki	Hlutfall (%)
LAP (%)	0,0012	0,0003	0,0016	0,78
DAP (%)	0,0012	0,0004	0,0016	0,78
HL2ST (%)	0,0032	0,0016	0,0048	0,66
SK2ST (%)	0,0051	0,0012	0,0064	0,81
3ST	0,2107	0,0486	0,2593	0,81
DF fram	0,0004	0,0004	0,0008	0,52
DF aftur	0,0006	0,0003	0,0009	0,69
DF hlutfall	0,0038	0,0015	0,0053	0,72
Svif fram (m/s)	246,1727	221,25	467,4227	0,53

## 4. Umræða

### 4.1. Taktur og hraði

Hraði hrossanna er hlutu meðaleinkunn fyrir hægt tölt var að meðaltali meiri (4,09 m/s) en þeirra er hlutu úrvalseinkunn (3,91 m/s). Skreftími hrossa er hlutu úrvalseinkunn reyndist lengri en þeirra er hlutu meðaleinkunn. Marktæk víxlhrif reyndust til staðar milli hraða og skreftíma sem gefur til kynna að hraði hafi haft áhrif á skreftíma hrossanna á tölti. Í rannsókn Biknevicus o.fl (2004) var hinsvegar sýnt fram á að skreftíðni fylgi ekki línulegu sambandi við hraða og að hún aukist lítið á bilinu 3-4 m/s. Gefur þetta til kynna að hestarnir auki frekar hraða með því að auka skreflengd en með því að fjölga skrefum á þessu hraðabili. Hraði hrossa í þessari rannsókn var á litlu bili (480-600 ms) og því eru niðurstöður þess ekki í samræmi við niðurstöður Biknevicus o.fl.. Skýringu á mismun má að einhverju leyti finna í þeim myndgæðum sem hér voru notuð sem bauð upp á færri ramma á sekúndu en æskilegt þykir við nákvæmar hreyfigreiningar af myndböndum. Niðurstöður þessara rannsóknar gefa því til kynna að hér hafi ekki verið hægt að meta nákvæmlega samband hraða og skreftíma.

Þegar hlutföll LAP(%) af heildarskrefi eru skoðuð má sjá að hrossin sem höfðu úrvalseinkunn höfðu meiri skástæða tengingu á tölti (LAP=27%) á meðan hrossin með meðaleinkunn höfðu hliðstæðari tengingu (LAP=23%). Út frá þessum niðurstöðum má ætla að hross sem hljóti úrvalseinkunn hafi jafnan hreinan takt á hægu tölti á meðan hross sem hljóta meðaleinkunn sýni jafnan hliðstæðari hreyfingu en hærra dæmd hross.

Hærra hlutfall HL2ST í tölti hrossum með meðaleinkunn (47%) samanborið við úrvalstöltara (42%) er í samræmi við útreikninga á hlutfalli LAP af heilu skrefi. Hross með meðaltölt hafa frekar tilhneigingu til að vera hliðstæð og hafa jafnan síðri takt en þau sem sýna úrvalstölt.

Stöðutími hliðstæðra fóta má ekki vera styttri en helmingur af stöðutíma skástæðra fóta á takthreinu tölti og ekki meiri en tvöfalt lengri. Ef hlutfall hliðstæðs stuðnings (HL2ST) er hins vegar orðið meira en tvöfalt lengra er hesturinn kominn yfir á millibil skeiðs og tölts, þ.e. fer að sýna hliðstæðari hreyfingar á tölti. Hrossin er hlutu úrvalseinkunn voru vel innan þessara marka, þ.e. hlutfall hliðstæðs stuðnings af heilu skrefi (HL2ST) reyndist minna en tvöfalt hlutfall stuðnings skástæðra fóta af heilu skrefi (SK2ST). HL2ST er skoðað hjá hrossunum er hlutu meðaleinkunn sést hins vegar að þau hafi staðið litlu lengur í hliðstæða fætur en sem nam tvöföldu SK2ST. Styður þetta að hrossin sem hlutu úrvalseinkunn hafi búið yfir taktbetra tölti en þau er hlutu meðaleinkunn. Víxlhrif reyndust milli hraða og HL2ST annars vegar og

SK2ST og hraða hins vegar sem gefur til kynna að hraði hafi haft áhrif á stöðutíma hliðstæðra og skástæðra fótapara hjá hrossunum

