

Jak je Aero aero? (převzato z www.cyclingnews.com)

Chceš se zlepšit v časovce. Víš, že když utratíš X peněz, získáš Y času k dobru. Problém je, že jsme zahrnutí přebytkem marketingových superlativů a odborných dat výrobců, kteří chtějí prodat své zboží, ať jde o drahé komponenty, nebo čas v aerodynamickém tunelu. Kde začít? Jeff Jones si na tuto problematiku pěkně posvítí.

Položme si jednoduchou otázku:

O kolik budu rychlejší, když běžný silniční bicykl a helmu doplním o časovkářské nástavce řídítek, nebo přisednu na časovkářský speciál v aerodynamické přilbě? Všechno ostatní (kola, obutí a dres) nechme beze změn.

Odpovědi jsou vyčísitelné, ale záleží na úhlu pohledu. Pro někoho jsou evidentní pro někoho méně, ale naštěstí jsou ve světě cyklistiky odborníci, jejichž prací je hledání odpovědí právě na tyto otázky.

Bylo nám umožněno strávit den s aerodynamikem firmy Specialized Markem Cotem ve větrném tunelu A2 a na závodním okruhu Lowe's Motor Speedway v severní Karolině. V tomto centru NASCAR věnují vybavení pro testování aerodynamiky nemalé částky. Větrný tunel A2, menší bratr tunelu AeroDYN, je využíván k testování menších vozidel a bicyklů. S cenou 390\$ za hodinu je jedním z nejlevnějších v US (pro srovnání tunel San Diego stojí na hodinu 800\$). Šéfové tunelu Mike Giraud a Dave Salazar vědí naprosto přesně co dělat, když se tu objeví bicykl. Navíc mohou porovnávat data z tunelu s údaji získanými na nedalekém, 2,3km dlouhém klopeném oválu pro NASCAR - Lowe's Motor Speedway.

Lowe's Motor Speedway v S. Karolině.
Foto ©: Jeff Jones



Mike Giraud and Dave Salazar
Photo ©: Jeff Jones

Pro testování Mark přizval Nathana O'Neilla, osminásobného australského šampiona v časovce, který v minulých osmi letech závodil za evropské a americké profesionální týmy. Právě byl v 15 měsíčním trestu (do 12. listopadu 2008) po pozitivním testu na Phentermin, tlumící chuť k jídlu, který je prapodivně mimo závody povolen, avšak při závodech je zakázaný. Pro jeho časovkářské zkušenosti a samozřejmě jeho schopnosti byl pro nás ideální testovací jezdec.

Jak postupovali

Měření ve větrném tunelu je v současnosti považováno za standard aerodynamického testování bicyklů. Pro optimální výsledky je potřeba jezdec, který na kole schopen udržovat při šlapání stabilní polohu. Samotný bicykl lze rovněž lze testovat, ovšem větší smysl má testování s jezdcem, neboť celkový tvar je naprosto jiný. Potřeba je také testovat určitý rozsah úhlů (směr větru vůči směru jízdy jezdce) kvůli bočnímu větru, neboť aerodynamika je výrazně ovlivňována směrem větru.

Při testování v tunelu není jednoduše možné pracovat s bočním větrem, neboť bicykl je fixně upevněn na válci.

Testování ve venkovním prostředí má smysl, neboť je blíže reálným podmínkám. Je ale časově náročné a je nutné neustále sledovat co nejvíce proměnných faktorů. Dokonce, i když je k dispozici hladká roviná dráha a přesné měřicí vybavení, jako kliky SRM a mobilní meteorologická stanice, tak jako jsme měli my, může vítr způsobit velké zkreslení výsledků, větší, než hodnoty které se snažíme změřit.

