

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

**Annabel Luuk**

## **Kaugus- ja kolmikhüppe tehnika võrdlev analüüs**

**The comparative analysis of long jump and triple jump techniques**

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja:

Lektor Mehis Viru

Tartu, 2018

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	3
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	4
1.1. Kaugushüppe tehnika analüüs .....	4
1.1.1. Kaugushüppe hoojooks .....	4
1.1.2. Kaugushüppe hoojooksu viimased kaks sammu .....	5
1.1.3. Kaugushüppe äratõuge .....	5
1.1.4. Kaugushüppe õhulennu tehnika .....	7
1.1.5. Kaugushüppe maandumine.....	9
1.2. Kolmikhüppe tehnika analüüs .....	10
1.2.1. Kolmikhüppe hoojooks .....	11
1.2.2. Kolmikhüppe hoojooksu viimased sammud .....	11
1.2.3. Kolmikhüppe äratõuge, õhulend ja maandumine .....	12
1.3. Kaugus ja kolmikhüppe tehnika võrdlus .....	14
1.3.1. Kaugus- ja kolmikhüppe hoojooksu võrdlus .....	14
1.3.2. Kaugus- ja kolmikhüppe äratõuke tehnika võrdlus .....	17
KOKKUVÕTE .....	23
KASUTATUD KIRJANDUS .....	24
SUMMARY .....	27
LISA 1. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide hoojooksu kiirused kaugus- ja kolmikhüppes .....	28
LISA 2. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide hoojooksu näitajad kaugushüppes .....	29
LISA 3. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide hoojooksu näitajad kolmikhüppes .....	30
LISA 4. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide äratõukeajad kaugus- ja kolmikhüppes ....	31
LISA 5. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide äratõuke näitajad kaugushüppes .....	32
LISA 6. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide äratõuke näitajad kolmikhüppes .....	33
LISA 7. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide äratõukenurgad kaugus- ja kolmikhüppes	34

## SISSEJUHATUS

Kaugus- ja kolmikhüpe on ühed vanimad kergejõustikualad. Need horisontaalsed hüpped on nii maailmas kui ka Eestis väga populaarsed, milles võistlevad nii mehed kui ka naised. Kaugus- ja kolmikhüpet peetakse sarnasteks aladeks, kuna mõlemad on horisontaalsed hüpped. Mõlemad hüppealad koosnevad järgmistest osadest: hoojooks, äratõuge, õhulend ja maandumine. Esiatselt vaadates ei pruugi aru saadagi, et alad on tegelikult tehniliselt väga erinevad. Kuna mõlemad alad on väga tehnilised, siis seetõttu mõjutavad soorituse igal hetkel tehtavad liigutused nende edasist kulgu ja tulemust.

Nii kaugus- kui ka kolmikhüppe maailmarekordid on püsinud juba üle 20 aasta. Siiani on maailmas väga palju häid hüppajaid, kuid kummagi alal pole suudetud võimsaid rekordeid üle lüüa. Sellel võib olla mitmeid põhjuseid: treenerite teadmatus, viletsad treeningmeetodid, vigastused jne. Selleks, et arendada sporditehnikaid, on vaja uurida erinevaid aspekte, kuidas saavutada paremaid tulemusi. Heade soorituste eelduseks on mitmete teadlaste ja treenerite koostööl põhinevad uuringud, et hüppajad saaks end maksimaalselt arendada.

Käesoleva töö eesmärk on analüüsida nii kaugus- kui ka kolmikhüppe tehnikat ning võrrelda neid alasid omavahel. Võrdluse aluseks on võetud Helmar Hommeli koostatud biomehaanilised analüüsid, mis uurisid 2009. aasta Berliini maailmameistrivõistluste kaugus- ja kolmikhüppe nii naiste kui ka meeste finaalkatseid. Kummagi hüppeala kohta on Eestis vähe ilmunud erialast kirjandust. Bakalaureusetöö võimaldab anda täpsemat informatsiooni kaugus- ja kolmikhüppe biomehaaniliste aspektide kohta, leida nii erinevusi kui ka ühiseid detaile.

Käesolev bakalaureusetöö võib eelkõige huvi pakkuda kergejõustiku treeneritele ja sportlastele.

Märksõnad: kaugushüpe, kolmikhüpe, biomehaaniline analüüs, võrdlev analüüs, kergejõustik

*Keywords: long jump, triple jump, biomechanical analysis, comparative analysis, track and field*

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. Kaugushüppe tehnika analüüs

Kaugushüpe on kergejõustikuala, mis on olnud olümpiaala üle 100 aasta. See on üks kõige loomulikum, kuid tehniliselt keeruline kergejõustikuala. See koosneb täiskiirusel hoojooksust ja äratõukepakule võimalikult lähedalt äratõukest (Apostolos, et al., 2016; Theodorou, et al., 2016). Kaugushüppe põhiülesandeks on maksimaalse hüppepikkuse saavutamine (Makaruk, et al., 2015; Müller, et al., 2006).

Esmapilgul on ala lihtne: sportlane peab hüppama võimalikult kaugemale. Kuigi põhjalikumad analüüsid näitavad, kui olulised on mitmed aspektid, et saavutada maksimaalselt pikk hüpe võimalikult täpse äratõuke ja kiire hoojooksuga (Makaruk, et al., 2015).

### 1.1.1. Kaugushüppe hoojooks

Hoojooks on väga oluline osa kaugushüppest. Kõrge hoojooksu kiirus hoojooksu lõpus on alus heale tulemusele (Linthorne, et al., 2005). Mida kiirem on hoojooks, seda pikem on hüpe (Bridgett, et al., 2002).

Kaugushüppe hoojooks algab püstistardist, alustades paigalt või eelsammudega. Kiiruse kasvamine toimub sujuvalt: hoojooksu lõpus on tavaliselt 2-4sammuline kiirendus, mille jooksul sportlane valmistub muutma osa horisontaalkiirusest vertikaalseks. Kuna kaugushüppe tulemust mõjutab oluliselt kiire horisontaalne kiirus enne äratõuget, siis on oluline viimaste sammude jooksul säilitada kiirus (Bridgett, et al., 2006). Veel parem, kui suudetakse seda ka suurendada, kuna kiiruse langus toob kaasa tulemuse vähenemise. Hoojooksu kiiruse kasvades kerekalle väheneb ning äratõukeks on keha püstitunud (Newman, 2012).

Kaugushüppajad peavad reguleerima viimastel viiel sammul oma sammupikkust, et sooritada äratõuge võimalikult täpselt kaugushüppepakult. Regulatsioon saavutatakse visuaalse teabe abil, mida tuleb hüppajal endal tajuda. Suurim korrigeerimine toimub kahel viimasel sammul (Panoutsakopoulos, et al., 2017). Viimastel sammudel on hüppaja põlvetõste kõrgem kui kiirjooksus: see aitab kaasa kere püstitamisele ja tõukejala soodsamaks mahaasetuseks äratõukel (Schiffer, 2011).

Ebaõnnestunud hoojooksu (äratõukepaku tagant tõukamise või üleastumise) puhul tuleb treeningutel pöörata tähelepanu sammude pikkustele ning hoojooksu rütmile. Sammude pikkust tuleb reguleerida juba jooksu alguses, et äratõuge toimuks õigest kohast (Makaruk, et al., 2015).

### 1.1.2. Kaugushüppe hoojooksu viimased kaks sammu

Ettevalmistus äratõukeks toimub hoojooksu viimastel sammudel, kus hüppaja valmistub osa horisontaalkiirusest vertikaalseks kiiruseks muutma (Panoutsakopoulos, et al., 2010). Hüppajal on vaja kõrget horisontaalset kiirust, et äratõukel edasi liikuda ning vertikaalset kiirust, et viibida kauem aega õhus enne maandumist ja seeläbi saavutada pikem hüpe (Bridgett, et al., 2006).

