

Yleisurheilun heittolajien fyysiset suorituskykyvaatimukset käytännön kenttätesteissä ja niiden vaikutus kilpailutuloksiin

Aapo Rantilä

Opinnäytetyö

Vierumäen yksikkö

Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma

Kevät 2015



Tekijä(t) Aapo Ranttilä	
Koulutusohjelma Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma	
Opinnäytetyön otsikko Yleisurheilun heittolajien fyysiset suorituskykyvaatimukset käytännön kenttätesteissä ja niiden vaikutus kilpailutuloksiin	Sivu- ja liitesivumäärä 66 + 25
<p>Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin yleisurheilun heittolajien fyysisiä suorituskykyvaatimuksia käytännön kenttätesteissä ja luotiin mitattuun tietoon perustuvat ominaisuusnormistot jokaiselle heittolajille. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös fyysisten ominaisuuksien yhteyttä kilpailutuloksiin. Tämä opinnäytetyö toteutettiin yhdessä Suomen Urheiluliiton kanssa ja tarkoituksena oli luoda mitattua dataa jo olemassa olevien ominaisuusnormistojen tueksi.</p> <p>Tutkimuksen aineisto kerättiin alueleireiltä, lajivalmentajilta ja Suomen Urheiluliiton erilaisista julkaisuista. Aineisto käsiteltiin Excel-ohjelmalla. Jokaiselle kenttätestille määritettiin korrelaatiokerroin ja trendikäyrä. Trendikäyrällä laskettiin fyysisten ominaisuuksien vaatimukset viiden metrin välein eri kenttätesteissä.</p> <p>Tuloksista selvisi, että fyysiset ominaisuudet ovat erittäin tärkeitä heittolajeissa eikä niitä turhaan korosteta. Joka lajissa löytyi eri painotuksia fyysisten ominaisuuksien osalta. Yhteistä oli voimaa ja räjähtävyyttä mittaavien kenttätestien suuri korrelaatio joka lajissa.</p> <p>Miesten ja naisten kohdalla samat testit eivät olleet yhteydessä kilpailutuloksiin aina samalla tavalla. Keihäänheitossa parhaiten korreloivat kenttätestit olivat: PYT 4 kg, AE 4kg, rinnalleveto, kyykyt ja naisilla erityisesti 3 tasatassu.</p> <p>Kiekonheitossa seuraavien testien korrelaatio oli suurin suhteessa tulokseen: 3 tasaloikka, AE 5 kg, rinnalleveto, penkki ja takakyyky.</p> <p>Kuulantyönnössä korkeasti korreloituivat seuraavat testit: tempaus, rinnalleveto, penkki, takakyyky ja työntö niskan takaa.</p> <p>Moukarinheitossa suurimmat korrelaatiot löytyivät seuraavista testeistä: 3 tasatassu, tempaus, rinnalleveto ja takakyyky.</p> <p>Tämän tutkimuksen perusteella syntyneet ominaisuusnormistot ovat lähes yhdenmukaiset aikaisempiin testinormistoihin nähden. Pieniä painotuseroja kuitenkin löytyi. Tämän tutkimuksen pohjalta syntyneet ominaisuusnormistot näyttävät sopivan hyvin yhteen myös ulkomaa-laisten huippu-urheilijoiden ominaisuuksien kanssa.</p>	
Asiasanat Yleisurheilu, Heittolajit, Keihäänheitto, Moukarinheitto, Kuulantyöntö, Kiekonheitto, Suorituskyky, Fyysiset ominaisuudet.	

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Toimeksiantaja	2
2	Fyysisten ominaisuuksien merkitys tekniikan oppimisessa	3
3	Optimaalisen tehon löytyminen ja heittolajien suorituskykyyn vaikuttavat tekijät	4
4	Heittojen fyysinen lajianalyysi	6
4.1	Venymis-lyhenemissykli	7
4.2	Kestävyys heittolajeissa	8
4.3	Keihäänheiton fyysinen lajianalyysi	9
4.3.1	Etenemisnopeus ja törmäysvoimat	10
4.3.2	Lihastoiminta	11
4.4	Kuulantyönnön fyysinen lajianalyysi	12
4.4.1	Lihastoiminta kuulantyönnössä	12
4.5	Kiekonheiton fyysinen lajianalyysi	15
4.5.1	Kiekonheiton fyysiset vaatimukset	15
4.6	Moukarinheiton fyysinen lajianalyysi	17
4.6.1	Lihastoiminta moukarinheitossa.....	17
5	Heittäjän fyysisen suorituskyvyn testaaminen	19
5.1	Mitä testit kertovat?	19
5.2	Heitoissa käytetty testipatteristo.....	20
6	Suomen Urheiluliiton heittojen ominaisuusnormistot	22
7	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat	27
7.1	Tutkimusmenetelmät	28
7.2	Koehenkilöt	29
7.3	Keihään aineisto	32
7.4	Aineiston tilastolliset tarkastelut	34
8	Tulokset	35
8.1	Heittäjien suorituskykyvaatimukset käytännön kenttätesteissä	40
9	Pohdinta	49
9.1	Syntyneet ominaisuusnormistot	53
9.2	Moukarin normistojen vertailu	55
9.3	Kiekonheiton ja kuulantyönnön normistojen vertailu	57
9.4	Jatkotutkimusehdotuksia	61
	Lähteet	62
	Liitteet	

1 Johdanto

Yleisurheilun heittolajit ovat perinteisiä lajeja Suomessa, niissä on pitkät perinteet suomalaisen urheilun historiassa. Heittolajit ovat sekoitus teknistä osaamista ja raakaa suorituskykyä. Kun liikutellaan raskaita välineitä, ei ole taitoa ilman fyysisiä ominaisuuksia, eikä fyysisiä ominaisuuksia ilman taitoa. Sen takia on ehdottoman tärkeää, että nuoria heittäjiä testataan ja opetetaan fyysisten ominaisuuksien kehittämiseen. Tässä tutkimuksessa perehdytään siihen, millaiset ovat heittäjien suorituskykyvaatimukset käytännön kenttätesteissä ja miten ne vaikuttavat kilpailutulokseen. Tutkimus ei ota kantaa siihen, miten fyysiset ominaisuudet siirtyvät lajivoimaksi ja -nopeudeksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on erityisesti kiinnittää huomiota urheilijan kilpailutuloksen vertaamiseen suhteessa lajin vaatimiin ominaisuuksiin.

Yleisurheilun heittolajit voidaan jakaa karkeasti raskaisiin heittoihin ja keihääseen. Raskaisiin heittoihin kuuluvat: kuula, kiekko ja moukari. Näissä lajeissa on huomioitava välineiden paino, mikä vaikuttaa erittäin paljon suoritukseen ja sitä kautta fyysisten ominaisuuksien vaatimuksiin. Keihäs painaa vain 800 grammaa, mikä erottaa keihään muista heittolajeista.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on pureutua eri heittolajien fyysisiin vaatimuksiin käytännön kenttätesteissä. Näissä testeissä ongelmaksi on muodostunut testien toistettavuus. Tulokseen vaikuttavat alusta, ilmasto, päivän kunto, ja suoritustekniikka. Mikään näistä ei ole kontrolloitua käytännön kenttätesteissä ja tulos voikin vaihdella urheilijasta riippuen.

Heittojen kenttätesteissä testataan voimaa, räjähtävyyttä, nopeutta ja suorituskykyä. Valmentajalle testit antavat selkeän kuvan siitä, missä mennään, ja mikä on urheilijan fyysisten ominaisuuksien taso tällä hetkellä. Testeillä voidaan mitata harjoittelun ohjelmoinnin onnistuneisuutta. Voidaan myös suunnata harjoittelua uudelleen ja pyrkiä vahvistamaan heikkouksia tai määritetään harjoitteluun uusia painopisteitä.

Suomen Urheiluliitolla on ominaisuusnormistot jokaiselle heittolajille, jotka perustuvat erittäin vahvaan kokemukseen, mutta eivät tutkimuksiin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on saada mitattua dataa ominaisuusnormistojen tueksi ja luoda mitattuun tietoon perustuvat ohjeelliset ominaisuusnormistot.

Kerätystä aineistosta muodostettiin korrelaatiot kilpailutuloksen ja kenttätestin välille sekä trendikäyrä, mistä nähtiin kilpailutulokseen vaadittava testitulokseksi. Aineistoa pyrittiin kerää-

mään laajalta suorituskykyskaalalta, jotta saataisiin venytettyä trendikäyrää kumpaankin suuntaan. Tästä saadaan myös hyvät kehitysportaat nuorille alueleiriheittäjille kohti huippu-urheilu-vaihetta. Ominaisuusnormistot tarvitsevat päivitystä, ja aihe onkin erittäin ajankohtainen. Myös KIHU tutkii keihään osalta tällä hetkellä ominaisuusnormistoja.

Tutkimuksen aineistoa on kerätty Suomen urheiluliiton lajivalmentajilta, aluepäälliköiltä ja eri julkaisuista. Tutkimus on suoritettu yhteistyössä Suomen Urheiluliiton kanssa.

1.1 Toimeksiantaja: Suomen Urheiluliitto Ry

Toimeksiantajan tavoitteena on saada päivitetty ominaisuusnormistot lajeittain, joita voisi vertailla jo olemassa oleviin ominaisuusnormistoihin. Tavoitteena on myös keskustelun herättäminen ominaisuuksien merkityksestä heittolajeissa.

Suomen Urheiluliitto Ry (SUL) on yleisurheilun suomalainen lajiliitto, jonka toiminnan painopisteinä on innostaa ja palvella jäseniään tuottamaan kansainvälisesti menestyviä yleisurheilijoita sekä tuottaa laadukasta, arvostettua ja koko yhteiskunnan kattavaa yleisurheilutoimintaa kaikenikäisten ja -tasoisten urheilijoiden, liikkujien sekä seuraajien tarpeisiin. SUL on myös kansainvälisen yleisurheiluliiton IAAF:n yksi 211 jäsenestä. Liitto palvelee yli 600 jäsenseuraa, joissa aktiiviyleisurheilijoita on noin 30 000. Liitto on perustettu vuonna 1906, jolloin sen nimi oli Suomen Valtakunnan Urheiluliitto. SUL:in strategisena tavoitteena on huippu- ja kilpaurheilun aseman vahvistaminen, seuratoiminnan ja harrastemäärien kehittäminen, yleisurheilun imagon jatkuva parantaminen sekä yleisurheiluseurojen taloudellisten ja henkilöresurssien merkittävä lisääminen.

(FAKTAA – Suomen Yleisurheiluliitto ry. n.d.).

2 Fyysisten ominaisuuksien merkitys tekniikan oppimisessa

Taito ja fyysiset ominaisuudet kulkevat heittolajeissa käsi kädessä. Toinen pää edellä ei voi edetä. Teknisissä suorituksissa fyysiset ominaisuudet saadaan hyödynnettyä, kun tekniikka kehittyy. Myös tekniikka kehittyy, kun fyysiset ominaisuudet kehittyvät. Esimerkiksi rotaatiolajeissa on mahdotonta pyörähtää, jos ei pysty seisomaan yhdellä jalalla. Tasapaino on tällöin rajoittava tekijä. Kun sitä kehitetään, kehittyy tekniikkakin. Optimitekniikka mahdollistaa paremman ja tehokkaamman voimantuoton, eli saadaan paremmin fyysiset ominaisuudet käyttöön. (Mero 2007, 245).

Teknisen harjoittelun tulee olla monipuolista. Varsinkin nuorilla heittäjillä voi keskittyä heittojen yleisiin periaatteisiin ja välinettä voi vaihdella paljon. Erilaiset kokemukset muokkaavat aivoja eri tavalla. Liikunta lisää hiusverisuonia hermosolua kohden ja näin mahdollistaa tehokkaamman aivoverenkierron. Samalla oppiminen lisää synapsien määrää. (National Research Council 2004, 136-139). Oppiminen organisoii aivoja yhä uudelleen, ja mielen toiminnallinen organisaatio riippuu ja hyötyy selkeästi erilaisista kokemuksista. Jatkuvasti haastavampien tehtävien tarjoaminen urheilijoille on tärkeää oppimisen ja innostamisen takia. Valmentajan tulee tiedostaa, että tekniikka voi kehittyä monella tavalla ja erilaisissa olosuhteissa. (National Research Council 2004, 147).

Fyysisiä ominaisuuksia kehitetään lajia varten, jotta ne saataisiin lajissa käyttöön. Fyysisen harjoittelun tavoitteena tulisi kehittää urheilijalle sellaiset fyysiset ominaisuudet, jotka auttavat urheilijaa lajitaitojen oppimisessa. Heittolajien oppimista on pyritty helpottamaan kevyemmällä välineillä. Välineen painon ja koon kasvaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota tekniikkaharjoitteluun. Vaikka taidon ja tekniikan herkkyyksikausi on yleisesti lapsuudessa, tapahtuu heittolajeissa suuri osa oppimisesta nuorisovaiheessa. Koska välineiden painot asettavat voimavaatimuksia urheilijoille. (Mero 2007, 242).

3 Optimaalisen tehon löytyminen ja heittolajien suorituskyykyyn vaikuttavat tekijät

Heittolajeissa pitää tuottaa lyhyessä ajassa mahdollisimman paljon voimaa välineeseen. Teho määritellään matemaattisesti työllä, mikä jaetaan ajalla. Niinpä voima ja nopeus ovat hyvin määrittäviä tekijöitä heittosuorituksessa. Tehoon vaikuttavat pääasiassa työskentelevien lihasten lihassolutyyppi, lihassolujen massa ja neurologinen aktivaatio liikkeen aikana. Lihassolutyyppi vaikuttaa suoritukseen paljon, koska II tyypin lihassolut voivat tuottaa korkeamman määrän tehoa verrattuna I tyypin lihassoluihin (Billeter & Hoppeler 2003, 75-77).

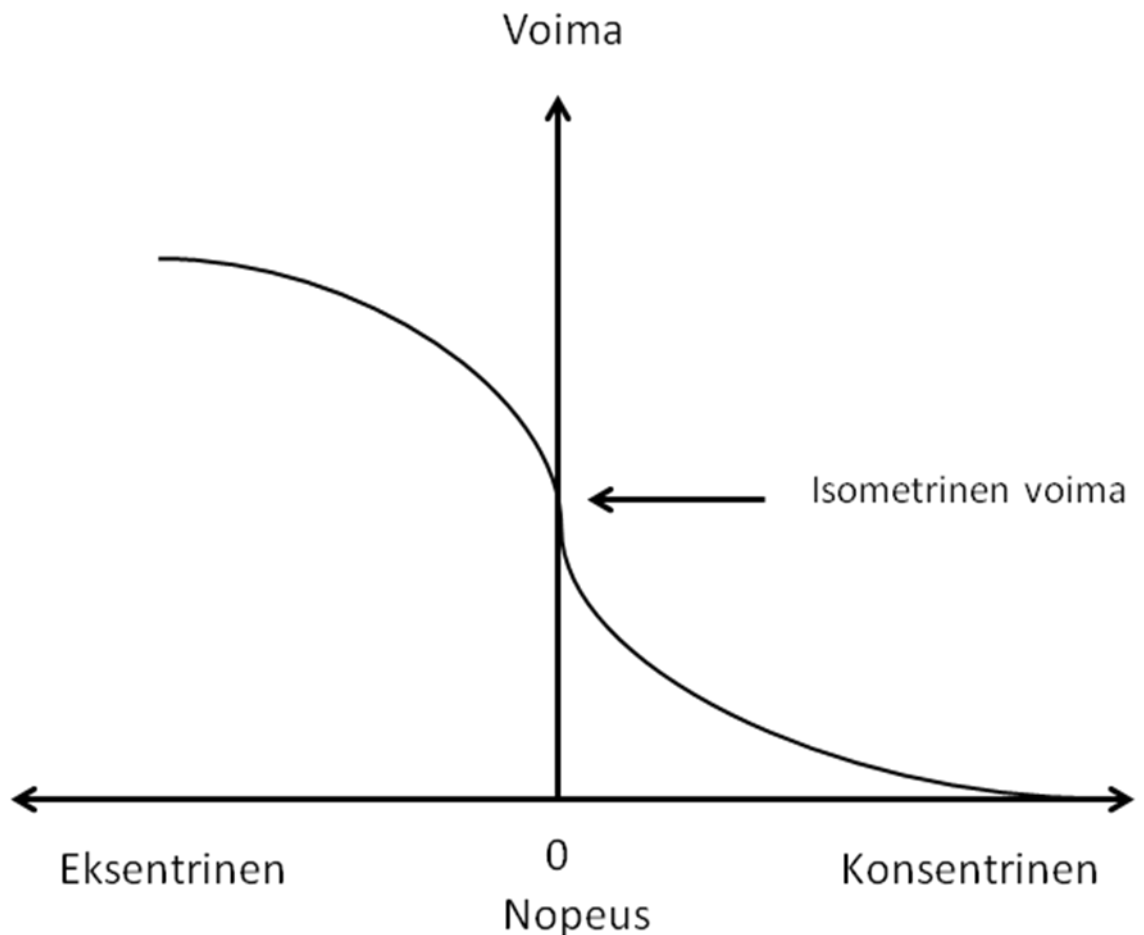
Voima- ja nopeusharjoittelua tulee kumpaakin sisällyttää harjoitusohjelmiin, koska teho on voiman ja nopeuden aikaansaama. Kun liikkeen nopeus kasvaa, pienenee se voima mikä lihas kykenee tuottamaan konsentrisessa lihassupistuksessa. Maksimaalinen teho saavutetaan kompromissitasolla maksimaalisen voiman ja nopeuden välillä. Paras teho saavutetaan 30-45% välillä yhden toiston maksimista (Kawamori & Haff 2004, 675-682). Kuvassa 1 on esitetty Voima - Nopeus käyrä, missä nopeus on vaaka-akselilla ja voima pysty-akselilla. Kun voima kasvaa niin nopeus pienenee konsentrisessa lihassupistuksessa. Nopeuden kasvaessa voima pienenee.

Heiton väline asettaa omat vaatimuksensa lajille. Heittäjien tulisi harjoitella niillä nopeuksilla ja vastuksilla, mitä lajissakin on. (Kawamori & Haff 2004, 675-682). Heittolajeissa ei ole hyötyä sellaisesta kasvaneesta maksimivoimatasosta, mikä saadaan käyttöön vasta heittolajeille voimantuottoajan jälkeen. Voimantuottoajat ovat heittolajeissa lyhyitä, esimerkiksi kuulantönnössä 0.2 - 0.25 s (Yrjölä 2000, 18) ja keihäänheitossa 0,1 - 0,15 s (Korjus & Ihalainen n.d). Tärkeää on siis, paljonko voimaan saadaan tuotettua välineeseen liikesuorituksen aikana. Sen takia olisi hyvä harjoitella sellaisilla voimantuottoajoilla, mitkä vastaavat lajisuoritusta. Lähtönopeus eli se voima, mikä on saatu tuotettua välineeseen, vastaa yleensä noin 90 % tuloksesta. (Haaranen, 2004, 39).

Tahdonalaisen lihassupistuksen maksimaalisen voimatason saavuttamiseksi kuluu 0,5 - 2,5 sekuntia riippuen lihaksesta, liikkeestä, harjoitustaustasta ja perimästä (Mero, Ahtiainen & Häkkinen 2007, 285). Voimantuottonopeutta voi kehittää nopeusvoima- ja nopeusharjoittelulla, jossa urheilija pyrkii tuottamaan voimaa nopeammassa ajassa. Voimantuottonopeuden kehittämisellä on kuitenkin rajansa. Esimerkiksi jos urheilija pystyy tuottamaan 1000 N (noin 100 kg), ja hän kehittää nopeusvoimaharjoittelu johdosta, niin että hän pystyy tuottamaan keihäänheiton 0,10 - 0,15 sekunnissa entisen 50 % sijaan nykyään 70

% voimaa maksimivoimatasostaan tässä vaaditussa ajassa. Aiemmin hän tuotti 500 N, mutta nyt tuottaa voimaa 700 N. Sitten hän parantaa maksimivoimatasojaan niin, että kykenee tuottamaan 1500 N, noin 150 kg. Vaaditussa ajassa 0,10 -0,15 hän kykenee nyt tuottamaan samassa ajassa 70 %, eli 1050 N. Maksimivoimaharjoittelun seurauksena nousseiden maksimivoimatasojen johdosta 70% tulee käyttöön suuremmasta määrästä absoluuttista voimaa kuin ennen harjoittelujaksoa. Maksimivoimatasoja kehittämällä voi kehittyä suorituksessa huomattavasti, jos vain pitää voimantuottonopeuden yllä.

Maksimivoimalla on suuri merkitys muissakin lajeissa. Esimerkiksi Wisloff ym. (2004) löysivät voimakkaan yhteyden ponnistamisen ja maksimivoimatasojen välillä jalkapalloilijoilla. Maksimivoima on muiden voiman osa-alueiden pohja. Ilman riittävää maksimivoima tasoa, ei heitettävä väline liikahdakaan ja tehontuotto on nolla.



Kuva 1: Voima - Nopeus käyrä konsentriselle ja eksentriselle lihastoiminnalla. Mukailtu (Zatsiorsky & Kraemer 2006, 34).

4 Heittojen fyysinen lajiansalyysi

Yleisurheilun kaikkien heittolajien motorinen tehtävä on samanlainen. Tarkoituksena on tuottaa maksimaalinen määrä nopeutta välineeseen. Silti lajien sisällä harjoitellaan täysin eri tavoilla. Huipputason kuulantyoöntäjä viettää harjoitteluajastaan noin 50 % kuntosalilla, kun taas maailmanluokan keihäänheittäjä viettää kuntosalilla vain 15 - 25 % harjoitteluajastaan (Zatsiorsky & Kramer 2006, 31). Syy tähän eroon on heittovälineiden paino. Paino vaikuttaa välineen lähtönopeuteen. Huippu-urheilijoilla lähtönopeus vaihtelee kuulan 14 m/s:tta aina keihään 30 m/s:ssa. Tämä vaikuttaa voima-nopeus - käyrään. Siitä voidaankin päätellä, että kuulantyoöntäjät tarvitsevat paljon voimaa, koska korrelaatio maksimaalisen voiman ja kuulan lähtönopeuden kanssa on suuri. Keihäässä taas tämä korrelaatio on pieni, koska väline on kevyempi. Korrelaatio on 0, kun tehdään heittoliike pelkästään oman käden painolla. (Zatsiorsky & Kramer 2006, 31).

Gorostiaga ym. ovat todenneet (2004) maksimaalisen voiman olevan erittäin tärkeä myös huippukäsipalloilijoille. He totesivat mm. penkkipunnerrus- ja puolikykytulosten olevan 16 - 22 % korkeammalla, kuin amatööritason käsipallopelaajilla. Käsipallo painaa 290 - 330 grammaa, joten se on huomattavasti kevyempi kuin keihäs. Mitä painavampi väline on sen tärkeämpää maksimaalinen voima on.

Yleisurheilun heittolajeissa voimantuottoaika on hyvin lyhyt. Tällöin maksimaalisen voiman merkitys on pieni, jos sitä ei saada jalostetuksi räjähtäväksi voimaksi. Keihäänheiton (0,10 - 0,15 s) tai kuulantyoönnon (0,15 - 0,18 s) voimantuottoajat kertovat, ettei urheilijoilla ole aikaa tuottaa maksimaalista voimaa (Zatsiorsky & Kramer 2006, 27). Tämän takia räjähtävä voima on niin tärkeä.

Räjähtävä voima on kykyä käyttää maksimaalista voimaa mahdollisimman lyhyessä ajassa. Parhailla kuulantyoöntäjillä 21 metrin työnöissä on mitattu 50 - 60 kg voima käsityönössä. Tyypillisesti näillä työntäjillä maksimaalinen käsien ojennus eli penkkipunnerrus tulos on 220 - 240 kg eli 110 - 120 kg per käsi. Tällöin itse lajisuorituksessa on saatu käyttöön vain 50 % maksimaalisesta käytössä olevasta voimasta. On siis kaksi tapaa parantaa voiman tuottoa heittolajeissa: lisätä maksimaalista voimaa tai vähentää räjähtävän voiman alijäämää. Aluksi voi olla parasta kehittää maksimaalista voimaa ja yleisesti lihaksistoa. Tämä antaa pohjan voimantuottonopeusharjoittelulle. Toisinpäin tehtynä maksimaalista voimaa ei saada käyttöön. Tehokkainta olisi näiden kummankin yhdistäminen. (Zatsiorsky & Kramer 2006, 27).

Heittolajeissa on monia yhteisiä vaatimuksia nopeuden, voiman, kestävyuden ja psyykkisten ominaisuuksien suhteen (Yrjölä 2000, 19). Lajit poikkeavat kuitenkin toisistaan paljon. Jo välineiden painot vaihtelevat keihään 800 grammasta aina kuulan 7,26 kilogrammaan. Lajikohtaiset erityispiirteet tulevat paremmin esille lajianalyysin kautta. Näin lajin harjoittelun linjaukselle on perusteita sekä lajin kannalta olennaiset ja tehokkaat harjoitteet on helppompaa valita. Lajianalyysin lisäksi on tärkeää tuntee urheilija ja määrittää urheilija-analyysin kautta ne asiat, joilla päästään kohti lajin vaatimaa suorituskykyä (Yrjölä 2000, 19).

Heittolajeissa on tarkoitus siirtää lihasvoimalla välinettä mahdollisimman kauas. Voima pitää saada siirrettyä välineeseen. Koska välineet ovat heittolajeissa suhteellisen painavia, korostuu voiman merkitys. Voimaominaisuuksia tulee kuitenkin kasvattaa niin, että ne voidaan hyödyntää lajisuorituksessa (Häkkinen, Mäkelä & Mero 2007, 256).

4.1 Venymis-lyhenemissyklus

Heittolajeissa korostuu myös venymis-lyhenemissyklusen hyväksikäyttö. Aktiini- ja myosiinifilamenttien välisillä poikkisilloilla ja lihaksiston sidekudosrakenteilla on kyky varastoida itseensä elastista energiaa. Jos aktiivista lihasta venytetään ensin eksentrisesti, sen jälkeen lihas supistuu todella nopeasti uudelleen konsentrisesti. Elastinen energia luovutetaan näin lisävoimana. (Ahtiainen & Häkkinen 2007, 130). Lisävoima johtuu elastisten rakenteiden ja hermoston reflektorisen aktivaation lisääntymisestä. Tätä nopeaa vastaliikettä tulee opetella ja harjoittaa. (Ahtiainen & Häkkinen 2007, s.130).

Elastiset rakenteet ovat geneettisiä, mutta myös harjoittelu vaikuttaa elastisiin ominaisuuksiin. Supistuvan lihaksen venyminen lisää voimantuottoa ja lihasjäykkyyttä. Venytysrefleksi perustuu lihaksissa lihaspituutta aistivien lihasspindelien aiheuttamaan voimantuottoa lisäävään selkäydinrefleksiin (Kyröläinen & Komi 1995b, 15-25).

Lihasspindelit keräävät tietoa lihassolujen pituuden ja voiman muutoksista. Niiden päätehtävä on käynnistää voimakkaampi lihastoiminta venytyksen vähentämiseksi. Lihasspindeli antaa suoritukseen lisävoimaa lihasaktiivisuutta lisäämällä ja säätelemällä lihasjäykkyyttä (Mero, Kyröläinen & Häkkinen 2007, 65). Tähän vaikuttaa venytysnopeus eli mitä nopeammin pystytään venyttämään, sitä nopeammin lihas sen jälkeen supistuu. Tämä toteutuu nopeassa liikkeessä, jossa venytetty lihas supistuu nopeasti heti venytyksen jälkeen.

Kun nivel lähestyy maksimaalista liikerataansa passiivinen elastinen voima lisääntyy. Esimerkiksi kun keihäänheitettäjä heittää, voi olkapään ulkokierto olla jopa 180 astetta. Täs-

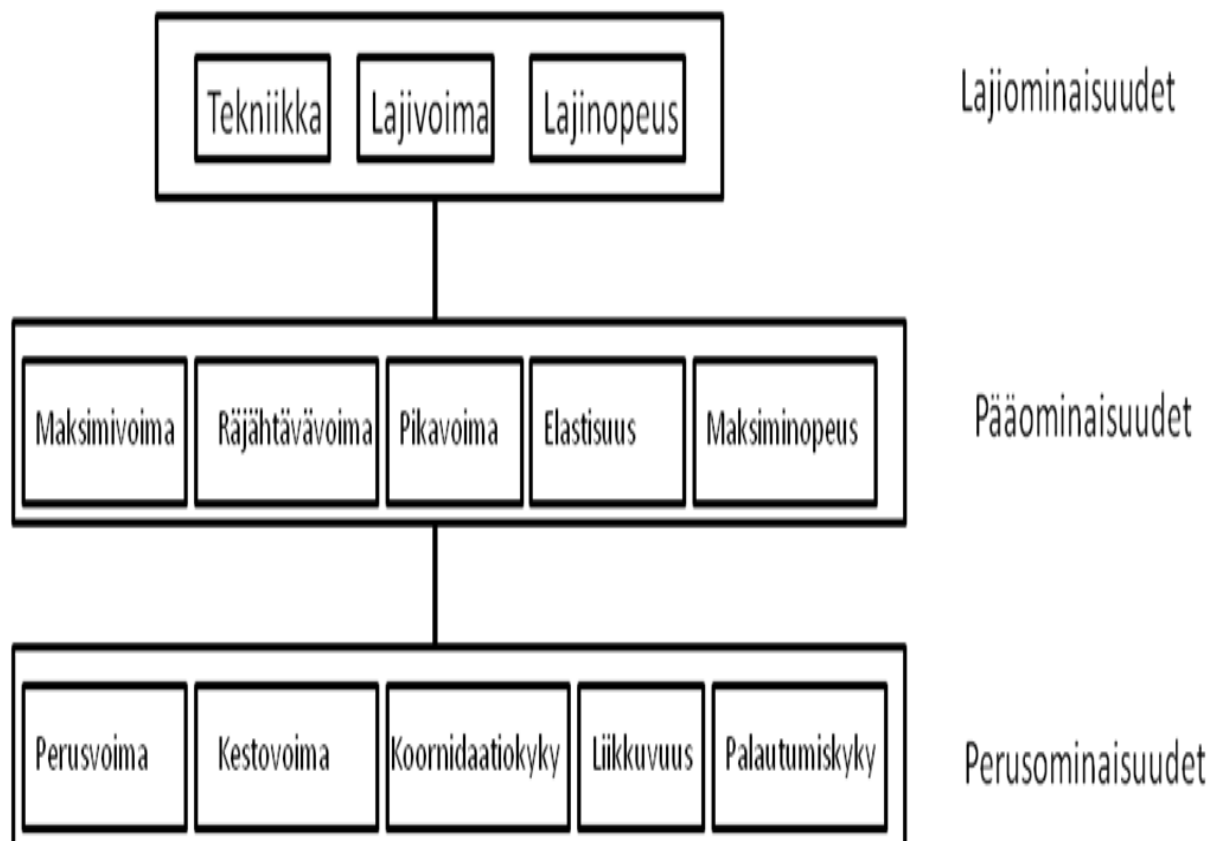
sä asennossa olkapään lihakset ja muut pehmytkudokset eivät ole halutussa asennossa. Kun lihakset ja muut pehmytkudokset vastustavat tätä asentoa, ovat ne osallisena nivelen vääntömomentissa, minkä avulla saadaan tuotettua enemmän voimaa keihääseen. (Zatsiorsky & Kramer 2006, 40-43).

4.2 Kestävyys heittolajeissa

Heitot eivät lajisuorituksena vaadi kestävyttä, mutta hyvä kestävyys nopeuttaa palautumista ja parantaa lihasten verenkiertokapasiteettia. Kaiken tekemisen pohja on hyvä aerobinen kunto, joka mahdollistaa voimaharjoittelussa lihasten parhaan mahdollisen kehittymisen. Heitoissa huomioitavaa on myös lajikestävyys, jota tarvitaan pitempien heittoharjoitusten läpiviemiselle. Myös kilpailu tapahtumana voi viedä monta tuntia. Niinpä vireyttä ja heittokuntoa pitää jaksaa pitää yllä koko tämän ajan. Peruskestävyys on pääosin hankittava jo juniorivaiheessa. Myöhemmin ylläpidetään tarvittavaa kestävyystasoa. (Haaranen 2004, 41).

4.3 Keihäänheiton fyysinen lajiansalyysi

Keihäänheitossa urheilija pyrkii saamaan välineen mahdollisimman suurella lähtönopeudella optimaalisen lentoradan suuntaan. Urheilijan on pystyttävä yhdistämään vauhti ja vetoaskeleet niin, että hyvässä vetoasennossa voidaan oikea-aikaisesti tuottaa laajalla liikeradalla suurin mahdollinen voima keihään lähtönopeuteen. Tämä vaatii räjähtävää voimaa, räjähtävän nopeuden tuottokykyä sekä liikkuvuutta. Keihään lähtönopeus on suurin kaikista heittolajeista. Mahdollisimman suuren kiihtyvyyden aikaansaamiseksi on todella tärkeää, että lihasten työskentelyjärjestys on oikea: oikean jalan jalkaterä, tukijalan reisi, kääntyvä lonkka (oikeakätisillä oikea), keskivartalon lihakset, hartiat, kyynärvarsi, kämmen ja keihäs. Tämä kaikki tapahtuu yli 80 m:n heitoissa 0,10 - 0,15 sekunnin aikana. Edellä mainittujen lihasryhmien elastisuus ja räjähtävän voiman tuottokyky ovat äärimmäisen tärkeitä. (Korjus & Ihalainen n.d). Taulukossa 1 on esitetty keihäänheittäjän tärkeimmät ominaisuudet.



Taulukko 1: Keihäänheitossa tarvittavat fyysiset ominaisuudet (Mukailtu Utriainen 1987).

