



Lokaverkefni B.Sc. í íþróttافرæði

GPS mælingar á knattspyrnumönnum í
efstu deild karla á Íslandi

Samanburður á leikmönnum sex liða

Maí, 2021

Nafn nemanda: Bjarni Heimir Kristinsson

Kennitala: 290694 – 2219

Nafn nemanda: Sindri Þór Þorgeirsson

Kennitala: 211287 - 2179

Leiðbeinendur: Hjalti Rúnar Oddsson og Margrét Lilja Guðmundsdóttir

12 eininga ECTS ritgerð til íþróttافرæði B.Sc.

Útdráttur

Markmið ritgerðarinnar var að rannsaka hvort líkamlegt þrek knattspyrnumanna hefði áhrif á lokastöðu sex liða í efstu deild karla á Íslandi. Einnig var markmiðið að kanna hvort líkamlegt þrek væri mismunandi eftir því hvaða leikstöðu þátttakendur spila. Rannsóknin var meginleg og þátttakendur voru 108 leikmenn í sex liðum í Pepsi Max deild karla árið 2020. Þrjú liðanna enduðu í neðri hluta deildarinnar og þrjú í þeim efri. Gögnum var safnað með GPS vestum sem leikmenn klæddust í leikjum. Frammistaða þátttakenda var flokkuð í heildarvegalengd, hlaup á hárrí ákefð, spretti og spretti á hárrí ákefð. Helstu niðurstöður voru þær að þátttakendur sem léku með liðum í neðri hluta deildarinnar standa sig betur í öllum mælingum sem framkvæmdar voru, nema heildarvegalengd spretta, samanborið við liðin í efri hlutanum. Þó var aðeins marktækur munur á milli hópanna tveggja í heildarvegalengd hlaupinni í leik. Munur er á hlaupatölum leikmanna eftir leikstöðum en kantmenn skoruðu hæst í öllum mælingum sem rannsakaðar voru og miðverðir hlupu minnst þátttakenda í öllum mælingum. Niðurstöður gefa til kynna að munur er á frammistöðu eftir því hvaða leikstöðu leikmenn leika og hvar liðin sex enduðu í deildinni en þó eru ekki tengsl á milli aukinna hlaupa og betri lokastöðu í deildinni.

Formáli

Þessi rannsókn er lokaverkefni til B.Sc. gráðu í íþróttafraeði við Háskólann í Reykjavík. Vægi ritgerðarinnar er 12 ECTS einingar. Það var tiltölulega auðveld ákvörðun fyrir okkur þegar kom að því að velja viðfangsefni til að rannsaka þar sem að við höfum báðir haft brennandi áhuga á knattspyrnu frá unga aldri. Leiðbeinendur okkar voru Hjalti Rúnar Oddsson og Margrét Lilja Guðmundsdóttir og viljum við þakka þeim kærlega fyrir aðstoðina við gerð þessa verkefnis. Einnig viljum við þakka Harald Péturssyni fyrir að gefa okkur tækifæri til að vinna þessa rannsókn með því að láta okkur í té rannsóknargögn og vera boðinn og búinn til að aðstoða okkur þegar þörf var á. Stefanía Kristín Bjarnadóttir las ritgerðina okkar yfir fyrir lokaskil og kunnum við henni bestu þakkir fyrir þá aðstoð. Ekki má gleyma að þakka sambýliskonum okkar, þeim Maríu og Elfu fyrir þolinmæði í okkar garð þegar vinna þessa verkefnis fór fram. Síðast en ekki síst viljum við þakka samnemendum okkar fyrir veitta aðstoð og andlegan stuðning gegnum þrjú frábær ár í náminu.

Efnisyfirlit

<i>Útdráttur</i>	2
<i>Formáli</i>	3
<i>Töfluskra</i>	5
<i>Inngangur</i>	6
Líkamlegar kröfur í knattspyrnu.....	6
Orkukerfin	7
Vöðvatýpur.....	8
GPS.....	10
Leikstöður.....	11
Leikkerfi.....	12
Getustig.....	13
Mismunandi undirlag	14
Markmið og rannsóknarspurningar.....	15
<i>Aðferð</i>	16
Þátttakendur	16
Mælitæki	16
Rannsóknarsnið	17
Framkvæmd	17
Úrvinnsla	17
<i>Niðurstöður</i>	18
<i>Umræður</i>	23
<i>Heimildaskrá</i>	28

Töfluskra

Tafla 1. Fjöldi þátttakenda eftir leikstöðum.....	16
Tafla 2. Lýsandi tölfræði fyrir frammistöðu á leiktímabilinu hjá öllum þátttakendum.....	18
Tafla 3. Samanburður á frammistöðu hjá þátttakendum eftir lokastöðu í deild	18
Tafla 4. Samanburður á heildarvegalengd (km) eftir leikstöðum og lokastöðu í deild	19
Tafla 5. Samanburður fyrir hlaup á hárrí ákefð (m) eftir leikstöðum og lokastöðu í deild	20
Tafla 6. Samanburður spretta á hárrí ákefð (m) eftir leikstöðum og lokastöðu í deild.....	21
Tafla 7. Samanburður á fjölda spretta í leik eftir leikstöðum og lokastöðu í deild.....	21

Inngangur

Líkamlegar kröfur í knattspyrnu

Knattspyrna er mjög líkamlega krefjandi íþrótt þar sem góð tæknileg geta og getan til hraðra stefnubreytinga eru lykilþættir til þess að ná sem bestum árangri. Notast hefur verið við hálfsjálfvirk tölvukerfi til þess að bera kennsl á líkamlegar og tæknilegar kröfur í leikjum í úrvalsdeild í Englandi og hvernig þær eru mismunandi eftir því hvar þú spilar á vellinum og taktík liðsins (Bush o.fl., 2015). Leikmaður í fremstu röð knattspyrnunar hleypur að meðaltali 10-13 kílómetra í leik. Leikmennirnir eyða þó mestum tíma á gönguhraða eða hlaupum á lágri ákefð þar sem orkutap er lítið. Það sem skilur á milli bestu leikmannana og þeirra lakari er getan til þess að hlaupa lengi á háu ákefðarstigi (Bangsbo o.fl., 2006). Rannsókn var gerð á leikmönnum Rosenborg í efstu deild í Noregi (Ingebrigtsen o.fl., 2015). Hlaupatölum var skipt í fimm flokka, gönguhraði (0-7,1 km/klst), skokkhraði (7,2-14,3 km/klst), hlaup (14,4-19,7 km/klst), hlaup á hárrí ákefð (19,8-25,2 km/klst) og sprettir (>25,2 km/klst). Auk þessara flokka var heildarvegalengd einnig mæld. Niðurstöður leiddu í ljós að leikmenn hlupu að meðaltali $11230 \pm 992\text{m}$ í leik. Heildarvegalengd spretta (>25,2 km/klst) var að meðaltali $213 \pm 111\text{m}$ í leik og fjöldi spretta voru $16,6 \pm 7,9$. Meðalvegalengd hlaupa á hárrí ákefð var $845 \pm 332\text{m}$ í leik (Ingebrigtsen o.fl., 2015). Notast var við sömu flokkun þegar ónefnt stórlið sem komst í undanúrslit meistaradeildar Evrópu var skoðað. Heildarvegalengd hlaupin í leik var að meðaltali $11019 \pm 331\text{m}$ og meðaltal hlaupa á hárrí ákefð (>19,8 km/klst) var $903 \pm 115\text{m}$ í leik. Þá sást einnig að hlaupatölur liðsins héldust einnig í hendur við hlaupatölur mótherjanna (Rampinini o.fl., 2007).

Sprettir (≥ 24 km/klst) voru mældir hjá leikmönnum sem spiluðu í Evrópudeildinni (e. UEFA Europa League) á leiktímabilunum 2008-2009 og 2010-2011. Heildarfjöldi spretta í leik var að meðaltali $11,2 \pm 5,3$ og heildarvegalengd spretta $237 \pm 123\text{m}$ í leik (Andrzejewski o.fl., 2013). Þegar hlaupatölur hjá leikmönnum í ensku úrvalsdeildinni voru skoðaðar kom í ljós að hlutfall hlaupa á hárrí ákefð í leik var að meðaltali 9% af öllum hlaupum leikmanna. Hlaup á hárrí ákefð voru þar flokkuð sem öll hlaup yfir 14 km/klst (Bradley o.fl., 2009). Árangur knattspyrnuliða er flókinn en sagt er að tæknilegi hlutinn sé mun mikilvægari heldur en líkamlegi hlutinn. Þá er metið hvað liðið er mikið með boltann, fjöldi skota, fjöldi skota á markið, sendingafjöldi og heppnaðar sendingar en allir þessir hlutir hafa áhrif á árangur og velgengi liðsins. Auk þess hefur líkamleg geta áhrif á tæknilega færni leikmanna og leiklíkar

æfingar nægja ekki til þess að uppfylla líkamlegar kröfur íþróttarinnar, leikmenn þarfnast einnig sérhæfðrar þjálfunar til þess að bæta sig (Bush o.fl., 2015).

