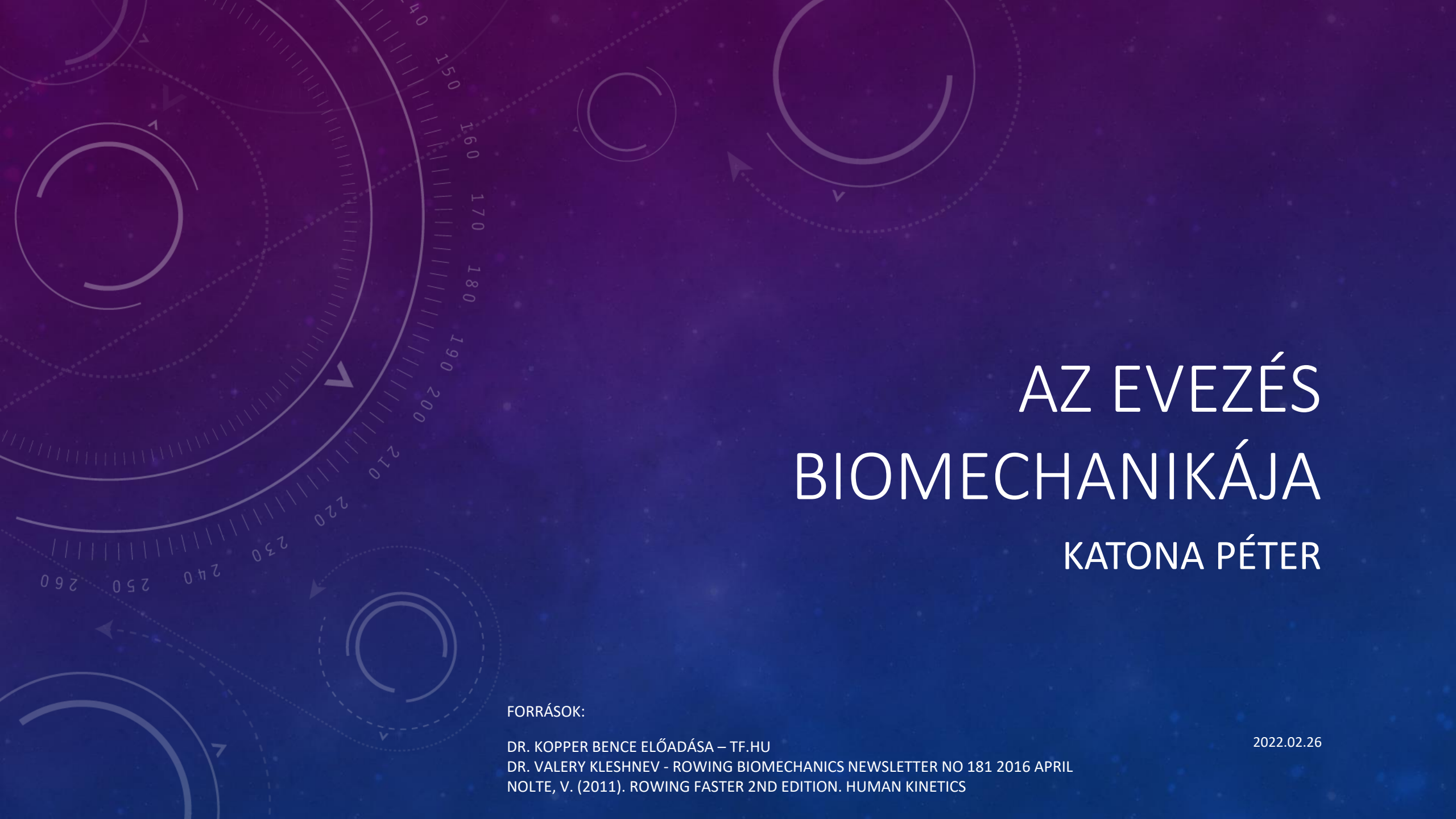




AZ EVEZÉS BIOMECHANIKÁJA

KATONA PÉTER

FORRÁSOK:

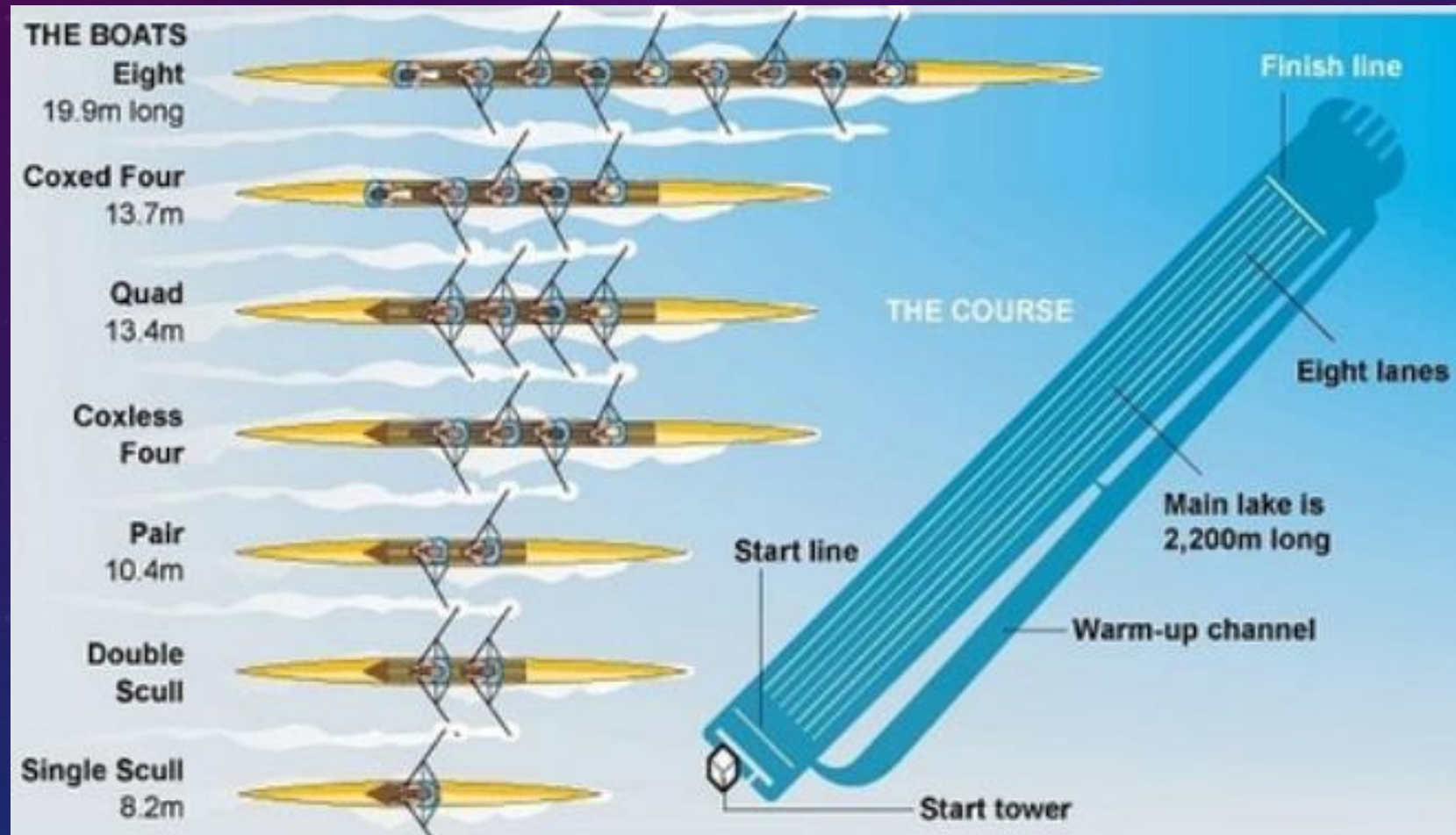
DR. KOPPER BENCE ELŐADÁSA – TF.HU

DR. VALERY KLESHNEV - ROWING BIOMECHANICS NEWSLETTER NO 181 2016 APRIL

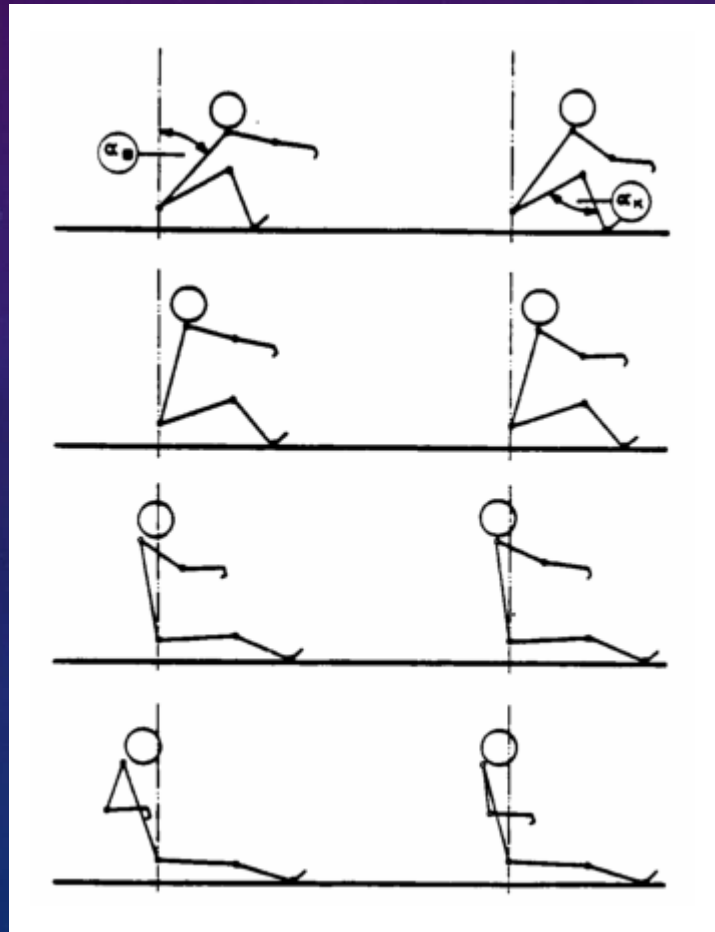
NOLTE, V. (2011). ROWING FASTER 2ND EDITION. HUMAN KINETICS

