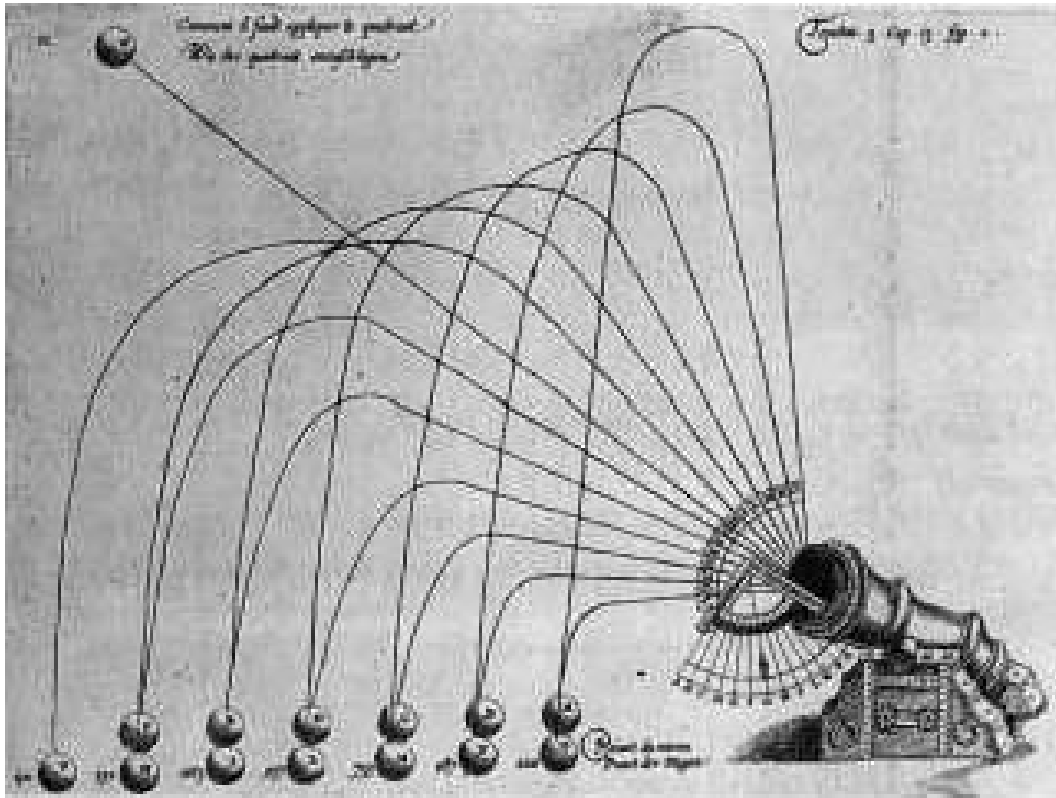


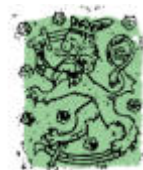
Pesäpallotutkimus



Matti Salonen, Jukka Viitasalo, Tapani Keränen
Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU

Arto Hakola, Mika Helminen
Suomen pesäpalloliitto

Superpesis Oy
Opetusministeriö



2003

1. Johdanto

Pesäpalloliiton, Superpesis Oy:n ja välinevalmistajien käymissä neuvonpidoissa on katsottu tarpeelliseksi luoda mittausjärjestelmä, jolla pystytään testaamaan pesäpallojen ominaisuuksia. Pesäpalloliitto käynnisti Opetusministeriön ja Superpesis Oy:n tuella hankkeen, jonka tarkoituksena on pallojen ominaisuuksien normittaminen. Tutkimuksen yhteistyökumppaniksi ja käytännön mittauksien suorittajaksi valittiin Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU.

Tämä raportti keskittyy mittauslaitteiden, menetelmien ja tulosten osalta yleisiin periaatteisiin ja keskeisiin tuloksiin.

2. Tavoitteet

Projektin tavoitteena oli kehittää mittausjärjestelmä ja kerätä perusmateriaali pesäpallojen laatu- ja ominaisuuksien pohjaksi Pesäpalloliitolle.

Tutkimuksen tarkoitus oli :

- 1) Vertailla eri pallovalmistajien (Exel, Karhu ja Suomipallo) pallojen kimmoisuutta keskenään.
- 2) Selvittää pallojen kimmoisuuden muuttumista sekä kuormitettaessa niitä pesäpallomailalla lyöden että vakioidussa testiasetelmassa.
- 3) Tutkia kunkin pallovalmistajan eri pallotyyppien sisäistä laadun vaihtelua kimmoisuuden ja kuormituskestävyyden osalta.
- 4) Vertailla eri pallovalmistajien pallojen lento-ominaisuuksia keskenään.

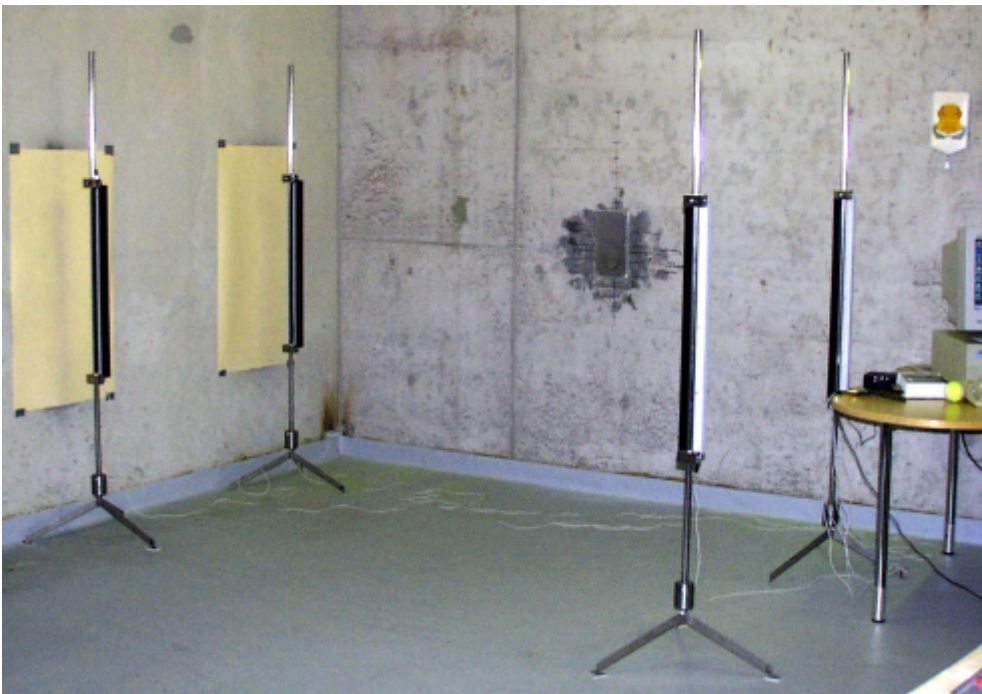
3. Menetelmät

Pesäpallojen **kimmoisuuden mittaus** tapahtui ampumalla pallo ilmanpaineella toimivalla pesäpallotykillä (kuva 1) massiiviseen betoniseinään kiinnitettyyn tasaiseen metallilevyyn. Pallon nopeus mitattiin valokennoilla ennen ja jälkeen törmäyksen (kuva 2).

