

TARTU ÜLIKOOL
sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Deniss Šalkauskas

**Erinevad tempostrateegiad ning nende kasutamine
meeste kesk- ja pikamaadistantside
maailmarekordite näitel**

**Pacing strategies in sport based on examples from distance
running world records**

Bakalaureusetöö

Kehalise kasvatus ja spordi õppekava

Juhendaja:
M.Mooses, PhD

Tartu, 2020

SISUKORD

SISUKORD	2
SISSEJUHATUS	3
1. MIS ON TEMPO JA MIKS SEE OLULINE ON?	4
2. ERINEVATE TEMPOSTRATEEGIATE ISELOOMUSTUS	5
2.1 Negatiivne tempostrateegia	5
2.2 Positiivne tempostrateegia	6
2.3 Maksimaalse pingutusega ehk all-out tempostrateegia	7
2.4 Paraboolikujuline tempostrateegia	8
2.5 Ühtlane tempostrateegia.....	9
2.6 Vahelduv tempostrateegia	11
3. TEMPOSTRATEEGIATE KASUTAMINE MEESTE MAAILMAREKORDI JOOKSUDES	13
3.1 800 meetri rekordijooksu tempostrateegia	13
3.2 1500 meetri rekordijooksu tempostrateegia	14
3.3 5000 meetri rekordijooksu tempostrateegia	15
3.4 10000 meetri rekordijooksu tempostrateegia	17
3.5 21,1 kilomeetri rekordijooksu tempostrateegia	18
3.6 42,12 kilomeetri rekordijooksu tempostrateegia	19
KOKKUVÕTE	22
SUMMARY	24
KASUTATUD KIRJANDUS	26

SISSEJUHATUS

Teatavasti omab sportlase “tempostrategia” ehk see, kuidas ta jaotab oma energiat distantsi raames, tähtsat mõju tema võistlustulemusele. On kindlaks tehtud, et tiptasemel võistlevad sportlased peaksid võistlusolukorras oskama reguleerida oma kiirust soorituse maksimaalseks optimeerimiseks. Siinkohal tulevadki kasuks erinevad teadusuuringud, mis selgitavad ühe või teise strateegia valiku põhimõtteid. Läbi matemaatiliste mudelite (nt. kiiruse ja aja suhe) rakendamise sportlikus tegevuses, on treenerid ja uurijad esile toonud valiku erinevatest võimalikest strateegiatest. Nendeks on negatiivne, *all-out*, positiivne, ühtlane, paraboolikujuline ja vahelduv tempostrategia (Abbiss & Laursen, 2008).

Kesk- ja pikamaadistantsidel pärineb suurem osa tempostrategiaid tutvustavast kirjandusest just maailmarekordite jooksudest (Tucker et al., 2006).

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on tutvustada peamisi tempostrategiaid ja nende rakendamise võimalusi kesk- ja pikamaajooksus. Antud teema on tähtis, sest õige tempostrategia ja selle tundmine tagab parema sooritusvõime erinevate kestusjooksu distantside puhul. Antud bakalaureusetöö jaguneb kolmeks peatükiks. Esimene peatükk annab ülevaate sellest, mis on tempo ning miks õige tempostrategia oluline on. Teises tutvustatakse peamisi tempostrategia variante ning sellest tulenevalt jaguneb omakorda kuueks alapeatükiks: negatiivne, positiivne, maksimaalse pingutuse ehk *all-out*, paraboolikujuline, ühtlane ja vahelduv tempo. Iga ülalnimetatud strateegia kohta tuuakse töös välja peamised iseärasused ja konkreetsed näited nende rakendamisest kergejõustikus. Kolmandas peatükis keskendutakse aga põhjalikumalt tempostrategiatele erinevate distantside kontekstis. Antud peatükk jaguneb samuti kuueks alapeatükiks: 800 meetri, 1500 meetri, 5000 meetri, 10000 meetri, poolmaratoni ja maratoni rekordijooksude tempostrategite tutvustamiseks. Igas alapeatükis selgitatakse välja kõige edukam tempostrategia antud distantsi puhul, mis on ajalukku jäänud kui selle distantsi parim saavutus.

Võtmesõnad: tempostrategia, kesk- ja pikamaajooks, sooritusvõime

Keywords: *pacing strategies, middle- and long distance running, performance, pacing, endurance events*

1. MIS ON TEMPO JA MIKS SEE OLULINE ON?

Paljud uuringud on näidanud, et tempostrateegia on oluline võistlustulemust määrav tegur (Abbiss & Laursen, 2008; Foster et al., 1994; Tucker & Noakes, 2009). Sportlastele on oluline jaotada oma võimeid kogu distantsi vältel ühtlaselt, varustada lihaseid adenosinotriposfaadiga (ATP-ga) samal ajal hoides adekvaatset reservi. Võimete jaotamise eesmärk on maksimaalse tulemuse saavutamine end mitte "tühjaks" joostes enne finišijoont ega vastupidiselt, tunda end pärast distantsi lõppu ülienergilisena. Optimaalne tempo on tõenäoliselt õpitud muster, mis baseerub laialdastel kogemustel lähtuvalt varasematest treeningutest, võistlustest ja teoreetilistest teadmistest (Foster et al., 2009, 2012; Micklewright et al., 2010).

Fosteri et al. (2012) järgi on tempo valimine protsess, mille käigus sportlane kontrollib ja reguleerib pingutuse intensiivsust kiiruse või võimsuse rakendamise muutmisega. Tempostrateegia eesmärk on vähendada soorituse aega minimaalseni, püüdes samal ajal hoida kontrolli all organismis aset leidvaid ainevahetuslikke protsesse. Samuti on Foster et al. (2012) leidnud, et tempostrateegia on justkui õpitud käitumine, mis tugineb plaanil, kuidas antud sooritust planeerida eesmärgiga saavutada parim tulemus. Lisaks toimub selle protsessi jooksul iseseisev tagasiside saamine tuginedes erinevatele nii sisemistele kui ka välimistele faktoritele (nt silmad, südamelöögisagedus, hapniku ja süsihappegaasi kontsentratsioon organismis jpt) (Foster et al., 2012).

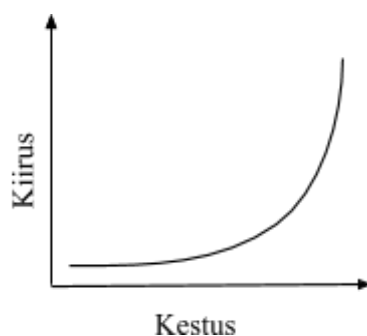
Blasco-Lafarga et al. (2013) tõdevad, et kesk- ja pikamaajooksus on tulemuse võtmefaktoriks just tempostrateegia ja seda peab treenima sihipäraselt (Blasco-Lafarga et al., 2013). Ühe või teise tempostrateegia kasutamine on seotud sportlase pideva sisemise dialoogiga (Foster et al., 2004), mis põhineb järgmistel näitajatel: võistluseelselt planeeritud eeldatav pingutuse raskus, organismi hetkeseisund ning selle võimalik muutus võistluse ajal (Crewe et al., 2008).

Kõikides spordidistsipliinides on tempostrateegia reguleeritud komplekse süsteemi poolt, mis tasakaalustab vajadusi optimaalseks soorituseks läbi homeöstaasi säilitamise (Tucker et al., 2006).

