Aerofitting

Teoria, Proces, Efekty

Aerofitting

Teoria, Proces, Efekty

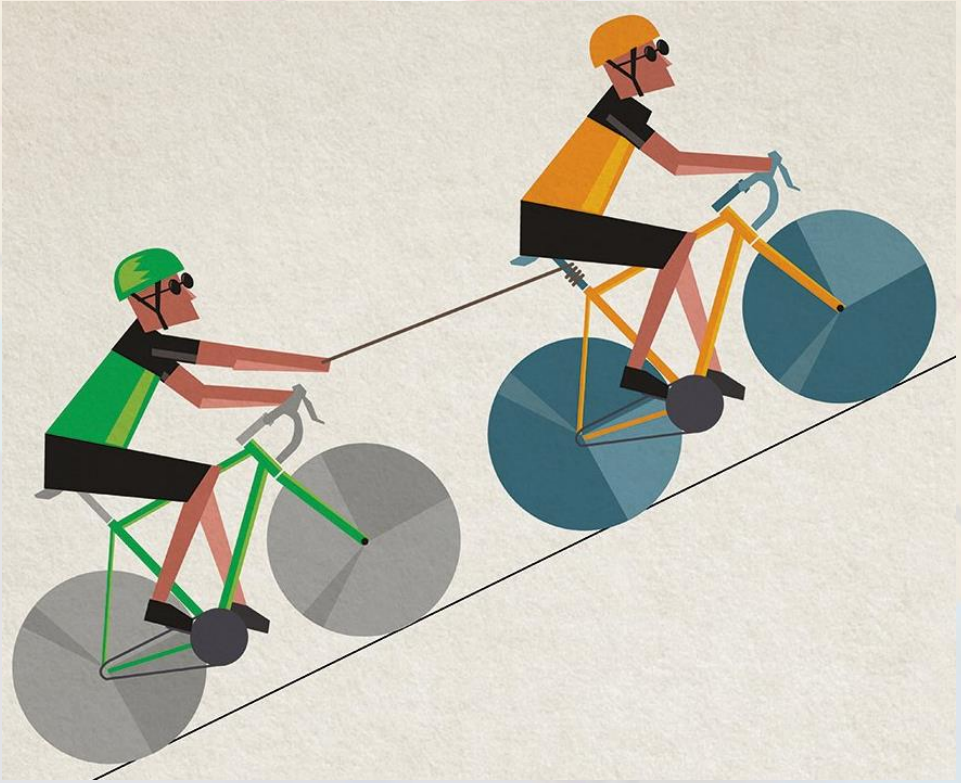
’Będziesz mega nudny już widzę.’ –S.Szmyd

Moc a opory ruchu

$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2} + mgsin\alpha + ma\right) * V_z$$

Moc a opory ruchu

$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2} + mgsin\alpha + ma\right) * V_z$$



Moc a opory ruchu

$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2} + mgsin\alpha + ma\right) * V_z$$

Moc a opory ruchu

$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2} + mgsin\alpha + ma\right) * V_z$$

Generowana moc * sprawność układu

- Łańcuch
- Smary
- Łożyska
- Sztywność komponentów

Moc a opory ruchu

$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2} + mgsin\alpha + ma\right) * V_z$$

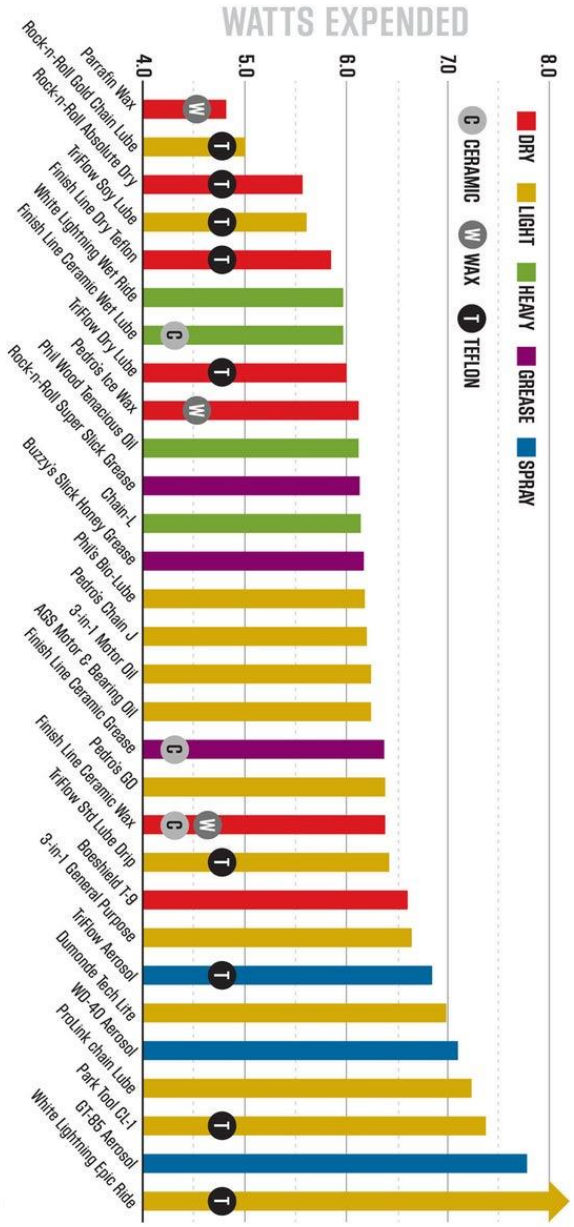
Generowana moc * sprawność układu

- Łańcuch
- Smary
- Łożyska
- Sztywność komponentów

Poprawa sprawności użycie łożysk Ceramic Speed:

- Łożyska kół, środka suportu i kółek tylnej przerzutki 6-9W
- Łańcuch UFO 2-5W
- Wózek OPWS 2 W
- Suma 10-16W

(źródło: ceramicspeed.com)



Straty przy 250W (źródło: zerofrictionfacts.com.au)