Í rannsókn Zips o.fl. (2001) má sjá mun hliðstæðari takt á tölti (LAP=19,72%) en niðurstöður þessara rannsókna sýndu fram á. Zips og félagar ályktuðu m.a. að skilgreina ætti millistig tölts og skeiðs, þ.e. skeiðtölt og fjórtakta skeið, einnig sem tölt. Samkvæmt hlutfalli LAP af heildarskrefi í rannsókn Zips o.fl. (2001) er ljóst að flest hrossanna er metin voru í rannsókn þeirra væru mjög hliðstæð á tölti og hefðu líklega fengið einkunn vel undir meðaleinkunn skv. dómstiga fyrir íslensk kynbótahross. Voru þau því varla hentugt úrtak við að meta gangtegunina tölt og endurtaka þyrfti rannsóknina.

#### **4.1. Mat á burði og svifi framfóta**

Munur reyndist á burði hrossa milli hópa. Hrossin með úrvalseinkunn stóðu hlutfallslega styttra (DF = 35%) í framfætur af heildarskref tíma að meðaltali en þau er hlutu meðaleinkunn (DF fram=38%). Stóðu þau því hlutfallslega lengur í afturfætur af heildarskref tíma; DF aftur=48% skref tímans á móti 46%. Úrvalstöltarar stóðu þar af leiðandi hlutfallslega lengur (DF = 48%) í afturfætur af heildarskref tíma samanborið við meðaltöltara (DF = 46%). DF hlutfall hrossanna gefur til kynna að úrvalstöltarar standi lengur (73%) í afturfætur en meðaltöltarar (83%) sem gefur aukinn burð þeirra til kynna og gefur tómt til frjálslægri hreyfinga að framan þar sem hlutfallið 1 gefur til kynna að þau standi jafnt í alla fætur. Þá voru þættir líkt og kreppa liðamóta í afturparti sem talin er segja til um burð hrossa ekki mælanleg í þessari rannsókn.

Í rannsókn Nicodemus og Clayton (2003) reynist stöðuhlutfall framfóta (DF) vera að meðaltali 56% og stöðuhlutfall afturfóta (DF) 59% og DF hlutfallið var því 95%. Þegar DF hlutfall er orðið svona hátt hvílir hesturinn nánast til jafns á fram- og afturfótum sem segir til um að hestar í rannsókn Nicodemus og Clayton (2003) hafi verið mjög framþungir. Tölt metinna hrossa hefur líkast til verið fremur bágborið. Út frá þessum niðurstöðum, líkt og fyrri niðurstöðum Zips o.fl., er erfitt að fullyrða að skilgreining á gangteguninni tölti sé sambærileg við þá sem núverandi rannsókn miðar við og því úrtak Nicodemus og Clayton ekki nægilega lýsandi fyrir tölt og því takmörkuð til samanburðar.

Sviftími framfóta var mismunandi milli hópanna þar sem hrossin sem hlutu úrvalseinkunn höfðu lengri sviftíma framfóta (341 ms á móti 316 ms). Gefur þetta til kynna að úrvalstöltarar hafi meiri fótaborð, þar sem framfætur voru lengur á lofti, en meðaltöltarar. Er það í samræmi við stöðuhlutfall framfóta (DF fram) sem reyndist minna hjá hrossum sem hlutu

meðaleinkunn fyrir tölt, stöðutími fóta var styttri að framan. Ber þetta saman við rannsókn Holmstrom o.fl. (1994) þar sem sviffasi framfóta reyndist lengri hjá hrossum er hlutu úrvalseinkunn fyrir brokk og þjuggu yfir meiri fótaborði en þau er hlutu lága einkunn.

## 4.2. Þrístuðningur

Þrístuðningur (VA-HA-VF eða VA-HA-HF) var skráður niður þegar hann var greindur sýnilega (1,0) hjá hrossunum (annars 0,0). Ekki var unnt að meta þrístuðning með öðrum hætti þar sem gæði myndbandsins voru ekki nægileg, þ.e. gaf of fáa ramma á sekúndu. Það reyndist því ekki mögulegt að meta nákvæmlega það tímabil sem þrístuðningur varði þegar hann kom fyrir. Var þrístuðningur metinn hjá 8 úrvalstölturum í alls 65 skrefum og 4 meðaltölturum í alls 18 skrefum. Það virðist því sem hraðinn hafi talsverðáhrif þar sem að úrvalstöltarar fara hægar yfir að meðaltali; 3,71 m/s á móti 4,09 m/s. Við mjög hæga ferð á tölti geta mörk milli tölts og fets orðið óljós og nokkurs konar blendingur tölts og fets myndast. Þessum niðurstöðum ber saman við niðurstöður Nicodemus og Clayton (2003) en þau töldu orsök þrístuðnings liggja í því að hrossunum hafi verið riðið við fremur hæga ferð (<3m/s). Það má einnig bæta við að orsakavaldur þrístuðnings að framan í rannsókn Nicodemus og Clayton er helst að finna í þeirri staðreynd að hrossin voru líklega framþung sé DF hlutfall hrossanna að meðaltali (95%) skoðað.