2. ERINEVATE TEMPOSTRATEEGIATE ISELOOMUSTUS

2.1 Negatiivne tempostrateegia

Negatiivse tempostrateegia kasutamine distantsil tähendab tempo kasvamist distantsi vältel (joonis 1). Antud strateegia puhul sportlase võistluskiirus järk-järgult kasvab ehk jooksutempo numbriline väärtus langeb ($\text{min}\cdot\text{km}^{-1}$). Antud tempostrateegia rakendamisega kestval kehalisel pingutusel paraneb sooritus süsivesikute ammendamise vähenemise, hapnikutarbimise (VO_2) alandamise ja/või väsimusega seotud ainevahetusproduktide ehk metaboliitide (nt. anorgaaniline fosfaat, kaalium, vesinikioonid) piiramise arvelt (Abbiss & Laursen, 2008).



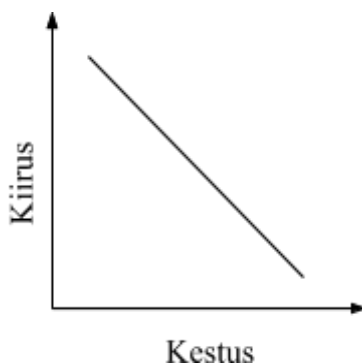
Joonis 1. Negatiivne tempostrateegia (Edwards & Polman, 2013; kohandatud autori poolt)

Negatiivset tempostrateegiat kasutatakse sageli just keskmaadistantside puhul, mil väljendusvõimsus ja liikumiskiirus suurenevad distantsi lõpu poole. Selline lõpuspurt ilmneb lõpufaasis, kui sportlane teadvustab distantsi finiši lähenemist (Tucker et al., 2004) ning on leitud, et võimsuse suurenemine võistluse lõpus on seotud suurema mootorsete ühikute töösse rakendamisega, aga samuti ka anaeroobsete energiavarude kasutamisega (Abbiss & Laursen, 2008; Tucker et al., 2004). Spurtimine on eriti tähtis võistlustel, kus võisteldakse teineteise vastu, nagu näiteks sõudevõistlused (Muehlbauer et al., 2010), aga ka jalgrattasõit, jooksmine, suusatamine, kiiruisutamine, aerutamine.

Antud tempostrateegia puhul leidis Mattern et al. (2001), et võrreldes nende sportlastega, kes sõitsid 9 minuti jooksul 20 kilomeetrilise jalgratta temposõidu vältel enda valitud tempoga, oli negatiivse tempostrateegiaga osalejatel oluliselt madalam vere laktaadi kontsentratsioon. Samuti madalam algkiirus (15% madalam sellest, mis osaleja oleks ise valinud) andis finišis oluliselt paremad tulemused (Mattern et al., 2001).

2.2 Positiivne tempostrateegia

Positiivset tempostrateegiat iseloomustab sportlase võistluskiiruse järk-järguline langus ehk jooksutempo numbriline väärtus suureneb ($\text{min}\cdot\text{km}^{-1}$). Joonis 2 illustreerib seda, kuidas alguses valitud tempo omab distantsi jooksul langevat tendentsi.



Joonis 2. Positiivne tempostrateegia (Edwards & Polman, 2013; kohandatud autori poolt)

Antud tempostrateegia kasutamise näideteks on nii 100 ja 200 meetri ujumine kui ka 2000 meetri sõudmine. Lisaks on positiivne tempostrateegia levinud keskmaajooksjate seas (distantsid 800-3000 meetrit). On näidatud, et sportlased, kes jooksevad 800 meetri jooksu maailmarekordi tulemuse lähedal, kasutavad positiivset tempostrateegiat (Sandals et al., 2006). See tähendab, et esimest ringi joostakse teisest kiiremini. Täpsemalt sellest, mida strateegia endast kujutab tuleb juttu 800 meetri rekordijooksu tempostrateegia analüüsil töö järgmises osas.

Positiivse strateegia puhul tõuseb hapnikutarbimise (VO_2) näitaja, samuti paraneb väsimusega seotud ainevahetusproduktide akumulatsioon ja kasvab pingutusastme tajumine juba harjutuse varases faasis (Sandals et al., 2006).

Tucker et al. (2004) tõdevad, et tänu ülalmainitud organismi kohanemisreaktsioonile, langeb harjutuse intensiivsus ja tekitab positiivne tempomuutus. Need asjaolud viitavad omakorda sellele, et ühtki füsioloogilise süsteemi häiret ei esine (Abbiss & Laursen, 2008).

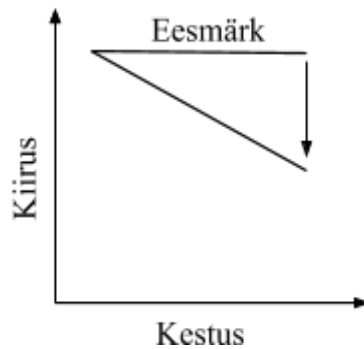
2.3 Maksimaalse pingutusega ehk *all-out* tempostrateegia

Teatud spordialade tempo valikul mängib suurt rolli kiirendusfaasiga seotud energiakulu (van Ingen Schenau et al., 1992). Näiteks sprindidistantside puhul, kus kasutataksegi maksimaalse pingutuse strateegiat, kulub suur osa kogu distantsi ajast just kiirendusfaasile. Näiteks 100 meetri sprindijooksus, 50-60% on kiirendusfaas (Tibshirani, 1997). Nende järgi kulub 20-25% üldisest jõukasutusest üksnes keha kineetilise energia muutmisele. Kineetilise energia tõusu tõttu on aga ühtlase tempo säilitamiseks vaja vähem energiat kui kiirendamiseks, seda eriti kõrge inertsi puhul (Abbiss & Laursen, 2008).

Kuna kiirendamisel energiakulu paratamatult kasvab, arvatakse, et see energia on kõige paremini jagatud sprindidistantside stardis, kus kõik submaksimaalse kiirusega tehtud liigutused mõjutavad tulemust negatiivselt (Abbiss & Laursen, 2008; de Koning et al., 1999). Seega, kui kiirendus submaksimaalsel kiirusel on proportsionaalselt kõrgem lühiajalise kestusega soorituste puhul, siis on võimalik, et optimaalseks soorituseks peaks sportlane kasutama *all-out* tempot (Bishop et al., 2002).

Kui sportlane on jõudnud maksimaalse kiiruseni, kasutades maksimaalset pingutust, siis hakkab kiirus järk-järgult langema ning suurema tõenäosusega lõpetab sportlane distantsi kõige optimaalsema ajaga (Wilberg & Pratt, 1998). Võrreldes ühtlase tempostrateegiaga, võib maksimaalse pingutuse strateegia olla oluliselt väiksema energiakuluga aeglasema kiiruse tõttu lõpuosas (Abbiss & Laursen, 2008).

Joonisel 3 on kujutatud *all-out* tempot iseloomustav skeem, kus tegelik eesmärk (horisontaalne joon) eeldaks maksimaalse jõuvõimsuse säilitamist kogu distantsi vältel, aga praktilised uuringud näitavad, et ajaga tempo ikkagi langeb ja tulemusena sarnaneb tempostrateegia positiivsele tempostrateegiale, kuid nõuab sellega võrreldes suuremat jõu genereerimist (de Koning et al., 1999; van Ingen Schenau et al., 1992).