Orkukerfin

Helstu orkugjafar líkamans eru fita, prótein og kolvetni. Til þess að geta aukið þol sitt þarf líkaminn orku frá þessum næringarefnum. Mismunandi er hversu hratt líkaminn tekur þessi efni upp og breytir í orku (Youdim, 2019). Upptaka kolvetna er fljótlegust en upptaka fitu er hægst. Kolvetni breytist í sykur, prótein í amínósýrur og fita í fitusýrur og glýseról. Líkaminn notar þessi næringarefni til vaxtar, viðhalds og virkni í íþróttum (Youdim, 2019). ATP (e. adenosine triphosphate) er orkugjafinn sem er til staðar fyrir næstum alla líkamsstarfsemi, þar með talið vöðvasamdrátt. Orkukerfin eru þrjú, ATP-Pcr kerfið, Sykurrofskerfið og Oxunarkerfið. Í þessum orkukerfum erum við að leitast við að búa til meira ATP í líkamanum vegna þess að takmarkað magn er af ATP í líkamanum. Kerfin eiga það sameiginlegt að nýta bæði fitu og kolvetni til myndunar á nýjum ATP. ATP-Pcr kerfið og Sykurrofskerfið geta unnið án súrefnis og eru kölluð loftfirrt kerfi. Oxunarkerfið þarfnast hinsvegar súrefnis og er því loftháð kerfi (Kenney o.fl., 2015).

ATP-Pcr kerfið er einfaldasta kerfið af þessum þremur, það er loftfirrt og þarfnast ekki súrefnis. Sameindirnar sem eru nýttar í þessu kerfi eru ATP og PCr (e. phosphocreatine). Til þess að búa til ATP er ferlið þannig að PCr gefur P til þess að búa til ADP sem verður að ATP. Kerfið er flokkað sem *substrate level metabolism*. Vinna í þessu kerfi varir í 3 til 15 sekúndur og krefst hún hámarksáreynslu eins og t.d. í sprettum hjá leikmönnum. Þetta kerfi er fljótt að tæma sig en það er einnig fljótt að fylla á birgðirnar aftur (Kenney o.fl., 2015). Sykurrofskerfið felur í sér niðurbrot á glýkógeni sem geymist í lifur og vöðvum. Sykurrofskerfið er eins og ATP-PCr kerfið að því leyti að það er loftfirrt og þarfnast ekki súrefnis. Ákefðin í þessu kerfi nær yfir 30-120 sekúndur. Þetta kerfi getur hins vegar nýtt sér súrefni til þess að losa sig við sýru úr vöðvunum sem heitir pýrúvatssýra en með því að losa okkur við þessa sýru komum við í veg fyrir að við myndum mjólkursýru. Mjólkursýra minnkar afkastagetu vöðvana (Kenney o.fl., 2015). Oxunarkerfið ekki loftfirrt eins og hin kerfin heldur er það loftháð. Þetta er flóknasta kerfið af þessum þremur kerfum. Oxunarkerfið notar súrefni til þess að framleiða orku úr fæðuefnum. Loftháða framleiðslan á ATP gerist í svokölluðum hvatbera (e. mitochondria). Þetta kerfi getur framleitt miklu meira af ATP heldur en loftfirrtu kerfin en á móti er þetta kerfi lengi að komast í gang. Oxunarkerfið tekur við þegar áreynsla hefur varað í um tvær mínútur (Kenney o.fl., 2015).

Í knattspyrnuleik vara hlaup á hárrí ákefð í um 7 mínútur af leiktímanum en þá er loftfirrt kerfið í notkun og leikmenn hlaupa að meðaltali 19 tveggja sekúndna spretti í leik. Restina af 90 mínútna leiknum eru leikmenn að notast við loftháða kerfið. Leikmenn hlaupa þó mismikið í leik eftir því hvaða stöðu á vellinum þeir leika og því er mikilvægt að þjálfun leikmanna sé í samræmi við líkamlegar kröfur leikstaðna (Bompa og Haff, 2009). Knattspyrnumenn taka að meðaltali tveggja til fjögurra sekúndna spretti á 90 sekúndna fresti í leik. Einnig framkvæma leikmenn í fremstu röð um 50 stefnubreytingar með boltann í leik. Knattspyrna er því leikur sem krefst þess að leikmenn framkvæmi endurtekna spretti þar sem ATP-PCr og sykurofskerfið eru í notkun en þess á milli eru leikmenn á lægra álagi þar sem oxunarkerfið er í notkun (Bompa og Haff, 2009). Það má einnig segja að loftfirrtar athafnir hafi mikil áhrif á lokaniðurstöðu knattspyrnuleiks þar sem að leikmenn notast við loftfirrt orkukerfi þegar þeir eru að reyna að vinna boltann af andstæðingum og í sóknaraðstæðum þegar þeir skora mörk eða fá þau á sig (Reilly o.fl., 2000). Þegar loftfirrt frammistaða er skoðuð er þó mikilvægt að gera greinarmun á loftfirrtum krafti (e. anaerobic power) og loftfirtri getu (e. anaerobic capacity) þar sem loftfirrtur kraftur segir til um hæsta mögulega styrk loftfirrtar orkuframleiðslu á meðan loftfirrt geta segir til um hvað einstaklingur getur framleitt mikla loftfirrtu orku í keppni áður en hann örmagnast (Reilly o.fl., 2000).

Til þess að standast kröfur leiksins er því mikilvægt fyrir knattspyrnumenn að þolþjálfun sé góð. Loftháð þjálfun eykur blóðflæði í hjarta- og æðakerfi sem eykur flutningsgetu súrefnis til vöðvanna og hjálpar vöðvaþráðum við hraðari myndun ATP. Með því að bæta loftháð þol eykst getan til að vinna á hærri ákefð yfir lengri tíma. Aukið loftháð þol gerir knattspyrnumönnum því hvorutveggja kleift að endast allar 90 mínútur leiksins auk þess sem gæði sprettathafna verða betri þar sem að leikmenn eru fljótari að jafna sig á milli þeirra. Loftfirrt þjálfun eykur hins vegar getu leikmanna til að framkvæma þá þætti sem eru mikilvægir í knattspyrnu eins og spretti og stökk en í þeim athöfnum eru loftfirrtu kerfin í notkun (Kenney o.fl., 2015).

Vöðvatýpur

Vöðvar líkamans skiptast í þrjá flokka, slétta vöðva, hjartavöðva og rákótta vöðva (beinagrindarvöðva). Einstaklingar geta ekki stjórnað sléttum vöðvum þar sem að þeir stjórna af ósjálfráða taugakerfinu. Þá má finna í æðum og innri líffærum þar sem að samdráttur og slökun þeirra hjálpar til við blóðflæði og aðrar mikilvægar athafnir innri líffæra. Hjartavöðvinn

finnst aðeins í hjartanu. Uppbyggingu hjartans er að mestu leyti stjórnað af hjartavöðvanum. Honum er stjórnað af ósjálfráða kerfinu og innkirtlakerfinu líkt og sléttu vöðvunum. Hann hefur þó sum einkenni rákóttra vöðva. Einstaklingar geta stjórnað rákóttum vöðvum sjálfir. Þeir eru 600 talsins og eru flestir fastir við beinagrindina með sinum. Hreyfing líkamans á sér stað með hjálp þessara vöðva og eru þeir því mjög mikilvægir fyrir íþróttamenn (Kenney o.fl., 2015).

Vöðvaþráðum má skipta í tvo flokka, Týpu I og Týpu II. Vöðvasamdrættir eru ekki jafnhraðir í báðum flokkum. Að meðaltali er vöðvi með 50% týpu I vöðvaþræði og 25% týpu IIa vöðvaþræði auk 25% týpu IIx vöðvaþráða. Þessi hlutföll eru þó einstaklingsbundin og geta bæði farið eftir þjálfun og erfðum einstaklinga. Loftháð þol týpu I vöðvaþráða er mikið og framleiðsla ATP fer fram í gegnum oxun kolvetna og fitu. Þeir eru því mest í notkun við æfingar á lágri ákefð (Kenney o.fl., 2015). Týpu II vöðvaþræðir skiptast í undirflokk, Týpu IIa og Týpu IIx. Þessar týpur eru hinsvegar loftfirrtar og mynda því ATP við loftfirrtar aðstæður. Samdráttur Týpu IIa er hraðari heldur en hjá Týpu I og nýtast þeir vöðvaþræðir því vel í stuttar æfingar á hárrí ákefð þar sem þreyta tekur fljótt við. Samdráttur Týpu IIx vöðvaþráða er ennþá hraðari og styrkur þeirra því meiri, þeir eru notaðir í æfingum sem þarfnast mikils sprengikrafts. Samsetning vöðvaþráða kemur í ljós snemma á lífsleiðinni þar sem gen spila stóran þátt (Kenney o.fl., 2015). Mismunandi þjálfun getur þó haft einhver áhrif á hlutföll vöðvaþráða, sem dæmi má nefna að þolþjálfun til lengri tíma getur breytt týpu II í týpu I (Bompa og Haff, 2009). Einnig getur öldrun haft áhrif á hlutföll vöðvaþráða þar sem týpa II minnkar og týpa I eykst (Kenney o.fl., 2015).

Knattspyrnumenn framkvæma marga hraða spretti í leik og vöðvaþráðagerð eða uppbygging þeirra hefur áhrif á sprettgetu þeirra ásamt þjálfun þeirra. Hraðþjálfun ætti ekki einungis að vera fyrir íþróttamenn sem stunda spretthlaup heldur ættu þjálfarar í öllum íþróttum að hugsa um að setja hraðþjálfun í þjálfun sína. Til þess að bæta sprettgetu þá hafa margir hlutir áhrif, lífeðlisfræðilegir hlutir ásamt frammistöðu. Orkukerfin hafa áhrif sem og uppbygging vöðvaþráða (Bompa og Haff, 2009). Knattspyrnumenn eru með 60% af týpu I vöðvaþræði, 30% týpu IIa og 15% týpu IIx (Metaxas o.fl., 2014). Hærri prósentu af týpu IIx og týpu IIb getur reynst knattspyrnumönnum vel þar sem að það hjálpar þeim við að framkvæma athafnir eins og spretti í leik (Bompa og Haff, 2009).

