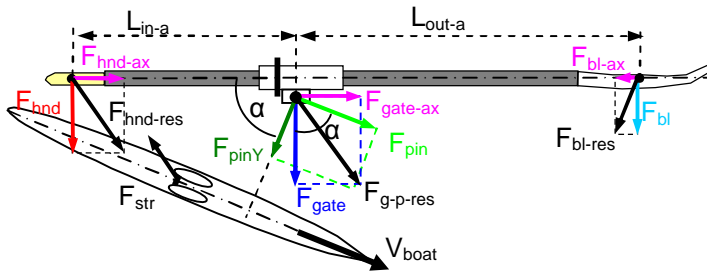


## Q&amp;A

**Q:** Abbiamo ricevuto molte domande con lo stesso richiesta, tipo: "Qual'è la differenza per determinare la misurazione della forza tra quella applicata al manico del remo rispetto a quella sullo scalmò (gate or pin)? Qual è il miglior metodo per misurarla?"

**A:** Né abbiamo discusso evidenziando i pro e i con delle misurazioni degli angoli rispetto al remo e rispetto al gate (RBN 2003/05). Come per gli angoli, La forza può essere misurata sia sul manico che sulla pala che al gate or pin.



Questi metodi hanno le seguenti caratteristiche:

1. Forza al manico  $F_{hnd}$  può essere misurata perpendicolarmente alla direzione del remo con strumenti applicati direttamente all'asta del remo oppure con sensori removibili. Di fatti, il sensore misura la flessione del remo, che è proporzionale alla torsione  $M$  o momento della forza  $F_{hnd}$  e può essere calibrata come per la forza applicata su di un punto conosciuto del manico. La forza prodotta dal vogatore  $P$  può essere derivata come:

$$P = M * \omega = F_{hnd} * L_{in-a} * \omega \quad (1)$$

dove  $L_{in-a}$  è l'attuale leva interna remo,  $\omega$  è la velocità angolare del remo, che può essere derivate dalla misurazione orizzontale dell'angolo del remo. In questo caso la potenza calcolata non influenza il punto di applicazione (forza) del vogatore, che è sconosciuto e varia significativamente nella voga di punta.

Quindi, questo è il miglior metodo per misurare la potenza del vogatore con un errore stimato dell'1%. Il problema pratico di questo metodo è la necessità di calibrare ogni remo, ma questo lo si risolve con l'attuale tecnologia (1).

La forza risultante  $F_{hnd-res}$ , che il vogatore applica sul manico, non è sempre perpendicolare all'asse del remo. Pertanto, può essere risolto con le componenti in perpendicolare  $F_{hnd}$  e in assiale  $F_{hnd-ax}$ .

L'ultimo dato è alquanto difficile da misurare, ma non produce nessuna potenza meccanica rispetto al remo. E staticamente trasferito attraverso l'asta del remo e crea una forza assiale sulla forcola  $F_{gate-ax}$ , quale somma dei vettori  $F_{hnd-ax}$  e della forza assiale alla pala  $F_{bl-ax}$ . Allora, la forza assiale  $F_{gate-ax}$  è trasferito attraverso lo scalmò, pin, forcola e staticamente bilanciata con la forza sulla pedana  $F_{str}$ .

Abbiamo che, il rower potrà applicare solo una piccola parte di forza assiale per tenere il

contatto con la forcola e tirare piu' perpendicolarmente possibile.

La componente di forza perpendicolare della pala  $F_{bl}$  può essere misurata con lo stesso metodo di quello descritto per la forza applicata al manico e produrrebbero la stessa precisione di calcolo per la potenza del vogatore.

2. La forcola ruota insieme con il remo rispetto alla forza perpendicolare  $F_{gate}$  e rispetto alla assiale  $F_{bl-ax}$ , la componente della forza applicata alla forcola può essere misurata in un intervallo rispetto al remo utilizzando varie strumentazioni (2, 4).

La potenza del Rower's può essere derivata utilizzando l'equazione 1, ma  $F_{hnd}$  deve essere calcolata come:

$$F_{hnd} = F_{gate} * (L_{out-a} / (L_{in-a} + L_{out-a})) \quad (2)$$

dove  $L_{out-a}$  è l'attuale leva esterna del remo misurata dal centro del pin al centro di applicazione della forza sulla pala.