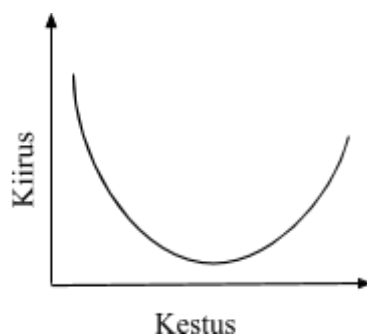
Joonis 3. Maksimaalse pingutusega ehk *all-out* tempostrateegia (Edwards & Polman, 2013; kohandatud autori poolt)

Vaatamata suuremale energiakulule, mis on tingitud maksimaalsest kiirusest ning läheb hõõrdejõu ületamiseks, võivad maksimaalse pingutusega tempost sprindialade esindajad ikkagi kasu saada. Valik, kas vähendada kineetilise energia kulu või säilitada hõõrdejõu vastupanule kulutatud energiat, sõltub kulutatud kineetilisest energiast ja distantsi jooksul sportlasele mõjuvatest erinevatest jõududest. Mida pikem on sooritus, seda vähetähtsam on kineetilise energia kadu ning esile tuleb aero-ja hüdrodünaamiline vastupanu (Abbiss & Laursen, 2008; Arzac & Locatelli, 2002).

Keller (1974) töötas välja matemaatilise mudeli, mille põhjal maksimaalse pingutuse strateegia toimib optimaalselt 291 meetri distantsi juures, kus sportlane veel suudab püsida antud strateegia juures. Ta pakkus välja, et pikemate kui 300 meetri distantside puhul on võimalik saavutada parim tulemus sel juhul, kui sooritada 1-2 sekundilist kiirendust ning seejärel joosta lõpuni võimalikult kõrge, aga ühtlase tempoga (Keller, 1974).

2.4 Paraboolikujuline tempostrateegia

Üheks tempovaliku strateegiaks on see, kui sportlase poolt esialgu valitud tempo progresseeruvalt langeb distantsi vältel, kuid distantsi lõpuosas jõuab samale tasemele tagasi, mis oli alguses (joonis 4). Seda taktikat iseloomustab paraboolikujuline tempostrateegia (Abbiss & Laursen, 2008).



Joonis 4. Paraboolikujuline tempostrateegia (Edwards & Polman, 2013; kohandatud autori poolt)

Näiteks toob Garland välja 2000. aastal toimunud Olümpiamängude 2000-meetri sõudmist, mil sportlased läbisid esimest lõiku kiireima ajaga (5,1 sekundit kiiremini kui järgnevaid distantsi intervalle), aeglustusid järgnevatel 1000 meetritel, kuid suurendasid kiirust distantsi viimastel meetritel (Garland, 2005).

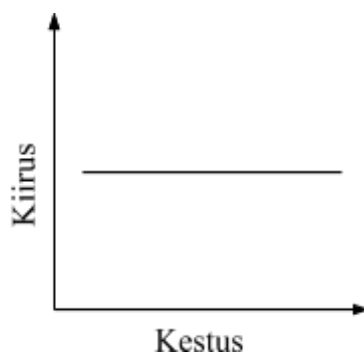
Paraboolikujulist taktikat on uuritud vähe, kuid väidetakse (Garland, 2005; Kennedy & Bell, 2003), et see võib olla positiivse ja negatiivse strateegia kombineerimise tulemus. Näiteks, Tucker et al. (2004) leidis uuringus kõrgel tasemel jalgratturitega 20 km distantsi sõitmisel, et sportlased langetasid võimsuse eelneval kommel, tõenäoliselt katsega ennetada koormuse poolt esilekutsutud liigset hüpertermia edasist arengut. Selle uuringu tulemus näitas samuti, et jõutoodang suurenes distantsi viimasel 5% vaatamata sellele, et kehatemperatuur saavutas oma distantsi maksimumi. Usutakse, et see võimsuse tõus on seotud anaeroobse reserviga ning on mootsete ühikute suurenenud kasutuse tulemus (Tucker et al., 2004).

Järelikult ei ole ühe või teise tempostrateegia valiku põhjuseks mitte ainult muutus ühes või teises füsioloogilises süsteemis, vaid võib olla mõjutatud ka komplekse süsteemi poolt, milleks on integreeritud tagasiside mitmete allikate poolt, kaasaarvatud eelnev kogemus ja eeldatav pingutuse kestus (Abbiss & Laursen, 2008).

2.5 Ühtlane tempostrateegia

Nagu eelnevates peatükkides mainitud, omab alguses tehtud tempostrateegia suurt mõju kokkuvõtvale tulemusele, seda eriti lühikeste distantside puhul. On leitud, et pikemate alade vältel (nende puhul, mis kestavad üle 2 minuti) nagu näiteks pikamaajooks, ujumine,

sõudmine, suusatamine ja rattasõit, on optimaalsem valik nõndanimetatud ühtlane tempo (joonis 5).



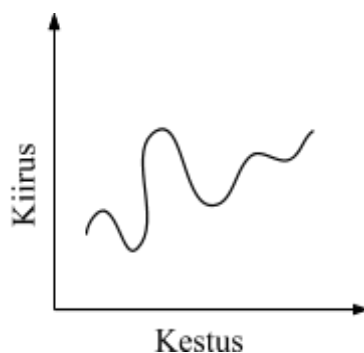
Joonis 5. Ühtlane tempostrateegia (Edwards & Polman, 2013; kohandatud autori poolt)

Wilberg ja Pratt järgi on Kanada 10000 meetri trekivõistlustel tippnõndanimetatud kasutanud distantsi vältel ühte tempot, samas kui vähem edukad sportlased mitte (Wilberg & Pratt, 1998). Samale tulemusele on viinud ka Padilla et al. (2000) uuring, mis näitas, et ühetunnise jattasõidu maailmarekord oli püstitatud tänu ühtlase tempo strateegiale (Padilla et al., 2000). Teoreetiline toetus antud strateegia suhtes põhineb suures osas füüsikalistele ja matemaatilistele liikumisseadustele, mis tõdevad, et kiirus on dikteeritav maksimaalse konstantse jõu poolt, mida sportlane on võimeline rakendama, võideldes samal ajal teiste takistavate jõudude vastu (Abbiss & Laursen, 2008).

Tänu matemaatiliste mudelite kasutamisele on Fukuba ja Whipp näidanud, et sportlik sooritus võib olla ohus siis, kui sportlase kiirus või jõud langeb alla tema füsioloogiliste limiitide (nt. “väsimuse lävi” või “kriitiline jõud”) ükskõik, mis ajapunktis soorituse hetkel ja isegi siis, kui sportlane üritab kaotatud sekundid päästa lõpuspurdiga (Fukuba & Whipp, 1990). Lisaks selgub ka see, et sportlase kiiruse suurenedes, kasutatakse suuremat osa genereeritud energiast selleks, et ületada vedeliku vastupanu (nt. õhk või vesi). See on eriti oluline aspekt näiteks rattasõidul, kus tegemist on oluliselt suurema aerodünaamikaga võrreldes jooksuga, samuti nagu ka ujumisel ja sõudmisel võrreldes maapealsete spordialadega. Niisiis saab pikemaajaline soorituse optimisatsioon toimuda läbi kiirenduste ja aeglustuste minimaliseerimise, kuna kiiruse kõikumised toovad kaasa suurema energiakulu (Abbiss & Laursen, 2008).