Tässä raportissa käytetään törmäystapahtuman nopeuksiin liittyen havainnollista arkikielen nimitystä kimmoisuus nopeussuhteen merkityksessä. Nopeussuhde puolestaan ilmaisee prosentteina, paljonko törmäysnopeudesta on jäljellä törmäyksen jälkeen.



Kuva 1. Pesäpallotykki.



Kuva 2. Pallon kimmoisuuden määrittämisessä käytetyt valoportit.

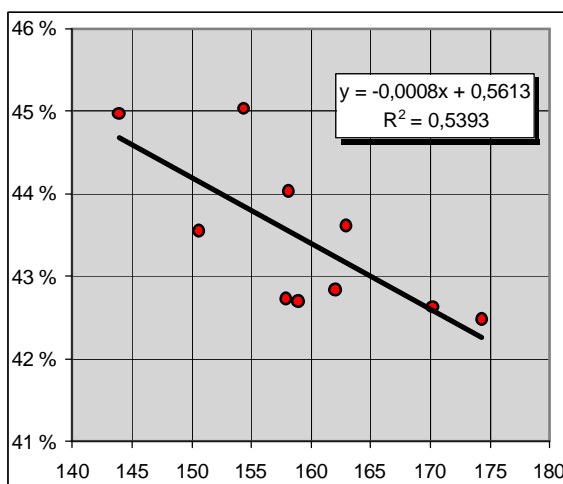
Oheinen kuva 3 osoittaa pallon litistymisen seinäkontaktissa. Nopealla videokameralla otetuissa pysäytyskuvissa näyttää siltä, että toinen puoli uudesta miesten pesäpallosta on ikään

kuin uponnut seinään sisään. Todellisuudessa pallo on puristunut ankarasti kasaan ja jonkin verran levinnyt sivusuunnassa.



Kuva 3. Pysäytyskuva miesten pesäpallon törmäyksestä seinään nopeudella 160 km/t. Kameran suljinaika 1/10 000 sekuntia. Kuva on otettu viistosti sivulta seinään nähden.

Taulukkolaskentaohjelmalla laskettiin pallokohtainen törmäysnopeuden ja nopeussuhteen välinen lineaarisovite sekä R^2 -arvo kuvan 4 mukaan. Lineaarisoivite kuvaa nopeussuhteen (kimmoisuuden) muutoksen suhdetta törmäysnopeuteen ja R^2 (saa arvoja väliltä 0-1) sitä, kuinka suuren osan nopeussuhteen vaihtelusta törmäysnopeus selittää. Sovitteen avulla normeerattiin laukauksen nopeussuhde vastaamaan miesten palloille 160 km/t, naisten palloille 130 km/t ja juniorien palloille 60 km/t törmäysnopeutta. Tunnuslukuina jokainen pallo sai 10 laukauksen sarjaa vastaavan tavoitetörmäysnopeuteen sovitettun nopeussuhteen keskiarvon ja -hajonnan sekä R^2 arvon. Pallomerkkikohtaisiksi tunnusluvuiksi otettiin saman pallomerkin pallojen tunnuslukujen keskiarvot ja keskihajonnat.



Paluu-nopeus km / t	Meno-nopeus km / t	Nopeus-suhde %	Sovite : y = kx + c	Normeeraus 160 Km/t nopeuteen
64,7	144,0	45,0 %	k -0,0008	Nopeus-suhde %
65,6	150,6	43,5 %	c 0,5613	
69,5	154,4	45,0 %	R -0,7344	
67,5	157,9	42,7 %	R ² 0,5393	
69,6	158,2	44,0 %		
67,9	159,0	42,7 %		
69,4	162,1	42,8 %		
71,1	163,0	43,6 %		
72,6	170,2	42,6 %		
74,1	174,4	42,5 %		
ka.				43,4 %
khaj.				0,77 %

Kuva 4. Esimerkki pistejoukon (pystyakselilla nopeussuhde ja vaaka-akselilla pallon törmäysnopeus km/t) lineaarisovitteen käytöstä nopeussuhteiden normeeraukseen törmäysnopeutta 160 km/t vastaaviksi. Keskiarvo on itse asiassa sovitteen ja 160 km/t nopeutta vastaavan pystyakselin leikkauspiste.

Pallojen **kimmoisuuden säilyvyyttä** mitattiin ampumalla palloja kymmenen laukauksen sarjoina seinään. Jokaisen pallomerkin (miehet ja naiset) otoksesta valittiin neljä palloa, joiden kuormitusta jatkettiin aina 50 tai 60 laukaukseen saakka vakioidussa törmäystestissä. Kimmoisuuden muutokset kirjattiin 10 laukauksen sarjoista.

Kimmoisuuden säilyvyyttä tutkittiin myös siten, että huippupesäpalloilijat löivät maksimaalisesti palloa pressuun tietyn lyöntimäärän. Pallon kimmoisuus mitattiin ennen ja jälkeen lyöntisarjan. Menetelmä osoittautui vähemmän toistettavaksi kuin em. sarjoina seinään ampuminen tykillä. Tässä raportissa esitetään ainoastaan tykkikuormituksen tulokset.

Pallojen **lento-ominaisuutta** mitattiin lentonopeuden hidastuvuuden avulla. Mittauksen tarkoituksena oli määrittää ilman vastuksen vaikutus pesäpallojen lentoon. Pallojen ilmanvastusta luonnehtiva vakio on ns. muotokerroin. Pesäpallot ammuttiin paineilmatykillä sisähallissa kahden 6 metrin keskinäisellä etäisyydellä olevan valoporttiparin läpi (kuva 5). Ensimmäinen porttipari mittasi alkunopeuden ja toinen loppunopeuden. Näistä laskettiin pallon nopeuden muutos 6 m välillä. Nopeuden hidastumista kuvaa muotokerroin C, mitä pienempi C sen pienempi nopeuden väheneminen. Miesten pallot ammuttiin nopeudella 160 km/t, naisten pallot nopeudella 140 km/t ja juniorien pallot nopeudella 70 km/t.



Kuva 5. Lentotutkimuksen mittauslaitteisto: pesäpallotykki ja 2 paria valoportteja. Portit mittaavat pallon alku- ja loppunopeuden 6 metrin matkalta. Nopeuserosta lasketaan ilman vastuksen vaikutus pallon nopeuteen (pallon muotokerroin C).

4. Materiaali

Testattujen pallojen tyyppimerkinnät :

Miesten pallot: Karhu: 501, Exel: Match 300, Suomipallo: ei merkintää

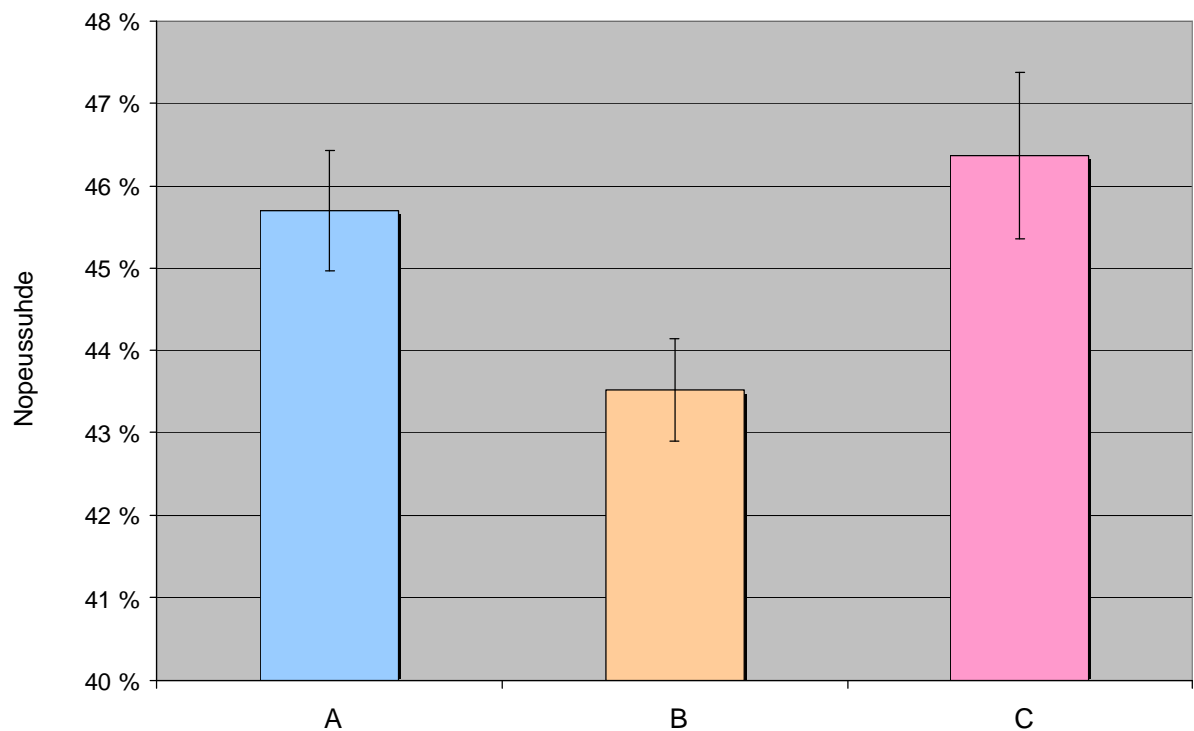
Naisten pallot: Karhu: 509, Exel: Match 304, Suomipallo: ei merkintää

Lasten pallot : Karhu: 510, Exel: Team 305, Suomipallo: ei merkintää

5. Tulokset

5.1. Kimmoisuus / Miesten pallot

Alkumittauksessa jokaisesta pallomerkistä (**valmistajat A, B ja C**) valittiin 10 uutta palloa kimmoisuustestiin. Palloja ammuttiin betoniseinään 10 kertaa 150-165 km/t lähtönopeudella ja kimmoisuusarvot normeerattiin vastaamaan 160 km/t nopeutta. Kimmoisin oli pallotyyppi C (kuva 6).

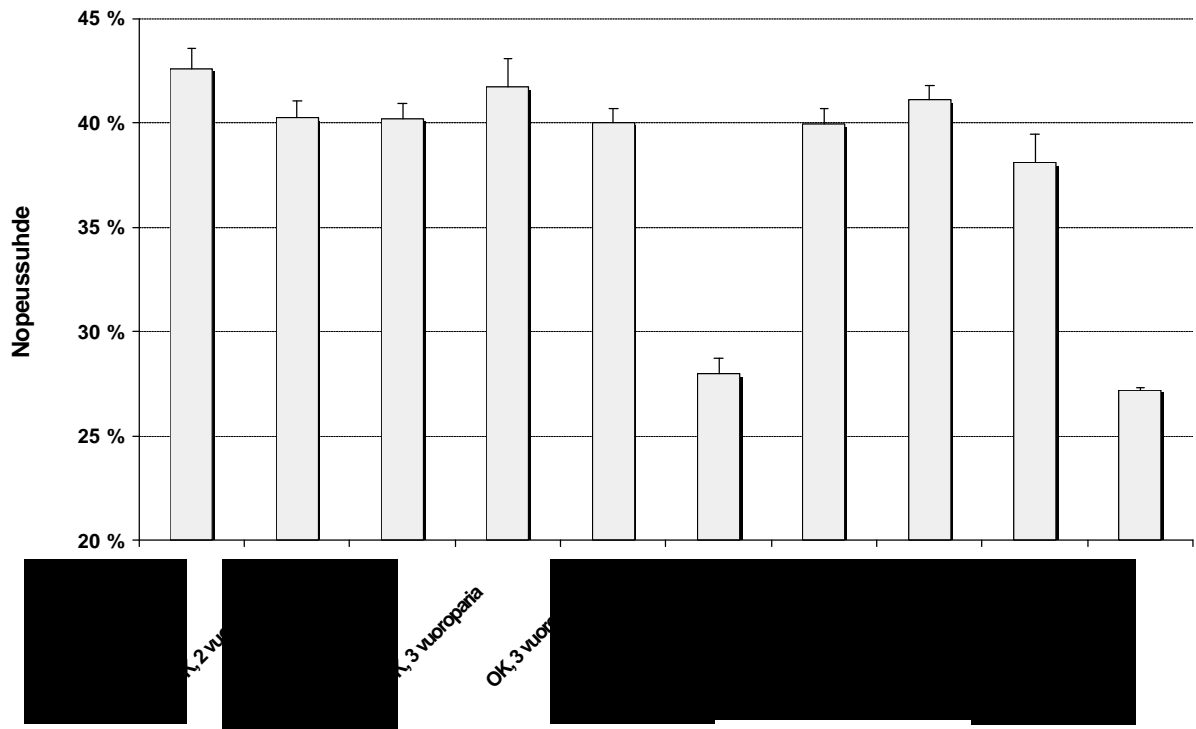


Kuva 6. Miesten uusien pesäpallojen kimmoisuus, pallovalmistajat A, B ja C (10 pallon keskiarvot ja keskihajonnat).

10 pesäpalloa				
Pallo- merkki	ka.	khaj.	maks.	min.
A	45.7 %	0.4 %	46.3 %	45.0 %
B	43.5 %	0.6 %	44.7 %	42.6 %
C	46.4 %	0.8 %	47.3 %	44.8 %

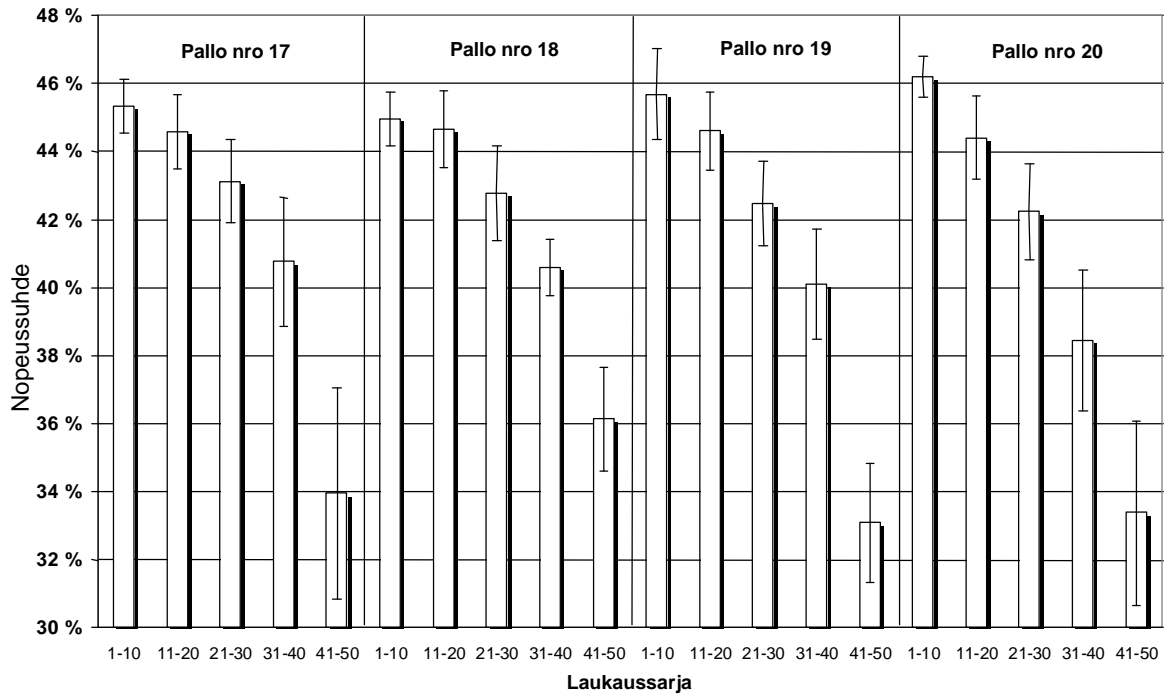
Taulukko miesten pesäpallojen kimmoisuudesta

Kahdelletoista **pele- ja harjoituskäytössä** olleelle miesten pallolle tehtiin 10 laukauksen alkumittausta vastaava testi niiden kimmoisuuden määrittämiseksi. Pallojen mukana oli pelaajien arvio ja ”käyttöhistoria” (kuva 7).

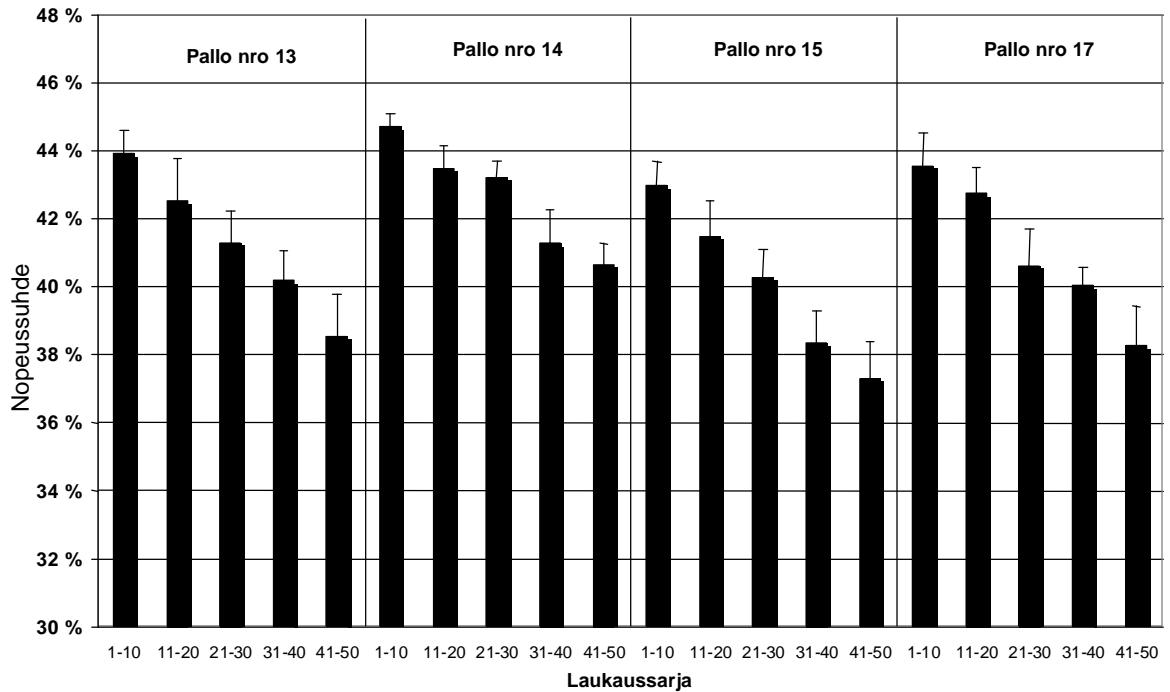


Kuva 7. Peli- ja harjoituskäytössä olleiden pallojen kimmoisuudet sekä arviot ennen testiä. Uusiin palloihin verrattuna 2-4 vuoroparin tai 50 – 100 lyönnin kulutus heikentää kimmoisuutta n. 4 %-yksikköä. Yksittäisinä poikkeuksina joukossa oli palloja, jotka olivat menettäneet kimmoisuutta huomattavasti enemmän kuin muut.

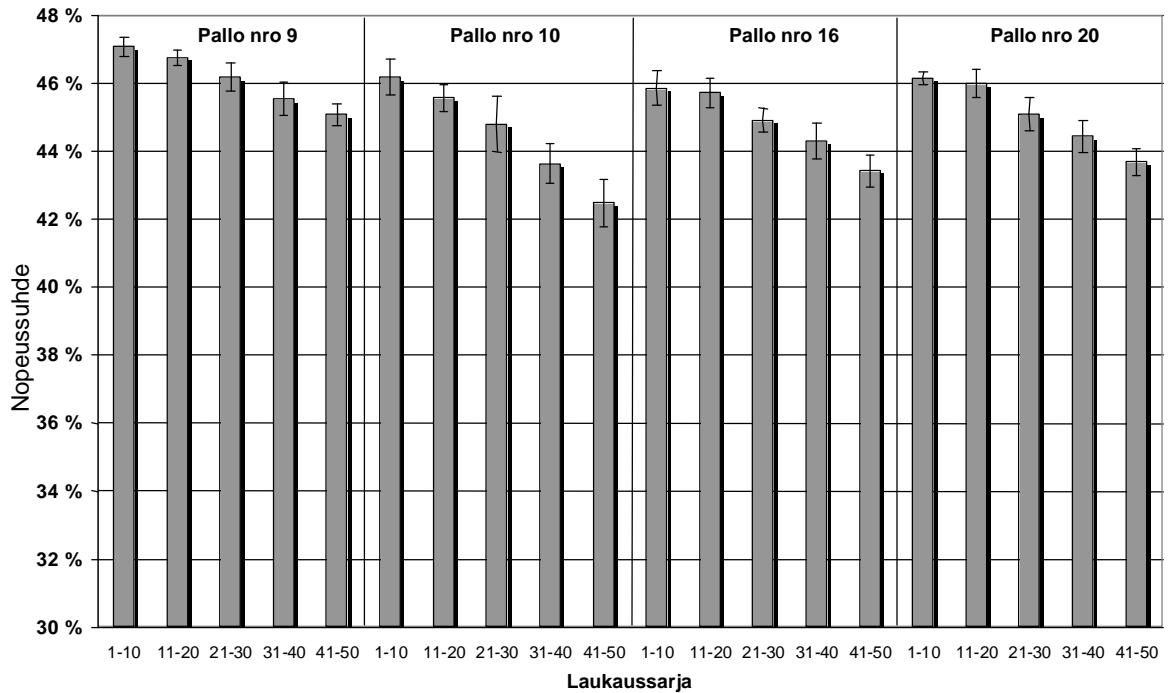
Alkumittauksen jälkeen jokaisesta pallomerkistä valittiin neljä palloa, joiden kuormitusta jatkettiin tykillä seinään ampumalla kymmenen alkutestin laukauksen jälkeen yhteensä 50 laukaukseen saakka. Kuvissa 8-10 on esitettyä eri pallomerkkien neljän pallon kimmoisuuden muutos 10 laukauksen ryppäinä, siten että tulokset on jälleen normeerattu 160 km/h törmäysnopeudelle.



Kuva 8. Neljän A-pallon kimmoisuudet 10 laukauksen sarjoina (50 laukausta).



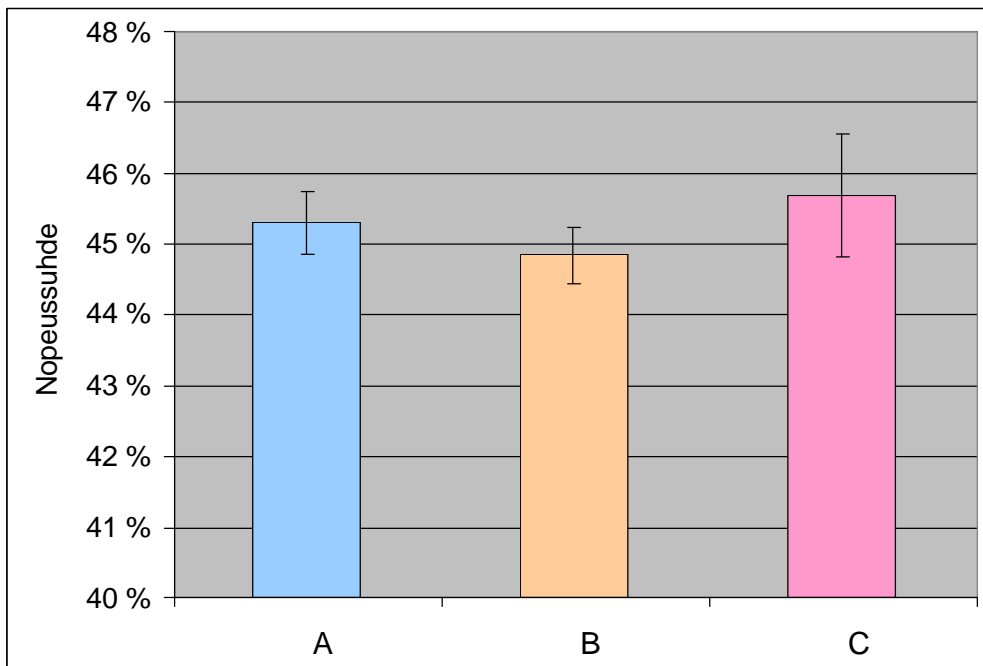
Kuva 9. Neljän B-pallon kimmoisuudet 10 laukauksen sarjoina (50 laukausta).



Kuva 10. Neljän C- pallon kimmoisuudet 10 laukauksen sarjoina (50 laukausta).

5.2. Kimmoisuus / Naisten pallot

Alkumittauksessa jokaisesta pallomerkistä valittiin 10 uutta naisten palloa kimmoisuustestiin. Palloja ammuttiin betoniseinään 10 kertaa tavoitenopeudella 130 km/t, nopeushaarukan ollessa 120-140 km/h. Kimmoisuus normeerattiin vastaamaan 130 km/t nopeutta.



Kuva 11 . Naisten uusien pesäpallojen kimmoisuus, kun törmäysnopeus on 130 km/t (10 pallon keskiarvot ja keskihajonnat).

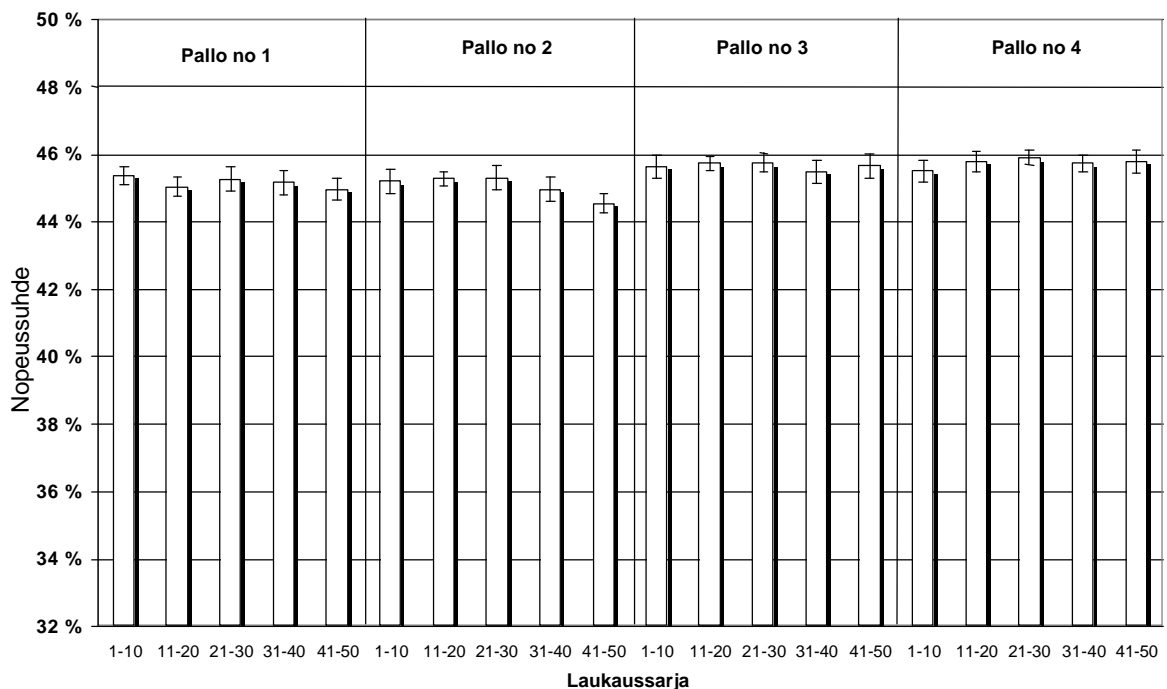
Taulukko naisten pallojen kimmoisuudesta :

Naisten 10 pesäpalloa				
Merkki	ka.	khaj.	maks.	min.
A	45.3 %	0.4 %	45.6 %	44.2 %
B	44.8 %	0.4 %	45.2 %	43.8 %
C	45.7 %	0.9 %	47.2 %	44.5 %

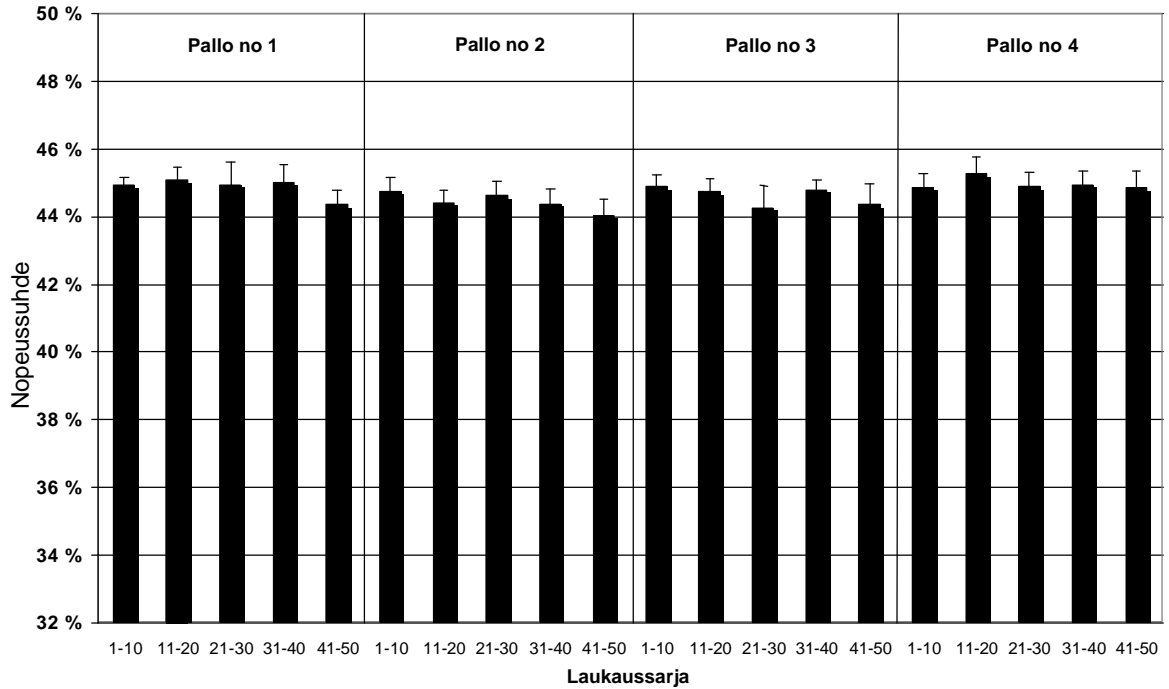
Eri pallomerkkien kimmoisuuserojen järjestys on sama kuin miehillä, joskin pallomerkkien eroja kimmoisuudessa on vähemmän.

Alkumittauksen jälkeen jokaisesta pallomerkistä valittiin neljä palloa, joiden kuormitusta jatkettiin vielä 50 laukaukseen saakka. Kuvissa 12-14 on esitettyä kunkin pallomerkkin neljän pallon kimmoisuuden muutos 10 laukauksen ryppäinä siten, että tulokset on normeerattu 130 km/t törmäysnopeutta vastaaviksi. Laukaussarja 1-10 on sama kuin alkumittaustesti.

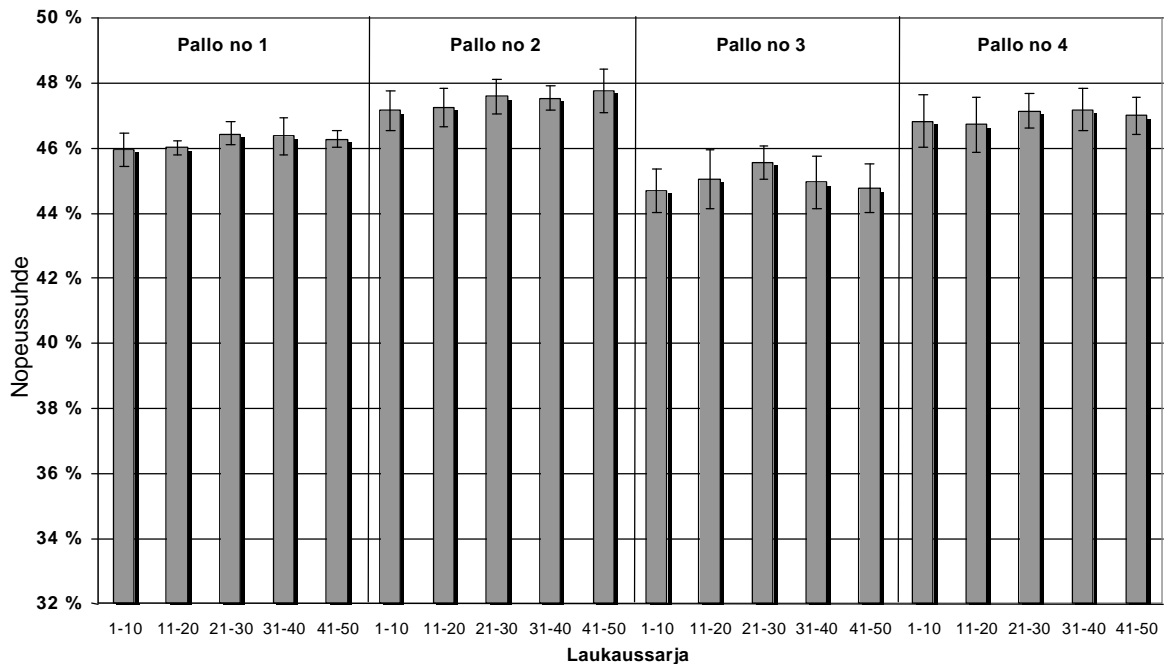
Miesten palloista poiketen naisten pallot eivät väsyneet jatkatussa kuormituksessa.



Kuva 12. Valmistaja A:n neljän naisten pesäpallon kimmoisuudet 10 laukauksen sarjoina edeten (yht. 50 laukausta).



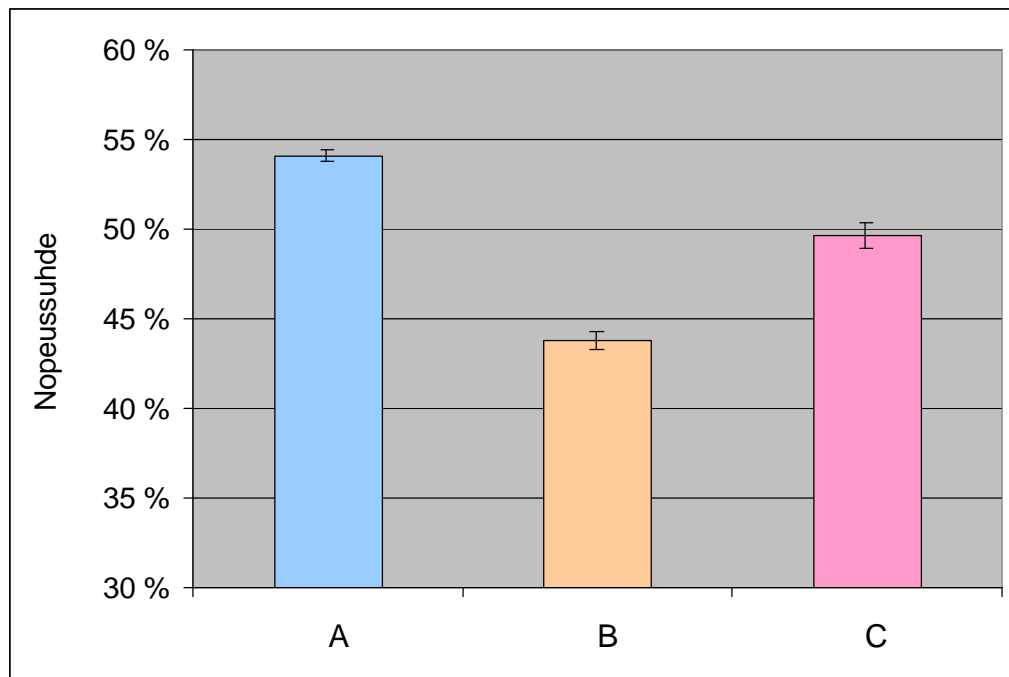
Kuva 13. Valmistaja B:n neljän naisten pesäpallon kimmoisuudet 10 laukauksen sarjoina edeten (yht. 50 laukausta).



Kuva 14. Valmistaja C:n neljän naisten pallon kimmoisuudet 10 laukauksen sarjoina edeten (yht. 50 laukausta).

5.3. Kimmoisuus / Lasten pallot

Lasten palloilla (juniori-/tenavapallot) tehtiin 10 pallolla alkutesti, 10 laukausta palloa kohti. Törmäysnopeus oli 60 km/t.



Kuva 15. Lasten uusien pesäpallojen kimmoisuus (10 pallon keskiarvot ja keskihajonnat).

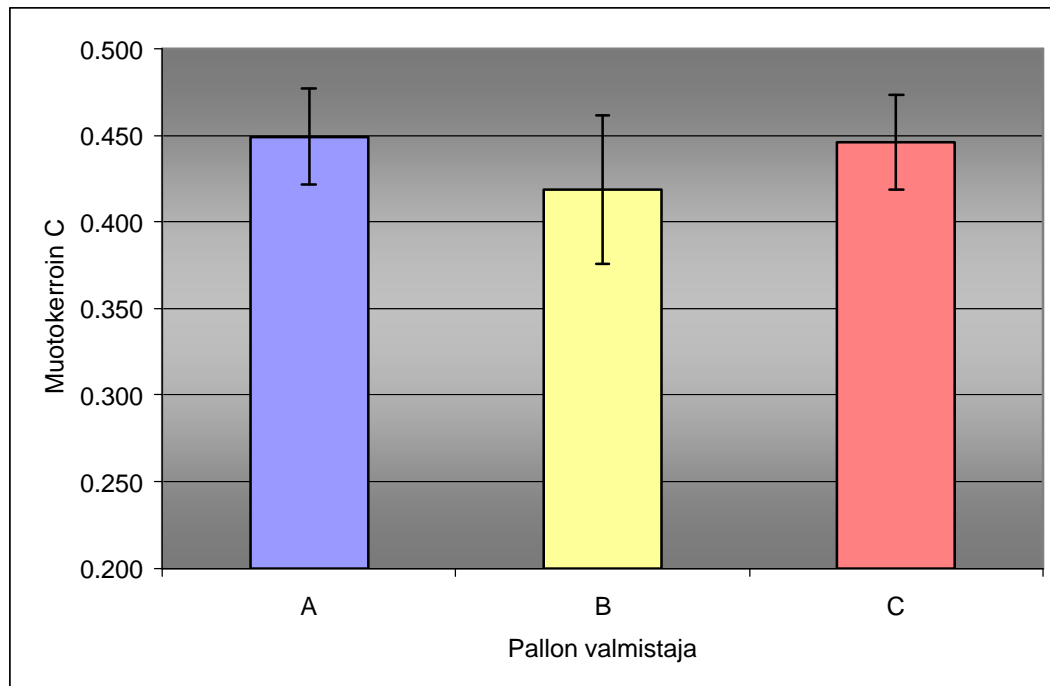
Eri pallomerkkien kimmoisuudessa oli huomattavia eroja. Tämä ei tunnu kummalliselta kun vertaa pallomerkkien sisäistä rakennetta. Kumikerros on verraten ohut ja sisällä palloissa on pehmeitä materiaaleja. Pallon koko on sama kuin miesten ja naisten palloilla mutta painoa on vain 100 g.

Taulukko lasten pallojen kimmoisuudesta :

Lasten 10 pesäpalloa				
Pallo-merkki	ka.	khaj.	maks.	min.
A	54.1 %	0.3 %	54.5 %	53.6 %
B	43.8 %	0.5 %	44.5 %	43.0 %
C	49.7 %	0.7 %	50.5 %	48.5 %

4.2. Pesäpallojen lento-ominaisuudet

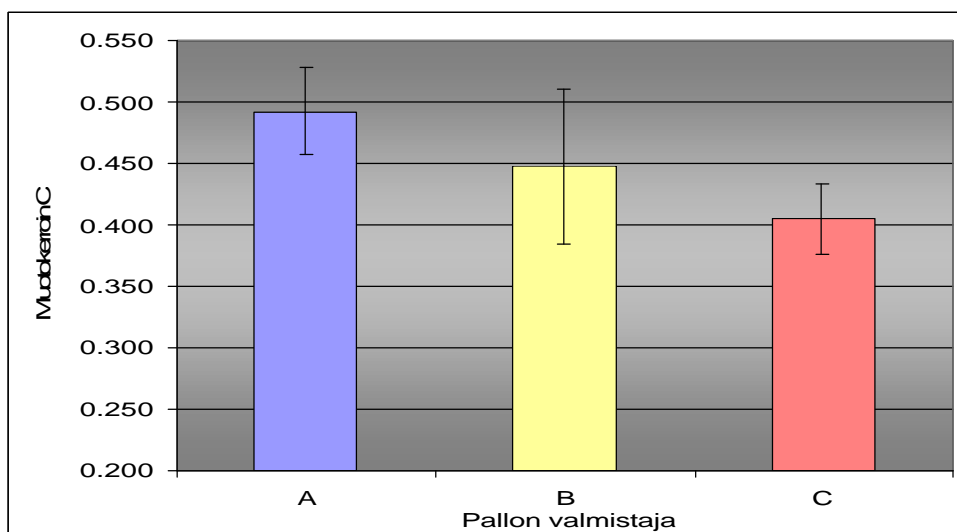
Oheisissa taulukoissa esitetty valmistajakohtainen keskiarvo C:lle on kaikkien saman ryhmän pallojen C-arvojen keskiarvo ja hajonta samoin kaikkien suoritusten keskihajonta. Maksimi ja minimi puolestaan ovat palloryhmän yksittäisten pallojen keskiarvojen äärilaidat (10 laukausta). Esimerkiksi naisten palloilla muotokertoimen C arvo 0,30 kuuluu valmistajan B eräälle silminnähdessä muita palloja sileämmälle pallolle.



Kuva 16. Miesten pesäpallojen valmistajakohtaisia muotokertoimia..

Taulukko valmistajakohtaisista miesten pallojen muotokertoimista.

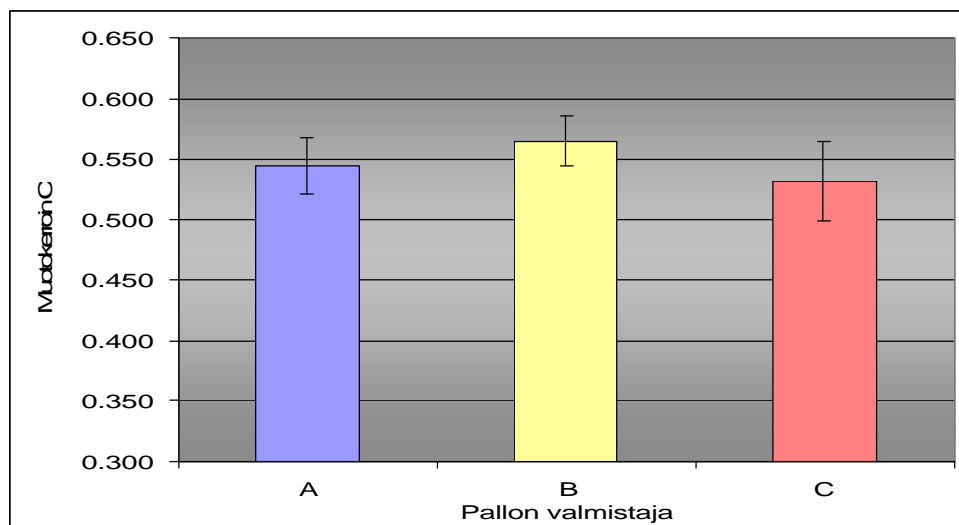
Pallon valmistaja	Palloja	Valmistajakohtainen		Valmistajakohtainen	
		Keskiarvo C	Hajonta C	Max C	Min C
A	8	0,45	0,03	0,48	0,44
B	8	0,42	0,04	0,45	0,39
C	8	0,45	0,03	0,46	0,43



Kuva 17. Naisten pesäpallojen valmistajakohtaisia muotokertoimia..

Taulukko valmistajakohtaisista naisten pallojen muotokertoimista.

Pallon valmistaja	Palloja	Valmistajakohtainen		Valmistajakohtainen	
		Keskiarvo C	Hajonta C	Max C	Min C
A	8	0,49	0,04	0,51	0,43
B	8	0,45	0,06	0,52	0,30
C	8	0,40	0,03	0,44	0,39



Kuva 18. Juniorien pesäpallojen valmistajakohtaisia muotokertoimia.

Taulukko valmistajakohtaisista lasten pallojen muotokertoimista.

Pallon valmistaja	Palloja	Valmistajakohtainen		Valmistajakohtainen	
		Keskiarvo C	Hajonta C	Max C	Min C
A	8	0,54	0,02	0,57	0,53
B	8	0,57	0,02	0,58	0,55
C	8	0,53	0,03	0,56	0,50

Mitä pienempi on muotokertoimen C arvo, sitä pienempi on ilman vastus ja pallon lentonopeuden hidastuvuus.

Valmistajien keskiarvoiset C-arvot vaihtelevat sekä miesten että naisten palloilla välillä 0,40-0,49. Sileämpi kulunut miesten pallo yltää arvoon 0,31. Junioripallojen arvot liikkuvat 0,55 :n seutuvilla.

Tulokset osoittavat valmistajakohtaisia eroja etenkin miesten pallojen lento-ominaisuuksissa. Tyypillisiä ovat myös suuret valmistajien sisäiset vaihtelut C-arvoissa.

5. Johtopäätökset

Pesäpallojen kimmoisuustesti tykillä seinään ampuen osoittautui toimivaksi menetelmäksi sekä pallojen **dynaamisen kimmoisuuden että törmäyskestävyyden** mittauksen osalta. Menetelmän tarkkuus riitti hyvin eri pesäpallovalmistajien pallojen ominaisuuksien erotteluun. Mailalla pressuun lyömällä toteutettu törmäyskestävyyden mittaus osoittautui sen sijaan epäluotettavammaksi kuin tykillä seinään sarjoina ampumalla tehty kuormitus.

Pesäpallotykki toimi luotettavasti ja **valoporttien** mittaustarkkuus riitti hyvin pallojen nopeusmittauksiin. **Tutkalla** ja valoporteilla tehdyt nopeusmittaukset antoivat yhteneviä tuloksia.

Pallojen ilmanvastukseen ja sitä kautta **lento-ominaisuuksiin** vaikuttavan muotokertoimen määrittäminen onnistuu tykin ja valoporttien avulla. Valoporttien aikavälimittaus voisi olla tarkempi mutta toistojen määrällä mittauksen tarkkuutta saadaan parannettua riittävästi.

Tällä kertaa **tutkitut pallot olivat suppea erä eri pallovalmistajien mallistoa**. Tuloksia ei voi varauksetta yleistää. Kaikkien miesten ja naisten pallojen rakenne oli hyvin samantapainen.

Pallomerkkien välillä oli eroja sekä kimmoisuudessa, kuormituksen aiheuttamissa kimmoisuuden muutoksissa että lento-ominaisuutta kuvaavassa muotokertoimessa.