GPS

GPS (e. Global Positioning System) tækni virkar þannig að nemar taka við skilaboðum frá gervihnöttum og gera notanda kleift að fylgjast með staðsetningu, hraða og tíma. Tæknin hefur til að mynda verið notuð í hernaði, samgöngum og á öðrum sviðum eins og veðurfræði. Þegar GPS tækni kom fyrst til sögunnar, var búnaður kostnaðarsamur og ekki á færi nema fárra einstaklinga að eignast. Í kjölfar tækniframfara eru GPS tæki í dag á mun viðráðanlegri verði, sem hefur gert nánast hverjum sem er kleift að fjárfesta í slíkum búnaði (Kumar og Moore, 2002).

Árið 1997 var gerð rannsókn í Sviss sem var fyrsta tilraunin til að sannreyna hvort hægt væri að nota GPS tækni til þess að mæla hreyfingar hjá einstaklingum (Schutz og Chambaz, 1997). Mælingar fóru fram á hlaupabraut og var markmiðið að mæla tíma einstaklingsins á mismunandi hraða með skeiðklukku og bera saman við mælingar með GPS. Einstaklingurinn gekk og hljóp á mismunandi hraða þar sem 19 mismunandi hraðastig á göngu voru mæld auk 22 mismunandi hraðastiga á hlaupum. Hraðinn á göngu og hlaupum var frá 2-20 km/klst. Niðurstöður mælinganna leiddu í ljós að sterk fylgni var á milli GPS mælinga á hraða og mælinganna með skeiðklukku og gaf það í skyn að GPS mælingar væru raunhæfur kostur til að mæla hreyfingu hjá einstaklingum (Schutz og Chambaz, 1997).

Með notkun GPS tækni í íþróttum er hægt að fylgjast með og mæla mismunandi frammistöðuþætti hjá íþróttafólki (Coutts og Duffield, 2010). Meðal þátta sem hægt er að mæla eru heildarvegalengd allra hlaupa, heildarvegalengd hlaupa á lágri ákefð, heildarvegalengd hlaupa á hærri ákefð og heildarvegalengd spretta. Þessar tölur eru sífellt að verða nákvæmari eftir því sem tækin þróast og verða betri (Coutts og Duffield, 2010).

GPS vestir eru í dag orðin vinsæl hjá knattspyrnuliðum um allan heim og fjölmörg lið nota þau fyrir sína leikmenn (STATSports, e.d.). Þessi tækni er einnig farin að teygja anga sína til Íslands þar sem sífellt fleiri félagslið eru farin að notast við slíkan búnað (Fótbolti.net, 2019). En það eru ekki bara íslensk félagslið sem eru að nota búnaðinn. Íslensku A-landslið karla- og kvenna notast bæði við GPS vestin auk U21 landsliðs karla. Knattspyrnusamband Íslands undirritaði árið 2020 samning við Johan Sports GPS sem sérhæfir sig í slíkum mælingum og markmið sambandsins er að koma upp stórum gagnagrunni íslenskra leikmanna fyrir árið 2025 (KSÍ, 2020).

Í Ástralíu var skoðað hvort notast mætti við niðurstöður úr greiningum á hlaupatölum með GPS vestum til þess að minnka meiðslatíðni leikmanna (Ehrmann o.fl., 2016). Alls tóku 19 knattspyrnumenn þátt og léku þeir allir í efstu deild í Ástralíu yfir 37 vikna tímabil.

Niðurstöður leiddu í ljós að meðaltal metra á sekúndu jókst hjá leikmönnum stuttu áður en þeir meiddust auk þess sem hraðana- og bremsuathöfnum fækkaði á sama tíma. Þjálfarar geta því fylgst með hlaupatólum og hagað æfingaálagi eftir þeim til þess að vonandi fyrirbyggja meiðsli (Ehrmann o.fl., 2016). GPS gögn hafa einnig verið notuð til þess að kanna líkamlegar kröfur mismunandi leikkerfa (Tierney o.fl., 2016). Þessar mælingar geta aðstoðað þjálfara við að greina frammistöðu leikmanna í leikjum og auk þess getur skipulag æfinga verið hnitmiðaðra þar sem hægt er að sjá betur hvernig álag er hæfilegt fyrir hvern og einn leikmann, auk liðsins í heild (Tierney o.fl., 2016).

Leikstöður

Leikstöður í knattspyrnu skiptast í markmann, varnarmenn, miðjumenn og sóknarmenn. Markmenn verja markið og spila því aftast á vellinum. Varnarmenn spila aftast allra annara leikmanna, þeir skiptast í miðverði og bakverði og í sumum leikkerfum vængbakverði. Miðverðir eru í miðju varnarinnar en bakverðir eru hægra megin og vinstra megin í varnarlínunni. Miðjumenn skiptast í kantmenn sem spila á sitthvorum kanti vallarins auk djúpra miðjumanna sem spila aftan við miðju vallarins og sóknarmiðjumanna sem spila fyrir framan miðju. Sóknarmenn spila svo fremst allra á vellinum (Gautam, 2012). Þegar verið er að skoða hversu mikils vinnuframlags er krafist af mismunandi leikstöðum þá hafa rannsakendur notast við mismarga flokka leikstaðna þar sem þátttakendum er skipt niður í þrjár til sex leikstöður á vellinum (Altavilla o.fl., 2017; Bloomfield o.fl., 2007; Dellal o.fl., 2010; Di Salvo o.fl., 2009; Modric o.fl., 2020; Vilamitjana o.fl., 2021).

Líkamlegar kröfur eru mjög ólíkar eftir leikstöðum á vellinum. Þjálfarar þurfa að hafa í huga að til þess að ná sem mestu út úr leikmönnum eftir mismunandi stöðum þurfa þeir að búa til mismunandi æfingar fyrir leikmenn (Bush o.fl., 2015). Mismunur á líkamlegum kröfum á milli leikstaðna var kannaður í efstu deild á Englandi (Bloomfield o.fl., 2007). Leikmönnum var skipt í þrjá flokka eftir leikstöðum, varnarmenn, miðjumenn og sóknarmenn. Mikill munur var á hvernig leikmenn hreyfðu sig eftir því hvaða leikstöðu þeir gegndu. Þannig sýndu niðurstöður að varnarmenn eyddu mestum tíma leiksins í skokk en framkvæmdu fleiri stefnubreytingar en miðjumenn. Miðjumenn eyddu mestum tíma á hlaupum og þá í beinni línu en sóknarmenn þurftu meira að framkvæma stefnubreytingar (Bloomfield o.fl., 2007).

Þegar hlaupatólur í efstu deild á Englandi voru skoðaðar kom í ljós að heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð (>19,8 km/klst) var mismunandi eftir leikstöðum þar sem að kantmenn hlupu mest en þeir hlupu að meðaltali 1049m í leik og miðverðir hlupu minnst eða 681m. Ekki

var eins merkjanlegur munur á milli annara leikstaðna (Di Salvo o.fl., 2009). Niðurstöður voru svipaðar hjá leikmönnum efstu deildar í Frakklandi en þar var mesta heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð (21-24 km/klst) einnig hjá kantmönnum sem hlupu $335,7 \pm 64\text{m}$ í leik og sóknarmiðjumönnum sem hlupu $334,6 \pm 62,3\text{m}$ í leik (Dellal o.fl., 2010). Kantmenn hlupu einnig mestu heildarvegalengd eða 12030m í leik en stysta vegalengdin var hjá miðvörðum sem hlupu að meðaltali 10426m í leik. Heildarvegalengd spretta (>24 km/klst) var lengri hjá sóknarmönnum en nokkurri annarri leikstöðu en hún var að meðaltali $290,4 \pm 75,2\text{m}$ í leik. Minnst allra hlupu miðverðir en meðaltal þeirra var $199,4 \pm 65,6\text{m}$ í leik (Dellal o.fl., 2010).

Bakverðir og sóknarmiðjumenn í næstefstu deild á Ítalíu reyndust hlaupa lengstu heildarvegalengd í leik þegar hlaupatólur þar voru skoðaðar (Altavilla o.fl., 2017). Bakverðirnir hlupu 10074m í leik og sóknarmiðjumenn 9977m í leik. Vegalengd hlaupa á hárrí ákefð (>16 km/klst) var einnig mest hjá þessum sömu leikmönnum þar sem bakverðir hlupu að meðaltali 1816m og sóknarmiðjumenn 1876m. Þó er vert að taka fram að niðurstöður náðu einungis til æfingaleikja á undirbúningstímabili (Altavilla o.fl., 2017). Miðjumenn hlupu að meðaltali mest í leikjum hjá ónefndu evrópsku stórliði þar sem heildarvegalengd þeirra var $11748 \pm 612\text{m}$ en miðverðir hlupu $9995 \pm 652\text{m}$ sem var minnst allra leikmanna (Rampinini o.fl., 2007). Heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð ($>19,8$ km/klst) var mest hjá bakvörðum sem hlupu $997 \pm 221\text{m}$ að meðaltali í leik og styst var hún hjá miðvörðum sem hlupu $605 \pm 209\text{m}$ í leik. (Rampinini o.fl., 2007). Sóknarmenn áttu flesta spretti (≥ 24 km/klst) í Evrópudeildinni á leiktímabilunum 2008-2009 og 2010-2011. Þar hlupu þeir að meðaltali $15,9 \pm 5,1$ spretti í leik en kantmenn hlupu $14,9 \pm 4,9$ spretti í leik sem var næstmesti fjöldi spretta. Miðjumenn hlupu $8,6 \pm 4,3$ spretti í leik sem var minnst allra leikstaðna (Andrzejewski o.fl., 2013). Knattspyrnan er einnig stöðugt að breytast og þróast, sú þróun var rannsökuð á árunum 2006-2013. Sjö leiktímabil hjá leikmönnum efstu deildar á Englandi voru skoðuð og samanburður var gerður á milli fimm leikstaðna á vellinum. Á þessum sjö árum jukust hlaup á hárrí ákefð ($>19,8$ km/klst) um 24-36% auk þess sem heildarvegalengd spretta ($>25,1$ km/klst) jókst að meðaltali um 50% hjá öllum leikmönnum og um 63% hjá bakvörðum sem sýnir að líkamlegar kröfur eru sífellt að aukast um leið og knattspyrnan þróast (Bush o.fl., 2015).