Sprawność układu

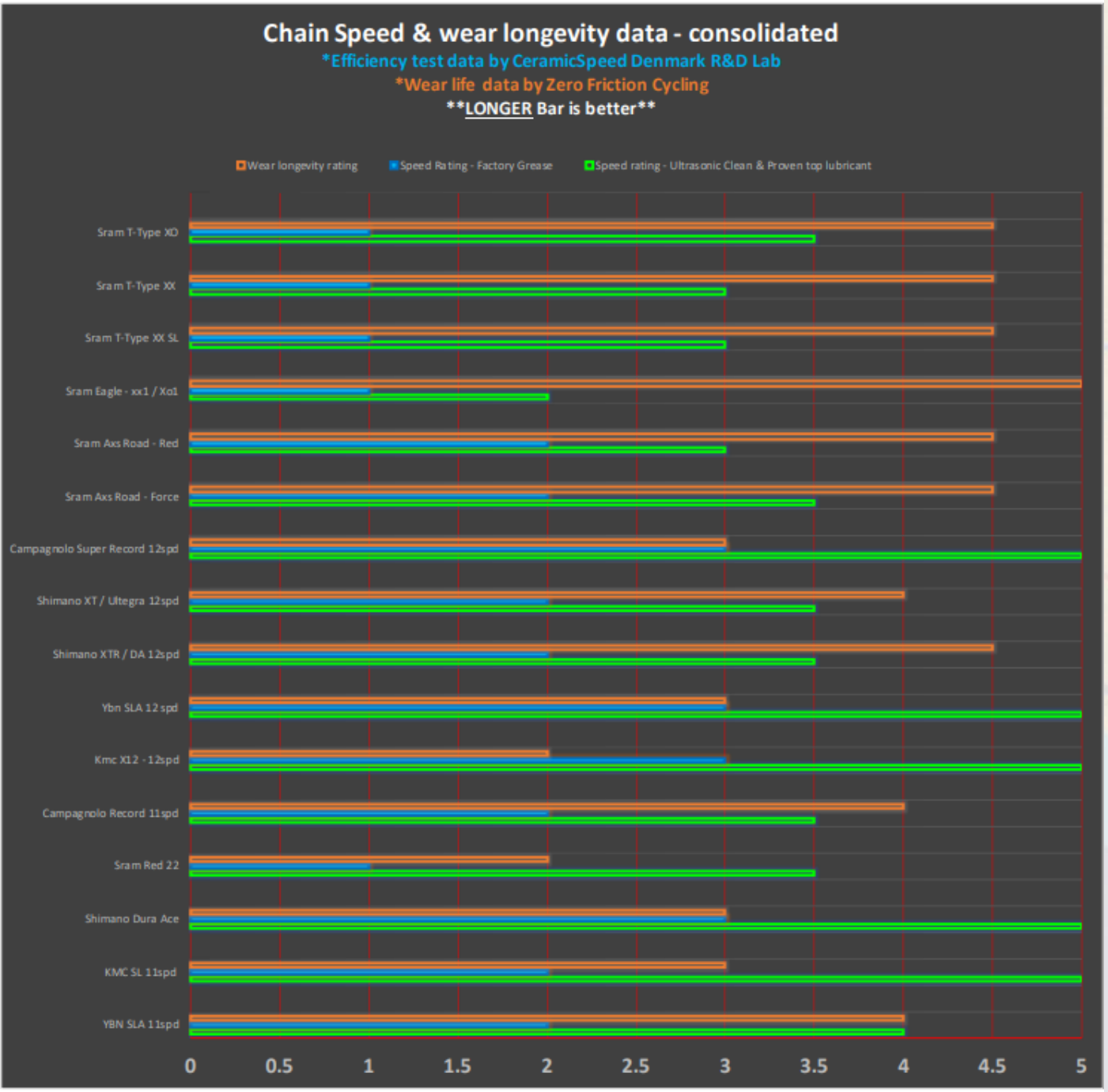
Poprawa sprawności: użycie łożysk Ceramic Speed:

- Łożyska kół, środka suportu i kółek tylnej przerzutki 6-9W
- Łańcuch UFO 2-5W
- Wózek OPWS 2 W
- Suma 10-16W

(źródło: ceramicspeed.com)

Poprawa sprawności względem ?
-standardowych łożysk
-fabrycznego smaru
-aerodynamika ? (wózek OPWS)

Sprawność układu



Sprawność i żywotność łańcucha(źródło: zerofrictionfacts.com.au)

Dura Ace 11spd Components	Total Cost Per 10,000km
Molten Speed Wax New Formula	$ 255.90
Silca Hot Melt	$ 275.90
Rex Black Diamond Wax - 11+1 blend	$ 285.90
Candle wax	$ 387.60
Rex Black Diamond Wax - 4+1 blend	$ 391.10
Effetto Mariposa Flower Power wax	$ 498.83
Silca Hot Wax X	$ 565.19
Ceramic Speed UFO Drip New Formula	$ 626.43
Silca SS Drip	$ 810.92
Tru Tension Tungsten All Weather (I.P)	$ 902.00
Silca Synergetic	$ 925.46
Rex Black Diamond	$ 960.79
Smoove (I.P)	$ 1,134.20
Rex Domestique	$ 1,161.00
Tru Tension Tungsten Race (D.A)	$ 1,191.84
Session Components S-Wax (I.P)	$ 1,201.10
Allied Grax (I.P)	$ 1,167.40
Nix Frix Shun	$ 1,278.85
Squirt - (I.P)	$ 1,378.75
Boeshield T-9 Aerosol	$ 1,497.49
Revolubes	$ 1,530.20
Silca Synerg-E	$ 1,635.38

Koszt smarowania 10 000 km (źródło: zerofrictionfacts.com.au)

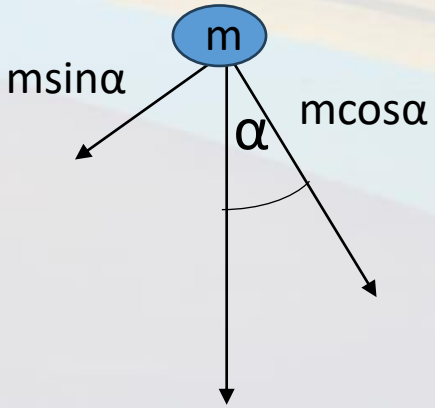
Moc a opory ruchu

$$P * \eta = (m\cos\alpha C_{rr} + \frac{\rho * C_d * A * (V_z + V_p)^2}{2} + mg\sin\alpha + ma) * V_z$$

