

Nyttige begreber

Badmintonketsjere, til voksne, har nogle forholdsvis enkle målbare parametre, som hver menes at have indflydelse på badmintonspilleres spil og spillestil.

Balancepunkt

Ketsjere med samme vægt kan have forskelligt balancepunkt. Balancepunktet er målt i millimeter fra bunden af håndtaget og op på skaftet. Der er tre klassifikationer på, hvorledes ketsjere inddeles efter balancepunkt; hovedlet, balanceret og hovedtung. Der er ikke nogen præcis konsensus om, hvornår ketsjere klassificeres som det ene eller det andet, men inddelingerne betragtes normalt vis til at være <285 mm, 285-295 mm og >295 mm.

Vægt

Vægten af badmintonketsjere, uden strenge og greb, varierer almindeligt vis mellem 75-90 gram og 80-100 gram med strenge og greb. Ketsjere klassificeres ofte efter Yonex's U-system som er givet i tabellen her under.

U1	95-100 gram	Meget tung	
U2	90-94 gram	Tung	
U3	85-89 gram	Almindelig/Normal	
U4	80-84 gram	Let	
U5	75-79 gram	Meget Let	

Inertimoment

Inertimomentet skal intuitivt forstås som ketsjerens træghed mod rotation. For at bestemme inertimomentet skal en ketsjers vægtfordeling og omdrejningsakse kendes. Ketsjere med samme vægt men forskellige vægtfordeling, som f.eks. hovedtung, balanceret, og hovedlet, vil have forskellige inertimomenter. For at svinge en ketsjer med et højt inertimoment skal der, teoretisk set, bruges mere energi, end ved en ketsjer med et lavere inertimoment ved samme rotationshastighed. Inertimomentet ligger normalt vis inden for $85 - 112 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$.

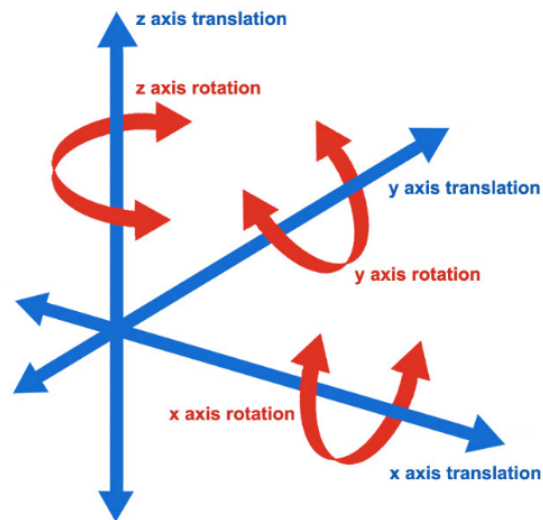
Fleksibilitet

Fleksibilitet giver en indikation af ketsjerens modstand imod deformation (bøjning). I modsætning til vægt og balancepunkt findes der ikke umiddelbart ikke nogen SI-enhed, som beskriver ketsjeres fleksibilitet, hvilket gør det vanskeligt at sammenligne ketsjeres fleksibilitet med hinanden. En ketsjers fleksibilitet afhænger af det anvendte materiale og måden producenten fremstiller ketsjeren. Ketsjere fremstilles enten i stål, aluminium eller kulfiber, afhængig af pris og kvalitet.

I et studie fandt man, at ketsjeres fleksibilitet og den elastiske deformation af skaftet i et smashslag bidrager med 4-6 % af fjerboldens udgangshastighed. I studiet bemærkede man, at fleksible ketsjere ikke nødvendigvis er at foretrække, da der som følge af øget fleksibilitet er en højere varians mellem slagene, end ved stivere ketsjere.

Lidt om bevægelsessensoren

Bevægelsessensoren (IMU'en) (ROM'en) består af en accelerometer- og gyroskopenhed, som registrerer translation i x, y og z retning og rotation omkring x, y og z akserne.



