

Neuigkeiten

Wir hatten bereits früher über die Verhältnisse zwischen Bootsgeschwindigkeit, Schlagfrequenz und DPS (Distance per stroke) diskutiert: in RBN 04/2001 und 03/2004 im Rahmen eines Stufentests; in 01/2003 und 02/2005 konzentrierten wir uns auf die Rennanalyse. Vor Kurzem haben wir eine neue Methode zur Bewertung dieser Variablen entwickelt. Die kann man als richtigen Durchbruch auf diesem Gebiet betrachten. Die Methode kann in der Praxis vielfach genutzt werden und schließt die Lücke zwischen Leistungsanalyse und Ruder-Biomechanik/-technik. Unten ist eine Beschreibung der neuen Methode.

Es ist offensichtlich, daß sich die Distanz pro Ruderschlag DPS verringert, wenn bei konstanter Geschwindigkeit V die Schlagfrequenz R höher wird, weil sich die Dauer des Ruderschlages T verkürzt:

$$DPS = V * T = 60 V / R \quad (1)$$

Um DPS bei höherer Schlagfrequenz aufrechtzuerhalten, muß die Geschwindigkeit proportional dazu ansteigen, was aber in der Praxis nie geschieht. Also, laßt uns die Frage stellen: **Was müssen wir beibehalten, wenn die Schlagfrequenz ansteigt?**

Vom gesunden Menschenverstand aus betrachtet ist das Hauptziel das Beibehalten der Kraftanwendung F , der Schlaglänge L und der mechanischen Effizienz E . **Die effektive Arbeit pro Ruderschlag $WPSe$** , integriert alle diese Parameter und wird als Schlüsselvariable dieser Methode genutzt:

$$WPSe \sim F * L * E \quad (2)$$

Die hydrodynamische Bremswiderstandskraft Fd , die Geschwindigkeit V und die vom Ruderer erzeugte Leistung P hängen wie folgt zusammen:

$$Fd = k * V^2 \quad (3)$$

$$P = V * Fd = k * V^3 \quad (4)$$

wobei k eine Art nicht-dimensionsloser Faktor ist, der vom Bootstyp, Wasserverdrängung, Wetterbedingungen und der Blatteffizienz abhängt.

$WPSe$ kann in Bezug auf die Leistung P , Schlagzykluszeit T , Geschwindigkeit V und Schlagfrequenz R so ausgedrückt werden:

$$WPSe = P T = P (60 / R) = 60k (V^3 / R) \quad (5)$$

Wenn die zwei Werte von $WPSe$ für die beiden Abschnitte des Rennens bei verschiedenen Schlag-

frequenzen (R_0 und R_1) gleich sind ($WPSe_0 = WPSe_1$), dann können wir mit Gleichung 5 das Verhältnis der Bootsgeschwindigkeiten (V_0 und V_1) für diese Abschnitte wie folgt ableiten:

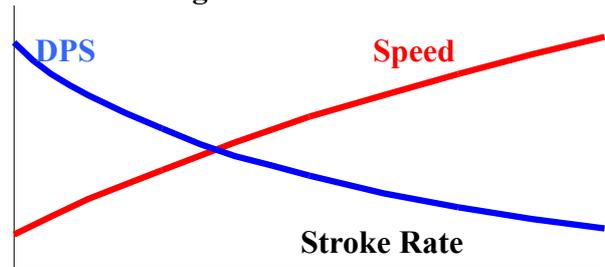
$$V_1 / V_0 = (R_1 / R_0)^{1/3} \quad (6)$$

Entsprechend ist das Verhältnis DPS-Werte:

$$DPS_1 / DPS_0 = (R_0 / R_1)^{2/3} \quad (7)$$

Um die Gleichungen 6 und 7 zu nutzen, brauchen wir nicht den Faktor k zu kennen, weil wir annehmen, daß er der gleiche für beide Abschnitte ist. Die Methode ist nur anwendbar für das gleiche Boot, die gleichen Ruderer und Wetterbedingungen, was eine Einschränkung für diese Methode bedeutet.