Noi non sappiamo esattamente  $L_{in-a}$  e  $L_{out-a}$  perchè l'attuale punto di applicazione della forza durante la voga è incerto. Possiamo solo stimare che il punto sia collocato al centro del manico e della pala.

L'errore stimato della potenza applicata dal vogatore utilizzando questo metodo può essere superiore al 5%. La somma delle componenti  $F_{gate}$  e assiale  $F_{gate-ax}$  è la risultante della forza alla forcola  $F_{g-p-res}$ , quale viene trasferita al pin.

3. Il pin è fisso relativamente alla barca e il sensore applicato allo stesso misura una forza in un determinato intervallo rispetto allo scafo (3). Generalmente, esso misura la componente parallela all'asse dello scafo  $F_{pin}$  che è la forza risultante sul gate-pin  $F_{g-p-res}$ . La potenza del Rower's può essere derivate utilizzando l'equazione 1 e 2, come la forza sulla forcola  $F_{gate}$  può essere derivata come;

$$F_{gate} = F_{pin} * \cos \alpha \quad (3)$$

Infatti, solo una parte della forza prodotta dal vogatore può essere misurata utilizzando questo metodo (e.g. solo metà angolo di attacco del remo  $-60^\circ$  come  $\cos(60^\circ) = 0.5$ ). Anche, altri rilevamenti sono influenzati dalla forza assiale alla forcola  $F_{gate-ax}$ , la quale non produce energia come abbiamo dimostrato sopra. L'errore stimato o la potenza del vogatore calcolata è del 10% nella coppia e superiore del 20% nella punta (vedi Appendice).

L'accuratezza del metodo può essere migliorata con sensori in 2D per monitorare la forza applicata al pin, la quale può essere anche misurata perpendicolarmente alla componente dello scafo  $F_{pinY}$ . In questo modo, la misurazione molto simile a quella ottenuta sul gate tramite i sensori: la magnitudine e la direzione della forza risultante  $F_{g-p-res}$  potrebbe determinare una componente perpendicolare  $F_{gate}$  derivata utilizzando la componente angolare conosciuta sulla forcola angolo  $\alpha$ .

Se il proposito è un calcolo relative alle forza di bilanciamento che agiscono sullo scafo, che potrebbe essere un obiettivo di ricerca in alcuni casi di studio. Generalmente, la forza alla pedana  $F_{str}$  è misurata in questi

studi e le forze propulsive  $F_{prop}$  possono essere derivate per ogni vogatore:

$$F_{prop} = F_{pin} - F_{str} \quad (4)$$

Se le forze sono misurate sul manico, allora  $F_{gate}$  devono essere derivate dalla  $F_{hnd}$  utilizzando  $L_{in-a}$  e  $L_{out-a}$  ed infine  $F_{pin}$  ottenendo così l'angolo utilizzato  $\alpha$ . In questo caso, la misurazione della forza sul pin  $F_{pin}$  è molto precisa e il calcolo dalla sua misurazione di  $F_{hnd}$  ci fornisce un valore superiore al 20% di errore nella voga di punta.

### **References**

1. BioRow Ltd. BioRowTel telemetry system. [http://www.biorow.com/PS\\_files/BioRowTel.pdf](http://www.biorow.com/PS_files/BioRowTel.pdf)
2. Kleshnev V. 1988. Device for power measurement in rowing. SU Patent 1650171.
3. Peach Innovations Ltd.. PowerLine Rowing Instrumentation system. [www.peachinnovations.com](http://www.peachinnovations.com)
4. WEBA Sport. RowX Outdoor. [www.weba-sport.com/weba/rowx\\_outdoor.html](http://www.weba-sport.com/weba/rowx_outdoor.html)

### **Contact Us:**

\* ©2010: Dr. Valery Kleshnev,

[kleva1@btinternet.com](mailto:kleva1@btinternet.com) , [www.biorow.com](http://www.biorow.com)

## Appendix 1. Comparazione delle misurazioni delle forze applicate sul manico e pin nella coppia

La forza sul manico è stata misurata utilizzando un sensore mobile del sistema BioRowTel v.3 (1)

Pin forza è stata misurata utilizzando la strumentazione sulla forcola del sistema PowerLine (3) e la forza applicata al manico è stata derivate utilizzando l'equazione 2 descritta sopra.