Áhugavert væri að gera rannsókn á því hver hraðamörk hrossa eru þar sem þrístuðnings á tölti fer að gæta og reynt yrði að leggja mat á við hraða væri hentugast væri að sýna hægt tölt með rétttri fótariöðun. Einnig væri áhugavert ef rannsökuð yrðu áhrif afturfótahreyfinga á hreinleika töltsins við hægustu ferð, þ.e. að gerð yrði samanburðarrannsókn þar sem borin yrðu saman hross sem sýna mismikið hálfsvif afturfóta. Við mikið hálfsvif afturfóta eru afturfætur lengur á lofti þar sem hestarnir kreppa mjög liðamót afturfóta og yrði skoðað hversu hægt hestar með aukið hálfsvif að aftan gætu gengið á tölti án þess að mynda þrístuðning.

## 4.3. Matsaðferð

Mat á endurteknum mælingum (ICC) gaf til kynna að mæliaðferðin hafi verið áreiðanleg, sterk fylgni var á milli endurtekinna mælinga innan hrossa sem segir í raun að ein mæling hafi mikið forspárgildi um þá næstu. Mikill breytileiki reyndist milli hrossa sem gefur til kynna að mikil munur er á mældum breytum hægs tölts, annars vegar hjá úrvalstölturum (einkunn fyrir hægt tölt  $\geq 9,0$ ) og meðaltölturum (einkunn fyrir hægt tölt  $\geq 7,5$ ).



Þar sem gögnin voru fegin af upptökum sem framkvæmdar voru af öðrum aðilum var ekki hægt að vita nákvæmlega hvar myndavélin var staðsett við hlið kynbótavallarins á Vindheimamelum. Það var því reynt að meta staðsetningu myndavélar út frá upptökunum og miðja hins 30 metra svæðis sem mælt var ákvörðuð út frá þeim girðingarstaur nærmegin vélinni sem líklegastur þótti til að hafa verið beint fyrir framan hana meðan á upptökum stóð.

Með þessum hætti var mögulegt að reikna út hraða hrossanna í braut en gera verður ráð fyrir ákveðinni skekkju, sér í lagi vegna þess að jafn hraði var áætlaður allan tímann. Einnig var ekki mögulegt að greina nákvæmlega hvenær hrossin komu inn á eða fóru út af svæðinu þar sem myndavélin tók ekki þvert á þann girðingarstaur sem afmarkaði svæðið. Hrossin komu því og fóru af svæðinu örlítið séð frá hlið þar sem myndavélin var staðsett fyrir miðju vallarins og því erfitt að greina upphaf og endi með millisekúndna nákvæmni sem þá aftur hefur skekkjuvaldandi áhrif við á mat á hraða.

Ekki reyndist mögulegt að hreyfigreina hrossin með nákvæmari hætti líkt og að meta hreyfingar liðamóta í því tilliti að meta skreftengd, fótaborð eða afturfótahreyfingar hrossanna þar sem gæði myndbandanna voru ekki nægileg til að meta önnur gögn en stöðu- og sviftíma fóta. Einnig var erfitt að meta þrístuðning þar sem ekki reyndist mögulegt að mæla það tímabil sem hann varði og greina hann með nákvæmum hætti.

Kostirnir við notkun þessa myndbanda voru hins vegar að öllum hrossunum var riðið við nokkuð staðlaðar aðstæður á kynbótavelli þar sem þau voru öll vel undirbúin og þeim riðið af færum knöpum. Þau voru öll dæmd eftir sama dómkvarða og voru búin að hljóta sína einkunn þegar hreyfingar þeirra voru greindar í þessari rannsókn. Var það mikill kostur þar sem auðvelt var að flokka hrossin niður í hópa eftir gæðum gangtegundarinnar út frá gefnum dómi.