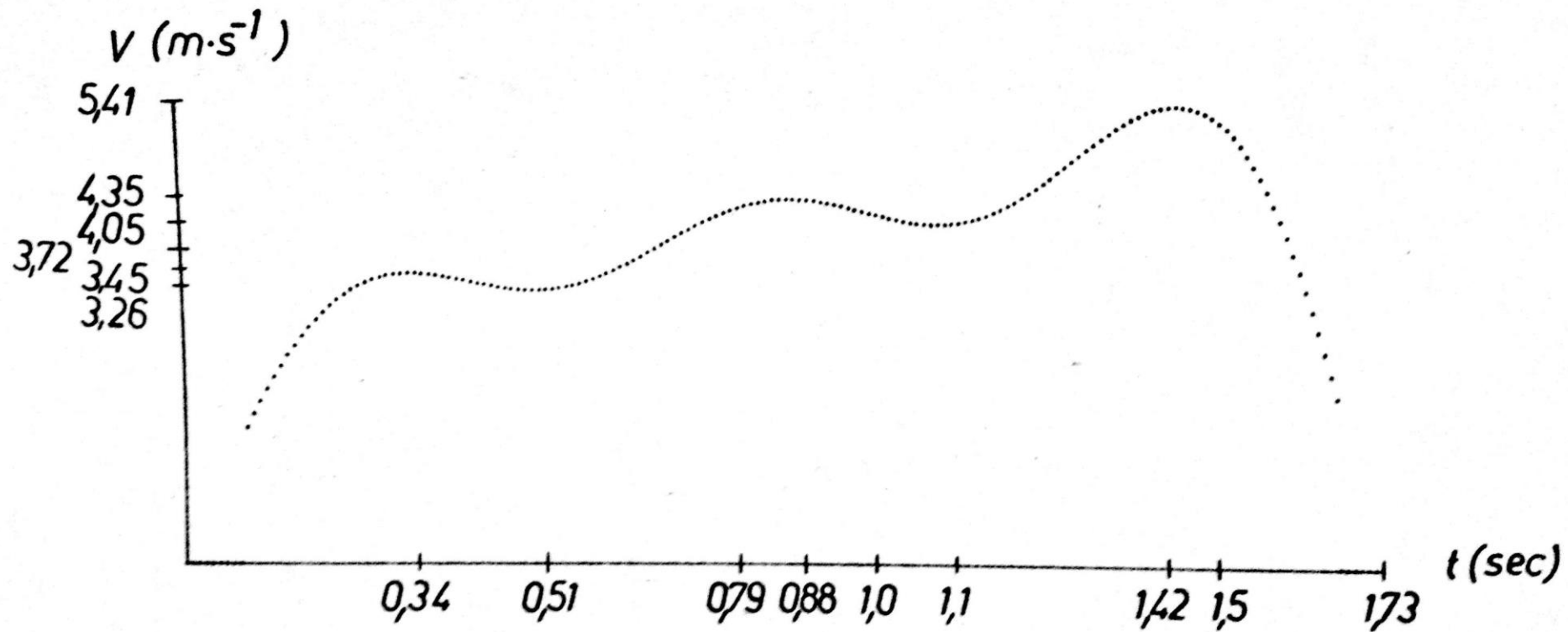
2022.02.26

Evezés

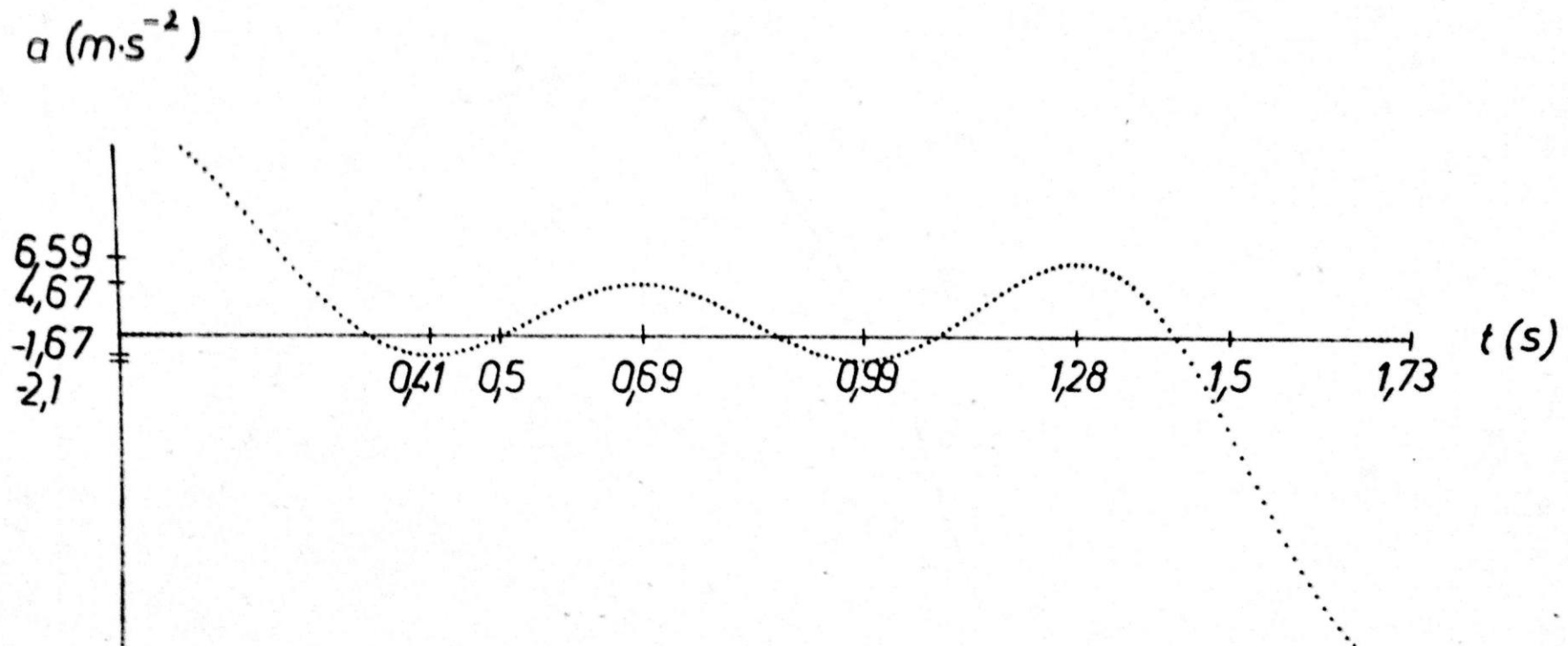


Eltérő vizsgálatot igényel:
Egy személy ül a hajóban
Több versenyző együttes koordinációja