Leikkerfi

Leikkerfi liða í knattspyrnu geta verið mismunandi eftir því hvernig þjálfarar vilja stilla upp liðinu sínu. Oftast eru leikkerfi sett fram með tölum en dæmi um slíkt leikkerfi er 4-4-2 leikkerfið. Tölurnar útskýra hversu margir leikmenn eru í hverri línu á vellinum að markmanni

undanskildum. Leikkerfið 4-4-2 er því með fjóra varnarmenn, fjóra miðjumenn og tvo sóknarmenn. Kerfi eins og 3-4-3 er þá með 3 varnarmenn í öftustu línu, fjóra miðjumenn og þrjú sóknarmenn (Clayfield, e.d.). Líkamlegar kröfur á leikmenn eru mismunandi eftir því hvaða leikkerfi lið spila (Tierney o.fl., 2016). Fimm algengustu leikkerfin í knattspyrnu í dag eru 3-5-2, 4-4-2, 4-3-3, 4-2-3-1 og 3-4-3 og líkamlegar kröfur til leikmanna þessara kerfa hafa verið kannaðar. Leikkerfið 3-5-2 sýndi bæði hæsta meðaltal heildarvegalengdar auk hæsta meðaltals spretta á hárrí ákefð í metrum talið. Af þessu leiða rannsakendur að 3-5-2 leikkerfið krefst á heildina litið herra vinnuframlags en öll hin leikkerfin. Þó er munur á líkamlegum kröfum eftir hvaða leikstöðu leikmenn leika en fyrir þjálfara að vita hvaða líkamlegu kröfur mismunandi leikkerfi gera til leikmanna, getur hjálpað til við að skipuleggja æfingaálag alls liðsins og einstaka leikmanna (Tierney o.fl., 2016).

Mismunandi leikkerfi höfðu áhrif á hlaupatölur knattspyrnumanna í efstu deild Króatíu (Modric o.fl., 2020). Annars vegar voru skoðuð leikkerfi með fjóra varnarmenn og hins vegar leikkerfi með þrjú varnarmenn. Þriggja varnarmanna leikkerfin (ÞVL) voru 3-5-2 og 3-4-1-2 en fjögurra varnarmanna leikkerfin (FVL) voru 4-4-2 og 4-1-3-2. Heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð var 529 ± 180 m hjá miðvörðum í ÞVL og 404 ± 138 m FVL. Hjá bakvörðum var heildarvegalengd rúmlega 11 km í ÞVL en rúmlega 10 km í FVL. Þeir hlupu einnig 30% meira á hárrí ákefð í ÞVL. Hlaup á hárrí ákefð auk spretta voru 15-20% meiri hjá miðjumönnum í ÞVL samanborið við FVL (Modric o.fl., 2020).

Leikmenn í næstefstu deild í Argentínu hlupu fleiri spretti í leik, í leikkerfinu 4-2-1-3 samanborið við leikkerfið 3-4-3. Miðjumenn og kantmenn hlupu fleiri hlaup á hárrí ákefð auk fleiri spretta í 4-2-1-3 miðað við 3-4-3 (Vilamitjana o.fl., 2021). Önnur rannsókn gerð á leikmönnum í Brasilíu sýndi að leikmenn hlupu meira á hárrí ákefð og lengri heildarvegalengd í 4-3-3 leikkerfinu samanborið við 4-4-2 (Aquino o.fl., 2017). Rannsakendur komust einnig að þeirri niðurstöðu að sóknarmenn í 4-3-3 leikkerfinu gegna oft meira varnarhlutverki þegar liðið er með boltann samanborið við 4-4-2 og getur það leitt af sér meira vinnuframlag hjá þeim leikmönnum (Aquino o.fl., 2017).

Getustig

Getustig deilda getur einnig haft áhrif á hversu mikið leikmenn hlaupa í leik (Mohr o.fl., 2003). Þannig sýndu niðurstöður að knattspyrnumenn í ítölsku deildinni og Meistaradeildinni sem eru deildir á hæsta getustigi hlupu 28% meira á hárrí ákefð (>15 km/klst) í leik heldur en leikmenn í efstu deild í Danmörku, sem er deild á lægra getustigi. Leikmennirnir á herra getustigi hlupu

2430 ± 140m í leik á móti 1900 ± 120m hjá leikmönnum dönsku deildarinnar. Heildarvegalengd betri leikmanna var 10860 ± 180m í leik samanborið við 10330 ± 260m hjá lakari leikmönnum (Mohr o.fl., 2003).

Leikmönnum í efstu deild á Spáni var skipt í fimm styrkleikaflokka eftir lokastöðu þeirra í deildinni (Asian Clemente o.fl., 2019). Heildarvegalengd hlaupa í leik hafði ekki áhrif á lokaniðurstöðu deildarkeppninnar þar sem að liðin í fjórum efstu sætum deildarinnar hlupu ekki lengstu vegalengd í leik. Niðurstöðurnar leiddu frekar í ljós að tæknileg geta og taktískt upplegg hafi meiri áhrif á frammistöðu liða í deildarkeppni og slök staða liða í deildinni orsakist ekki af lélegri líkamlegri getu. Þegar liðin voru með boltann í leikjum þá hlupu liðin í fimmta til tólfta sæti deildarinnar mestu heildarvegalengd allra liða auk vegalengdar á yfir 14km hraða en sprettvegalengd (>24 km/klst) var mest hjá liðunum í fjórum efstu sætum deildarinnar samanborið við önnur lið (Asian Clemente o.fl., 2019).

Lokastaða í deild hafði hins vegar áhrif þegar hlaupatólur voru skoðaðar hjá knattspyrnumönnum í efstu deild á Ítalíu (Rampinini o.fl., 2009) Liðunum var skipt eftir lokastöðu í deildinni þar sem bestu liðin voru sett í einn flokk og verstu liðin í annan flokk. Heildarvegalengd hlaupin í leik hjá liðunum í fimm efstu sætum deildarinnar var styttri en heildarvegalengd hjá liðunum í fimm neðstu sætum. Auk þess var vegalengd hlaupa á hárrí ákefð (>19 km/klst) hærri hjá verstu liðunum samanborið við bestu liðin. Heildarvegalengd og vegalengd hlaupa á hárrí ákefð (>19 km/klst) var hins vegar meiri hjá leikmönnum bestu liðanna þegar þeir höfðu boltann innan síns liðs (Rampinini o.fl., 2009). Neðstu fimm liðin í ensku úrvalsdeildinni hlupu einnig lengri vegalengd á hárrí ákefð (>19,8 km/klst) samanborið við liðin í efstu fimm sætum deildarinnar. Liðin í fimm efstu sætum hlupu einnig styttri vegalengd í sprettum (>25,2 km/klst) heldur en neðstu fimm liðin þar sem neðstu liðin hlupu að meðaltali 234 ± 53m á móti 222 ± 41m hjá fimm efstu liðunum. Ekki mældist marktækur munur á milli liða þegar litið var til hlaupa á hárrí ákefð með boltann (Di Salvo o.fl., 2009). Þegar leikmenn í neðri deildum brasílísku deildarkeppninnar voru bornir saman við leikmenn í efstu deild þar í landi, hlupu lakari leikmennirnir bæði oftast á hárrí ákefð (>15 km/klst) auk þess að hlaupa að meðaltali lengri vegarlengdir í leik (Aquino o.fl., 2017).

Mismunandi undirlag

Knattspyrnuíðkun er í auknum mæli að færast frá náttúrulegu grasi yfir á gervigras og er slíkt undirlag orðið algengt í mörgum evrópskum löndum (Andersson o.fl., 2008). Ástæðan fyrir fjölgun gervigrasvalla er sú að náttúrulegt gras er viðkvæmara fyrir mikilli notkun og köldu

loftslagi. Í sumum löndum eru keppnisleikir spilaðir á gervigrasi á meðan önnur lönd nota gervigras einungis fyrir æfingar (Andersson o.fl., 2008). Bæði Alþjóða knattspyrnusambandið (*FIFA*) og Knattspyrnusamband Evrópu (*UEFA*) leyfa notkun þriðju kynslóðar gervigrass í alþjóðlegum keppnum á sínum vegum (Ataabadi o.fl., 2017). Bæði loftslags- og fjárhagslegar ástæður hafa gert gervigras að vinsælum valkosti í skandinavískum löndum (Steffen o.fl., 2007). Ísland er engin undantekning í þessum málum og sumarið 2020 spiluðu sjö af tólf liðum í efstu deild á gervigrasi (Óskar Ófeigur Jónsson, 2020).

Samanburður var gerður á frammistöðu á gervigrasi og náttúrlegu grasi hjá leikmönnum í efstu deildum knattspyrnu í Svíþjóð. Enginn munur fannst á milli þessara tveggja undirlaga á heildarvegalengd hlaupinni, heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð og heildarvegalengd spretta í leik (Andersson o.fl., 2008). Þegar mismunandi tegundir undirlags voru skoðaðar kom í ljós að undirlag gervigrass hafði áhrif á meðalhraða spretta, mesta spretthraða og tíma bestu spretta. Þar skipti máli hvort undirlag væri malbik eða mól og hversu mikið grasið gæfi eftir (Sánchez-Sánchez o.fl., 2014).

Markmið og rannsóknarspurningar

Markmið verkefnisins var tvíþætt annars vegar að rannsaka hvort líkamlegt þrek knattspyrnumanna hafi áhrif á lokaniðurstöðu sex liða í Pepsi Max deild karla sem rannsókuð voru leiktímabilið 2020. Hins vegar var markmiðið að kanna hvort að líkamlegt þrek þáttökuliðanna sex sé mismunandi eftir leikstöðum. Rannsakendur munu leitast við að svara eftirfarandi rannsóknarspurningum.

Eru tengsl á milli hlaupinnar heildarvegalengdar og lokaniðurstöðu í Pepsi Max deild karla?

Eru tengsl á milli heildarvegalengdar hlaupa á hárrí ákefð (19,8-25,1km/klst) og lokaniðurstöðu í Pepsi Max deild karla?

Eru tengsl á milli heildarvegalengdar spretta (>25,2km/klst) og lokaniðurstöðu í Pepsi Max deild karla?

Eru tengsl á milli fjölda spretta (>19,8 km/klst) og lokaniðurstöðu í Pepsi Max deild karla?

Er líkamlegt þrek knattspyrnumanna í Pepsi Max deild karla mismunandi eftir leikstöðum?

Aðferð

Þátttakendur

Þátttakendur rannsóknarinnar voru leikmenn sex íslenskra liða í meistaraflokki karla í knattspyrnu. Öll liðin léku í efstu deild á Íslandi, Pepsi Max deild karla sumarið 2020 en heildarfjöldi liða í þeirri deild eru 12 lið. Liðin sex voru flokkuð eftir lokastöðu þeirra í deildarkeppninni, þar sem þrjú liðanna enduðu í efri helmingi deildarinnar og hin þrjú enduðu í neðri helmingi deildarinnar. Aðeins var unnið með gögn þeirra leikmanna sem léku að minnsta kosti einn 90 mínútna leik á tímabilinu. Heildarfjöldi leikmanna voru 108 og voru þeir á aldrinum 17 til 37 ára gamlir. Leikmenn í rannsókninni voru flokkaðir í fimm leikstöður og skiptingu og fjölda þeirra má sjá í töflu 1.

Tafla 1. Fjöldi þátttakenda eftir leikstöðum

Leikstaða	Fjöldi þátttakenda (n)
Miðverðir	23
Bakverðir	21
Miðjumenn	28
Kantmenn	21
Sóknarmenn	15

Mælitæki

GPS vestin sem liðin notuðu heita Playertek og framleiðandi vestanna er Catapult. Playertek vestin uppfylla allar kröfur FIFA varðandi árangursmælingar öryggi leikmanna, frammistöðu, endingartíma, gæða tryggingu og þægindi (Johnson, 2018). GPS kubbur var staðsettur í vasa vestisins sem var staðsettur á milli herðablaða þátttakenda og mældi hann á tíðninni 10Hz en auk þess var hröðunarmælir í kubbnum sem mældi á tíðninni 100Hz til þess að auka nákvæmni mælinga hraða og hröðunar (Domene, 2013).

Mælingum í leikjum var skipt í eftirfarandi flokka:

- Heildarvegalengd: Heildarvegalengd hlaupin í leik
- Heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð: Heildarvegalengd hlaupa yfir 19,8km/klst
- Sprettir á hárrí ákefð: Hlaup yfir 25,2km/klst

- Sprettir: Þegar leikmaður hleypur í heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð (>19,8km/klst) eða hraðar í minnsta kosti tvær sekúndur.

Rannsóknarsnið

Rannsóknin var meginndleg og öll gögn voru fengin frá Harald Péturssyni meistaránema í íþróttáfræði við Háskólann í Reykjavík og eru gögnin hluti af meistararitgerð hans.

Framkvæmd

Mælingar voru allar framkvæmdar tímabilið 2020 í Pepsi Max deild karla. Leikirnir voru spilaðir frá 13. júní til 4. október. Fjögur liðanna spiluðu 18 leiki, en tvö spiluðu 17 leiki þar sem keppni var hætt þann 30. október vegna Covid-19 (KSÍ, e.d.). Heildarfjöldi leikja hjá öllum þátttakendum voru 766. Liðin spiluðu öll í Playertek vestum frá Catapult og allir leikmenn voru hvattir til að nota alltaf sama GPS kubbinn til þess að forðast einhver skekkjumörk. Fyrir hvern leik fóru allir leikmenn í sín GPS vesti og GPS kubburinn var staðsettur á bakinu á milli herðablaðana í þar til gerðum poka. Kubbum var komið fyrir þar, svo hann færðist ekki úr skorðum (Domene, 2013). Hlaupatölur leikmanna voru einungis teknar með ef leikmaður spilaði allar 90 mínútur leiksins. Ef leikmaður var tekinn útaf eða hlaut brottvísun í leik þá taldist sá leikur ekki með í gögnum rannsóknarinnar.

Úrvinnsla

Gagnavinnsla fór fram í forritinu Microsoft Excel. Breyturnar sem notast var við voru heildarvegalengd, heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð, heildarvegalengd spretta, fjölda spretta og einnig var þátttakendum skipt niður eftir leikstöðum og lokastöðu liða þeirra í deildinni. Gögnin voru færð yfir í tölfræðiforritið SPSS þar sem öll tölfræðileg úrvinnsla fór fram. Byrjað var að vinna lýsandi tölfræði fyrir alla þátttakendur í rannsókninni þar sem reiknað var meðaltal, staðalfrávik, marktektargildi, hæsta gildi og lægsta gildi hjá leikmönnum og niðurstöður bornar saman á milli lokastöðu í deild og leikstaðna. Kannað var hvort að marktækur munur væri á milli mælinga og var það gert með óháðu t-prófi (e. Independent samples t-test).

Niðurstöður

Í töflu 2 má sjá frammistöðu hjá öllum þátttakendum í öllum leikjum tímabilsins. Taflan sýnir meðaltal og staðalfrávik auk hæstu og lægstu gilda fyrir heildarvegalengd hlaupa í leik, heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð, heildarvegalengd spretta og fjölda spretta í leik.

Tafla 2. Lýsandi tölfræði fyrir frammistöðu á leiktímabilinu hjá öllum þátttakendum

	N	M (\pm SF)	Lægsta gildi	Hæsta gildi
Heildarvegalengd (km)	766	11,31 (\pm 1)	8,55	14,22
Heildarvegalengd á hárrí ákefð (m)	766	909,90 (\pm 352,22)	223	2125
Heildarvegalengd spretta (m)	766	189,30 (\pm 122,86)	7	633
Fjöldi spretta (n)	766	27,16 (\pm 10,79)	6	65

M = Meðaltal

SF = Staðalfrávik

Tafla 3 sýnir samanburð á frammistöðu í öllum leikjum tímabilsins á milli leikmanna liðanna þriggja sem enduðu í neðri hluta Pepsi Max deildarinnar og liðanna þriggja sem enduðu í efri hluta deildarinnar. Leikmenn lakari liðanna standa sig betur í öllum flokkum sem mældir voru, nema heildarvegalengd spretta. Dreifing er nokkur hjá báðum hópum en ekki er mikill munur á frammistöðu á milli hópanna tveggja.

Tafla 3. Samanburður á frammistöðu hjá þátttakendum eftir lokastöðu í deild

	Neðri hluti deildar N=351 M (\pm SF)	Efri hluti deildar N=415 M (\pm SF)	Sig gildi
Heildarvegalengd (km)	11,42 (\pm 1,03)	11,21 (\pm 0,97)	0,004
Heildarvegalengd á hárrí ákefð (m)	920,13 (\pm 370,01)	901,23 (\pm 338,57)	0,461
Heildarvegalengd spretta (m)	181,54 (\pm 120,29)	195,86 (\pm 124,76)	0,108
Fjöldi spretta (n)	27,46 (\pm 11,53)	26,92 (\pm 10,13)	0,492

M = Meðaltal

SF = Staðalfrávik

Marktækur munur er þó á milli hlaupinnar heildarvegalengdar hjá hópunum tveimur ($t(764) = -2,882$, $p < 0,05$) þar sem leikmenn í neðri hluta deildarinnar hlaupa um 200 metrum lengra í leik en leikmenn betri liðanna. Heildarvegalengd spretta er 14 metrum lengri hjá betri liðunum samanborið við þau lakari en munurinn er þó ekki marktækur ($t(764) = 1,609$, $p > 0,05$). Munur mælist heldur ekki marktækur á heildarvegalengd á hárrí ákefð á milli hópanna tveggja ($t(764) = -0,738$, $p > 0,05$) þar sem leikmenn lakari liðanna hlaupa um 19 metrum lengra í leik.

Tafla 4 sýnir samanburð á heildarvegalengd hlaupinni hjá þátttakendum í leik eftir lokastöðu í deild auk þess sem frammistaða er flokkuð eftir leikstöðum sem leikmenn spila. Kantmenn lakari liðanna hlaupa 12,08km í leik sem er mest allra þátttakenda. Þeir hlaupa tæplega tveimur kílómetrum lengra í leik en miðverðir betri liðanna sem hlaupa minnst allra þátttakenda. Marktækur munur er á heildarvegalengd þegar sóknarmenn hópanna tveggja eru bornir saman ($t(72) = -2,751$, $p < 0,05$) þar sem sóknarmenn lakari liðanna hlaupa rúmlega 400 metrum lengra í leik en sóknarmenn betri liðanna. Einnig er marktækur munur á milli bakvarða hópanna tveggja ($t(140) = -3,229$, $p < 0,05$) en þar hlaupa bakverðir lakari liðanna 400 metrum lengra í leik en bakverðir liðanna í efri hluta deildarinnar. Ekki mældist marktækur munur hjá öðrum leikstöðum á milli hópanna tveggja.

Tafla 4. Samanburður á heildarvegalengd (km) eftir leikstöðum og lokastöðu í deild

Leikstaða	N	Lokastaða í deild	M (\pm SF)
Miðverðir	95	Efri hluti	10,19 (\pm 0,52)
	73	Neðri hluti	10,37 (\pm 0,72)
Bakverðir	76	Efri hluti	11,26 (\pm 0,74)
	66	Neðri hluti	11,66 (\pm 0,71)
Miðjumenn	114	Efri hluti	11,53 (\pm 0,75)
	121	Neðri hluti	11,59 (\pm 0,88)
Kantmenn	87	Efri hluti	11,98 (\pm 0,94)
	60	Neðri hluti	12,08 (\pm 1,17)
Sóknarmenn	43	Efri hluti	10,99 (\pm 0,64)
	31	Neðri hluti	11,42 (\pm 0,70)

M = Meðaltal

SF = Staðalfrávik

Ef litið er á niðurstöður fyrir hlaup á hárrí ákefð sem tafla 5 sýnir má sjá að talsverður munur er á hlaupinni vegalengd á milli leikstaðna þar sem kantmenn, bakverðir og sóknarmenn hlaupa áberandi meira en aðrar leikstöður. Kantmenn liðanna í neðri hluta deildarinnar hlupu

að meðaltali 1287,48 metra í leik sem var mest allra þátttakenda. Miðverðir eru þeir leikmenn sem hlaupa áberandi minnst allra leikstaðna á hárrí ákefð en þar hlaupa miðverðir liðanna í efri hlutanum 534,34 metra í leik sem er minnst allra þátttakenda. Munurinn á lengstu og stystu vegalengd hlaupinni í leik er því um 750 metrar. Marktækur munur er á hlaupum á hárrí ákefð þegar miðverðir hópanna tveggja eru bornir saman ($t(166) = -2,282, p < 0,05$) en miðverðir lakari liðanna hlaupa um 65 metrum lengra í leik samanborið við miðverði betri liðanna. Marktækur munur er einnig á milli kantmanna hópanna tveggja ($t(145) = -2,046, p < 0,05$) þar sem kantmenn lakari liðanna hlaupa tæplega 130 metrum lengra í leik en kantmenn betri liðanna.

Tafla 5. Samanburður fyrir hlaup á hárrí ákefð (m) eftir leikstöðum og lokastöðu í deild

Leikstaða	N	Lokastaða í deild	M (\pm SF)
Miðverðir	95	Efri hluti	534,34 (\pm 121,52)
	73	Neðri hluti	599,46 (\pm 181,17)
Bakverðir	76	Efri hluti	1100,78 (\pm 232,02)
	66	Neðri hluti	1123,42 (\pm 253,07)
Miðjumenn	114	Efri hluti	828,88 (\pm 305,92)
	121	Neðri hluti	805,67 (\pm 272,40)
Kantmenn	87	Efri hluti	1159,20 (\pm 294,75)
	60	Neðri hluti	1287,48 (\pm 419,58)
Sóknarmenn	43	Efri hluti	1009,11 (\pm 212,88)
	31	Neðri hluti	978,22 (\pm 263,35)

M = Meðaltal

SF = Staðalfrávik

Í töflu 6 má sjá samanburð á sprettum á hárrí ákefð með tilliti til lokastöðu í deild og leikstaðna sem þátttakendur spila. Kantmenn og bakverðir hlaupa þar mest allra þátttakenda þegar litið er til leikstaðna. Kantmenn liðanna í neðri hluta deildarinnar hlaupa að meðaltali 308,56 metra í leik sem er mest allra þátttakenda. Miðverðir hlaupa hinsvegar minnst allra og þar eru miðverðir lakari liðanna slakastir með 107,26 metra í leik. Marktækur munur er á milli spretta á hárrí ákefð þegar bakverðir hópanna tveggja eru bornir saman ($t(140) = 2,320, p < 0,05$) þar sem bakverðir betri liðanna hlaupa tæplega 45 metrum lengra í leik samanborið við bakverði liðanna sem enduðu í neðri hluta deildarinnar. Einnig er marktækur munur á kantmönnum hópanna tveggja ($t(145) = -2,040, p < 0,05$) þar sem kantmenn liðanna í neðri hlutanum hlaupa meira í leik heldur en kantmenn betri liðanna.

Tafla 6. Samanburður spretta á hárrí ákefð (m) eftir leikstöðum og lokastöðu í deild

Leikstaða	N	Lokastaða í deild	M (\pm SF)
Miðverðir	95	Efri hluti	113,27 (\pm 56,53)
	73	Neðri hluti	107,26 (\pm 67,75)
Bakverðir	76	Efri hluti	280,18 (\pm 116,51)
	66	Neðri hluti	236,87 (\pm 104,11)
Miðjumenn	114	Efri hluti	143,56 (\pm 111,04)
	121	Neðri hluti	128,88 (\pm 68,49)
Kantmenn	87	Efri hluti	262,73 (\pm 130,83)
	60	Neðri hluti	308,56 (\pm 138,17)
Sóknarmenn	43	Efri hluti	232,62 (\pm 86,36)
	31	Neðri hluti	198,35 (\pm 118,69)

M = Meðaltal

SF = Staðalfrávik

Í töflu 7 má sjá fjölda spretta í leik og samanburð á milli leikstaðna og liðanna sem enduðu í efri og neðri hluta deildarinnar. Munur á fjölda spretta er talsverður á milli leikstaðna þar sem kantmenn og bakverðir hlaupa áberandi flesta spretti í leik. Miðverðir beggja hópa hlaupa hins vegar umtalsvert færri spretti í leik en aðrar leikstöður. Miðverðir liðanna í efri hluta deildarinnar hlaupa að meðaltali 16,56 spretti í leik á móti 18,04 sprettum hjá miðvörðum liðanna í neðri hluta deildarinnar.

Tafla 7. Samanburður á fjölda spretta í leik eftir leikstöðum og lokastöðu í deild

Leikstaða	N	Lokastaða í deild	M (\pm SF)
Miðverðir	95	Efri hluti	16,56 (\pm 4,58)
	73	Neðri hluti	18,04 (\pm 6,31)
Bakverðir	76	Efri hluti	32,58 (\pm 6,81)
	66	Neðri hluti	33,33 (\pm 8,34)
Miðjumenn	114	Efri hluti	24,41 (\pm 9,14)
	121	Neðri hluti	23,75 (\pm 8,55)
Kantmenn	87	Efri hluti	35,07 (\pm 8,57)
	60	Neðri hluti	38,40 (\pm 12,97)
Sóknarmenn	43	Efri hluti	29,95 (\pm 6,46)
	31	Neðri hluti	30,39 (\pm 9,27)

M = Meðaltal

SF = Staðalfrávik

Kantmenn liðanna í neðri hluta deildarinnar hlaupa flesta spretti en þeir hlaupa að meðaltali 38,40 spretti í leik. Munur á þeim leikmönnum sem hlaupa flesta spretti í leik og þeim sem hlaupa fæsta spretti í leik eru tæplega 22 sprettir. Ekki er marktækur munur frammistöðu liðanna í efri hluta deildarinnar og lakari liðanna þegar samanburður á milli leikstaðna er skoðaður.

Umræður

Markmið verkefnisins var að kanna mun á frammistöðu hjá sex liðum í Pepsi Max deild karla og bera saman eftir því hver lokastaða þeirra væri í deildinni. Þrjú liðanna enduðu í efri hluta deildarinnar en hin þrjú enduðu í neðri hlutanum. Rannsakendur vildu greina hvað skilur að lið í efri hluta deildar og neðri hluta deildar þegar litið er til frammistöðu í leikjum. Einnig var markmiðið að kanna hvort að mælanlegan mun væri að finna á frammistöðu eftir því hvaða leikstöðu leikmenn léku á vellinum og skoða það með tilliti til lokastöðu liðanna sex í deildinni.

Helstu niðurstöður rannsóknarinnar voru þær að munur er á frammistöðu þátttakenda eftir lokastöðu í deild í þeim mælingum sem rannsakendur könnuðu. Leikmenn lakari liðanna hlupu lengri heildarvegalengd í leik auk heildarvegalengdar á hárrí ákefð. Fjöldi spretta var einnig meiri hjá lakari liðunum en betri liðin hlupu lengri heildarvegalengd spretta. Þó var aðeins marktækur munur á heildarvegalengd þegar hóparnir tveir voru bornir saman. Líkamlegar kröfur eru mismunandi eftir því hvaða leikstöðu leikmenn spila og þar er áhugaverðast að sjá að kantmenn hlaupa mest allra þátttakenda í öllum mælingum sem rannsakaðar voru. Miðverðir hlaupa einnig minnst allra þátttakenda í öllum mælingum en það kom rannsakendum þó minna á óvart þar sem miðverðir hlaupa að jafnaði minnst allra í leikjum.