Accelerometeret kan har en målvidde på $\pm 200 \text{ g}$ og gyroskopet har en målevidde på $\pm 6000 \frac{\text{grad}}{\text{s}}$. ROM'en har en samplingsfrekvens på 500Hz og er en 10-bits enhede – dvs. $2^{10} = 1024$ svarmuligheder, hvilket vises i form af heltal mellem 0 og 1023. hvor ADC-niveau 511 svarer til 0 grad/s, ADC-niveau 0 svarer til -6000 grader/s og 1023 svarer til +6000 grader/s. Det samme er gældende for accelerometeret (bare -200 og +200). For at finde ud af hvor meget hvert ADC-niveau (Analog/Digital Conversion) er, kræver dette en omregningsfaktor. I starten beregnede vi omregningsfaktorerne på følgende måde:

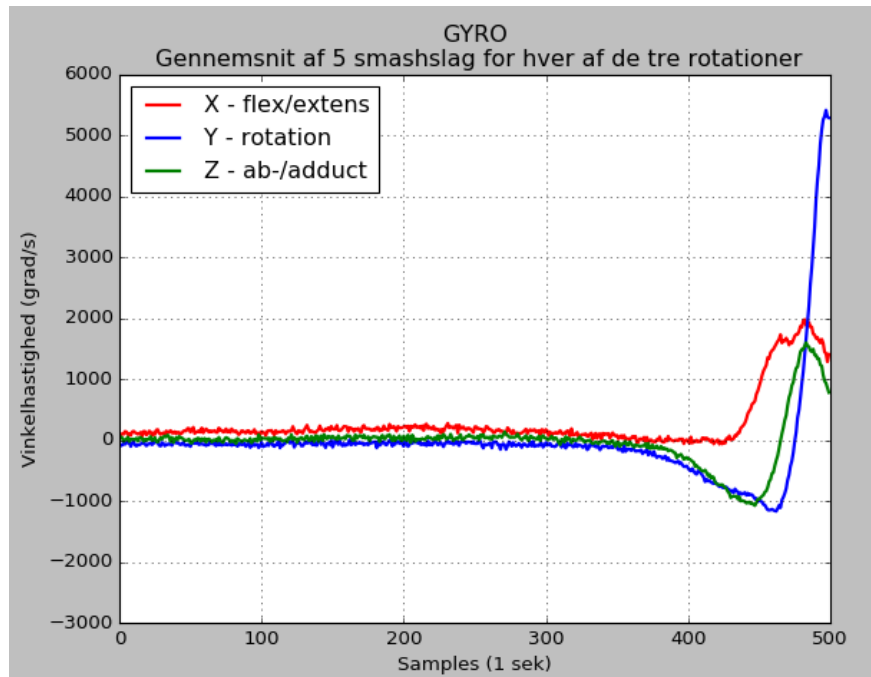
$$\text{gyro: } \frac{12000}{1024} = 11,7 \frac{\text{grader}}{\text{s}}$$

$$\text{accel: } \frac{400}{1024} = 0,39 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