4.3.1 Etenemisnopeus ja törmäysvoimat

Jalkojen ja keskivartalon jarruvoimilla on keihäänheitossa suuri merkitys. Huippuheittäjien vaakasuora etenemisnopeus on juuri ennen vetovaihetta jopa 4,5 - 6,2 m/s (Utriainen 1987, 57). Best ym. (1993) ovat mitanneet huippuheittäjille 6 - 7 m/s tukijalan tullessa maahan (Valleala 2002, 12). Korjus on saanut etenemisnopeudeksi 5 - 7 m/s (Korjus & Ihalainen n.d). Mitä suuremmasta vauhdista urheilija pystyy tekemään nopean jarrutuksen jossakin kehon osissa, sitä nopeammin vapaana liikkuvat osat lisäävät nopeuttaan. Jarrutus alkaa alhaalta tukijalasta ja nousee aallon lailla ylöspäin. Oikea-aikainen toiminta on ehdottoman tärkeää keihään maksimikiihtyvyyden kannalta. (Utriainen 1987, 54).

Keihäänheittäjä tarvitsee siis paljon voimaa vastustaakseen törmäysvoimia ja osatakseen hyödyntää niitä. Parhaissa heitoissa reaktiivoimat ovat 500-800 kiloa (Korjus & Ihalainen n.d). Suuret etenemisnopeudet tarkoittavat myös suuria törmäysvoimia, kun voimat pitää saada siirrettyä keihääseen. Tukijalkaan kohdistuvat siis erittäin suuret voimat. Heittäjän tulee pitää huolta siitä ettei polven liiallinen koukistaminen eikä nilkka-lantio-linjan liian suuri liike tuhoa heittoa voiman tuhlaantuessaa väärään suuntaan. Deporte ja Van Gheluwe (1988) ovat tutkineet törmäysvoimia ja saaneet kahdeksan heittäjän keskiarvoksi 5500 N pystyvoimaksi tukijalassa. Tämä on noin 7,2 x heittäjän oma massa (Valleala 2002, 13). Korjus (1988) on saanut samoja arvoja omassa tutkimuksessaan. Viidellä miesheittäjällä pystyvoima oli keskimäärin 5855 N. Korjus (1988) löysi myös tukijalan maksimaalisen pystyvoiman korrelaation suhteessa heiton lähtönopeuteen on $r=0.72$ (Valleala 2002, 13).

Tukijalan polvikulma laskee alimmillaan 150-155 asteeseen ja oikenee välineen irtoamishetkellä 180:n asteen tienoille (Korjus & Ihalainen n.d). Keihäänheiton lajisuorituksessa jalkojen nivelkulmat ovat siis aika suuria. Tämä on pohtimisen arvoinen asia voimaharjoittelu liikkeitä valittaessa. Hyvän vetovaiheen kiristyksset saavat aikaan ylävartalon kaarijännityksen, jolloin yläselän, olkapään ja kyynärvarren lihaksissa tapahtuu ensin voimakasta venymistä ja sen jälkeen nopea supistuminen. (Korjus & Ihalainen n.d). Venymislyhentymissykluksen hyödyntäminen keihäänheitossa onkin erittäin tärkeää. Navarro ym. (1995) ovat osoittaneet, että heittoliikkeen konsentrisen työvaihe kestää keskimäärin 60-65 ms eli noin 40 - 45 % koko vetovaiheen pituudesta. Vetovaiheessa käytetään enemmän eksentristä lihastyötä kuin konsentristä. Tämä korostaa keihäänheittäjien lajinomaista harjoittelua. Puhdas konsentrisen punttisaliharjoittelu ei riitä.

4.3.2 Lihastoiminta

Vetoasentoon tultaessa suurimmat lihasaktiivisuudet ovat ristiaskeljalan ojentajalihaksissa. Tukijalan ojentajalihasten lihasaktiivisuus lisääntyy tuen tullessa maahan, ja samalla ristiaskeleen ojentajalihasten lihastoiminnan aktiivisuus sammuu. (Utriainen 1985, 56-57). Heittoliikkeissä aktiivisimpia lihaksia ylävartalon osalta ovat yleensä rintalihas, hartialihäs, kolmipäinen olkalihas ja kaikki keskivartalon lihakset (Valleala 2002, 21-24). Kuitenkin ison rintalihaksen sekä leveän selkälihakseen on todettu näyttölevän hyvin pientä roolia heitettäessä, kun taas hartialihäs on hyvinkin aktiivinen (Valleala 2002, 21-24). Vain noin 40 % heittosuorituskyvystä pystytään tuottamaan käden tahdonalaisella ojennusliikkeellä. Suurin osa voimasta muodostuu kehon aikaansaamista kierroista, vääntömomentista ja hermotusjärjestelmän reflekseistä (Utriainen 1987, 58).

Keihäänheittäjä tarvitsee siis räjähtävää voimaa ja lajivoimaa. Jotta nämä ominaisuudet saataisiin korkealle, tarvitaan korkeat maksimivoimatasot. Kuitenkin on syytä aloittaa harjoittelu kestovoimasta, jotta saadaan luotua pohja myöhemmin kehitettävälle lajivoimalle. Keihäänheittäjän on erittäin tärkeä keskittyä myös vammojen ennaltaehkäisemiseen. Etenkin käsien jarrulihaksia tulee vahvistaa paljon. Supraspinatus, infraspinatus, teres minor sekä subscapulariksen vahvistaminen on myös tärkeää. Näitä kannattaa vahvistaa voimakkestävyys alueella. (Korjus & Ihalainen n.d).

Keihäänheittäjälle nopeus on tärkeää, koska suorituksessa tapahtuu syklistä ja asyklisiä liikkeitä. Alkuvauhti ja ristiaskeleet tarvitsevat absoluuttista nopeutta, kun taas lopun vetovaihe vaatii räjähtävää nopeutta. Nopeus keihäänheittosuorituksessa nivoutuu taidon vaaraan. Taitoa vaaditaan koko ajan. Alkuvauhdissa ja heittoaskelissa tarvitaan rytmittämiskykyä. Ristiaskelvaiheessa vaaditaan tasapainokykyä ja vetovaiheessa yhdistelykykyä sekä erottelukykyä. Vetovaiheessa erotetaan jännitys-rentoustilat toisistaan ja yhdistellään eri liikkeitä toisiinsa. (Mero 2007, 246).

4.4 Kuulantyönnön fyysinen lajiansalyysi

Kuulantyönnön lajisuuritus on kaikista yleisurheilulajeista kestoaltaan lyhytaikaisin. Suoritus kestää noin yhden sekunnin ajan. Tästä loppukiihdytys eli varsinainen työntövaihe kestää noin 0,2 - 0,25 sekuntia. Tässä ajassa pitäisi saada miesten 7,26 kg:n ja naisten 4 kg:n välineen nopeus kiihdytettyä mahdollisimman nopeaksi, koska kuulantyönnössä ainoa todella merkittävä kuulatulokseen vaikuttava tekijä on lähtönopeus (Yrjölä, 2000, 13-18). Huipputyönnöstä puhuttaessa tämä tarkoittaa 2 m/s lähtönopeuden muuntamista noin 14 m/s lähtönopeudeksi. Kuulantyöntö on siis erittäin suuren maksimivoiman muuttamista räjähtäväksi voimaksi. Kuulantyönnössä on tällä hetkellä kaksi tyyliä: pyörähtämistyyli ja perinteinen pakitustyyli. Lajivaatimukset eivät näissä kahdessa tyyliässä juuri poikkea toisistaan, mutta pyörähtämistyyli antaa myös lyhyemmälle työntäjälle mahdollisuuden päästä huipputuloksiin. Toisaalta kaksimetriselle työntäjälle rinki käy pyörähtäessä ahtaaksi. (Yrjölä 2000,17-20).

Kuulantyönnön tulokseen vaikuttaa eniten lähtönopeus. Muita vaikuttavia tekijöitä on lähtökorkeus, saaton pituus ja lähtökulma (Yrjölä 2000, 32-33). Taulukossa 2 on nähtävissä Ateenan Olympialaisten mitalikolmikön kinemaattisia muuttujia.

Nimi	Sijoitus	Työnnön pituus(m)	Irtoamiskorkeus (m)	Lähtönopeus (m/s)	Lähtökulma (aste)
Yuriy Belonog	Kulta (1.)	21.16	2.55	13.85	33
Adam Nelson	Hopea (2.)	21.16	2.33	13.95	33
Joachim Olsen	Pronssi (3.)	21.07	2.31	13.60	41

Taulukko 2: Ateenan Olympialaisten mitalikolmikön kinemaattisia muuttujia. (Haverinen,2008).

4.4.1 Lihastoiminta kuulantyönnössä

Kuulantyönnössä jalkojen kuormitus on suurta koko suorituksen ajan. Pakituksessa ensiksi kevennetään jaloilla, minkä jälkeen tulee voimakas konsentrisen lihastyö. Tämän jälkeen sama jalka joutuu voimakkaaseen eksentriseen vaiheeseen (Yrjölä 2000, 19). Liukusiirron jälkeen molemmat jalat tuottavat ojentuen nopeasti voimaa. Polvikulmat ovat pönistavalla jalalla lähtökyyristyksessä lähes 90 astetta ja työntöön tultaessa noin 100 - 110 astetta. Keskivartalon lihakset joutuvat tuottamaan runsaasti konsentrista kiertovoimaa ennen käsityönnön alkua. Työntökäsi tuottaa rajusti ojentajalihaksiston konsentrista voimaa (Yrjölä 2000, 19). Hyvään työntöasentoon pääseminen on kaikkein tärkeintä. Tähän

tarvitaan jalkojen oikea-aikaista työskentelyä. Koska vartalo on liikkeessä käsityönnön alkaessa, edeltää voimantuottoa lievä eksentrisen vaihe. Lihakset yleisesti ottaen aktivoituvat vartalon keskustan lihaksista kohti työntökäden ääriosan lihaksia. Selvästi aktiivisimpia lihaksia työnnön aikana ovat epäkäslihas ja kolmipäisen olkalihaksen keskiosa. (Haverinen 2007).

Pyörähdystekniikan lihastoiminnan kulku on lähempänä kiekonheittoa. Kiekonheitosta pyörähdys eroaa suorituksen lopussa rajusti ylöspäin suuntautuvan jalkatyön osalta. Kiekkorinkiä pienempi kuularinki aiheuttaa myös kiekonheittoa suppeamman pyörimisliikkeen. Pyörähtämisessä jalkojen voimakas ylöspäin suuntautuva työntö aikaansaa keskivartaloon suuremman esijännityksen, jonka jälkeen tapahtuu jalkojen ojentuminen (Yrjölä 2000, 19).

Tyylistä riippumatta kuulantyoöntäjältä vaaditaan korkeaa maksimivoimatasoa ja räjähtävää voimaa. Tärkeää on myös pohjan kehittäminen, jotta maksimivoima ja räjähtävä voima saadaan jalostetuksi lajivoimaksi. Korkea perusvoimataso ja nuorena hankitut voimakkestävyystasot mahdollistavat korkeammat maksimivoimatasot. Maksimivoimavaatimukset ovat kuulantyoöntäjällä heittolajeista korkeimmat. Lajin vahvan konsentrisen voimantuoton takia ovat myös penkkipunnerrusnormit kuulantyoöntäjälle korkeimmalla kaikista heittäjistä. (Yrjölä, 2000, 18-22). Terzis ym. (2007) löysivät voimakkaan yhteyden maksimikyykyyn ja kuulantyoönnön välillä ($r=0.76$, $P<0.05$) ja maksimipenkkipunnerruksen ja kuulantyoöntösuorituksen välillä ($r=0.75$, $P<0.05$) kokeneilla kuulantyoöntäjillä. Myös Georgiadis ym. (n.d) löysivät yhteyden penkkipunnerruksen ja kilpailutuloksen välillä ($r=0,68$, $p<0,01$) sekä kyykyyn ja kilpailutuloksen välillä ($r=0,55$, $p<0,05$).

Kuten muissa heittolajeissakin kestävyyttä tarvitaan lihasten paremman verenkierron aikaansaamiseksi ja lajikestävyuden parantamiseksi. Kuulantyoöntäjän tulee erityisesti keskittyä lajikestävyyteen, sillä huipputyoöntäjälle voi tulla 100-150 työntöä/harjoituskerta. (Yrjölä 2000, 22).

Nopeuden merkitys on tärkeä kuulassa. Erityisesti korostuvat räjähtävä nopeus ja jalkojen liikenopeus. (Yrjölä 2000, 18-22).

Taidon osalta tärkein tekijä on hyvä rytmittämiskyky. Rinki on pieni, ja miehet/naiset isoja, mikä luo vaatimukset vielä nopeammalle rytmittämiskyvylle. Kuulantyoöntö on rytmisen suoritus. Isojen työntäjien haasteena on myös tasapainokyky. Varsinkin pyörähtämistyyllissä tapahtuu pyörivää liikettä, eteenpäin suuntautuvaa liikettä ja ylöspäin suuntautuvaa liikettä. Työntäjän kosketus kehään on myös hyvin pieni - yleensä pelkästään päkiä ja

tämä lisää tasapainon tarvetta. Jos asentoa joudutaan korjailemaan, kuluu tähän aikaa ja rytmi voi häiriintyä. Tällöin kiihtyvyys kärsii, mikä näkyy varmasti kuulatuloksessa. Kuulan liikerata pitää saada laaja-alaiseksi ja tasaisesti kiihtyväksi (Yrjölä 2000, 22). Erottelukyky ja yhdistelykykyä tarvitaan nimenomaan työntövaiheessa (Mero 2007, 246).

4.5 Kiekonheiton fyysinen lajiansalyysi

Kiekonheitto on rotaatiolaji. Niin kuin kuulankin suoritus, on suoritus aika todella lyhyt. Se kestää yleensä huipputaso heittäjillä noin 0,78 - 0,90 sekuntia (Panoutsakopolous 2006). Tässä ajassa väline pyritään saattamaan optimaaliseen lentorataan mahdollisimman suurella nopeudella. Yli 60 metrin heitossa kiekon lähtönopeus on 23-24 m/s ja ennen loppuvetoa se on 7-8 m/s. Tämä 16-17 m/s kiihtyvyys saavutetaan runsaassa 0,2 sekunnissa, mikä merkitsee sitä, että heittäjällä täytyy olla runsas määrä räjähtävää voimaa. (Haaranen 2004, 38).

Kiekonheiton vauhtipyörähdyksessä heittäjä varastoi vartalonsa liike-energiaa, joka purkautuu loppuvetossa jaloista keskivartalon kautta piiskamaiseen heittokäteen ja siitä väliineseen. Voimantuotto tapahtuu etupäässä jalkojen ja keskivartalon lihaksista oikea-aikaisella säätelyllä ja tarkoituksenmukaisilla nopeuksilla. Kiekonheittäjä tarvitsee myös liikkuvuutta niin jalkoihin kuin rintarankaan, jotta liike-energiaa voi varastoitua mahdollisimman paljon piiskaavaan heittokäteen.

Heiton pituuteen vaikuttavat kiekon lähtönopeus, lähtökulma, aerodynamiikka ja lähtökorkeus. Näistä lähtönopeus vaikuttaa jopa 90 % heiton pituuteen. Koska lähtökorkeus vaikuttaa myös heiton pituuteen on kiekonheittäjillä antropometrisia vaatimuksia pituuden ja sylivälin suhteen. Hyvä kiekonheittäjä on yleensä yli kaksimetrinen, ja syliväli on reilusti päälle sen. (Haaranen 2004, 39).

4.5.1 Kiekonheiton fyysiset vaatimukset

Kiekonheitossa väline on suuressa roolissa, ja heittäjä tarvitseekin hyvän koordinaatiokyvyn, tasapainokyvyn, yhdistelykyvyn, erottelukyvyn ja rytmittämiskyvyn, jotta kiekko saadaan pyörimään akselinsa ympäri tasaisesti (Haaranen 2004, 38-40). Erityisesti jalat ja keskivartalonkiertolihakset kuormittuvat kiekonheittosuorituksessa. Jalkojen tuottaman voiman vaikutus heiton pituuteen on arveltu olevan jopa noin 70 % (Haaranen 2004, 38). Varsinkin etu- ja takareisiltä vaaditaan suurta voimantuottoa. Polvikulmat vaihtelevat kiekonheittosuorituksessa 90-180 asteen välillä. Suurimmillaan polvikulma on liikkeellelähdössä, kun heittäjä lähtee nojalle, ja vasen polvi pysyy koukussa. Oikea polvikulma on suurimmillaan vetovaiheeseen tultaessa. Polvikulmat ojentuvat vetovaiheen lopussa, kiekon irtoamishetkellä. (Haaranen 2004, 38).

Karampatsos ym. (2011) eivät löytäneet yhteyttä maksimikyykyyn ja kiekonheiton kokonaissuorituksen välille ($r=0,61$). Sen sijaan he löysivät erittäin vahvan yhteyden maksimi

vinopenkkipunnerruksen ja kiekonheiton kokonaissuorituksen välillä ($r=0.96$) kokeneilla kiekonheittäjillä. Kuitenkin Karampatsos ym. (2011) näkivät jalkojen käytön tärkeänä. Voimakas oikean etureiden aktivaatio vetovaiheessa korreloi kiekonheittotuloksen kanssa ($r=0.80$, $p<0.05$). Kyykkytuloksen huono korrelaatio voi johtua kiekonheiton korkeammasta liikenopeudesta verrattuna esimerkiksi kuulantyyntöön, missä Terzis ym. (2007) löysivät yhteyden maksimikyykyn ja kuulantyyntöön välillä ($r=0.76$, $P<0.05$). Tietyn tason löydyttyä maksimikyykyssä ei sen kehittäminen luultavasti kehitä kiekonheittotulosta enää paremmaksi (Terzis ym. 2007).

Rotaatiolajina kiekonheitossa pohkeet ja nilkat ovat erityisen kovilla. Heittäjän pitää pysyä päkiällä ja pyöriä vielä isolla painolla ja suurella nopeudella. Vetovaiheessa kuormitus kohdistuu suuresti rintalihaksiin. Kiekon lähtönopeuteen vaikuttavista tekijöistä pyörimisliike pysty akselin ympäri on ylivoimaisesti suurin tekijä. Se on noin 93 %, eli eteneminen heittosuuntaan muodostaa vain noin 7 % lähtönopeuteen tulevasta voimasta. (Haaranen 2004, 38-39).

Kiekonheittäjä tarvitsee nopeutta. Tärkein nopeuden laji on räjähtävä nopeus. Jotta voiman ja nopeuden voi hyödyntää, tarvitaan lajinopeutta. (Haaranen 2004, 38-39).

4.6 Moukarinheiton fyysinen lajiansalyysi

Moukarinheittosuorituksessa tärkeää on välineen lähtönopeuden maksimointi ja välineen saaminen oikeaan lähtökulmaan. Nämä kaksi tekijää vaikuttavat heiton pituuteen (Auvinen & Ahola 2002, 46). Lähtökorkeus vaikuttaa myös heiton pituuteen, mutta tähän heittäjä harvemmin pystyy itse vaikuttamaan. Lähtökorkeuden merkitys on minimaalinen ja esimerkiksi Tutjowich (1976) on osoittanut, että 44 asteen kulmaan heitettäessä 20 cm korkeammalle jatkuneella vedolla saavutetaan vain 18 cm tulosparannus (Linja, 2002, 23). Moukarinheittäjien antropometriset vaatimukset eivät ole siis kovin korkealla. Optimaalinen lähtökulma on noin 44 astetta. 5 astetta matalampi lähtökulma aiheuttaa noin 1 metrin heikkenemisen heittopituudessa. Tämän vuoksi on hyvä löytää urheilijalle oma optimaalinen lähtökorkeus suhteessa heiton lähtönopeuteen. (Linja 2002, 22).

Lähtönopeudella on ylivoimaisesti tärkein tekijä suhteessa heiton pituuteen. 1 m/s ero lähtönopeudessa vaikuttaa heittotulokseen noin 5 metrin verran. Miehillä tarvitaan 30 m/s lähtönopeus 80 metrin heittoon. Naisilla vastaavasti 25 m/s nopeus riittää noin 65 metrin tulokseen. Myös aerodynamiikalla on merkitystä moukarinheitossa. Ilmanvastuksen vaikutus tulokseen on noin 3 metriä ja tuulen vaikutus (2m/s) noin 0,5 metriä (Linja 2002, 22-23).

4.6.1 Lihastoiminta moukarinheitossa

Pyörähdyksistä aiheutuva keskipakoisvoima on suuri vaikuttaja moukarinheitossa. Heittäjän on rakennettava vahva alaselkä sekä jalat, jotta hän kykenee ottamaan keskipakoisvoimat vastaan staattisella lihastyöllä. (Auvinen & Ahola 2002, 46-49). Keskipakoisvoima on 80 metrin heitossa 350 kiloa ja 50 metrin heitossa 175 kiloa. Vastavoimat kohdistuvat nimenomaan alaselälle ja jaloille. Olympiavoittaja Koji Murofushi on sanonut hyvin, ettei kanootista voi ampua tykillä, se menee rikki. Pitää olla vankka perusta, jotta voimat välittyvät. (Nevalainen 2013, 29-31). Moukaripallon kiihdytys tapahtuu keskivartalon kiertoliikkeen avulla. Erityisesti moukarinheitossa tulee huomioida selän ja vatsan kiertoliikkeen voima sekä kylkilihasten voimakkuus, jotta saadaan aikaan tehokas kiihdytys. Heiton tulee kiihtyä loppuun asti. Heittäjän on kyettävä säilyttämään koko heiton ajan mahdollisimman suuri liikelaajuus, jotta saadaan aikaan mahdollisimman suuri lähtönopeus. Välineen nopeus lisääntyy siis melko tasaisesti koko suorituksen ajan ja tämän takia moukarinheittoa ei voida pitää suurta räjähtävyyttä vaativana lajina. Sen sijaan staattisella voimalla on suuri merkitys suorituksessa, kun keskipakoisvoima yrittää hajottaa liikelaajuuden, tulee heittäjän säilyttää suuri liikelaajuus keskipakoisvoimasta huolimatta. (Auvinen & Ahola 2002, 46-49).

Moukarinheitto kuormittaa ennen kaikkea jalkojen ja keskivartalon lihaksia (Auvinen & Ahola 2002, 46). Ojanen (2005) on osoittanut, että heiton pituuden ja jalkojen isometrisen ojennuksen ($r=0.725$, $p=0.012$, $n=11$) ja vartalon koukistuksen ($r=0.616$, $p=0.044$, $n=11$) välille merkitsevän korrelaatio veteraanimoukarinheitäjillä. Vaikka moukarinheitossuoritus ei voida pitää suuren räjähtävyyden vaativana lajina (Auvinen & Ahola 2002, 46-49), on moukarinheitossuorituksen ja pään yli taakse kuulanheiton välille silti löydetty merkittävä korrelaatio ($r = 0.95$, $p < 0.01$) (Terzis, Spengos, Kavouras, Manta & Georgiadis 2010).

Moukarinheitäjän tärkeimmät voimalajit ovat laji- ja maksimivoima. Lajiominaisuuksia kehitetään ylipainoisilla välineillä ja tekemällä erilaisia keskivartalon kiertoja (Auvinen & Ahola 2002, 46-49). Nopeus moukarinheitäjällä tarkoittaa kykyä pyöriä kantapään ja päkiän kautta nopeasti ympäri. Pyörimisnopeus ei ole suoraan verrattavissa juoksunopeuteen, joten parasta nopeusharjoittelua on lajiharjoittelu kevyemmällä välineillä. Hyvä perusnopeus on kuitenkin kaiken tekemisen pohja. (Auvinen, Ahola, 2002, 46-49).

Moukarinheitossuoritus vaatii taitavuutta, rytmitajua, tasapainotaitoa, lihashallintaa ja koordinaatiokykyä (Auvinen & Ahola 2002, 46-49).

5 Heittäjän fyysisen suorituskyvyn testaaminen

Kuntotestit jaetaan laboratorio- ja kenttätesteihin. Laboratoriotestejä tehdään urheilijan suorituskyvyn mittaamiseen siihen suunnitellulla yleensä kalliilla välineistöllä. Kenttätestit tehdään harjoitustilanteessa, ja ne ovat helppo ja halpa tapa testata urheilijoita. (Kantola 2007, 208-209).

Yleisurheilun heittolajeissa on tehty enemmän kenttätestejä ja vähemmän laboratoriossa tehtäviä testejä. Kenttätestien etuja ovat ne, että ovat helposti toteuttavissa ja lähellä omaa lajia. Kenttätestien tulokset eivät ole yhtä luotettavia kuin laboratoriotestit, mutta niitä käytetään enemmän testien lajinnomaisuuden takia. (Macdougall & Wenger 1991, 5). Kenttätesteissä esimerkiksi tuulen nopeuteen, ilman lämpötilaan, ilman kosteuteen ja suorituspaikan kuntoon ei voi vaikuttaa. Näistä heikkouksista huolimatta kenttätestit ovat kuitenkin suhteellisen tarkkoja. Australialaisen seurantaohjelman mukaan juoksutestien (20 ja 30 metriä) vaihteluväli on vain 0,03 - 0,04 sekuntia toistettujen kertojen välillä, kun testit tehtiin eri paikassa ja eri päivinä. Pystysuuntaiset hyppy taas vaihtelevat noin 2 cm. Voidaan siis olettaa, että kenttätestit antavat tarpeeksi tarkkaa mitattua tietoa valmentajalle ja urheilijalle. (Woolford, Polglaze, Rowsell & Spencer 2013, 231).

5.1 Mitä testit kertovat?

Kilpailutulokset on tärkein mittaava tekijä. Kilpailutulokset kertovat vain kehityksen suunnan, eivät siihen vaikuttaneita yksittäisiä tekijöitä. Testaaminen on tämän takia keskeinen osa tavoitteellista urheilua. Testitulokset auttavat valmentajaa ja urheilijaa näkemään, mistä muodostuvat urheilijan suorituskyvyn eri osa-alueet. Ja auttavat suunnittelemaan harjoittelun suuria linjoja kohti suorituskyvyn ja kilpailutuloksen kehittymistä. (Kantola 2007, 208).

Testit kertovat urheilijan vahvuudet ja heikkoudet suhteessa heidän urheilulajiinsa. Testit antavat dataa yksilöllisten harjoitusohjelmien tekemiseen (Macdougall & Wenger 1991, 2). Testejä on myös helppo verrata aikaisempiin testeihin. Tulokset kertovat nopeasti, mihin suuntaan urheilija on edennyt vai onko edennyt. Testit kertovat myös terveydentilasta. Väliin jääneet testit kertovat ongelmista terveyden kanssa. Testit ovat myös fyysisesti vaativia. Normaalisissa terveystarkastuksissa ei välttämättä löydetä sellaisia epänormaalisuuksia, jotka voivat tulla ilmi kenttätesteissä (Macdougall & Wenger 1991, 2-4). Testit auttavat kehittämään urheilijan suorituskykyprofiilia. Ne ovat hyvä motivaation lähde, jos muutoksia on tullut suuntaan tai toiseen (Woolford, Polglaze, Rowsell & Spencer 2013, 231).

Lisäksi testit ovat kasvatuksellinen tilanne (Macdougall & Wenger 1991, 2), missä urheilija oppii tuntemaan omaa kehoaan ja oman lajinsa fyysisiä vaatimuksia.

5.2 Heitoissa käytetty testipatteristo

Heittäjien testaaminen vaihtelee suuresti. Esimerkiksi alueleireillä painotukset ovat vaihdelleet vuosien mittaan. Testauspatteristo on kuitenkin pysynyt suunnilleen samana. Alueleiri-ikäisenä kehitetään vielä kaikkia ominaisuuksia monipuolisesti, ja tämä näkyy testien isossa määrässä. Suuri ero on siinä, mitä huippu-urheilijat testaavat ja miten. Moni huippu-urheilija taustaryhmineen on jo ehtinyt huomioida omat vahvuutensa ja heikkoutensa, mikä vaikuttaa valittuihin testeihin. Urheilija on myös saattanut löytää urallaan perusominaisuuksiensa optimitason, minkä jälkeen on keskitytty lajiominaisuuksiin. Urheilijatyypin huomioiminen on myös huipputasolla helpompaa kuin laajassa otannassa. Monet heittäjät ovat hyvin erilaisia antropometrisiltä mitoiltaan. Taulukossa 3 näkyvät Suomessa käytetyimmät kenttätetit heittäjille.

Testipatteristossa mitataan nopeusvoimaa, maksimivoimaa, räjähtävää voimaa, kestävyyttä, liikkuvuutta ja lihaskuntoa. Perinteisissä tangolla suoritetuissa voimaharjoitteluliikkeissä liike hidastuu loppua kohden. Heittäminen on kuitenkin ballistista liikettä eli liikettä, jota kiihdytetään liikkeen loppuun asti. Pelkästään perinteisen voimaharjoittelun tekeminen voi siis olla epäedullista heittäjille. Heittäjien tulisi harjoitella niin, että he kiihdyttävät liikuttavaa massaa loppuun saakka. Esimerkiksi kyykky hypyllä ja penkkipunnerrus heitolla, missä kummassakin kiihdytetään liikettä aivan loppuun saakka.

Zaras ym. (2013) löysivät yhteyden ballistisen harjoittelun ja parantuneen kuulantyyntötoloksen välille. Tästä syytä koetetaan heittäjiä testata myös lajinomaisilla testeillä, missä väline on tarkoitus saada lentämään mahdollisimman kauas. Lajinomaisia kenttätestejä yleisurheilussa ovat erilaiset kuulanheitot. Nopeusvoimaominaisuuksia mittaavia kenttätestejä ovat erilaiset loikat ja hypyt. Näissä voimantuottoajat ovat pidempiä kuin juostessa mutta lyhyempiä kuin punttisalilla tehtävissä nopeusvoimaharjoitteluissa.

Heittolajeissa esimerkiksi kuulantyyntäjän nopeusvoimasuorituksessa voiman rooli on huomattavasti korkeampi kuin keihäänheittäjällä. Heittolajeissa voittaja on se, joka saa välineelle suurimman lähtönopeuden optimaalisimpaan lähtökulmaan. Voimantuottonopeuden kehittämispotentiaali on varsin huono verrattuna maksimivoiman kehittämispotentiaaliin. Sen takia pelkillä nopeusvoimaharjoituksilla päästään vain rajalliseen pisteeseen saakka. Sen jälkeen tulee samoilla voimantuottonopeuksilla tuottaa enemmän voimaa eli parantaa maksimivoimatasoja. Näitä tasoja mittaavat yleisurheilun kenttätesteissä punt-

tisallilla tapahtuvat harjoitteet. Maksimivoimatestit tehdään moninivelliikkoina. Ne tapahtuvat yleisesti vapailla tangoilla. Mitataan sitä maksimaalista kuormaa, mitä urheilija kykenee liikuttamaan toistoalueella 1-3. Huippu-urheilijat käyttävät tehon mittaamiseen dynamometriä ja usein myös valokennoista rakennettua heittoporttia, millä mitataan kehon voima-nopeusominaisuuksia. Varioimalla välineen painoja saadaan määritettyä voima-nopeus-käyrä helposti. Samalla nähdään urheilijan vahvuudet ja heikkoudet.

Räjähävä voima /nopeus	Liikenopeus	Maksimivoima	Kestävyys /Lihaskunto	Liikkuvuus
3 Tasaloikka	30m juoksu paikaltaan	Tempaus	Cooper	Silta
5 Tasaloikka	20m juoksu paikaltaan	Rinnalleveto	Leuat	Lavat
5 Vuoroloikka	20m lentävä juoksu	Penkkipunnerrus	Vatsalihasliike riipunnasta	Eteentaivutus
10 Vuoroloikka		Etukyykky	Dippi	Spagaati vas./oik.
Vauhditon pituus		Takakyykky	Vatsalihasliike toistomaksimi	
Kuulanheitto pään yli taakse		Yliveto	Selkälihasliike toistomaksimi	
Kuulanheitto pään yli eteen		Työntö niskan takaa		
Kuulanheitto alhaalta eteen		Maastaveto		

Taulukko 3: Yleisurheilussa heittäjille käytetty testipatteristo.

6 Suomen Urheiluliiton heittojen ominaisuusnormistot

Suomen Urheiluliiton ominaisuusnormistot on esitetty tässä luvussa laji kerrallaan. Tässä tutkimuksessa käsitellään myös muutamia sellaisia kenttätestejä, mitä näistä taulukoista ei löydy. Nämä testit on listattu luvun lopussa.

Keihäs	Miehet									
Tulos m:	600g	70	75	80						
	800g	50	55	60	65	70	75	80	85	90+
kg	RTE	50	60	70	75	86	95	100	110	120
	RRV	70	80	90	100	115	130	140	145	150
	JKE	80	90	100	110	130	150	170	180	180
	JKT	100	110	120	130	150	170	190	200	200
	PP	70	80	90	100	115	120	135	140	145
	YLIVETO	60	70	80	90	95	100	110	120	125
cm	5-VL	1350	1400	1450	1500	1580	1600	1620	1640	1660
	3-TL	800	820	880	900	930	960	1000	1020	1050
	1-TL	260	270	280	290	300	305	310	320	325
5kg	P.Y.T.	1500	1550	1650	1750	1850	1950	2000	2050	2100
4kg	P.Y.E.	1200	1300	1400	1500	1600	1800	1900	2000	2100
Keihäs	Naiset:									
Tulos m:	600g	50	55	60	65	70	75			
kg	RTE	40	50	60	70	80	90			
	RRV	50	70	80	90	100	110			
	JKE	50	70	80	90	100	110			
	PP	60	70	75	80	90	95			
	YLIVETO	50	55	60	65	70	75			
Cm:	5-VL	1250	1300	1350	1380	1410	1420			
	3-TL	770	800	830	850	880	900			
	1-TL	240	250	255	260	265	270			
4kg	P.Y.T.	1500	1600	1700	1750	1800	1850			
2kg	P.Y.E.	1700	1800	1900	2000	2100	2200			

Taulukko 4: Keihään ominaisuusnormisto. (Auvinen 2011, 68-69).