Das Diagramm unten veranschaulicht die Gleichungen 6 und 7 und zeigt die Abhängigkeiten der Bootsgeschwindigkeit und DPS von der Schlagfrequenz bei **konstanter effektiver Arbeit pro Ruderschlag auf:**



Die praktischste Bedeutung dieser Methode ist die Definition von „prognostizierten“ oder „Modell“-Werten für die Geschwindigkeit V_m und Distanz pro Ruderschlag DPS_m , die bei einer konstanten Arbeit pro Ruderschlag $WPSe$ erreicht werden kann:

$$V_m = V_0 (R_1 / R_0)^{1/3} \quad (8)$$

$$DPS_m = DPS_0 (R_0 / R_1)^{2/3} \quad (9)$$

Eine wichtige Frage ist, welche Werte wir als Basiswerte von V_0 und DPS_0 nehmen. Als mögliche Lösungen bieten sich an:

1. Den Durchschnitt von allen bisherigen durchgeführten Messungen;
2. Minimal- oder Maximalwerte von V und DPS ;
3. Werte, die wir mit den niedrigsten Schlagfrequenzen erhalten haben.

Offensichtlich sollte die erste Möglichkeit für Rennanalysen genommen werden, weil sie die Durchschnittsgeschwindigkeit und -schlagfrequenz über ein gesamtes Rennen repräsentiert. In einem Stufentest können wir Option 1 auch nutzen, aber Option 3 ist auch sinnvoll.

Schlußendlich wurden die Verhältnisse der realen Werte von V_i und DPS_i für jeden Rennabschnitt zu den „Modellwerten“ zur Auswertung der effektiven Arbeit pro Ruderschlag genommen:

$$eV_i (\%) = V_i / V_m \quad (10)$$

$$eDPS_i (\%) = DPS_i / DPS_m \quad (11)$$

Diese Methode...

- ...kann erfolgreich für die Rennanalyse in den zyklischen Wassersportarten (Rudern, Schwimmen, Paddeln) genutzt werden;
- ...kann bei der Auswertung von Kraft- und Geschwindigkeitsausdauer bei Stufentests in zyklischen Wassersportarten eingesetzt werden;
- ...erfordert keine hochentwickelte Ausrüstung (außer eine Stoppuhr oder StrokeCoach ®) und kann im täglichen Training eingesetzt werden.

Contact Us:

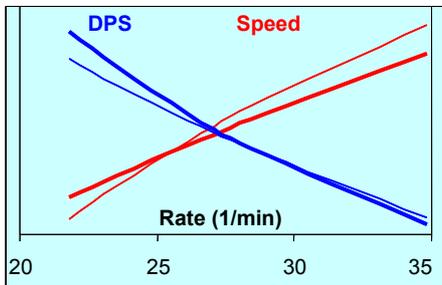
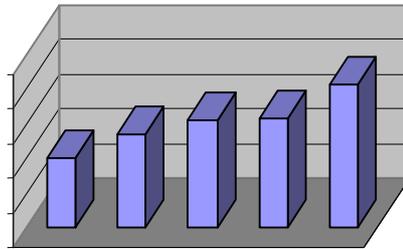
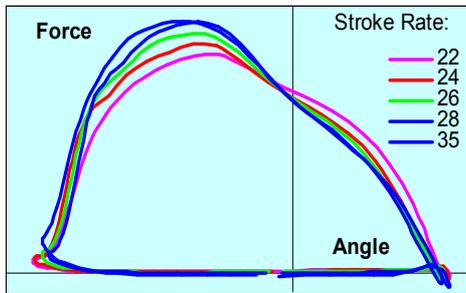
✉ ©2005 Dr. Valery Kleshnev, EIS, Bisham Abbey