Kaugushüppe puhul on kasulik teha hoojooksu eelviimane samm pikem ja viimane samm lühem (joonis 1) (Makaruk, et al., 2016). Sellise tehnika puhul on eelviimasel sammul keha raskuskese madalamal. Äratõukeks valmistatakse madaldades raskuskeset viimastel sammudel (Jaitner, et al., 2001). Joonisel 1 on näha, et 2009. aasta maailmameister Dwight Phillips viib viimastel sammudel oma keha raskuskeskme madalamale. Kui langetada keha enne viimast sammu, on lihtsam viia raskuskese äratõukel kõrgemale. See tehnika aitab kiirust muuta vertikaalseks ilma, et oleks vaja oluliselt vähendada horisontaalset kiirust (Panoutsakopoulos, et al., 2017).



Joonis 1. Dwight Phillipsi kaks viimast hoojooksu sammu ja hüpe (Hommel, 2009).

### 1.1.3. Kaugushüppe äratõuge

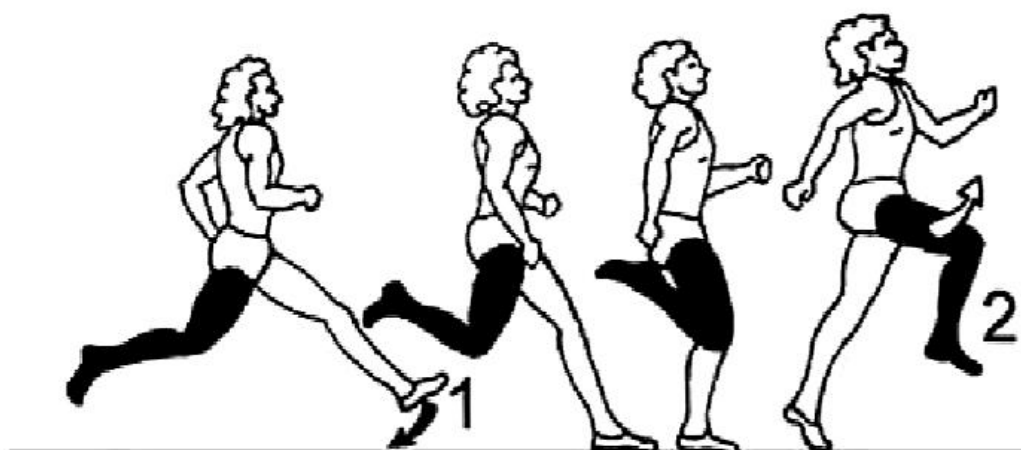
Äratõuge on kaugushüppes oluline osa, mis on samaaegselt kõige raskem, sest selle etapi läbiviimisel tuleb hüppajal saavutada heal tasemel vertikaalne kiirus ja hoida

horisontaalset kiirust (Çetin, et al., 2014; Guiman, et al., 2015; Hay, et al., 1999; Jaitner, et al., 2001). Edukas äratõuge koosneb kolmest osast: jala asetamine äratõukepakule, amortisatsioon ja sirutus (Guiman, et al., 2015). Peamise edu toob kaugushüppes efektiivne jala kiire asetamine äratõukepakule (Panoutsakopoulos, et al., 2017). Kaugushüppe äratõuge on kiire, tipphüppajatel on tõukejala kontaktaeg hüppepakuga 0,11 - 0,13 s (Hommel, 2009).

Enne, kui tõukejalg tabab pakku, peab keha raskuskese läbima madalaima punkti kogu hüppe jooksul (Jaitner, et al., 2001; Tidow, 1989). Hüppaja tõukejala asetus pakule peab olema aktiivse haarava liigutusega kogu tallale. Kui asetada tõukejalg pakule endast liiga kaugemale ette või vastupidi - mitte piisavalt kaugemale hüppaja keha raskuskeskmest, siis see takistab vertikaalse tõukejõu saavutamist äratõukel ja piirab kaugushüppe pikkust (Bradshaw, et al., 2006).

Äratõuke teises faasis, amortisatsioonifaasis, kõverdub tõukejalg põlveliigesest kergelt, tipphüppajatel keskmiselt umbes 165 kraadini (joonis 2). Hoojala reis liigub ette - üles horisontaalsesse asendisse. Keha peab säilitama vertikaalse püstise asendi ja vaade on suunatud ette-üles (Hommel, 2009; Newman, 2012).

Äratõuge lõpeb jala sirutusega nii puusa-, põlve- kui ka põialiigeses (Hommel, 2009; Newman, 2012). Äratõuke lõpuks, tõukejala lahkumisel hüppepakult, tuleb hüppajal saavutada võimalikult suur vertikaalne kiirus nii, et horisontaalne kiirus säiliks (Guiman, 2015). Kaugushüppe äratõukel on oluline muuta keha liikumise suunda teatud väljalennunurga (20-24°) võrra nii, et õhulennu algkiirus oleks lähedane hoojooksukiirusele. Keskmine horisontaalse kiiruse kadu kaugushüppe äratõukel tipphüppajatel on keskmiselt 1,3 – 1,7 m/s (Hommel, 2009; Guiman, et al., 2015).



Joonis 2. Kaugushüppe äratõuge. Hoojalg on tumendatud (Müller, et al., 2006).

#### 1.1.4. Kaugushüppe õhulennu tehnika

Kaugushüppe õhulennu eesmärk on säilitada õhulennu ajal tasakaal, et viia keha efektiivsesse maandumisasendisse, mis maksimeerib hüppe pikkust (Schiffer, 2011). Kaugushüppes sõltub hüppe pikkus õhulennu algkiirusest, keha raskuskeskme väljalennu nurgast ja kõrgusest (Çetin, et al., 2014).

Hüppajal on õhulennu puhul vaja suurt horisontaalkiirust, et edasi liikuda, aga ka vertikaalkiirust, et kauem õhus püsida (Bridgett, et al., 2006). Parimad hüppajad suudavad saavutada kõrgemat õhulennu edasiliikumise kiirust äratõukel minimaalselt vähendades. Selleks suurendatakse vertikaalsuunas sooritavat pingutust ja vähendatakse horisontaalsuunas toimivaid pidurdavaid äratõukeliigutusi (Çetin, et al., 2014).

Kaugushüppes eristatakse kolme põhilist tehnikat, mida hüppaja teeb õhulennul tasakaalu säilitamiseks: samm-, siru- ja kääртеhnika (Bouchouras, et al., 2009). Eelmisel sajandi esimesel poolel hüpati enamasti sammtehnikas. Hiljem lisandusid siru- ja kääртеhnika, mis on nüüdseks enim kasutatavad tehnikavariandid. Edasi on arenenud ka kääртеhnika: 2,5-sammulisele on lisandunud ka 3,5-sammuline variant (Newman, 2012).

#### Kaugushüppe sammtehnik

Algajatel ja noortel on kasulik hakata kaugushüpet õppima sammhüppega (joonis 3). See on kõige lihtsam ja tavalisem hüppeviis (Schiffer, 2011).



Joonis 3. C. Tomlinson sooritab hüppe sammtehnikaga (Hommel, 2009).

Sammtehnik

vertikaalse asendi, kuid käed liiguvad ees-üleväl asendist kuni lõpuosani kerest tahapoole. Teises pooles, ehk maandumiseks valmistumisel liigub tõukejalg hoojala kõrvale ja kere kallutub ette. Taga olevad käed viiakse kiiresti ette (Hommel, 2009; Newman, 2012). Kogenumad hüppajad kasutavad seda tehnikat väga harva, kuna selles asendis on raske hoida tasakaalu kogu õhulennu vältel (Schiffer, 2011).

### **Kaugushüppe sirutehnika**

Sirutehnika puhul lastakse hoojalg pärast äratõuget alla-taha (joonis 4). Kui tõukejala reis on jõudnud hoojala kõrvale, kõverduvad mõlemad jalad põlveliigesest. Käed liiguvad üles-taha. Siruasend säilitatakse õhulennul poole trajektoori vältel, millele järgneb valmistumine maandumiseks. Maandumisel viiakse reied ettepoole, jalad ja käed sirutatakse ette (Hommel, 2009; Newman, 2012). Sirutehnika on efektiivne tehnika variant, sest ülesirutatud asendis ei kaldu hüppaja ette ning nii ei kaota ta hüppe pikkust (Schiffer, 2011).



Joonis 4. G. Rutherford sooritab hüppe sirutehnikaga (Hommel, 2009).