2.6 Vahelduv tempostrateegia

Vahelduvat tempostrateegiat (joonis 6) defineeritakse läbi intensiivsuse ja jõukasutuse muutumise soorituse ajal. Enamus uuringud, mis käsitlevad vahelduvat tempostrateegiat, näitavad muutusi pigem jõukasutuse profiilides kui muutusi kiiruses (Abbiss & Laursen, 2008).



Joonis 6. Vahelduv tempostrateegia (Edwards & Polman, 2013; kohandatud autori poolt)

Mitmed uuringud (Abbiss & Laursen, 2008; Liedl et al., 1999; Tucker et al., 2006) on leidnud, et vahelduvate välistingimuste juures võiks sportlane valida vahelduvat tempot. Uuringud tempostrateegiate efektiivsuse kindlakstegemiseks olid tihtipeale raskendatud mitme välisfaktori tõttu, nendeks olid näiteks distantsi pikkus ja geograafiline asukoht, aga samuti ka ilmastik (tuul ja temperatuur). Seetõttu suurem osa tempotaktikate uuringutest pärinevad kontrollitud või simuleeritud keskkonnatingimustest, kuigi sportlased on harjunud muutuvate tingimustega tõeliste välishooaja võistluste ajal. Nende muutuvate väliste tingimuste juures on pakutud välja, et vahelduv tempo on optimaalseim valik (Abbiss & Laursen, 2008; Liedl et al., 1999; Tucker et al., 2006).

Kasutades jalgratturite modelleeritud liikumist on Swain (1997) näidanud oma uuringus, et sportlaste 10-kilomeetrilise distantsi ajad olid paremad kui nad suurendasid oma võimsust tõusudel ja langetasid seda allamäge võrreldes sellega, kui kasutasid kogu distantsi vältel ühte tempot. Sellest tuleneb järgmine järeldus: tänu sellele, et suurem võimsus leiab aset tõusudel ja väiksem allamäge lõikudel on sportlasel võimalik säilitada enam-vähem konstantset tempot, mis viib lõpptulemuse paranemisele (Swain, 1997). Seda järeldust toetab ka Atkinsoni ja Brunskilli (2000) poolt läbi viidud uuring, mis näitas, et suurendades tempot

vastutuule ja langetades taganttuule tingimustes saavutab sportlane paremat tulemust võrreldes ühtlase tempo kasutamisega (Atkinson & Brunskill, 2000).

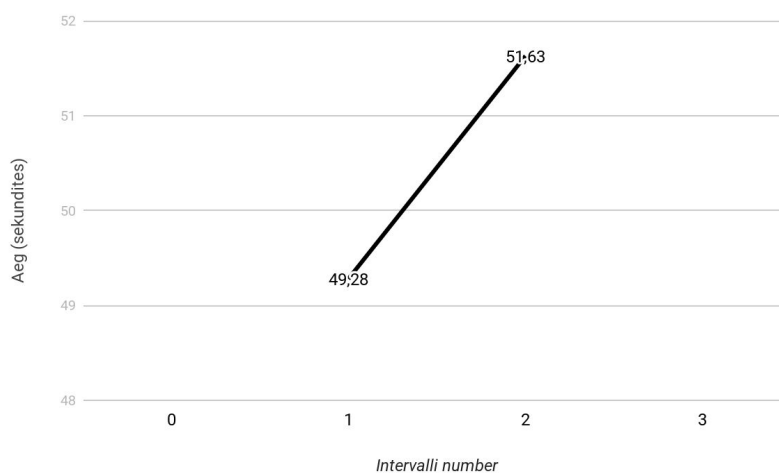
3. TEMPOSTRATEEGIADE KASUTAMINE MEESTE MAAILMAREKORDI JOOKSUDES

Suurvõistlustel viiakse enne finaaloistlust läbi ka kvalifikatsioonjooksud. Tempostrateegial on suur roll selles, millise võistluse staadiumiga on tegemist. Finaali pääsemine toimub üldjuhul eeljooksude kohtade põhjal (tagab kindla finaali pääsu) ning aegade põhjal (finaali pääs selgub pärast kõikide eeljooksude lõppu). See omakorda tekitab olukorra, kus eeljooksudes ei ole määrava tähtsusega aeg, vaid joostakse kohtadele, kulutades energiat võimalikult vähe. Antud seaduspärasuse näiteks võib välja tuua David Rudisha esinemisi Londoni Olümpiamängudel, kus tema kvalifikatsiooniringi, poolfinaali ning finaali lõpuaegadeks olid vastavalt 1.45,90, 1.44,35 ning maailmarekordi numbrid 1.40,91 (ROK, 2012). Niisiis mõjutab finišitulemust oluliselt asjaolu, kas tegemist on isikliku rekordi (ka maailmarekordi jne) või võidu peale jooksuga. Allpool uurime just maailmarekordite jookse ning alustamegi 800 meetri rekordijooksu analüüsist.

3.1 800 meetri rekordijooksu tempostrateegia

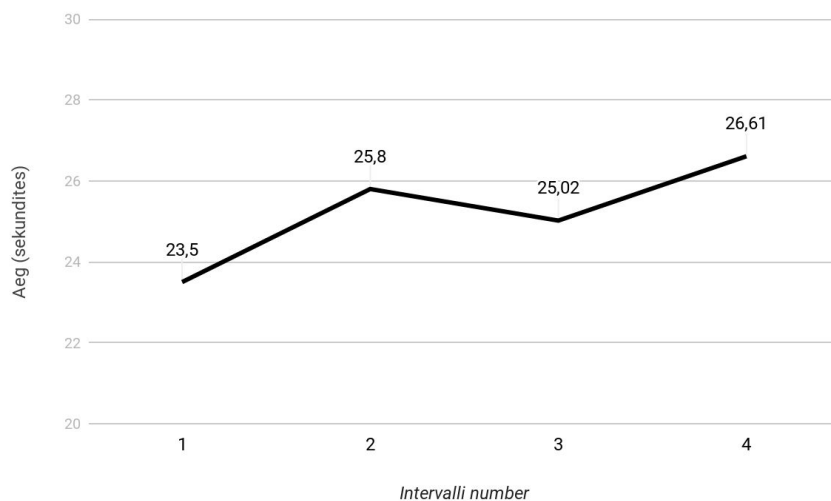
Maailmarekord 800 meetri distantsilt pärineb aastast 2012, mil Kenya esindaja David Rudisha läbis kaks Londoni Olümpiastaadioni ringi ajaga 1.40,91 (IAAF, 2020).

Nagu suurem osa 800 meetri kõigi aegade parimatest tulemustest on distantsi viimased 400 meetrit oluliselt aeglasemad võrreldes esimesega (joonis 7).



Joonis 7. 800 meetri rekordijooksu 400-meetiliste lõikude vaheajad (koostatud autori poolt)

Samuti osutusid teised ja neljandad 200-meetriselised intervallid olulisemalt aeglasemaks võrreldes esimeste ja kolmandate 200 meetriga (joonis 8).