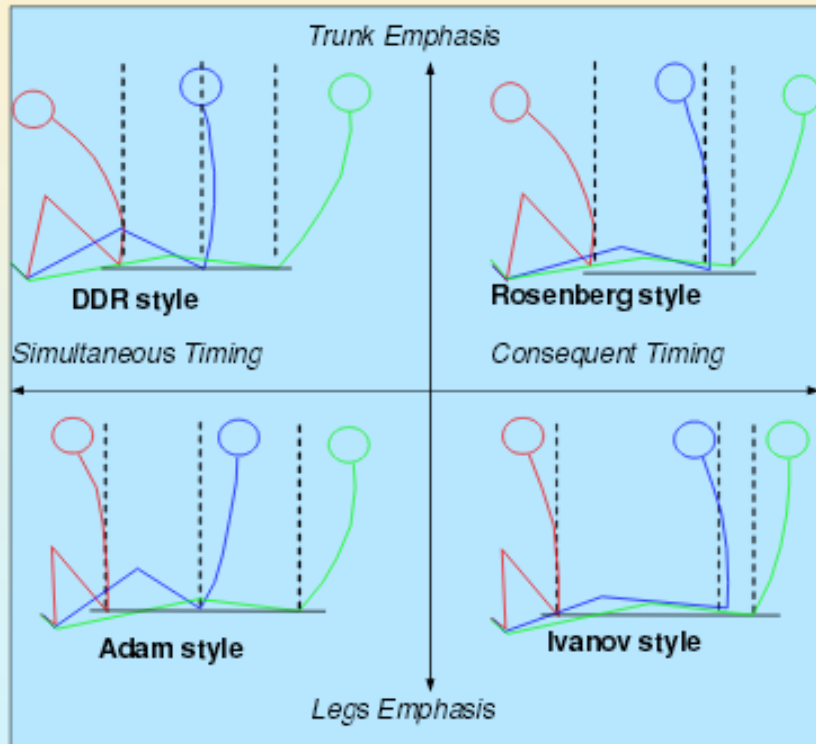


Hajó sebességváltozása



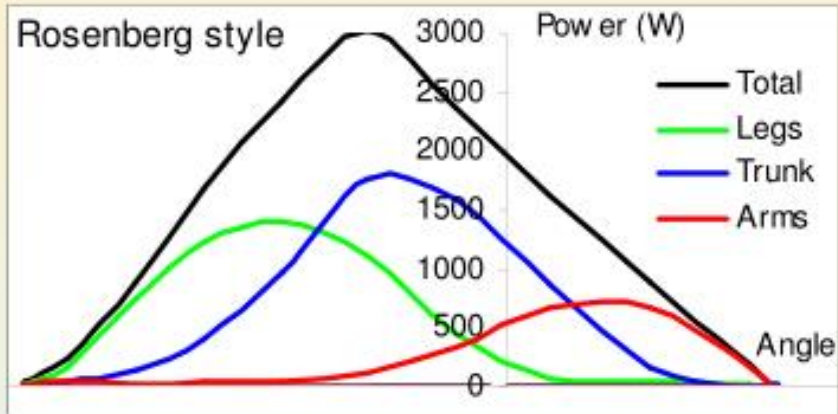
Hajó gyorsulása

Rowing Styles



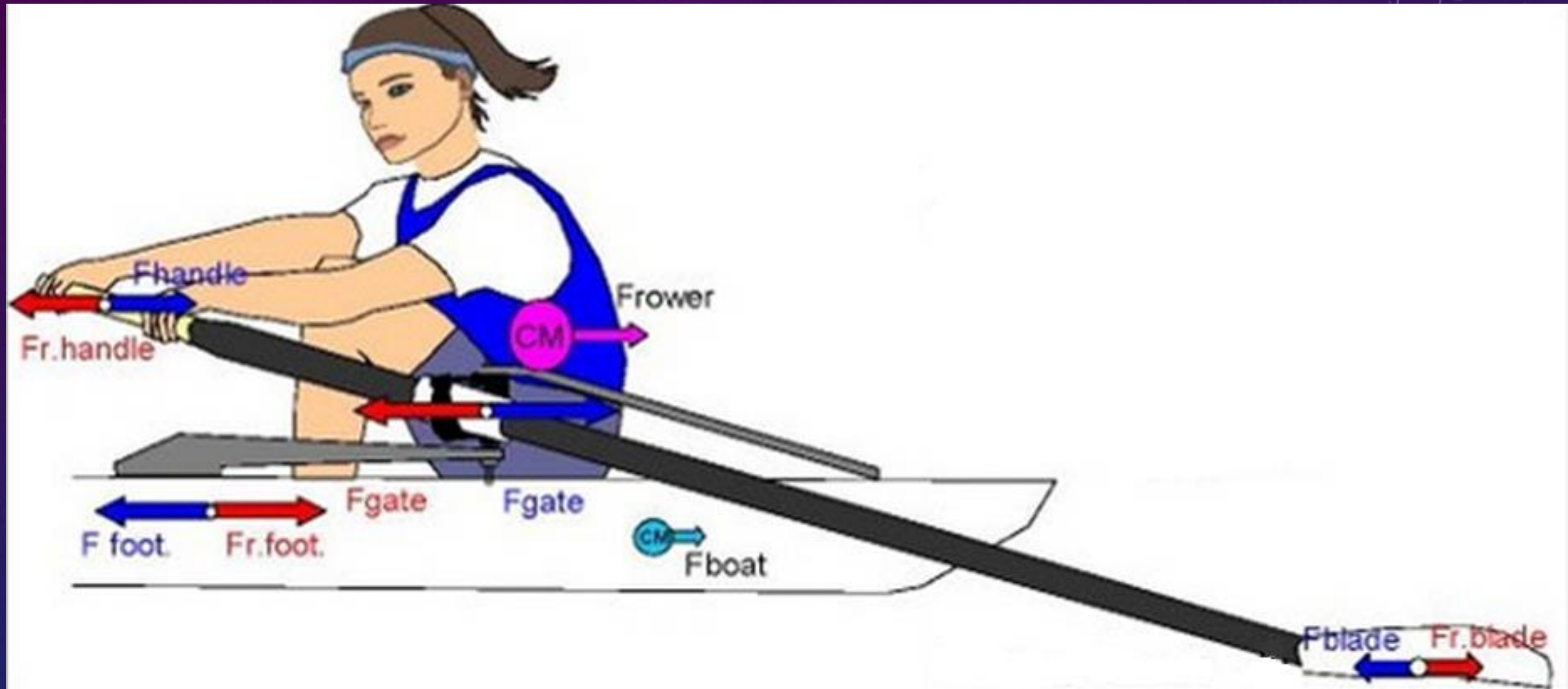
- ✓ **Rosenberg** - Large, forward declination of the trunk at the beginning of the stroke, then strong leg extension without significant trunk activation;
- ✓ **Adam** - Comparatively long legs drive and limited amplitude of the trunk. Simultaneous activity of legs and trunk during the stroke;
- ✓ **DDR** - Large, forward declination of the trunk, which begins the drive, followed by simultaneous activity of the legs;
- ✓ **Ivanov** - consequent timing and emphasis on the legs drive.

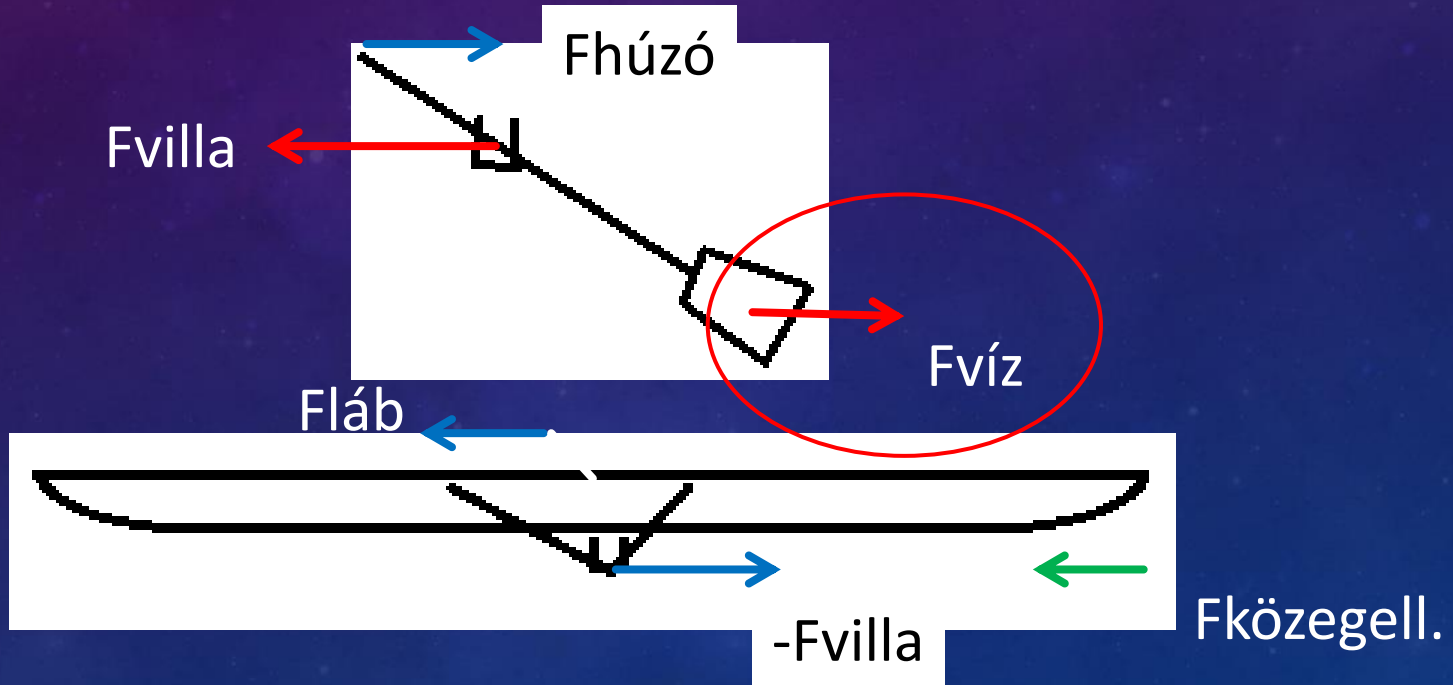
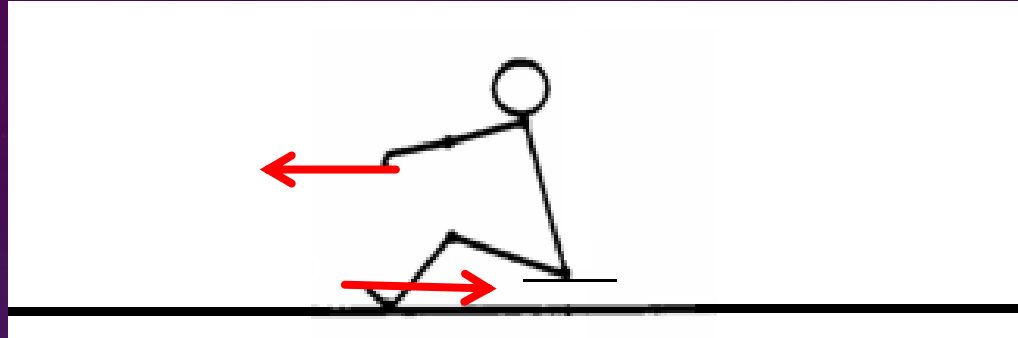
Rosenberg stílus



Large, forward declination of the trunk at the beginning of the stroke, then strong leg extension without significant trunk activation