### **Kaugushüppe käärtehnika**

Käärtehnika on tänapäeval kaugushüppe kõige levinum hüppeviis. Parimad kaugushüppajad kasutavad seda peaaegu eranditult. Käärtehnikat kirjeldatakse tavaliselt nii nagu hüppaja imiteeriks õhus jooksmist pärast äratõuget. See võimaldab käte ja jalgade liigutuste abil hoida hüppaja keha püstises asendis ja valmistuda tõhusaks maandumiseks (Schiffer, 2011).

Käärtehnika algab samuti sammasendist ning seejärel jätkatakse õhus jooksuliigutusi. (Hommel, 1992; 2009). Pärast äratõuget langetab hüppaja hoojala ja samal ajal liigub tõukejalg

põlveliigesest kõverdatuna ette (joonis 5). Hookäsi, mis on tõukejalapoolne, langetatakse ja tõstetakse ringliigutusega tagant üles. Maandumiseks viib hüppaja kokku liikunud jalad ette (Hommel, 2009; Newman, 2012).

Sõltuvalt hüppajast ja õhus tehtavate sammude arvust, eristatakse 2,5- ja 3,5-sammulist kääртеchnikat (joonised 5 ja 6) (Bouchouras, et al., 2009).



Joonis 5. M. Watt sooritab hüppe 2,5-sammulise kääртеchnikaga (Hommel, 2009).



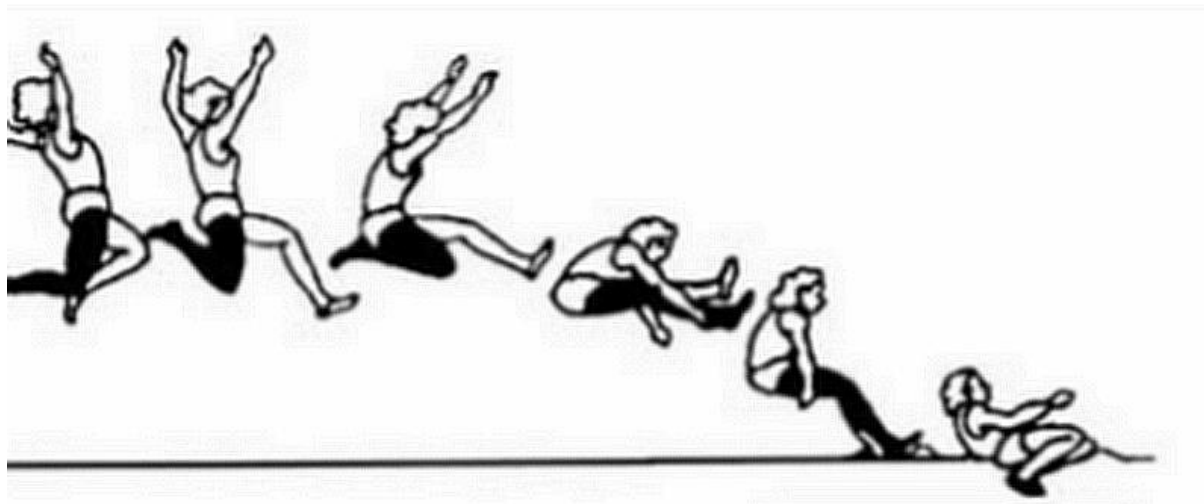
Joonis 6. G. Mokoena sooritab hüppe 3,5-sammulise kääртеchnikaga (Hommel, 2009).

### 1.1.5. Kaugushüppe maandumine

Kui kaugushüppaja on lõpetanud õhulennul tasakaalu säilitamiseks vajalikud liigutused, alustab ta ettevalmistust maandumiseks ja võtab maandumiseelse asendi. Edukaks maandumiseks on vajalik ette viia puusad, tõsta põlved ning kummarduda ette (joonis 7) (Hommel, 2009; Schiffer, 2011).

Jalgade sirutamiseega ei tohi kiirustada: see toob kaasa maandumisasendi ennatliku sissevõtmise ning lühendab hüppe pikkust. Jalgade sirutamine põlveliigesest on kasulik sooritada vahetult enne maandumist. Oluline on jalad sirutada kannad ees ja põidi enda poole tõmmates (Hommel, 2009; Newman, 2012).

Puusad liiguvad ette alles siis, kui põiad on liiva puudutanud. Käed viiakse ette, et aidata hüppaja edasiliikumist ja vältida kukkumist tagasi (Schiffer, 2011).



Joonis 7. Kaugushüppe maandumine (Müller, et al., 2006).

## 1.2. Kolmikhüppe tehnika analüüs

Kolmikhüpe on üks keerulisemaid kergejõustikalasid. See küll sarnaneb kaugushüppele, kuna mõlemad alad on horisontaalsed hüpped, kuid kolmikhüpe on tehnilises mõttes erinev ja keerulisem. Ala eesmärk on maanduda kolme järjestikuse hüppega äratõukekohast maksimaalselt kaugemale (Čoh, et al., 2011).

Kolmikhüpe (joonis 8) koosneb hoojooksust, kolmest üksteisele järgnevast hüpest ja maandumisest (Liu, et al., 2015). Võistlusmääruste järgi tuleb kaks esimest hüpet sooritada ühe ja sama jalaga, viimane hüpe aga teise jalaga (vasak-vasak-parem või parem-parem-vasak) (Eissa, 2014; Schiffer, 2011). Kolme järjestikust hüpet nimetatakse hopiks, sammuks ja hüppeks (Graham-Smith, 1999; Hay, 1999; Liu, et al. 2015).

Kolmikhüppe tehnikad on faaside suhte järgi kategooriatesse jagatud. Esimese faasi puhul, kus domineerib hopifaas, on hopi protsent vähemalt 2% suurem kui hüppe protsent. Näiteks 1983. aasta maailmameistri Hoffmanni võiduhüppe faaside suhe oli 38%:33%:29%. Teise faasi puhul, kus domineerivaks on hüppefaas, on hüppefaasi protsent vähemalt 2% suurem kui hopifaas. Kunagise maailmarekordiomaniiku Banksi hüppe faaside suhe oli 35%:28%:37%. Kolmas faas on tasakaalus tehnika, kus hopi ja hüppe vahe on väiksem kui 2%. 1984. aasta olümpiamängude esikohaomanik Joyneri võiduhüppe faaside suhe oli 36%:29%:35% (Hay, 1992; Liu, et al., 2015).



Joonis 8. Kolmikhüpe maailmameister P.Idowu näitel (Hommel, 2009).

### **1.2.1. Kolmikhüpe hoojooks**

Kolmikhüpe hoojooksu pikkus peab olema piisavalt pikk, et hüppaja saavutaks äratõukeks peaaegu maksimaalse kiiruse. Samal ajal peab hoojooks olema pingevaba. Kui hoojooks on liiga aeglane, kaotab sportlane kiirust - hoogu hüppe hilisemates faasides. Kui hoojooks on liiga kiire, ei suuda hüppaja tehnikat kontrollida (Schiffer, 2011).

Hoojooksu saab jagada kaheks etapiks. Esimene, ehk kiirendusfaas, koosneb 8-16 sammust. Teine faas, ehk äratõuke ettevalmistus, koosneb viimasest neljast hoojooksu sammust. Seda iseloomustab sammusageduse suurenemine. Viimaste sammude ajal on põlvetõste kõrgem (Hutt, 1988; Schiffer, 2011).

Kolmikhüppaja ei tohiks lasta kiirusel langeda pärast äratõuget: kiiruse kadu peab olema võimalikult väike, et saaks sooritada efektiivselt ka kaks järgnevat äratõuget (Schiffer, 2011; Yu, 1999). Horisontaalkiiruse kaotus ja vertikaalkiiruse suurenemine on omavahel seotud: horisontaalne kiirus kahaneb kolmikhüppes igal äratõukefaasil, kuna vertikaalne kiirus tõuseb (Yu, 1999).

### **1.2.2. Kolmikhüpe hoojooksu viimased sammud**

Kolmikhüpe hoojooksu viimaseid samme iseloomustab sammusageduse suurenemine, samas horisontaalne kiirus jääb peaaegu muutumatuks (Panoutsakopoulos, et al., 2016). Pikk hüpe sõltub sellest, kui kiired on hoojooksu viimased sammud. Äratõuke hea ettevalmistuse oluliseks elemendiks on järkjärguline kiirendus: viimastel sammudel suureneb nende sagedus ja kiirus (Antonini, 2015).