tel. +44 (0) 8707 590 417, mob: +44 (0) 7768 481 119

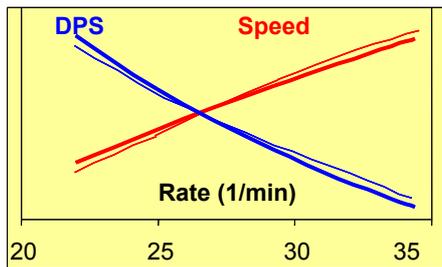
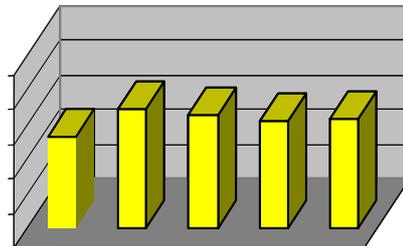
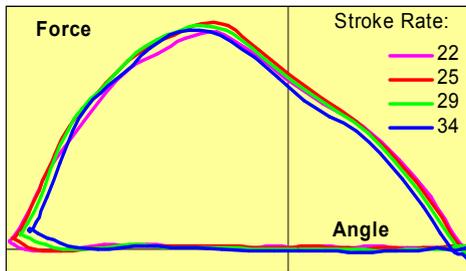
e-mail: kleval@btinternet.com

Appendix 1 of the Rowing Biomechanics Newsletter 10(5), October 2005.
Validation of the analysis method based on the effective work per stroke.

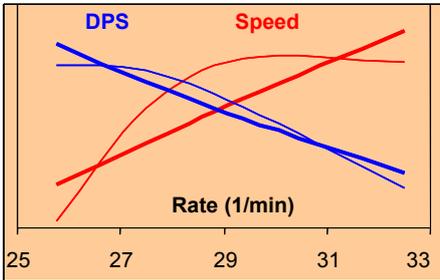
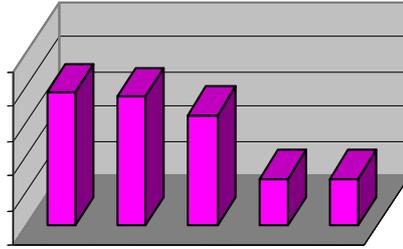
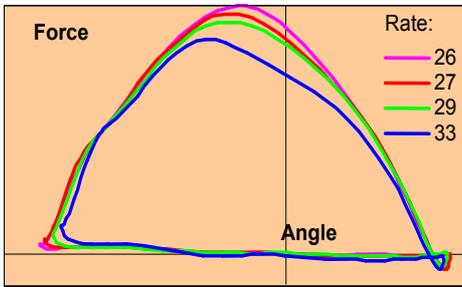
Three rowing crews performed the step test on water. Each row of charts below represents one crew.
 Left column: Force curves at different stroke rate;
 Centre column: Measured mechanical work per stroke;
 Right column: real (thin line) and “model” (thick line) dependencies of the boat speed and DPS on the stroke rate