Erőhatások

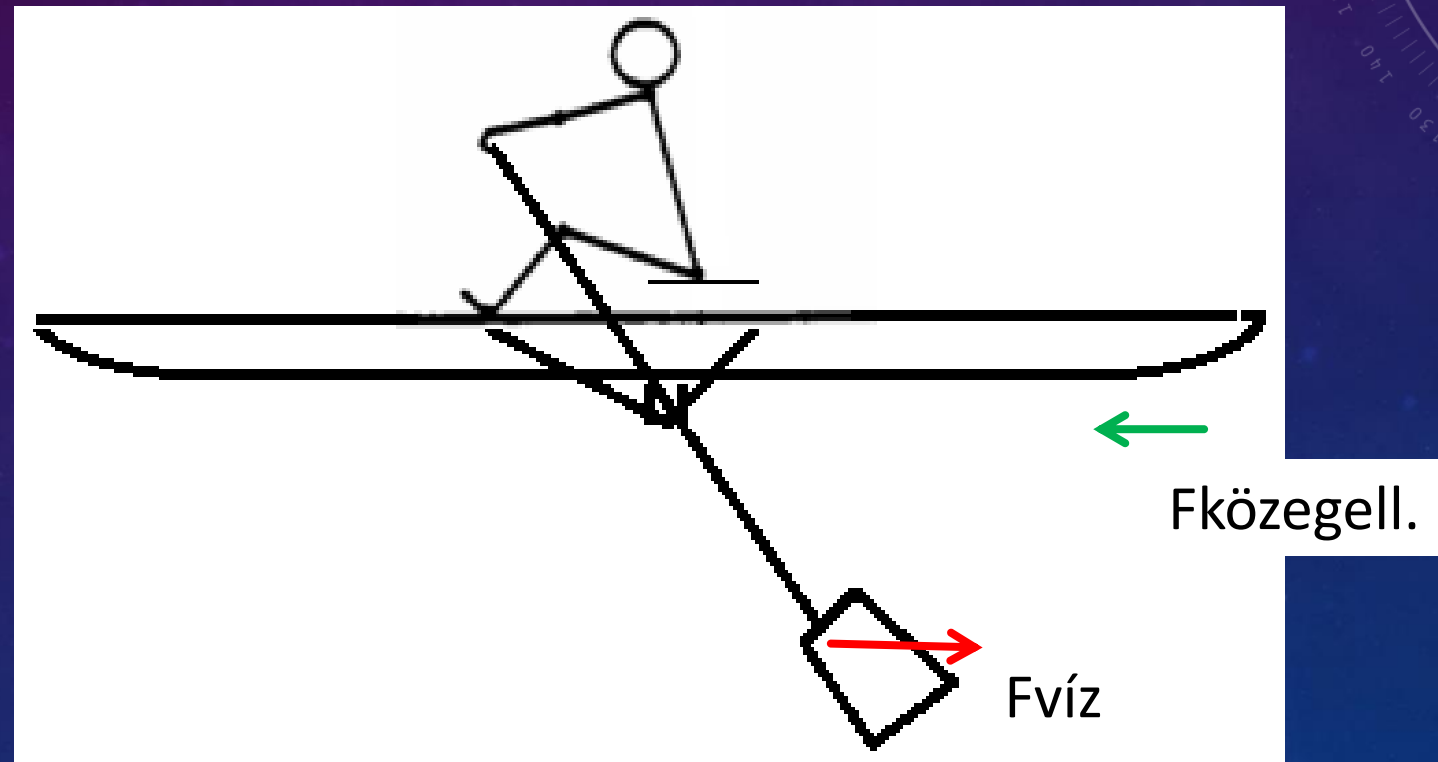




Melyik erőnek „nincs párja”, nem jelenik meg a rendszerben az ellenereje?

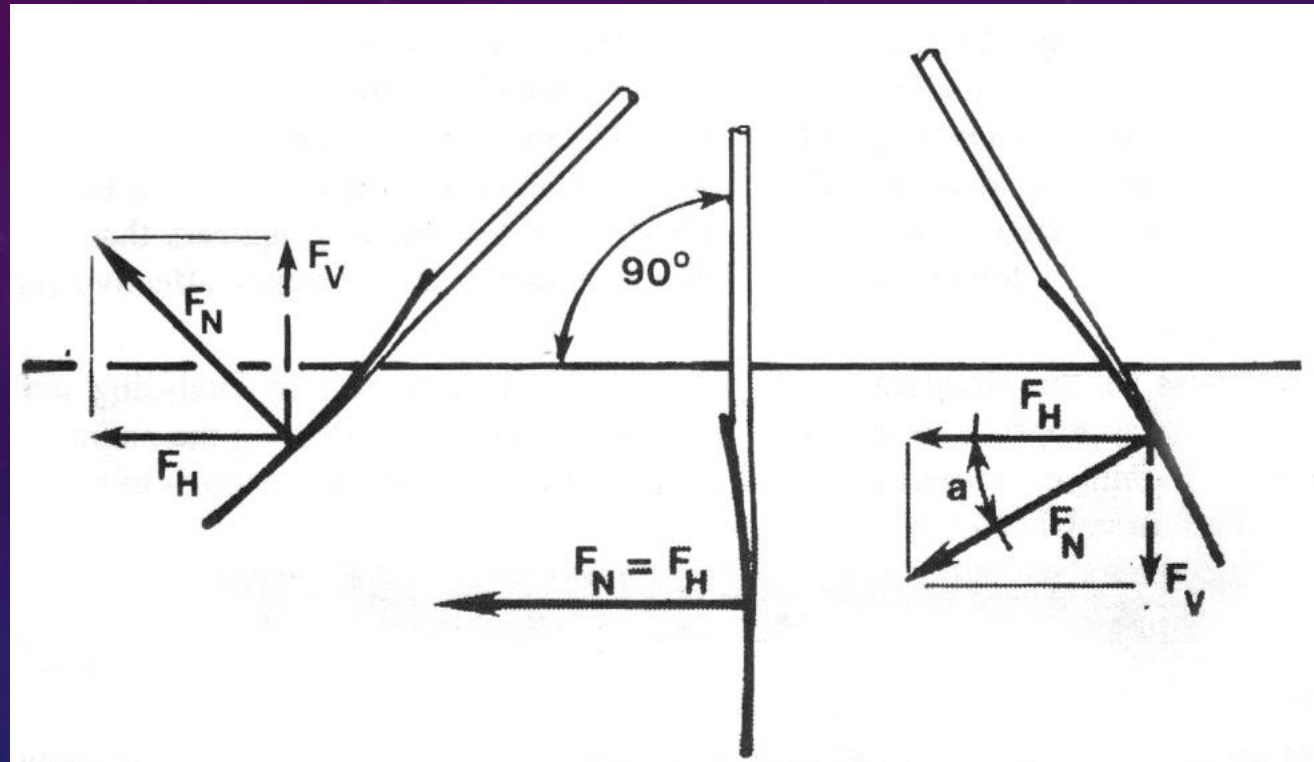
Zárt rendszerben a belső erők kiegyenlítik egymást

A külső erők eredője határozza meg a TKP gyorsulását



$$F_{\text{víz}} - F_{\text{közegell}} = m \cdot a_{\text{TKP}}$$

A lapát tolla által a vízre ható erőkomponensek



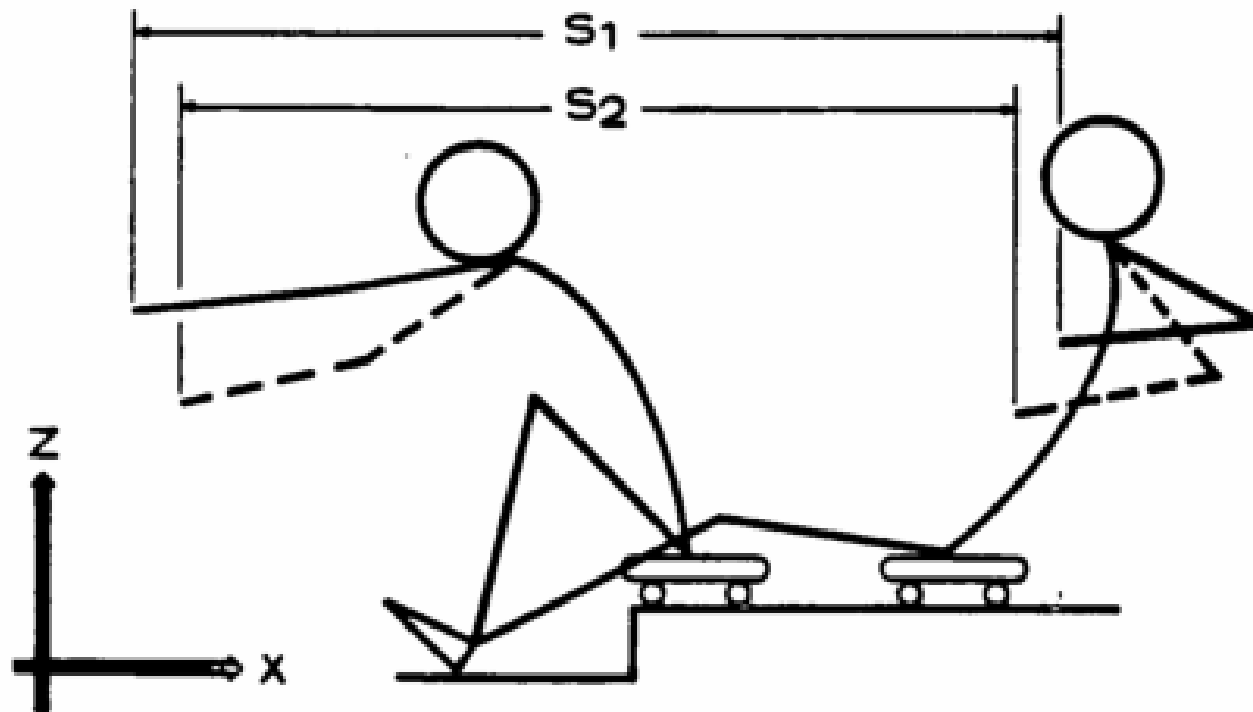
F_N : a toll felszínére merőleges eredő erő

F_H : a haladás irányába mutató húzóerő

F_V : a haladás irányára merőleges erő

A villa elhelyezésének hatása a csapáshosszra

Figure 5: The influence of the height of the oarlock (vertical distance between the oarlock and the seat) on the length of the stroke; a longer stroke (S_1) using a higher oarlock and the same slide length.