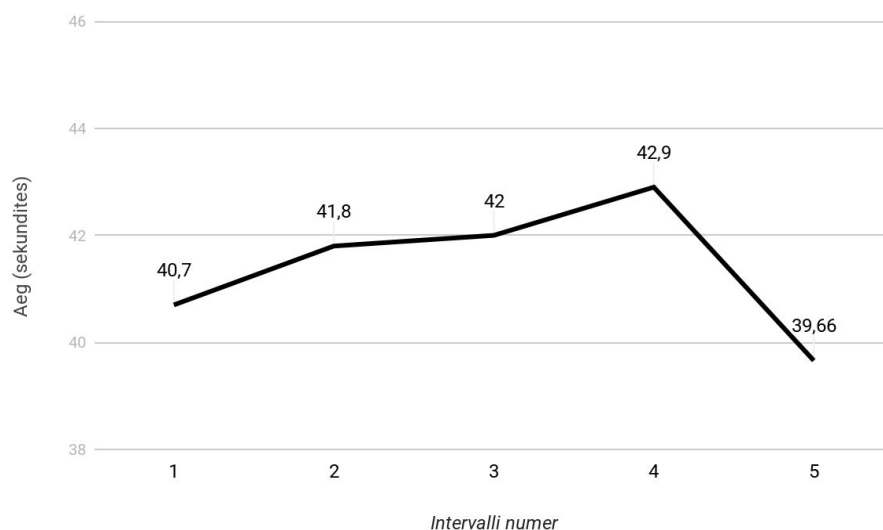


Joonis 8. 800 meetri rekordijooksu 200-meetiliste lõikude vaheajad (koostatud autori poolt)

Ainult kahel endistest 800 meetri distantssi rekordijooksudes on osutunud teine staadioniring esimesest kiiremaks: esimest korda 1966. aastal (rekordiomanikuks oli Jim Ryun ajaga 1.44,3) ning teist korda ajaga 1.45,86 Dave Wottle'i poolt aastal 1972. Seetõttu leiab Tucker et al. (2006) et suuremad jooksukiirused 800 meetri distantstil saavutatakse distantssi algul (esimesel ringil), seejärel teisel ringil on võime tõsta kiirust limiteeritud. Tegemist on positiivse tempostrateegiaga (Tucker et al., 2006). Sandals et al. (2006) on leidnud, et sportlased, kes üritavad joosta 800 meetrit maailmarekordi tulemusele vähemalt kahe sekundi lähedale, on uuringute järgi otsustanud positiivse strateegia kasuks (Sandals et al., 2006).

3.2 1500 meetri rekordijooksu tempostrateegia

1500 meetri maailmarekord joosti 1998. aastal, mil Maroko esindaja Hicham El Guerrouj läbis Rooma Olümpiastaadionil 1500-meetrilise jooksudistantssi 3 minuti ja 26 sekundiga (IAAF, 2020). Joonis 9 illustreerib, kuidas erinesid distantssi vaheajad 400-meetriliste lõikude näitel. Antud distantssi maailmarekordi tempostrateegiaks oli paraboolikujuline tempostrateegia, mis tähendab jooksu algul valitud tempo juurde naasmist distantssi lõpuosas. Osutub, et taktika, mille puhul kiirele algusele järgneb tempo langus distantssi keskosas ja võistluse lõpetab tugev lõpuspurt, osutub 1500-meetri jooksus kõige optimaalsemaks.

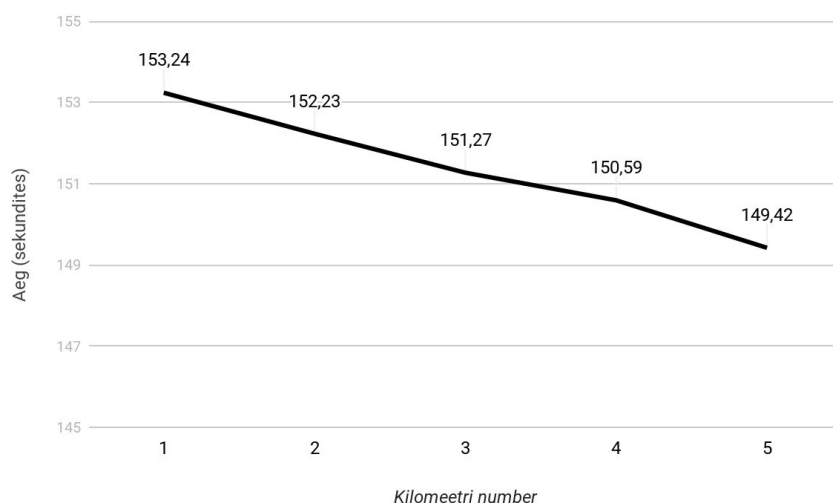


Joonis 9. 1500 meetri rekordijooksu 300-meetiliste lõikude vaheajad (koostatud autori poolt)

Tempo jaotamine on tähtis iga kesk- ja pikamaadistantsi läbimisel ning selle liiga enneaegne tõstmine võib sportlase jaoks tähendada liiga kiiret hapnikuvõlga ja ka laktaadi kuhjumist, mis toob omakorda kaasa järsu tempo languse distantsi lõpusirgel. 1500 meetri maailmarekordi omaniku El Guerrouj'i jooksule oli iseloomulik tempo tõstmine viimasel 600-800 meetril nii, et see oli tema jaoks konkurentidega võrreldes energiasäästlikum (Lowes, 2007).

3.3 5000 meetri rekordijooksu tempostrateegia

5000 meetri maailmarekord kuulub Etioopia esindajale Kenenisa Bekelele, kes aastal 2004 jooksis antud distantsi 12.37,35-ga. Joonisel 10 on esitatud kilomeetrite vaheajad ning illustratiivselt näidatud vaheaegade langemise ehk kiiruse tõusu tendents. Rekord leidis aset Blankers-Koen Staadionil, Hengelo linnas Hollandis (IAAF, 2020).



Joonis 10. 5000 meetri rekordijooksu kilomeetiliste lõikude vaheajad (koostatud autori poolt)

Antud maailmarekordi näitel on tegemist negatiivse strateegiaga, kuna iga järgmine kilomeeter on eelmisega võrreldes ligikaudu ühe sekundi võrra kiirem (tabel 1).

Tucker et al. (2006) järgi on ainult ühe rekordijooksu puhul 66-st leitud, et distantssi kiireim kilomeeter oleks distantssi keskosas ehk väljaspoolt esimest ja viimast kilomeetrit (Tucker et al., 2006).

Tabel 1. 5000 meetri rekordijooksu 12.37,35 vaheajad ja tulemus (koostatud autori poolt)

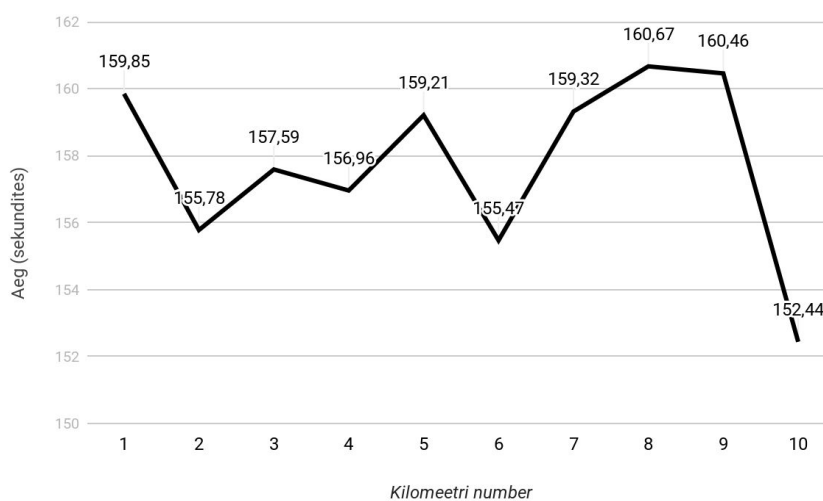
Kilomeeter	Aeg	Aeg (sekundites)
1	2.33.24	153.24
2	2.32.23	152.23
3	2.31.87	151.87
4	2.30.59	150.59
5	2.29.42	149.42

Järelikult on parimaks valikuks 5000-meetriliseks distantssiks negatiivne tempo, sellega kohanemine toimub aga läbi pikaajalise vastupidavuse arendamise, mille tulemusena paraneb sooritus süsivesikute ammendamise vähenemise, hapnikutarbimise alandamise ja/või väsimusega seotud metaboliitide piiramise arvelt (Abbiss & Laursen, 2008).