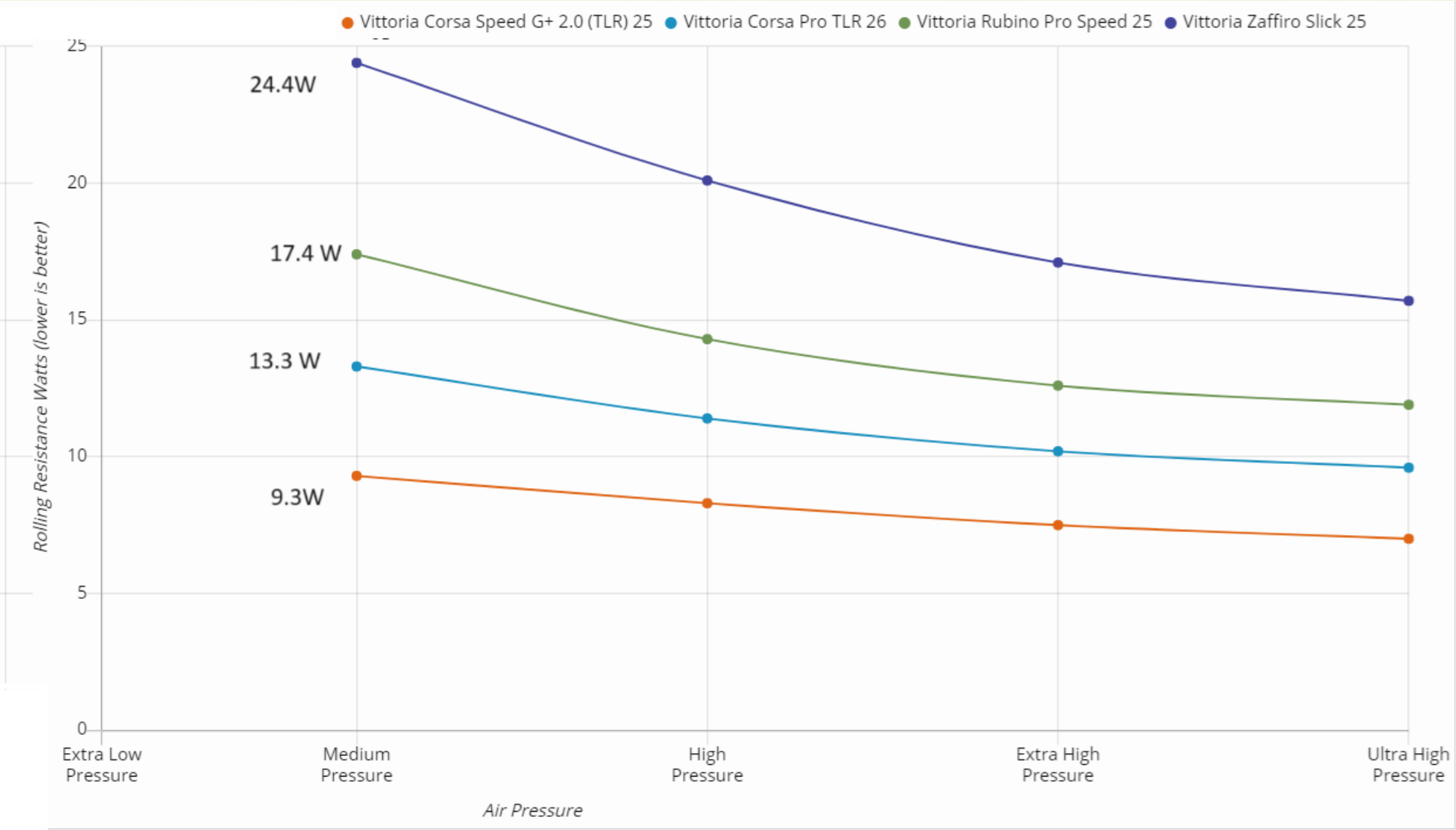
Opór toczenia

Generowana moc * sprawność układu

- Opony
- Dętki/Tubeless



Opór toczenia - Opony



Opór toczenia- 1 opona
Obciążenie- 42.5kg
Prędkość- 28.8 km/h

Opór toczenia vs. ciśnienie (Źródło bicyclerollingresistance.com)

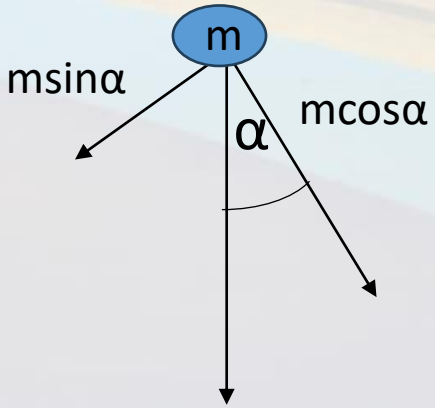
Moc a opory ruchu

Opór grawitacyjny

$$P * \eta = (m\cos\alpha C_{rr} + \frac{\rho * C_d * A * (V_z + V_p)^2}{2} + mg\sin\alpha + ma) * V_z$$

Opór toczenia

Generowana moc * sprawność układu



Moc a opory ruchu

Opór grawitacyjny

Zmiana prędkości

$$P * \eta = \left(m\cos\alpha C_{rr} + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2} + mg\sin\alpha + ma\right) * V_z$$

Opór toczenia

Generowana moc * sprawność układu

Moc a opory ruchu

Opór grawitacyjny

Zmiana prędkości

$$P * \eta = \left(m\cos\alpha C_{rr} + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2} + mg\sin\alpha + ma\right) * V_z$$

Opór toczenia

Opór aerodynamiczny

Generowana moc * sprawność układu

Opór Aerodynamiczny

Gęstość powietrza

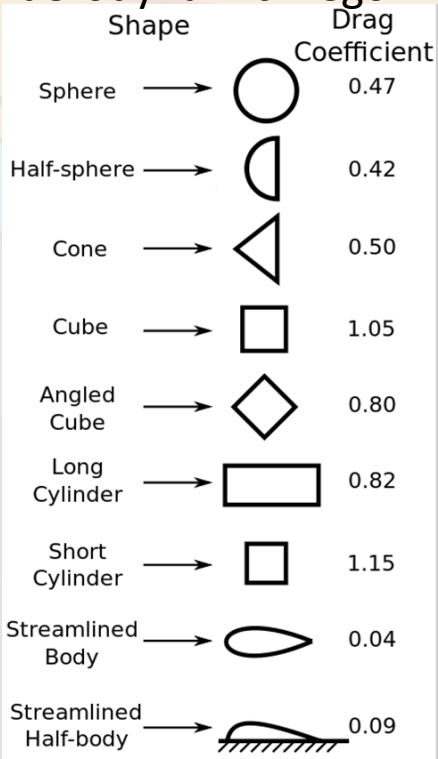
$$\frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2}$$