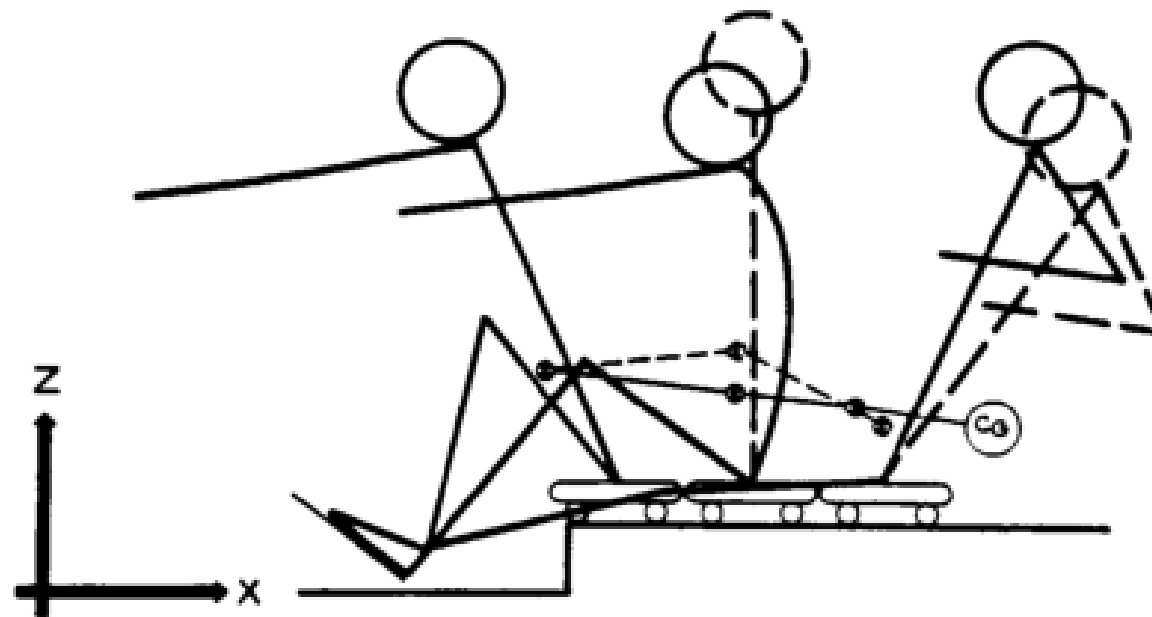


Magasabban elhelyezett villa megnövekedett
csapáshosszt eredményez

A TKP függőleges elmozdulásának jelentősége

The movement of the rower has to be as horizontal as possible so that the vertical displacement of the centre of gravity is minimised without losing length in the stroke.

Figure 7: Comparison of the vertical displacement of the centre of gravity (CG) with the correct (the more horizontal CG - solid line) and incorrect (the CG that has vertical movement - dotted line) technique.



A TKP vízszintes elmozdulásának jelentősége

Figure 8: Schematic representation of how to shorten the horizontal movement of the centre of gravity ($S1$ vs. $S2$) with slide length where the length of the stroke stays the same.

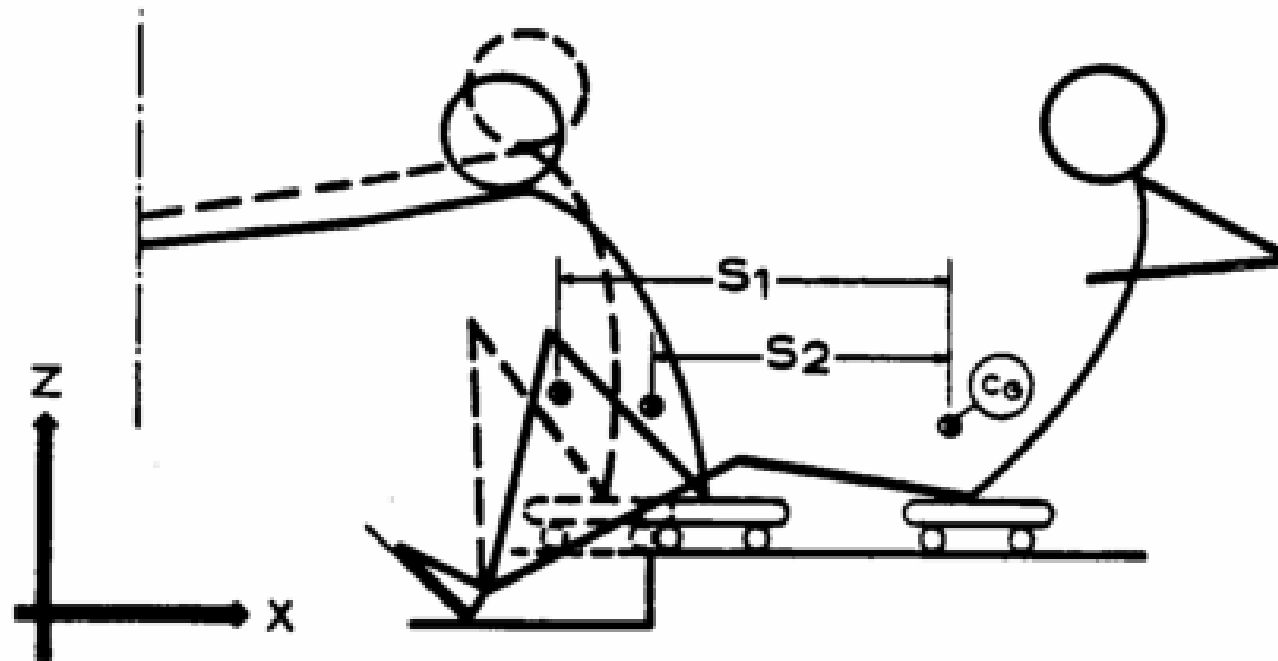
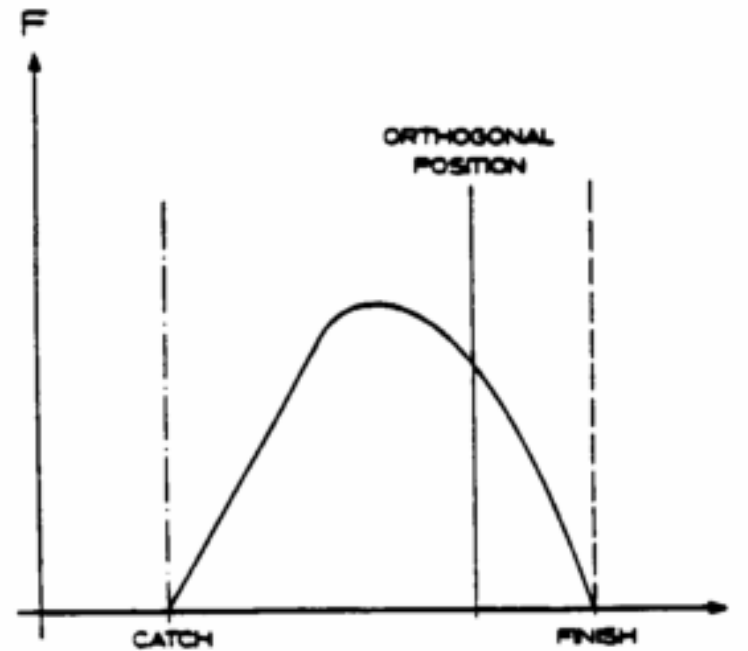


Figure 6: The ideal course of the pull force of the rower (F = force, t = time) (Nolte, 1984, p. 203).



A mechanikai teljesítmény 75%-a fordítódik az evezők mozgatására
9% a TKP vízszintes elmozdulására
16% a TKP függőleges elmozdítására

(Nolte, 1984, p. 174).

Fejlődés a sebességben, csapásszámban

Table 2: Mathematical adjustment of the improvement in boat speed from the World Championships and Olympic Games, 1974 to 1988, (winning performance) and concluding in 1992 and 1996.

	Year	1x	2-	8+
Velocity (m/s)	1988	4.81	5.04	5.98
	1992	4.88 (+1.5%)	5.14 (+2.0%)	6.06 (+1.4%)
	1996	4.96 (+1.6%)	5.26 (+2.3%)	6.16 (+1.7%)
Winning time (m/s)	1988	6:56	6:37	5:35
	1992	6:50	6:29	5:30
	1996	6:43	6:21	5:25

Table 4: Increase in the stroke rate as a function of reduced racing times and constant propulsion per stroke.

Stroke rate (strokes per minute)				
Year	1x	2-	8x	
1988	32.0	34.0	38.0	
1992	32.5	34.7	38.6	
1996	33.0	35.4	39.2	

M1x	6:30.74
M2-	6:08.50
M2+	6:33.26
M2x	5:59.72
M4-	5:37.86
M4+	5:58.96
M4x	5:32.03
M8+	5:18.68
LM1x	6:41.03
LM2-	6:22.91
LM2x	6:05.33
LM4-	5:43.16
LM4x	5:42.75
LM8+	5:30.24

Table 5: Empirical, mathematically based consequences of the improvement in boat speeds from 1974 to 1988 for the quantitative shaping of biomechanical parameters in a representative rowing cycle (X), (parameter as [power-] function of the boat speed).

	Year	1x	2-	8+
Stroke power (PIHZ) Watts	1988	576	559	591
	1992	602 (+4.5%)	597 (+6.8%)	619 (+4.7%)
	1996	632 (+5.0%)	646 (+8.2%)	656 (+6.0%)
Drive power (PIHEF) Watts	1988	1017	931	1186
	1992	1041 (+2.4%)	962 (+3.3%)	1221 (+3.0%)
	1996	1068 (+2.6%)	997 (+3.7%)	1267 (+3.7%)
Drive force (FIHEF) Newtons	1988	535	471	484
	1992	542 (+1.3%)	484 (+2.7%)	493 (+1.9%)
	1996	550 (+1.5%)	499 (+3.6%)	504 (+2.2%)
Drive speed (VIHEF) m/s	1988	1.95	2.21	2.46
	1992	1.97 (+1.0%)	2.24 (+1.5%)	2.49 (+1.2%)
	1996	2.00 (+1.5%)	2.29 (+2.2%)	2.53 (+1.6%)

PIHZ = power in the full rowing stroke, PIHEF = power in the effective drive portion, FIHEF = force on the inboard or inside lever, and VIHEF = velocity of the inboard or inside lever. P = mechanical performance, F = force, V = velocity, IH = inboard, and EF = effective drive ("work in the water").