### 1.2.3. Kolmikhüppe äratõuge, õhulend ja maandumine

Kolmikhüppe äratõuked eristuvad sportlaste vahel nende füüsiliste omaduste tõttu. Näiteks eri faaside pikkused, mis on seotud hüppe kogupikkusega, on sportlastel erinevad. Tavapärase kolmikhüppe faaside protsentuaalne osakaal kogu hüppe pikkusesse on hopp 35%, samm 30% ja hüpe 35%. Kuid see varieerub nii erinevate hüppajate vahel kui ka sama kolmikhüppaja erinevate hüpete vahel. Hea kolmikhüppe tehnika on vajalik, et tagada lihastegevuste ajaline seos suurema jõu tekitamisel optimaalses suunas, samal ajal horisontaalset kiirust hoides. See eeldab, et hüppaja peab taluma suurt löögijõudu minimaalse horisontaalse kiiruse vähenemisega (Perttunen, et al. 2000).

#### Kolmikhüppe esimene osa - hopp

Hopiks (joonis 9) nimetatakse esimest hüpet, mis algab äratõukepakust ja lõpeb maandudes samale jalale, millega alustati äratõuget (Hay, 1999). Hopi sooritamise eesmärgiks on liikuda edasi ja üles (mitte üles ja edasi nagu kaugushüppe puhul). See tähendab, et liikumine peab toimuma pigem horisontaalselt edasi, mitte vertikaalselt üles. Vertikaalne liikumine põhjustaks kiiruse kadu ja vähendaks hoogu, mida rakendada järgnevate hüpete sooritamisel (Schiffer, 2011).



Joonis 9. Kolmikhüppe esimene hüpe - hopp. Hoojalg on tumendatud (Müller, et al., 2006).

Hoojalg tõuseb kiirelt lühikese liigutusena ja põlveliigesesse moodustub tervanurk. Äratõuke momendil peaks hoojala põlv jõudma puusa kõrguseni, kus seda hetkeks hoitakse.

Jalgade asendi muutumisel liigub hoojalg taha, peaaegu täielikult sirutatuna. Samal ajal tõuseb tõukejalg lühikese pendlina ette ja seejärel sirutub valmistudes maandumiseks (Schiffer, 2011).

### **Kolmikhüppe teine osa - samm**

Sammuks nimetatakse kolmikhüppe teist hüpet, mis sooritatakse ühelt jalalt teisele hüpates (Hay, 1999). Teise hüppe sooritamine on tehniliselt kõige keerulisem ja see on ka võrreldes teiste kolmikhüppe hüpetega kõige lühem (Schiffer, 2011).



Joonis 10. Kolmikhüppe teine hüpe – samm. Hoojalg on tumendatud (Müller, et al., 2006).

Vahetult enne hopi lõpetamist koos käte hoo tehnikaga hüpates tõmmatakse käed sammu ettevalmistuseks taha (joonis 9), et sammu äratõukel aktiivselt ette liikuda. Joonis 10 näitab, et sammufaasi puhul toimub äratõuge haarava liigutusega, samal ajal hoojalg liigub kiiresti ette-üles. Lennufaasi ajal peaks hoojala reis olema paralleelselt maaga ja moodustama õige nurga tõukejalaga (Schiffer, 2011).

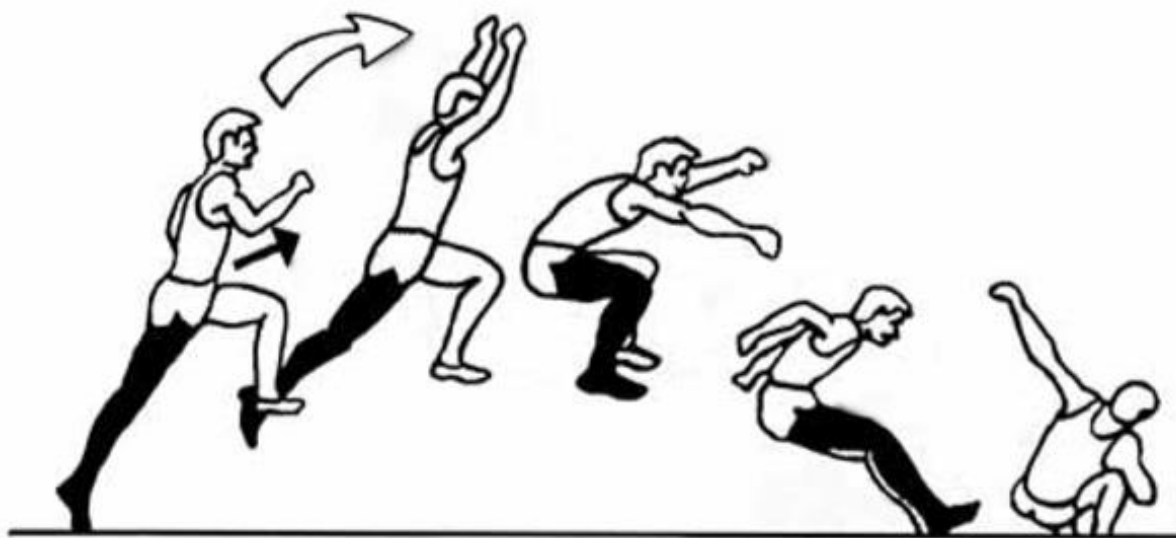
Kui kere hakkab laskuma, siis esolev jalg sirutub hüppaja ette. Sirutuse lõppedes asetatakse jalg haaravalt enda ette maha ja tõmmatakse aktiivselt taha (Schiffer, 2011).

### **Kolmikhüppe kolmas osa - hüpe**

Hüppe faas on kolmikhüppe viimane hüpe, mille puhul äratõuge toimub sammu faasis maanduvalt jalalt ning peale õhulendu maandutakse liivakasti nagu kaugushüppeski (Hay, 1999). Äratõukeks maandutakse peaaegu täielikult väljasirutatud jalale. Jalg asetatakse endiselt

maha täistallale. Nüüd muutub eelnev hoojalg tõukejalaks. Joonis 11 näitab, et äratõuke momendil on hoojala reis jõudnud horisontaalasendisse. Edasi viiakse tõukejal hoojala kõrvale ja sirutatakse need maandumiseks välja (Schiffer, 2011).

Kolmandal hüppel kasutatakse sammhüppe tehnikat. Maandumistehnika on sama, mis kaugushüppes: jalad püütakse tuua võimalikult kaugemale ette (joonis 11). Käär- ja sirutehnikat kolmikhüppes eriti ei kasutata, kuna viimaseks hüppeks on horisontaalne kiirus juba liiga väike (Hutt, 1988; Schiffer, 2011).



Joonis 11. Kolmikhüppe kolmas hüpe - hüpe. Hoojalg on tumendatud (Müller, et al., 2006).

### **1.3. Kaugus ja kolmikhüppe tehnika võrdlus**

#### **1.3.1. Kaugus- ja kolmikhüppe hoojooksu võrdlus**

##### **Hoojooksu kiiruse dünaamika**

Kaugushüppe hoojooksul ei ole vajalik lihtsalt maksimaalne kiirus, vaid maksimaalne kontrollitav kiirus. See tähendab, et hoojooks peab toimuma võimalikult suure kiirusega, kust hüppaja suudab saavutada eduka äratõuke. Kolmikhüppaja ei tohiks hoojooksu lõpus keskenduda keha raskuskeskme madaldamisele nagu kaugushüppaja, vaid kiirendamisele viimastel sammudel. Kiiruse kadu äratõukepakul peab olema võimalikult väike, sest sellel hetkel avaldab madal kiirus negatiivset mõju kahele järgnevale äratõukele (Schiffer, 2011). Tavaliselt on kolmikhüppajatel aeglasem hoojooks kui kaugushüppajatel. Sellel on kaks

põhjust: kolmikhüppajatel on vaja saavutada kolm järjestikust äratõuget ja nad keskenduvad rohkem äratõugetele ning nad peavad säilitama kehas tegutsevaid jõude (Antonini, 2015).

Tabel 1. 2009. aasta Berliini maailmameistrivõistluste (MM) meesfinalistide hoojooksu kiirused kaugus- ja kolmikhüppes (Hommel, 2009).