1



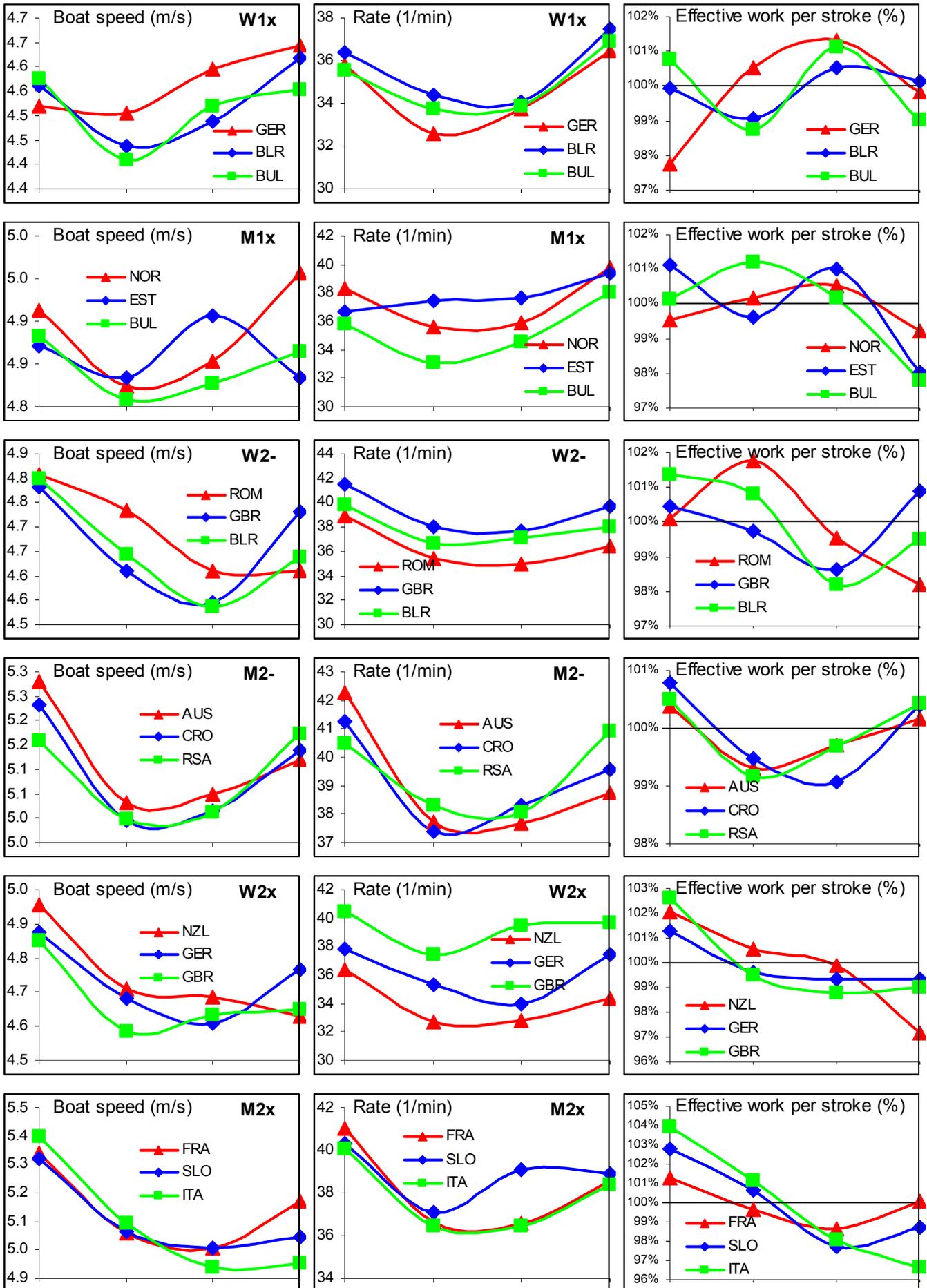
2

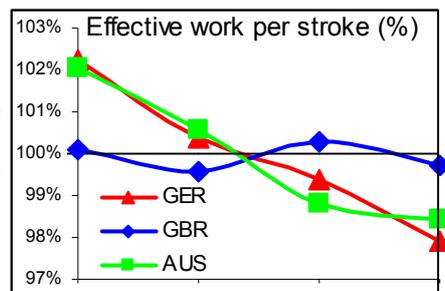
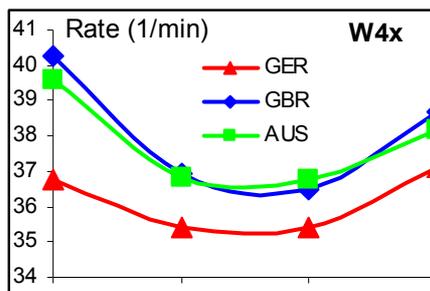
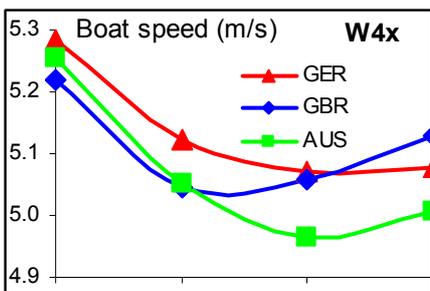
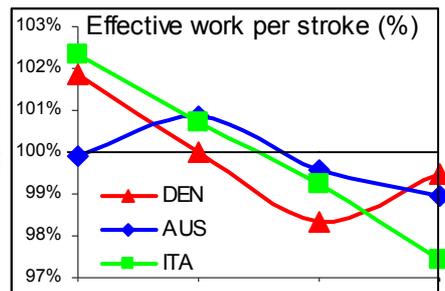
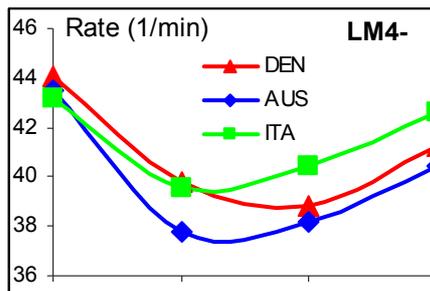