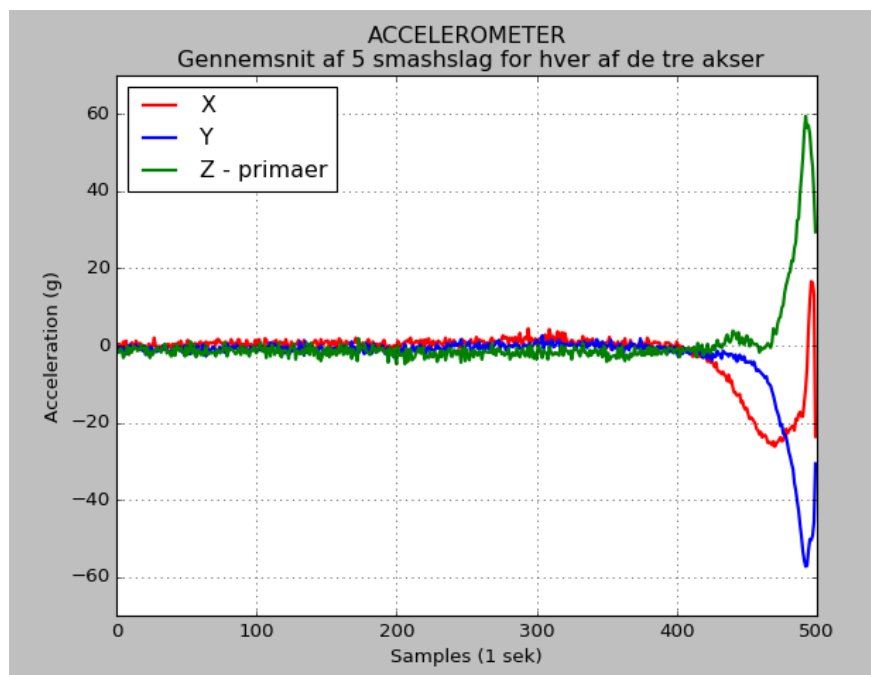
Efter vores valideringsforsøg fandt vi dog ud af, at gyroskopets omregningsfaktor var ca. $18,5 \frac{\text{grad}}{\text{s}}$, hvilket betyder at det rent faktisk kan måle $\pm 9472 \frac{\text{grader}}{\text{s}}$ (producenten lover dog kun linearitet inden for $\pm 6000 \frac{\text{grader}}{\text{s}}$). Vi har endnu ikke valideret accelerometeret, men det er helt klar forventeligt, at omregningsfaktoren bliver en anden (højere) end 0,39.

Det vi kan læse ud fra data

Nedeværende Figur 1 og 2 viser, hvordan data ser ud for hhv. gyroskopet og accelerometeret når rådata (ADC-niveauerne) er omregnet til de respektive SI-enheder, som er vinkelhastighed og acceleration. Kurveforløbene på Figur 1 og 2 er gennemsnittet af 5 smashslag, som så er delt op i gyro data (rotation) og accelerometer data (translation) – havde det været andre typer slag, havde kurveforløbet set anderledes.



Figur 1 kurveforløb for rotation omkring X, Y og Z-akserne



Figur 2 kurveforløb for translation langs X, Y og Z-akserne

Nu hvor data er omregnet til brugbare SI-enheder, er det sådan set kun fantasien, som sætter grænser for, hvad man gerne vil vide eller finde ud af. Inddeles i overordnede kategorier, kunne det eksempelvis være interessant at se på 1) ketsjeføring, 2) power og 3) teknik, da disse giver en indikation af spillerniveau og træningsfremgang/tilbagegang. Yderligere vil man kunne se på indflydelse af 4) ketsjervalg, 5) effektiv spilletid og 6) andet spændende.

1) Ketsjeføring

Ketsjeføring er et begreb som giver en indikation af, hvordan svingsløjfen i forskellige typer af slag udføres. Her kan man kigge på:

- Vinkelacceleration ($\frac{grad}{s^2}$)
- Vinkelhastighed ($\frac{grad}{s}$)
- Lineær acceleration ($\frac{m}{s^2}$)
- Lineær hastighed ($\frac{m}{s}$)
- Position i rummet (når det ene gang bliver muligt at integrer data uden, at det driver)

2) Power

Hvis man kan finde ud af det, er det altid sjovt at slå hårdt. Derfor er fjerboldens hastighed en sjov men også nyttig spillerindikator.

- Fjerboldens (teoretiske) udgangshastighed.