Entrambe le forze sono misurate simultaneamente su un periodo di circa 1 min e la loro media e tipica di quell'ache si ottiene con un ciclo di voga completo.

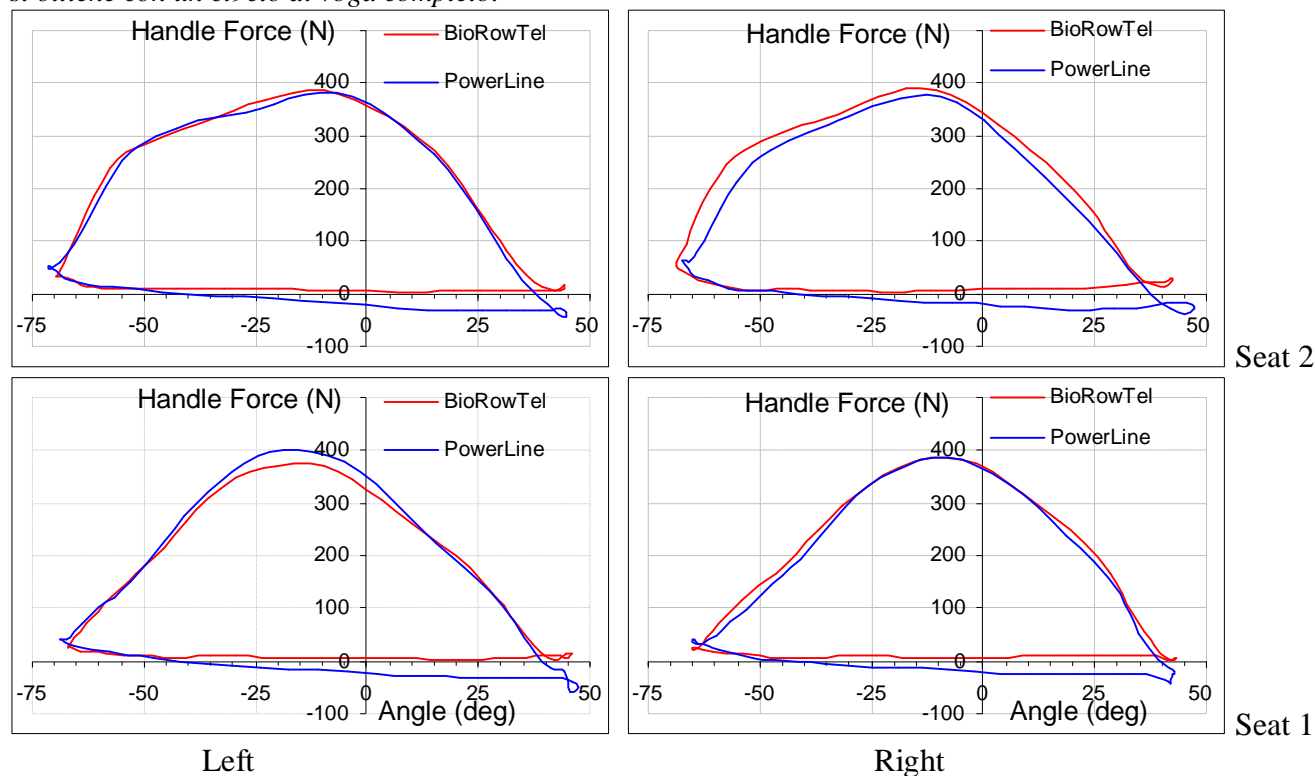


Figure 1. Comparison of the force/angle curves in double scull at stroke rate 30 str/min

Table 1. Comparison of derivative values in a double scull at stroke rate 30 str/min