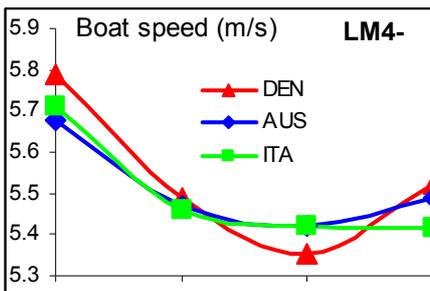
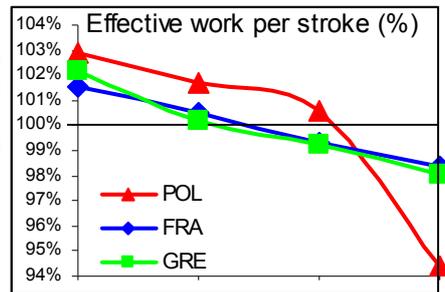
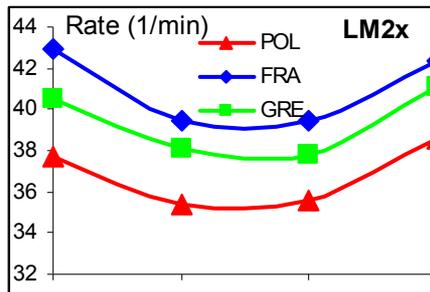
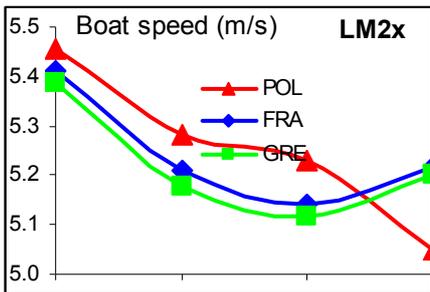
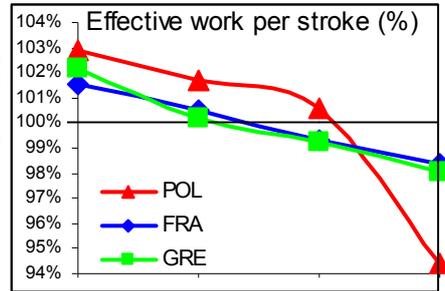
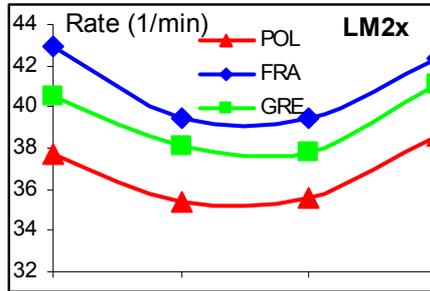
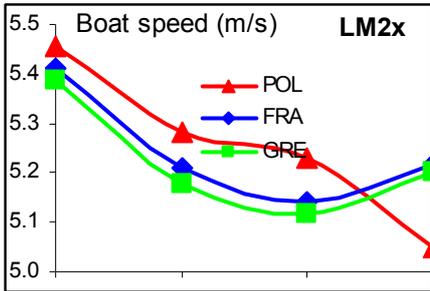