Kaugushüpe				Kolmikhüpe			
Nimi	Tulemus	Kiirus 11-6m	Kiirus 6-1m	Nimi	Tulemus	Kiirus 11-6m	Kiirus 6-1m
D. Phillips	8,54	11,06	10,93	P. Idowu	17,73	10,41	10,49
G. Mokoena	8,47	10,37	10,33	N. Evora	17,55	9,98	10,14
M. Watt	8,37	10,55	10,46	A. Copello	17,36	0,00	9,98
F. Lapierre	8,21	10,21	10,16	L. Sands	17,32	10,24	10,13
G. Rutherford	8,17	0,00	0,00	A. Girat	17,26	9,70	9,84
S. Sdiri	8,07	10,23	10,29	Y. Li	17,23	9,74	10,02
G.	8,06	10,41	10,49	I.	16,91	10,08	10,09
Garenamotse				Spasovkhodskiy			
C. Tomlinson	8,06	10,23	10,32	J. Gregorio	16,89	10,30	10,41

Tulemuste ühik on m ja kiiruse ühik on m/s. Kiiruse meetrid on mõõdetud äratõukepakust (11-6m äratõukepakust ja 6-1m äratõukepakust)

Tabel 1 näitab 2009. aasta Berliini maailmameistrivõistluste kaugus- ja kolmikhüppe meesfinaliste ja nende hoojooksu kiiruseid. Lisas 1 on välja toodud samad näitajad naishüppajate - finalistide puhul. Tabelis 1 on näidatud kiirused 11-6 meetril ja 6-1 meetril enne äratõukepakku. Kaugushüppajatel on kiiruslikud näitajad suuremad kui kolmikhüppajatel. Kahjuks kaugushüppes G. Rutherfordi ja kolmikhüppes A. Copellol ei suudetud täielikult mõõta parimatel katsetel nende kiiruseid. Küll aga on näha, et kolmikhüppes viiel mehel seitsmest kiirus kasvas hoojooksu käigus. Kaugushüppes neljal mehel seitsmest kiirus kahanes, kuna nad valmistusid äratõukeks, et osa horisontaalsest kiirusest muuta vertikaalseks. Kolm meest suutsid veel kiirendada viimastel hoojooksu meetritel. Lisas 1 on näha, et naiste puhul kolmel kaugushüppajal seitsmest viimastel sammudel kiirus langes ja neljal tõusis (Maggil ei suudetud parimal katsel kiirust mõõta). Kolmikhüppajatel viiel naisel kuuest kiirus tõusis ja ühel langes hoojooksu viimastel sammudel (Savigne ja Smithi puhul ei saadud täielikult kiiruseid fikseeritud) (Hommel, 2009).

## Hoojooks kahe viimase sammu karakteristikud

Kaugushüppe puhul mängib suurt rolli hoojooksu kahe viimase sammu pikkus: eelviimane on pikem ja viimane lühem samm. Eelviimane samm on pikem, sest sel ajal hüppaja viib oma keha raskuskeskme madalamale. Seejärel on lihtsam äratõukel raskuskese kõrgemale viia, et muuta kiirust vertikaalseks (Makaruk, et al., 2016; Panoutsakopoulos, et al., 2017). Tabelis 2 on näha, et seitsmel mehel kaheksast ning kõikidel naisfinalistidel (lisa 2) on eelviimane samm pikem ja viimane samm lühem. Kolmikhüppe hoojooksu lõpus küll sammude sagedus suureneb, kuid nende puhul pole pikkus oluline, kuna selle ala puhul on vertikaalkiirus väiksem.

Tabel 2. 2009. aasta Berliini MM-i meesfinalistide hoojooksu näitajad kaugushüppes (Hommel, 2009)

Nimi	Tulemus	Sammu pikkus		Kiirus	
		Eelviimane samm	Viimane samm	Eelviimane samm	Viimane samm
D. Phillips	8,54	2,62	2,00	11,12	10,78
G. Mokoena	8,47	2,32	2,19	10,44	10,34
M. Watt	8,37	2,63	2,42	10,59	10,43
F. Lapierre	8,21	2,36	2,28	10,33	10,28
G. Rutherford	8,17	2,19	2,24	10,39	10,44
S. Sdiri	8,07	2,59	2,16	10,31	10,17
G. Garenamotse	8,06	2,38	2,22	10,61	10,41
C. Tomlinson	8,06	2,49	2,14	10,40	10,31

Tulemuse ja sammu pikkuse ühik on m ja kiiruse ühik on m/s

Tabelis 2 on näha, et kaugushüppe puhul enamasti horisontaalne kiirus langeb. See langus tekib sellepärast, et valmistatakse äratõukeks, mille ajal tekitada vertikaalne kiirus. Tabel 3 näitab, et kolmikhüppes kiirus enamasti kasvab, sest vertikaalne kiirus on väiksem kui kaugushüppes ja on oluline säilitada horisontaalkiirus, et hüppaja suudaks sooritada edukalt ka järgnevad hüpped.

Lisades 2 ja 3 on välja toodud naiste kahe viimase sammu pikkus ja kiirus. Lisas 2 on näha, et kõikidel naiskaugushüppajatel on viimane samm lühem kui eelviimane. Samuti langes igal naisfinalistil kiirus viimasel sammul. Lisa 3 näitab, et naiskolmikhüppajatel kolmel finalistil kaheksast on viimane samm pikem kui eelviimane. Viiel naisel kaheksast kiirus kasvas, kahel naisel langes ning ühel hüppajal jäi see samaks.

Tabel 3. 2009. aasta Berliini MM-i meesfinalistide hoojooksu näitajad kolmikhüppes (Hommel, 2009)

Nimi	Tulemus	Sammu pikkus		Kiirus	
		Eelviimane samm	Viimane samm	Eelviimane samm	Viimane samm
P. Idowu	17,73	2,58	2,49	10,47	10,53
N. Evora	17,55	2,68	2,26	10,10	10,13
A. Copello	17,36	2,41	2,29	9,99	10,01
L. Sands	17,32	2,92	2,30	10,25	10,14
A. Girat	17,26	2,49	2,33	9,86	9,88
Y. Li	17,23	2,30	2,46	9,89	9,99
I. Spasovkhodskiy	16,91	2,55	2,49	10,06	10,09
J. Gregorio	16,89	2,71	2,62	10,42	10,36

Tulemuse ja sammu pikkuse ühik on m ja kiiruse ühik on m/s

### 1.3.2. Kaugus- ja kolmikhüppe äratõuke tehnika võrdlus

#### Kaugus- ja kolmikhüppe äratõukeaeg

Äratõukeaeg oli Phillipsil lühem kui Idowul (tabel 4). Kaugushüppaja äratõuge kestis 0,11 sekundit ning kolmikhüppajal kulus selleks 0,13 sekundit (sammul 0,16s ja hüppel 0,17s) (Hommel, 2009). Tabel 4 näitab mõlema hüppeala äratõukeaegasid. Nii kaugushüppes kui ka kolmikhüppe hopifaasis on näitajad sarnased. Küll aga kolmikhüppajate puhul oli sammu äratõuge ajaliselt pikem kui hopi äratõuge ning hüppe äratõuge pikem kui sammu äratõuge. Naiste äratõukeajad on meestega võrreldes sarnased (lisa 4) (Hommel, 2009).

Tabel 4. 2009. aasta Berliini MM-i meesfinalistide äratõukeajad kaugus- ja kolmikhüppes (Hommel, 2009)

Kaugushüpe		Kolmikhüpe			
Nimi	Äratõukeaeg	Nimi	Äratõukeaeg		
			Hopp	Samm	Hüpe
D. Phillips	0,11	P. Idowu	0,13	0,16	0,17
G. Mokoena	0,11	N. Evora	0,13	0,15	0,19
M. Watt	0,11	A. Copello	0,11	0,16	0,17
F. Lapierre	0,12	L. Sands	0,11	0,15	0,17
G. Rutherford	0,12	A. Girat	0,12	0,15	0,17
S. Sdiri	0,12	Y. Li	0,11	0,14	0,14
G. Garenamotse	0,12	I. Spasovkhodskiy	0,12	0,17	0,18
C. Tomlinson	0,13	J. Gregorio	0,11	0,15	0,19

Äratõukeaja ühik on s

### Äratõuke horisontaal- ja vertikaalkiiruse dünaamika

Tabelid 5 ja 6 näitavad, et horisontaalne kiirus äratõukel on mõlemal hüppealal sarnane (kolmikhüppes hopifaas).