Opór Aerodynamiczny

Gęstość powietrza

$$\frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + V_p\right)^2}{2}$$

Współczynnik oporu aerodynamicznego

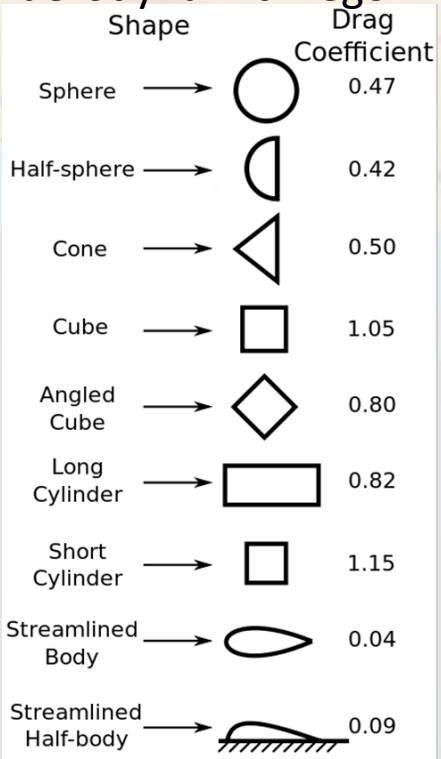


Opór Aerodynamiczny

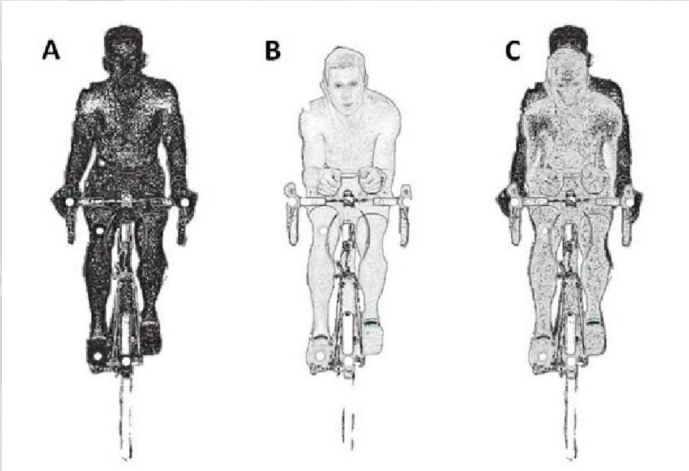
$$\frac{\rho * C_d * A * (V_z + V_p)^2}{2}$$

Gęstość powietrza

Współczynnik oporu aerodynamicznego



Powierzchnia czołowa



Opór Aerodynamiczny

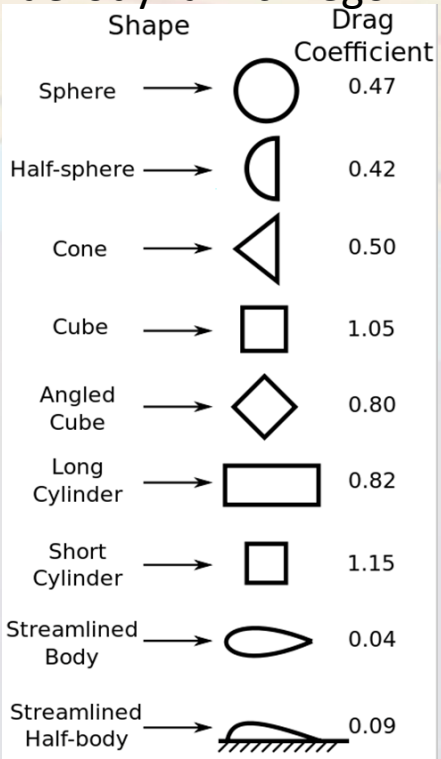
$$\frac{\rho * C_d * A * (V_z + V_p)^2}{2}$$

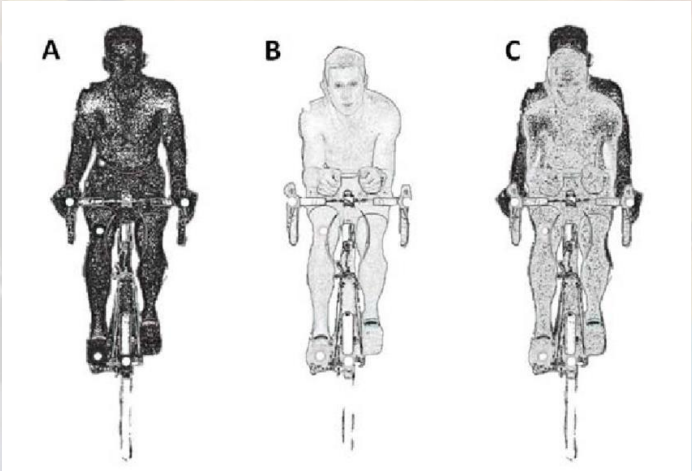
Gęstość powietrza

Współczynnik oporu aerodynamicznego

Prędkość względna

Powierzchnia czołowa





Moc a opory ruchu

$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + \cancel{V_p}\right)^2}{2} + mgsin\alpha + \cancel{ma}\right) * V_z$$

m=80kg η=0.975

CdA=0.23m^2 α=2%

Crr=0.004 ρ=1.180$\frac{kg}{m^3}$

Moc a opory ruchu

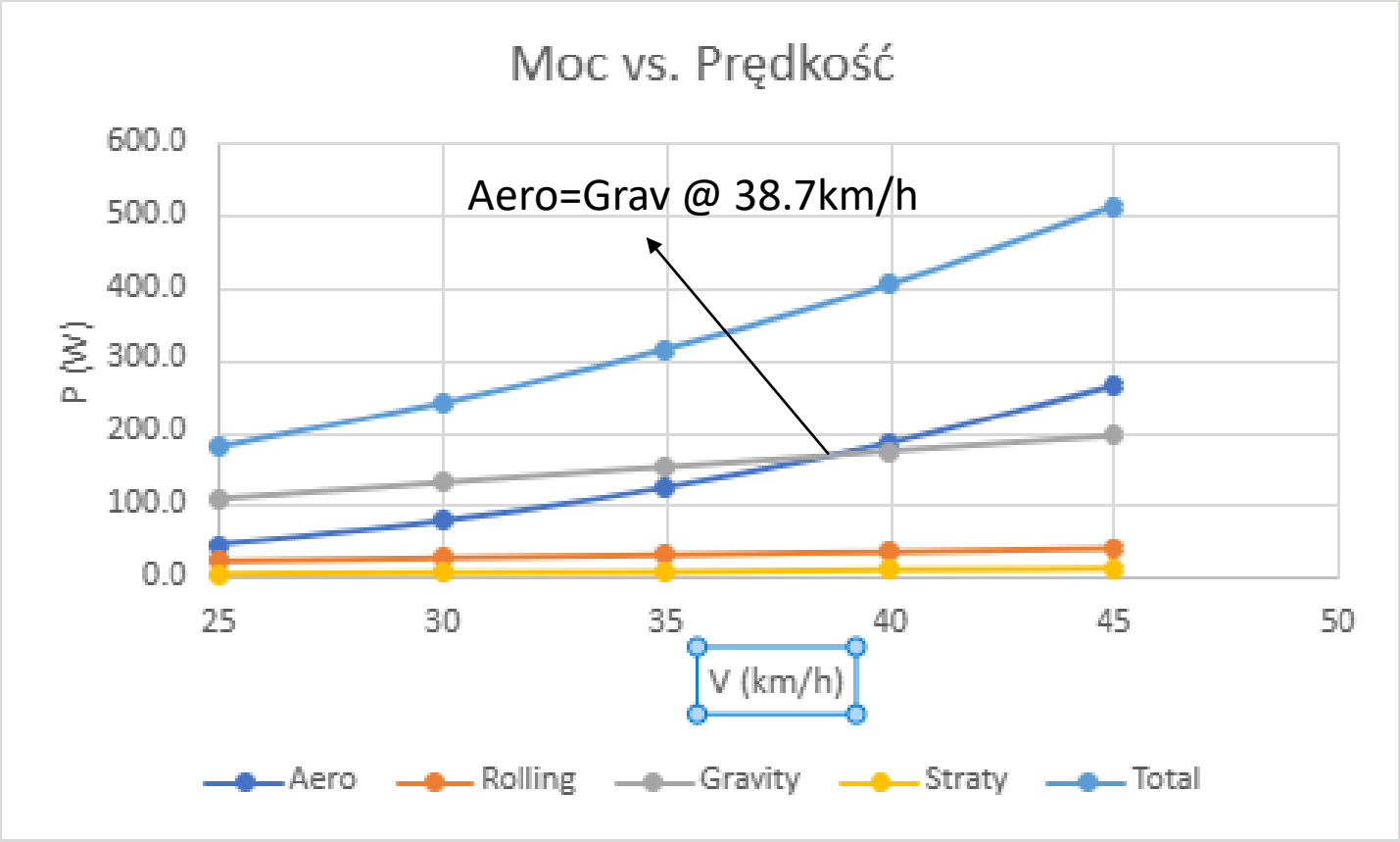
$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + \cancel{V_p}\right)^2}{2} + mgsin\alpha + \cancel{ma}\right) * V_z$$