Kiekko	Miehet									
Tulos m:	1,5	45	50	55	60					
	1,75	40	45	50	55	60				
	2,00			43	47	50	55	60	65	70
	2,50					40	45	50	55	60
kg	Massa	75	80	90	95	100	105	110	115	120
	RTE	65	70	75	80	90	100	110	125	140
	RRV	85	95	100	110	120	135	150	165	180
	JKE	90	100	110	120	135	150	170	190	210
	JKT	120	130	140	155	170	190	210	230	250
	PP	90	100	110	120	135	150	170	190	210
cm	5-VL	1300	1350	1400	1450	1500	1575	1650	1650	1650
	3-TI	790	820	850	880	915	960	1010	1050	1100
	1-TI	250	260	270	280	290	305	320	335	350
	7,26	Kuula p.y.t		1350	1450	1600	1750	1900	2100	2250
	7,26	Kuula a.e		1200	1300	1400	1500	1650	1750	1850
Kiekko	Naiset:									
Tulos m:	1,0	40	45	50	55	60	65	70		
kg	Massa	60	65	70	75	80	85	90		
	RTE	40	50	60	70	80	85	90		
	RRV	60	70	80	90	100	110	120		
	JKE	60	70	85	100	115	130	140		
	JKT	80	90	105	120	135	155	170		
	PP	45	55	70	85	100	115	130		
Cm:	5-VL	1120	1190	1265	1340	1390	1440	1440		
	3-tl	700	745	790	840	870	900	900		
	1-TL	225	240	255	270	280	290	290		
	4	Kuula p.y.t	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200	
	4	Kuula a.e.	1050	1200	1350	1450	1600	1750	1900	

Taulukko 5: Kiekonheiton ominaisuusnormisto. (Auvinen 2011, 68-69).

Kuula	Miehet									
Tulos m:	5,44 kg	1600	1700	1800	1900					
	6,25	1450	1550	1650	1750					
	7,26		1400	1500	1600	1800	1900	2000	2100	2200
	massa kg:	95	100	105	110	115	120			
	RTE	90	95	100	105	110	120	130	140	150
	RRV	120	125	130	140	150	160	170	180	200
	JKT	160	170	180	195	210	230	250	275	300
	PP	120	125	135	160	170	180	190	200	220
	TT	100	110	120	130	150	170	190	210	220
cm	5-VL	1460	1500	1540	1580	1620	1650			
	3-TI	880	910	940	980	1000	1025	1050		
	1-TI	280	285	295	300	305	310	315,00	320	350
	Kuula p.y.t	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300
	Kuula a.e	1350	1450	1550	1650	1700	1800	1900	2000	2100
Kuula	Naiset:									
Tulos m:	4,0kg	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	
	massa kg:	65	70	75	80	80	85	90	95	
	RTE	60	67	75	82	90	97	105	112	
	RRV	80	87	95	102	110	117	125	132	
	JKT	130	140	150	160	170	180	190	200	
	PP	70	80	85	92	100	107	115	122	
	TT	70	80	85	92	100	107	115	122	
Cm:	5-VL	1310	1340	1370	1400	1420	1440	1460	1480	
	3 tl	790	810	830	850	870	890	910	930	
	1-TL	240	250	260	270	275	280	290	300	
	Kuula p.y.t	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	
	Kuula a.e.	1350	1450	1550	1650	1750	1850	1950	2050	

Taulukko 6: Kuulantyönnön ominaisuusnormisto. (Auvinen 2011, 68-69).

Moukari	Miehet									
Tulos m:	5,44 kg	55	60	65	70	75	80	85		
	6,25		55	60	65	70	75	80	85	90
	7,26			55	60	65	70	75	80	85
	8,0				55	60	65	70	75	80
	9,0					55	60	65	70	75
	massa kg:	80	85	90	95	100	105	110	115	120-
	RTE	70	80	90	100	105	110	115-120	120-130	130-
	RRV	100	110	120	130	140	150	160-170	170-185	190-
	JKE	125	135	150	160	170	185	200		
	JKT	145	155	170	180	200	225	250		
cm	10-VL	27,50	28,00	28,50	29,00	29,50	30,00			
	5-VL	13,50	14,00	14,50	15,00	15,50	16,00	16,50		
	3-TL	750	800	850	900	930	960	10,00		
	1-TL	270	280	290	300	310	320	330		
	Kuula p.y.t	14,50	15,50	16,00	17,00	17,50	18,00	19,00	20,00	
	Kuula a.e	13,00	14,00	14,50	15,00	15,50	16,50	17,50	18,50	
Moukari	Naiset:									
Tulos m:	3,0 kg	50	55	61	66	71	76	81		
	4,0	45	50	55	60	65	70	75		
	5,0	40	45	50	55	60	65	70		
	RTE	45	50	60	65	70	75	80		
	RRV	65	70	80	85	90	100	110		
	JKT	85	100	110	130	140	150+	150+		
	JKE	75	80	85	100	110	120	130+		
Cm:	10-VL	23,50	24,50	25,50	26,50					
	5-VL	11,50	12,00	12,50	13,00	13,40				
	3-TL	670	710	750	790	820				
	1-TL	240	250	260	270	280	290			
	Kuula p.y.t 4kg	13,00	14,00	15,00	17,00	18,00	19,00			
	Kuula a.e.	11,50	12,50	13,50	15,50	16,50	17,50			

Taulukko 7: Moukarinheiton ominaisuusnormisto. (Auvinen 2011, 68-69).

Lyhenteiden selitykset:

RTE	Raaka tempaus
RRV	Raaka rinnalleveto
JKT	Jalkakyykky takaa
JKE	Jalkakyykky edestä
5-VL	vauhditon 5-loikka vuorojalkaa
3-TL	vauhditon 3-loikka tasajalkaa
1-TL	vauhditon pituus
p.y.t	kuulanheitto pään yli taakse oman sarjan välineellä
a.e	kuulanheitto etukautta jalkojen välistä eteen

Alueleiri-ikäisten heittäjien ohjeellinen ominaisuuksien kehitystaulukko näkyy taulukossa 8. Tähän koottu ne ominaisuudet mitkä eivät näy tarkemmin lajikohtaisessa erittelyssä. (Auvinen 2011, 68-69).

	Pojat			Työt		
	15 v	16 v	17 v	15 v	16 v	17 v
leuanveto	10	12	15	3	5	8
VLL riip.	8	12	15	3	6	9
10-VL	2700	2800	2900	2400	2500	2600
5-TL	1400	1450	1500	1200	1250	1300
20 m lent.	2,45	2,40	2,35	2,60	2,55	2,50
Cooper	2700	2750	2800	2400	2450	2500

Taulukko 8: Alueleiri ikäisten heittäjien ohjeellinen ominaisuuksien kehitystaulukko. (Auvinen 2011, 68-69).

7 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, mitkä ovat eritasoisten heittäjien suorituskykyvaatimukset kenttätesteissä ja miten testit korreloivat kilpailutuloksen kanssa. Tutkimuksen tuotteenä oli tarkoitus tuottaa jokaiselle heittolajille ominaisuusnormisto.

Tutkimusongelmiksi valikoitui seuraavat kaksi:

1. Mitkä kenttätestit korreloivat parhaiten kilpailutuloksen kanssa?
2. Millaiset ovat heittäjien suorituskykyvaatimukset käytännön kenttätesteissä?

7.1 Tutkimusmenetelmät

Aineistona käytettiin tehtyjä kenttätestejä, tutkimukseen otettiin mukaan jokaisen vuoden paras tulos. Alueleireiltä mukaan otettiin leirien paras tulos kunakin vuonna. Suomen Urheiluliitto järjestää alueleirejä kolme kertaa kaudessa. Aineisto kerättiin alueleireiltä välillä 1993 - 2015, lajivalmentajilta ja Suomen Urheiluliiton julkaisuista Heitto- ja hyppyuutiset, sekä Huippu-Urheilu-Uutiset.

Aineiston ongelmana on se, että monet urheilijat käyttävät eri testejä. Aineistoon kertyi paljon erilaisia testejä, mitkä mittaavat samaa ominaisuutta mutta eivät ole kuitenkaan keskenään vertailukelpoisia. Tämän vuoksi joidenkin testien otoskoot kärsivät. Myöskään testien suoritustapaa kenttätesteissä ei ole kontrolloitu.

Aineisto kerättiin heittolajeittain Microsoft Office Excel 2010 -ohjelmaan. Tilastopaja.fi -osoitteesta etsittiin urheilijoiden paino ja pituus. Tämän jälkeen laskettiin tuloksen ja jokaisen testin välinen korrelaatio. Tuloksia tarkasteltiin pistejoukkona, ja jokaiselle testille määritettiin trendiviiva. Trendiviivan kaavalla laskettiin ominaisuusnormistot jokaiselle tulos metrille. Trendiviiva on se viiva, jonka etäisyys kustakin pisteestä on pienin mahdollinen eli yhtä kuin pienimmän neliösumman suora. (Metsämuuronen 2000, 48). Kulmaker-toimen paikalle vaihdettiin haluttu kilpailutulos. Laskutuloksena syntyi tarvittava kenttätestitulokset.

7.2 Koehenkilöt

Koehenkilöiden ikäjakaumat on esitetty alla olevissa taulukoissa. Ikäjakaumista näkee, minkä ikäisiä heittäjiä on aineistossa ollut. Heittäjien ikä vaikuttaa siihen, mitä ominaisuuksia testaamisessa on painotettu.

Miehet keihäs			Naiset keihäs		
Ikä	Luku- määrä	Prosent- tia	Ikä	Luku- määrä	Prosent- tia
15	1	1,1 %	14	1	2,0 %
16	3	3,3 %	15	2	3,9 %
17	12	13,3 %	16	6	11,8 %
18	18	20,0 %	17	9	17,6 %
19	9	10,0 %	18	7	13,7 %
20	9	10,0 %	19	7	13,7 %
21	7	7,8 %	20	8	15,7 %
22	6	6,7 %	21	4	7,8 %
23	5	5,6 %	22	2	3,9 %
24	5	5,6 %	23	1	2,0 %
25	6	6,7 %	24	1	2,0 %
26	2	2,2 %	25	2	3,9 %
27	2	2,2 %	28	1	2,0 %
28	1	1,1 %	Yhteensä	51	100,0 %
29	2	2,2 %			
30	1	1,1 %			
31	1	1,1 %			
Yhteensä	90	100,0 %			

Taulukko 9: Keihään aineiston ikäjakaumat.

Keihään aineistossa painottuvat 17-19 vuotta vanhat heittäjät, mikä antaa aineistolle tietyn leima. Voima-arvot eivät ole niin korkeat kuin aikuisilla heittäjillä. Keihään aineisto on kuitenkin suhteellisen laaja, ja otantaa on laajasti eri ikäryhmistä.

Miehet kiekko			Naiset kiekko		
Ikä	Lukumäärä	Prosenttia	Ikä	Lukumäärä	Prosenttia
15	3	7,5 %	15	1	3,3 %
16	7	17,5 %	16	3	10,0 %
17	9	22,5 %	17	9	30,0 %
18	6	15,0 %	18	12	40,0 %
19	4	10,0 %	19	3	10,0 %
20	4	10,0 %	20	1	3,3 %
21	1	2,5 %	22	1	3,3 %
22	1	2,5 %	Yhteensä	30	100,0 %
23	1	2,5 %			
27	1	2,5 %			
28	1	2,5 %			
32	2	5,0 %			
Yhteensä	40	100,0 %			

Taulukko 10: Kiekon aineiston ikäjakauma.

Kiekon aineistossa painottuvat myös nuoret, ja aineisto on hieman pienempi kuin keihäessä. Naisten kohdalla aineisto painottuu 17-18 vuotta vanhoihin heittäjiin.

Miehet kuula			Naiset kuula		
Ikä	Lukumäärä	Prosenttia	Ikä	Lukumäärä	Prosenttia
15	1	1,7 %	15	1	4,5 %
16	3	5,2 %	16	6	27,3 %
17	5	8,6 %	17	4	18,2 %
18	7	12,1 %	18	7	31,8 %
19	9	15,5 %	19	4	18,2 %
20	5	8,6 %	Yhteensä	22	100,0 %
21	5	8,6 %			
22	4	6,9 %			
23	4	6,9 %			
24	4	6,9 %			
25	4	6,9 %			
26	3	5,2 %			
27	1	1,7 %			
28	1	1,7 %			
29	1	1,7 %			
30	1	1,7 %			
Yhteensä	58	100,0 %			

Taulukko 11: Kuulan aineiston ikäjakauma.

Miesten kuulan aineisto on tasaisesti painottunut. Naisten aineisto on taas harmittavan pieni ja vanhimmat heittäjät aineistossa on 19 - vuotta vanhoja. Sen takia tuloksiin on saattanut tulla vääristymiä.

Miehet Moukari			Naiset Moukari		
Ikä	Lukumäärä	Prosenttia	Ikä	Lukumäärä	Prosenttia
15	3	4,2 %	15	3	5,7 %
16	7	9,9 %	16	13	24,5 %
17	7	9,9 %	17	5	9,4 %
18	8	11,3 %	18	7	13,2 %
19	11	15,5 %	19	8	15,1 %
20	6	8,5 %	20	7	13,2 %
21	4	5,6 %	21	1	1,9 %
22	2	2,8 %	22	3	5,7 %
23	3	4,2 %	23	2	3,8 %
24	2	2,8 %	24	3	5,7 %
25	1	1,4 %	33	1	1,9 %
26	3	4,2 %	Yhteensä	53	100,0 %
27	2	2,8 %			
28	3	4,2 %			
29	2	2,8 %			
30	2	2,8 %			
31	2	2,8 %			
32	2	2,8 %			
33	1	1,4 %			
Yhteensä	71	100,0 %			

Taulukko 12: Moukarin aineiston ikäjakauma.

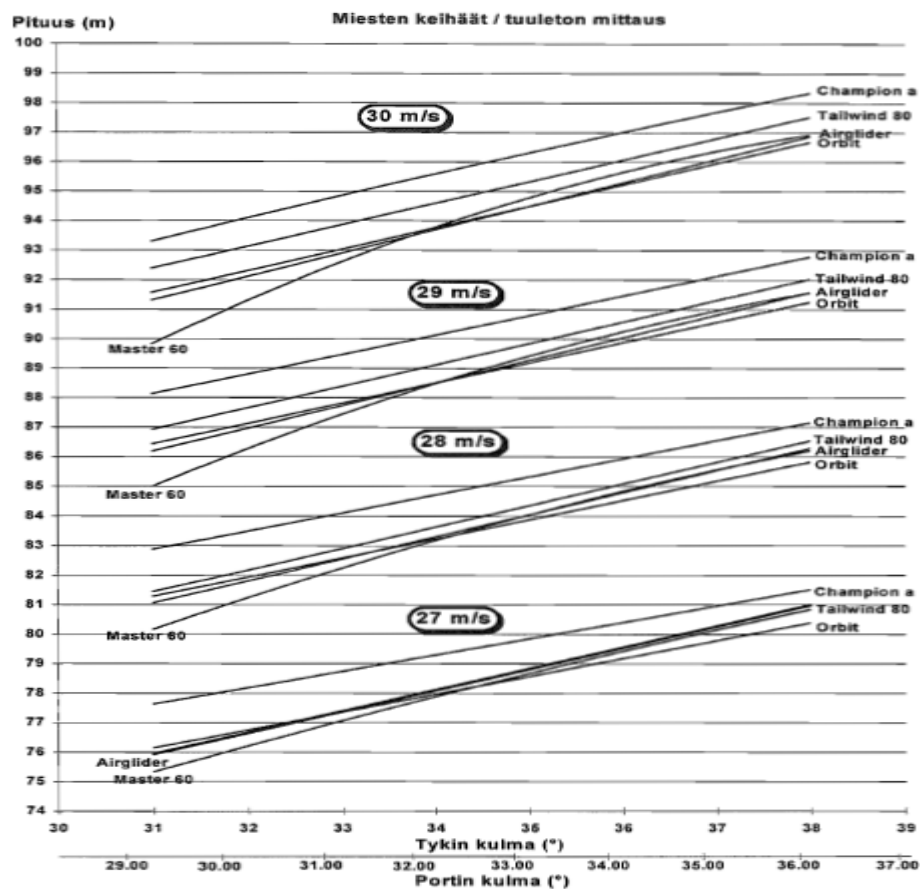
Moukarin aineisto on suhteellisen laaja. Nuorten moukarinheittäjien osuus painottuu, mutta otantaa on kuitenkin jokaisesta ikäryhmästä.

7.3 Keihään aineisto

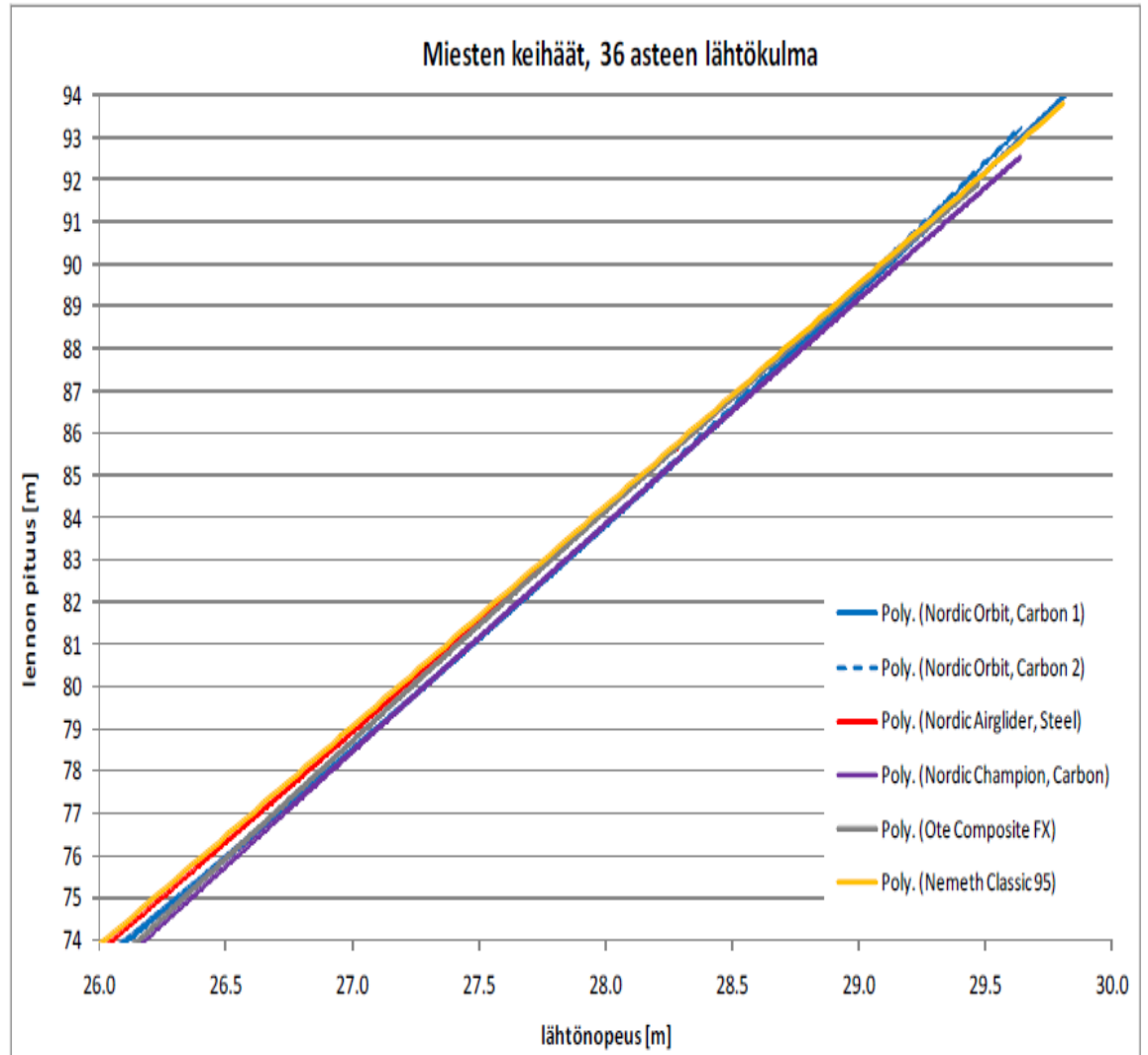
Keihään aineistossa kävi ilmi, että tuloksia on heitetty niin vanhalla liidokkimallilla kuin röpelöpintaisella mallillakin. Aineistossa vanhan keihäsmallin tuloksista on vähennetty 10,5 %. Ei ole tehty tutkimuksia siitä, kuinka paljon eroa vanhalla keihäsmallilla on nykyiseen. Tässä tutkimuksessa luotan Kinnusen näkemykseen (2015), jonka mukaan ero on noin 9-12 %.

Röpelömallisen keihään tuloksista on vähennetty aineistossa 1,25 metriä. Tämä perustuu KIHUn tekemiin keihästykkimittauksiin. Vuonna 1996 tehdyissä keihästykkimittauksissa keihäät lensivät esim. 28 m/s lähtönopeudella ja 36 asteen kulmalla 84,5 - 86 metriä. Vuonna 2008 vastaavilla lähtöarvoilla keihäät tippuivat 84 metrin kohdalle. (Valleala 2015). Varsinaisia röpelöpintaisia malleja ei testattu, mutta 20 vuodessa keihäsmallit ovat ehtineet muuttua huomattavasti. Kuvassa 2 ja 3 näkyvät yhteenvedot keihästykkiammunoista.

15



Kuva 2: Keihästykkimittaukset vuonna 1997. (Viitasalo 1997).



Kuva 13.

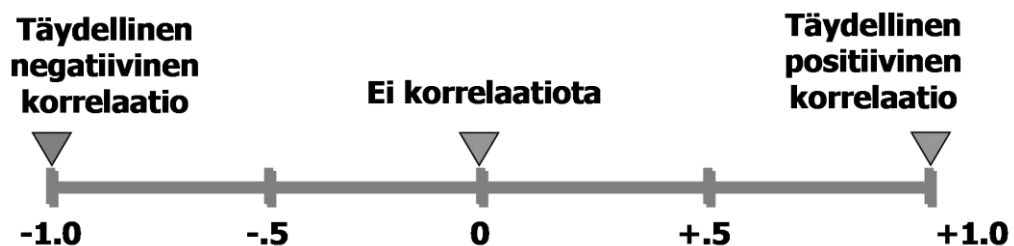
Kuva 3: Keihästykkimittaukset vuonna 2008. (Valleala ym. 2008).

7.4 Aineiston tilastolliset tarkastelut

Tässä tutkimuksessa laskettiin korrelaatio kilpailutuloksen ja kenttätestien välille. Korrelaatiokertoimen merkitsevyys riippuu suoraan kahdesta tekijästä: korrelaatiosta ja otoskoosta. Otskoon ollessa pieni voi suurikin korrelaatio olla tilastollisesti ei merkittävä, kun taas suurella otoskoolla voi mitätönkin korrelaatio olla tilastollisesti merkittävä. (Metsämuuronen, 2000, 46).

Korrelaatiokerroin on laskettu Microsoft Office Excel ohjelmalla. Korrelaatiokerroin on tunnusluku suoran riippuvuuden voimakkuudelle. Kilpailutuloksen ja kenttätestin korrelaatiokerroin vaihtelee välillä -1 - $+1$. Mitä lähempänä kerroin on nollaa, sitä vähemmän on yhteyttä muuttujien välillä. Mitä lähempänä kerroin on 1 , sitä merkitsevempi yhteys on. Mitä lähempänä -1 kertoimet ovat, sitä negatiivisempi riippuvuus on. Jos korrelaatiokertoimen arvo vaihtelee välillä 0.80 - 1.0 , sitä voidaan kuvailla "erittäin korkeaksi" korrelaatioksi. Jos taas arvo vaihtelee välillä 0.60 - 0.80 , voidaan korrelaatiota kuvailla korkeaksi. Välillä 0.40 - 0.60 taas kuvailu olisi kohtuullinen. Mikäli otoskoko on 30 , pitäisi korrelaation olla $0,36$ suuruinen, jotta se eroaisi tilastollisesti merkitsevästi. (Metsämuuronen 2000, 45). Kuvassa 4 on havainnollistettu korrelaatiokertoimen ilmoittamista.

Korrelaation merkitsevyys on ilmoitettu p-arvolla. Mitä pienempi p-arvo on, sitä enemmän korrelaation yleistäminen saa tukea perusjoukkoon. Alle $0,05$ (5%) suuruista p-arvoa pidetään riittävänä näyttönä perusjoukossa esiintyvän korrelaation puolesta (Taanila 2015).



Kuva 4: Korrelaatiokertoimen ilmoittaminen. (Taanila 2015).

8 Tulokset

Mitkä kenttätetit korreloivat parhaiten kilpailutuloksen kanssa?

Oheisissa taulukoissa on esitetty kenttätestin korreloituvuus kilpailutuloksen kanssa ja korrelaatiokertoimen merkitsevyys ($p <$). N kertoo, kuinka monta henkilö testin on tehnyt.

Kuulanheitoista pään yli taakse heiton korrelaatio tulokseen on erittäin korkea keihäs miehillä. Pään yli eteen korrelaatio 2 kg kuulalla on melko korkea, kun taas 4 kg korkea. Alhaalta eteen kuulanheiton korrelaatio on erittäin suuri kiekko- ja keihäsmiehillä. Keihäsmiehillä kevyempi väline kertoo paremmin kilpailumenestyksestä. Rinnallevedon korrelaatio on erittäin suuri kaikille muille paitsi kuulantyöntäjänaisilla. Penkin korrelaatio kilpailutulokseen on erittäin korkea tai korkea kaikilla paitsi naiskeihäänheittäjillä ja naiskuulantyöntäjillä.

Takakykyyn korrelaatio kilpailutulokseen on erittäin korkea kiekon- ja moukarinheittäjämiehillä. Naisista keihäänheittäjillä korrelaatio on erittäin korkea. 20 m lentävän korrelaatio kilpailutuloksen kanssa on kaikilla korkea pois lukien moukari- ja kuulanaiset. Miinusmerkki taulukossa kertoo, että mitä pienempi aika on, sen suurempi korrelaatio on. Cooper -testin korrelaatio on negatiivinen sekä moukarimiehillä että kuulanaisilla. Naiskiekonheittäjillä taas Cooperin korrelaatio on korkea. Leuan vetotestin korrelaatio kilpailutulokseen on negatiivinen keihäsmiehillä. Sen sijaa leuanvetotestin korrelaatio on korkea kuulamiehillä ja kiekkonaisilla. Vatsalihasliike riipunnasta korreloi vain kuulatyöntäjämiehillä ja heilläkin vain melko korkeasti.

Oheen on valittu parhaiten korreloivat tulokset, missä p:n arvo on pieni ja otoskoko järkevän kokoinen. Keihäänheitossa parhaiten korreloivat kenttätesti ovat: PYT 4 kg, AE 4kg, rinnalleveto, kyykyt ja naisilla erityisesti 3 tasatassu.

Kiekonheitossa seuraavien testien korrelaatio on suurin suhteessa tulokseen: 3 tasaloikka, AE 5 kg, RRV, penkki ja takakyky.

Kuulantyönnössä korkeasti korreloivat seuraavat testit: tempaus, RRV, penkki, takakyky ja työntö niskan takaa.

Moukarinheitossa suurimmat korrelaatiot löytyvät seuraavista testeistä: 3 tasatassu, tempaus, rinnalleveto ja takakyky.

Miehet Keihäs		Tulos	Naiset Keihäs		Tulos
Tulos	r=1,00 n=90		Tulos	r=1,00 n=51	
Pituus	r=0,30 n=56 p=,024		Ikä	r=0,60 n=51 p=,000	
Paino	r=0,55 n=56 p=,000		Pituus	r=0,17 n=31 p=,364	
3TT	r=0,57 n=40 p=,000		Paino	r=0,10 n=31 p=,592	
5-loikka	r=0,60 n=40 p=,000		3TT	r=0,81 n=25 p=,000	
PYT 4kg	r=0,88 n=29 p=,000		5-loikka	r=0,70 n=26 p=,000	
PYT 5kg	r=0,84 n=45 p=,000		PYT 4kg	r=0,73 n=41 p=,000	
PYE 2kg	r=0,41 n=41 p=,007		PYE 2kg	r=0,71 n=38 p=,000	
PYE 4kg	r=0,75 n=34 p=,000		AE 4kg	r=0,76 n=28 p=,000	
AE 4kg	r=0,84 n=30 p=,000		Tempaus	r=0,66 n=25 p=,000	
AE 5kg	r=0,59 n=21 p=,005		RV	r=0,81 n=45 p=,000	
Tempaus	r=0,74 n=43 p=,000		Penkki	r=0,53 n=23 p=,009	
RV	r=0,86 n=77 p=,000		Takakyykky	r=0,86 n=7 p=,010	
Penkki	r=0,79 n=37 p=,000		20m Lent.	r=-0,67 n=41 p=,000	
Etukyykky	r=0,83 n=20 p=,000		Cooper	r=0,30 n=24 p=,155	
Takakyykky	r=0,74 n=46 p=,000		Leuat	r=0,42 n=34 p=,013	
20m Lent.	r=-0,65 n=58 p=,000		VLL riipunnasta	r=0,15 n=26 p=,453	
Cooper	r=0,53 n=46 p=,000		Dippi	r=0,72 n=15 p=,002	
Leuat	r=-0,16 n=45 p=,293		Silta	r=1,00 n=2 p=,000	
VLL riipunnasta	r=0,10 n=37 p=,567		Lavat	r=-1,00 n=2 p=,000	
Dippi	r=0,35 n=21 p=,118		10VL	r=0,77 n=20 p=,000	
Silta	r=0,28 n=9 p=,466		5TL	r=0,69 n=19 p=,001	
Lavat	r=0,42 n=10 p=,224				
10VL	r=0,14 n=33 p=,451				
5TL	r=0,34 n=33 p=,051				

Taulukko 13: Keihään kenttätestien korrelaatio tuloksen kanssa.

Kiekko Miehet		Tulos	Kiekko Naiset		Tulos
Tulos	r=1,00 n=40		Tulos	r=1,00 n=30	
Syliväli	r=0,30 n=8 p=,465		Ikä	r=0,53 n=30 p=,003	
Pituus	r=0,30 n=37 p=,072		Syliväli	r=0,88 n=4 p=,082	
Paino	r=0,47 n=37 p=,003		Pituus	r=0,35 n=28 p=,067	
3TT	r=0,89 n=11 p=,000		Paino	r=0,21 n=27 p=,298	
5-loikka	r=0,60 n=9 p=,083		3TT	r=0,81 n=5 p=,078	
PYT 5kg	r=0,56 n=21 p=,008		5-loikka	r=-0,07 n=5 p=,906	
PYE 2kg	r=0,18 n=13 p=,558		PYT 4kg	r=0,74 n=28 p=,000	
AE 5kg	r=0,80 n=14 p=,000		PYE 2kg	r=-0,02 n=9 p=,968	
RV	r=0,87 n=24 p=,000		AE 4kg	r=0,69 n=17 p=,002	
Penkki	r=0,87 n=15 p=,000		RV	r=0,75 n=15 p=,001	
Takakyykky	r=0,92 n=11 p=,000		Penkki	r=0,74 n=11 p=,009	
Vauhd. Pit.	r=0,73 n=12 p=,006		Takakyykky	r=0,52 n=7 p=,223	
30m P.	r=-0,10 n=10 p=,784		Vauhd. Pit.	r=0,40 n=6 p=,427	
20m Lent.	r=-0,63 n=22 p=,002		20m Lent.	r=-0,21 n=17 p=,416	
Cooper	r=0,01 n=18 p=,962		Cooper	r=0,77 n=17 p=,000	
Leuat	r=0,40 n=25 p=,045		Leuat	r=0,60 n=22 p=,003	
VLL riipunnasta	r=0,33 n=20 p=,158		VLL riipunnasta	r=0,25 n=14 p=,388	
Dippi	r=0,27 n=20 p=,242		Dippi	r=0,20 n=15 p=,477	
Silta	r=1,00 n=2 p=,000		Silta	r=-0,28 n=6 p=,591	
Lavat	r=1,00 n=2 p=,000		Lavat	r=0,36 n=6 p=,471	
10VL	r=0,61 n=16 p=,012		10VL	r=0,57 n=16 p=,021	
5TL	r=0,68 n=15 p=,005		5TL	r=0,69 n=13 p=,009	

Taulukko 14: Kiekon kenttätestien korrelaatio tuloksen kanssa.

Kuula Miehet	Tulos	Kuula Naiset	Tulos
Tulos	r=1,00 n=58	Tulos	r=1,00 n=22
Ikä	r=0,83 n=58 p=,000	Ikä	r=0,37 n=22 p=,094
Pituus	r=0,00 n=17 p=,991	Pituus	r=0,39 n=18 p=,104
Paino	r=0,58 n=17 p=,013	Paino	r=0,58 n=17 p=,014
3TT	r=0,71 n=22 p=,000	PYT 4kg	r=0,51 n=20 p=,022
5-loikka	r=0,83 n=5 p=,064	PYE 2kg	r=0,41 n=14 p=,144
PYT 5kg	r=0,40 n=15 p=,139	AE 4kg	r=0,58 n=14 p=,028
PYT 7,2kg	r=0,79 n=25 p=,000	RV	r=0,42 n=16 p=,105
PYE 2kg	r=0,68 n=7 p=,085	Penkki	r=0,33 n=6 p=,520
AE 5kg	r=0,61 n=10 p=,056	Takakyykky	r=0,67 n=6 p=,133
Tempaus	r=0,81 n=30 p=,000	20m Lent.	r=-0,21 n=19 p=,391
RV	r=0,84 n=39 p=,000	Cooper	r=-0,05 n=16 p=,861
Penkki	r=0,82 n=45 p=,000	Leuat	r=0,27 n=18 p=,273
Etukyykky	r=0,78 n=12 p=,003	VLL riipunnasta	r=0,29 n=10 p=,411
Takakyykky	r=0,75 n=39 p=,000	Dippi	r=0,03 n=18 p=,909
Vauhd. Pit.	r=0,65 n=14 p=,011	Silta	r=-0,11 n=6 p=,828
Työntö niskan takaa	r=0,88 n=12 p=,000	Lavat	r=-0,08 n=6 p=,879
20m Lent.	r=-0,69 n=21 p=,001	10VL	r=0,16 n=18 p=,514
Cooper	r=0,49 n=12 p=,102	5TL	r=0,37 n=18 p=,132
Leuat	r=0,69 n=10 p=,024		
VLL riipunnasta	r=0,46 n=8 p=,242		
Dippi	r=0,21 n=10 p=,560		
Silta	r=1,00 n=2 p=,000		
Lavat	r=1,00 n=2 p=,000		
10VL	r=0,21 n=11 p=,524		
5TL	r=0,60 n=8 p=,106		

Taulukko 15: Kuulan kenttätestien korrelaatio tuloksen kanssa.