3) Teknik

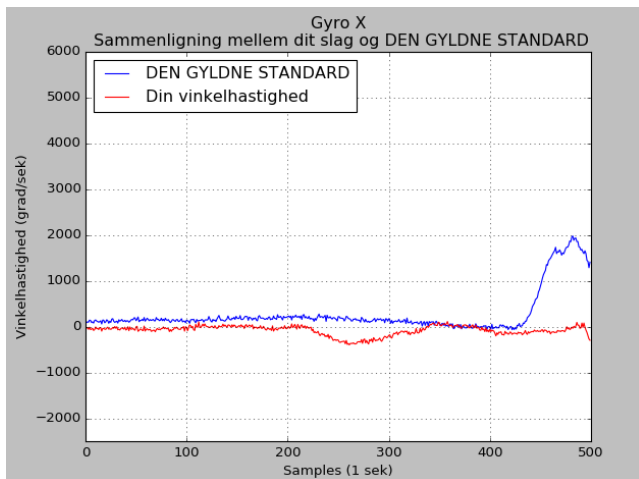
På baggrund af 1) ketsjeføring og 2) power i svingsløjfen er det muligt at lave en korrelationsanalyse (Figur 3 og 4) af sine slag, hvor man enten sammenligner med sig selv, sit sociale netværk eller med en "pro"/gylden standard, for at se på træningsfremgang/tilbagegang. Vil man sammenligne med sig selv eller sit sociale netværk, kræver dette en database med andres (tidligere) målinger. Vil man sammenlignes med en pro/gylden standard, kræver dette oprettelse af et slagkatalog, hvor alle relevante svingsløjfer for slagtyper findes, se Figur 5 og 6.

```
-----DIN SVINGSLØJFE ANALYSE-----
Antal fundne slag: 4
Gns vinkelhastighed (grad/s) 2083.7 , std 159.4
Gns vinkelacceleration (grad/s^2) 18431 , std 188
Gns impulsmoment ((kg*m^2)/s) 0.31 , std 0.02
Gns lineær hastighed (m/s) 18.2 , std 1.4
Gns lineær impuls (kg*m^2) 0.6 , std 0.6
Gns udgangshastighed (ms/s) 28.4 , std 2.1 , (km/t) 102.4
-----DIN GYLDNE STANDARD-----
Antal fundne slag: 5
Gns vinkelhastighed (grad/s) 5535.5 , std 223.6
Gns vinkelacceleration (grad/s^2) 110358 , std 6291
Gns impulsmoment ((kg*m^2)/s) 0.82 , std 0.03
Gns lineær hastighed (m/s) 48.5 , std 2.0
Gns lineær impuls (kg*m^2) 1.6 , std 1.6
Gns udgangshastighed (ms/s) 73.3 , std 2.9 , (km/t) 263.7
```

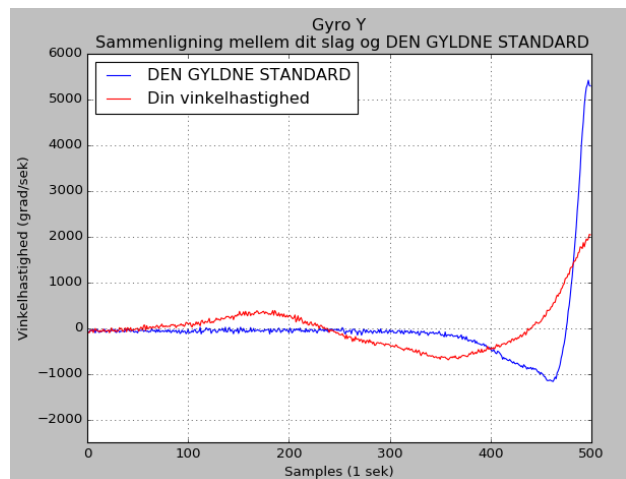
Figur 3 forskelligt data for GYLDEN STARDARD og EGEN ANALYSE.

```
-----KORRELATIONS ANALYSE-----
X [[          0.03252902]
Y [[          0.64023066]
Z [[          0.23232469]
```

Figur 4 korrelation mellem GYLDEN STADARD og EGEN ANALYSE – jo tættere på 1 desto bedre.