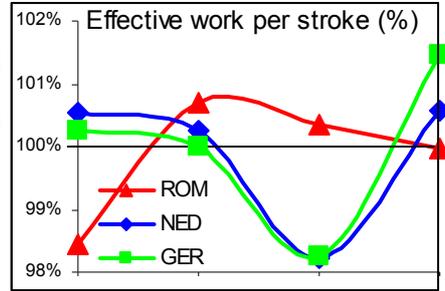
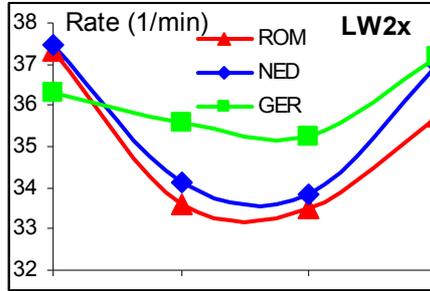
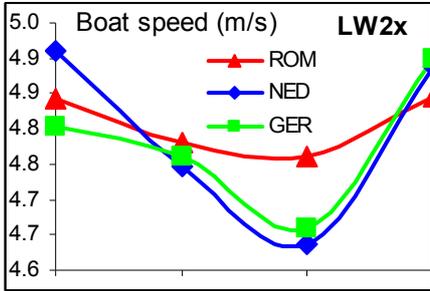
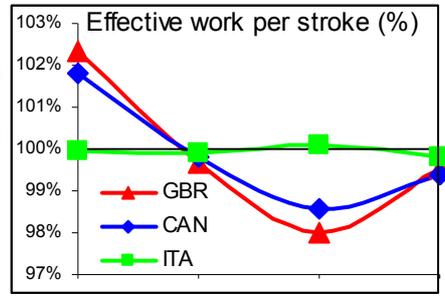
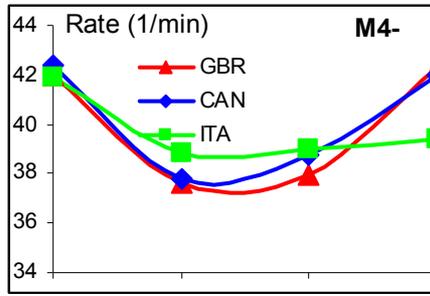
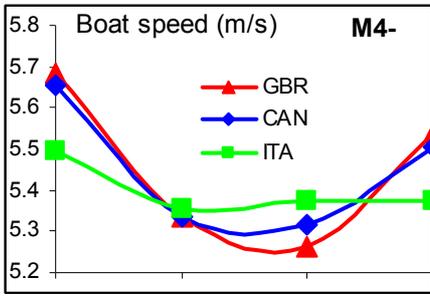