Moukari Miehet		Tulos	Moukari Naiset		Tulos
Tulos	r=1,00 n=71		Tulos	r=1,00 n=53	
Ikä	r=0,82 n=71 p=,000		Pituus	r=-0,07 n=47 p=,650	
Pituus	r=0,13 n=40 p=,438		Paino	r=0,20 n=47 p=,188	
Paino	r=0,41 n=40 p=,008		3TT	r=0,36 n=20 p=,116	
3TT	r=0,81 n=41 p=,000		5-loikka	r=0,24 n=17 p=,358	
5-loikka	r=0,57 n=12 p=,049		PYT 4kg	r=0,47 n=48 p=,001	
PYT 5kg	r=0,35 n=40 p=,028		PYE 2kg	r=0,51 n=12 p=,087	
AE 5kg	r=0,43 n=35 p=,009		AE 4kg	r=0,33 n=38 p=,040	
Tempaus	r=0,88 n=15 p=,000		Tempaus	r=0,49 n=7 p=,257	
RV	r=0,87 n=58 p=,000		RV	r=0,80 n=38 p=,000	
Penkki	r=0,80 n=7 p=,025		Takakyykky	r=0,67 n=20 p=,001	
Takakyykky	r=0,80 n=42 p=,000		Vauhd. Pit.	r=0,82 n=6 p=,034	
20m P.	r=-0,56 n=13 p=,044		20m P.	r=-0,41 n=14 p=,146	
20m Lent.	r=-0,66 n=26 p=,000		20m Lent.	r=-0,30 n=28 p=,115	
Cooper	r=-0,11 n=33 p=,533		Cooper	r=0,35 n=28 p=,065	
Leuat	r=0,38 n=33 p=,030		Leuat	r=0,32 n=36 p=,061	
VLL riipunnasta	r=0,08 n=34 p=,648		VLL riipunnasta	r=0,11 n=35 p=,511	
Dippi	r=0,28 n=33 p=,115		Dippi	r=-0,04 n=33 p=,815	
Silta	r=0,10 n=9 p=,790		Silta	r=0,80 n=9 p=,007	
Lavat	r=0,65 n=10 p=,040		Lavat	r=0,07 n=9 p=,864	
10VL	r=0,64 n=22 p=,001		10VL	r=0,30 n=26 p=,137	
5TL	r=0,80 n=22 p=,000		5TL	r=0,43 n=27 p=,023	

Taulukko 16: Moukarin kenttätestien korrelaatio tuloksen kanssa.

8.1 Heittäjien suorituskykyvaatimukset käytännön kenttätesteissä

Aineiston pohjalta muodostettiin kenttätestien viitearvot. Jokaisen lajin aineistoa tarkasteltiin pistejoukkona ja jokaiselle testille määritettiin trendiviiva. Trendiviivan kaavalla laskettiin ominaisuusnormistot jokaiselle halutulle metrille. Kulmakertoimen paikalle vaihdettiin haluttu kilpailutulos, ja laskutuloksena syntyi tarvittava kenttätetitulos. Jokaisen kenttätestin kaava, trendikäyrä ja otoskoko löytyy liitteistä.

Taulukkoa luettaessa kilpailutulos lukee ylhäällä vaakarivillä ja siihen vaaditut ominaisuudet on listattu pystyrivillä. Vasemmasta reunasta löytyy testitulos ja taulukkoa voikin lukea myös toisinpäin - katsoo missä ominaisuudet ovat tällä hetkellä ja paljonko taulukon mukaan niillä ominaisuuksilla pitäisi heittää. Jos tulos ei ole taulukon ilmoittamalla tasolla, on teknisessä osaamisessa ongelmia.

Keihäs		Miehet								
Tulos	800g	50	55	60	65	70	75	80	85	90+
m:										
	Pituus	182	183	184	184	185	186	187	187	188
	Paino	79	82	85	88	90	94	97	100	103
kg	RTE	43	52,5	62,5	72,5	82,5	92	102	112	122
	RRV	67	80	90	102,5	115	125	138	150	162
	JKE	68	82,5	98	112,5	128	142,5	158	172,5	188
	JKT	78,5	98,5	118	138	158	178	198	218	238
	PP	37,5	54	70	85	102,5	118,5	135	150	167,5
Sek.	20m L.	2,46	2,42	2,39	2,35	2,31	2,27	2,24	2,20	2,16
cm	5-VL	1361	1388	1416	1440	1472	1500	1527	1555	1580
	10-VL	2750	2580	2810	2840	2860	2890	2920	2950	2980
	5-TL	1350	1380	1400	1420	1450	1470	1500	1520	1550
	3-TL	817	840	862	884	906	928	950	972	994
5kg	A.E.	1170	1230	1300	1360	1420	1490	1550	1610	1680
4kg	A.E.	1040	1170	1295	1422	1550	1680	1800	1930	2060
5kg	P.Y.T.	1100	1240	1380	1520	1655	1790	1932	2070	2210
4kg	P.Y.E.	1070	1195	1320	1440	1560	1680	1800	1930	2050
2kg	P.Y.E.	1560	1660	1750	1850	1940	2040	2130	2230	2320
	Cooper	2580	2640	2700	2760	2820	2880	2940	3000	3060
	Leuat	18	17	16	16	15	14	13	13	12
	VLL riip.	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Keihäs	Naiset:						
Tulos	600g	50	55	60	65	70	75
m:							
	Pituus	171	172	172	173	173	174
	Paino	68	68	69	69	70	70
kg	RTE	50	60	67,5	75	84	92,5
	RRV	70	80	92,5	104	115	127
	JKT	90	104	118	132	147	160
	PP	60	65	70	75	82	88
Sek.	20m L.	2,68	2,59	2,50	2,40	2,31	2,21
Cm:	5-VL	1220	1280	1330	1380	1430	1490
	10-VL	2410	2550	2680	2810	2950	3080
	5-TL	1150	1210	1270	1340	1400	1460
	3-TL	740	780	820	860	900	930
4kg	P.Y.T.	1390	1490	1590	1690	1790	1890
2kg	P.Y.E.	1440	1580	1730	1870	2010	2160
4kg	A.E.	1230	1330	1420	1520	1610	1710
	Cooper	2350	2410	2470	2540	2600	2660
	Leuat	8	10	13	15	17	19
	VLL riip.	8	9	9	10	11	11

Kiekko Miehet								
Tulos m:	2,00	43	47	50	55	60	65	70
Pituus	189	190	190	191	192	193	194	
Paino	99	102	104	107	110	113	117	
Syliväli	197	198	200	203	205	208	210	
RRV	105	115	122	135	147	160	172	
JKE	90	100	110	120	135	150	170	
JKT	112	132	150	177	205	232	260	
PP	88	105	118	140	162	184	205	
Sek.	20m. Lent.	2,39	2,31	2,26	2,17	2,08	1,99	1,90
cm	5-VL	1380	1410	1430	1470	1500	1540	1580
	3-TI	814	850	880	920	965	1010	1050
	1-TL	264	276	284	298	313	327	342
5kg	Kuula p.y.t	1650	1730	1790	1890	1990	2090	2190
5kg	Kuula a.e	1400	1480	1530	1630	1720	1810	1910
	Cooper	2540	2550	2550	2560	2560	2570	2570
	Leuat	11	14	16	19	23	26	29
	VLL riip.	7	9	11	14	16	19	22

Kiekko Naiset:								
Tulos m:	1,0	40	45	50	55	60	65	70
	Pituus	172	173	175	177	179	180	182
kg	Massa	70	72	73	75	76	77	79
	RRV	60	68	75	82	90	98	105
	JKT	78	88	97	105	115	124	133
	PP	44	55	67	78	90	102,5	115
Sek.	20m Lent.	2,73	2,69	2,64	2,60	2,55	2,50	2,45
Cm:	10-VL	2320	2430	2540	2650	2750	2860	2970
	5-tl	1090	1160	1230	1300	1370	1440	1510
4kg	Kuula p.y.t	1300	1420	1530	1650	1770	1880	2000
4kg	Kuula a.e.	1170	1270	1370	1470	1570	1670	1780
	Cooper	2390	2640	2890	3140	3390	3635	3880
	Leuat	2	4	6	9	11	13	15
	VLL riip.	4	5	7	8	10	11	13

Kuula	Miehet								
Tulos m:	7,26	1400	1500	1600	1800	1900	2000	2100	2200
	pituus	192	192	192	192	192	192	192	192
	massa kg:	109	112	115	119	122	125	127	130
	RTE	102	107	112,5	123	128	134	140	145
	RRV	110	121	132	154	165	175	187	198
	JKT	182	197	212	242	257	272	287	302,5
	PP	125	140	155	185	200	215	230	245
Sek.	20m Lent.	2,56	2,48	2,40	2,25	2,18	2,10	2,02	1,95
cm	10-VL	2660	2680	2720	2790	2820	2850	2880	2920
	3-TL	825	850	870	910	930	950	970	1000
	1-TI	268	274	282	296	303	310	317	325
7,26kg	Kuula p.y.t	1610	1650	1690	1780	1820	1860	1900	1950
5kg	Kuula a.e	1350	1430	1500	1640	1720	1790	1860	1930
	Cooper	2310	2390	2470	2630	2710	2790	2870	2950
	Leuat	7	9	11	15	17	18	20	22
	VLL riip.	4	5	6	9	10	11	13	14

Kuula	Naiset:								
Tulos m:	4,0kg	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
	Pituus	176	177	179	181	183	185	187	189
	massa kg:	82	87	93	98	104	109	114	120
	RRV	64	68	72	76	80	84	88	92
	JKT	112	122	132	142	152	162	172	182
	PP	62	67	72	77	82,5	88	93	98
Sek.	20m Lent.	2,65	2,63	2,62	2,60	2,58	2,57	2,55	2,54
Cm:	10-VL	2450	2470	2490	2500	2520	2530	2550	2560
	5-TL	920	950	970	990	1020	1050	1080	1100
4kg	Kuula p.y.t	1550	1610	1670	1720	1790	1840	1900	1960
4kg	Kuula a.e.	1420	1490	1560	1620	1690	1750	1820	1890
	Cooper	2360	2350	2340	2340	2330	2330	2320	2320
	Leuat	5	6	6	7	8	9	9	10
	VLL riip.	6	8	9	10	11	12	13	14

Moukari	Miehet							
Tulos m:	7,26kg	55	60	65	70	75	80	85
	Pituus	184	184	185	185	185	186	186
	massa kg:	94	96	99	101	104	106	109
	RTE	78	88	98	108	120	130	140
	RRV	116	130	143	157	170	184	197
	PP	105	110	115	120	126	132	137
	JKT	160	181	202	222	242	262	282
	20m Lent.	2,39	2,35	2,31	2,26	2,22	2,17	2,13
cm	5-VL	1300	1350	1390	1430	1470	1510	1560
	3-TL	860	900	930	970	1000	1030	1070
5kg	Kuula p.y.t	1610	1660	1710	1760	1810	1860	1910
5kg	Kuula a.e	1430	1480	1530	1580	1630	1670	1720
	Cooper	2610	2600	2590	2580	2570	2550	2540
	Leuat	11	12	14	15	16	18	19
	VLL riip.	9	9	9	10	10	10	11

Moukari	Naiset:							
Tulos m:	4,0	45	50	55	60	65	70	75
	Pituus	172	172	172	171	171	171	171
	massa kg:	69	70	71	72	73	74	75
	RTE	50	54	58	62	66	70	74
	RRV	58	65	72	80	87	94	101
	JKT	87	100	112	125	138	151	164
	20m Lent.	2,72	2,68	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49
Cm:	10-VL	2330	2370	2400	2450	2490	2530	2570
	5-VL	1170	1180	1190	1200	1210	1220	1230
	5-TL	1130	1160	1180	1210	1230	1260	1280
	3-TL	720	740	750	760	780	790	810
	1-TL	238	245	251	258	264	271	277
4kg	Kuula p.y.t	1350	1390	1430	1470	1510	1550	1590
4kg	Kuula a.e.	1250	1270	1290	1320	1340	1370	1390
	Cooper	2240	2280	2320	2350	2390	2430	2460
	Leuat	2	3	4	4	5	5	6
	VLL riip.	4	5	5	5	6	6	6

9 Pohdinta

Tämän tutkimuksen perusteella voi todeta, että yleisurheilun kenttätestien ja kilpailutuloksen välillä on selvä yhteys. Kenttätestien mittaavat ominaisuudet ovat erittäin tärkeitä heittolajeissa. Monista kenttätesteistä löytyy selvä yhteys kilpailutuloksen kanssa.

Useista testituloksista löytyy eri heittolajien kohdalta korkea (0,60 - 0,80) tai erittäin korkea (0,80 - 1,00) korrelaatio kilpailutuloksen kanssa. Keihäänheitossa korkea korrelaatio löytyy seuraavissa testeissä: PYT 4 kg, AE 4 kg, rinnalleveto, kyykyt ja naisilla erityisesti 3 tasaloikka. Kiekonheitossa korrelaatio on suurimmillaan tuloksen kanssa 3 tasaloikassa, AE 5 kg:ssa, RRV:ssa, penkissä ja takakyykyssä. Kuulantyönnössä korkeasti korreloivat: tempaus, RRV, penkki, takakyyky ja työntö niskan takaa. Moukarinheitossa korkea korrelaatio löytyy seuraavissa testeissä: 3 tasaloikka, tempaus, rinnalleveto ja takakyyky.

Räjähävän voiman ja kimmoisuuden puolella melkein kaikki testit ovat tärkeitä. Mielenkiintoista on, että tasajalkaa suoritettavat testit korreloivat paremmin kilpailutuloksen kanssa kuin vuoroloikat. Tasajalkaa tapahtuvat pomput kertovat ilmeisesti enemmän räjähtävän voiman tuottokyvystä kuin kimmoisuudesta - toisin kuin vuoroloikat.

Keihäänheitossa tuloksen ja pään yli eteen 4 kg kuulalla suoritettavat testin suurta korrelaatiota ($r=0,75$, $p=,000$) selittää varmasti se, että 4 kg kuulaa heittäminen pään yli eteen vaatii jo suurta voimatasoa. Yleensä vain jo kokeneet ja vahvat urheilijat tekevät tätä testiä, joten korrelaatio muodostuu suuremmaksi. Moukarinheittäjillä pään yli taakse kuulanneitto testien korrelaatio on naisilla melko korkea ($r=0,47$, $p=,001$), mutta miehillä vain melkein merkitsevä ($r=0,35$, $p =,028$). Tämä tulos eroaa Terzis, Spengos, Kavouras, Mantta & Georgiadiksen (2010) tuloksesta moukarinheittäjillä pään yli taakse kuulanneiton ja kilpailutuloksen välille ($r = 0.95$, $p < 0.01$).

Moukarimiehillä ja -naisilla on pienimmät korreloituvuudet kuulanneittojen kanssa. Tämä tukee ajatusta siitä, ettei moukari ole suuren räjähtävyyden laji, vaan välineen nopeus lisääntyy tasaisesti koko suorituksen ajan (Rinta-aho 2002, 46).

Kiekonheittäjillä ja moukarinheittäjillä on käytetty pystylähtötestiä nuorisomaajoukkueissa, kun taas alueleireillä on käytetty mittarina lentävää juoksua. Huippu-urheilijoilta löytyy kumpaakin testejä. Kiekonheittäjillä ja moukarinheittäjillä suurempi yhteys löytyy lentävän juoksun kanssa. Naismoukarinheittäjillä sen sijaan pystylähtö näyttää suuremman korrelaation. Toisaalta otoskoot ovat pienempiä pystylähdöissä toteutetuissa testeissä. Taulukon 17 on koottu pystylähdön ja lentävän lähdön vertailu.

Kiekonheittäjät		
Miehet		Naiset
30m P.	$r=-0,10$, $p=,784$	
20m Lent.	$r=-0,63$, $p=,044$	$r=-0,21$, $p=,416$
Moukarinheittäjät		
Miehet		Naiset
20m P.	$r=-0,56$, $p=,044$	$r=-0,41$, $p=,146$
20m Lent.	$r=-0,66$, $p=,000$	$r=-0,30$, $p=,115$

Taulukko 17: Pystylähdön ja lentävän lähdön vertailu.

Tämän tutkimuksen mukaan voi yleisesti todeta, että juoksunopeudella on kohtalainen yhteys kilpailutulokseen. Kun keihäänheiton (miehet: $r=-0,65$, $p=,000$ naiset: $r=-0,67$, $p=,000$) ja kuulantyönnön (miehet: $r=-0,69$, $p=,001$ naiset: $r=-0,21$, $p=,391$) korrelaatiot ovat kohtuullisia ja melko korkeita korrelaatioita, voidaan päätellä juoksunopeudella olevan kohtalainen vaikutus kilpailutulokseen. Tulos eroa hiukan muista tutkimuksista. Esimerkiksi Haverinen (2003) totesi, että lentävän 20 metrin testitulokset olivat heikosti yhteydessä eri heittolajien kilpailutuloksiin.

Penkkipunnerrustestin yhteys mieskiekonheittäjien kilpailutuloksiin on tässä tutkimuksessa korkeampi ($r=0,87$, $p=,000$) kuin Fahey totesi (2002) huippukiekonheittäjille ($r=0,61$). Hän sai myös kiekonheittäjille tempaukselle korrelaation $r=0,52$, mitä tässä tutkimuksessa ei käsitelty. Suomalaisen mieskiekonheittäjien suurta korrelaatiota voivat selittää paremmat penkkitulokset ja tutkimuksen suurempi vaihteluväli. Fahey tutkimuksessa penkkipunnerrustestin vaihteluväli oli 187,9 +-16,8kg, kun taas tässä tutkimuksessa penkkipunnerrustestien vaihteluväli oli 157,5 +- 72,5kg. Tähän tutkimukseen on saattanut sattua parempia penkkipunnertajia. Tämä ominaisuus näkyy heittotuloksissa. On myös mahdollista että suomalainen valmennus on painottanut penkkipunnerrusta harjoittelun ohjelmoinnissa. Naiskiekonheittäjilläkin on korkea korrelaatio penkkipunnerrustestin ja kilpailutuloksen välillä ($r=0,74$, $p=,009$).

Fyysisen pituuden ja kilpailutuloksen välille löytyi kohtalainen yhteys mieskeihäänheittäjillä ($r=0,30$, $p=,024$), mieskiekonheittäjillä ($r=0,30$, $p=,072$), naiskiekonheittäjillä ($r=0,35$, $p=,067$) ja naiskuulantyöntäjillä ($r=0,39$, $p=,104$). Pituuden olisin uskonut olevan vahvemmin yhteydessä kilpailutulokseen. Toisaalta kiekossa Suomessa ei ole ollut paljon pitkiä heittäjiä, joten aineistossakaan ei ollut pitkiä heittäjiä, mikä vähentää korrelaatiota. Kuulantyönnössä taas ei oltu eritelty pakittajia ja pyörähtäjiä. Suomessa on ollut paljon me-

nestyneitä pyörähtäjiä, missä pituudesta ei ole niin suurta hyötyä. Tulokset saattavat vaihdella tämän takia. Naisten moukarissa fyysinen pituus näkyy negatiivisena korrelaationa ($r=-0,07$, $p=,650$). Tämä luultavasti johtuu lyhyistä kärkiheittäjistämme. Tämän tutkimuksen moukarinheittäjänaisten pituuden keskiarvo oli 172 cm.

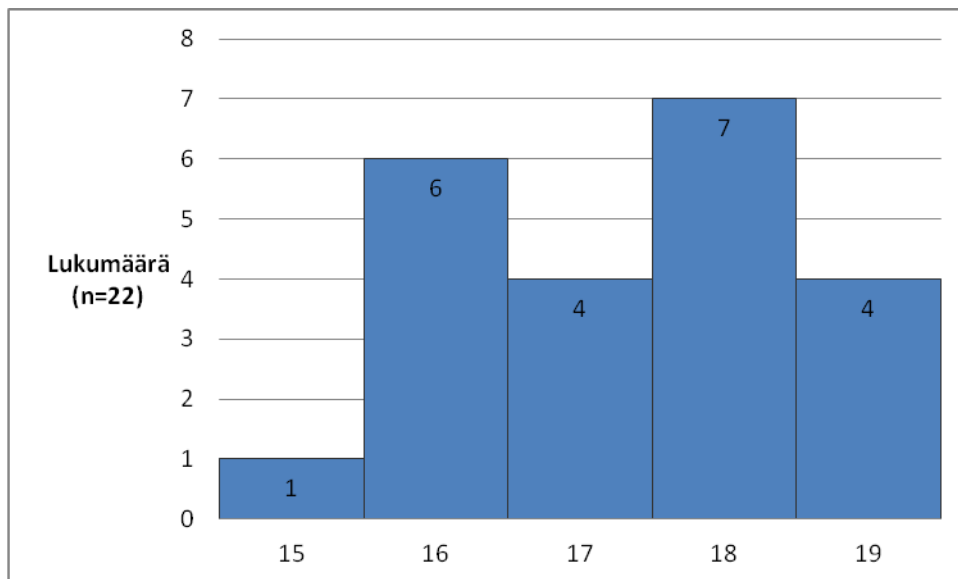
Yleensä pituutta pidetään hyvin tärkeänä ominaisuutena heittäjälle pitkien vipuvarsien takia. Singh ym. (2011) totesivat pituuden ja painon olevan suurempia parempitasoisilla moukarinheittäjillä, myös Singhin ym. (2011) toisessa tutkimuksessa todettiin parempitasoisten kuulantyoöntäjien olevan selvästi pidempiä ja painavampia. Myös tässä tutkimuksessa paino on lähes kaikissa lajeissa selvemmin yhteydessä parempaan kilpailutulokseen kuin fyysinen pituus. Ainoastaan naiskeihäänheittäjillä ja naiskiekonheittäjillä on suurempi korrelaatio pituuden kanssa. Painot on otettu aineistoon tilastopaja.fi palvelusta, missä ne on voitu laittaa sinne uran aikana melkein milloin vain - yleensä uran alussa. Tämä saattaa vääristää tuloksia.

Voima-arvoja mittaavat testit olivat selvästi yhteydessä kilpailutuloksen kanssa. Tämä oli yhteistä sekä naisilla että miehillä. Yllättävää on penkkipunnerruksen voimakas korrelaatio keihäänheitto tuloksen kanssa. Miehillä korrelaatio on ($r=0,79$, $p=,000$) ja naisilla ($r=0,53$, $p=,009$). Keihäänheitossa väline on niin paljon kevyempi, kuin muissa lajeissa, että kuvittelisi korrelaation olevan pienempi. Toisaalta Bartlett ym. (1989) ovat todenneet, että heitokäden lähentäjalihasten voimataso vaikuttaa merkittävästi baseballin heiton lähtönopeuteen (Valleala 2002, 21-22).

Mieskuulantyoöntäjien penkkipunnerrus ($r=0,82$, $p=,000$) ja takakyyky ($r=0,75$, $p=,000$) vastaavat samoja korrelaatioita, mitä Terzis ym. (2007) ovat mitanneet maksimikyykyyn ja kuulantyoöntösuorituksen välille ($r=0,76$. $P<0,05$) ja maksimipenkkipunnerruksen ja kuulantyoöntösuorituksen välille ($r=0,75$. $P<0,05$) kokeneilla mieskuulantyoöntäjillä. Myös Georgioksen ym. löydöt tukevat tietoa siitä, että kuulantyoöntö vaatii erittäin suuren maksimoiman muuttamista räjähtäväksi voimaksi. Georgioksen ym. korrelaatiot olivat penkkipunnerruksen ja kilpailutuloksen välillä ($r=0,68$, $p<0,01$), sekä kyykyyn ja kilpailutuloksen välillä ($r=0,55$, $p<0,05$).

Naiskuulantyoöntäjillä punttituloksilla oli kohtalainen korreloituvuus kilpailutuloksen kanssa. Tulokset saattavat olla vääristyneet. Aineistossa ei ollut yhtään maailmanluokan työntäjän punttitulosta, ei myöskään yhtään todella kovaa kuulatulosta. Naiskuulantyoöntäjiä on aineistossa vain 15-19-vuotiaita, mikä saattaa aiheuttaa vääristymää korrelaatioihin. Naiskuulantyoöntäjien aineisto jäi muutenkin pieneksi, ja nämä naiskuulantyoöntäjien tulokset

voisivat olla käytettävissä nuorten ja huipulle tähtäävien urheilijoiden harjoittelun kehitystyössä. Kuviossa 1 näkyy naiskuulantyöntäjien ikäjakauma.



Kuvio 1: Naiskuulantyöntäjien ikäjakauma.

Taka- ja etukyykyn korrelaatiot ja niihin liittyviä ominaisuusnormistoja voidaan pitää arveluttavina, koska kyykkysuorituksessa on monta eri suoritustapaa. Aineiston keruuvaiheessa suoritustapaa ei mitenkään kontrolloitu. Aineistossa on luultavasti sekaisin puolikyykyjä ja syväkyykyjä. Huomattavaa on kuitenkin voimakas korrelaatio näissä liikkeissä kilpailutuloksen kanssa, joten jalkojen voimatasolla on joka tapauksessa suuri merkitys. Olisi mielenkiintoista nähdä lisätutkimusta syväkyykyn ja lajikulmilla tehdyn kyykyn korreloitavuudesta kilpailutuloksen kanssa.

Yleistä harjoitavuutta mittaavissa testeissä vaihtelu oli suurta. Cooper - testi ei antanut merkittävää korrelaatiota muille kuin keihäs- ja kuulamiehille. Miesmoukarinheitäjillä korrelaatio on jopa negatiivinen. Leuanvetotestissä ja vatsalihasliike riipunta testissä merkittävää korrelaatiota tuloksen kanssa on mieskuulantyöntäjillä, naiskiekonheitäjillä ja naiskeihäänheitäjillä. Nämä testit vääristävät kokonais kuvaa, koska näitä ei ole testattu muilla kuin alueleiri-ikäisillä. Erittäin harva huippu-urheilija tekee näitä testejä. Esimerkiksi kiekonaisten Cooper - testi pitäisi olla 3880 metriä, jos haluaisi heittää 70 metriä. Tämä kertoo että trendikäyrän yläpäässä ei ole ollut yhtään ainoata Cooper - testi tulosta. Tulos on jopa humoristinen: kiekonheitäjänäisten pitäisi olla aikamoisia kestävyysjuoksijoita samalla, kuin pitäisi pystyä heittämään kiekkoa 70 metriä.

9.1 Syntyneet ominaisuusnormistot

Ominaisuusnormistot perustuvat jokaisen urheilijan kenttätesteihin ja kilpailutulokseen sinä vuonna kun testit ovat tehty. Syntyneet ominaisuusnormistot ovat aineistoiltaan hyvin vaihtelevia. Alle 50 henkilön aineisto oli naisten kuulassa (22 henkilöä), kiekonheittäjä miehillä (40) ja kiekonheittäjä naisilla (30). Naisten kuulassa aineisto oli jakautunut pelkästään nuoriin heittäjiin ja aineiston pienen lukumäärän takia sanoisin siinä olevan isoimmat puutteet. Kappaleessa 7.2 on tarkemmin eritelty aineisto. Muuten ominaisuusnormistot täyttävät tieteellisen tarkastelun kriteerit ja ovat aineistoiltaan suhteellisen laajoja.

Pelkästään ominaisuusnormistojen osoittamien ominaisuuksien saavuttaminen ei takaa taulukon mukaista tulosta. Lajiominaisuudet ja tekniikka ovat erittäin tärkeitä ja taulukon tarkoitus on luoda suuntaviivoja matkalla kohti tiettyä tulosta. Ominaisuusnormiston käyttöä koko laajuudeltaan on myös vältettävä, koska jokaisella urheilijalla eri testit korreloivat parhaiten kilpailutuloksen kanssa. Urheilija-analyysi on erittäin tärkeä työkalu, mitä taulukko ei huomioi. Taulukko antaa yleispätevän suunnan ja keskiarvon kaikista urheilijoista. Urheilija elää kuitenkin aina vahvuksiensa kautta, ja ominaisuusnormistoon vertailemalla selviävät urheilijan vahvuudet ja heikkoudet suhteessa keskiarvoihin. Heikkouksia kehittämällä voidaan myös päästä eteenpäin. Joskus urheilija voi olla jopa niin huono kuin hänen heikoin kohtansa.

5 - tasaloikka ja 10 - vuoroloikka oli paljon käytetty testi alueleireillä aina 2000-luvulle saakka, ja se on otettu siksi tähän tarkasteluun. Harva huippu-urheilija käyttää niitä testeinä, joten trendiviiva ei ulottunut huippu tuloksiin saakka. Tämä saattaa vääristää testin painoarvoa. Useassa aineiston pohjalta luodusta ominaisuusnormistossa 3 - tasaloikan vaatimus on kovempi kuin 5 - tasaloikan, myös 5 - vuoroloikan vaatimus on kovempi kuin 10 - vuoroloikan. Tämä johtuu nimenomaan siitä, että huippuheittäjät ovat testanneet vähemmällä loikilla, kun taas alueleireillä on testattu 10 - vuoroloikalla ja 5 - tasaloikalla.

Tämän tutkimuksen ominaisuusnormistoja verratessa SUL:in vastaaviin isoin huomio on se, miten samankaltaisia tuloksia tästä tutkimuksesta syntyi. Verrattaessa miesten keihään punttiliikkeitä voidaan todeta, että alle 60 metrin heittoa haettaessa ei tarvita niin kovia voima-arvoja, kuin SUL:in normisto näyttää vaativan. Toisaalta jos halutaan heittää pitkälle, niin tämän tutkimuksen mukaan punttimaksimit pitäisi olla kovemmat kuin mitä SUL:in normisto osoittaa. Sama ero näkyi kuulanheittoissa. Kun katsotaan PYT- ja PYE - testejä, niin tämän tutkimuksen mukaan huonommilla ominaisuuksilla heittää aina 70 metriin saakka. Sen sijaan tämän tutkimuksen mukaan huippuheittoon tarvitaan kovemmat ominaisuudet kuin SULin taulukon mukaan. Tämä voi johtua siitä, että ominaisuudet eivät

kehity kaikilla niin tasaisesti kuin SULin taulukko etenee. Jokainen urheilija kasvaa eri tahtia, ja ominaisuudetkin kehittyvät eri tahtia. Tulos voi myös kertoa nuorten alle 70 metrin heittäjien huonoista fyysisistä ominaisuuksista, joita kompensoi hyvä tekniikasta. Tämä asia saattaa kääntyä pääläelleen mentäessä yli 80 metrin heittäjiin. Tällöin fyysiset ominaisuudet saattavat olla erittäin hyvät, mutta tekniikassa voi löytyä puutteita.

Miesten keihäänheiton kilpailutuloksen ja penkkipunnerrustestin suuri korrelaatio näkyy myös ominaisuusnormistoissa. Miehillä vaaditaan SULin taulukossa yli 90 m heittoon 145 kg penkkipunnerrustulosta. Tämä tutkimus ehdottaa, että 90 metrin heittoon vaaditaan 167,5 kg penkkipunnerrustulos.

Naisten keihäessä puntti-arvot ovat tämän tutkimuksen mukaan kovemmat kuin mitä SUL:in vastaavassa. Näyttää siltä, että naisten voima-arvojen vaatimukset ovat kautta linjan kovemmat kuin mitä on luultu. Taulukossa 15 on voima-arvojen vertailu. Kun muita kuin voimatesti tuloksia, niin tämän tutkimuksen ja SUL:in ominaisuusnormiston arvot eivät merkitsevästi poikkea toisistaan.

Keihäs Naiset:							
SUL	Ominaisuusnormisto						
Tulos m:	600 g	50	55	60	65	70	75
kg	RTE	40	50	60	70	80	90
	RRV	50	70	80	90	100	110
	JKE	50	70	80	90	100	110
	PP	60	70	75	80	90	95
Tämä	Tutkimus						
kg	RTE	50	60	67,5	75	84	92,5
	RRV	70	80	92,5	104	115	127
	JKT	90	104	118	132	147	160
	PP	60	65	70	75	82	88

Taulukko 18: Naisten keihäänheiton voimaominaisuuksien vertailu.

9.2 Moukarin normistojen vertailu

Taulukossa 19 on vertailtu miesten moukarinheiton eri ominaisuuskriteeristöjä. Mukana ovat Suomen Urheiluliiton, tämän tutkimuksen ja Saksan pienempimuotoinen kriteeristö (Linja 1998, 37). Taulukosta näkee, että normistot ovat suhteellisen samanlaiset. Pienistä eroista huolimatta painopisteet ovat pääpiirteittäin samanlaisia.

Yhteistä kriteeristöissä on ennen kaikkea se näkemys, että moukarinheitto vaatii erittäin vahvat jalat. Tämä tukee ajatusta pyörähdyksistä aiheutuvan keskipakoisvoiman vastaanottamiseen vahvoilla jaloilla (Auvinen & Ahola 2002, 46-49). Saksan normistossa tempausta on painotettu hieman enemmän. Saksassa testataan myös nopeutta 30 m pystylähdöllä, ei lentävällä juoksulla.

Moukari	Miehet						
SUL							
Tulos m: 7,26kg	55	60	65	70	75	80	85
massa kg:	90	95	100	105	110	115	120-
RTE	90	100	105	110	115-120	120-130	130-
RRV	120	130	140	150	160-170	170-185	190-
JKE	150	160	170	185	200		
JKT	170	180	200	225	250		
10-VL	28,50	29,00	29,50	30,00			
5-VL	14,50	15,00	15,50	16,00	16,50		
3-TL	850	900	930	960	10,00		
1-TL	290	300	310	320	330		
Kuula p.y.t	16,00	17,00	17,50	18,00	19,00	20,00	
Kuula a.e	14,50	15,00	15,50	16,50	17,50	18,50	
Tämä tutki- mus							
Tulos	55	60	65	70	75	80	85
massa kg	94	96	99	101	104	106	109
RTE	78	88	98	108	120	130	140
RRV	116	130	143	157	170	184	197
PP	105	110	115	120	126	132	137
JKT	160	181	202	222	242	262	282
20m Lent.	2,39	2,35	2,31	2,26	2,22	2,17	2,13
5-VL	1300	1350	1390	1430	1470	1510	1560
3-TL	860	900	930	970	1000	1030	1070
P.Y.T 5kg	1610	1660	1710	1760	1810	1860	1910
A.E 5kg	1430	1480	1530	1580	1630	1670	1720
Saksan nor- misto							
Tulos			66-69	71-73			
RTE			105-110	115-120			
RV			130-140	150-160			
JKT			190-200	220-230			
30m			3,15- 3,10	3,1			
3-TL			9,80- 10,00	10,00- 10,20			
P.Y.T 7,26kg			18,50- 18,70	19,00- 19,20			

Taulukko 19: Ominaisuusnormistojen vertailu.