m=80kg η=0.975

CdA=0.23m^2 α=2%

Crr=0.004 ρ=1.180$\frac{kg}{m^3}$

km/h	25	30	35	40	45	
Aero	45.4	78.5	124.7	186.1	265.0	
Rolling	21.8	26.2	30.5	34.9	39.2	
Grav	109.0	130.8	152.6	174.4	196.2	W
losses	4.4	5.9	7.7	9.9	12.5	
total	180.6	241.3	315.5	405.3	512.9	



Moc a opory ruchu

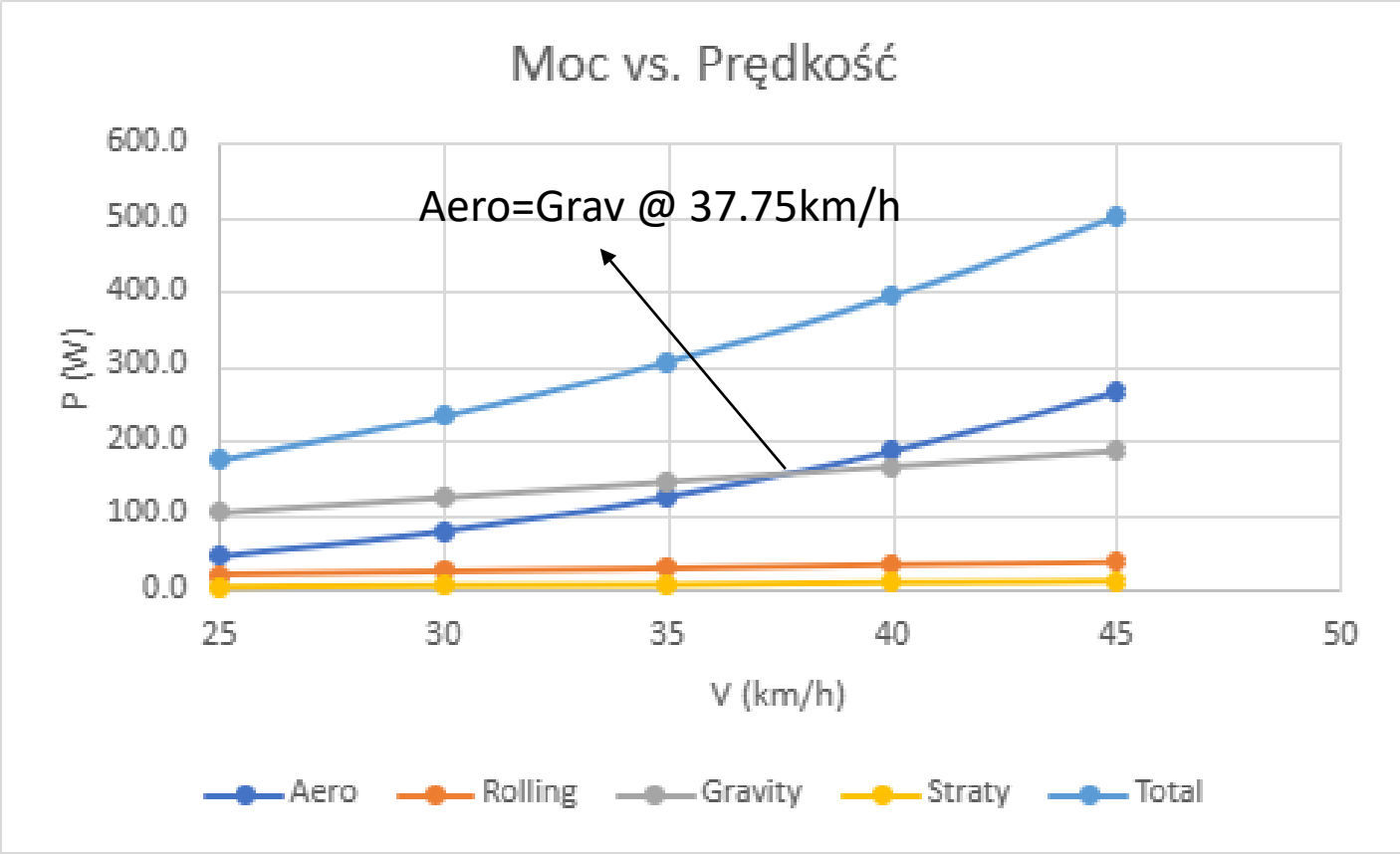
$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + \cancel{V_p}\right)^2}{2} + mgsin\alpha + \cancel{ma}\right) * V_z$$

m=76kg η=0.975

CdA=0.23m^2 α=2%

Crr=0.004 ρ=1.180$\frac{kg}{m^3}$

km/h	25	30	35	40	45	
Aero	45.4	78.5	124.7	186.1	265.0	
Rolling	20.7	24.8	29.0	33.1	37.3	
Grav	103.5	124.2	144.9	165.6	186.4	W
losses	4.2	5.7	7.5	9.6	12.2	
total	173.9	233.3	306.1	394.5	500.9	