VALERY KLESHNEV

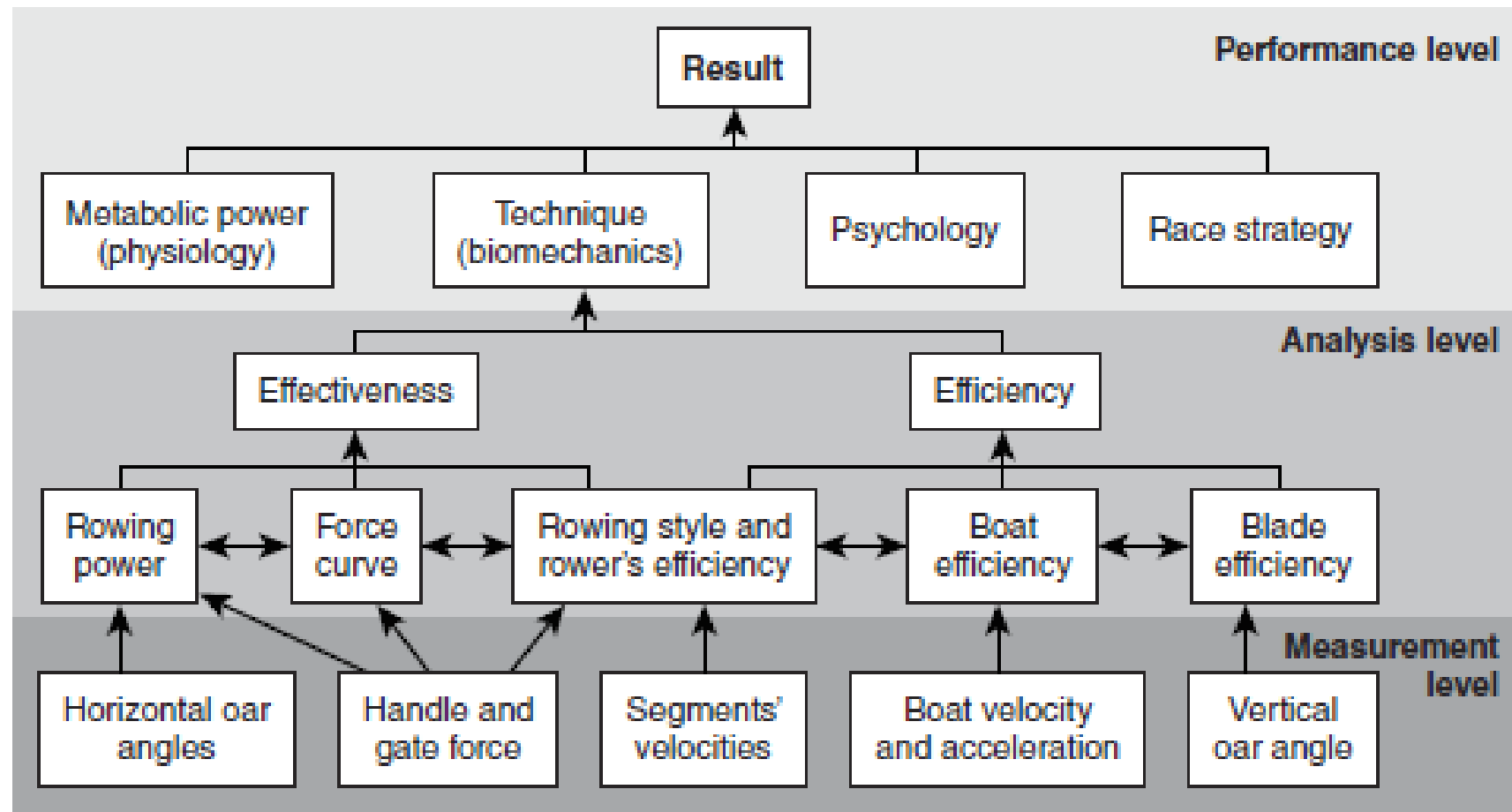


FIGURE 9.1 Simplified chart of rowing biomechanics in relation to performance.

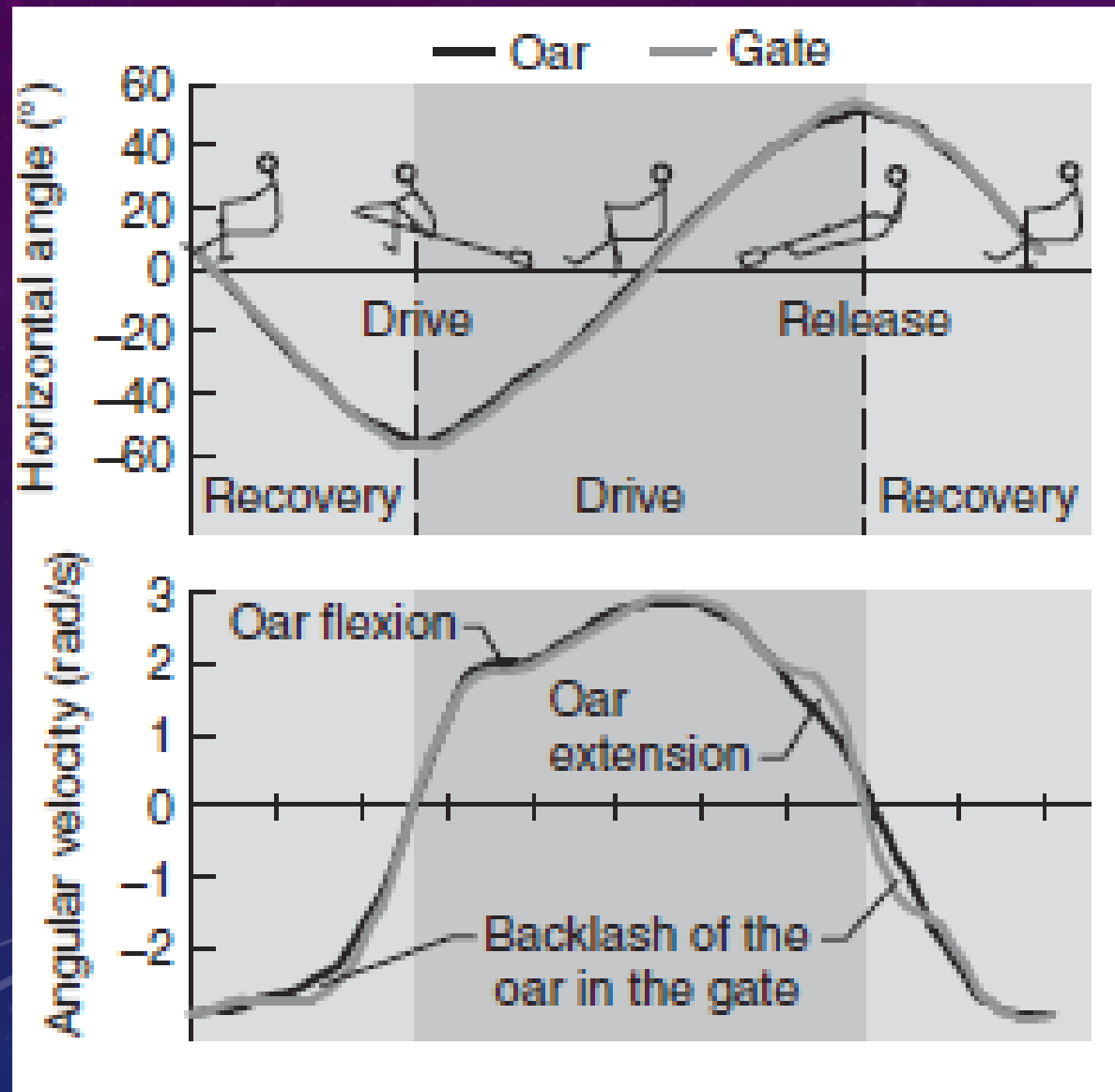
VALERY KLESHNEV– BIOROW RENDSZER

Kép forrása:
Hopp Márton Péter (BME szakdolgozat)



Gurulóülés szenzor

VALERY KLESHNEV – LAPÁTSZÖG, HÚZÁSHOSSZ



- A húzáshossz kritikus összetevője az evezés hatásosságának
- A legnagyobb húzáshossz általában 24-es csapásszám esetén figyelhető meg
- A húzáshossz 2-3 cm-rel rövidebb alacsonyabb és jóval rövidebb magasabb csapásszámnál
- Nagyobb hajókban egyre nagyobb a húzáshossz csökkenése (4x és 8+: 10-11 cm 40 és 24 spm között, kisebb hajókban 6-7 cm)
- A rövidülés a húzás minkét végénél (vízfogásnál és szabadításnál) megfigyelhető
- Vízfogásnál jelentősebb a rövidülés a váltottevezős egységeknél (6-10 cm 24 és 40 spm között) mint párevezős egységeknél (4-6 cm)
- Szabadításnál észrevehető párevezős egységeknél a rövidülés (4-6 cm) váltottevezős egységeknél elhanyagolható