Tabel 5. 2009. aasta Berliini MM-i meesfinalistide äratõuke näitajad kaugushüppes (Hommel, 2009)

Nimi	Horisontaalne kiirus äratõuke lõpus	Vertikaalne kiirus	Horisontaalse kiiruse kadu äratõuke ajal
D. Phillips	9,23	3,35	1,55
G. Mokoena	8,67	3,79	1,68
M. Watt	8,83	3,71	1,60
F. Lapierre	7,99	4,23	2,30
G. Rutherford	9,16	3,14	1,28
S. Sdiri	8,69	3,15	1,48
G. Garenamotse	9,17	3,17	1,25
C. Tomlinson	8,53	3,72	1,78

Kiiruse ühik on m/s

Kolmikhüppe puhul (tabel 6) äratõugetel kiirus järjest langeb. Kaugushüppes on vertikaalne kiirus suurem kui kolmikhüppes, sest sellel alal hüppaja tõukab end kõrgemale. Kolmikhüppes liialt kõrgele tõugates poleks järgneval kahel hüppel enam vajalikku horisontaalkiirust. Tabelid 5 ja 6 (ning lisad 5 ja 6) näitavad, et horisontaalkiiruse kadu on kaugushüppes suurem, kui kolmikhüppes esimesel äratõukel. See näitab samuti, et vertikaalne kiirus suureneb horisontaalkiiruse kahanemise arvelt (Hommel, 2009).

Tabel 6. 2009. aasta Berliini MM-i meesfinalistide äratõuke näitajad kolmikhüppes (Hommel, 2009)

Nimi	Horisontaalne kiirus			Vertikaalne kiirus			Horisontaalse kiiruse		
	äratõukel			äratõukel			kadu		
	Hopp	Samm	Hüpe	Hopp	Samm	Hüpe	Hopp	Samm	Hüpe
P. Idowu	9,72	8,48	7,01	2,45	1,94	2,70	0,81	1,24	1,48
N. Evora	9,19	8,25	6,50	2,68	1,94	3,14	0,94	0,94	1,76
A. Copello	9,49	8,27	6,93	2,27	2,21	2,53	0,51	1,22	1,34
L. Sands	9,53	8,52	7,26	2,48	2,10	2,36	0,61	1,00	1,26
A. Girat	9,14	8,15	7,06	2,47	2,32	2,45	0,73	0,99	1,09
Y. Li	9,18	8,15	6,94	2,64	2,26	2,57	0,81	1,02	1,22
I. Spasovkhodskiy	9,35	8,24	7,11	2,39	1,97	2,67	0,74	1,11	1,13
J. Gregorio	9,42	8,28	7,11	2,48	1,75	2,62	0,95	1,14	1,17

Kiiruse ühik on m/s

### Kaugus- ja kolmikhüppe äratõukenurga suurus

Füüsikast lähtudes oleks kaugushüppes ideaalne äratõukenurk  $45^\circ$ , kuid see väide põhineb eeldusel, et kiirus on püsiv ja ei sõltu projektsiooninurgast. Sõltuvalt nii äratõukekiirusest kui ka võimsusest üles tõugata on leitud, et optimaalne äratõukenurk on  $22-28^\circ$  (Guiman, et al., 2015). Linthorne, et al. (2005) on leidnud, et see nurk on kaugushüppes  $18-23^\circ$ . Tabel 7 näitab, et 2009. aasta MM-i meeste kaugushüppe finalistid hüppasid oma parimad katsed äratõukenurgaga vahemikus  $19-28^\circ$ . Samal võistlusel jäi naisfinalistide äratõukenurga vahemik  $18-25$  kraadi vahele (lisa 7).

Tabel 7. 2009. aasta Berliini MM-i meesfinalistide äratõukenurgad kaugus- ja kolmikhüppes (Hommel, 2009)

Kaugushüpe		Kolmikhüpe			
Nimi	Äratõukenurk	Nimi	Äratõukenurk		
			Hopp	Samm	Hüpe
D. Phillips	20	P. Idowu	14	13	21
G. Mokoena	24	N. Evora	16	13	26
M. Watt	23	A. Copello	13	15	20
F. Lapierre	28	L. Sands	15	14	18
G. Rutherford	19	A. Girat	15	16	19
S. Sdiri	20	Y. Li	16	16	20
G. Garenamotse	19	I. Spasovkhodskiy	14	13	21
C. Tomlinson	24	J. Gregorio	15	12	20

Äratõukenurgad on kraadides

Kolmikhüppe äratõukenurk on erinev, kuna selle ala puhul on vaja sooritada kolm järjestikust äratõuget. Selle ala puhul on väljalennunurk väiksem ja lennutrajektoor madalam, et säilitada kiirust (Newman, 2012). Hopifaasis maksimaalse hüppepikkuse saavutamine toob tõenäoliselt kaasa lühemaid vahemaid sammul ja hüppel, mistõttu on kogu katse pikkus lühike (Linthorne, et al., 2005). Optimaalne äratõukenurk kolmikhüppes on esimesel hüppel 12-19° ja teisel hüppel 10-16° (Antonini, 2015). Kõik kolmikhüppe meesfinalistid on sooritanud hopi ja sammu vastavalt nendele optimaalsetele näitajatele (Hommel, 2009). Eissa (2014) on leidnud, et naiste puhul peaks olema äratõukenurgad hopifaasis 15-16° ja sammufaasis 9-13°. Seda väidet kinnitavad hüppasid 2009. aasta MM-il kolmikhüppe finaalis osalenud naised vastavate äratõukenurkadega (lisa 7). Hüppefaasi puhul on äratõukenurk sarnane kaugushüppega, kuna viimane hüpe sooritatakse tehniliselt kaugushüppele sarnaselt liivakasti maandudes. Seega optimaalne äratõukenurk jääb 16-27° vahele (Antonini, 2015). Nii mehed kui ka naised sooritasid viimase hüppe selles vahemikus (tabel 7 ja lisa 7) (Hommel, 2009).

### **Kehaasend kaugus- ja kolmikhüppe äratõukel**

Biomehaanilised analüüsid näitavad, et kaugushüppes viimastel hoojooksu sammudel langetatakse keha raskuskeset (Jaitner, et al., 2001), et äratõukel oleks lihtsam viia see

kõrgemale. See tehnika aitab kiirust muuta vertikaalseks nii, et horisontaalse kiiruse kadu oleks võimalikult väike (Panoutsakopoulos, et al., 2017). Keha raskuskeskme ja vertikaalse kiiruse tõstmiseks on kolm tehnilist faktorit äratõukel: kere liikumine tõukejalast ette, hoo andmine hoojala ja kätega ning tõukejala sirutamine (Muraki, et al., 2008). Hüppaja paneb äratõukel tõukejala kerest ettepoole, sest siis saab ta viia kere üle jala ning tõsta oma keha raskuskeset (Hommel, 2009). Selleks on vaja tõukejala pakule asetamise hetkel viia õlad tahapoole (joonis 12). Samal ajal on puusad kergelt taha kallutatud (Schiffer, 2011).

Kolmikhüppe puhul on tõukejalg pakule asetatud rohkem puusade alla kui kaugushüppes. Äratõuke ajal on puusad püstises asendis. Kere tuleb hoida võimalikult püstises asendis, et vertikaalne kiirus ei kasvaks nii palju kui kaugushüppes. Kolmikhüppaja peab äratõuget alustama tundega nagu ta jookseks üle paku edasi (Schiffer, 2011).

Võrdluseks on toodud D. Phillips (2009. aasta maailmameister kaugushüppes) ja P. Idowu (2009. aasta maailmameister kolmikhüppes) (Hommel, 2009).



Joonis 12. 2009. aasta maailmameister kaugushüppes D. Phillips (Hommel, 2009).