Þegar hlaupin heildarvegalengd allra þátttakenda í rannsókninni er skoðuð má sjá að þeir hlaupa að meðaltali 11,31km í leik. Þetta stemmir við rannsókn (Bangsbo o.fl., 2006) sem sýndi að meðaltal leikmanna í hæsta gæðaflokki væri 10-13km í leik. Þessar tölur standast einnig samanburð þegar þær eru bornar saman við rannsókn á leikmönnum Rosenberg í Noregi þar sem leikmenn hlupu að meðaltali 11,23km í leik (Ingebrigtsen o.fl., 2015).

Heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð voru að meðaltali 909,90m í leik þegar frammistaða allra þátttakenda í rannsókninni var skoðuð. Aðrar rannsóknir sem unnu með sama hraða (>19,8 km/klst) sýna svipaðar niðurstöður fyrir heildarvegalengd hlaupa á hárrí ákefð (Ingebrigtsen o.fl., 2015; Rampinini o.fl., 2007).

Heildarvegalengd spretta hjá íslensku leikmönnum var minni 189,30m samanborið við heildarvegalengd spretta hjá leikmönnum Rosenberg 213m en fjöldi spretta var hins vegar meiri hjá íslensku leikmönnum 27,16 á móti 16,6 hjá leikmönnum Rosenberg (Ingebrigtsen o.fl., 2015). Munurinn á fjölda spretta er umtalsverður en skýringar á þessum mun gætu hvorutveggja verið að leikmenn hérlendis gætu verið að framkvæma spretti sem

ekki er þörf á að taka. Þá er Rosenborg einnig atvinnumannalið þar sem leikmenn vinna við að leika knattspyrnu og æfa oft en leikmenn héraðs sem flestir eru í annarri vinnu samhliða fótboltanum. Einnig gæti spilað inn í að úrtakið í rannsókninni sem hér er greint frá innihélt sex lið en í norsku rannsókninni voru 15 leikmenn Rosenborg.

Marktækur munur var á milli hlaupinnar heildarvegalengdar þegar frammistaða leikmanna í neðri hluta deildarinnar var borin saman við frammistöðu leikmanna í efri hluta deildarinnar en 210 metrum munaði á heildarvegalengd hópanna tveggja. Þetta rímar við rannsóknir sem gerðar voru á liðum í Brasilíu þar sem lið á herra getustigi voru borin saman við lið á lægra getustigi, þar kom í ljós að hlaupin heildarvegalengd var hærri hjá lakari liðunum (Aquino o.fl., 2017). Rannsókn (Mohr o.fl., 2003) sýndi hins vegar aðrar niðurstöður þar sem að leikmenn sem spiluðu á herra getustigi hlupu lengri heildarvegalengd í leik samanborið við lakari leikmenn en þar munaði 530 metrum á meðaltali hópanna (Mohr o.fl., 2003).

Ekki var marktækur munur á milli getustiga í hlaupum á hárri ákefð þegar liðin í efri og neðri hluta deildarinnar voru borin saman. Þar hlupu leikmenn lakari liðanna aðeins um 19 metrum lengra að meðaltali í leik samanborið við leikmenn betri liðanna. Það að lakari liðin hlaupi að meðaltali lengri vegalengd á hárri ákefð stemmir við niðurstöður fyrri rannsókna (Di Salvo o.fl., 2009; Rampinini o.fl., 2009).

Liðin í efri hluta deildarinnar hlupu lengri heildarvegalengd spretta heldur en liðin í neðri hluta deildarinnar. Munurinn á meðaltali hópanna var rúmur 14 metrar í leik en þó fannst ekki marktækur munur á hópunum tveimur. Þessar niðurstöður stangast á við hlaupatölur leikmanna í ensku úrvalsdeildinni þar sem leikmenn liða í efstu fimm sætunum hlupu að meðaltali minna heldur en leikmenn í neðstu fimm sætum deildarinnar en þar munaði 12 metrum á meðaltali liðanna (Di Salvo o.fl., 2009). Mismuninn á milli niðurstaðna í íslensku deildinni og ensku úrvalsdeildinni má líklega útskýra með því að tæknileg geta liðanna í ensku úrvalsdeildinni er töluvert betri, sem gerir betri liðunum kleift að halda bolta innan liðsins í lengri tíma. Því eru lakari liðin líklegri til þess að þurfa að hlaupa lengri vegalengd á spretthraða til þess að reyna að ná boltanum af andstæðingnum og loka plássum sem myndast. Einnig gæti verið mismunur á taktísku uppleggi liðanna í íslensku og ensku deildinni.

Munur á fjölda spretta var ekki mikill og ekki fannst marktækur munur á fjölda spretta eftir lokastöðu í deild. Leikmenn í neðri hluta deildarinnar hlupu að meðaltali fleiri spretti í leik 27,46 en leikmenn í efri hlutanum sem hlupu að meðaltali 26,92 spretti í leik. Dreifing var töluverð hjá báðum þessum hópum þegar kom að fjölda spretta í leik.

Niðurstöður rannsóknarinnar sýna að leikstöður hafa áhrif á heildarvegalengd sem leikmenn hlaupa í leik. Leikmenn í neðri hluta deildarinnar hlupu lengri heildarvegalengd en leikmenn í efri hlutanum í öllum leikstöðum og kantmenn í neðri hlutanum hlupu mest allra. Miðverðir liðanna í efri hlutanum hlupu að meðaltali minnst allra leikmanna. Marktækur munur var á hlaupinni heildarvegalengd í leik hjá sóknarmönnum þegar leikmenn efri og neðri hluta deildarinnar voru bornir saman, þar sem sóknarmenn lakari liðanna hlupu rúmlega 400 metrum meira í leik en sóknarmenn betri liðanna. Einnig var marktækur munur hjá bakvörðum þar sem bakverðir lakari liðanna hlupu meira en bakverðir betri liðanna. Þetta rímar við fyrri rannsóknir þar sem kemur fram að töluverður munur getur verið á frammistöðu milli leikstaðna. Miklu getur munað á hlaupatölum bakvarða og sóknarmanna eftir því hvort meiri kröfur séu settar á aukið vinnuframlag í vörn og sókn til þess að manna svæði sem annars væru mönnuð í öðrum leikkerfum (Aquino o.fl., 2017; Modric o.fl., 2020). Þessar niðurstöður eru einnig í takt við rannsókn gerða í Frakklandi þar sem kantmenn hlupu lengstu vegalengd í leik og miðverðir hlupu stystu vegalengd (Dellal o.fl., 2010). Miðverðir hlupu einnig stystu heildarvegalengd allra í rannsókn sem var gerð á leikmönnum á hæsta gæðastigi þar sem meðaltalið var 9995m í leik (Rampinini o.fl., 2007).

Miðverðir hlupu einnig minnstu vegalengd allra á hárrí ákefð þar sem mjög mikill munur var á þeim og öðrum leikstöðum. Þetta er í takt við aðrar rannsóknir þar sem miðverðir hlupu einnig minnst allra leikmanna á hárrí ákefð (Di Salvo o.fl., 2009; Rampinini o.fl., 2007). Marktækur munur var á frammistöðu miðvarða liða í neðri og efri hluta þar sem miðverðir lakari liðanna hlupu um 65 metrum lengra í leik. Kantmenn hlupu mest allra leikstaðna á hárrí ákefð og átti það bæði við kantmenn liðanna í neðri og efri hluta deildarinnar. Marktækur munur var einnig á frammistöðu kantmanna betri og slakari liðanna þar sem kantmenn í neðri hluta deildarinnar hlupu tæplega 130 metrum lengra í leik en kantmenn liðanna í efri hlutanum. Fyrri rannsóknir höfðu einnig sýnt að kantmenn hlupu mest allra að meðaltali í leik á hárrí ákefð samanborið við aðrar leikstöður (Dellal o.fl., 2010; Di Salvo o.fl., 2009).

Miðverðir hlupu áberandi minnsta sprettvegalengd allra þátttakenda í rannsókninni og kantmenn lengst. Marktækur munur var á sprettvegalengd hjá bæði bakvörðum og kantmönnum þegar liðin í efri og neðri hluta deildarinnar voru borin saman. Kantmenn slakari liðanna hlupu meira að meðaltali í leik meðan bakverðir betri liðanna hlupu meira í leik samanborið við leikmenn í sömu leikstöðu í slakari liðunum. Þessar niðurstöður eiga nokkuð sammerkt með öðrum rannsóknum en þegar frammistaða leikmanna í frönsku

deildinni var skoðuð, sást að miðverðir hlupu einnig stystu sprettvegalengd allra að meðaltali í leik. Þar hlupu sóknarmenn hins vegar lengst allra leikstaðna í leik (Dellal o.fl., 2010). Ekki var marktækur munur á fjölda spretta hjá leikmönnum í efri og neðri hluta deildarinnar þegar frammistaða þeirra var skoðuð með tilliti til leikstaðna. Miðverðir framkvæmdu langfæsta spretti allra leikstaðna í rannsókninni en munurinn á fjölda spretta hjá þeim og kantmönnum sem framkvæmdu flesta spretti allra þátttakenda í leik voru tæplega 22 sprettir. Sóknarmenn og kantmenn í Evrópudeildinni hlupu flesta spretti í leik en miðjumenn framkvæmdu fæsta spretti (Andrzejewski o.fl., 2013).

Kostir við rannsókn sem þessa eru að allir leikmenn notast við sama búnað og áhersla var lögð á að leikmenn notuðu alltaf sömu GPS kubba til þess að forðast skekkju í rannsókninni. Niðurstöður geta nýst þjálfurum til þess að stjórna æfingaálagi þar sem auðvelt er að sjá með notkun búnaðarins, hvernig álagi leikmenn eru undir hverju sinni. Líkamskröfur eru augljóslega mismunandi eftir leikstöðum þar sem í ljós kemur að ákveðnar leikstöður eru að hlaupa lengri heildarvegalengd, hlaup á hárrí ákefð og spretti heldur en aðrar leikstöður.

Nokkrir vankantar voru á rannsókninni. Helst má þar nefna að samanburður við aðrar rannsóknir var oft vandasamur þar sem að hraði sem rannsakendur nota til mælinga er ekki alltaf sá sami. Sá hraði sem unnið var með og skilgreindur í rannsókninni sem hér er greint frá er sambærilegur nokkrum öðrum rannsóknum á þessu sviði en þó nokkrar rannsóknir haga flokkun hraða á annan hátt. Sérstaklega má þar nefna misræmi í flokkun á hlaupum á hárrí ákefð og sprettum. Leikmenn eru flokkaðir í fimm leikstöður í rannsókninni sem hér er fjallað um en ekki er tekið tillit til þess ef leikmaður er færður í aðra leikstöðu meðan leikurinn er í gangi. Einnig er flokkun leikstaðna ekki alltaf sú sama. Þær rannsóknir sem skoðaðar hafa verið hér, hafa flokkað þátttakendur niður í þrjár til sex leikstöður á vellinum og því getur samanburður í sumum tilfellum reynst vandasamur. Erfitt reyndist að finna rannsóknir um GPS mælingar hérlendis og því eru samanburðarrannsóknir að öllu leiti erlendar. Einnig verður að nefna áhrif Covid-19 á rannsóknina þar sem leiktímabilið á Íslandi hefst að jafnaði í lok apríl en tímabilið sem unnið var með í rannsókninni hófst ekki fyrr en 13. júní. Undirbúningstímabilið var því lengra en vanalega og gæti það skekkt samanburðarhæfni rannsóknarinnar við aðrar rannsóknir.

Þegar litið er til frekari rannsókna þá væri áhugavert að gera þessa rannsókn aftur á öðru leiktímabili og skoða hvort að leikmenn efstu deildar karla séu að bæta sig á milli tímabila. Einnig væri fróðlegt að skoða fleiri breytur sem gætu haft áhrif á frammistöðu leikmanna, hlaupatölur með og án bolta, hver staðan er í leikjum, mismunandi leikkerfi og mismunandi tímabil í leikjum. Einnig væri fróðlegt að bera saman frammistöðu á fyrri og

seinni hluta tímabils hjá liðum. Þetta eru allt breytur sem rannsakaðar hafa verið og geta haft áhrif á frammistöðu leikmanna. Hraðabreytur voru líka oft fleiri í sambærilegum rannsóknum, þar sem hraði var mældur frá kyrrstöðu og göngu upp í spretti. Fleiri hraðabreytur hjálpa til við að greina leiki betur þá sérstaklega með tilliti til þess hvort lið séu með boltann eða án hans og hvort lið séu með góða forystu í leikjum. Samanburðarrannsókn á GPS hlaupatölum hjá liðum héraendis og liðum á hinum Norðurlöndunum væri líka áhugaverð þar sem íslensk lið horfa oft til Norðurlandanna þegar kemur að almennum samanburði.

Heimildaskrá

- Altavilla, G., RIELA, L., TORE, A. D. og Raiola, G. (2017). The Physical Effort Required from Professional Football Players in Different Playing Positions. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(03), 2007–2012. <https://doi.org/10.7752/JPES.2017.03200>
- Andersson, H., Ekblom, B. og Krusturup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 113–122. <https://doi.org/10.1080/02640410701422076>
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R. og Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2134–2140. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318279423e>
- Aquino, R., Vieira, L. H. P., Carling, C., Martins, G. H. M., Alves, I. S. og Puggina, E. F. (2017). Effects of competitive standard, team formation and playing position on match running performance of Brazilian professional soccer players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(5), 695–705. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1384976>
- Asian Clemente, J. A., Requena, B., Jukic, I., Nayler, J., Hernández, A. S. og Carling, C. (2019). Is physical performance a differentiating element between more or less successful football teams? *Sports*, 7(10), 216. <https://doi.org/10.3390/sports7100216>
- Ataabadi, Y. A., Sadeghi, H. og Alizadeh, M. H. (2017). The effects of artificial turf on the performance of soccer players and evaluating the risk factors compared to natural grass. *Journal of Neurological Research and Therapy*, 2(2), 1–16. <https://doi.org/10.14302/issn.2470-5020.jnrt-17-1487>

- Bangsbo, J., Mohr, M. og Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Bloomfield, J., Polman, R. og O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 63–70.
- Bompa, T. O. og Haff, G. G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training* (5. útg.). Human Kinetics.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. og Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159–168. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B. og Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, 39, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.003>
- Clayfield, B. (e.d.). *Soccer Formations: A Complete Guide*. Your Soccer Home. Sótt 23. maí 2021, af <https://yoursoccerhome.com/soccer-formations-a-complete-guide/>
- Coutts, A. J. og Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133–135. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.015>
- Dellal, A., Wong, D. P., Moalla, W. og Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the French First League – with special reference to their playing position. *International Sportmed Journal*, 11, 278–290.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P. og Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(03), 205–212. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950>

- Domene, Á. (2013). Evaluation of movement and physiological demands of full-back and center-back soccer players using global positioning systems. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8, 1015–1028. <https://doi.org/10.4100/jhse.2013.84.12>
- Ehrmann, F. E., Duncan, C. S., Sindhusake, D., Franzsen, W. N. og Greene, D. A. (2016). GPS and injury prevention in professional soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 360–367. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001093>
- Fótbolti.net. (2019, 18. desember). *Fjöldi íslenskra liða nota GPS vestin frá Catapult*. <https://fotbolti.net/news/18-12-2019/fjoldi-islenskra-lida-nota-gps-vestin-fra-catapult>
- Gautam, B. (2012, 5. ágúst). *World Football 101: An Introduction to Player's Positions*. Bleacher Report. <https://bleacherreport.com/articles/1176000-world-football-101-an-introduction-to-players-positions>
- Ingebrigtsen, J., Dalen, T., Hjelde, G. H., Drust, B. og Wisløff, U. (2015). Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 101–110. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.933879>
- Johnson, D. (2018, 12. júní). *Catapult technologies get FIFA's stamp of approval for in-game use*. Gadgets & Wearables. <https://gadgetsandwearables.com/2018/06/12/fifa-catapult/>
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. og Costill, D. L. (2015). *Physiology of Sport and Exercise* (6. útg.). Human Kinetics.
- KSÍ. (e.d.). *Íslandsmót - Pepsi Max deild karla - 2020*. <https://www.ksi.is/mot/stakt-mot/?motnumer=40928>
- KSÍ. (2020, 5. apríl). *Nýr samningur undirritaður við Johan Sports GPS*. <https://www.ksi.is/um-ksi/frettir/frettasafn/frett/2020/05/04/Nyr-samningur-undirritadur-vid-Johan-Sports-GPS/>

- Kumar, S. og Moore, K. B. (2002). The evolution of global positioning system (GPS) technology. *Journal of Science Education and Technology*, 11(1), 59–80.
<https://doi.org/10.1023/A:1013999415003>
- Metaxas, T. I., Mandroukas, A., Vamvakoudis, E., Kotoglou, K., Ekblom, B. og Mandroukas, K. (2014). Muscle fiber characteristics, satellite cells and soccer performance in young athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(3), 493–501.
- Modric, T., Versic, S. og Sekulic, D. (2020). Position specific running performances in professional football (soccer): influence of different tactical formations. *Sports*, 8(12), 161. <https://doi.org/10.3390/sports8120161>
- Mohr, M., Krustup, P. og Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Óskar Ófeigur Jónsson. (2020, 16. september). *Íslenskur fótbolti lendir í veseni verði míkroplast á gervigrasvöllum bannað - Vísir*. visir.is.
<https://www.visir.is/g/20202012778d>
- Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R. og Impellizzeri, F. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018–1024. <https://doi.org/10.1055/s-2007-965158>
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J. og Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227–233. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.002>
- Reilly, T., Bangsbo, J. og Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669–683.
<https://doi.org/10.1080/02640410050120050>

- Sánchez-Sánchez, J., García-Unanue, J., Jiménez-Reyes, P., Gallardo, A., Burillo, P., Felipe, J. L. og Gallardo, L. (2014). Influence of the mechanical properties of third-generation artificial turf systems on soccer players' physiological and physical performance and their perceptions. *PLOS ONE*, 9(10), e111368. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111368>
- Schutz, Y. og Chambaz, A. (1997). Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(5), 338–339. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600403>
- STATSports. (e.d.). *STATSports Clients*. Sótt 7. mars 2021, af <https://statsports.com/statsports-clients/>
- Steffen, K., Andersen, T. E. og Bahr, R. (2007). Risk of injury on artificial turf and natural grass in young female football players. *British Journal of Sports Medicine*, 41(Supplement 1), i33–i37. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.036665>
- Tierney, P. J., Young, A., Clarke, N. D. og Duncan, M. J. (2016). Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations. *Human Movement Science*, 49, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.05.007>
- Vilamitjana, J., Heinze, G., Verde, P. og Calleja Gonzalez, J. (2021). High-intensity activity according to playing position with different team formations in soccer. *Acta Gymnica*, 51, e2021.003. <https://doi.org/10.5507/ag.2021.003>
- Youdim, A. (2019, ágúst). *Carbohydrates, Proteins, and Fats - Disorders of Nutrition*. MSD Manual Consumer Version. <https://www.msmanuals.com/home/disorders-of-nutrition/overview-of-nutrition/carbohydrates,-proteins,-and-fats>