Áhugavert væri að sjá frekari samanburðarrannsóknir á hreyfingum kynbótahrossa á tölti þar sem kreppa liðamóta og skreftengd væru einnig metin við staðlaðar aðstæður með háhraða myndavél svo hægt væri að meta hreyfingar þeirra með enn nákvæmari hætti en mögulegt var í þessari rannsókn.

## 5. Ályktanir

Gefa niðurstöður til kynna að breytileiki sé í hreyfingum milli þeirra hrossa er hlutu úrvalseinkunn fyrir hægt tölt annars vegar og meðaleinkunn hins vegar þar sem marktækur munur reyndist milli þeirra í öllum þeim breytum er kannaðar voru. Með hlutlægum hreyfigreiningum er því hægt að meta gæði töltsins, a.m.k. að hluta með því að meta takt og burð. Höfðu hross með úrvalseinkunn takthreinna og burðarmeira tölt ásamt meira svifi framfóta sem gefur aukinn fótaborð til kynna á meðan hrossin er hlutu meðaleinkunn báru frekar hliðstæðari takt og voru framþyngri.

Samkvæmt niðurstöðum virðist hraði hrossanna hafa áhrif þegar kom að hinum hærri einkunnum fyrir hægt tölt þar sem minni hraði virðist hafa leitt af sér meiri burð sem aftur leiddi af sér aukin sviftíma að framan sem þá gefur aukinn fótaborð til kynna. Telja má að minni hraði hafi leitt af sér aukinn þristuðning hjá hrossum er hlutu úrvalseinkunn á meðan hans var lítt vart hjá þeim hrossum er hlutu meðaleinkunn sem var riðið hraðar að meðaltali.

Áhugavert væri að skoða frekar áhrif hraða á einkunnagjöf á hægu tölti með nákvæmari hætti og hafa þá stærra úrtak hrossa sem myndu spanna lengra einkunnabil. Yrði þá notaður nákvæmari búnaður til að mæla fleiri þætti sem verðmætir eru líkt og skreflengd, hreyfingar liðamóta og fótaborður. Telja má að slík rannsókn gæti borið mikið upplýsingagildi, bæði fyrir dómara og knapa.

## 6. Heimildaskrá

- Barrey, E. (1999). Methods, applications and limitations of gait analysis in horses. *The veterinary journal*, 157, 7-22.
- Barrey, E. (2001). *Interlimb coordination*. Í W. Back, og H. M. Clayton (Ritstj.), *Equine locomotion* (bls. 77-94). London: W.B. Saunders Co.
- Barrey, E., Landjerit, B & Wolter, R. (1991) Shock and vibration during hoof impact on different track surfaces. *Equine Exercise. Physiology* 3, 97–106.
- Biknevicius, A. R., Mullineaux, D. R. & Clayton, H. M. (2004). Ground reaction forces and limb function in tölting icelandic horses. *Equine veterinary journal*, 36 (8), 743-747.
- Biknevicius, A. R. & Reilly, S. M. (2006). Correlation og symmetrical gaits and whole body mechanics: debunkingmyths in locomotor biodynamics. *Journal of experimental zoology*, 305A, 923-934.
- Buchner, H.H.F., Savelberg, H.H.C.M., Schamhardt, H.C., Merkens, H.W. & Barneveld, A. (1994). Kinematics of treadmill versus overground locomotion in horses. *The Veterinary quarterly*, 16 (2), 87–90.
- Clayton, H. M. (2004). *The dynamic horse*. Mason: Sport horse publications.
- Clayton, H. M. og Schamhardt, H. C. (2001). Measurement techniques for gait analysis. Í W. Back og H. M. Clayton (ritstj.), *Equine locomotion* (bls. 55-76). London: W.B. Saunders.
- Fihl, P. & Moeslund, T.B. (2007, september). *Classification of gait types based on the duty-factor*. Erindi flutt á IEEE conference on advanced video and signal based surveillance, London.
- FEIF (The international Federation of Icelandic Horse Associations) (2011). *FEIF sport judges guidelines 2011*. Skoðað 19. apríl 2012 á <http://www.feiffengur.com/documents/SJGuidelines%202011.pdf>
- FEIF (The international Federation of Icelandic Horse Associations) (2012a). *FEIF rules for Icelandic horse breeding – FIZO 2012*. Skoðað 4. maí 2012 á <http://feiffengur.com/documents/fizo11e.pdf>

- FEIF (The international Federation of Icelandic Horse Associations) (2012b). *Gæðingakeppni rules 2012*. Skoðað 3. maí 2012 á <http://www.feiffengur.com/documents/G%C3%A6%C3%B0ingakeppni%202012.pdf>
- Gunnar Reynisson. (2010). *Hreyfigreining á feti og tölti íslenskra hrossa*. Óútgefin B.Sc. ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.
- Hildebrand, M. (1965). Symmetrical gaits in horses. *Science*, 150, 701-708.
- Hildebrand, M. (1989). The quadrupedal gaits of vertebrates. *Bioscience*, 39 (11), 768-775.
- Holmstrom, M., Fredricson, I., Drevemo, S. (1994). Biokinematic differences between riding horses judged as good and poor at the trot. *Equine Veterinary Journal*, 17, 51-56.
- Muybridge, E. (1957). *Animals in motion* (Brown, L.S., ritstj.). New York: Dover Publications. Frumútgáfa 1899.
- Nicodemus, M. C. & Clayton, H. M. (2003). Temporal variables of four-beat, stepping gaits of gaited horses. *Applied animal behaviour science*, 80, 133-142.
- Reglugerð um uppruna og ræktun íslenska hestsins nr. 442/2011.
- Robilliard, J. J., Pfau, T. og Wilson, A. M. (2007). Gait characterisation and classification in horses. *The journal of experimental biology*, 187-197.
- Savelberg, H. H.C.M., Vorstenbosch, M. A.T.M., Kamman, E. H., van de Weijer, J. G.W., Schambardt H. C. (1998). Intra-stride belt-speed variation affects treadmill locomotion, *Gait & Posture*, 7 (1), 26-34.
- van Weeren, P.R. (2001). History of locomotor research, Í Beck, W. og Clayton, H.M. (ritstj.), *Equine locomotion* (bls. 1-35). London: W.B. Saunders.
- Zips, S., Peham, C., Scheidl, M., Licka, T., og Girtler, D. (2001). Motion pattern of the toelt of Icelandic horses at different speeds. *Equine Veterinary Journal*, 33, 109-111.
- Þorvaldur Árnason (2011). Alþjóðlegt kynbótamat 2011. Skoðað 5 maí 2011 á vef WorldFeng: [http://www.worldfengur.com/WorldFengur/temp/Althjolegt\\_kynbotamat.pdf#zoom=100](http://www.worldfengur.com/WorldFengur/temp/Althjolegt_kynbotamat.pdf#zoom=100)

Östlund, V. (2011). *Limb phasing Icelandic horses*. Óútgefin meistaraþrófsritgerð,  
Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

## 7. Töfluskrá

1. tafla. Hópur 1. Upplýsingar um kyn, aldur og einkunn valinna hrossa sem hlutu úrvalseinkunn ( $\geq 9,0$ ) fyrir hægt tölt. Bls. 15. Linda Karen Gunnarsdóttir.
2. tafla. Bls. 15. Hópur 2. Upplýsingar um kyn, aldur og einkunn valinna hrossa sem hlutu meðaleinkunn (7,5) fyrir hægt tölt. Linda Karen Gunnarsdóttir.
3. tafla. Bls. 18. Meðalhraði (m/s) og meðalskreftími (ms) hópanna. Linda Karen Gunnarsdóttir.
4. tafla. Bls. 18. Meðaltöl LAP og DAP reiknað sem hlutfall af heildarskrefi (%). Linda Karen Gunnarsdóttir.
5. tafla. Bls. 19. Meðaltöl á hlutföllum hliðstæðs (HL2ST) og skástæðs tvístuðnings (SK2ST) á tölti af heildarskrefi (%). Linda Karen Gunnarsdóttir.
6. tafla. Bls. 19. Meðaltal DF fram, DF aftur og hlutfalls milli þeirra tveggja (%). Linda Karen Gunnarsdóttir.
7. tafla. Bls. 19. Meðaltal svif fram (m/s) hjá báðum hópum. Linda Karen Gunnarsdóttir.
8. tafla. Bls. 20. Þrístuðningur. Linda Karen Gunnarsdóttir.
9. tafla. Bls. 20. Mat á endurteknum mælingum með innanhóps fylgnistuðli (ICC). Linda Karen Gunnarsdóttir.