Joonisel 12 on näha, et Phillips on langetanud oma keha raskuskeset 0,06 meetrit. Äratõuke ajal on tal puusade nurk maaga  $103^\circ$ . Idowul (joonis 13) on see nurk aga  $85^\circ$ . Phillipsil on jala pakule asetamise hetkel õlad tagapool, et ta saaks kere viia üle tõukejala ning saavutada vertikaalse kiiruse. Idowul on kere püstine, sest oluline on liikuda edasi, mitte üles.



Joonis 13. 2009. aasta maailmameister kolmikhüppes P. Idowu (Hommel, 2009).

## KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk oli uurida kaugus- ja kolmikhüppe tehnikaid eraldi ning võrrelda siis neid alasid omavahel. Võrreldi erinevaid biomehaanilisi karakteristikuid, kuidas saavutada tehniliselt võimalikult pikk hüpe. Võrdluse aluseks võeti Helmar Hommeli koostatud biomehaanilised analüüsid, mis uurisid 2009. aasta maailmameistrivõistluste kaugus- ja kolmikhüppe nii naiste kui ka meeste finaalkatseid. Kuigi alad tunduvad sarnased, selgus töö käigus, et kummagi ala puhul on mitmeid iseärasusi.

Nii kaugus- kui ka kolmikhüppe puhul on üheks olulisemaks aspektiks hoojooksu kiirus. Mida kiirem on hoojooks, seda pikem on hüpe. Kuigi mõlema ala puhul on eesmärk saavutada maksimaalne hoojooksu kiirus, on need kummagi hüppeala puhul erinevad. Kaugushüppes on oluline, et hüppaja viiks enne äratõuget keha raskuskeskme alla. Nii on võimalik äratõukel see viia üles ning osa kiirusest muuta vertikaalseks. Vertikaalne kiirus on oluline, et hüppaja saavutaks kõrgema trajektoori õhus, mis aitab kaugemale lennata. Samas peab horisontaalkiiruse kadu olema võimalikult väike, et hüppaja liiguks õhus ka edasi. Kolmikhüppes pole nii suurt vertikaalkiirust vaja, kuna sooritatakse järjest kolm hüpet. Kui esimene hüpe on liiga kõrge, pole enam horisontaalkiirust, et järgnevatel hüpetel edasi liikuda. Kuna oluline on horisontaalse kiiruse säilitamine, siis viimastel hoojooksu sammudel tuleb seda suurendada ning keha jääb püstinenud asendisse.

Sarnaselt hoojooksule on mõlema ala puhul oluline ka äratõuge. Kolmikhüppes on kolm järjestikust äratõuget. Hüppealadel erinevad väljalennunurgad peamiselt samal põhjusel, miks erineb ka hoojooks: kolmikhüppes toimub liikumine rohkem edasi ja kaugushüppes üles. Nende alade puhul sarnane näitaja on äratõukeaeg, kuigi kolmikhüppe puhul äratõuked sammu ja hüppe puhul on aeglasemad kui hopi ajal.

Tänapäeval on küll palju tiptasemel hüppajaid, kuid maailmarekorditeni pole küünditud üle 20 aasta. Kasulik on uurida nende alade tehnikaid, mis tulevad kasuks treeneritele ning sportlastele, et tulemused paraneks.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Antonini S. Biomechanics of the triple jump: technical, coordinative and muscular aspects. *Science & Sport* 2015; 12-18.
2. Bouchouras G, Moscha D, Papaiakovou G, Nikodelis T, Kollias I. Angular momentum and landing efficiency in the long jump. *European Journal of Sport Science* 2009; 9:53-59.
3. Bradshaw EJ, Aisbett B. Visual guidance during competition performance and run-through training in long jump. *Sports Biomechanics* 2006; 5:1-14.
4. Bridgett LA, Galloway M, Linthorne NP. The effect of run-up speed on long jump performance. *Sports Biomechanics* 2002; 80-83.
5. Bridgett LA, Linthorne NP. Changes in long jump take-off technique with increasing run-up speed. *Journal of Sports Sciences* 2006; 24:889-897.
6. Çetin E, Özdemir Ö, Özdöl Y. Kinematic analysis last four stide lengths of two different long jump performance. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 2014; 116:2747-2751.
7. Čoh M, Štuhec S, Vertič R. Consistency and variability of kinematic parameters in the triple jump. *New Studies in Athletics* 2011; 26:63-71.
8. Eissa A. Biomechanical Evaluation of the Phases of the Triple Jump Take-Off in a Top Female Athlete. *Journal of Human Kinetics* 2014; 40:29-35.
9. Guiman MV. Theoretical and experimental aspects concerning the long jump trial. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov* 2015; 8:17-24.
10. Guiman MV, Burcă I. A method for the analysis of the take-off and the flight start in the long jump. *Palestrica of the third millennium – Civilization and Sport* 2015; 16: 324-328.
11. Hay JG. Effort Distribution and Performance of Olympic Triple Jumpers. *Journal of Applied Biomechanics* 1999; 15:36-51.
12. Hay JG. The biomechanics of the triple jump: A review. *Journal of Sports Science* 1992; 10:343-378.
13. Hay JG, Thorson EM, Kippenhan BC. Changes in muscle-tendon length during the take-off of a running long jump. *Journal of Sports Sciences* 1999; 17:159-172.
14. Hommel H. Biomechanical analyses of selected events at the 12th IAAF World Championships in Athletics, Long Jump. German Athletics Federation 2009.
15. Hommel H. Biomechanical analyses of selected events at the 12th IAAF World Championships in Athletics, Triple Jump. German Athletics Federation 2009.

16. Hommel H. NSA Photosequence 21 – the Long Jump. *New Studies in Athletics* 1992; 7:55-62.
17. Hutt E. Model technique analysis sheet for the horizontal jumps, PART II – The Triple Jump. *New Studies in Athletics* 1988; 3:63-66.
18. Jaitner T, Mendoza L, Schöllhorn W. Analysis of the long jump technique in the transition from approach to takeoff based on time-continuous kinematic data. *European Journal of Sport Science* 2001; 1:1-12.
19. Linthorne NP, Guzman MS, Bridgett LA. Optimum take-off angle in the long jump. *Journal of Sports Sciences* 2005; 23:703-712.
20. Liu H, Mao D, Yu B. Effect of approach run velocity on the optimal performance of the triple jump. *Journal of Sport and Health Science* 2015; 4:347-352.
21. Makaruk H, Porter JM, Starzak M, Szymczak E. An examination of approach run kinematics in track and field jumping events. *Polish Journal of Sport and Tourism* 2016; 23:82-87.
22. Makaruk H, Starzak M, Sadowski J. Does step adjustment determine take-off accuracy and approach run velocity in long and triple jumps? *Human Movement* 2015; 16:124-129.
23. Muraki Y, Ae M, Koyama H, Yokozawa T. Joint torque and power of the takeoff leg in the long jump. *International Journal of Sport and Health Science* 2008; 6:21-32.
24. Müller H, Ritzdorf W, Torop T. *Kergejõustik. Jookse! Hüppa! Heida!* Tallinn: Sunprint Invest; 2006.
25. Newman N. *The horizontal jumps: planning for long term development.* California: JumPR Publishing; 2012.
26. Panoutsakopoulos V, Papaiakevou GI, Katsikas FS, Kollias IA. 3D biomechanical analysis of the preparation of the long jump take-off. *New Studies in Athletics* 2010; 25:55-68.
27. Panoutsakopoulos V, Theodorou AS, Katsavelis D, Roxanas P, Paradisis G, et al. Gender differences in triple jump phase ratios and arm swing motion of international level athletes 2016; 46:174-183.
28. Panoutsakopoulos V, Theodorou AS, Papaiakevou GI. Gender differences in the preparation for take-off in elite long jumpers. *Acta Gymnica* 2017; 47:84-91.
29. Perttunen J, Kyröläinen H, Komi PV, Heinonen A. Biomechanical loading in the triple jump 2000; 18:363-370.
30. Schiffer J. *The Horizontal Jumps.* *New Studies in Athletics* 2011; 26:7-24.

31. Theodorou AS, Panoutsakopoulos V, Exell TA, Argeitaki P, Paradisis GP, et al. Step characteristic interaction and asymmetry during the approach phase in long jump. *Journal of Sports Sciences* 2016; 35:346-354.
32. Tidow G. Model technique analysis sheet for the horizontal jumps, PART I – The Long Jump. *New Studies in Athletics* 1989; 3:47-62.
33. Yu B. Horizontal-to-vertical velocity conversion in the triple jump. *Journal of Sports Science* 1999; 17:221-229.