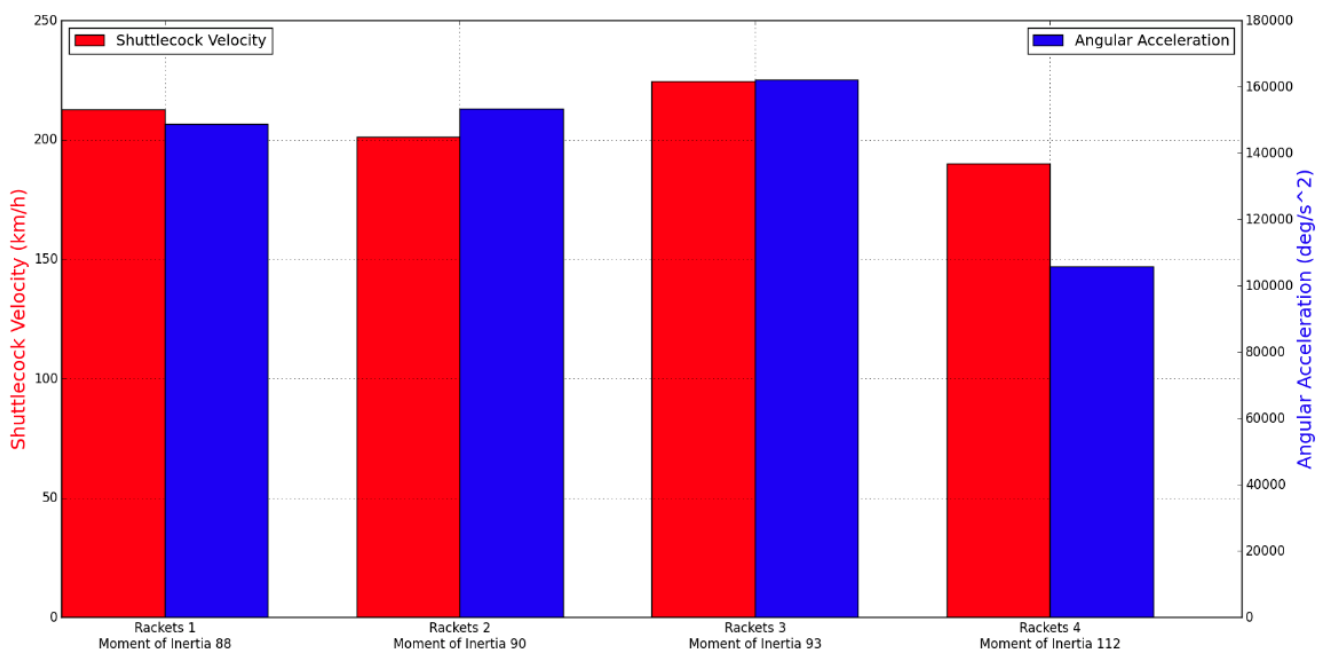
Figur 5 kurveforløb for rotation om X-aksen



Figur 6 kurveforløb for rotation om Y-aksen

4) Optimeret ketsjervalg

Afhængig af hvilken spillertype man er og spillespil man har, kan valget mellem 1) ketsjeføring og 2) power være afgørende for sin træningsplanlægning, udvikling og målsætning. Måske er man heldig at finde en ketsjer hvor *både* ketsjeføring og power er mest optimal (højest værdier) – ligesom Racket/Ketsjer 3 på nedeværende Figur 7.



Figur 7

5) Effektiv spilletid

- Giver vel sig selv?

6) Andet spændende

- Evt. andet? (kun fantasien sætter grænser)
-

To do

Udarbejdelse af et dynamisk script som på en sofistikeret måde kan definere og kende forskel på forskellige slagtyper ud fra én lang datastreng, så slagene ikke behøver at optages/trænes isoleret.