3.4 10000 meetri rekordijooksu tempostrateegia

Parimaks 10000 meetri jooksjaks maailmas püsib aastast 2005 etioopialane Kenenisa Bekele, kes sai Belgias tulemuseks kirja aega 26.17,53 (IAAF, 2020).

Joonisel 11 on kilomeetrite vaheaegade kõikumise tendents, mis viitab sellele, et 10000 meetri rekordijooksu tempostrateegiaks osutus vahelduv strateegia.



Joonis 11. 1000 meetri rekordijooksu kilomeetrite lõikude vaheajad (koostatud autori poolt)

Tucker et al. (2006) viitab sellele, et tegemist on vahelduva tempostrateegiaga koos lõpuspurdiga seetõttu, et distantse keskosas on langenud tempo arvelt tekkinud nn jõureserv (tabel 2). Selle tulemusena näitab sportlane oma kiiremat kilomeetrikiirust just viimasel kilomeetril (Tucker et al., 2006).

Kuna sooritus intensiivsus püsib kõrgena terve sooritus vältel ning fosfokreatiini resünteesi ei toimu, peavad järsud kiirendused olema hästi kalkuleeritud anaeroobse mahtuvuse languse tõttu, mis võib mõjutada lõpukiirendust negatiivselt (Thompson, 2014).

Tucker et al. (2006) järgi on leitud, et 25 rekordijooksu puhul 34-st 10000 meetri distantil osutus jooksu viimane kilomeeter kiireimaks. Ilmselt ei näita sportlane oma suurimat kiirust varem, sest see oleks toonud endaga kaasa ennesegset kurnatust, kuid mehhanism, tänu millele “valitakse” jooksu käigus submaksimaalset kiirust ning reguleeritakse optimaalset tempot niivõrd pikaajalise sooritus vältel on veel ebaselge. Seda pole võimalik seletada läbi otsese mõju erinevate füsioloogiliste muutujate poolt (nagu näiteks metaboliidid, kõrge kehatemperatuur) lihaste võimetele produtseerida jõudu, sest need oleksid hoidnud ära igasugust kiiruse tõusu distantse lõpupool.

Ilmselt mõjutab sportlase otsust tempostrateegia valiku osas kogemus ja treenitus ning see, kas sportlane otsustab kiirendada või vastupidi alandada kiirust distantsi jooksul, on hästi kaalutud otsus. Suurem osa rekorditest on püstitatud jälgides kindlat läbimõeldud tempostrateegiat (Tucker et al., 2006).

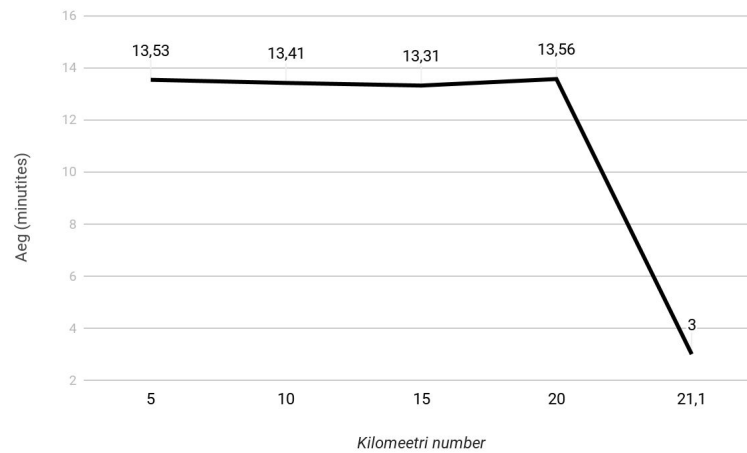
Tabel 2. 10000 meetri rekordijooksu 26.17,53 vaheajad ja tulemus (koostatud autori poolt)

Kilomeeter	Aeg (hh:min:sek)	Aeg (sekundites)
1	2:39.85	159.85
2	2:35.78	155.78
3	2:37.59	157.59
4	2:36.96	156.96
5	2:39.21	159.21
6	2:35.47	155.47
7	2:39.32	159.32
8	2:40.67	160.67
9	2:40.46	160.46
10	2:32.44	152.44

Kuigi maailmarekordite puhul on vahelduv tempostrateegia teiste foonil vähem kasutatav, kuna soorituse intensiivsus püsib kõrge kogu distantsi vältel ning fosfokreatiini resünteesi ei toimu, suutis Bekele kiirendusi hästi kalkuleerida anaeroobse mahtuvuse languse tõttu ning see ei mõjutanud tema lõpukiirendust negatiivselt.

3.5 21,1 kilomeetri rekordijooksu tempostrateegia

Maailma parimaks poolmaratoni jooksjaks sai eelmisel aastal Taanis 58,01-ga distantsi läbinud Geoffrey Kamworor (IAAF, 2020). Tema rekordi näitel on tegemist parabolikujulise tempostrateegiaga, mida illustreerib joonis 12. Alguses valitud tempole järgnesid distantsi kiireimad kilomeetrid, seejärel oli sportlane naasnud distantsi algul valitud tempole.

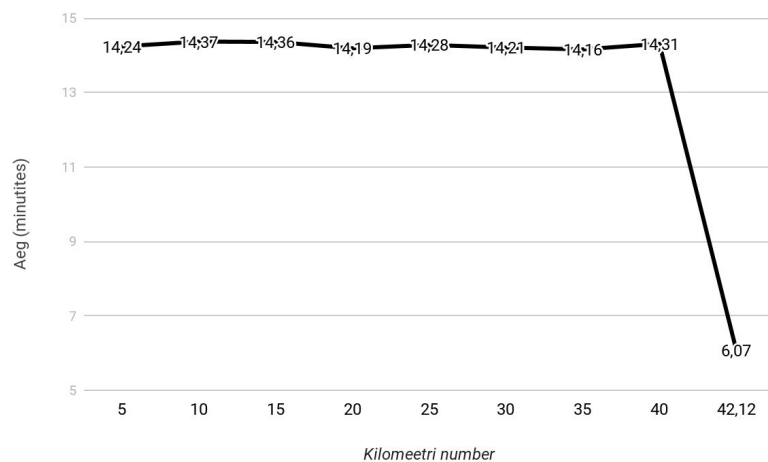


Joonis 12. 21,1 kilomeetri rekordijooksu 5-kilomeetriste lõikude vaheajad (koostatud autori poolt)

Eelmine poolmaratoni rekordihoidja, Eritrea pikamaajooksja Zersenay Tadese, kasutas seevastu oma jooksus vahelduvat strateegiat. Ta läbis distantsi alguses 5-kilomeetrist vahemaad ajaga 13.55, järgnevate 5-kilomeetri vaheajad olid 13.58 ja 13.38, distantsi viimase 5 kilomeetri ajaks sai 13,47 (IAAF, 2010).