## SUMMARY

The title of the research is „The comparative analysis of long jump and triple jump techniques“. The horizontal jumps are one of the oldest athletic disciplines in the world. The aim of this bachelor's thesis was to describe both events and to compare them.

The author used a biomechanical analysis of long jump and triple jump at the 12th IAAF World Championships in athletics by Helmar Hommel. Both men and women finalists were compared. The author compared different approach and take-off characteristics. Long jump and triple jump are similar because both of them are horizontal jumps. Although there are some similarities, the research showed that both events have many different technical aspects.

Long jump and triple jump have in common the primary goal of maximizing the horizontal distance jumped. Both events have a sprintlike approach on a runway to a take-off marker. Also, they have an attempt to achieve a desired flight phase trajectory. With the exception of these few common factors the events are considerably different and the main difference lies in the fact that the triple jump consists of three successive jumps. Due to this difference, the execution of the triple jump is considerably more complex than long jump.

The reason for writing this study is the fact that the both events world records are being held for over 20 years. Maybe the reason is a result of poor training or coaches today have overcomplicated training methods. The need for investigation is obvious. Training scrutiny, however, is still lacking throughout the literature, especially in Estonia. The research shows different aspects how to jump as far as possible. This bachelor's thesis may help athletics coaches and athletes to improve their results.

**LISA 1. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide hoojooksu kiirused kaugus- ja kolmikhüppes**

Kaugushüpe			Kolmikhüpe				
Nimi	Tule- mus	Kiirus 11-6m	Kiirus 6-1m	Nimi	Tule- mus	Kiirus 11-6m	Kiirus 6-1m
B. Reese	7,10	9,78	9,76	Y. Savigne	14,95	0,00	0,00
T. Lebedewa	6,97	9,26	9,40	M. Gay	14,61	8,71	8,83
K. Melis Mey	6,80	9,19	9,09	A. Pyatykh	14,53	8,97	8,96
N. Gomes	6,77	8,99	9,36	B. Topic	14,52	8,93	9,04
O.	6,77	9,11	9,21	T. Smith	14,48	0,00	9,08
Kucherenko							
S. Proctor	6,71	9,25	9,15	T. Lebedeva	14,48	8,92	9,11
M. Maggi	6,68	0,00	0,00	C. Bujin	14,26	8,81	8,92
K. Balta	6,62	9,44	9,53	D. Veldakova	14,25	9,00	9,16

Tulemuste ühik on m ja kiiruse ühik on m/s. Kiiruse meetrid on mõõdetud äratõukepakust (11-6m äratõukepakust ja 6-1m äratõukepakust) (Hommel, 2009).

**LISA 2. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide hoojooksu näitajad kaugushüppes**

Nimi	Tulemus	Sammu pikkus		Kiirus	
		Eelviimane samm	Viimane samm	Eelviimane samm	Viimane samm
B. Reese	7,10	2,45	1,97	9,89	9,59
T. Lebedewa	6,97	2,21	2,17	9,53	9,34
K. Melis Mey	6,80	2,16	1,95	9,23	9,13
N. Gomes	6,77	2,61	2,08	9,47	9,43
O. Kucherenko	6,77	2,32	2,09	9,29	9,14
S. Proctor	6,71	2,16	2,09	9,34	9,07
M. Maggi	6,68	2,44	2,28	9,60	9,52
K. Balta	6,62	2,15	1,94	9,55	9,39

Sammu pikkuse ühik on m ja kiiruse ühik on m/s (Hommel, 2009).

**LISA 3. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide hoojooksu näitajad kolmikhüppes**

Nimi	Tulemus	Sammu pikkus		Kiirus	
		Eelviimane samm	Viimane samm	Eelviimane samm	Viimane samm
Y. Savigne	14,95	2,06	2,18	9,32	9,39
M. Gay	14,61	2,42	2,15	8,81	8,87
A. Pyatykh	14,53	2,30	2,18	8,99	9,01
B. Topic	14,52	2,37	2,41	9,08	9,13
T. Smith	14,48	2,42	2,36	9,10	9,10
T. Lebedeva	14,48	2,06	2,09	9,13	9,12
C. Bujin	14,26	2,31	2,20	8,93	8,84
D. Veldakova	14,25	2,46	2,21	9,13	9,17

Sammu pikkuse ühik on m ja kiiruse ühik on m/s (Hommel, 2009).

**LISA 4. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide äratõukeajad kaugus- ja kolmikhüppes**

Nimi	Äratõukeaeg	Nimi	Äratõukeaeg		
			Hopp	Samm	Hüpe
B. Reese	0,13	Y. Savigne	0,11	0,11	0,15
T. Lebedewa	0,11	M. Gay	0,13	0,16	0,15
K. Melis Mey	0,11	A. Pyatykh	0,13	0,14	0,17
N. Gomes	0,12	B. Topic	0,13	0,15	0,15
O. Kucherenko	0,12	T. Smith	0,14	0,16	0,19
S. Proctor	0,13	T. Lebedeva	0,11	0,15	0,17
M. Maggi	0,11	C. Bujin	0,11	0,15	0,15
K. Balta	0,11	D. Veldakova	0,11	0,15	0,16

Äratõukeaja ühik on s (Hommel, 2009).

**LISA 5. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide äratõuke näitajad kaugshüppes**

Nimi	Kiirus äratõukel	Vertikaalne kiirus	Horisontaalkiiruse kadu
B. Reese	8,31	3,14	1,28
T. Lebedewa	7,62	3,40	1,71
K. Melis Mey	7,82	3,42	1,26
N. Gomes	8,10	3,22	1,33
O. Kucherenko	7,39	3,37	1,75
S. Proctor	7,64	3,10	1,43
M. Maggi	8,30	2,64	1,22
K. Balta	8,04	2,96	1,35

Kiiruse ühik on m/s (Hommel, 2009).

**LISA 6. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide äratõuke näitajad kolmikhüppes**

Nimi	Kiirus äratõukel			Vertikaalne kiirus			Horisontaalkiiruse kadu		
	Hopp	Samm	Hüpe	Hopp	Samm	Hüpe	Hopp	Samm	Hüpe
Y. Savigne	8,63	8,22	6,87	2,49	1,24	2,67	0,76	0,41	1,35
M. Gay	8,12	7,30	6,07	2,34	1,70	2,57	0,75	0,82	1,23
A. Pyatykh	8,21	7,46	6,32	2,46	1,93	2,48	0,80	0,74	1,14
B. Topic	8,45	7,80	6,89	2,30	1,72	2,14	0,69	0,65	0,91
T. Smith	8,34	7,38	6,00	2,39	1,84	1,78	0,76	0,96	1,38
T. Lebedeva	8,59	7,80	6,30	2,24	1,84	2,32	0,53	0,79	1,50
C. Bujin	8,00	7,37	6,11	2,49	1,57	2,80	0,83	0,63	1,26
D. Veldakova	8,48	7,90	6,70	2,24	1,19	2,24	0,68	0,58	1,20

Kiiruse ühik on m/s (Hommel, 2009).

**LISA 7. 2009. aasta Berliini MM-i naisfinalistide äratõukenurgad kaugus- ja kolmikhüppes**

Nimi	Äratõukenurk	Nimi	Äratõukenurk		
			Hopp	Samm	Hüpe
B. Reese	21	Y. Savigne	16	9	21
T. Lebedewa	24	M. Gay	16	13	23
K. Melis Mey	24	A. Pyatykh	17	14	21
N. Gomes	22	B. Topic	15	12	17
O. Kucherenko	25	T. Smith	16	14	17
S. Proctor	22	T. Lebedeva	15	13	20
M. Maggi	18	C. Bujin	17	12	25
K. Balta	20	D. Veldakova	15	9	19

Äratõukenurgad on kraadides (Hommel, 2009).

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Annabel Luuk (sünnikuupäev: 23.04.1996)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Kaugus- ja kolmikhüppe tehnika võrdlev analüüs“, mille juhendaja on Mehis Viru,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 07.05.2018