Moc a opory ruchu

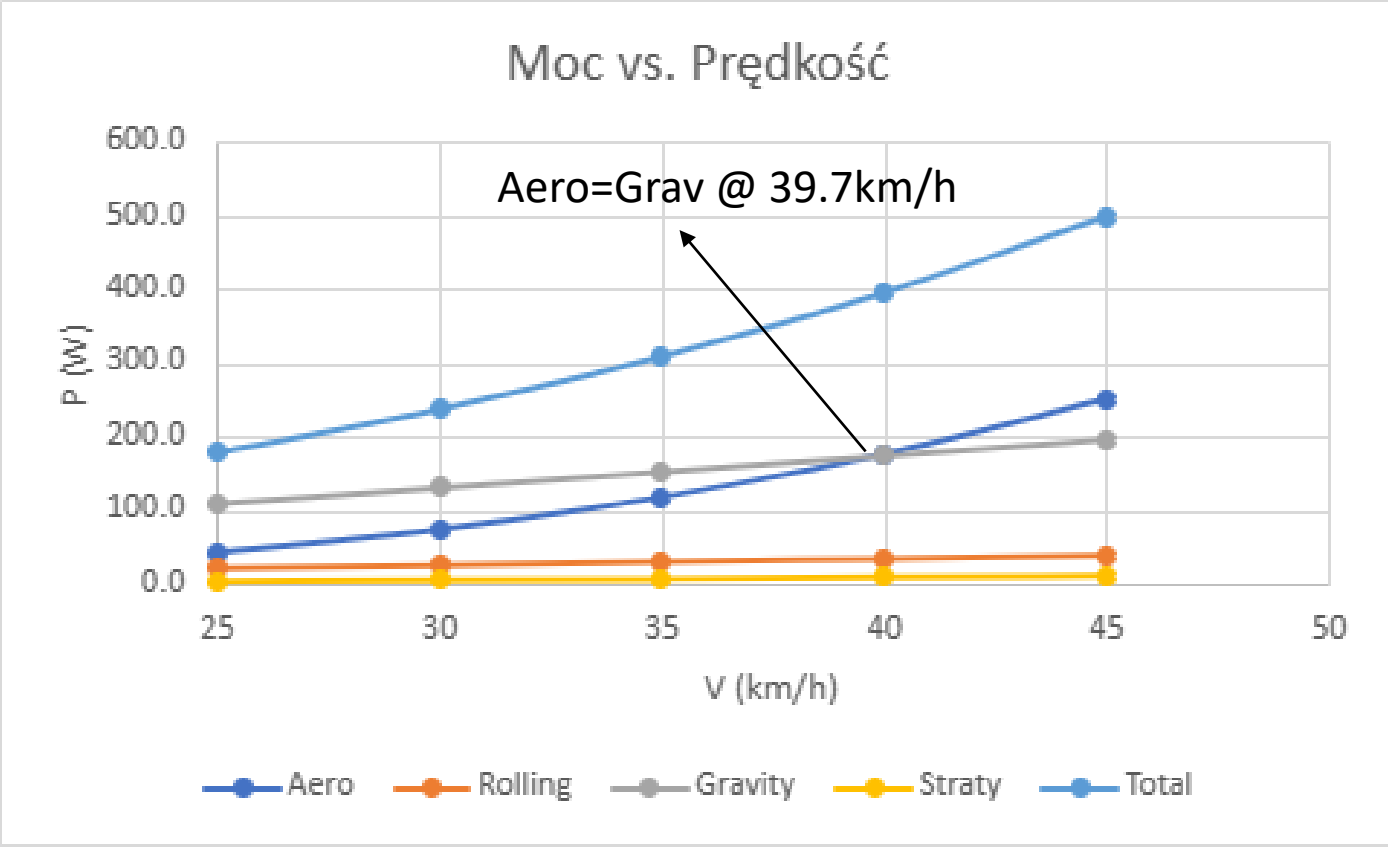
$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + \cancel{V_p}\right)^2}{2} + mgsin\alpha + \cancel{ma}\right) * V_z$$

m=80kg η=0.975

CdA=0.2185m^2 α=2%

Crr=0.004 ρ=1.180$\frac{kg}{m^3}$

km/h	25	30	35	40	45	
Aero	43.2	74.6	118.5	176.8	251.8	
Rolling	21.8	26.2	30.5	34.9	39.2	
Grav	109.0	130.8	152.6	174.4	196.2	W
losses	4.3	5.8	7.5	9.7	12.2	
total	178.3	237.3	309.1	395.7	499.4	



Moc a opory ruchu

$$P * \eta = \left(mgC_{rr}cos\alpha + \frac{\rho * C_d * A * \left(V_z + \cancel{V_p}\right)^2}{2} + mgsin\alpha + \cancel{ma}\right) * V_z$$

km/h	25	30	35	40	45	
80kg	180.6	241.3	315.5	405.3	512.9	
76kg	-6.7	-8	-9.4	-10.8	-12	W
80kg -5% Cda	-2.3	-4	-6.4	-9.6	-13.5	

Opór Aerodynamiczny

$$P * \eta = (mgC_{rr}\cancel{\cos\alpha} + \frac{\rho * C_d * A * (V_z + \cancel{V_p})^2}{2} + mg\cancel{\sin\alpha} + \cancel{ma}) * V_z$$

$$P * \eta = (mgC_{rr} + \frac{\rho * C_d * A * (V_z)^2}{2}) * V_z$$

-Jazda po płaskim
-Brak wiatru
-Dla poprzedniego ’zawodnika’ przy prędkościach >17km/h opór aerodynamiczny to główny opór ruchu
-Dla prędkości 45km/ to 85% ogólnego oporu ruchu

Aerofitting Proces

Wartość stała

$$P * \eta = (mgC_{rr} + \frac{\rho * C_d * A * (V_z)^2}{2}) * V_z$$

Skalibrowany mocomierz

Waga

Wartość stała

Stacja pogodowa

Czujnik prękości +obwód koła

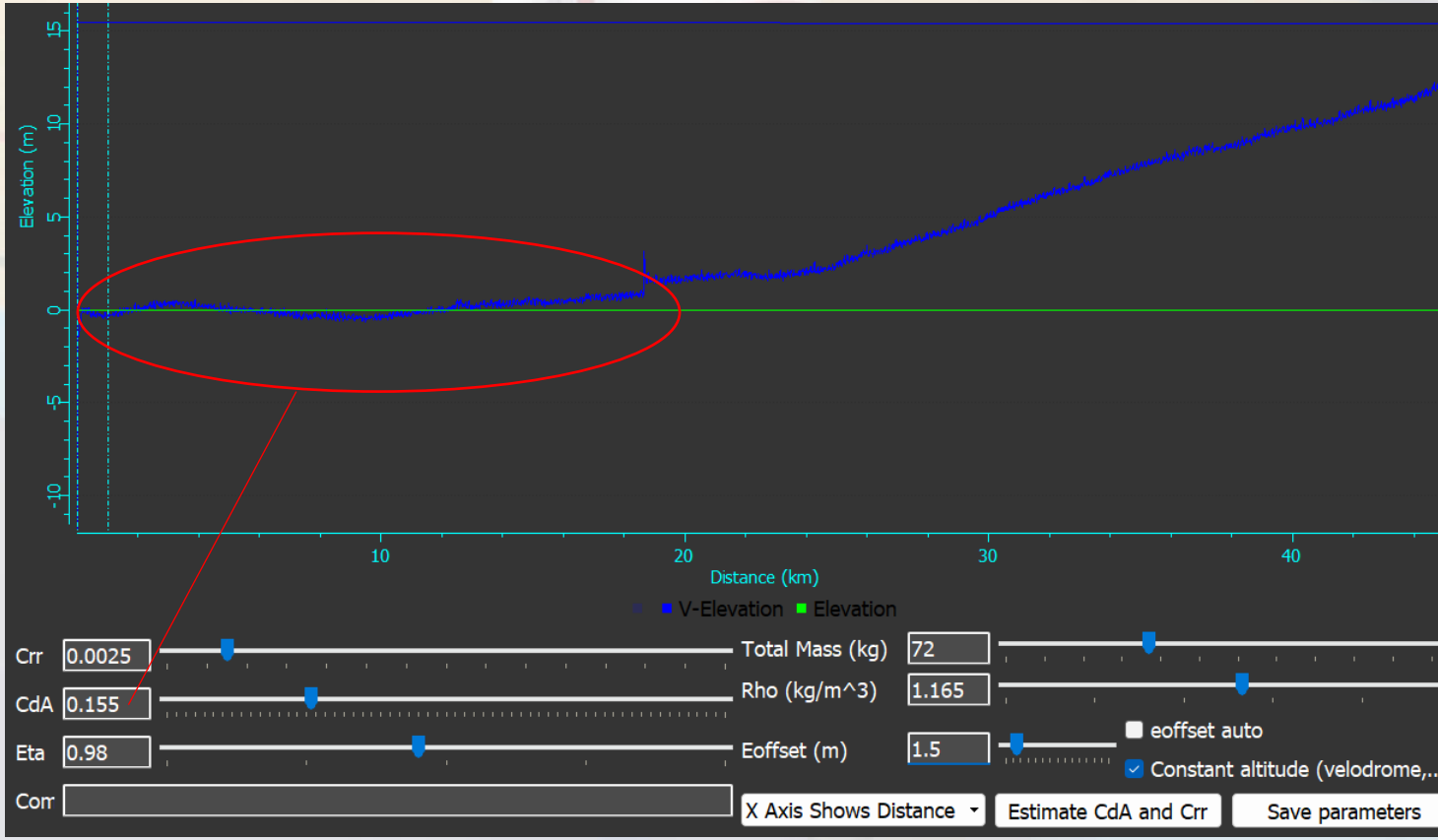
Aerofitting Proces

- Odpowiednia pętla
- Stabilne warunki
- Powtarzalność
- Jedna zmiana na przejazd
- Plan przejazdów
- Powtórne przejazdy (ABCCDEA…)
- Metoda Chung’a

- Tunel
- Możliwość pedałowania
- Yaw sweep
- Możliwość testowania detali

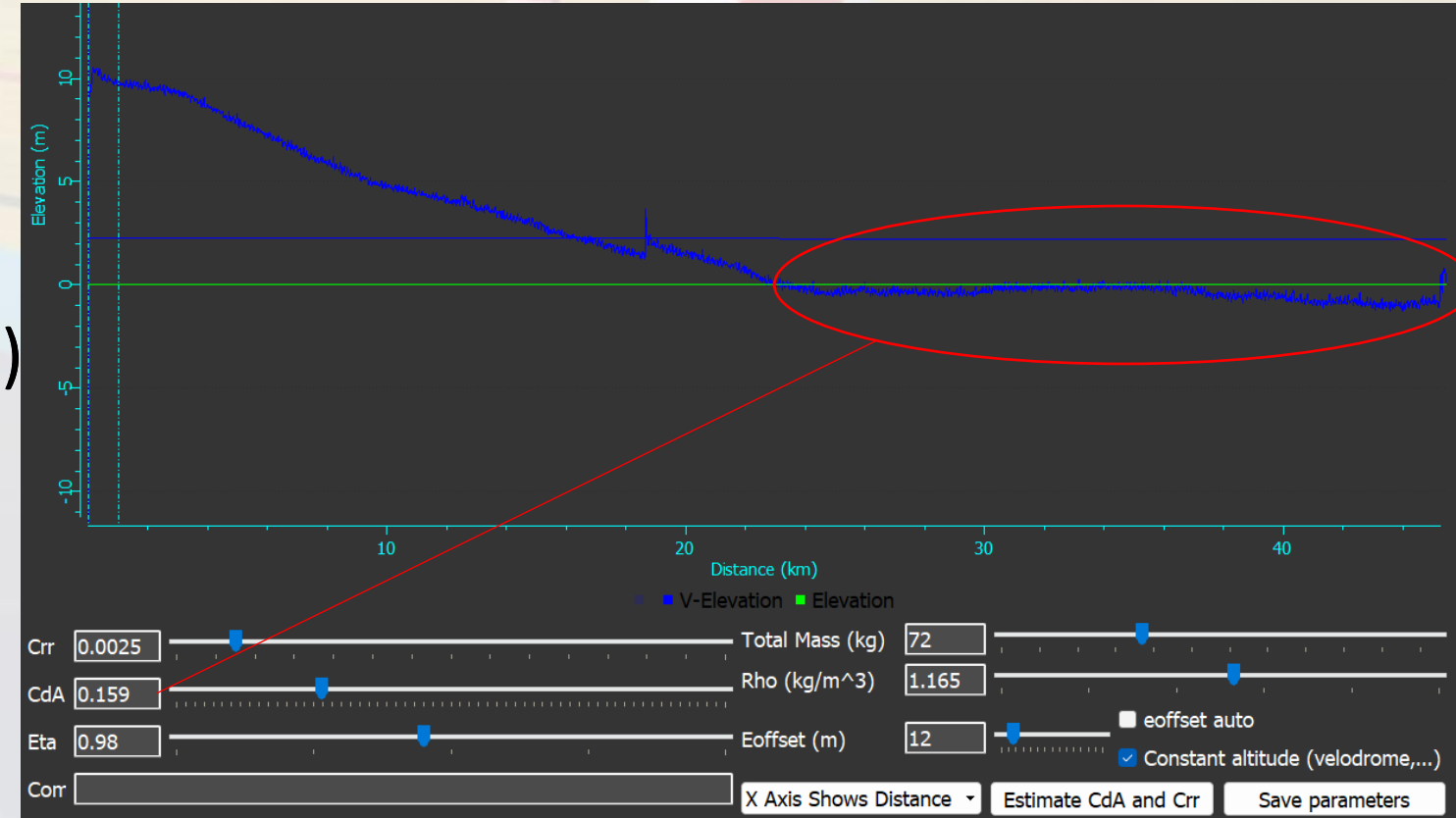
Aerofitting Proces

- Odpowiednia pętla
- Stabilne warunki
- Powtarzalność
- Jedna zmiana na przejazd
- Plan przejazdów
- Powtórne przejazdy (ABCCDEA…)
- Metoda Chung'a
- Golden Cheetah- Aerolab



Aerofitting Proces

- Odpowiednia pętla
- Stabilne warunki
- Powtarzalność
- Jedna zmiana na przejazd
- Plan przejazdów
- Powtórne przejazdy (ABCCDEA…)
- [Metoda Chung’a]



Aerofitting Efekty

1. Dla każdego przejazdu otrzymujemy wartość Cd*A (m^2)
2. Po podstawieniu różnicy wyników do wzoru:

$$\frac{\rho * C_d * A * (V_z)^3}{2}$$

otrzymamy różnicę w watach dla <u>danej prędkości</u>

Aerofitting Efekty

1. Przykład:
   - ρ=1.150 $\frac{kg}{m^3}$
   - V_z =**45** $\frac{\boldsymbol{km}}{\boldsymbol{h}}$ =**12.5**$\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{s}}$
   - $(C_d * A)_1$- $(C_d * A)_2$= 0.008 m^2

$$\frac{\rho * C_d * A * (V_z)^3}{2} = \frac{1.150 * 0.005 * 12.5^3}{2} = 9W$$

dla V_z=50 $\frac{\boldsymbol{km}}{\boldsymbol{h}}$ 12.3W

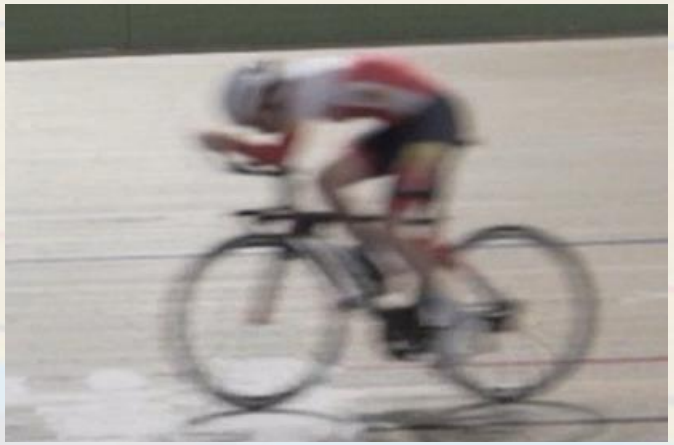
Aerofitting Efekty

Dobór kasku, kombinezonu, zmiana pozycji przedramion i kąta tułowia

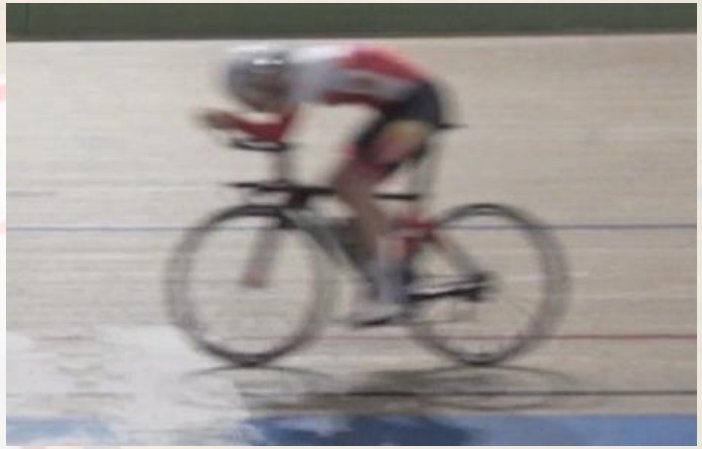
-0.089 $m^2 \rightarrow 73.3W@\frac{40km}{h} \rightarrow \frac{9.6s}{km} \rightarrow +4.6km/h$

’Jadę w takiej pozycji żeby złapać oddech na szybkich odcinkach trasy’

Aerofitting Efekty



Kask szosowy szybszy od kasków do jazdy na czas



’Muszę wyglądać dobrze na weselu brata’

Aerofitting Efekty

Podniesienie pozycji o 3cm

-0.004 $m^2 \rightarrow 5.7W@\frac{48km}{h} \rightarrow \frac{0.4s}{km} \rightarrow +0.23km/h$

Nawet jeśli podniesienie pozycji nie obniży CdA umożliwi łatwiejsze generowanie mocy

Najczęstsze pytania

- Ręce na płasko czy maksymalnie nachylone?

Najczęstsze pytania

- Ręce na płasko czy maksymalnie nachylone?

To zależy

Najczęstsze pytania

- Ręce na płasko czy maksymalnie nachylone?

To zależy

- Który kask do jazdy na czas?

Najczęstsze pytania

- Ręce na płasko czy maksymalnie nachylone?

To zależy

- Który kask do jazdy na czas?

To zależy

-0.018 $m^2 \rightarrow 20W@\frac{44km}{h} \rightarrow \frac{1.8s}{km} \rightarrow +1.08km/h$

Najczęstsze pytania

- Ręce na płasko czy maksymalnie nachylone?

To zależy

- Który kask do jazdy na czas?

To zależy

- Łokcie wąsko czy szeroko?

Najczęstsze pytania

- Ręce na płasko czy maksymalnie nachylone?

  To zależy

- Który kask do jazdy na czas?

  To zależy

- Łokcie wąsko czy szeroko?

  To zależy

Technologia

- Systemy aerometrów (pomiar względnej prędkości powietrza oraz gęstości powietrza)

Gibli

Notio

Aerosensor

- Monitorowanie pozycji ciała

Aerobody

Leomo

Jak wygląda wymarzony zawodnik

- Krótkie ramiona
- Długie przedramiona
- Długa szyja
- Krótki tułów
- Wąskie barki

Nad czym mamy kontrolę

- Dopasowanie stroju

90% oporu to opór aerodynamiczny z tego 80% oporu stawia zawodnik, 75% zawodnika jest pokryte ubiorem.

Nad czym mamy kontrolę

- Dopasowanie stroju

90% oporu to opór aerodynamiczny z tego 80% oporu stawia zawodnik, 75% zawodnika jest pokryte ubiorem.

- Obniżanie pozostałych oporów ruchu (smary, opony, dętki lub ich brak)

Nad czym mamy kontrolę

- Dopasowanie stroju

90% oporu to opór aerodynamiczny z tego 80% oporu stawia zawodnik, 75% zawodnika jest pokryte ubiorem.

- Obniżanie pozostałych oporów ruchu (smary, opony, dętki lub ich brak)
- Trening w pozycji (jeśli to możliwe kontrola pozycji)

Nad czym mamy kontrolę

- Dopasowanie stroju

90% oporu to opór aerodynamiczny z tego 80% oporu stawia zawodnik, 75% zawodnika jest pokryte ubiorem.

- Obniżanie pozostałych oporów ruchu (smary, opony, dętki lub ich brak)
- Trening w pozycji (jeśli to możliwe kontrola pozycji)
- Pozbycie się zbędnych komponentów
- Włosy ;)

Nad czym mamy kontrolę

- Dopasowanie stroju

90% oporu to opór aerodynamiczny z tego 80% oporu stawia zawodnik, 75% zawodnika jest pokryte ubiorem.

- Obniżanie pozostałych oporów ruchu (smary, opony, dętki lub ich brak)
- Trening w pozycji (jeśli to możliwe kontrola pozycji)
- Pozbycie się zbędnych komponentów

Pytania?

Pytania?

- Przód zbyt nisko
- Szytki na bruki
- Luźny kombinezon
- Kask a la płetwa rekina
- Przednia przerzutka
- Numer w formie spadochronu