VALERY KLESHNEV – ERŐ

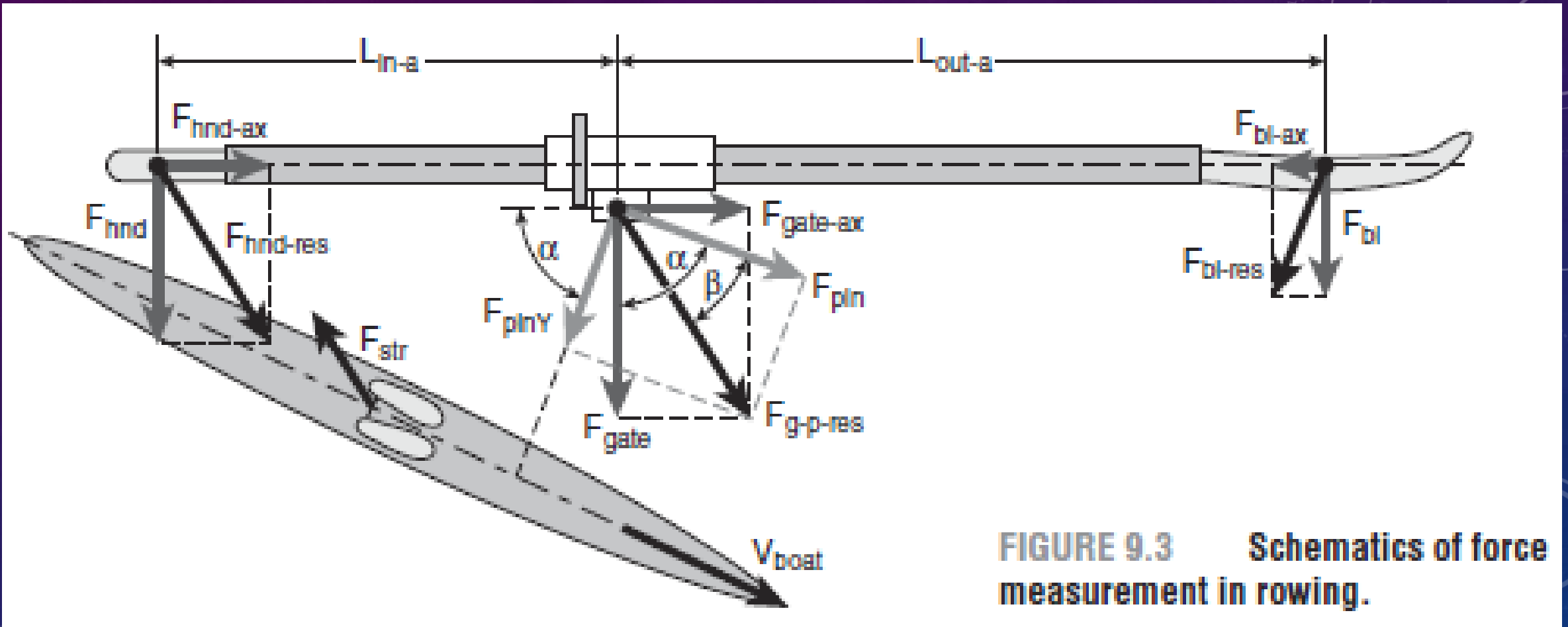


FIGURE 9.3 Schematics of force measurement in rowing.

Az evezős által kifejtett erőnek csak egy része mérhető a lapáton, és ez is torzítva a tulipán tengely irányú ereje miatt (ami nem járul hozzá a teljesítményhez). A becsült hiba mértéke párevezős egységek esetén 10%, váltottevezős egységek esetén 20%. Ez a mérési hatékonyság növelhető újfajta erőmérőkkel.

VALERY KLESHNEV – SZEGMENSEK SEBESSÉGE

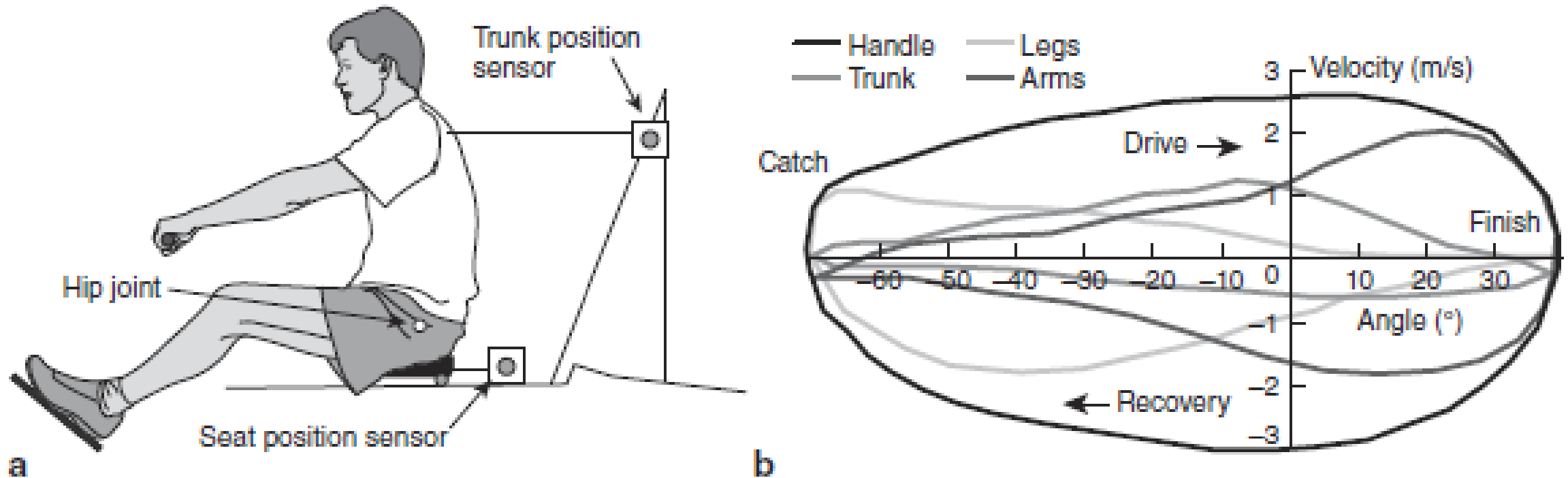


FIGURE 9.4 (a) Schematics of measurement of the seat and trunk positions; (b) typical graph of the segment and handle velocities.

A törzs és az ülés pozíciója mérhető a rendszerrel (figure 9.4a).

A 9.4b ábra egy tipikus lapát és test szegmens sebesség görbét mutat egypárevezős egység 35-ös csapásszámú evezése során (5m/s = 18 km/h átlagsebesség mellett).

VALERY KLESHNEV – HAJÓ, EVEZŐS ÉS A RENDSZER SEBESSÉGE

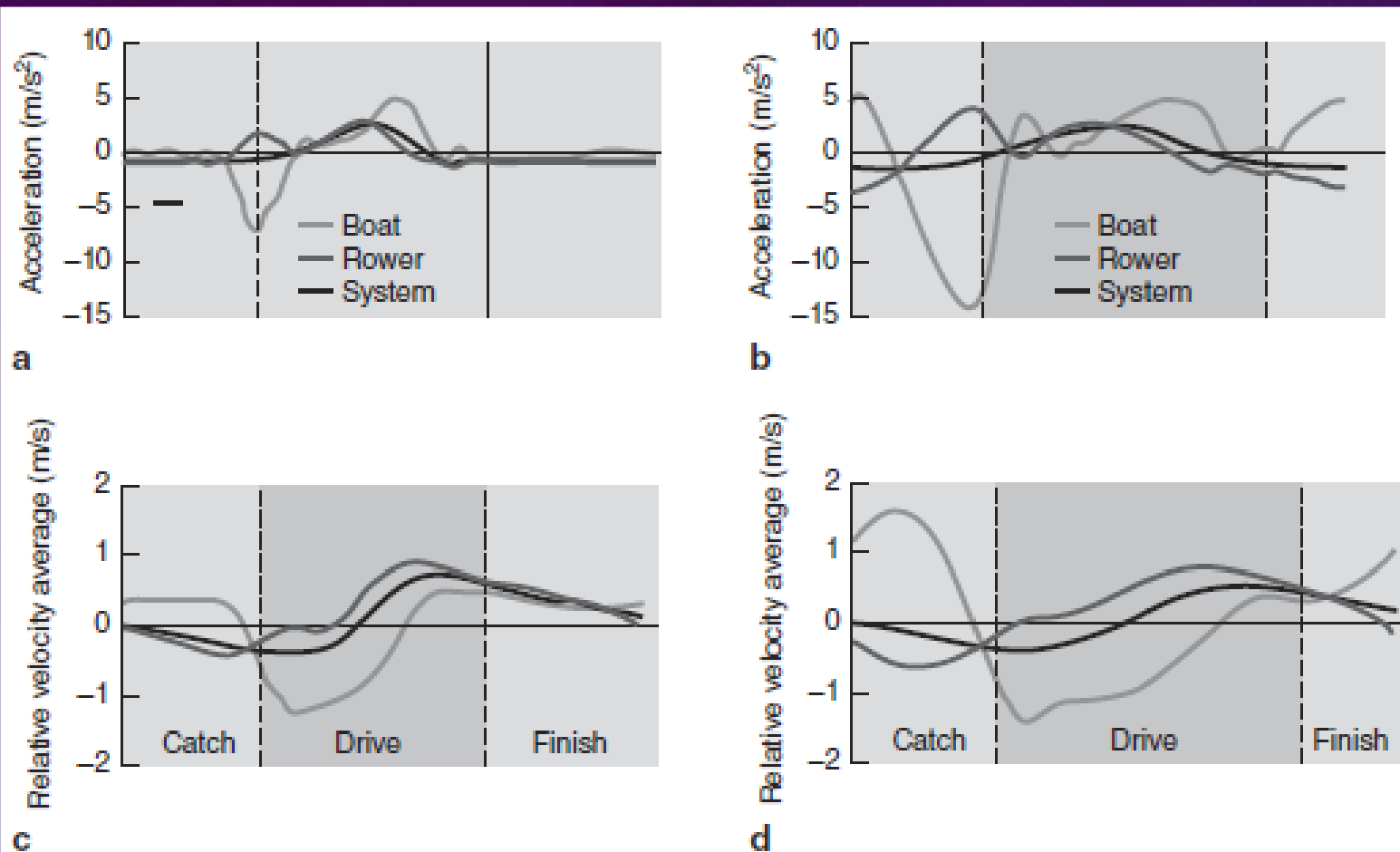
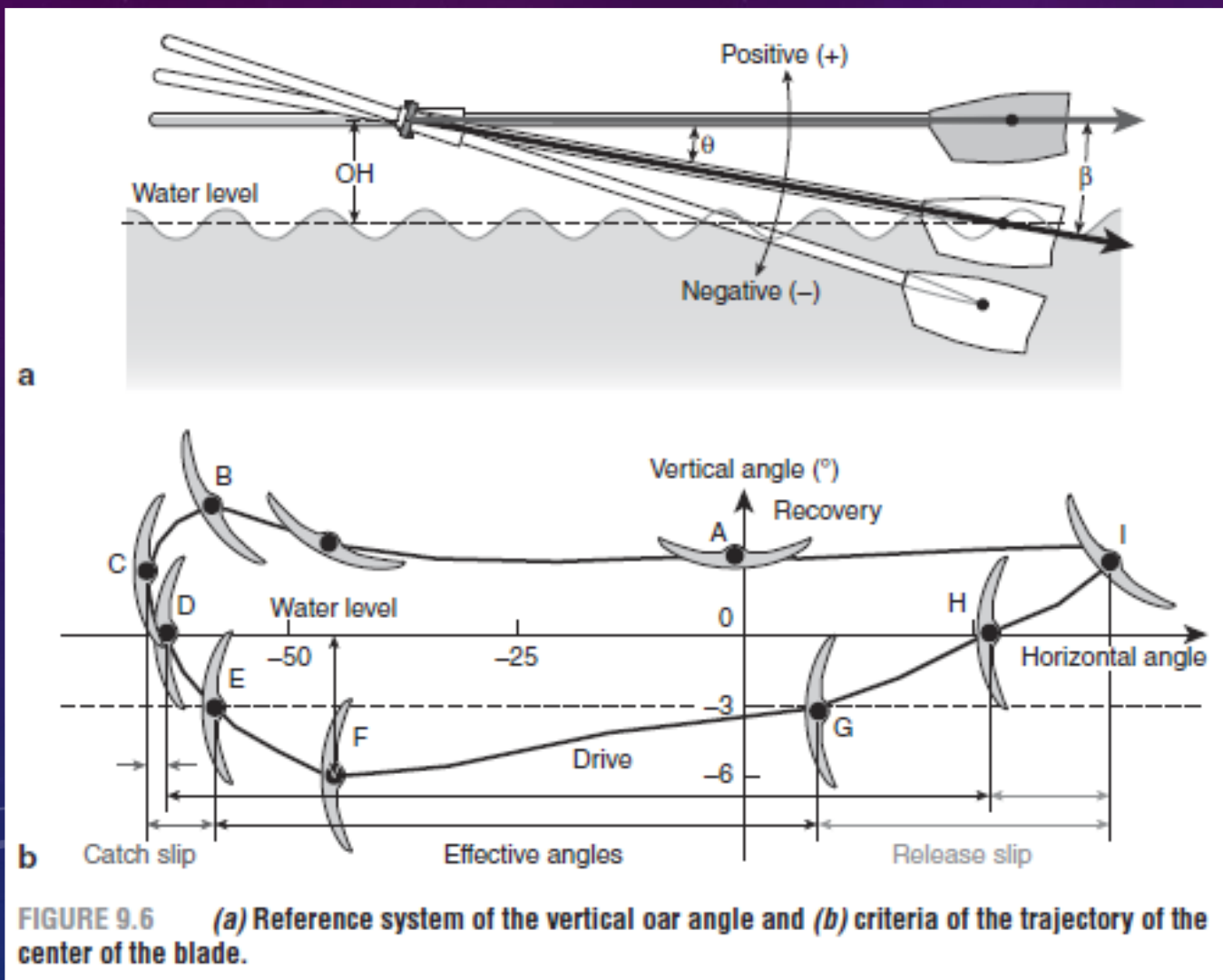


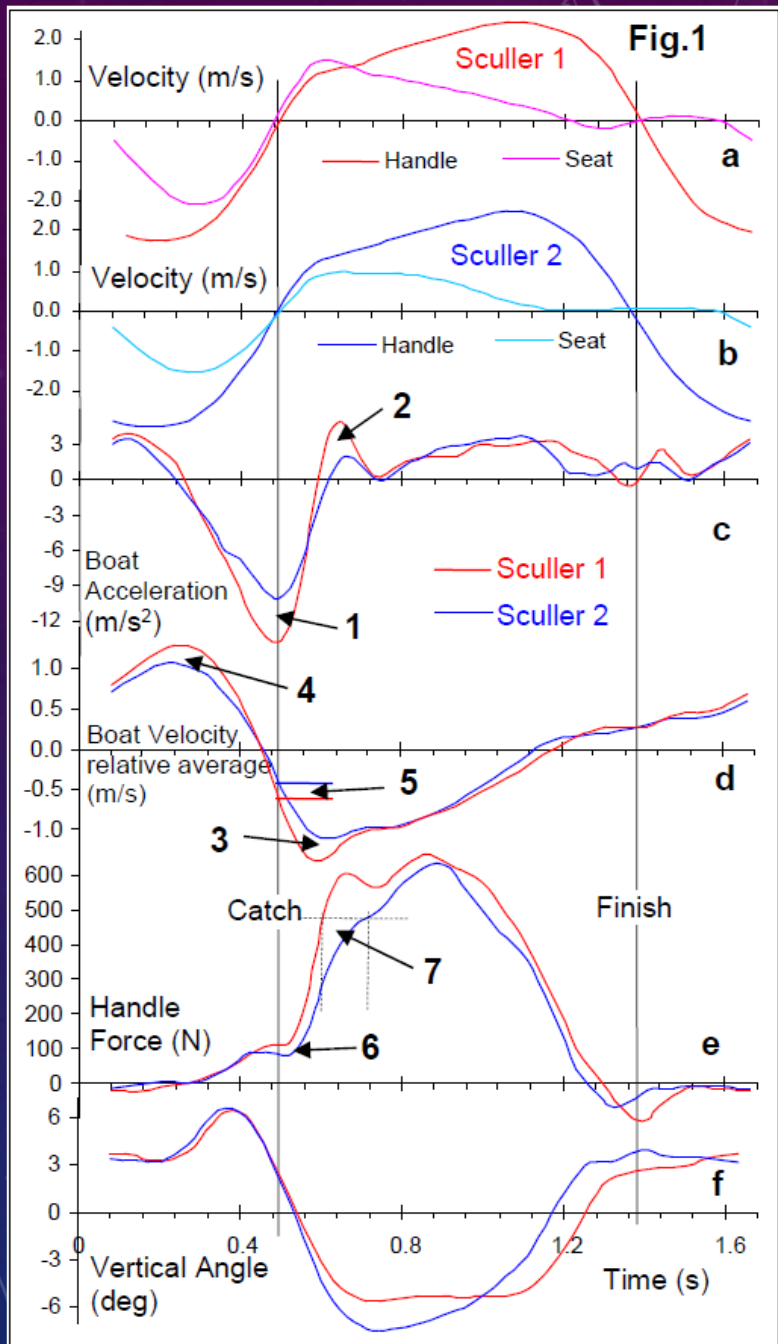
FIGURE 9.5 Relative velocities and accelerations of the boat, rower's CM, and system CM of M1x at the stroke rate 20 spm (a, c) and 40 spm (b, d).

- A csúcsebesség nemsokkal a húzás vége előtt figyelhető meg, amikor az (előre)hajtó erő a hajótestre ható húzóerő szintje alá csökken
- Magasabb csapásszám (jobb oldali görbék) esetén az evezős tömegközéppontjának sebessége gyorsabban csökken a légmunka alatt, de a hajó sebessége tovább növekszik
- Ez azt jelenti, hogy mozgási energiát ad át az evezős a hajónak méghozzá a lábtartóra kifejtett aktívabb húzása által

VALERY KLESHNEV – A LAPÁT VERTIKÁLIS SZÖGE



A húzás A pontból indul, a lapát párhuzamos a vízzel, a θ (théta) szög $2.4 \pm 0.8^\circ$ és ez nem különbözik a különböző egységek közt. A θ maximuma B pontban figyelhető meg: $4.9 \pm 1.2^\circ$ párevezős egységek esetén és $4.1 \pm 1.2^\circ$ váltottevezős egységek esetén. A lapát tolla süllyedni kezd és $2-4^\circ$ -ot mozdul horizontálisan farirányba majd C pontban irányt vált. Az ebben a pontban mért horizontális szög a vízfogás szöge. Ekkor a θ , közel a C ponthoz $+3^\circ$, ez azt jelenti, hogy a toll alsó széle közel érinti a vizet. C-től E pontig tart a vízfogás, a θ szög ekkor függ a toll szélességétől és a nyél hosszától, de általánosan -3° -ot határoz meg Kleshnev. F pontban a toll eléri a minimális θ szöget (legmélyebb helyzet a vízben), ami $-7.2 \pm 1.3^\circ$ párevezős és $-5.7 \pm 1.2^\circ$ váltottevezős egység esetén. A szabadítás G-től (-3° θ) I pontig tart (utóbbiban mérhető a csapásvége szög).



„Boat check” – vízfogás

- Csapásszám: 37.9/min
 - BioRow rendszer
1. Evezős „1” nagyobb csúcs negatív hajógyorsulást produkált
 2. Az első gyorsulási csúcs szignifikánsan nagyobb „1” -nél mint „2”-nél
 3. „1” esetében a hajó sebessége alacsonyabb a vízfogáskor
 4. De nagyobb a vízfogás előtt
 5. A hajó sebessége vízfogáskor „1” esetében alacsonyabb volt
 - Az alacsonyabb sebesség miatt a toll hamarabb felveszi a víz sebességét és így előbb kezdi el meghajtani a hajót
 - „1” kocsisebessége kétszerese „2”-ének a toll vízbeérésekor
 - Ezek miatt hatékonyabban át tudja adni az erőt a víznek
 6. A toll vízbeérését követően „1” azonnal erőt tud kifejteni a lapáton
 7. „1” robbanékonyan növeli a kifejtett erőt – a lapát 6°-os elmozdulással eléri a csúcserője 70%-át, kétszer gyorsabban, mint „2”
 - 2 kilométeren 15 másodperccel gyorsabb volt „1” mint „2”