9.3 Kiekonheiton ja kuulantyyntön normistojen vertailu

Kiekonheittäjillä suuria eroja ominaisuusnormistojen välillä ei löytynyt. Mieskiekonheittäjille luotu uusi 20 m lentävän juoksu-testin normistot ovat aika kovia. Lentävän 20 metrin juokseminen 1,90 sekuntiin kuulostaa hyvin epätodennäköiseltä. Tätä tulosta on saattanut vääristää se, että testejä tehdään pystylähdöllä ja lentävänä. Tähän tutkimukseen valittiin lentävä juoksu isomman saatavilla olevan aineiston vuoksi. Tämä johtuu siitä, että sitä on testattu alueleireillä. Kiekonheittäjien normistossa näkyy ra'an voiman tarve ja isojen raatojen liikkuminen kuntosalilla. kuten aikaisemmin on mainittu naisten kiekonheiton Cooper tuloksesta ei kannata välittää. Naiskiekonheittäjillä ja naiskuulantyyntäjillä ei tämän tutkimuksen mukaan tarvita ihan niin kovia fyysisiä ominaisuuksia, mitä SUL:in ominaisuusnormistossa on ehdotettu. Tämä johtunee siitä, että kovia tuloksia tehneitä naisia ei tässä tutkimuksessa ollut mukana kovin montaa. Toisaalta Suomessa ei ihan hirveästi kansainvälisesti menestyviä naiskuulantyyntäjiä ja naiskiekonheittäjiä ole ollutkaan, joten jos ominaisuudet olisivat kovemmat, olisiko parempia heittäjiäkin?

Taulukossa 20 on mieskiekonheittäjien ominaisuusvertailu. Mukana ovat Virolaisen kiekonheittäjän Gerd Kanterin ominaisuudet vuodelta 2005 (Hägglom 2005, 11-14), jolloin hänen ennätöksensä oli 70,10 metriä.

Kanterin pituus ja paino täsmäävät tämän tutkimuksen arvoihin. Kanterin antropometriset mitat tukevat ajatusta siitä, että kiekonheittäjän on oltava pitkä ja omattava paljon lihasmassaa. Punttiominaisuudetkin ovat hyvin lähellä tämän tutkimuksen ehdottamia optimaarvoja. Ainoa isompi ero on penkkipunnerruksessa. Tämä kertoo, että tämän tutkimuksen tulokset ovat hyvin käytettävissä oikeassa elämässä, koska Kanterin ominaisuuksilla on viskattu kiekkoa päälle 70 metriä.

Kiekko miehet	SUL							
Tulos m:	2,00 kg	43	47	50	55	60	65	70
kg	Massa	90	95	100	105	110	115	120
	RTE	75	80	90	100	110	125	140
	RRV	100	110	120	135	150	165	180
	JKE	110	120	135	150	170	190	210
	JKT	140	155	170	190	210	230	250
	PP	110	120	135	150	170	190	210
cm	5-VL	1400	1450	1500	1575	1650	1650	1650
	3-TI	850	880	915	960	1010	1050	1100
	1-TI	270	280	290	305	320	335	350
7,26	Kuula p.y.t	1350	1450	1600	1750	1900	2100	2250
7,26	Kuula a.e	1200	1300	1400	1500	1650	1750	1850
Tämä tutkimus								
Tulos m:	2	43	47	50	55	60	65	70
	Pituus	189	190	190	191	192	193	194
	Paino	99	102	104	107	110	113	117
	Syliväli	197	198	200	203	205	208	210
	RRV	105	115	122	135	147	160	172
	JKE	90	100	110	120	135	150	170
	JKT	112	132	150	177	205	232	260
	PP	88	105	118	140	162	184	205
Sek.	20m. Lent.	2,39	2,31	2,26	2,17	2,08	1,99	1,9
cm	5-VL	1380	1410	1430	1470	1500	1540	1580
	3-TI	814	850	880	920	965	1010	1050
	1-TL	264	276	284	298	313	327	342
5kg	Kuula p.y.t	1650	1730	1790	1890	1990	2090	2190
5kg	Kuula a.e	1400	1480	1530	1630	1720	1810	1910
Gerd Kanter								
	Pituus							196
	Massa							120
	RTE							117,5
	RRV							170
	JKT							250
	PP							190
	PYT 4kg							21,5
	Maastaveto							272,5

Taulukko 20: Kiekkonheittäjien ominaisuusnormistojen vertailu.

Mieskuulantyöntäjillä ominaisuusnormistot ovat yllättävän saman kaltaiset. Taulukossa 21 näkyy kuulantyöntäjien ominaisuusnormistojen vertailu. Mukana on tanskalainen kuulantyöntäjä Joachim B. Olsen ja hänen ominaisuutensa vuodelta 2004. Hänen ennätyksensä on 21,63 metriä, ja hänen testituloksistaan on hyvä vertailla normistoja (Hägglom 2005, 11-14). Olsenin ominaisuudet asettuvat hyvin lähelle tämän tutkimuksen normistojen kanssa. Niin suomalaisten huipputyöntäjien kuin ulkomaalaisten huipputyöntäjien ominaisuudet asettuvat melkein samoille kohdille.

Kun katsotaan tämän tutkimuksen naiskuulantyöntäjien ominaisuusnormistoja voima-arvot ovat huipputyöntäjille erittäin matalat verrattuna SULin vastaavaan normistoon. Muiden kuin lajio-minaisuustestien oletettu pieni yhteys vääristyy entisestään, kun aineisto on pieni ja otannasta puuttuu huippuheittäjien arvoja. Pienestä otannasta johtuen on ominaisuusnormisto vääristelevä ja tulokset eivät vaikuta realistisilta. Rinnallevetoarvot ja penkkipunnerrusarvot ovat erittäin matalia verrattuna SULin vastaavaan normistoon. Tämän tutkimuksen erittäin pieni rinnalleveton korrelaatio näkyy tässäkin ($r=0,42$, $p=,105$). Kuulanais-ten ominaisuusnormisto on mielestäni realistinen aina 15 - 17 metriin saakka, minkä jäl-keen ominaisuudet ovat liian matalia. Tuossa tuloksessakin toisaalta riittää vielä suoma-laisille tavoiteltavaa, nimittäin kauden 2015 hallikärkitulos naisissa oli Suomessa 15.25 metriä.

Taulukossa 21 on uusiseelantilaisen kuulaihmeen Valerie Adamsin penkkipunnerrus- ja kyykkyennätykset verrattuna tämän tutkimuksen 21 metrin ominaisuusvaateeseen. Valerie Adamsin ennätys on hurjat 21,24 metriä (2011). (Smith 2012). Adamsilla on huip-puominaisuudet naiskuulantyöntäjäksi, mutta hänen tuloksensa antavat kuitenkin viitettä siihen suuntaan, että kummankin ominaisuusnormiston voima-arvot ovat liian matalalla huipputyöntäjien osalta. Valmennuksen tulisikin suomessa keskittyä vain rohkeammin naiskuulantyöntäjien ominaisuuksien parantamiseen, muuta harjoittelua unohtamatta.

	Tämä Tutkimus	SUL	Valerie Adams
Kyykky	182 kg	200 kg	230 kg
Penkkipunnerrus	98 kg	122 kg	160 kg

Taulukko 21: Naisten kuulantyöntön voima-arvojen vertailu.

Kuula	Miehet	SUL		
	7,26 kg	2000	2100	2200
	RTE	130	140	150
	RRV	170	180	200
	JKT	250	275	300
	PP	190	200	220
	TT	190	210	220
cm	5-VL			
	3-TI	1050		
	1-TI	315,00	320	350
	Kuula p.y.t	2100	2200	2300
	Kuula a.e	1900	2000	2100
Kuula	Miehet	Tämä tutki- mus		
Tulos	7,26	2000	2100	2200
M:				
	pituus	192	192	192
	massa kg:	125	127	130
	RTE	134	140	145
	RRV	175	187	198
	JKT	272	287	302,5
	PP	215	230	245
Sek.	20m Lent.	2,1	2,02	1,95
cm	10-VL	2850	2880	2920
	3-TL	950	970	1000
	1-TI	310	317	325
7,26 kg	Kuula p.y.t	1860	1900	1950
5 kg	Kuula a.e	1790	1860	1930
Joachim	B. Olsen			
	Pituus			184
	Paino			138
	RTE			150
	RRV			195
	Maastaveto			3x350
	JKT			3x295
	PP			240
	Työntö niskan takaa			3x190
	PYT 7,26kg			1950

Taulukko 22: Mieskuulantyöntäjien ominaisuusnormistojen vertailu.

9.2 Jatkotutkimusehdotukset

Tutkimusta tarvitaan lisää ominaisuuksista ja niiden vaikutuksesta kilpailutulokseen. Ennen kaikkea asettaisın jatkotutkimukselle neljä seuraavaa tehtävää:

Ensimmäinen tutkimusaihe olisi kenttätestienvertaaminen tulokseen ja biomekaniikkaan. Miten tekniikka vaihtelee eri heittäjillä ja miten omia ominaisuuksia osataan hyödyntää tekniikassa.

Toinen mielenkiintoinen tutkimusaihe olisi nähdä myös raa`an rinnallevedon ja raa`an tempauksen vertailu kyykyyn suoritettua rinnallevetoa, sekä tempausta vasten. Tämä olisi mielenkiintoista nimenomaan heittolajeissa. Heittäjät joko käyttävät aikaa painonnosto tekniikan opetteluun tai eivät. Tämä aika on aina poissa muusta harjoittelusta ja olisi tärkeä tietää, saadaanko paremmalla tekniikalla ja toisaalta painonnosto tekniikalla suoritettuna enemmän hyötyä suhteessa raakoihin suorituksiin. Kysymys on siitä, käyttävätkö urheilijat aikansa hyvin. Sama asia kyykyssä, syväkyykyyn opettelu vaatii aikaa ja liikkuvuusharjoittelua.

Kolmas tutkimuksenaihe olisi kenttätestienv tarkkuuden mittaus. Kuinka paljon vaihtelua tulee eri suorituspaikasta, ilmastosta, tuulesta ja urheilijan päivästä riippuen. Jatkoselvitukseen voisi tehdä selvät ohjeet siitä, miten testit pitää suorittaa ja ilmoittaa. Esimerkiksi syväkyykyssä oikeansuorituksen voisi määrittellä näin: etureisi lonkkanivelen kohdalta käypolven yläpinnan alapuolella.

Neljäs tutkimuksenaihe olisi naistenkuulantyyönnön uuden laajemman aineiston kerääminen ja ominaisuusnormiston tekeminen. Siihen aineistoon tarvittaisiin ulkomaalaisten huippujen ominaisuustuloksia, sillä suomalainen aineisto ei riittäisi.

Lähteet

- Auvinen, M. 2011. 58-70. Heittolajit. SUL koulutusohjeet 2011-2013. Koonnut Rajala, T. 2011. Luettavissa:
http://www.kihu.fi/urapolku/media/Yleisurheilu,%20yleisurheilijan%20peruspolku_899_sul_koulutusohjeet_2011_rajala.pdf
- Auvinen, M. Ahola. Teoksessa Moukarinheitto, Rinta-Aho, A. 2002. Gummerrus kirjapaino Oy: Suomen Urheiluliitto.
- Best, R.J., Bartlett, R.M. & Morris, C.J. 1993. A three dimensional analysis of javelin throwing technique. *Journal of Sport Sciences* 11, 315-328.
- Billeter, R. & Hoppeler, H. Muscular Basis of Strength. Teoksessa *Strength and Power In Sport*. 2003. 2nd edition. Blackwell. Edited by Paavo V. Komi.
- Deporte, E. & Van Gheluwe, B. 1988. Ground Reaction forces and moments in javelin throwing. *Biomechanics XI-B*, Amsterdam, Free University Press, 575-581.
- Fahey, T. Predictors of performance in elite discus throwers. 2002. California State University. Luettavissa:
http://www.academia.edu/8779918/PREDICTORS_OF_PERFORMANCE_IN_ELITE_DISCUS_THROWERS
- FAKTAA – Suomen Yleisurheiluliitto ry. Suomen Yleisurheiluliiton kotisivut. Viitattu 5.12.2014. [Http://www.sul.fi](http://www.sul.fi), SUL RY, Faktaa
- Georgiadis, G. Karampatsos, G. Kyriazis, T. Terzis, G. Shotput performance and muscular strength. University of Athens, Greece. <http://www.smas.org/2-kongres/papers/12191.pdf>
- Gorostiaga, M. Granados, C. Ibanez, J. Izquierdo, M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. 2004.
- Haaranen, J. Kiekonheitto. 2004. PB-printing Oy: Suomen Urheiluliitto.
- Haverinen, M. Nuorten yleisurheilijoiden harjoituskauden testitulosten yhteys kesän kilpailutuloksiin sekä ennustettavuus aikuisvaiheen menestykseen. Jyväskylän yliopisto. 2003

Haverinen, M. 2007. Lihasaktiivisuudet vauhdittomassa kuulantyönnössä. Kansainvälinen tutkimuspalsta. Huippu-urheilu-Uutiset 3/2007. Referointi artikkelista: Peng, H., Peng, H. & Huang, C. 2005. Electromyographic analyses of standing shot put throw. XXth Congress of the International Society of biomechanics. 31.7. - 5.8.2005. Cleveland, Ohio. Tiivistelmä.

Haverinen, M. 2008. Kuulantyönnön Biomekaaninen analyysi Atenaan olympialaisista. Huippu-Urheilu-Uutiset 3/2008. Referointi artikkelista: Ariel, G., Penny, A., Probe, J. & Finch, A. 2005. Biomechanical Analysis of the Shot Put Event at the Athens 2004 Olympic Games. Congress of the International Society of Biomechanics in Sports, Beijing, China.

Häggblom, M. Huippu-Urheilu-Uutiset. 2005. Numero 5. 11-14.

Kantola, H. Kuntotestaus valmentajan työvälineenä. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, M., Kallinen, M. & Aho, J. Kuntotestauksen käsikirja. 208-211. 2. painos. Liikuntatieteellinen Seura. Tampere.

Karampatsos, G. Terzis, G. Georgiadis, G. Muscular strength, neuromuscular activation and performance in discus throwers. Journal of Physical Education and Sports. 12/2011, 369-375.

Kawamori, N. Haff, G. The optimal training load for the development of muscular power. 2004. Midwestern State University, Texas. Journal of Strength and Conditioning Research, s 675-684, 2004.

Keskinen, K., Häkkinen, M., Kallinen, M. & Aho, J. Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Liikuntatieteellinen Seura. Tampere.

Kinnunen, K. 3.3.2015. Keihäänheiton lajivalmentaja. Suomen Urheiluliitto. Sähköposti.

Korjus, T. Ihalainen, K. Raportti keihäsprojektista. Julkaisija Suomen Urheiluliitto. Tuntematon vuosi.

Kyröläinen, II. Komi, P.V. 1995b. The function of neuromuscular system in maximal stretch-shortening cycle exercises: comparison between power- and endurance-trained athletes. Journal of Electromyography & Kinesiology. Vol 5. 15-25.

Linja, T. 2004. Teoksessa Kiekonheitto, Haaranen, J. 2004. PB-printing Oy: Suomen Urheiluliitto.

Linja, T. Huippu-Urheilu-Uutiset. 1998. Numero 2, s.37.

Linja, T. Teoksessa Moukarinheitto, Rinta-Aho, A. 2002. Gummerrus kirjapaino Oy: Suomen Urheiluliitto.

MacDougall, D. Wenger, H. Green, H. Physiological testing of the high-performance athlete. Human Kinetics Book. 1991. Second edition. Published for the Canadian Association of Sport Sciences.

Mero, A. Nummela, A. Keskinen, K. Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.

Metsämuuronen, J. Tilastollisen kuvauksen perusteet. Metodologia - sarja 2. 2000. Methelp.

National Research Council. Bransford, J. Brown, A. Gelman, R. Glaser, R. Greenough, W. Ladson-Billings, G. Means, B. Mestre, J. Nathan, L. Pea, R. Peterson, P. Rogoff, B. Romberg, T. Wineburg, S. Miten opimme - aivot, mieli kokemus ja koulu. 2004. WS Bookwell Oy.

Nevalainen, T. Murofushi vastaa iän haasteisiin treenimuutoksilla. Huippu-urheilu Uutiset. 4/2013. SUL.

Ojanen, T: Moukarin - ja painonheitto tekniikka ja voimantuotto veteraanimoukarinheittäjillä. 2005. Jyväskylän Yliopisto. Johdatus omatoimiseen tutkimukseen.

Panoutsakopoulos, V. Biomechanical Analysis of the men`s discus throw in the athens 2006 I.A.A.F. WORLD CUP IN ATHLETICS. Department of Physical Education and Sport Science. Aristotle University, Thessaloniki, Greece. 2006. Luettavissa:
<http://www1.arielnet.com/start/apas/studies/Panoutsakopoulos-DISCUS.pdf>

Rinta-Aho, A. 2002. Moukarinheitto. Gummerrus kirjapaino Oy: Suomen Urheiluliitto.

Singh, K. Singh, P. Singh, C. 2011. Anthropometric Characteristic, Body Composition and Somatotyping of High and Low Performer Shot Putters. World academic union.
<http://www.worldacademicunion.com/journal/SSCI/SSCIvol06no03paper04.pdf>

Singh, S. Singh, K. Singh, M. 2011. Comparison of anthropometric characteristic and body types of high performer and low performer hammer throwers. Department of physical education. India. http://www.brjb.com.br/files/brjb_141_5201106_id1.pdf

Smith, T. Viimeksi muokattu 9.11.2012. Adams: Up close and personal. Viitattu 15.4.2015.
Luettavissa:
<http://www.stuff.co.nz/the-press/news/7926117/Adams-Up-close-and-personal>

Taanila, Aki. 2015. Akin menetelmäblogi. Korrelaatio - lisätietoa. Päivitetty 25.10.2013.
<https://tilastoapu.wordpress.com/tag/korrelaation-merkitsevyys/>

Tanner, R. Gore, C. Physiological Tests for Elite Athletes. 2nd edition. 2013. Human Kinetics.

Terzis, G. Karampatsos, G. Georgiadis, G. Neuromuscular control and performance in shot-put athletes. 2007. University of Athens. The Journal of sports medicine and physical fitness. 10/2007. 284-290.

Terzis, G. Spengos, K. Kavouras, S. Manta, P. Georgiadis, G. Muscle Fibre type composition and body composition of hammer throwers. Journal of Sports Science and Medicine, 2010, 104-109.

Utriainen, E. Keihäänheitto, 1987. Viitasaari: Suomen Urheiluliitto.

Valleala, R. 3.3.2015. Viestintäpäällikkö. KIHU. Sähköposti.

Valleala, R. Keihäänheittosuorituksen biomekaaniset muuttujat ja niiden yksilöllisyys kahden eri heittäjän suorituksissa. Pro Gradu - tutkielma. 2002, Jyväskylä.

Valleala, R. Kapustamäki, H. Viitasalo, J. Salonen, M. Talkkari, J. Kangas, H. Auvinen, M. Keihäänheiton tukiprojekti - Peking 2008. Keihästykkimittausten tulokset. 2008. KIHU. Suomen Urheiluliitto.

Viitasalo, J. Keihäiden lento-ominaisuuksien testaus keihätykillä. 1997. KIHU. Jyväskylä

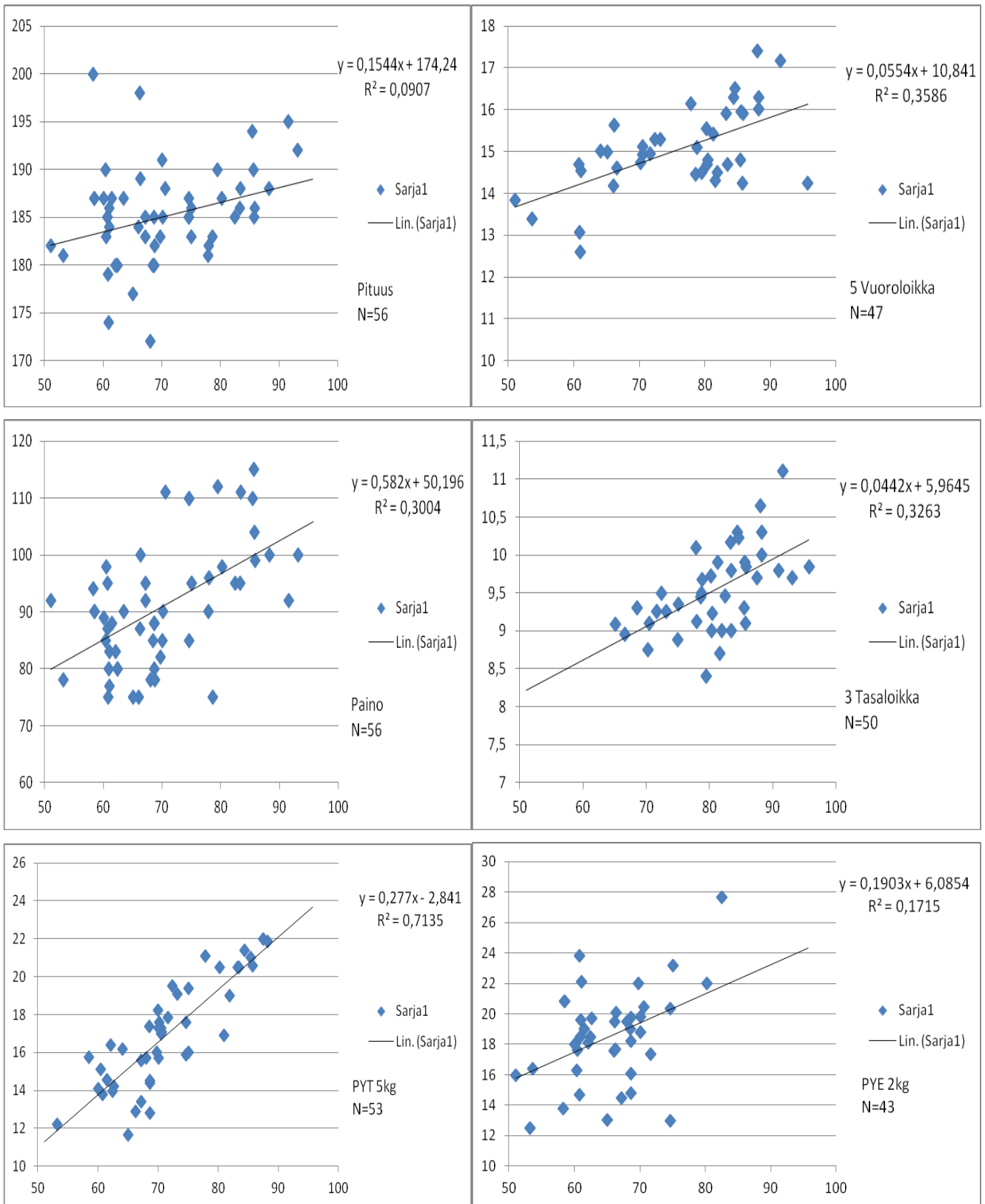
Wisloff, U. Castagna, C. Helgerud, J. Jones, R. Hoff, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Sports Medicine*. 2004. 38,285.288. Luettavissa:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724821/pdf/v038p00285.pdf>

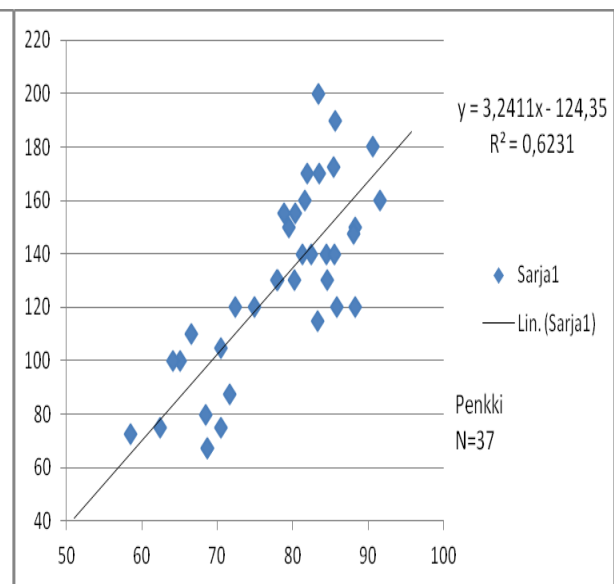
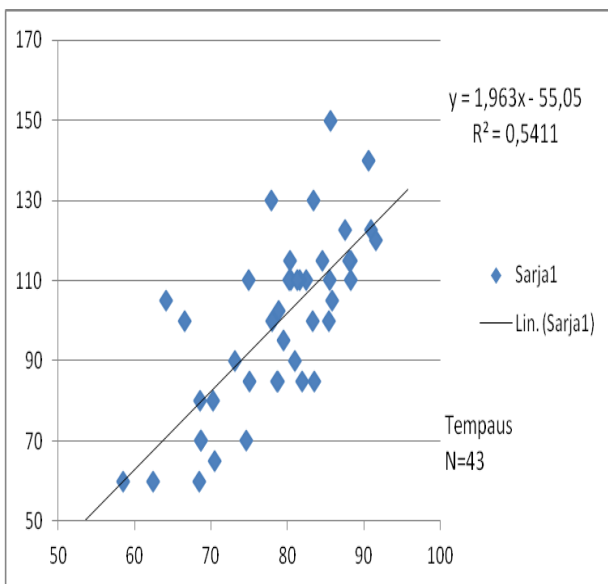
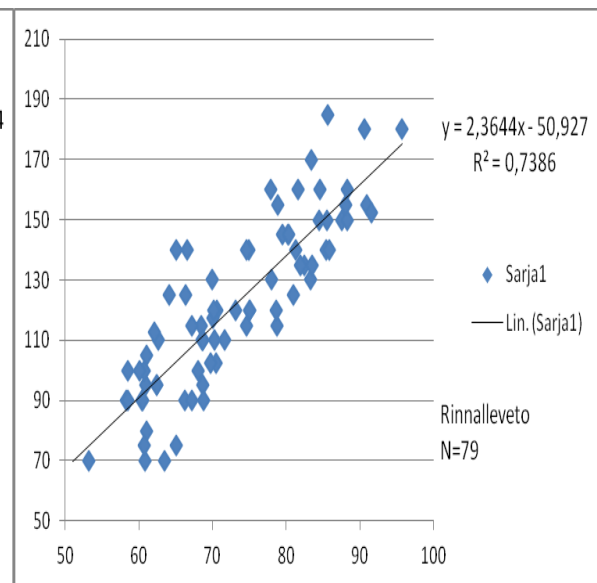
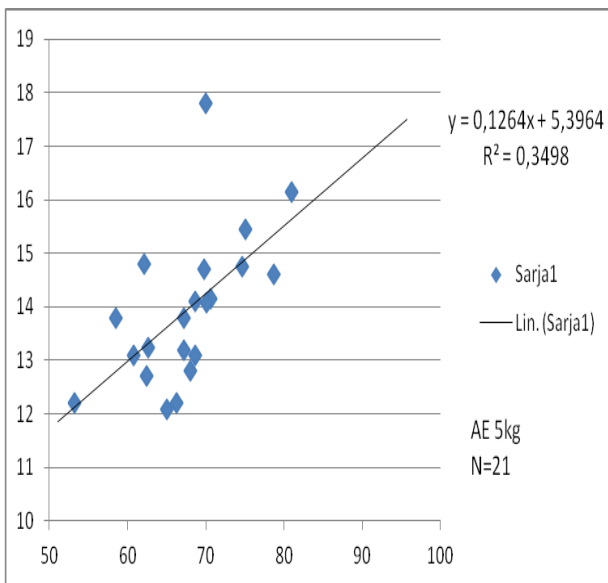
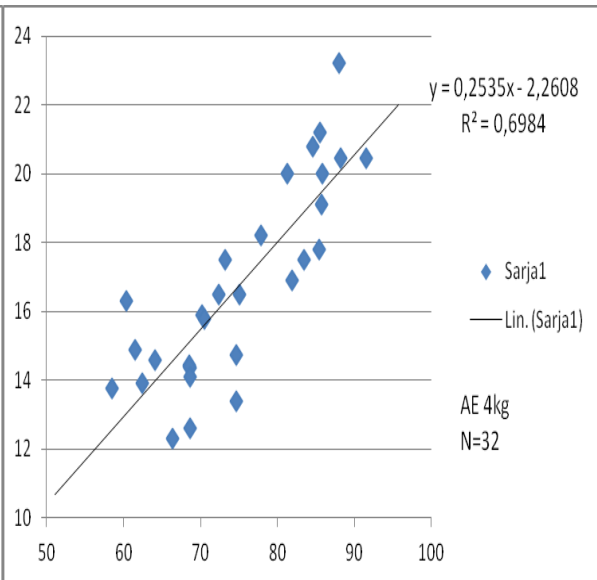
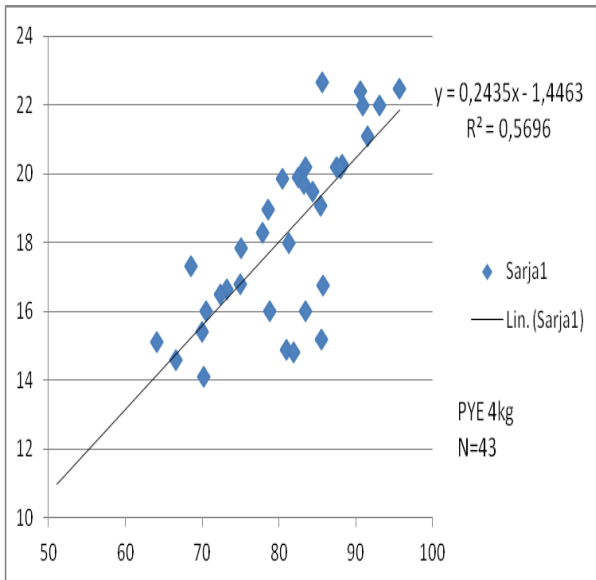
Zaras, N. Spengos, K. Methenitis, S. Papadopoulos, C. Karampatsos, G. Georgiadis, G. Stasinaki, A. Manta, P. Terziz, G. Effect of strength vs. Ballistic-Power Training on Throwing Performance. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2013/12.