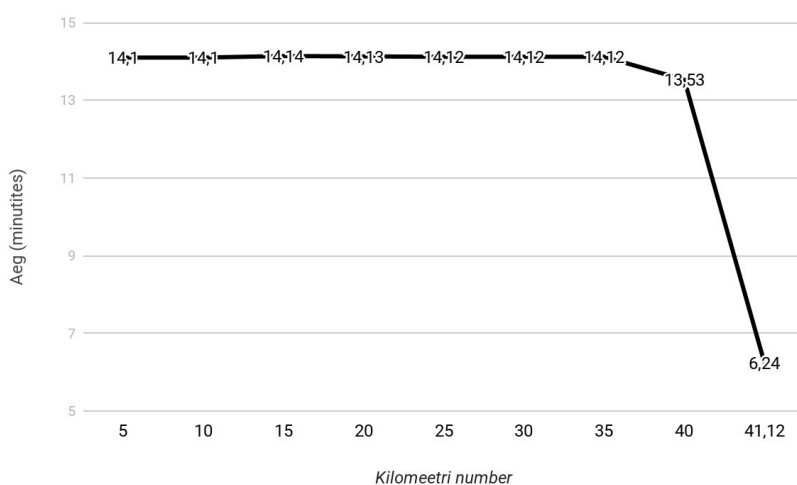
3.6 42,12 kilomeetri rekordijooksu tempostrateegia

Maratoni maailmarekordimees on keenialane Eliud Kipchoige, kes läbis 2018. aastal 42,12 kilomeetrisel distantsil ajaga 2.01,39 (IAAF, 2020). Antud distantsi puhul on tegemist ühtlane strateegiaga, kui sportlane püsib distantsi algul valitud tempo juures kogu distantsi vältel. Joonisel 13 on illustratiivselt välja toodud sportlase kahe tunni vältel püsinud monotoonsus. Kuigi kõige optimaalsemat tempostrateegiat erinevatel pikamaadistantsidel endiselt otsitakse, on pakutud, et kõrge soorituse juures on parim strateegia võimalikult ühtlane (Abbiss & Laursen, 2008; De Koning et al., 1999; Thompson et al., 2004). Pikemate distantside puhul on tempostrateegia valik reguleeritud säilitatud reservi poolt, mis võimaldab märkimisväärset kiiruse tõusu ning ka lõpuspurti (Tucker et al., 2006).



Joonis 13. 42,12 kilomeetri rekordijooksu 5-kilomeetiliste lõikude vaheajad (koostatud autori poolt)

Samuti leidis aastal 2019 aset ka mitteametlik maailmarekord, kui Eliud alistas maratonidistantsil kahe tunni piiri, saades lõpuajaks 1.59,40. Tegemist oli eesmärgipäraselt organiseeritud jooksuga, kus meest saatsid kogu distantsi vältel maailma paremikke kuuluvad tempomeistrid, kes rajal mitu korda ka vahetusid eesmärgiga püsida graafikus. Jooksjate ees sõitis auto, mille katuselt juhiti nende jalge ette rohelist värvi laserkiired, mille järgi jooksjad tempot hoidsid. Keskmiselt läbisid nad kilomeetreid 2.50-ga, kiireim kilomeeter tuli 2.48 ja aeglaseimaks ostuts 2.52. Poolmaratoni läbis Kipchoge 10 sekundit graafikust kiiremini (IAAF, 2019).



Joonis 14. Mitteametliku 42,12 kilomeetri rekordijooksu 5-kilomeetiliste lõikude vaheajad (koostatud autori poolt)

Joonis 14 illustreerib, et antud mitteametliku rekordi puhul oli samuti tegemist ühtlase tempostrateegiaga, sellest järeldame, et maratonijooksus on parimaks valikuks ühtlane tempostrateegia.

KOKKUVÕTE

Käesolevas töös käsitleti mõistet „tempostrategie“ kui kontrollitud ja teadlikku kiiruse muutmist distantsi ajal. Antud bakalaureusetöö eesmärk oli anda ülevaade erinevatest tempostrategiatest ning nende võimalikust kasutamisest kesk- ja pikamaajooksude maailmarekordite näitel. Tippvõistlustel, kus võistlejaid eraldavad finišis mitte sekundid, vaid kümnendik- ja sajandiksekundid, võib medalite jagamisel mängida tempostrategie valik väga olulist ja määravat rolli. Töös on uuritud kuut tempostrategie: negatiivne, positiivne, maksimaalse pingutusega ehk *all-out*, parabolikujuline, ühtlane ja vahelduv tempostrategie. Tempostrategie ei ole aga alati enne starti läbimõeldud taktika, vaid osutub ka tihtipeale jooksu ajal pealesunnitaks konkurentide poolt, mis kokkuvõttes tähendab seda, et ka treeningutel peaks sportlane püüdma harjutada võistluspingutust erinevaid tempostrategieid valides, luues seeläbi endale kiiruste variatiivsuse baasi, mida hiljem võistlustingimustes rakendada. Tegelikult sõltub tempostrategie valik nii spordialast, selle spetsiifikast kui ka erinevatest sise- ja välisteguritest (nt. ilmaolud). Antud töö koostamise käigus on leitud teatud asjaolud, mis aga kehtivad alati ning on iseenesestmõistetavad. Näiteks ei ole maratonijooksjal mõistlik kasutada maksimaalse pingutusega ning 100 meetri sprinteril vahelduvat tempostrategie.

Lühemates keskmaajooksu distantsidel (kuni 1500 meetrit) on kasutusel peamiselt kolm strateegiat: positiivne, negatiivne ja parabolikujuline strateogia. Analüüsides erinevaid tempostrategieid ja nende rakendamist erinevate pikkusega distantsidel, tuli selgelt esile, et 800 meetri jooksu tempostrategie sõltub olulisel määral jooksu eesmärgist. See tähendab, kas tegemist on „aja peale“ või „võidu peale“ jooksuga. Kuna töös keskenduti eelkõige rekordijooksudele ning nende puhul oli eesmärgiks endast parima andmisega rajal, osutus selle distantsi parimaks tempostrategieks just positiivne tempostrategie. Võidu peale“ joostes kasutatakse aga nii parabolikujulist kui ka positiivset tempostrategie.

1500-meetrilise distantsi puhul selgus, et parima tulemuse saavutamiseks kasutavad sportlased enamasti parabolikujulist tempostrategie. Pikemate distantside tempostrategieid uurides jõuti töö käigus järeldusele, et stairite optimaalseks valikuks osutub

ühtlane tempostrateegia ehk distantsti läbitakse kiiruste oluliste kõikumisteta. See aga nõuab sportlase tõelist valmisolekut ja piisavat treenitust.

Kuna tempostrateegia mõiste on üsna uus ning selleteemalisi uuringuid on veel üsna vähe, oleks huvitav teada saada, kuidas saaks üht või teist tempostrateegiat arendada treeningutega ning kuidas sportlast strateegilisteks muutusteks paremini ette valmistada. Antud töö edasiseks arendamiseks tulevikus on kindlasti mõistlik uurida ka naissoost kesk- ja pikamaajooksjate tempostrateegiaid ja neid analüüsida. Ehkki uuringuid on ka naiste tempostrateegiate kohta nendel distantssidel, antud bakalaureusetöö raames neid ei käsitletud. Antud tööd saaks mitmet moodi edasi arendada ka võrreldes meeste ja naiste tempostrateegiate rakendamist keskmaajooksus.