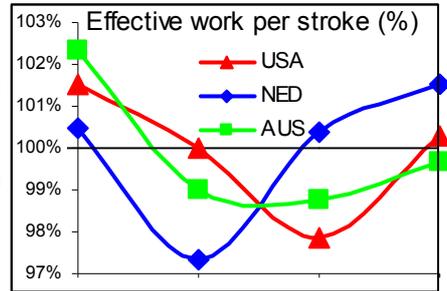
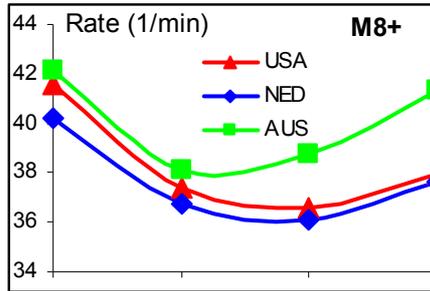
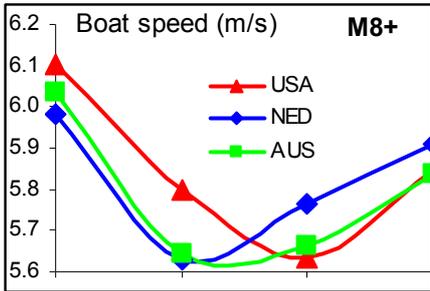
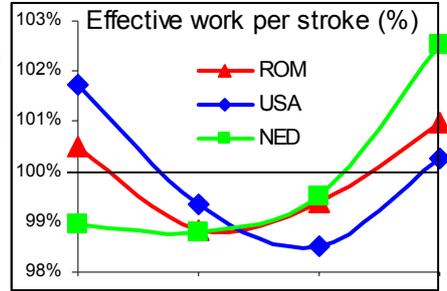
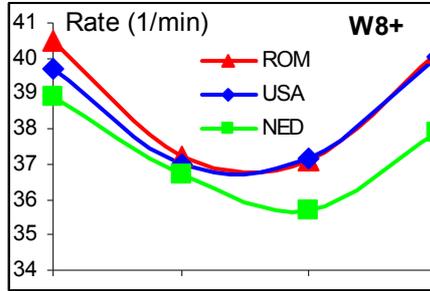
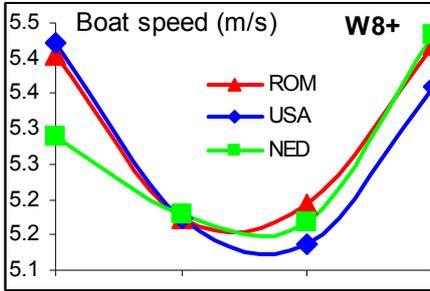
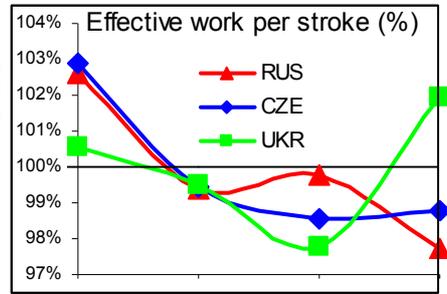
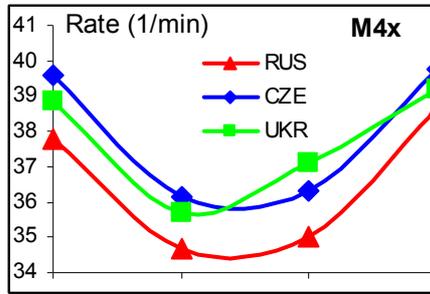
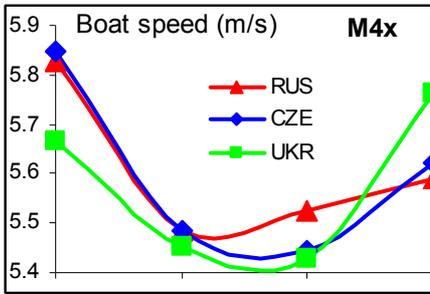
3

1. The first crew increases force and maintain length at higher stroke rates => mechanical work per stroke became higher => measured trends of the boat speed and DPS overtake “model” lines at higher rates.
2. The second crew maintain both force and length at higher stroke rates => mechanical work per stroke is nearly constant => measured trends of the boat speed and DPS follow “model” lines.
3. The third crew decreases both force and length at higher stroke rates => mechanical work per stroke became lower => measured trends of the boat speed and DPS go below “model” lines at higher rates.

Analysis of effective work per stroke in the rowing medallists of Olympics-2004 in Athens.







Average data in 14 Olympic boats:

