



EXAMENSARBETE 10P

BIOMEKANIKINGENJÖR
VT 2006



GPS-STUDIE - RÖRELSEMÖNSTER INOM FOTBOLL

ANNIKA ANDERSSON
EMMA JOHANSSON

HANDLEDARE: MATIU TAINGAHUE
EXAMINATOR: MARIANNE MAGNUSSON

I SAMARBETE MED
HALMSTADS BOLLKLUBB

Författare: Annika Andersson & Emma Johansson

Sektionen för Ekonomi och Teknik

Utgivningsår: 2006

Biomekanikingenjörprogrammet

C-uppsats

Nyckelord: GPS, Fotboll, Rörelsemönster, Sprintlöpningar, Maximala hastigheter

Sammanfattning: Denna GPS-studie behandlar områden så som totala distansen, maximala hastigheten och sprintlöpningar en fotbollsspelare gör under en fotbollsmatch. Man kan skilja de olika positionernas löpning under en fotbollsmatch.

Abstract

Recent studies mostly study subjective demands for soccer players during running. However, there is a need for physiological demands for running to make the training more effective.

This study is a GPS-research with 21 male elite soccer players. The aim of the study was to check up on physiological demand for soccer players and if there are differences between positions. As a baseline all test persons made a test for their maximal velocity. To execute the aim of the study there was seven soccer matches investigated with SPI 10, GPS-units. Ten test persons, the goal keeper excluded, were tested per match.

Analysis of the collected data was made with a special program for SPI 10 and Microsoft excel. Even statistic analysis, standard deviations and statistic significances, were derived from data. The result was that the average distance for a soccer player is $9\ 900 \pm 700$ m. The positions that had most characteristic are middle back and outside mid-fielder.

One of the conclusions of this research was that there are several differences between the positions in soccer player. Different positions have different kind of tasks, and the running depends on these tasks.

Sammanfattning

För att undersöka de fysiologiska krav som en fotbollsspelare behöver leva upp till inom löpning, har denna GPS-studie gjorts. Syftet med undersökningen var att dels undersöka hur lång distans en fotbollsspelare tillryggalägger under en match och ta reda på om distansen skiljer sig olika positioner emellan. Syftet var också att utreda sprintmönster under match, både mängden sprintar, hur långa de var samt om man kan urskilja ett visst mönster mellan positionerna. Undersökningen genomfördes med hjälp av GPS-teknologi. GPS-enheten som testpersonerna bär, detekterar hastighet, maximal hastighet, position på plan med mera. Analysering av värdena sker efter testets gång i ett tillhörande analysprogram, GPSports, samt i Microsoft Excel.

21 testpersoner deltog i studien, samtliga fotbollsspelande män på elitnivå. Under ett av testen genomfördes ett sprinttest med GPS för att få reda på deras personliga maximala hastighet. För att analysera testpersonernas sprintar under match, gjordes även tester på totalt sju matcher, personerna bar då GPS-enheten.

Resultatet av studien visar att en genomsnittlig fotbollsspelare löper normalt $9\,900 \pm 700$ m per match. Tydligast syns karaktäristiska drag för mittbackar och yttermittfältare. Mittbackarna avverkar kortast sträcka och gör minst antal sprintlöpningar och motsatsen till mittbackarna är yttermittfältare. Olika positioner har olika uppgifter under en match och det är just de olika uppgifterna som styr hur löpningen och distanserna ser ut.

Förord

Projektet har genomförts av två studenter, Annika Andersson och Emma Johansson, som båda går tredje och sista året på Biomekanikingenjörsprogrammet på Högskolan i Halmstad. Båda är intresserade av den fysiologiska biten av biomekanik, och därför ansågs detta projekt väldigt intressant och lärorikt. Dessutom ser vi det som en spännande utmaning eftersom GPS-teknologi inom fotboll och idrott är väldigt nytt och det finns inte så många studier gjorda inom området.

Vi vill först och främst framföra ett varmt tack till vår handledare Matiu Taingahue, fysiologtränare för Halmstads Bollklubb. Matiu har varit ett stort stöd genom hela projektet och har ledsagat oss tillräta då det ibland sett mörkt ut. Han har också gett oss stora kunskaper i forskning som vi tidigare inte behandlat i vår utbildning.

Även tack till fotbollsspelarna i truppen vid Halmstads Bollklubb som har deltagit på alla de tester som genomförts under projektets gång. Ni har medfört att testerna har kunnat utföras. Vi uppskattar även visat intresse för GPS och vårt projekt från personal på Halmstads Bollklubb. Tack vare ert intresse har detta projekt kunnat genomföras.

Tack till berörd personal och studenter vid Högskola i Halmstad som vi också har varit i kontakt med under tiden studien fortgått. Samtliga har varit väldigt hjälpsamma och det har medfört att projektet flutit på. Vi uppskattar verkligen att vi fått låna diverse utrustning, så att testerna kunnat genomföras.

Annika Andersson

Emma Johansson

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	5
1 INTRODUKTION	7
1.1 BAKGRUND	7
1.1.1 Hur GPS, Global Positioning System fungerar	7
1.1.2 SPI 10, Sport Performance Indicator	8
1.1.3 GPSports	8
1.2 SYFTE, MÅLSÄTTNING	8
1.3 FRÅGESTÄLLNING	9
1.4 AVGRÄNSNING	9
2 LITTERATUR STUDIE	10
2.1 TIDIGARE TEKNISKA METODER INOM FOTBOLLEN	10
2.1.1 Kravprofil för fotbollsspelare på elitnivå	10
2.2 GPS SOM HJÄLPMEDEL INOM SPORT	11
2.2.1 Validering av GPS	11
2.2.2 Kartläggning av elitbandyspelare med GPS som verktyg	12
2.2.3 GPS som tekniskt hjälpmedel inom fotbollen – sett ur spelare, tränare och fysiologers perspektiv ..	12
2.2.4 Kartläggning av fysiologiska krav på fotbollsdomare med GPS-teknologi	13
2.3 LÖPNING INOM LAGSPORT OCH PÅ LÖPARBANA	14
2.3.1 Uppvärmning	14
2.3.2 Kroppens snabbaste energisystem	14
3 METOD	15
3.1 SUBJEKT	15
3.2 EXPERIMENTETS UTFÖRANDE	15
3.2.1 Test för maximala hastigheten	15
3.2.2 GPS-test	16
3.2.3 Analys	16
3.2.3.1 Statistik analys	17
4 RESULTAT	19
4.1 TOTALA DISTANSEN	19
Position	20
4.2 DISTANSEN FÖR DE OLIKA HASTIGHETSINTERVALLERNA	21
Hastighetsintervall 1,2 – 2,2 m/s	22
4.3 ANTAL SPRINTLÖPNINGAR OCH DESS LÄNGD	24
4.4 MAXIMALA HASTIGHETEN	26
5 DISKUSSION	27
5.1 TOTALA DISTANSEN	27
5.2 DISTANSEN FÖR DE OLIKA HASTIGHETSINTERVALLERNA	28
5.3 ANTAL SPRINTLÖPNINGAR OCH DESS LÄNGD	29
5.4 MAXIMALA HASTIGHETEN	30
5.5 FRAMTID	31
5.6 SAMMANFATTNING AV DISKUSSIONEN	31
6 SLUTSATS	32
7 REFERENSER	33

BILAGA A – TABELL ÖVER YTTERBACKARNA.....	35
BILAGA B – TABELL ÖVER MITTBACKARNA	36
BILAGA C – TABELL ÖVER YTTERMITTFÄLTARNA	37
BILAGA D – TABELL ÖVER INNERMITTFÄLTARNA	38
BILAGA E – TABELL ÖVER ANFALLARNA.....	39
BILAGA F – ANOVA-TEST	40

1 Introduktion

Vilket är det effektivaste sättet att träna upp fotbollsspelares löpning? Svaret på frågan är att idag är det mestadels baserad på subjektiva mått (Hedlund et al. 2005). Nu önskar fotbollsvärlden även att fysiologiska mått skall finnas tillhands så att man enkelt kan plocka ut de effektivaste delarna av träningen. För att kunna ta fram de fysiologiska kraven för löpning behövs fler observationer utöver denna Global Positioning System-, GPS-studie. Bland annat måste hänsyn tas till individuella skillnader så som olika spelares variation och lagets spel under en match, offensivt eller defensivt.

De fysiologiska måtten, då främst sprintlöpningarna, skall i projektet undersökas med hjälp av GPS. Det är ett navigationssystem från USA som med hjälp av satelliter anger position. Denna teknik används idag inom många olika områden men inom fotboll är den ny så det finns ännu inte många studier publicerade. Däremot finns det andra forskningsmetoder för att fastställa dess fysiologiska krav. Just den typ av GPS-enhet som detta projekt är baserat på kallas SPI 10 (Sport Performance Indicator).

Resultaten från denna studie är tänkt att användas för fortsatta studier och målet man har är att kunna använda sig av de effektivaste träningsmomenten i fotboll för att uppnå maximal prestation vid specifikt tillfälle. Denna kan även individualisera träningen för spelare med viss position. Dessutom kan man utifrån studien bestämma vilken position en spelare ska ha med hänsyn till personens spelförmåga.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Hur GPS, Global Positioning System fungerar

GPS är ett satellitnavigationssystem som används för att bestämma ett objekts position. Hela världen är idag omringad av 24 satelliter, varav tre i reserv, som cirkulerar i sex olika banor, vars omloppstid ligger på 12 000 timmar. Alla satelliters positioner är kända vilket hjälper till att bestämma ett objekts position.

För att få fram positionen på ett sökt objekt använder sig satelliterna av ett atomur. Satelliterna skickar med hjälp av atomuret ut tidsinformation till en mottagare, som i sin tur skickar tillbaka signalen till atomuret och satelliten, och tidsskillnaden från utsändningen tills dess att satelliten mottar tidsinformationen igen anger avståndet till satelliten. Genom att använda värden från flera olika satelliter på samma gång är det möjligt att räkna ut positionen på ett visst objekts longitud, latitud och höjd ovanför marken.

Från början skapades GPS av USA och deras försvarsdepartement, där dess huvudfunktion var att kunna navigera robotar. Men idag är det möjligt att söka den näst intill exakta positionen av till exempel en bil, en båt eller till och med en person.

1.1.2 SPI 10, Sport Performance Indicator

SPI 10 är numera världens mest långt framskridna GPS-baserade sportprodukt. Storleken på SPI 10 är inte större än en mobiltelefon, 110x50x30 mm och väger 110 gram. Enheten bärs mellan skulderbladen av testpersonen i en liten ficka på en elastisk sele. Se fig. 1.



fig. 1. GPS-enhetens placering på testperson.

I minnet på SPI 10 dokumenteras för varje sekund bland annat hastigheten, positionen, avverkad distans, tiden, och pulsen för testpersonen med hjälp av satelliter. Då SPI 10 navigeras med hjälp av satelliter måste tester utföras utomhus, så att enheter och satelliter kan få kontakt. För att få så bra resultat som möjligt och att minimera risken för att det skall uppstå glapp i förbindelsen mellan satellit och SPI 10, är klart väder också viktigt enligt instruktionsmanualen.

1.1.3 GPSports

För att kunna använda värde man fått fram under testet används ett speciellt datorprogram, GPSports. Det är ett analysprogram som är baserat på Microsoft Windows. Till datorprogrammet laddas samtliga värden från GPS-enheten över. I programmet kan man bland annat se hastighet, puls, position på plan för varje sekund. Dessutom kan man från GPSports avläsa hur stor del av en match personen i fråga höll en viss hastighet, den totala tiden testpersonen har spenderat i olika hastighets-zoner med mera.

Med SPI 10 kan man stega upp till exempel linjerna på planen så att man kan observera dessa samtidigt som spelarens rörelsemönster i analysprogrammet. Genom planens struktur är det lättöverskådligt att observera var på planen spelaren befunnit sig vid ett specifikt tillfälle. Rörelserna beskådas med hjälp av olika färger, där en viss färg motsvarar en viss hastighetsintervall, och en annan färg ett annat hastighetsintervall. På så sätt är det lätt att ta fram till exempel bara sprintsträckor, var på planen de befann sig när specifik sträcka löptes och under hur lång tid.

1.2 Syfte, målsättning

Detta projekt kommer att utgöra en liten del av en större studie gällande träning. Huvudfrågan för den studien är: "Hur tränar man mest effektivt för att kunna uppnå sin maximala prestation till en enskild match/turnering?"

Målet med denna studie är att kunna karaktärisera en fotbollspelares rörelsemönster under match utifrån dess position. När positionernas karaktärer är framtagna kan mer individualiserade träningsprogram göras för viss spelare med en bestämd position. Utöver detta skall tränare lättare kunna ta ut spelare till en position utifrån spelarens rörelsemönster. Vill man ta det ännu längre finns möjligheten att använda GPS-enheten då en klubb ska köpa spelare för en specifik position. Om klubben är intresserad av en spelare görs analys på denna spelares rörelsemönster för att se om dessa stämmer överens med karaktären för den position de har behov av.

Som tidigare nämnts finns det inte mycket om de fysiologiska kraven för löpning inom fotboll därför studeras denna biten närmare. Med hjälp av GPS-enheter som bärs av alla utespelare under en match vill analyser göras på spelarnas rörelsemönster. Jämförelse mellan positionernas rörelsemönster som visar om det finns några tydliga skillnader mellan positionerna.

1.3 Frågeställning

- Vad är den normala totala distansen för fotbollsspelare under en match och skiljer det mellan positionerna?
- Hur många och långa sprintlöpningar gör en fotbollsspelare, med en viss position, under en match?
- Skiljer sig den maximala hastigheten under match med den maximala hastigheten på löparbana?

1.4 Avgränsning

Samtliga matcher och tester har utförts på konstgräs utomhus. Dessutom har enbart träningsmatcher används i testerna då reglerna säger att man inte får ha denna typ av utrustning på sig under tävlingsmatch. Testpersonerna har enbart varit män på elitnivå. Målvakten har inte testats.

Denna studie har inte tagit del av individuella skillnader så som en spelares variation i spelet under olika matcher, motståndarlag, defensivt eller offensivt spel. För en helhetsanalys av de fysiologiska kraven behöver många fler observationer utöver denna studie göras.

Det har totalt gjorts 70 mätningar men det är bara 8 mätningar per position som tagits med i analysen. Förutom vid jämförelse av maximala hastigheter under match och på löparbana, då har endast 14 mätningar analyserats. Detta grundar sig på att de statistiska testerna behöver vara balanserade och de blir det om alla positioner har lika antal mätningar. Orsaken till att positionerna inte har lika antal mätningar är för spelare har blivit utbytta och därmed inte fullföljt matchen.

2 Litteratur studie

Den nya, noggrannare teknologin inom sport, GPS-tekniken, kan användas för att analysera prestationerna och de nödvändiga fysiologiska kraven för en viss sport. Det finns några studier gjorda inom denna teknik för olika sporter. Bland annat har en studie gjorts för att analysera olika parterers reaktioner på att använda GPS inom fotboll (Hedlund et al. 2005). De flesta reaktionerna var positiva fast vad flera poängterade var hur man skulle använda sig av GPS.

Det finns inte mycket behandlat när det gäller de fysiologiska kraven för löpning för fotbollsspelare. Men vad Bangsbo et al. (1991) sett från videoanalys är att fotboll är en gång- och jobbsport som består av många sprintlöpningar.

Om jämförelse görs mellan lagsportsspelare med sprinters på löparbanan ses en tydlig skillnad i accelerationen. Lagsportsspelare på match måste accelerera snabbare än sprinters på löparbana för att komma upp i samma hastighet. Detta för att de snabbt måste komma upp i höga hastigheter innan en motståndsspelare eller andra hinder kommer och stoppar vägen för spelaren (Sayers 1998).

2.1 Tidigare tekniska metoder inom fotbollen

Den mest kända metoden som används tidigare inom fotbollen för att få ett fysiologiskt mått på löpningen under en match är videofilmning av matchen. Det är framför allt Bangsbos et al. (1991) artikel som visar de fysiologiska kraven en fotbollsspelare behöver för att kunna genomföra en match.

2.1.1 Kravprofil för fotbollsspelare på elitnivå

Bangsbo et al. (1991) studerade 14 manliga fotbollsspelare på elitnivå. Under ett flertal matcher filmades de och analyserades i avseende att kartlägga deras aktiviteter på plan. Fotbollsspelarnas aktiviteter delades in i olika kategorier;

- | | | | |
|---|-----------------------------|----|----------------------------|
| 1 | Stillastående | 6 | Snabb löpning (21 km/h) |
| 2 | Gång (4 km/h) | 7 | Rusher (30 km/h) |
| 3 | Jogging (8 km/h) | 8 | Baklängeslöpning (12 km/h) |
| 4 | Lätt löpning (12 km/h) | 9 | Nick |
| 5 | Halvsnabb löpning (16 km/h) | 10 | Närkamp |

Aktiviteter i kategori 5,6 och 7 har forskaren valt att låta tillhöra en grupp under samlingsnamnet hög intensitetslöpning.

Resultatet av studien visar att den totala genomsnittliga distansen som en fotbollsspelare tillryggalägger under en match är 10,8 km. Vid jämförelse de olika positionerna emellan observerades hur en mittfältare förflyttar sig en genomsnittlig sträcka på 11,4 km, vilket är en 10% längre distans än en back (10,1 km) och anfallare (10,5 km). Studien visar också att under mer än hälften av matchen står eller går fotbollsspelarna. Under resterande matchtid är 35% lågintensiv löpning och 8% av löpning i hög intensitet. Under endast 0,7% av hela matchen sprintar de.

Videoanalysen är den studie som kommer att ligga närmast denna studie, därav kommer samma hastighetsintervaller användas med vissa justeringar. Detta för att jämförelse lättare skall kunna genomföras. Den största skillnaden mellan dessa kommer vara att det används två olika tekniker.

2.2 GPS som hjälpmedel inom sport

Förutom videofilmanalys används också ett annat tekniskt verktyg inom idrotten, GPS-tekniken. Den främsta sportprodukten i världen som använder GPS-tekniken är SPI 10. Med hjälp av SPI 10 och tillhörande programvara kan analyser utföras för rörelsemönster under vissa tidsintervall. Det har gjorts flera studier med GPS-tekniken, allt från hur tekniken ses som hjälpmedel inom sport, till olika användningsområden som hos bandyspelare och fotbollsdomare. Men till en början har en undersökning gjorts för att veta precisionen hos GPS.

2.2.1 Validering av GPS

I en tidigare studie där noggrannheten av GPS-tekniken undersöktes, har visats att GPS-tekniken har en bra exakthet (Schutz et al. 2000). Med hjälp av DGPS (differential global positioning system) har det exakta avståndet mellan mottagare och satelliter uppmätts och detta avstånd har jämförts med uppmätta avståndet för GPS-mottagare och satelliter. I beräkningen av avståndet togs hänsyn till denna mellanskillnad.

Tre metoder användes för att räkna ut hastigheten med DGPS

1. Hastigheten räknas ut med hjälp av GPS-mottagaren
2. Hastigheten räknas ut med hjälp av skillnader i position för en testperson, där mätning görs var sjätte sekund.
3. Hastigheten räknas ut med hjälp av skillnader i position för en testperson, där mätningar görs över fullständigt sprinttest.

För att granska hastigheten som testpersonen rörde sig i, kontrollerades denna med den faktiska hastigheten uppmätt med en kronometer, medan den tillryggalagda distansen uppmättes exakt med en typometer. Precisionen av hastighetsförutsägelse hade en koefficient av variation=97% och det var en högst signifikant linjär relation mellan faktisk och DGPS hastighet ($R^2=0.997$).

Efter jämförelse med andra exakta metoder för att söka hastighet och tillryggalagd distans, visar studien att GPS-tekniken är en noggrann teknik. Främsta fördelen är att data kan skådas på skärmen på GPS-enheten, och att den kan tillämpas på vem som helst var som helst. Dessutom är idag GPS det enda instrumentet som under en långt utdragen tid kan uppskatta förflyttning överallt på jorden, med en obegränsad distans. En nackdel med GPS-tekniken är att hastigheten endast kan mätas upp där miljön och omgivningen inte blockerar signalerna till och från satelliter, såsom i tunnlar, grottor och i tät vegetation (till exempel i djungeln). Eftersom testerna i detta projekt inte utförs i någon svårtillgänglig terräng, anses inte denna nackdel som något hinder i studien.

2.2.2 Kartläggning av elitbandyspelare med GPS som verktyg

Wiker (2005) skriver i sin studie om elitbandyspelare som använt GPS-enheter under match för att dokumentera de fysiologiska krav som ställs på en spelare. Det var inte känt hur en bandyspelare rör sig under en match, med vilken hastighet och med vilken intensitet. Valet av att använda GPS som verktyg berodde på det enklare och mer precisa system, i förhållande till de tidkrävande videoanalyserna som tidigare fastställt de fysiologiska kraven.

2.2.3 GPS som tekniskt hjälpmedel inom fotbollen – sett ur spelare, tränare och fysiologers perspektiv

Syftet med Hedlunds et al. (2005) studie var att ta del av olika fotbollsparters syn och tolkningar angående GPS-tekniken och SPI 10 inom fotboll. De olika parterna intervjuades och det fanns olika reaktioner hos de intervjuade, men de flesta var i stort sett positiva till att ha GPS som stöd och hjälpmedel inom fotbollen.

Ett flertal användningsområden för SPI 10 benämns i studien. Ett användningsområde är analyser av ryck vilket ses som positivt bland de flesta tillfrågade. Framförallt fanns intresse att undersöka spurterna i en match så att man sen kan effektivisera träningen med hänsyn tagen till informationen från matchen. En av de intervjuade menar på att det är viktigt att det finns ett tillförlitligt snittmönster att utgå ifrån. Endast en liten grupp av de tillfrågade kunde inte se nyttan av att få veta distansen som tillryggalagts under en match, medan andra tyckte att det kunde vara en bra respons att kunna ge spelarna siffror, det ger ett komplement till det subjektiva synsättet. Distansten för varje hastighetsintervall var ett annat ämne som togs upp som de flesta respondenterna tolkade som ett bra hjälpmedel för att anpassa träningen. Det gäller att bli bäst på det man ska utföra, därför är det viktigt att dels kunna se hur långt en spelare rör sig och dels med vilken hastighet. Utifrån denna kunskap kan man sedan förbättra och effektivisera träningen.

Författarna understryker att det är till fördel att använda sig av GPS på träningen för att vänja sig vid utrustningen innan den används för analysering av match. Det är också viktigt att undersöka flera matcher för ett mer tillförlitligt resultat.

Från Hedlunds et al. (2005) studie fås många tänkvärda kommentarer som senare kommer att användas för den stundande undersökningen. Till exempel kommer GPS testerna genomföras upprepande gånger och testpersonerna skall få vänja sig vid SPI 10 innan utförandet av testet för att kunna få ett tillförlitligt resultat.

2.2.4 Kartläggning av fysiologiska krav på fotbollsdomare med GPS-teknologi

Det finns fler studier och forskning kring ämnet om de fysiologiska krav som ställs på en fotbollsspelare, men kraven som ställs på en fotbollsdomare är inte lika utforskat, därav denna studie av Button et al. (2005).

För att kunna kvantifiera fysiologiska krav på en domare som skall ha kraft att döma en match i New Zeelands nationella fotbollsmästerskap, gjordes en forskningsstudie av Button et al. (2005). Studien bestod av fem manliga domare som bar SPI 10 under totalt sex matcher under säsongen 2004/05.

Medelvärden från samtliga resultat som GPS-enheten lagrade under matchens gång räknades ut för att kartlägga de fysiologiska krav som en typisk fotbollsdomare ska kunna leva upp till. För analysering skildrades hastigheterna i intervallen;

- 1) Stillastående och gång (0 – 7 km/h)
- 2) Jogg (7 – 12 km/h)
- 3) Löpning (12 – 18 km/h)
- 4) Sprint (>18 km/h)

De fyra kategorierna behandlades under två huvudrubriker; aktivitet med låg intensitet (<12 km/h), samt aktivitet med hög intensitet (>12 km/h) och testpersonernas procentuella fördelning i dessa intervall var $87 \pm 9 \%$ respektive $13 \pm 2 \%$. Resultaten av den totala matchaktiviteten visade att domarna i genomsnitt tillryggalade en distans på 10,5 km per match. För denna studie (Button et al. 2005) har även de delat upp hastigheterna inom givna intensitetsintervall. Detta måste göras för att kunna analysera värdena som detekterats under en period av tid. Så denna metod är liknande den som kommer att utföras för kommande tester. Däremot kan inte samma intervaller användas då fotbollsspelare löper mer intensivt vilket Bangsbo et al (1991) visar med videoanalys.

2.3 Löpning inom lagsport och på löparbana

Det finns skillnader mellan att komma upp till den maximala hastigheten på en löparbana jämfört med hur det är att göra en spurt i en lagsport så som fotboll och rugby. Denna rapport behandlar också denna företeelse, den maximala hastigheten på plan jämfört med den maximala hastigheten på löparbana.

I Sayers (1998) artikel har resultat sammanställts från forskning på över 100 rugbyspelare på elitnivå. Syftet med artikeln var dels att undersöka skillnader mellan löpningstekniker som används av sprinters på löparbana och av rugbyspelare på rugbyplan. Syftet var också att förbättra träningen av sprintförmågan hos rugbyspelare. Olika variabler har tagits hänsyn till, såsom bland annat balans, rörlighet och tiden det tar att uppnå maximala hastigheten.

Resultatet av sammanställningen visar att tidsskillnaden det tar att komma upp i maximala hastigheten för sprinters jämfört med rugbyspelare skiljer sig åt. Tiden det tar att uppnå topphastigheten beror på förmågan att kunna accelerera så snabbt som möjligt. En annan studie (Berthoin et al. 2001) visar att 30 – 55 m är tillräckligt för att komma upp i maximala hastigheten då maximal acceleration utnyttjades. Analysen (Sayers 1998) visar även att det är mycket sällan en rugbyspelare kan sprinta mer än 30 m utan hinder. På grund av hinder är det viktigt att snabbt kommer upp i sin topphastighet.

För denna studie är det framför allt intressant med lagsportsspelares rörelse och prestation under match. För att kunna prestera maximalt måste musklerna bli varma (Mohr et al. 2003), så uppvärmning innan aktivitet är mycket viktigt för att kunna uppnå prestationer.

2.3.1 Uppvärmning

Studien av Mohr et al. (2003) har till syfte att studera samband mellan temperaturen i M. Quadriceps, muskeln på framsida lår, och sprintförmågan vid fotbollsmatch. Under match studerades totalt 25 spelare, då temperaturen i quadriceps uppmättes frekvent. Under en annan match utförde åtta spelare en aktiv vila med lågintensitetsträning, medan åtta andra spelare utförde passiv vila.

Resultatet av studien visar att temperaturen sjönk betydligt under vilan hos dem som utförde passiv vila och prestationen sjönk. Hos spelarna med aktiv vila sjönk temperaturen inte, och deras sprintförmåga bibehölls till andra halvlek. Även Weyland et al. (2000) rekommenderar uppvärmning, tio minuter innan utförande av maximalt hastighetstest.

2.3.2 Kroppens snabbaste energisystem

Periodvis sprintande under en fotbollsmatch kräver en hög halt av kroppens energi, adenosin-tri-fosfat, ATP. Lagrad ATP klarar endast en hög muskelaktivitet i maximalt en till två sekunder. Därefter måste ATP kontinuerligt skapas för fortsatt aktivitet. Kroppen har två anaerobiska system (utan syre) för att bilda energi; kreatinfosfat-systemet samt det glykolytiska systemet. Kreatinfosfat-systemet, även kallat kreatinkinaset eller PCr, är det snabbaste av dem. Bindningarna mellan fosfat (P) och kreatin (Cr) bryts och fosfat förenas med ADP, adenosin-di-fosfat, som tillsammans bildar ATP. Kreatinkinaset står för kroppens energi under de omkring första tio sekunderna av en högintensiv aktivitet. Då kreatinfosfatet tar slut ser man en markant skillnad på löpningen, hastigheten sjunker betydligt.

3 Metod

3.1 Subjekt

Studien är baserad på manliga fotbollspelare på elitnivå. Testet för maximala hastigheten utfördes på alla spelare i truppen. Truppen, Halmstads bollklubb, består av 21 spelare ($24,8 \pm 5$ år, $77,2 \pm 4,5$ kg, $1,81 \pm 0,1$ m). När GPS-studien utfördes deltog endast tio av spelarna för varje match, de tio utspelarna som börjar matchen, målvakten undantagen.

3.2 Experimentets utförande

Testerna som utfördes var maximala hastigheten på löparbana och GPS data insamling under fotbollsmatcher. Maximala hastighetstest var till för att kunna se efter hur lång distans spelarna kommer upp till deras maximala hastighet och för att jämföra maximala hastigheten under match med den maximala hastigheten utan hinder. GPS-testet som gjordes gav insamling av data på testpersonernas rörelsemönster under sju fotbollsmatcher.

3.2.1 Test för maximala hastigheten

För att erhålla kunskap om den personliga och maximala hastigheten för vardera av spelarna, gjordes en enskild studie enbart för detta. Koner ställdes ut för var femte meter i 55 meter längs med fotbollsplanen. Därefter stegades linjer upp mellan konerna med hjälp av en GPS enhet. De uppstegade linjerna tydliggör efter testets utförande var testpersonerna uppnådde sin maximala hastighet, både efter tid och efter längd. Testet bestod av löpning, och av den anledningen innehöll även uppvärmningen samma rörelsemönster. Uppvärmningen varade totalt tio minuter (Weyland et al. 2000) och bestod av att testpersonerna började med att jogga 55 meter. Därefter ökade hastigheten successivt över samma sträcka tills de sprang sitt maximala.

Undersökningen bygger på att testpersonerna sprang med sin maximala acceleration över en fotbollsplan, samtidigt som de bar GPS-enheten. Sträckan personerna löpte var 55 meter, en sträcka som grundar sig på att man under en sprintlöpning kommer upp till sin maximala hastighet relativt snabbt, inom 30 – 55 meter, vilket motsvarar ca 4,5 – 6,5 sekunder (Berthoin et al. 2001).

För att vara säker på att få den maximala hastigheten för varje testperson utförs testet totalt fyra gånger. Återhämtning är nödvändigt mellan varje upprepning av löpningen men behöver inte vara alltför länge, då testpersonerna använder sig till största delen av kroppens energisystem kreatinkinas. Den aktiva vilan är därför endast två minuters mellan varje löpning. (Forsberg et al. 2002) Varför aktiv vila valts är för musklerna inte ska hinna bli kalla, blir de kalla kan ingen maximalprestation genomföras. (Mohr et al. 2003)

3.2.2 GPS-test

Till att börja med användes SPI 10 vid två träningstillfällen för att vänja testpersonerna vid utrustningen (Hedlund et al. 2005). Detta för inte få missvisande värden under senare tester.

GPS-testet utfördes sju gånger för att få ett mer tillförlitligt resultat. (Hedlund et al. 2005)

Till att börja med synkroniserar man en sekundvisande klocka med GPS-enheterna. Detta för att veta exakt när matchen startar, slutar och när pausen är. Dessa tider arkiveras för att sedan kunna ta bort överflödiga information så endast resultaten av matchen syns. Före uppvärmning startas GPS-enheterna och börjar därmed lagra data.

Testpersonerna började med att värma upp, med den vanliga uppvärmningen innan match. De aktiverar sig även under vilan innan andra halvlek för att kunna prestera bättre (Mohr et al 2003).

3.2.3 Analys

Med hjälp av testpersonernas maximala hastighet analyseras informationen från GPS-enheterna, med hjälp av analysprogrammet GPSports och Microsoft Excel. De mätningar som har analyserats är totalt 8 mätningar för varje position. Dessa resultat har presenterats i diagram och i ett fall en tabell.

De olika positionerna på planen är, refererat till fig. 2:

- a) Ytterback
- b) Mittback
- c) Yttermittfältare
- d) Innermittfältare
- e) Anfallare

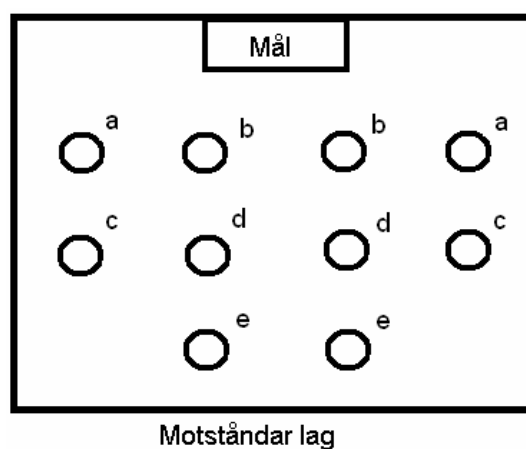


fig. 2. Positionernas uppställning på fotbollsplanen, så kallad 4-4-2 uppställning.

Valet av hastighetsintervallerna som finns i tabell 1 för denna studie grundar sig på Bangsbos et al. (1991) studie med just dessa intervall, detta för att lättare kunna jämföra videoanalys med GPS-teknik.

Tabell 1 De olika zonerna och dess hastighetsintervall som mätvärdena från matcherna analyseras utifrån.

Zon 1	Zon 2	Zon 3	Zon 4	Zon 5	Zon 6	Zon 7
0-4 km/h	4,1-8 km/h	8,1-12 km/h	12,1-16 km/h	16,1-21 km/h	21,1-30 km/h	≥30,1 km/h
0-1,1 m/s	1,2-2,2 m/s	2,3-3,3 m/s	3,4-4,4 m/s	4,5-5,8 m/s	5,9-8,3 m/s	≥ 8,4 m/s

Till skillnad från Bangsbos et al. studie (1991) har denna studie sex hastighetsintervall istället för sju;

1. 0 – 1,1 m/s
2. 1,2 – 2,2 m/s
3. 2,3 – 4,4 m/s
4. 4,5 – 5,8 m/s
5. 5,9 – 8,3 m/s
6. $\geq 8,4$ m/s

Detta på grund av analysprogrammet GPSports där bara sex hastighetsintervaller kan användas. Där av har zon 3 och 4 i Bangsbos et al. (1991) studie slagits samman till hastighetsintervallet 2,3 – 4,4 m/s i denna studie.

3.2.3.1 Statistik analys

För att avgöra om det föreligger skillnader mellan olika positioner tillämpats variansanalys i form av envägs ANOVA (Blom et al. 1998). Härvid antages distansen vara approximativt normalfördelad. Nollhypotesen vid denna studiens statistiska analyser är satt till;

H_0 = ingen skillnad föreligger mellan positioner

Mothypotesen H_1 innebär att det finns skillnader mellan olika positioner.

Signifikansnivån har bestämts till 0,05. Under utförandet av testet har vi eftersträvat ett balanserat försök vilket innebär att vi ska ha lika antal observationer/mätningar från varje position. Även om en position har 14 mätningar tas endast åtta med eftersom åtta är det minsta antal värden som förekommer bland de olika positionerna. Detta leder till att inte alla mätningar utnyttjas men fördelarna med ett balanserat försök uppväger detta. De åtta mätningarna som skall ingå i testet har valts ut slumpmässigt. För maximala hastigheterna är det 14 spelare som används vid beräkning för att få ett balanserat test.

Då hastighetsintervallet $\geq 8,4$ m/s innehåller till största delen siffror med värdet noll, har detta hastighetsintervall inte analyserats med variansanalys.

Där det fanns statistisk signifikant skillnad mellan positionerna hos ANOVA-testet utfördes ytterliggare ett test, LSD-metoden som påvisar om det finns signifikant skillnad mellan utvalda par och positioner, (Montgomery 1991).

Tabell 2. Denna tabell visar de kombinationer för vilka tester som skall göras (markerade men X) för de olika positionerna. Totalt finns det tio olika kombinationer.

	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		X	X	X	X
Mittback			X	X	X
Yttermittfältare				X	X
Innermittfältare					X
Anfallare					

T-värdet för dubbelsidigt test med signifikansnivån 0,05 och 35 frihetsgrader är 2,03 se tabell, (Montgomery 1991). Frihetsgraderna är i detta fall antalet spelare -1 multiplicerat med antalet positioner, det vill säga $7*5$.

Från ANOVA-tabellerna erhålls den poolade standardavvikelsen MS_E lika med MS within groups och därefter beräknas

$$LSD = t\text{-värde} * \sqrt{(MS_E * 2) / \text{antal spelare}}$$

Detta jämförs med den absoluta skillnaden mellan medelvärdet mellan par av positioner. Om parskillnaden är större än LSD-värdet på 0,05 signifikansnivån finns det statistisk signifikant skillnad mellan testade positioner.

4 Resultat

Den insamlade data från matcherna som vi utgått ifrån bifogas i bilagorna A – E, där varje position har var sin egen tabell. Resultatet som visas är ett medelvärde för alla spelare som fullbordade en match, för balanserat resultat används lika många spelare från varje position, åtta spelare/position. Resultatet visas som medelvärdet \pm standardavvikelsen. Undantaget är maximala hastigheterna där resultatet inte är indelat positionsvis och det är 14 spelares medelvärde \pm standardavvikelsen som presenteras. För tabellerna 3-8 och tabellerna 10-12 är skillnaderna mellan positionerna beräknade kolumn minus rad.

4.1 Totala distansen

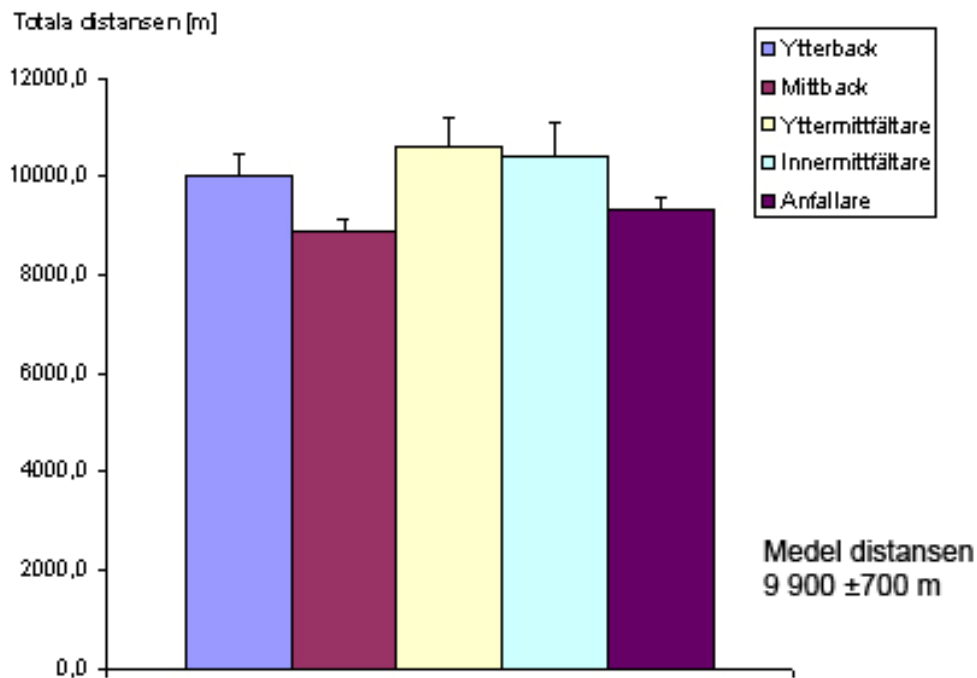


fig. 3. Totala distansen som har tillryggalagts under en match för de olika positionerna. Medeldistansen för alla spelarna är 9900 \pm 700 meter.

Det föreligger statistisk signifikant skillnad mellan de fem positionerna vid ANOVA-test, $p = 2,02 \cdot 10^{-8}$, där av finns resultat för LSD-testet.

LSD-värdet = 239,9

I samtliga parkombinationer utom en (yttermittfältare – innermittfältare, markerat med fet text) är LSD-värdet lägre än skillnaden mellan de olika medelvärdena (se tabell 3). Därmed föreligger statistisk signifikans mellan parkombinationerna förutom hos yttermittfältare och innermittfältare.

Tabell 3. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		1 145,3	-630	-396,5	684,8
Mittback			-1 773,2	-1 541,8	-460,5
Yttermittfältare				231,4	1 312,7
Innermittfältare					1 081,3
Anfallare					

4.2 Distansen för de olika hastighetsintervallerna

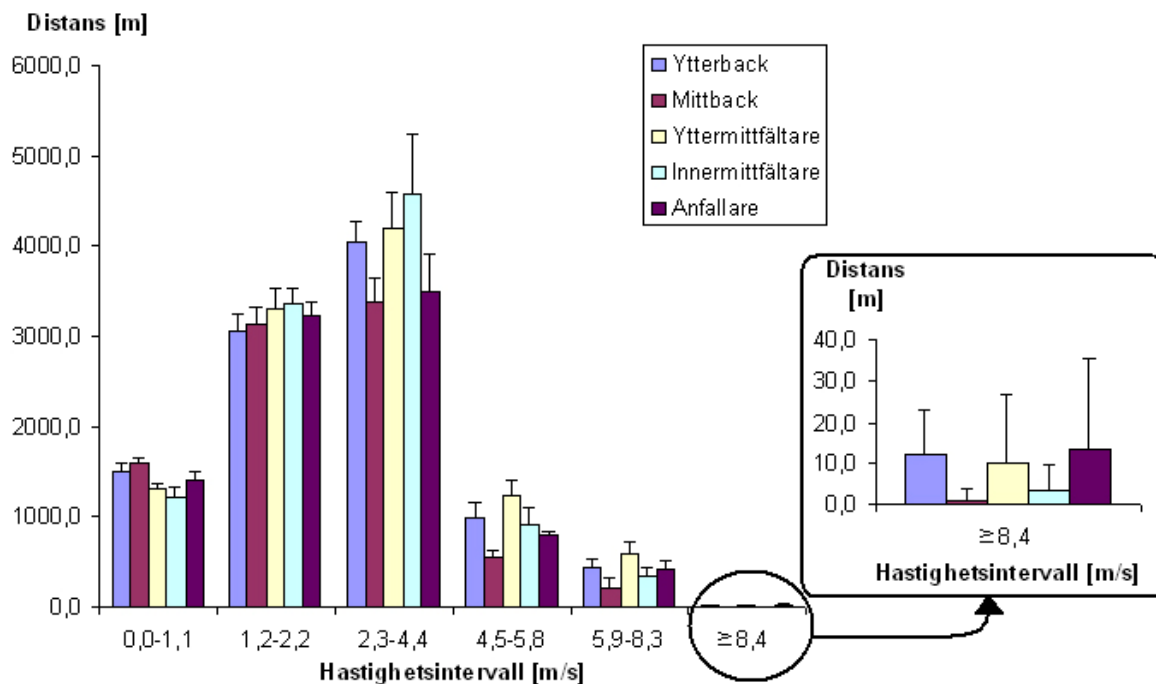


fig. 4. Den totala distansen fördelat i sex hastighetsintervall för varje position.

Det föreligger statistisk signifikant skillnad mellan positionerna i de fem lägsta hastighetsintervallen när ANOVA testades, se p-värdet för de olika hastighetsintervallerna som skall vara mindre än signifikansnivån 0,05. Det högsta hastighetsintervallet $\geq 8,4$ m/s har inte testats för de är för få mätningar i detta intervall.

Hastighetsintervall 0,0 – 1,1 m/s

p-värdet = $7,04 \cdot 10^{-9}$

LSD-värdet = 46,2

I samtliga parkombinationer är LSD-värdet lägre än skillnaden mellan de olika medelvärdena (se tabell 4) och därmed föreligger statistisk signifikans mellan positionerna i alla kombinationer.

Tabell 4. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		-100,4	185,2	279,5	90,3
Mittback			285,6	379,9	190,7
Yttermittfältare				94,3	-94,9
Innermittfältare					-189,2
Anfallare					

Hastighetsintervall 1,2 – 2,2 m/s

p-värdet = 0,016

LSD-värdet = 165,8

Då LSD-värdet är lägre än skillnaden mellan parets medelvärden (se tabell 5) innebär det att en statistisk signifikant skillnad föreligger mellan parets positioner. De parkombinationer där LSD-värdet är högre än skillnaden mellan medelvärdena är markerade med fet text, och det föreligger ingen statistisk signifikans mellan dessa parkombinationer.

Tabell 5. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		-79,5	-254,0	-312,1	-170,4
Mittback			-174,4	-232,5	-90,9
Yttermittfältare				-58,1	83,6
Innermittfältare					141,7
Anfallare					

Hastighetsintervall 2,3 – 4,4 m/s

p-värdet = $5,41 \cdot 10^{-6}$

LSD-värdet = 81,7

I samtliga parkombinationer är LSD-värdet lägre än skillnaden mellan de olika medelvärdena (se tabell 6) och därmed föreligger statistisk signifikans mellan positionerna i alla kombinationer.

Tabell 6. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		652,3	-161,1	-540,3	548
Mittback			-813,4	-1 192,6	-104,3
Yttermittfältare				-379,2	709,1
Innermittfältare					1 088,3
Anfallare					

Hastighetsintervall 4,5 – 5,8 m/s

p-värdet = $2,24 \cdot 10^{-9}$

LSD-värdet = 73,8

I samtliga parkombinationer utom en (ytterback – innermittfältare, markerad med fet text) är LSD-värdet lägre än skillnaden mellan de olika medelvärdena (se tabell 7). Därmed föreligger statistisk signifikans mellan positionerna i dessa kombinationer utom ytterback och innermittfältare.

Tabell 7. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		432,4	-248	59,8	186,8
Mittback			-680,4	-372,6	-245,6
Yttermittfältare				307,8	434,8
Innermittfältare					127
Anfallare					

Hastighetsintervall 5,9 – 8,3 m/s

p-värdet = $5,70 \cdot 10^{-7}$

LSD-värdet = 107,2

I de flesta parkombinationer är LSD-värdet lägre än skillnaden mellan de olika medelvärdena (se tabell 8) och därmed föreligger statistisk signifikans inom dessa kombinationer. I två av kombinationerna (markerade med fet text) är LSD-värdet högre och därmed föreligger ingen statistisk signifikans mellan dessa positioner.

Tabell 8. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		229,3	-152,3	107,5	31
Mittback			-381,6	-121,8	-198,3
Yttermittfältare				259,8	183,3
Innermittfältare					-76,5
Anfallare					

4.3 Antal sprintlöpningar och dess längd

Tabell 9. Varje positions sprintlöpningar och medelvärdet för hur lång varje sprintlöpning var.

Ytterback		
	Sprintlöpningar [st]	Distans/Löpning [m]
4,5 - 5,8	110,3 ±16,6	8,8 ±0,5
5,9 - 8,3	28,6 ±4,0	16,5 ±2,2
≥ 8,4	1,1 ±0,35	12,2 ±9,4
Mittback		
	Sprintlöpningar [st]	Distans/Löpning [m]
4,5 - 5,8	73,9 ±10,1	8,6 ±1,0
5,9 - 8,3	17,6 ±5,3	14,3 ±2,8
≥ 8,4	0,1 ±0,35	7,0 ±2,3
Yttermittfältare		
	Sprintlöpningar [st]	Distans/Löpning [m]
4,5 - 5,8	131,8 ±25,1	9,4 ±0,9
5,9 - 8,3	36,5 ±7,5	15,8 ±2,7
≥ 8,4	0,8 ±1,2	12,5 ±7,6
Innermittfältare		
	Sprintlöpningar [st]	Distans/Löpning [m]
4,5 - 5,8	106,3 ±19,3	8,5 ±1,0
5,9 - 8,3	25,6 ±5,7	14,3 ±2,5
≥ 8,4	0,3 ±0,5	12,5 ±5,7
Anfallare		
	Sprintlöpningar [st]	Distans/Löpning [m]
4,5 - 5,8	100,6 ±110,1	7,8 ±0,5
5,9 - 8,3	29,3 ±8,1	13,9 ±1,4
≥ 8,4	0,3 ±0,7	16,0 ±6,2

Enligt ANOVA-testet föreligger statistisk signifikans mellan positionerna för sprintlöpningar (intervallet $\geq 8,4$ ej testat) och för distans/löpning för intervallet 4,5-5,8 m/s, se p-värdet för varje intervall nedan. Däremot finns ingen statistisk signifikant skillnad mellan positionerna för distans/löpning då p-värdet = 0,18 > 0,05 signifikansnivå för 5,9-8,3 m/s.

Sprintlöpning – hastighetsintervallet 4,5 – 5,8 m/s

p-värdet = $2,71 \cdot 10^{-5}$ < signifikansnivån 0,05

LSD-värdet = 8,64

I samtliga parkombinationer utom två (markerade med fet text i tabell 10) är LSD-värdet lägre än skillnaden mellan de olika medelvärdena i tabell 10 och därmed föreligger statistisk signifikans mellan positionerna för dessa kombinationer.

Tabell 10. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		36,37	-21,5	4	9,62
Mittback			-57,87	-32,37	-26,75
Yttermittfältare				-25,5	-31,12
Innermittfältare					5,62
Anfallare					

Sprintlöpning – hastighetsintervallet 5,9 – 8,3 m/s

p-värdet = $1,82 \cdot 10^{-4}$ < signifikansnivån 0,05

LSD-värdet = 3,12

I samtliga parkombinationer utom två (markerade med fet text i tabell 11) är LSD-värdet lägre än skillnaden mellan de olika medelvärdena. Därmed föreligger statistisk signifikans mellan positioner i samtliga kombinationer utom två.

Tabell 11. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		11	-7,87	3	-0,62
Mittback			-18,87	-8	-11,62
Yttermittfältare				10,87	7,25
Innermittfältare					-3,67
Anfallare					

Distans/löpning – hastighetsintervallet 4,5-5,8

p-värdet = 0,0076 för 4,5-5,8 m/s < signifikansnivån 0,05

LSD-värdet = 0,40

I samtliga parkombinationer utom tre (markerat med fet text i tabell 12) är LSD-värdet lägre än skillnaden mellan de olika medelvärdena (se tabell 12). Därmed föreligger statistisk signifikans mellan positionerna i samtliga kombinationer utom tre.

Tabell 12. Skillnaden mellan medelvärdet för parkombinationerna

Position	Ytterback	Mittback	Yttermittfältare	Innermittfältare	Anfallare
Ytterback		0,23	-0,58	0,34	1,01
Mittback			-0,81	0,11	0,78
Yttermittfältare				0,92	1,59
Innermittfältare					0,67
Anfallare					

4.4 Maximala hastigheten

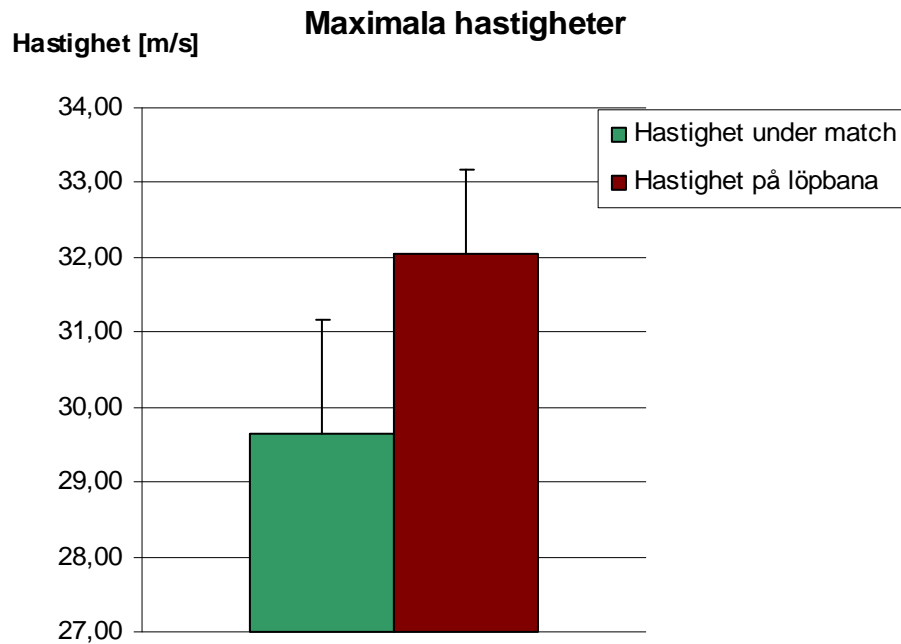


fig. 5. Maximala hastigheter, jämförelse under match och på löpbana.
Här är alla testpersonerna samlade tillsammans.

Det finns signifikant skillnad mellan de olika hastigheterna, vid ANOVA-test, mellan hastighet under en match och hastighet på löpbana, p-värdet är $6,72 \cdot 10^{-5} < \text{signifikansnivån } 0,05$.

Tabell 13. Distansen som det tar för en spelare att komma upp till olika hastigheter.

Hastighet [m/s]	Distans [m]
5,9	9,4 \pm 2,1
8,4	24,5 \pm 4,2
Maximal	37,7 \pm 4,5

5 Diskussion

Vid en match påverkas varje position av de andra positionerna. Detta medför att löparsträckorna är beroende och detta beroende är svårt att beskriva statistiskt. Det kan påverka även de statistiska testen. Ett sätt att minska effekterna av detta består i att göra testen med lika många observationer i varje position. Då fungerar ANOVA och LSD-metoden ganska bra och ger tillförlitliga resultat även om normalfördelningsantagandet och homoscedasticiten inte är fullt uppfyllda. (Glass et al., 1972) Eftersom en sådan klar signifikans kunnat avläsas bör ändå resultaten bedömas signifikanta.

5.1 Totala distansen

Det är båda grupperna av mittfältare (se fig. 3) som löper längsta totala sträckan, vilket även Bangsbo et al. (1991) studie visade. Enligt Bangsbo et al. (1991) avverkar en mittfältare 11 400 m per match, vilket inte stämmer helt överens med denna studie, där en mittfältare tillryggalägger ungefär 10 500 m per match. Denna skillnad kan ha flera orsaker, bland annat kan det bero på de olika teknikerna där GPS är mer exakt än videoanalys (Wiker 2005). Skälet till varför det är just mittfältare som rör sig mest under en match är troligtvis för att de är länken mellan backlinjen och anfallarna.

Den position som tillryggalade den kortaste sträckan, 9 000 m, är mittback. Detta beror till största delen på att de för det mesta stannar på sin halva av fotbollsplanen när resterande spelare anfaller. Bangsbo et al. (1991) har analyserat alla backar tillsammans vilket medför att jämförelse inte kan ske, då ytterbackarna (10 000m) i denna studie löper mer än vad mittbackarna gör (9 000m).

Anfallarna avverkar en förhållandevis kort distans, 9 400 m. En anledning till detta är att anfallarens uppgift är att pressa motståndarna och göra mål. Deras huvudsakliga uppgift är inte att springa tillbaka till egna målet för att försvara, utan de stannar för det mesta på motståndarlagets sida av planen för att vara beredd på att anfalla.

Även ytterbackarna följer med upp jämförelsevis långt under spelets anfall, vilket medför deras långa distans. Distansen som ytterbackarna avverkar är inte långt ifrån mittfältarna, se fig. 3.

Den totala medeldistansen en fotbollsspelare tillryggalägger under en match är $9\,900 \pm 700$ m, vilket kan jämföras med 10 800 m (Bangsbo et al. 1991). Denna studie har kortare distans men det är inte känt om det är statistiskt signifikant att jämföra skillnaden på dessa värden. Det kan vara tillfälligheten som gör att det finns en skillnad, en testperson från denna studie kan till exempel ha avverkat markant kortare sträcka än de övriga. En annan orsak till skillnaderna mellan de två studierna kan bero på att testpersonerna i denna studie ligger på en annan nivå eller spelar i en annan liga till jämfört med Bangsbo et al. (1991) studie. Även annorlunda spelstil kan skilja studierna åt.

5.2 Distansen för de olika hastighetsintervallerna

Distansen för intervallet 0,0-1,1 m/s, alla positioners rangordning med den längsta distansen först.

1. Mittback
2. Ytterback
3. Anfallare
4. Ytermittfältare
5. Inermittfältare

Distansen för intervallet 1,2-2,2 m/s kan ej rangordning göras mellan positionerna med det som kan utläsas från tabell 5 är att ytermittfältare och inermittfältare löper mer än ytterback och mittback i detta intervallet medan anfallare löper mer än ytterbackar. De övriga parkombinationerna mellan positionerna finns det ingen signifikant skillnad mellan så dessa anses vara en slump att skillnad finns som tabell 5 visar.

Distansen för intervallet 2,3-4,4 m/s, alla positioners rangordning med den längsta distansen först.

1. Inermittfältare
2. Ytermittfältare
3. Ytterback
4. Mittback
5. Anfallare

Distansen för intervallet 4,5-5,8 m/s, alla positioners rangordning med den längsta distansen först.

1. Ytermittfältare
2. Ytterback
2. Inermittfältare
3. Anfallare
4. Mittback

Distansen för intervallet 5,9-8,3 m/s, alla positioners rangordning med den längsta distansen först.

1. Ytermittfältare
2. Ytterback
2. Inermittfältare
2. Anfallare
3. Mittback

Trots att både ytter- och inermittfältare håller samma totala distans kan skillnader ses vid uppdelningen av distansen. Inermittfältare löper mer i hastighetsintervallet 2,3-4,4 m/s medan ytermittfältare kommer upp i spurthastighet oftare. I det intervallet som mittbackarna har mer aktivitet än någon av de övriga positioner är det första, 0,0-1,1 m/s.

Aktiviteten som sker i de tre första hastighetsintervallen (se fig. 4) visar på att fotboll är en gång och jogg sport då alla positionerna tillryggaläger längst distans i dessa intervall vilket även Bangsbo et al. (1991) har visat. Men det som är mest intressant ur fysiologisk synpunkt är de övre hastigheterna, då det kräver mer av fotbollsspelaren för att utföra rusher.

För hastighetsintervallet 4,5 – 5,8 m/s kan man tydligt se att det är yttermittfältarna, innermittfältarna och ytterbackarna som löper mest i detta intervall, ungefär 1000 m, jämfört med mittbackarna som löper minst, 600 m.

Man kan tydligt se hur yttermittfältare löper den längsta distansen, 600 m, i hastighetsintervallet 5,9 – 8,3 m/s. Därefter kommer ytterbackarna, innermittfältare och anfallare. Även i detta hastighetsintervall är det mittbackarna som presterar minst och tillryggalägger en sträcka på endast 230 m.

Det går inte att göra jämförelser i det högsta intervallet $\geq 8,4$ m/s då det är så få sprintlöpningar i detta intervall och ingen statistisk signifikant skillnad mellan positionerna är beräknad. Det man ändå kan ana är att ytterback och yttermittfältare är mer i denna zon jämfört med mittback, innermittfältare och anfallare. Detta har sitt ursprung i att yttermittfältare och ytterback har något mer utrymme för att komma upp i de hastigheterna innan någon hindrar dem. Detta ses även hos rugbyspelare (Sayers 1998). Jämförelsen mellan rugby och fotboll är långsökt men de båda är lagsporter, har motståndare som vill komma åt bollen och dessutom är det till viss del tillåtet att i båda sporterna tacklas.

5.3 Antal sprintlöpningar och dess längd

Sprintlöpningar i intervallen 4,5-5,8 m/s och 5,9-8,3 m/s, alla positioners rangordning med flest sprintlöpningar först.

1. Yttermittfältare
2. Ytterback
2. Innermittfältare
2. Anfallare
3. Mittback

Distans/löpning i intervallet 4,5-5,8 m/s, alla positioners rangordning med längst distans först.

1. Yttermittfältare
2. Ytterback
2. Mittback
2. Innermittfältare
3. Anfallare

Skillnaderna som finns mellan positionerna i dessa två intervall är beroende av spelsituationen, de som har längre sträckor att springa på kommer även upp i högre hastigheter. Även positionens roll i spelet har stor betydelse om de har möjlighet till att springa några längre sträckor och komma upp i högre hastigheter. (Bangsbo et al. 1991) Yttermittfältare som har de flesta sprintlöpningarna löper längs med kanten av planen, är kopplingen mellan anfallare och backar dessutom följer de ofta med ända upp vid anfallen. Däremot så följer inte mittbackarna upp i anfallen och begränsas då av sin roll till att springa de långa sträckorna. Tittar man närmare på resterande positioner så även här begränsas de av rollen de har i fotbollsspelet. Anfallare håller sig mycket på motståndarens planhalva, ytterbackar ska försvara men ändå följa med upp vid anfall och innermittfältarna ska till största delen förhindra motståndarna att ta sig över mittlinjen och de följer inte med ända upp i anfallen vilket medför att de inte fullföljer lika många sprintlöpningar.

Trots att anfallarna har fler antal sprintlöpningar än mittbackarna löper mittbackarna längre sträckor i hastighetsintervallet 4,5-5,8 m/s. Anledning till detta är antagligen för mittbackarna är inte i lika stort behov av att göra spurter. När anfallare kommer upp i detta intervall accelererar de mer för att sedan komma upp till nästa intervall. Anfallare behöver göra fler spurter för att kunna springa ifrån motståndarna och förhoppningsvis bli fri med målvakten. Medan mittbackarna löper i mer konstanta hastigheter,

I hastigheter $\geq 8,4$ m/s kan man se en antydning till att ytterback och yttermittfältare har mer tid till att komma upp i hastigheten mer ofta än övriga positioner, och har antagligen fler sprintlöpningar. Däremot ser det ut som att de andra positionerna inte är lika aktiva i detta intervall. Mittbackarna har en antydning till att de väldigt sällan kommer upp i $\geq 8,4$ m/s, en löpning på tio matcher enligt tabell 9. Men inga slutsatser kan dras om detta då inga statistiska beräkningar för den signifikanta skillnaden mellan olika positioner har gjorts.

5.4 Maximala hastigheten

Intresse fanns om den maximala hastigheten under match är den samma som den maximala hastigheten på löparbana, att se om spelares fysiologiska kapacitet används under match. Jämförelsen visade skillnad mellan de två olika hastigheterna. Testpersonerna löpte i högre hastighet på löparbana än under en match enligt fig. 5. Med andra ord har dessa fotbollsspelare kapaciteten att nå över $\geq 8,4$ m/s utan några problem. På grund av spelsituationerna tillåts inte spelarna löpa en raksträcka på $37,7 \pm 4,5$ meter (se tabell 13), vilket det tar för dem att uppnå deras maximala hastighet.

5.5 Framtid

Efter denna studie är det nu möjligt för Halmstad Bollklubb att välja spelare till en viss position, utifrån spelarens fysiologiska talanger. Det som tidigare anats är genom studien nu bevisats vad som krävs inom löpning för de olika positionerna.

Vid fortsatt forskning inom området, speciellt sprintlöpningar, finns möjligheten att effektivisera träningen, både positionsvis och individuellt. För att undersöka sprintlöpningar så noggrant som möjligt finns en senare variant av SPI 10, den heter SPI Elite. Denna variant har en inbyggd accelerometer och med denna funktion kan man undersöka sprintar och inbromsningar mer exakt än med SPI 10. Istället för att detektera en gång per sekund som SPI 10 gör, detekterar SPI Elite istället 1000 gånger per sekund. Fler mätningar per sekund innebär att inte lika mycket information går förlorad med SPI Elite som med SPI 10

5.6 Sammanfattning av diskussionen

Utifrån diskussionen kan svar på frågorna som ställdes i början fås:

- Vad är den normala totala distansen för fotbollsspelare under en match och skiljer det mellan positionerna? – Den totala medeldistansen för alla spelare är 9900 ± 700 meter. Ja, den totala distansen skiljer sig mellan positionerna förutom mellan mittfältarna.
- Hur många och långa sprintlöpningar gör en fotbollsspelare, med en viss position, under en match? – Se i tabell 9 i resultat.
- Skiljer sig den maximala hastigheten under match med den maximala hastigheten på löparbana? – Ja, den maximala hastigheten under match är lägre än den maximala hastigheten på löparbana.

Vid analys, av fotbollsspelare under matcher, med den noggranna metoden GPS har rörelsemönster kunnat identifieras. Vid jämförelse av rörelsemönster mellan positioner har skillnader kunnat urskiljas. Utifrån skillnaderna har karaktäristiska drag för de olika positionerna utretts, speciellt för yttermittfältare och mittback.

Halmstads bollklubb som studien har gjorts mot har sagt att studien kommer vidare utvecklas fast att de redan nu har fått reda på fakta som de tidigare förutsagt.

6 Slutsats

Skillnader syns mellan olika positioner utifrån deras rörelsemönster. En av slutsatserna som dragits till dessa skillnader är att olika positioners roll har olika begränsad möjlighet till utrymme för löpning under match. Det kan man speciellt se på de två positionerna som hade mest tydliga karaktäristiska drag, mittback och yttermittfältare. Mellan de andra positionerna föreligger det också skillnader men oftast inte lika tydliga. Mittbacken är den position som tillryggalägger kortast distans och minst antal sprintlöpningar, dock avverkar de längst sträcka i det lägsta hastighetsintervallet. Yttermittfältarna är motsatsen till mittbackarna, de tillryggalägger längst sträcka och är oftast uppe i de högre hastighetsintervallerna medan i de tre lägre hastighetsintervallerna presterar de inte lika bra. Den normala totala distansen för en spelare är 9900 ± 700 meter.

Utifrån distansen för olika hastighetsintervall syns tydligt att fotboll är en gång- och joggsport. För de två övre intervallen som har gjort statistiska beräkningar på är det yttermittfältare som löper längst distans medan det är mittbackar som löper de kortaste sträckorna.

De maximala hastighetstesterna visar att det är skillnad att löpa under match och på en öppen yta. Under en match är det få spelare som uppnår sin maximala hastighet, då det kräver en distans på $37,7 \pm 4,5$ meter att nå den.

7 Referenser

- Bangsbo, J., Norregard, L., Thorso, F., (1991) Activity profile of competition soccer. Canadian journal of sport sciences: 16(2): pp110-116.
- Balsom, P. (2000) Fotbollens träningslära. Uppsala, Svenska Fotbollsförlaget AB.
- Berthoin, S., Dupont, G., Mary, P., Gerbeaux, M., (2001) Predicting Sprint Kinematic Parameters From Anaerobic Fiels Tests in Physical Education Students. Journal of strength and onditioning research: 15(1): pp 75-80.
- Blom, G. och Holmquist, B. Statistikteori med tillämningar. Studentlitteratur, 3:e upplagan, Lund, 1998.
- Button, C., Petersen, C., (2005) Quantifying the physiological demands of football refereeing with GPS tracking technology. University of Otago, Human Performance Center, Dunedin, New Zealand. Peak Centre Ireland, Sandymount, Dublin, Ireland.
- Forsberg, A., Holmberg, H.C., Woxnerud, K., (2002) Träna din kondition. Farsta, SISU.
- Glass, G.V., Peckham, P.D., Sanders, J.R., (1972) Consequences of failure to meet assumptions underlying the fixed effects analysis of variance. Rev. Edu. Assoc. 64: pp 239-288
- Hedlund, C., Landin, S., (2005) GPS som tekniskt hjälpmedel inom fotbollen – sett ur spelare, tränare och fysiologers perspektiv. Högskolan Dalarna, Campus Lugnet
- Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J.J., Bangsbo, J., (2003) Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effect of re-warm-up at half-time. Scandinavian journal of medicine & science in sports: 14: pp 156-162.
- Montgomery, D.C., (1991) Design and Analysis of Experiments. Wiley & Sons, New York.
- Sayers, M. (1999) Running techniques for running rugby. New Zealand coach: Autumn: pp 20-23
- Schutz, Y., Herren, R., (2000) Assessment of speed of human locomotion using a differential satellite global positioning system. Medicine and science in sports and exercise: 32(3): pp 642-646

- Sleivert, G., Taingahue, M., (2003) The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European journal of applied physiology*: 91: pp 46-52.
- Weyand, P.G., Sternlight, D.B., Bellizzi, M.J., Wright, S., (2000) Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of applied physiology*: 89: pp 1991-1999
- Wiker, T., Vikström P., (2005) Kartläggning av elitbandyspelare med GPS som verktyg. Regionalt elitidrottscentrum, Dalarna Gästrikland Hälsingland.

Bilaga A – Tabell över ytterbackarna

Bilaga B – Tabell över mittbackarna

Bilaga C – Tabell över yttermittfältarna

Bilaga D – Tabell över innermittfältarna

Bilaga E – Tabell över anfallarna

Bilaga F – ANOVA-test

Totala distansen

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Ytterback	8	80119	10014,875	207662,69
Mittback	8	70956,6	8869,575	68004,562
Yttermittfältare	8	85142,7	10642,838	318160,36
Innermittfältare	8	83291,3	10411,413	502683,27
Anfallare	8	74640,8	9330,1	54434,246

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	17619341	4	4404835,1	19,13573	2,019E-08	2,6414639
Within Groups	8056615,9	35	230189,03			
Total	25675956	39				

Distans i de olika hastighetsintervallen

Anova, 0,0-1,1 m/s

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Ytterback	8	11949,9	1493,7375	11032,546
Mittback	8	12753	1594,125	4282,7879
Yttermittfältare	8	10467,8	1308,475	4345,2507
Innermittfältare	8	9713,3	1214,1625	13260,806
Anfallare	8	11227,5	1403,4375	9813,5741

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	714852,82	4	178713,2	20,909484	7,036E-09	2,6414639
Within Groups	299144,75	35	8546,9928			
Total	1013997,6	39				

Anova, 1,2-2,2 m/s
Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Ytterback	8	24402,2	3050,275	38483,579
Mittback	8	25038,5	3129,8125	34746,847
Yttermittfältare	8	26433,9	3304,2375	53482,577
Innermittfältare	8	26898,6	3362,325	28342,822
Anfallare	8	25765,3	3220,6625	27574,043

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	512635,74	4	128158,93	3,5087069	0,016449503	2,6414652
Within Groups	1278409,1	35	36525,974			
Total	1791044,8	39				

Anova, 2,3-4,4 m/s
Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Ytterback	8	32305,8	4038,225	54683,962
Mittback	8	27086,9	3385,8625	64134,668
Yttermittfältare	8	33594,4	4199,3	149937,31
Innermittfältare	8	36628,1	4578,5125	432219,61
Anfallare	8	27921,9	3490,2375	178340,95

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	7951401,3	4	1987850,3	11,303384	5,406E-06	2,6414639
Within Groups	6155215,5	35	175863,3			
Total	14106617	39				

Anova, 4,5-5,8 m/s

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Ytterback	8	7824,2	978,025	32048,896
Mittback	8	4364,5	545,5625	5861,4513
Yttermittfältare	8	9807,7	1225,9625	34510,563
Innermittfältare	8	7345,6	918,2	34227,6
Anfallare	8	6329,2	791,15	2160,0971

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1998456,9	4	499614,23	22,958396	2,241E-09	2,6414639
Within Groups	761660,25	35	21761,722			
Total	2760117,2	39				

Anova, 5,9-8,3 m/s

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Ytterback	8	3540,6	442,575	7045,3679
Mittback	8	1706,3	213,2875	10868,221
Yttermittfältare	8	4758,9	594,8625	17205,726
Innermittfältare	8	2680,7	335,0875	9909,5641
Anfallare	8	3292,7	411,5875	10739,507

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	631937,06	4	157984,27	14,164321	5,699E-07	2,6414639
Within Groups	390378,7	35	11153,677			
Total	1022315,8	39				

Antal sprintlöpningar och dess längd

Sprintlöpningar

Hastighetsintervall 4,5 - 5,8 m/s

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Ytterback	8	882	110,25	273,9286
Mittback	8	591	73,875	102,4107
Yttermittfältare	8	1054	131,75	629,0714
Innermittfältare	8	850	106,25	370,7857
Anfallare	8	805	100,625	122,5536

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	13852,65	4	3463,163	11,5535	4,39E-06	2,641464
Within Groups	10491,25	35	299,75			
Total	24343,9	39				

Hastighetsintervall 5,9 - 8,3 m/s

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Ytterback	8	229	28,625	15,98214
Mittback	8	141	17,625	28,26786
Yttermittfältare	8	292	36,5	56,28571
Innermittfältare	8	205	25,625	32,55357
Anfallare	8	234	29,25	64,78571

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1490,85	4	372,7125	9,417877	2,82E-05	2,641464
Within Groups	1385,125	35	39,575			
Total	2875,975	39				

Distans/löpning

Hastighetsintervall 4,5 - 5,8 m/s

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Ytterback	8	70,4	8,8	0,194286
Mittback	8	68,6	8,575	1,130714
Yttermittfältare	8	75	9,375	0,807857
Innermittfältare	8	67,7	8,4625	0,762679
Anfallare	8	62,3	7,7875	0,298393

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	10,5625	4	2,640625	4,13382	0,007584	2,641464
Within Groups	22,3575	35	0,638786			
Total	32,92	39				

Hastighetsintervall 5,9 - 8,3 m/s

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Ytterback	8	123,1	15,3875	1,952679
Mittback	8	115	14,375	3,502143
Yttermittfältare	8	128,9	16,1125	7,378393
Innermittfältare	8	114,2	14,275	6,445
Anfallare	8	110	13,75	2,297143

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	28,9965	4	7,249125	1,679955	0,176651	2,641464
Within Groups	151,0275	35	4,315071			
Total	180,024	39				

Maximala hastigheten

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Hastighet under match	14	415,2	29,65714	2,322637
Hastighet på löparbana	14	448,7	32,05	1,248846

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	40,08036	1	40,08036	22,44465	6,72E-05	4,2252
Within Groups	46,42929	26	1,785742			
Total	86,50964	27				