SUMMARY

The current study defined the concept of "pacing strategy" as a controlled and conscious change in running speed or power output during the distance race. The aim of this bachelor's thesis is to give an overview concerning different pacing strategies and their possible use on examples from distance running world records. During major competitions, where athletes are divided not by seconds but by tenths and hundredths of seconds, choice of tactics plays very important and decisive role in the awarding of medals. There are 6 pacing strategies examined in the thesis: negative, positive, all out, parabolic-shaped, even and variable.

Pacing strategy is not always pre-start well-considered tactics but may also become forced by other competitors, which means that there is a need for training different types of pacing strategies to create an ability for using various paces in the upcoming competitions. Actually, the choice of pacing strategy depends on sports and its specifics, as well as on different internal and external factors (for example: weather). When studying literature there were found selection of facts which applies every time and are self-explanatory. For example, it is not reasonable to use all-out pacing strategy during the marathon race and variable pacing strategy while running 100-meters sprint.

In middle-distances there are primarily three strategies in use: positive, negative and parabolic-shaped. While analyzing strategies and their use in different distances, it turned out that 800 meters race pacing strategy depends on its aim. It means that either there is an aim to run "against the clock" or "for the win". Because of the fact that current study focused on world record performances where athletes aim to run their best times on the track, it is evident that they decide upon the best strategy for this and it is a positive strategy. If athlete has an aim to win the race, it is more evident to use either the parabolic or positive strategy.

In the event of 1500 meters distance it becomes clear that athletes use a parabolic-shaped pacing strategy for the best time at finish line. During examination of longer distances it appeared that stayer's optimal choice is an even pace, it means that distance is covered without significant swings in speed. It obviously demands athlete's readiness and sufficient discipline.

As the concept of “pacing strategy” is quite new and there haven't been many studies evaluated about them in distance running, it would be very interesting to discover the learning patterns of one or another pacing strategy through training and how to prepare athletes for strategic changes better. This study could also be further developed in a number of ways by comparing the implementation of men's and women's pace strategies in the middle-distances. Although there are studies about women pacing strategies during distance running, these studies do not apply to this specific thesis.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Abbiss CR, Laursen P. Describing and Understanding Pacing Strategies during Athletic Competition. *Sports Medicine* 2008; 38 (3): 239-252.
2. Arsac LM, Locatelli E. Modeling the energetics of 100-m running by using speed curves of world champions. *J Appl Physiol* 2002; 92 (5): 1781-8.
3. Atkinson G, Brunskill A. Pacing strategies during a cycling time trial with simulated headwinds and tailwinds. *Ergonomics* 2000; 43 (10): 1449-60.
4. Blasco-Lafarga C, Montoyo-Vieco A, Martinez-Navarro I, Mateo-March M, Gallach JE. Six hundred meter-run and broken 800's contribution to pacing improvements in eight-hundred meter athletics: Role of expertise and training implications. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 2013; 27 (9): 2405-2413.
5. Bishop D, Bonetti D, Dawson B. The influence of pacing strategy on VO₂ and supramaximal kayak performance. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34 (6): 1041-7.
6. de Koning JJ, Bobbert MF, Foster C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. *J Sci Med Sport* 1999; 2 (3): 266-77
7. Edwards AM, Polman RC. Pacing and awareness: brain regulation of physical activity. *Sports Medicine* 2013; 43 (11): 1057-1064.
8. Foster C, de Koning JJ, Hettinga F, Lampen F, Dodge C, et al. Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. *International Journal of Sports Medicine* 2004; 25 (3): 198-204.
9. Foster, C., de Koning, J., Bischel, S., Casolino, E., Malterer, K., O'Brien, K., Rodrigues-Marroyo, J., Splinter A., Thiel, C., van Tunen, J. (2012). Pacing strategies for endurance performance. In I. Mujika (Ed.), *Endurance training –Science and practice* (pp. 85–98). Vitoria-Gasteiz: Self-published.
10. Fukuba Y, Whipp BJ. A metabolic limit on the ability to make up for lost time in endurance events. *J Appl Physiol* 1999; 87 (2): 853-61.
11. Garland SW. An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. *Br J Sports Med* 2005; 39 (1): 39-42
12. IAAF (International Association of Athletics Federations). World records. 2019. <https://www.worldathletics.org/records/by-category/world-records>, 04.02.2020.
13. IAAF (International Association of Athletics Federations). Kipchoge breaks two-hour barrier in Vienna, 2019.

- <https://www.worldathletics.org/news/report/eliud-kipchoge-breaks-two-hours-vienna>,
17.04.2020.
14. Keller JB. Optimal velocity in a race. *Am Math Monthly* 1974; 81 (5): 474-80.
 15. Kennedy MD, Bell GJ. Development of race profiles for the performance of a simulated 2000-m rowing race. *Can J Appl Physiol* 2003; 28 (4): 536-46.
 16. Liedl MA, Swain DP, Branch JD. Physiological effects of constant versus variable power during endurance cycling. Med thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exer- *Sci Sports Exerc* 1999; 31 (10): 1472-7.
 17. Lowes D. Are Tactics Important For Middle And Long Distance Athletes? *Track Coach* 2007; 180: 5754-5759.
 18. Mattern CO, Kenefick RW, Kertzer R, et al. Impact of starting strategy on cycling performance. *Int J Sports Med* 2001; 22 (5): 350-5.
 19. Muehlbauer T, Schindler C, Widmer A. Pacing pattern and performance during the 2008 Olympic rowing regatta. *Eur J Sports Sci*, September 2010; 10(5):291-96.
 20. Padilla S, Mujika I, Angulo F, et al. Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. *J Appl Physiol* 2000; 89: 1522-7.
 21. ROK (Rahvusvaheline Olümpiakomitee). Ovetstuns compatriot Coe in 800m showdown. 1980.
<https://www.olympic.org/news/ovett-stuns-compatriot-coe-in-800m-showdown>,
03.03.2020.
 22. Thiel C, Foster C, Banzer W, de Koning J. Pacing in Olympic track races: Competitive tactics versus best performance strategy. *Journal of Sports Science* 2012; 30 (11): 1107-1115.
 23. Thompson KG, MacLaren DPM, Lees A, Atkinson G. The effects of changing pace on metabolism and stroke characteristics during high-speed breaststroke swimming. *Journal of Sports Science* 2004; 22(2): 149-57.
 24. Thompson KG. Pacing: Individual Strategies for Optimal Performance. USA: Champaign, IL; 2014.
 25. Tibshirani R. Who is the fastest man in the world? *Am Statistician* 1997; 51 (2): 106-11.
 26. Tucker R, Rauch L, Harley YXR, Noakes, TD. Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. *Pflügers Archiv -Eur J Physiol* 2004; 448(4): 422-30.

27. Tucker R, Lambert MI, Noakes TD. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2006; 1: 233-245.
28. Sandals LE, Wood DM, Draper SB, James DV. Influence of pacing strategy on oxygen uptake during treadmill middle-distance running. *International Journal of Sports Medicine* 2006; 27: 37-42.
29. Swain DP. A model for optimizing cycling performance by varying power on hills and in wind. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1997; 29(8): 1104-1108.
30. van Ingen Schenau GJ, de Koning JJ, de Groot G. The distribution of anaerobic energy in 1000 and 4000 metre cycling bouts. *Int J Sports Med* 1992; 13 (6): 447-51.
31. Wilberg RB, Pratt J. A survey of the race profiles of cyclists in the pursuit and kilo track events. *Can J Sport Sci* 1998; 13 (4): 208-13.