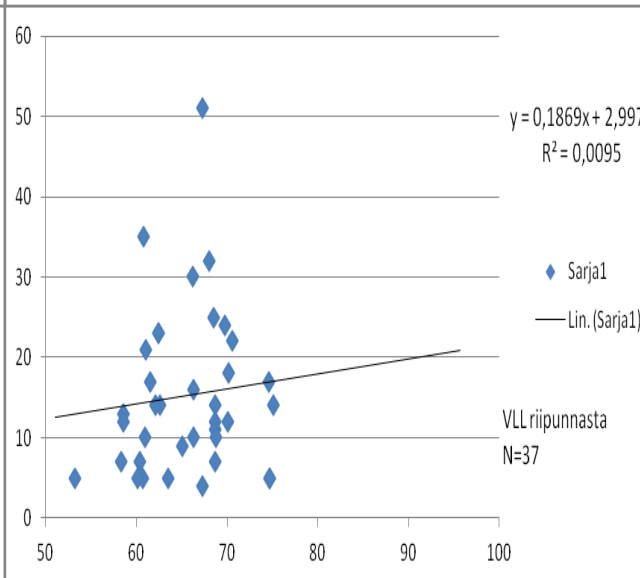
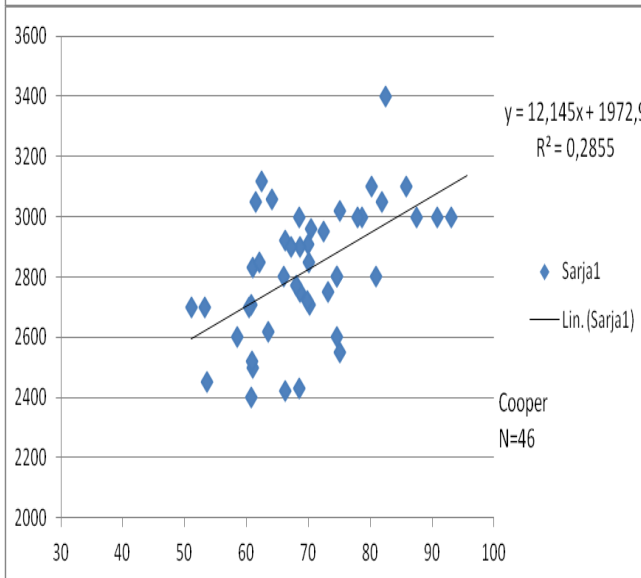
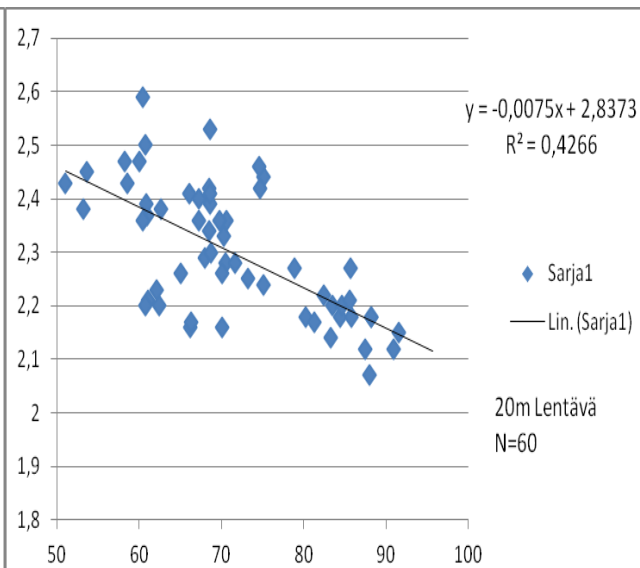
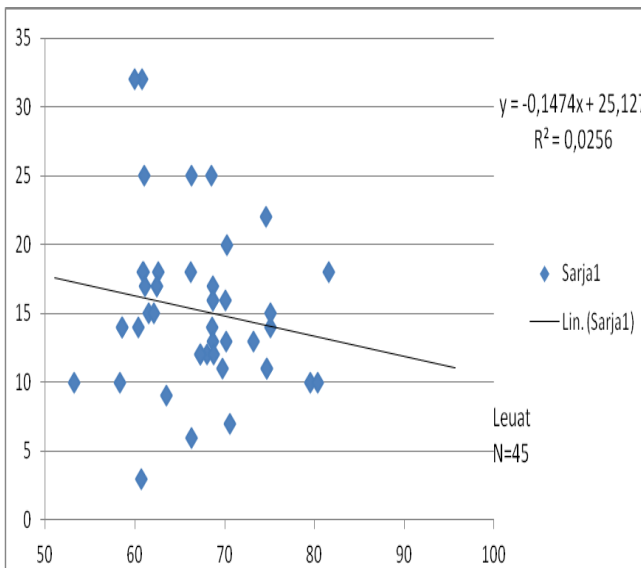
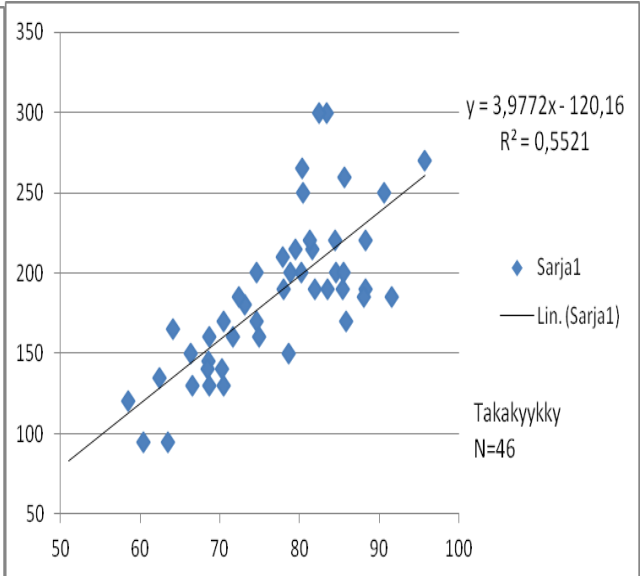
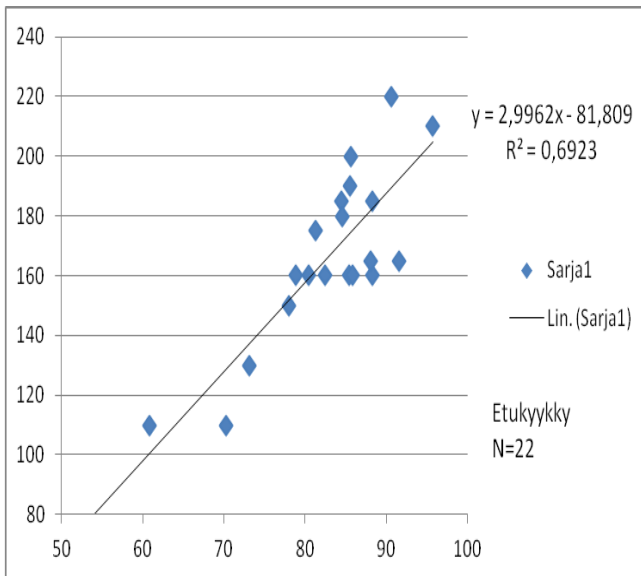
Zatsiorsky, V. Kraemer, W. *Science and Practice of Strength Training*. 2006. 2th edition. Human Kinetics.

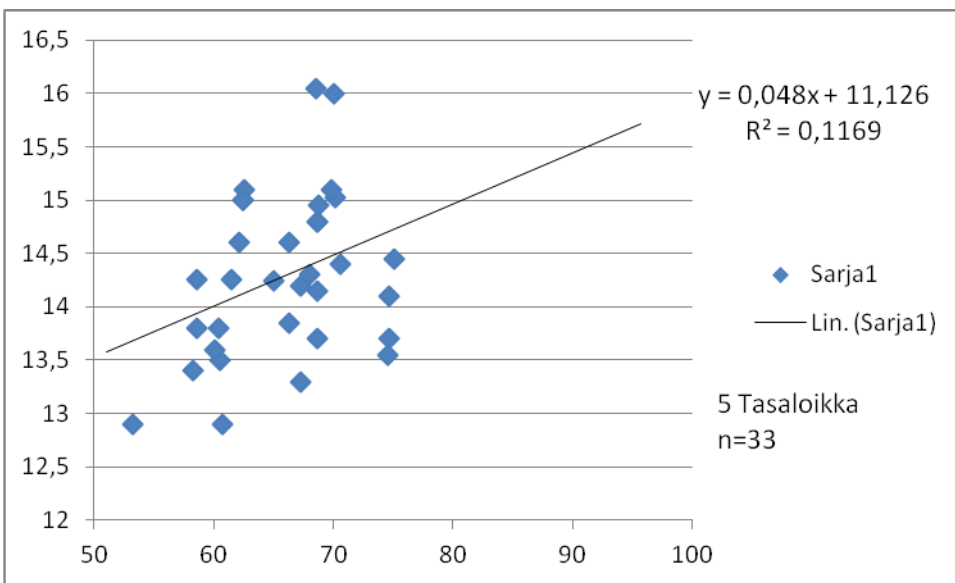
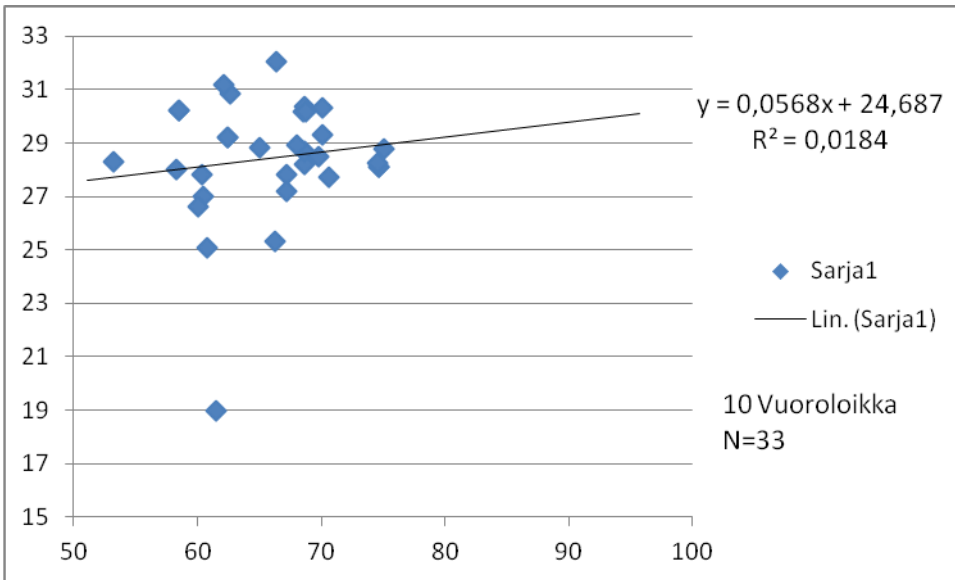
Liitteet

Liite 1: Miesten keihään kenttätestien korrelaatio kilpailutuloksen kanssa

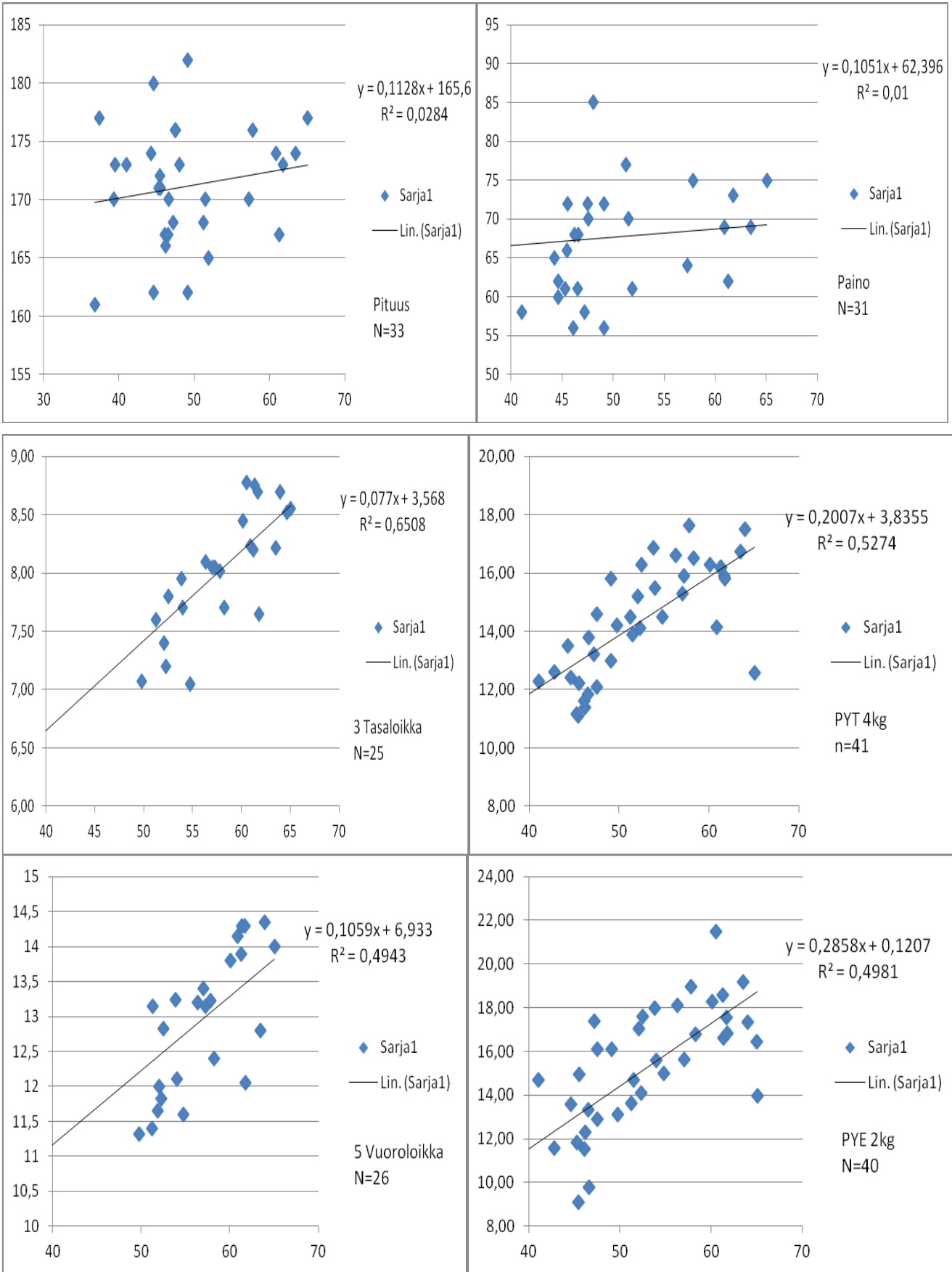


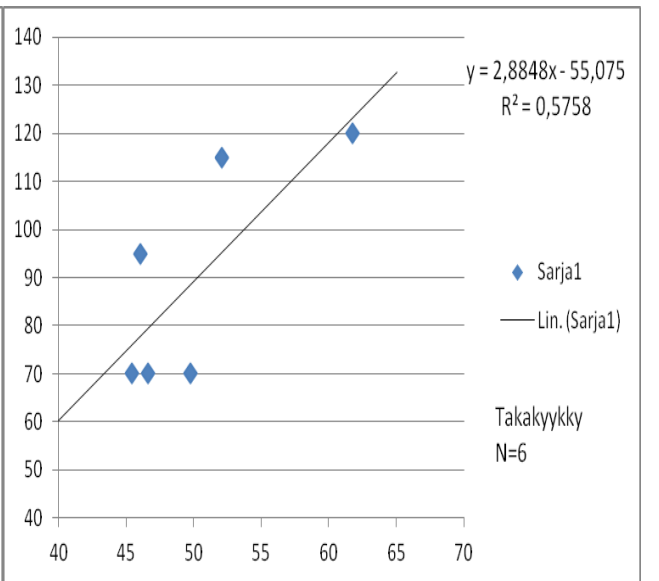
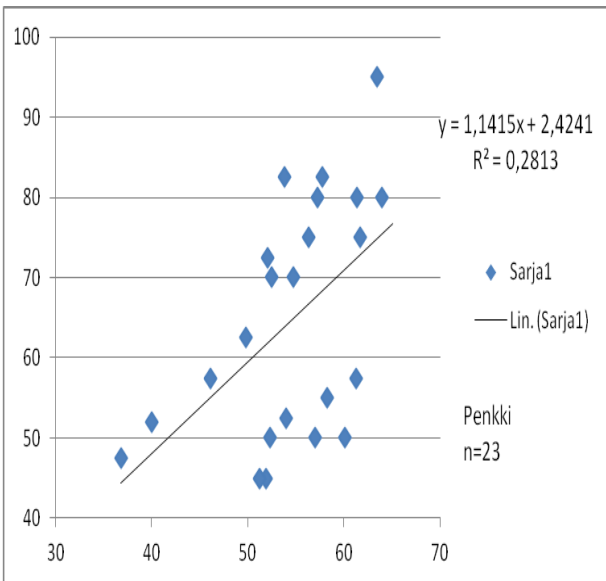
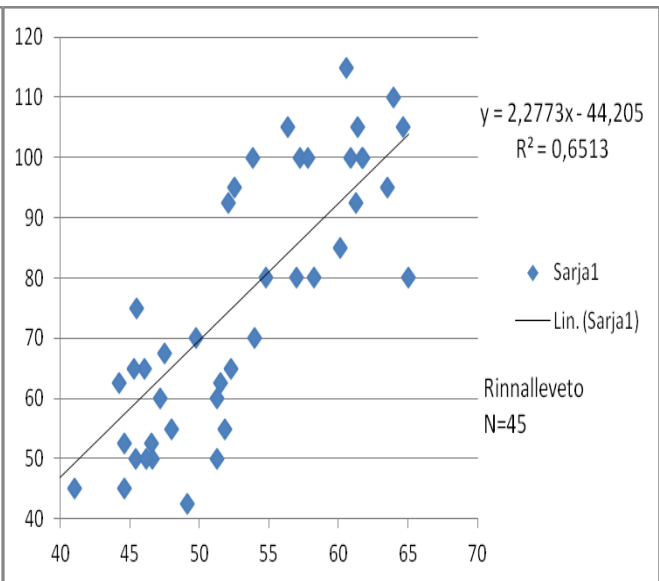
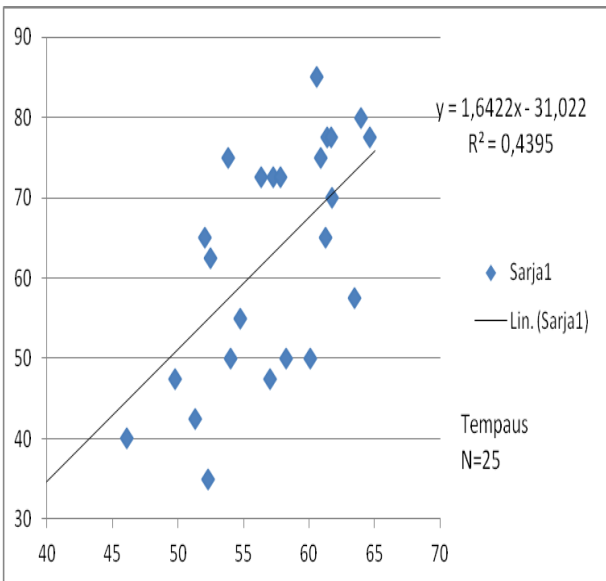
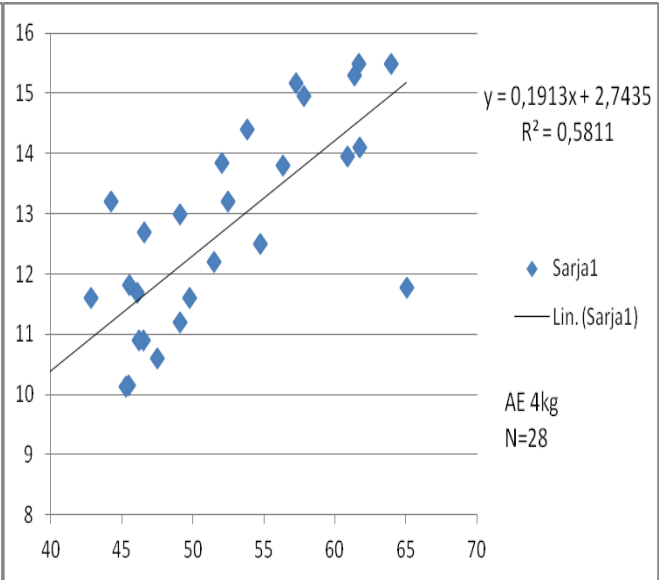
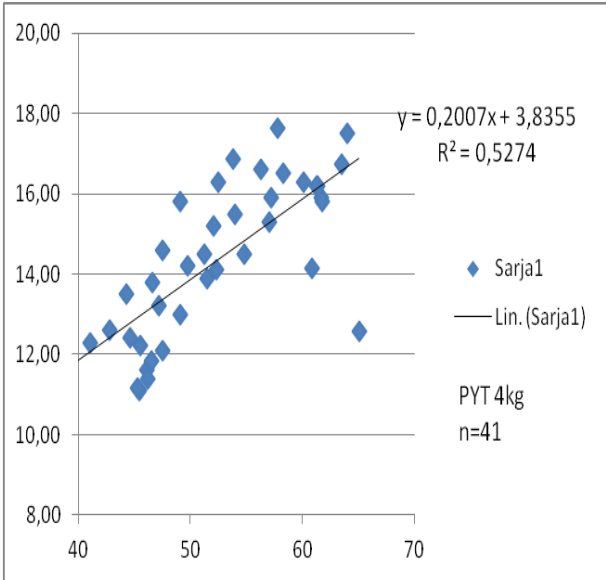


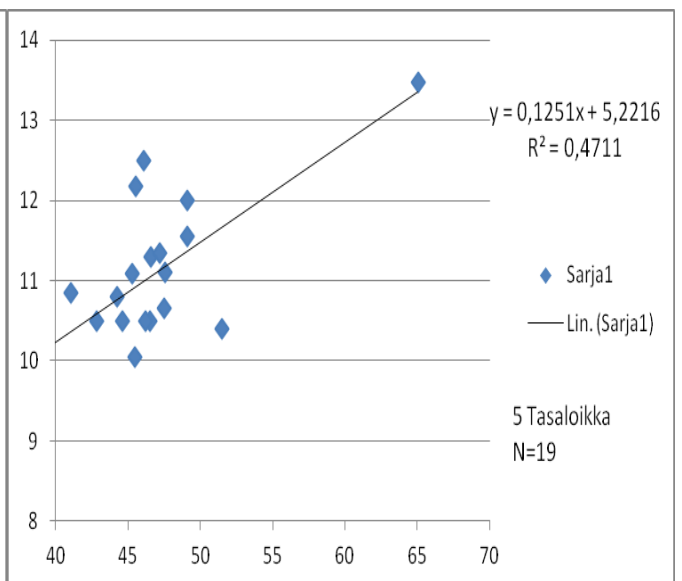
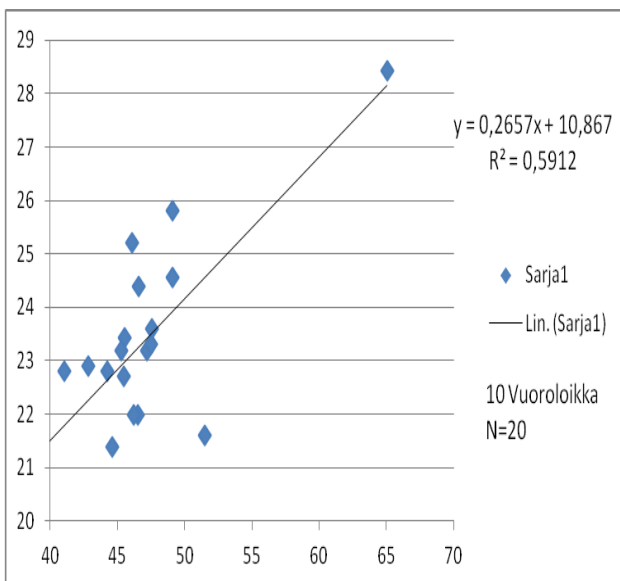
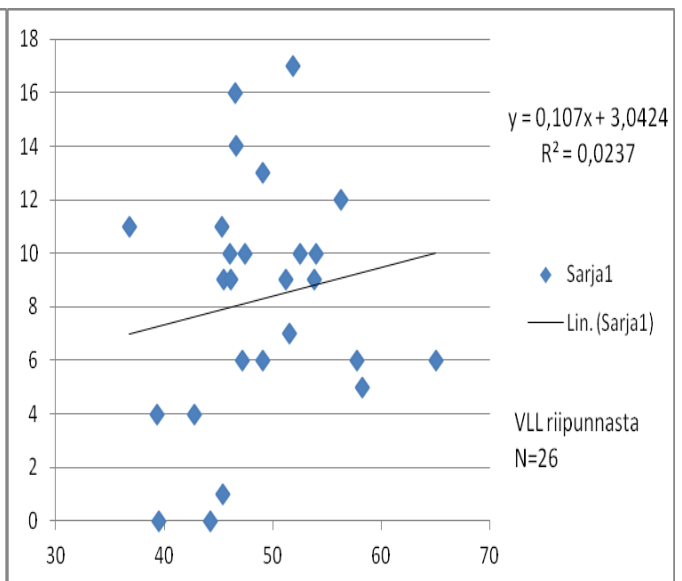
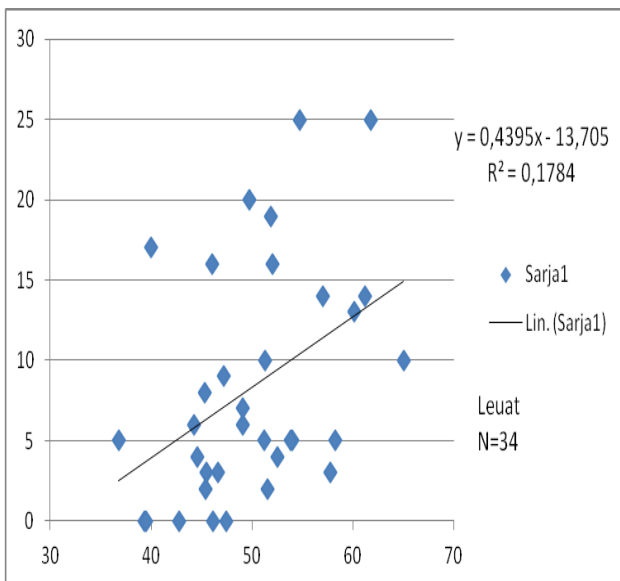
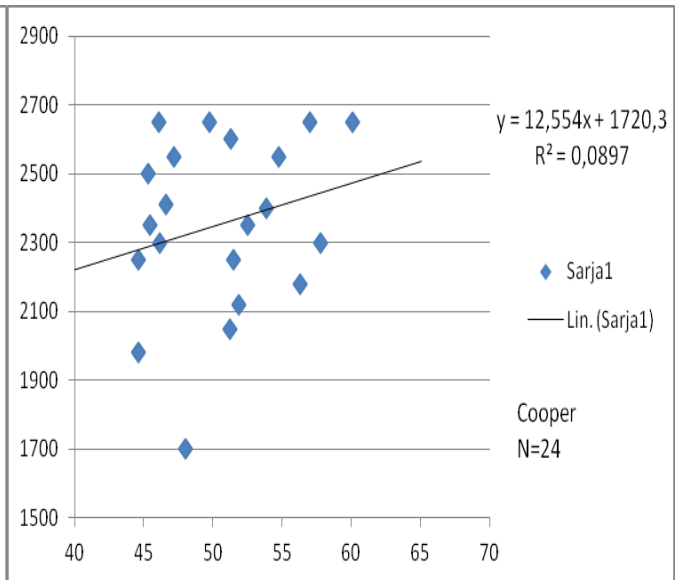
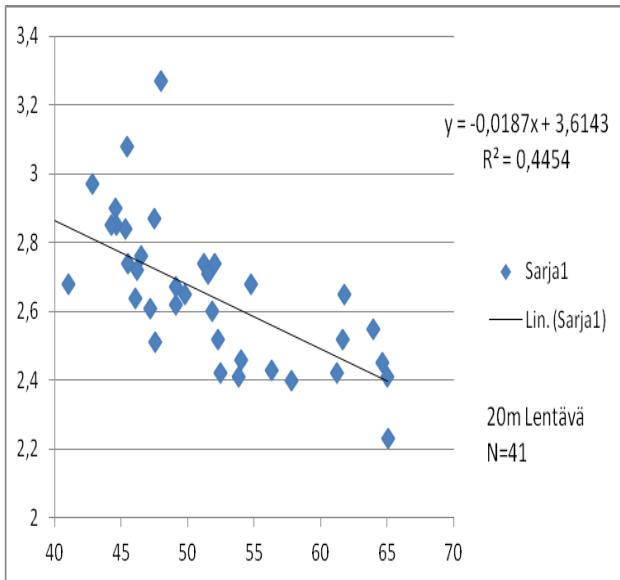




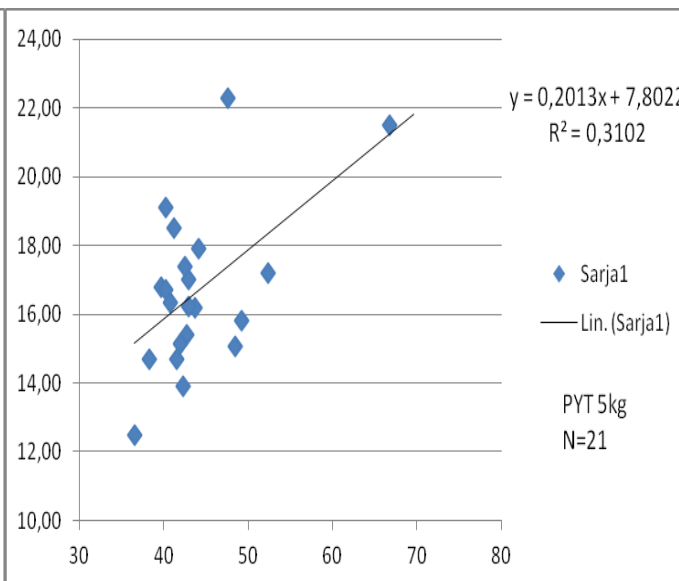
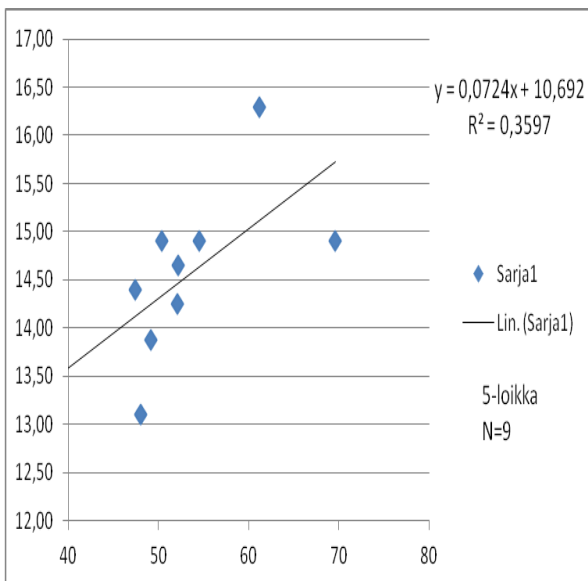
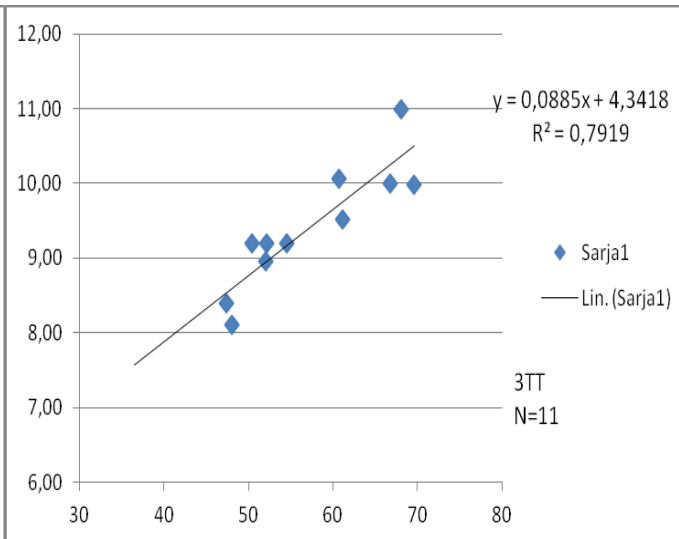
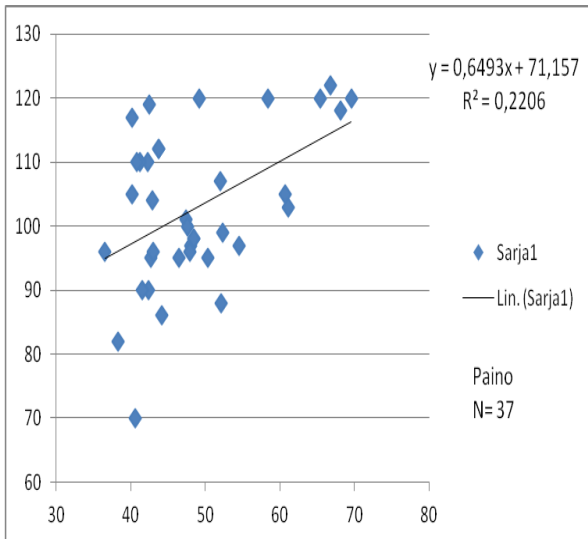
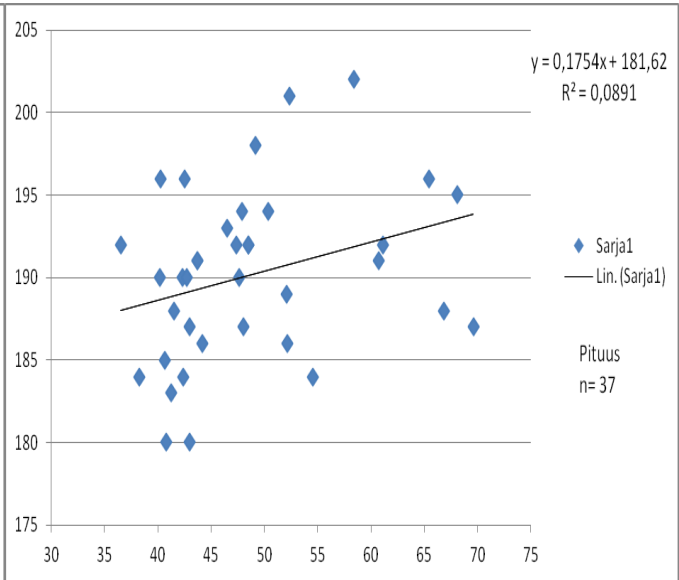
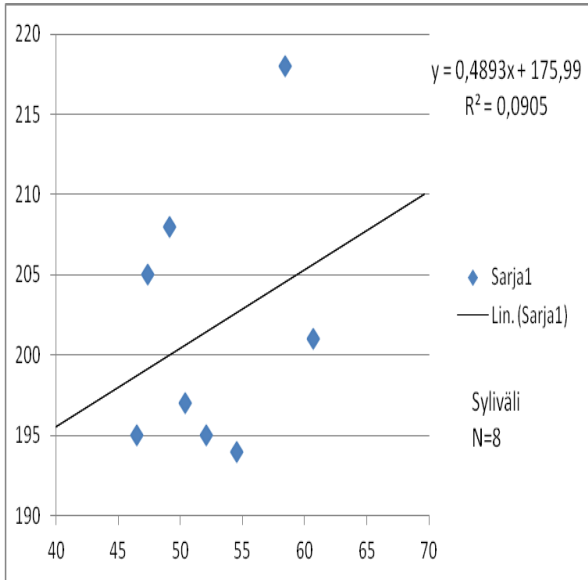
Liite 2: Naisten keihään kenttätestien korrelaatio kilpailutuloksen kanssa

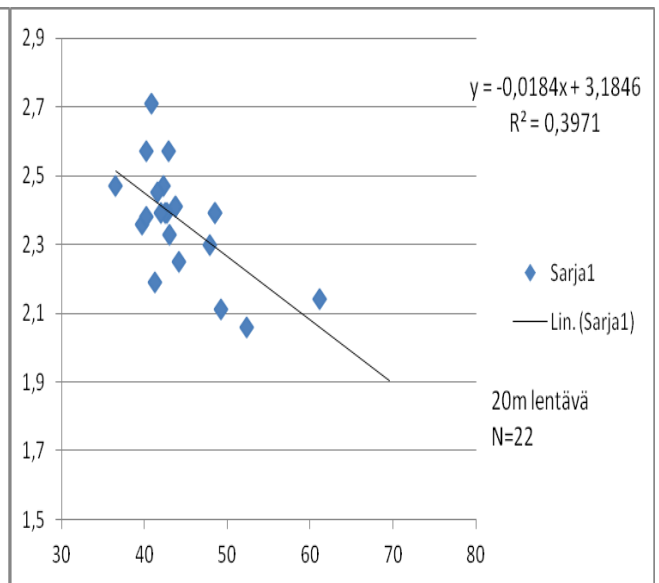
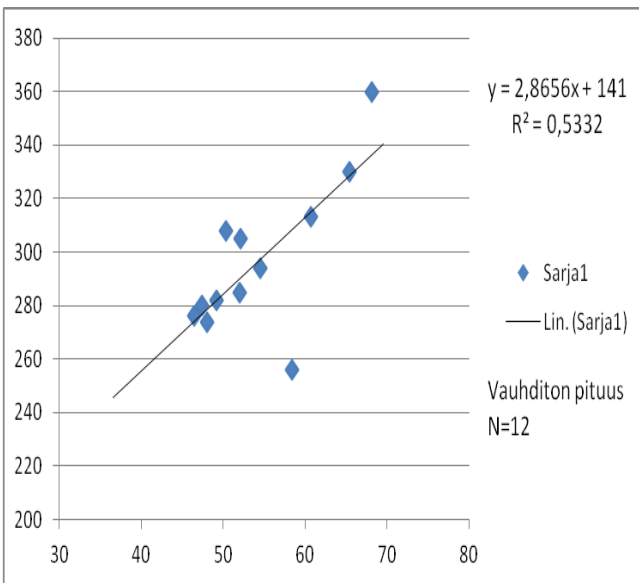
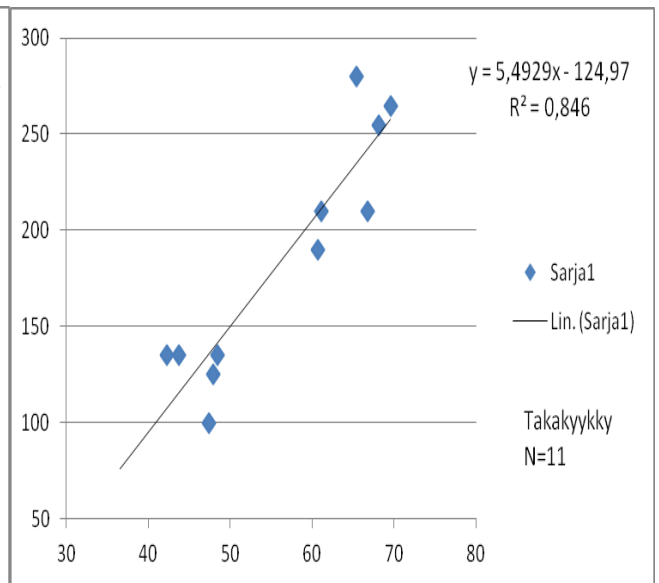
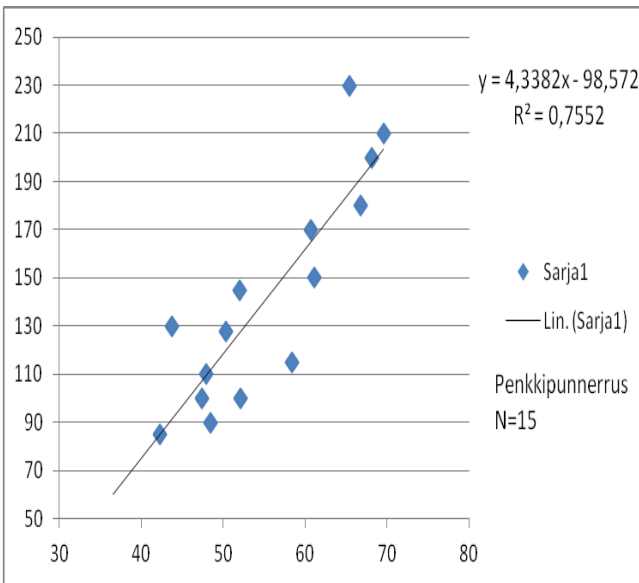
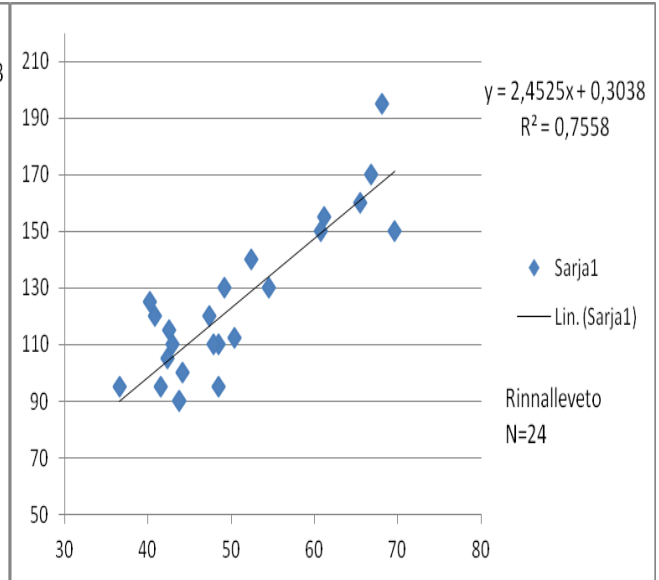
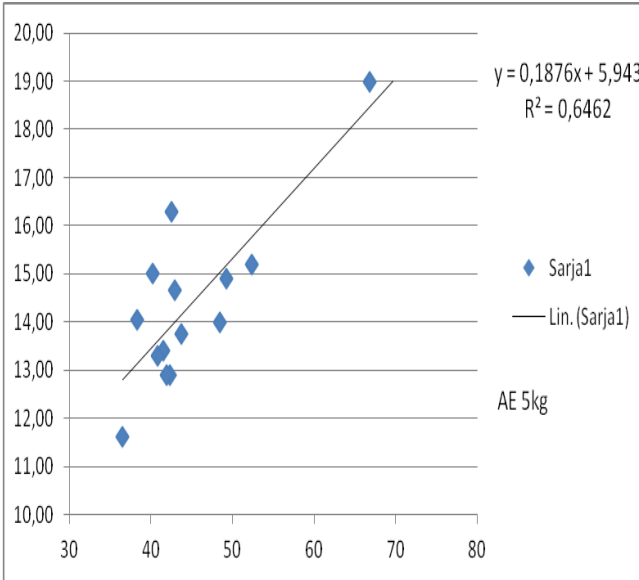


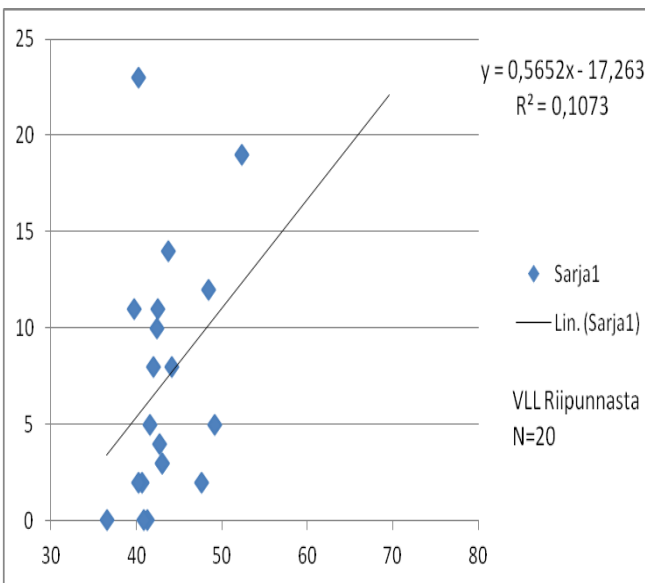
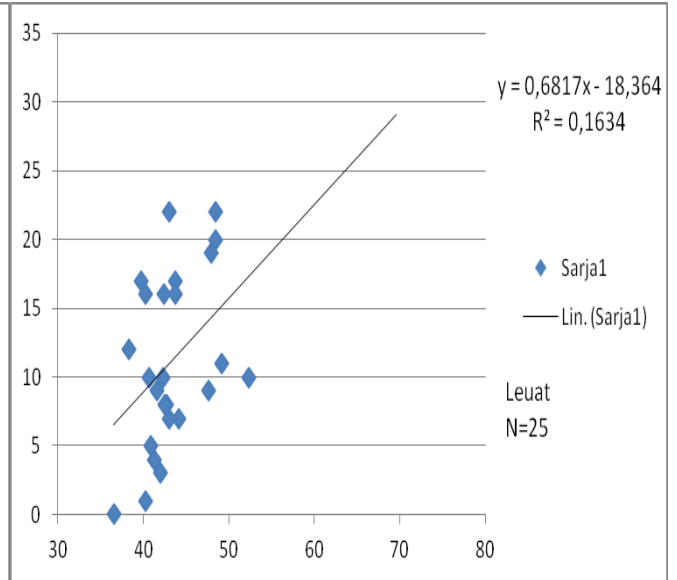
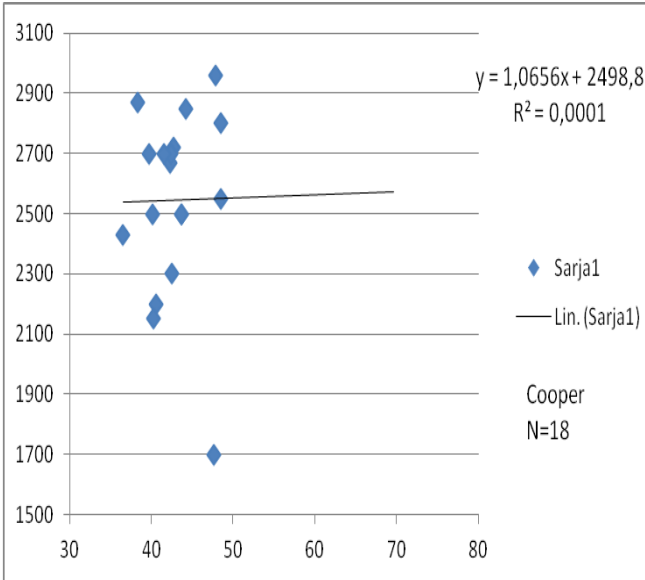




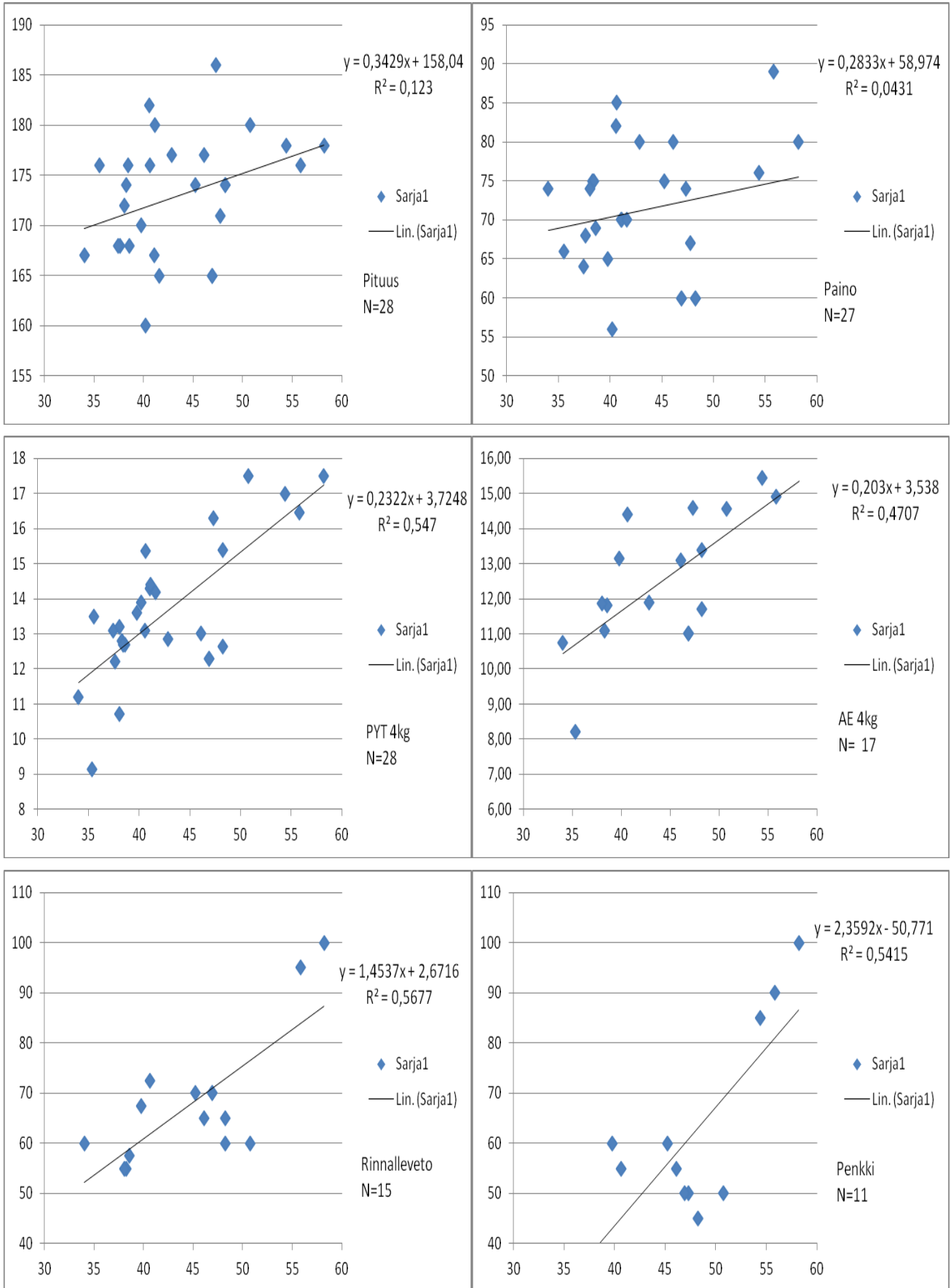
Liite 3: Mlesten kiekon kenttätestien korrelaatio kilpailutuloksen kanssa

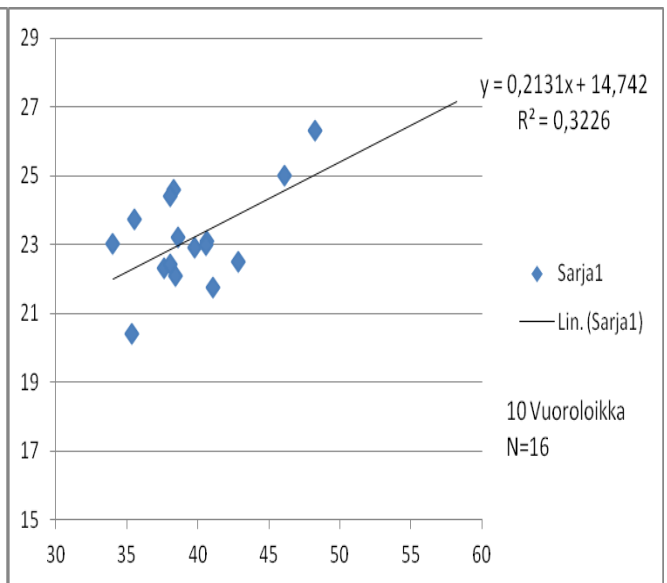
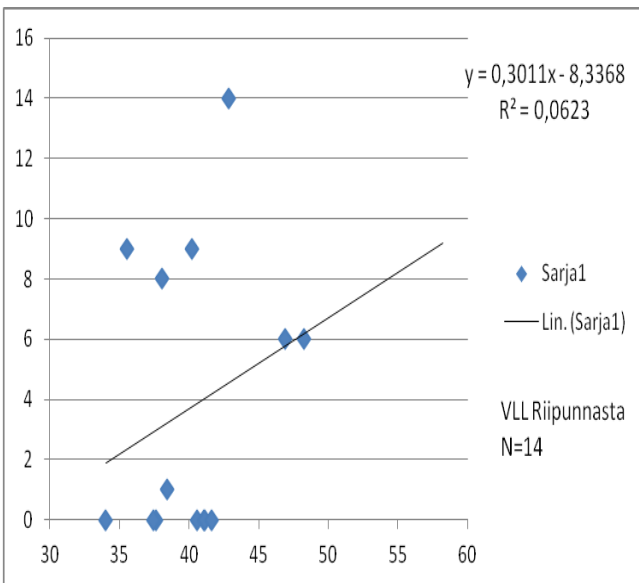
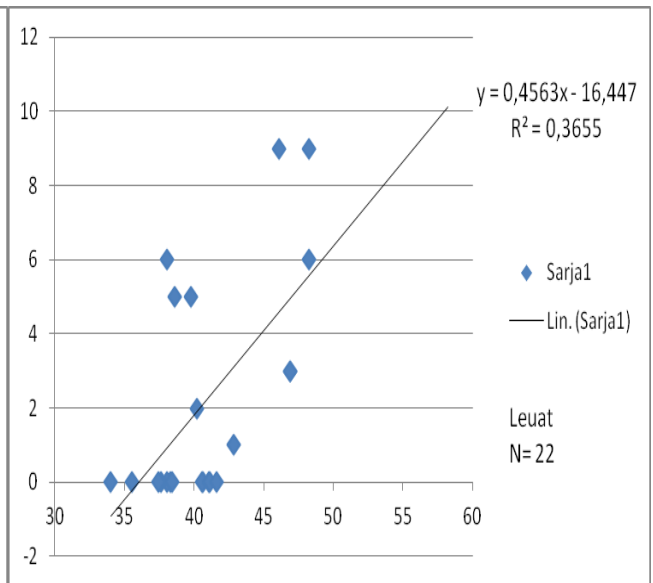
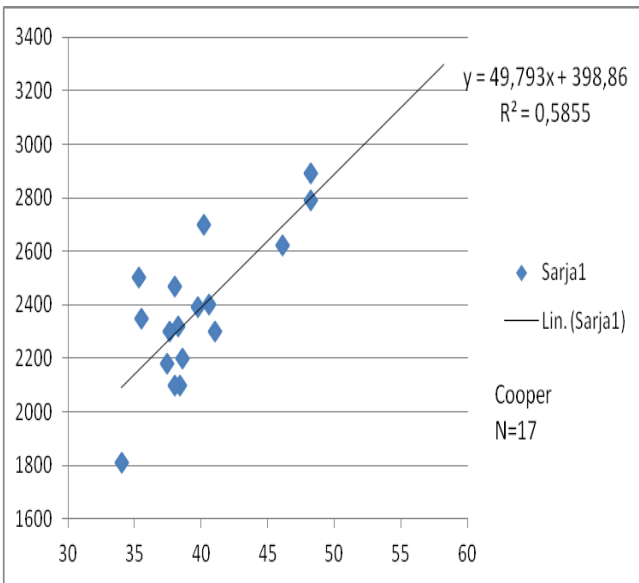
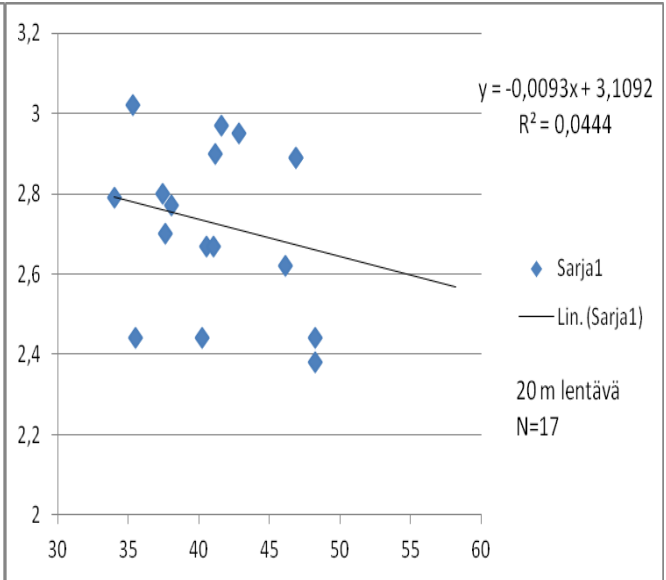
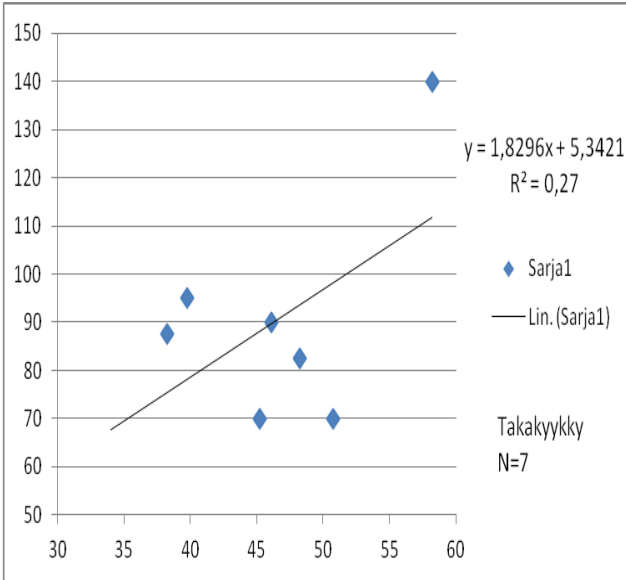


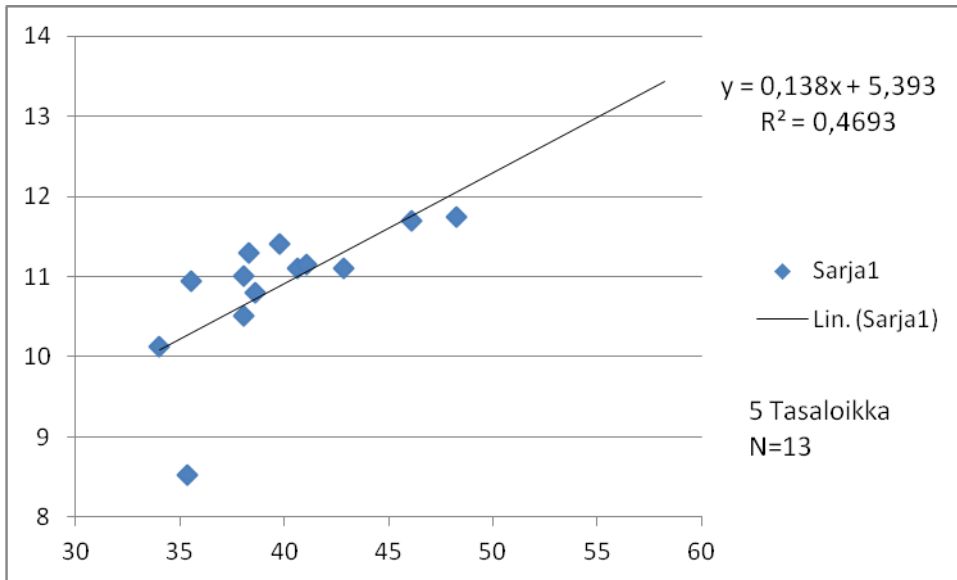




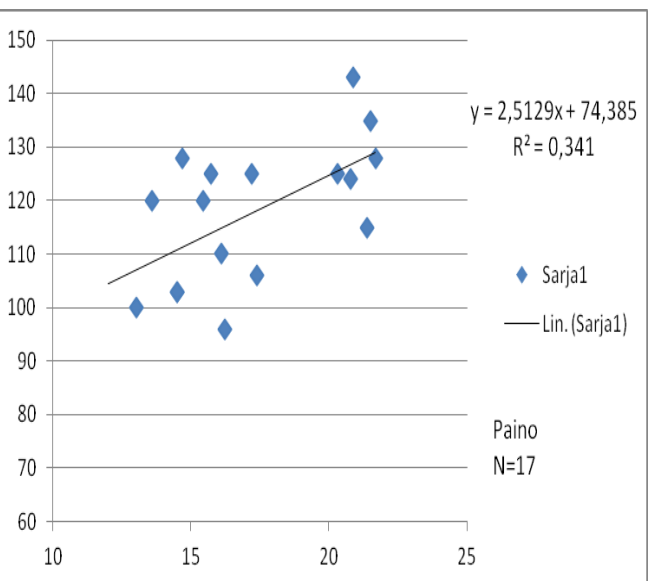
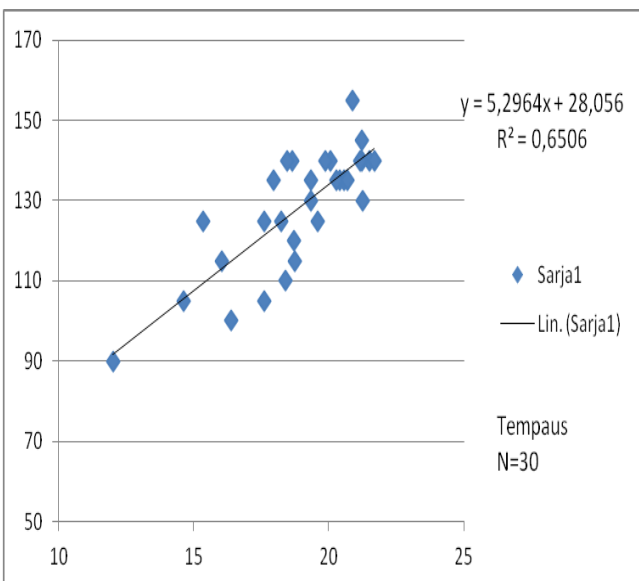
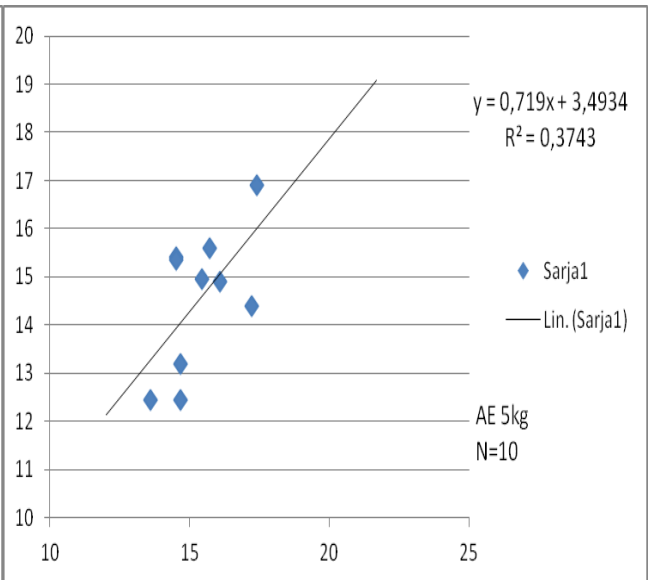
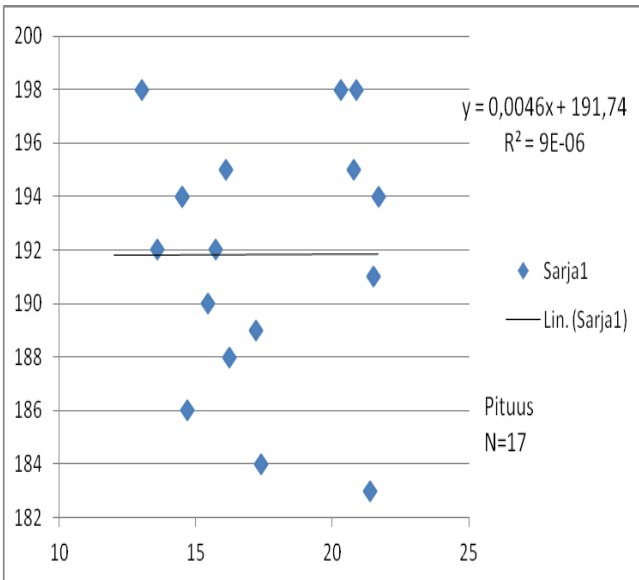
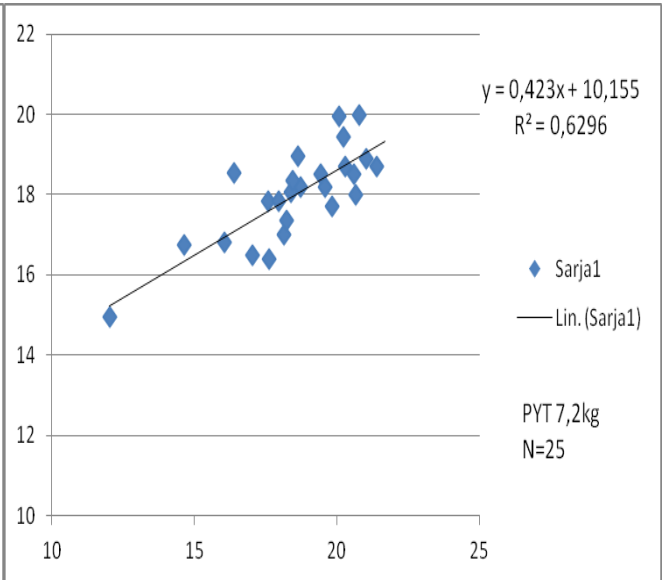
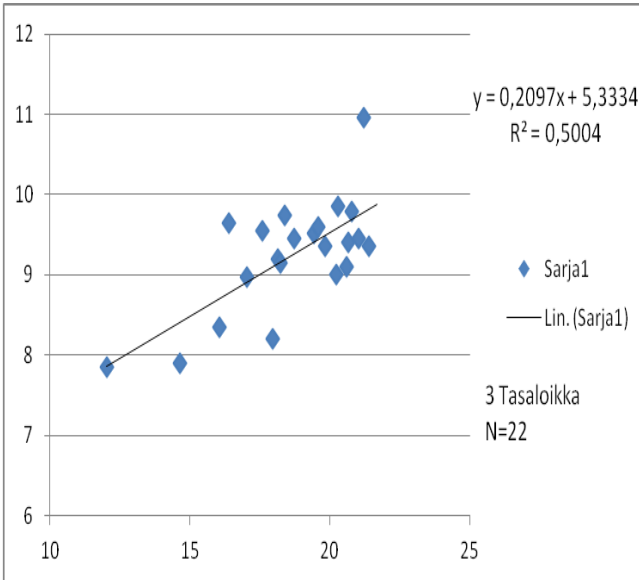
Liite 4: Naisten kiekonheiton kenttätestien korrelaatio kilpailutuloksen kanssa

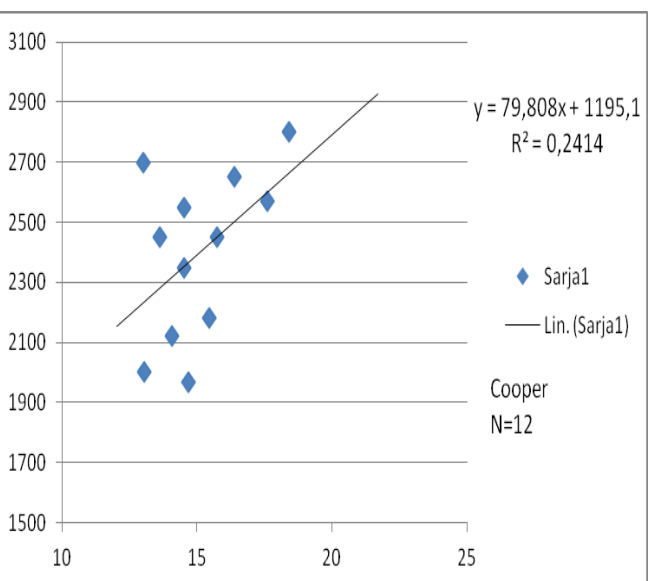
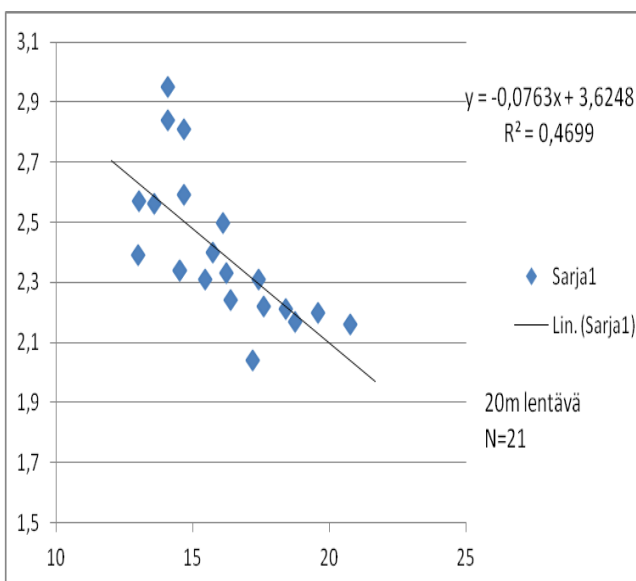
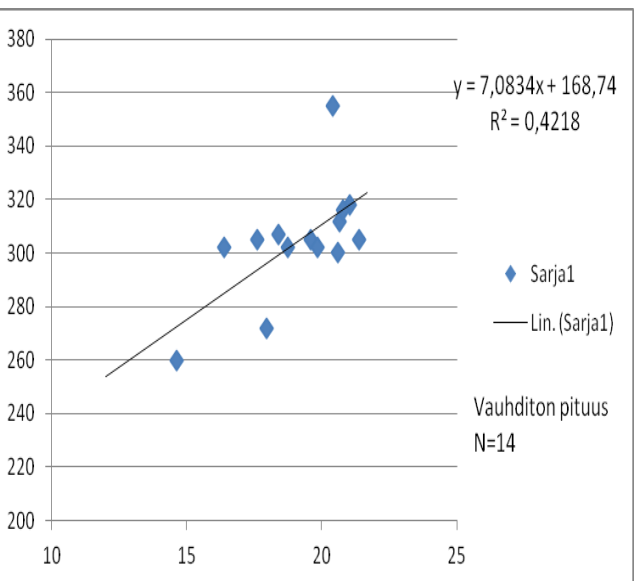
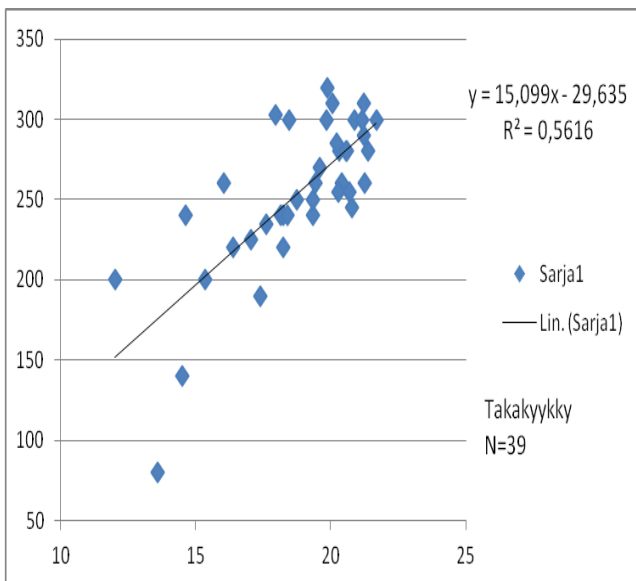
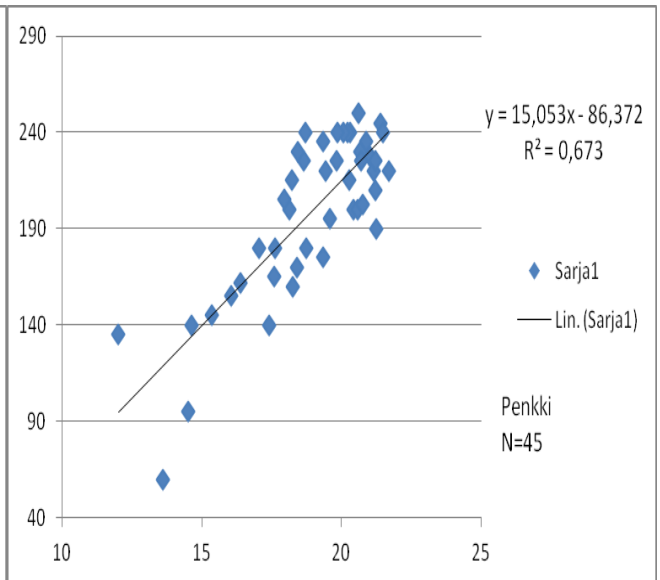
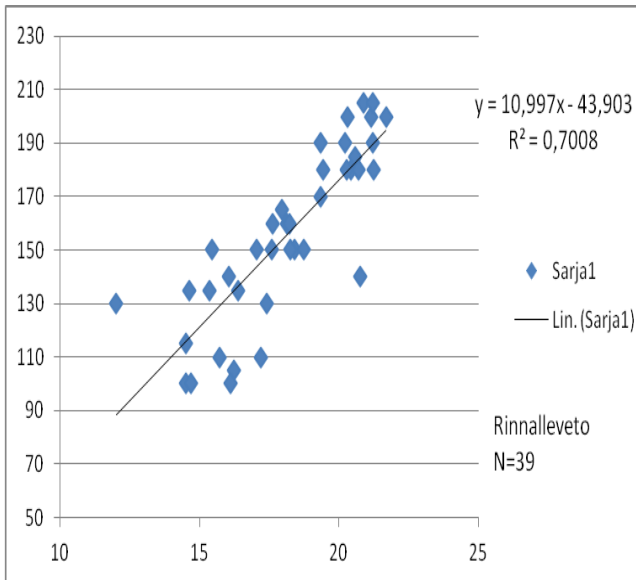


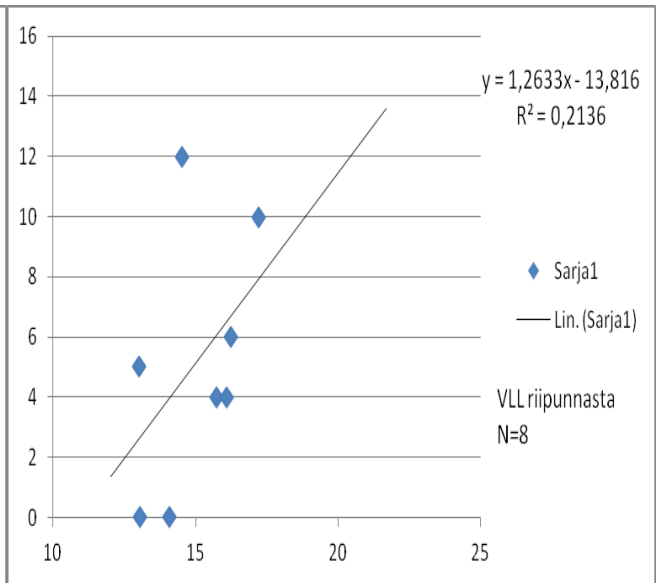
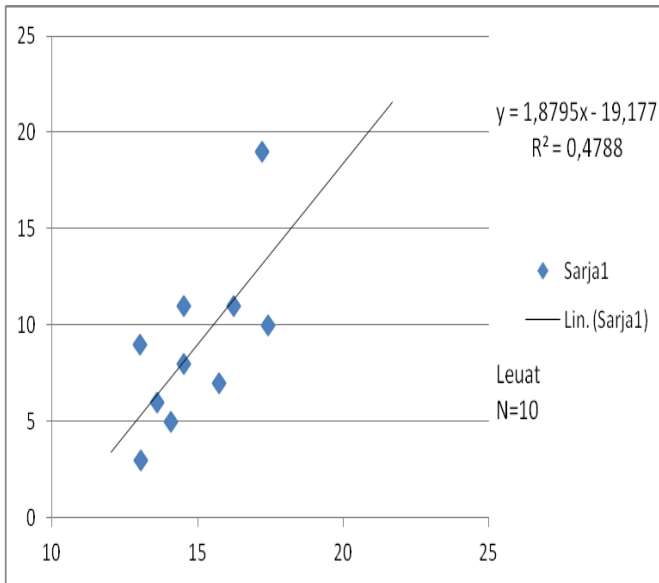




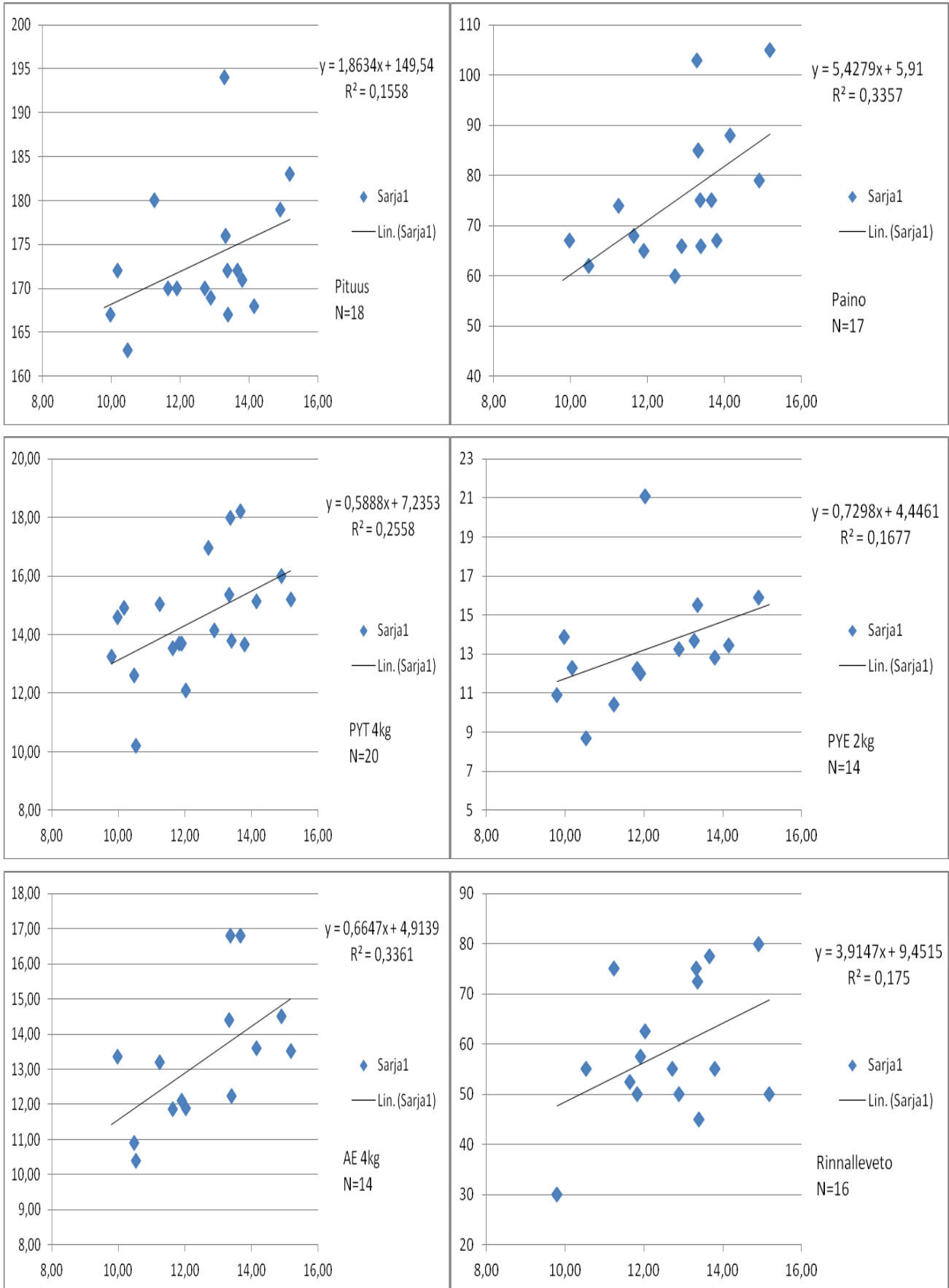
Liite 5: Miesten kuulan kenttätestien korrelaatio kilpailutuloksen kanssa

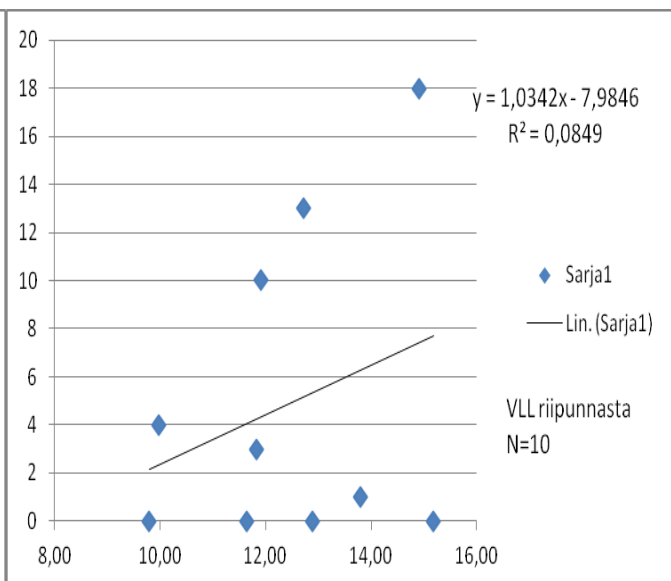
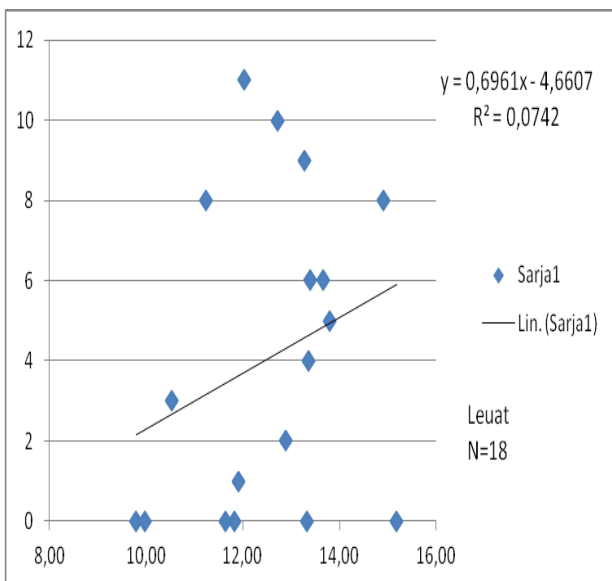
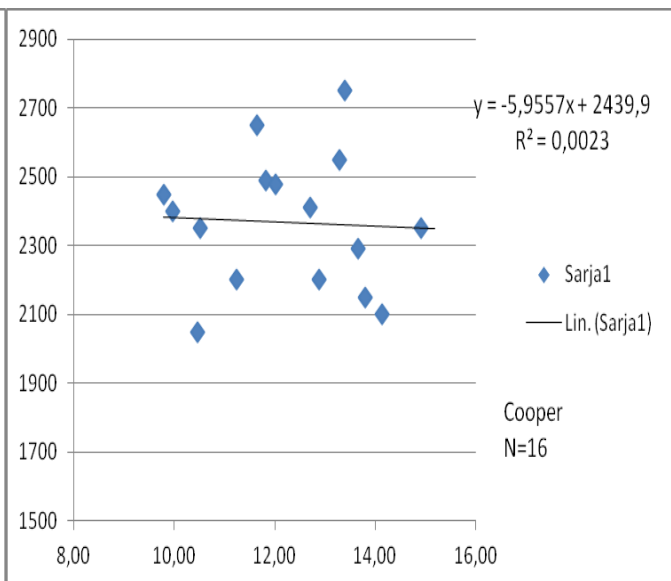
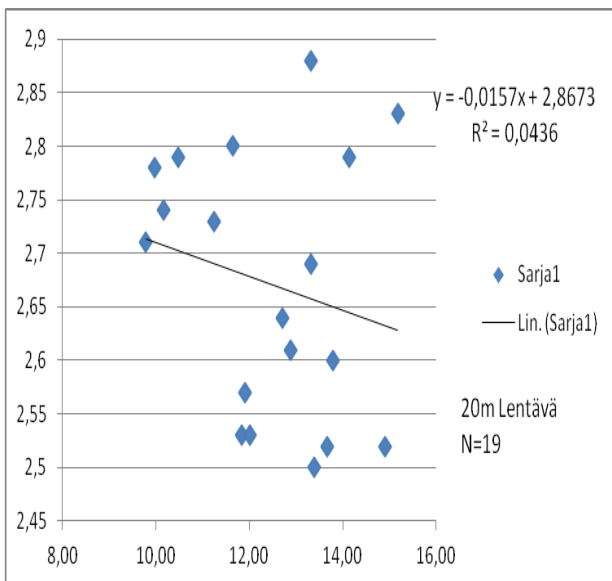
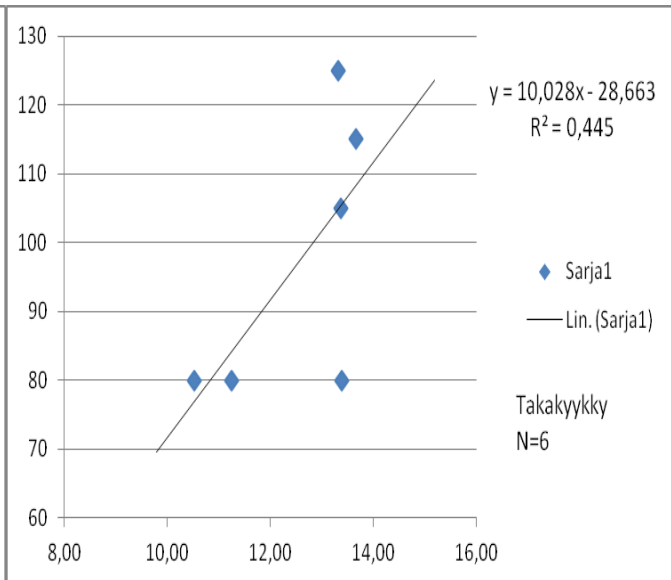
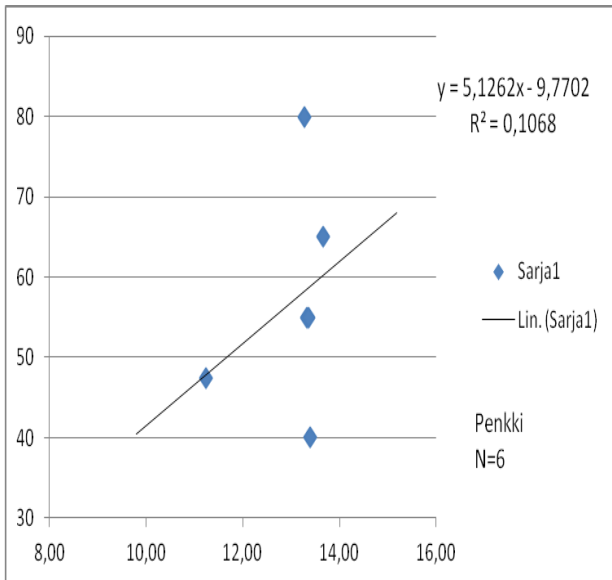


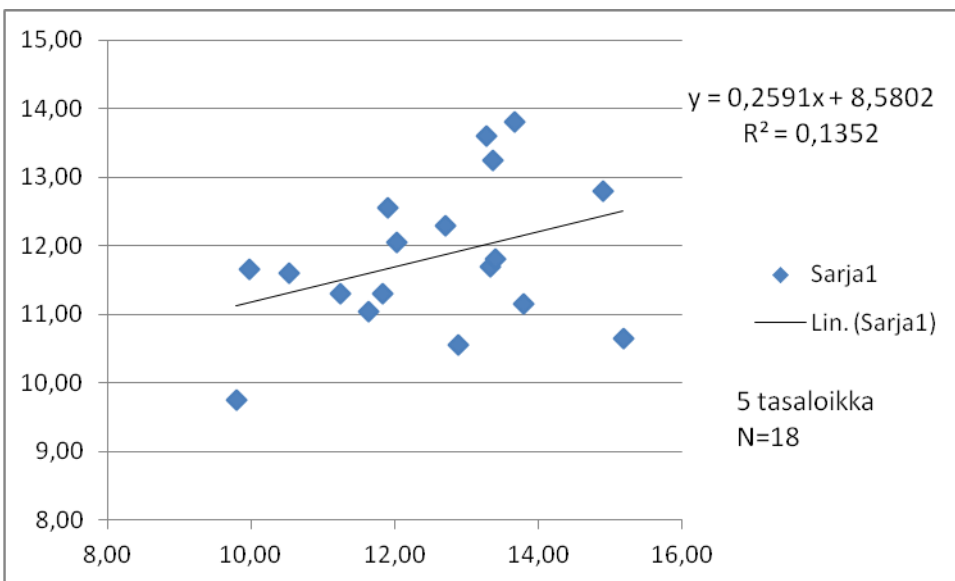
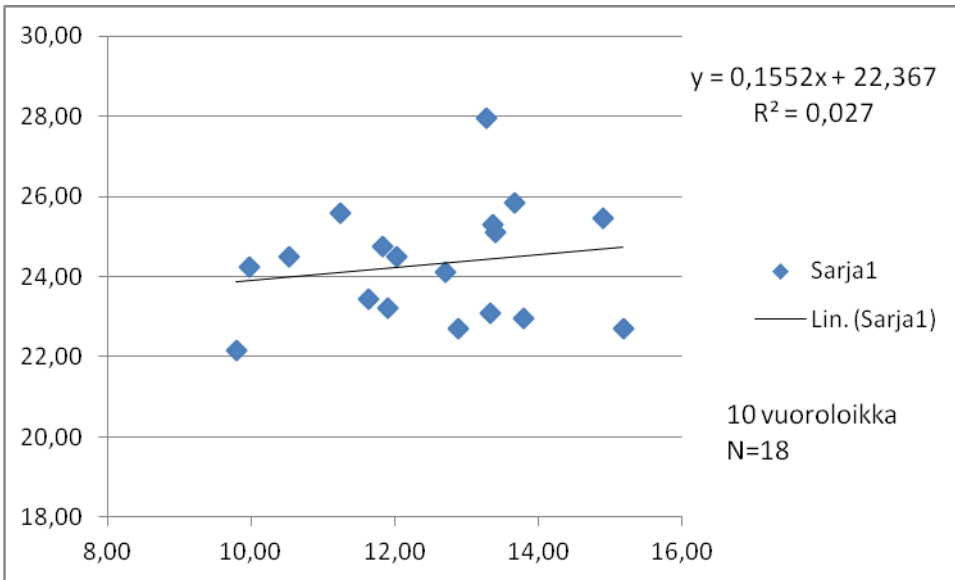




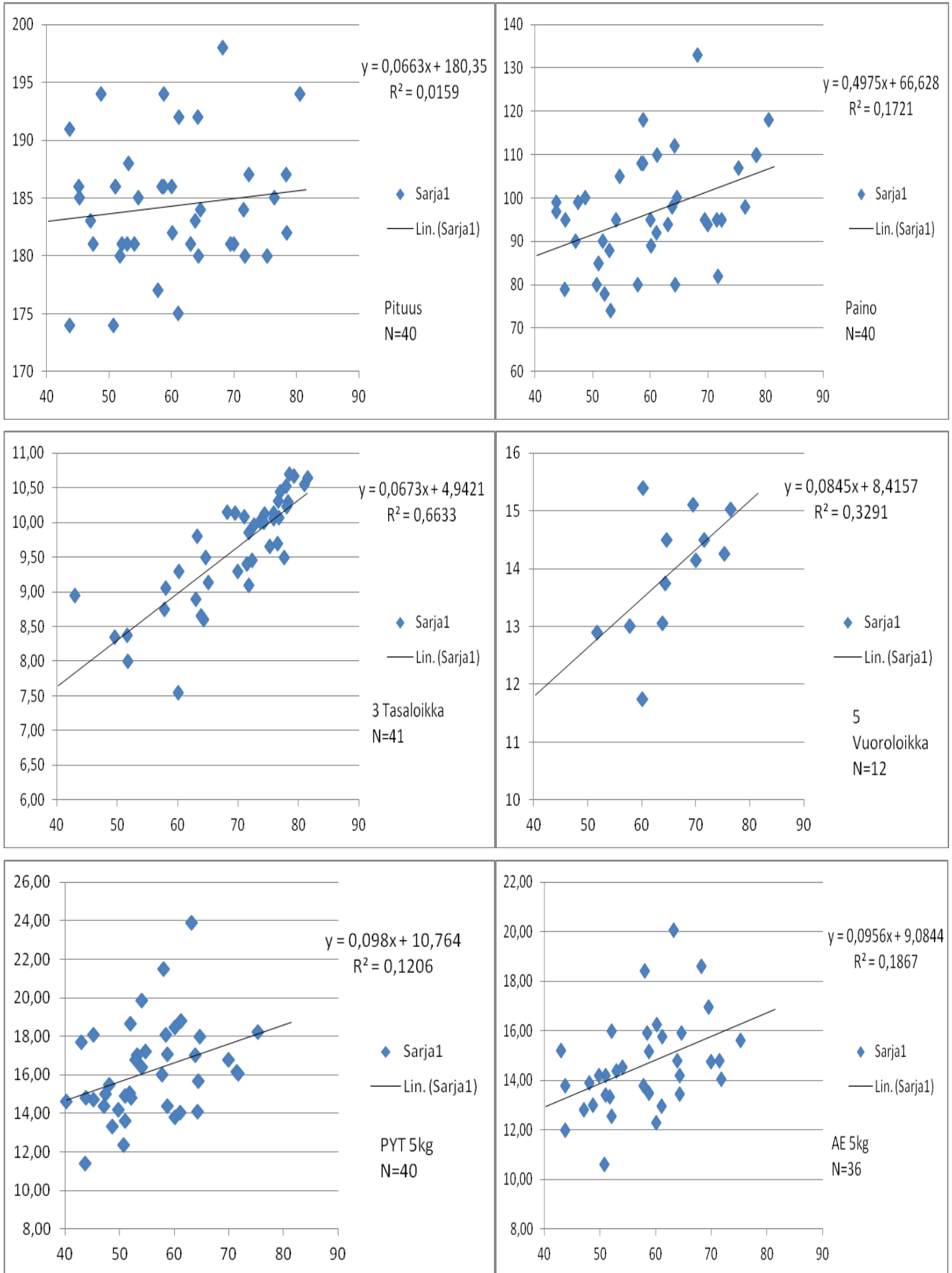
Liite 6: Kuulanaisten kenttätestien korrelaatio kilpailutuloksen kanssa

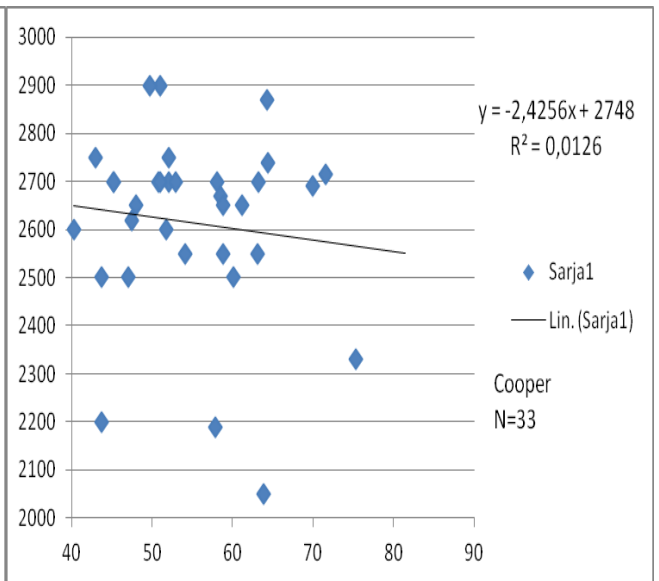
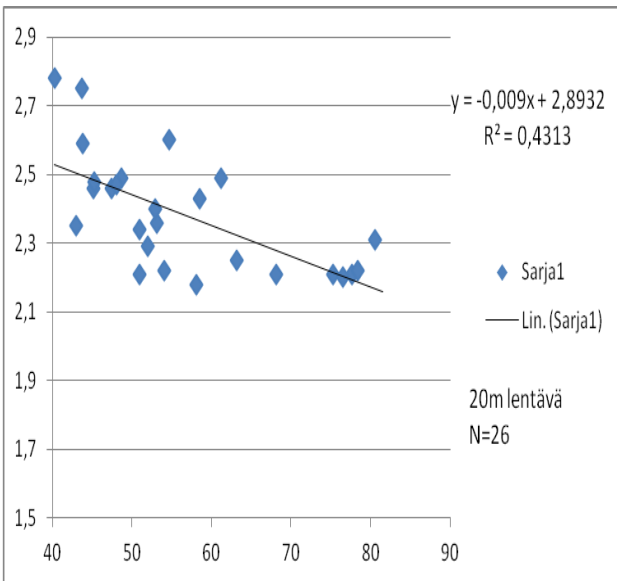
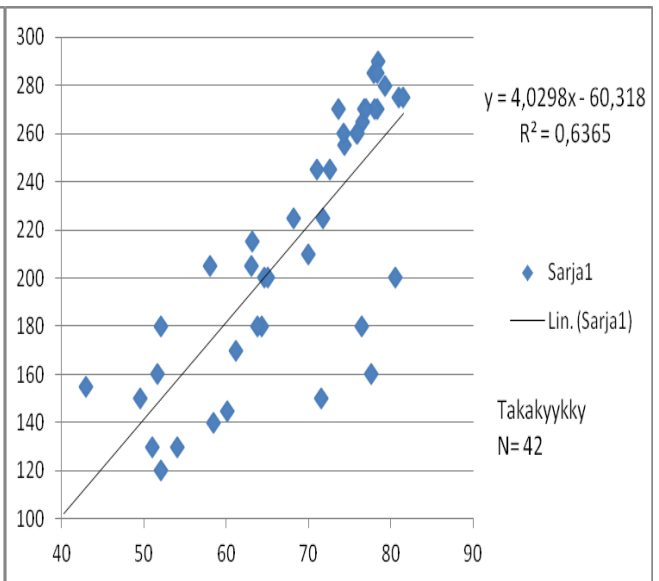
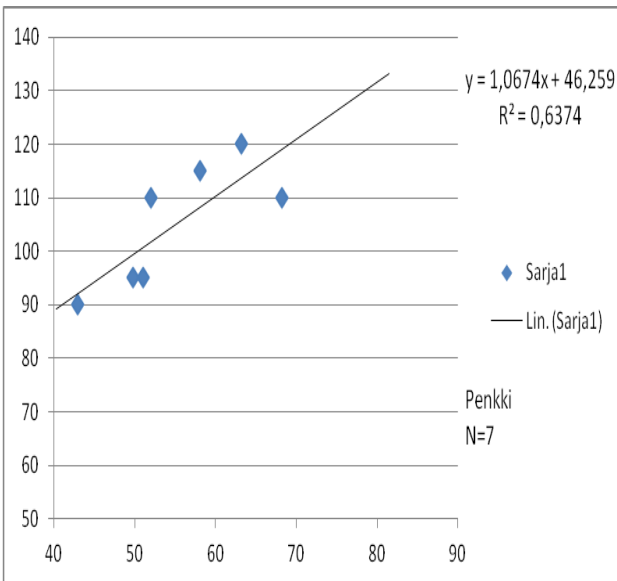
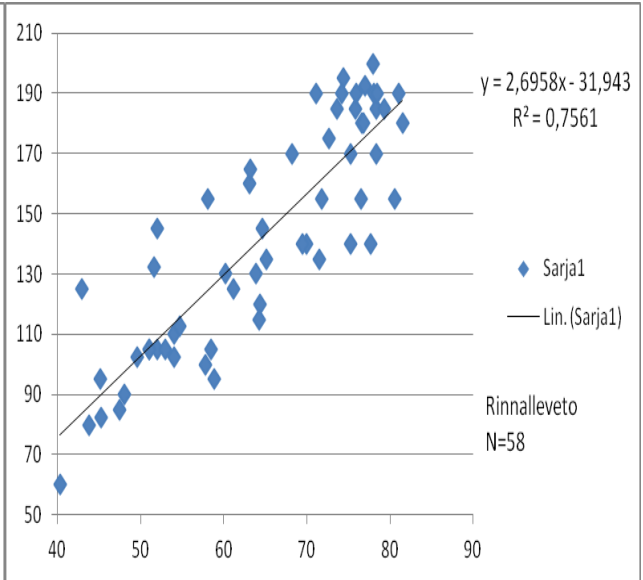
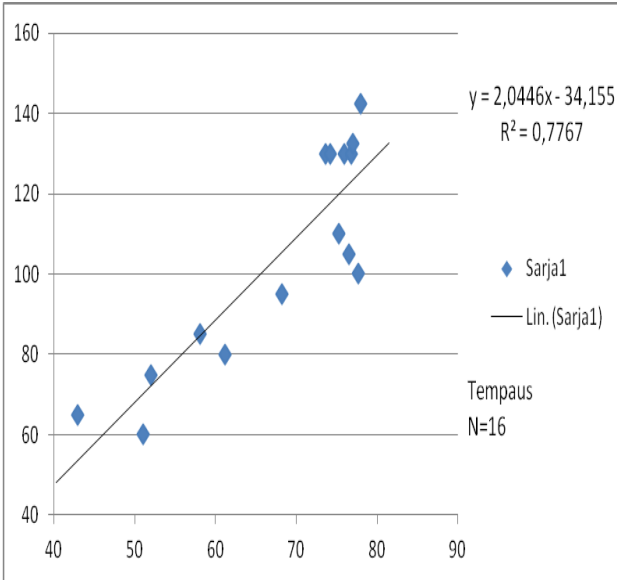


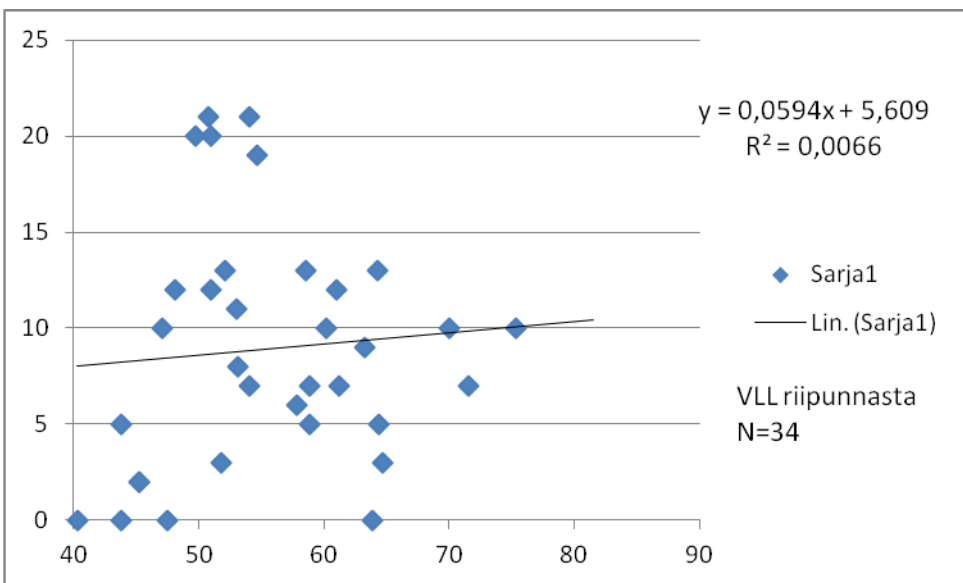
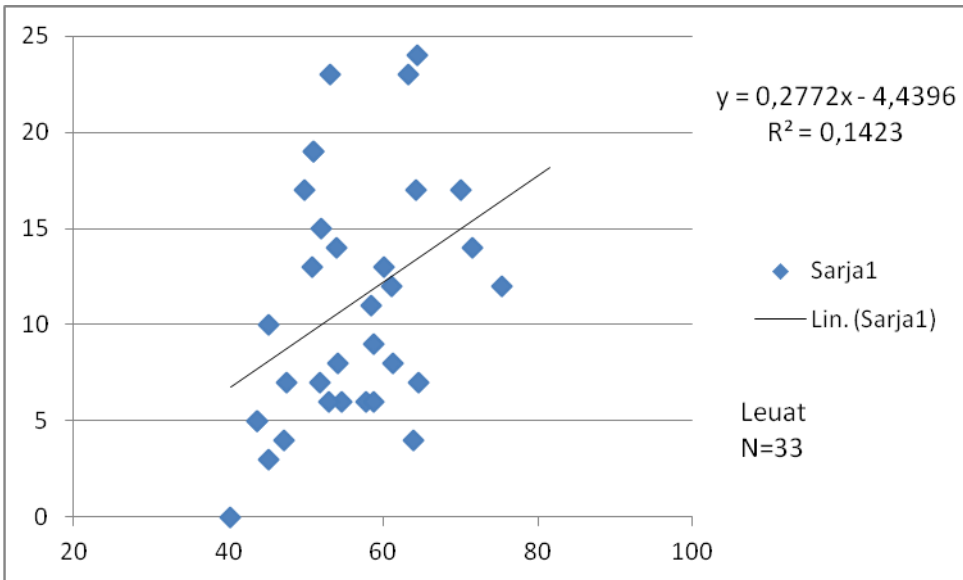




Liite 7: Miesten moukariheiton kenttätestien korrelaatio kilpailutuloksen kanssa







Liite 8: Naismoukarinheittäjien kenttätestien korrelaatio kilpailutuloksen kanssa