Data from	Angle BioRowTel (deg)	Angle PowerLine (deg)	Absolute Difference (deg)	Relative Difference (%)	Max. Force BioRowTel (N)	Max. Force PowerLine (N)	Absolute Difference (N)	Relative Difference (%)	Aver. Force BioRowTel (N)	Aver. Force PowerLine (N)	Absolute Difference (N)	Relative Difference (%)
Seat 2 Right	111.1	114.9	-3.81	3.4%	391	377	13.3	3.5%	220	196	24.0	11.5%
Seat 2 Left	114.0	116.0	-2.06	1.8%	387	381	5.8	1.5%	210	196	13.8	6.8%
Seat 1 Right	108.3	107.8	0.48	0.4%	386	385	1.0	0.3%	173	180	-7.1	4.0%
Seat 1 Left	112.8	115.7	-2.91	2.5%	376	401	-24.5	6.3%	178	184	-5.7	3.1%
Average	111.5	113.6	-2.1	2.0%	385.1	386.2	-1.1	2.9%	195.5	189.2	6.3	6.4%
Data from	Rowing Power BioRowTel (W)	Rowing Power PowerLine (W)	Absolute Difference (W)	Relative Difference (%)	Force to 70% BioRowTel (deg)	Force to 70% PowerLine (deg)	Absolute Difference (deg)	Relative Difference (%)	Force from 70% BioRowTel (deg)	Force from 70% PowerLine (deg)	Absolute Difference (deg)	Relative Difference (%)
Seat 2 Right	144	130	13.3	9.7%	15.1	18.6	-3.5	20.7%	31.8	38.5	-6.7	19.1%
Seat 2 Left	146	144	2.7	1.9%	16.8	18.3	-1.6	8.9%	29.7	30.1	-0.4	1.3%
Seat 1 Right	127	123	3.8	3.1%	30.8	31.8	-1.0	3.2%	27.2	27.9	-0.7	2.6%
Seat 1 Left	127	133	-5.7	4.4%	26.2	28.4	-2.2	8.1%	36.1	38.6	-2.5	6.7%
Average	135.9	132.4	3.5	4.7%	22.2	24.3	-2.1	10.2%	31.2	33.8	-2.6	7.4%

## Appendix 2. Comparison of the measurements of the handle and pin forces in rowing

Handle force was measured using a detachable sensor of BioRowTel v.3 system (1)

Pin force was measured using an instrumented gate of PowerLine system (3) and then handle force was derived using equation 2 above.

Both forces were measured simultaneously over a sample period about 1 min and then averaged to one typical stroke cycle.

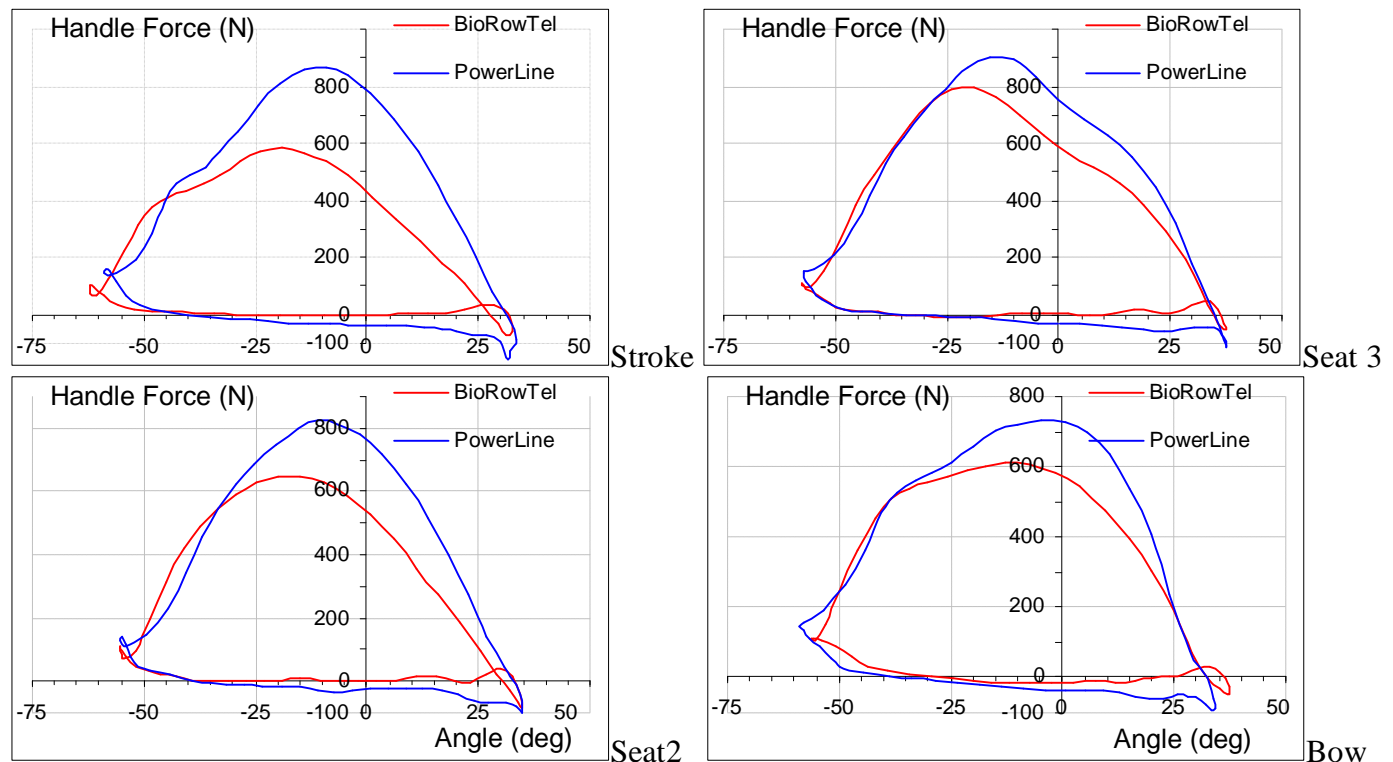


Figure 2. Comparison of the force/angle curves in a four at stroke rate 34 str/min

Table 2. Comparison of derivative values in a four at stroke rate 34 str/min

Data from	Angle BioRowTel (deg)	Angle PowerLine (deg)	Absolute Difference (deg)	Relative Difference (%)	Max. Force BioRowTel (N)	Max. Force PowerLine (N)	Absolute Difference (N)	Relative Difference (%)	Aver. Force BioRowTel (N)	Aver. Force PowerLine (N)	Absolute Difference (N)	Relative Difference (%)
Stroke	94.5	92.4	2.03	2.2%	583	865	-282.3	39.0%	297	457	-159.5	42.3%
Seat 3	94.9	94.9	0.01	0.0%	800	905	-105.3	12.3%	398	459	-61.0	14.2%
Seat 2	90.1	90.2	-0.07	0.1%	649	822	-173.0	23.5%	320	428	-108.4	29.0%
Bow	93.5	92.9	0.61	0.7%	614	733	-119.0	17.7%	339	432	-93.2	24.2%
Average	93.2	92.6	0.6	0.7%	661.6	831.4	-169.9	23.1%	338	444	-105.5	27.4%
Data from	Rowing Power BioRowTel (W)	Rowing Power PowerLine (W)	Absolute Difference (W)	Relative Difference (%)	Force to 70% BioRowTel (deg)	Force to 70% PowerLine (deg)	Absolute Difference (deg)	Relative Difference (%)	Force from 70% BioRowTel (deg)	Force from 70% PowerLine (deg)	Absolute Difference (deg)	Relative Difference (%)
Stroke	233	335	-101.7	35.8%	17.4	28.0	-10.7	47.1%	30.8	23.8	7.0	25.6%
Seat 3	321	363	-42.5	12.4%	19.4	23.2	-3.8	17.9%	34.4	27.2	7.3	23.6%
Seat 2	248	308	-59.2	21.3%	16.2	23.5	-7.3	37.0%	29.2	24.1	5.1	19.0%
Bow	271	314	-43.1	14.8%	13.3	21.1	-7.8	45.3%	24.6	18.0	6.5	30.7%
Average	268.2	329.8	-61.6	21.1%	16.5	23.9	-7.4	36.8%	29.7	23.3	6.5	24.7%