Meta 70W

Koncem července Cote a jeho tým provedli řadu testů porovnávající standardní silniční bicykl (Specialized Tarmac SL2 se zapletenými koly HED Bastogne) a časovkářský speciál (Specialized Transition s třípraprskovými loukoťovými koly HED3 a aerodynamickou helmou Specialized TT3). Porovnávali data z tunelu s hodnotami naměřenými na oválu Lowe's Speedway a velodromu v Asheville, která se skládala z několika časovek na 10mil (16,09km) a 1km v konstantní rychlosti 40km/h. Při venkovním testování měli štěstí na téměř ideální klimatické podmínky, při kterých chyby měření byly pod 2% celkové energie. Odpovídající chybovost při měření v tunelu byla pod 1%. Díky tomu lze hodnoty získané ve venkovním prostředí považovat za potvrzení dat z tunelu, avšak data u tunelu nenahrazují.

Zjistili, že venku byl při 40km/h rozdíl 60-70W mezi normálním silničním kolem, vyžadujícím při této rychlosti přísun energie 280-290W a plně časovkářský vybavením (~220W). To znamená v aerodynamice je úspora 22-24%. Převáděno do jiných hodnot je to 9 vteřin na kilometr, 5 minut a 33 vteřin na 40km a 24:58 při 180,2km dlouhé cyklistické složce triatlonového Ironmana. Nebo ještě jinak – pokud jsi schopen na normálním silničním kole jet rychlostí 40km/h, když přisedneš na časovkářský speciál a nasadíš časovkářskou helmu, pojedíš se stejnou intenzitou přes 44km/h.

V laboratorních podmínkách aerodynamického tunelu byly úspory ještě vyšší mezi 32-42% v závislosti na úhlu natočení. Toto jsou pouze aerodynamické úspory. Na aerodynamický odpor jde okolo 70% energie, takže 70% ze 32-42% = 22-29% celkové energie. Tyto hodnoty tedy téměř přesně odpovídají 22-24% údajům z dráhy. Při bočním větru je lepší časovkářský speciál fungující částečně jako plachta. Ovšem musíš být schopen udržet ho v přímém směru...



Nathan na kole Tarmac
Foto ©: Jeff Jones

Jak na to

Jak tedy dosáhnout úspory kýžených 70W? Kolik je ukryto v poloze, bicyklu, kolik přinese helma a kola? Na tyto ukazatele se test zaměřuje, přestože jsme netestovali různé kombinace zapletených kol, takže jsme se zaměřili na hodnotu úspory 60W.

Mark Cote stanovil pět variant:

silniční kolo Specialized Tarmac SL2 | silniční přilba SWorks | silniční řídítka
silniční kolo Specialized Tarmac SL2 | silniční přilba SWorks | nástavce na silničních řídítkách
silniční kolo Specialized Tarmac SL2 | přilba TT2 | nástavce na silničních řídítkách
časovkářský speciál Specialized Transition | přilba SWorks | aerořídítka
časovkářský speciál Specialized Transition | přilba TT2 | aerořídítka

Na všech jsme použili stejná zapletená kola (Roval) a obutí. Nathan jezdil časovkářské kombinéze s krátkým rukávem s návleky na pažích, v prstových rukavicích, avšak bez návleků na obuvi. Celková hmotnost jezdce a bicyklu byla 83kg.



Nathan na speciálu Transition
Foto ©: Jeff Jones

Všech pět variant bylo testováno na dvou kolech oválu Lowe's Motor Speedway (4,6km) při rychlosti co nejlíže 40km/h. Tyto testy byly později tohoto dne opakovány ve větrném tunelu. Při těchto testech Mike Giraud pro kontrolu kroužil na oválu rychlostí přibližně 32km/h se zařízením na měření



Mark Cote a Dave Salazar analyzují
Photo ©: Jeff Jones

rychlosti a směru větru upevněném v přední části bicyklu. Sonda vypadala trochu jako harpuna, ale na okruhu se naštěstí nevyskytovaly žádné velryby.

Bylo jasné, slunné listopadové dopoledne, avšak podmínky na oválu nebyly úplně optimální. Přestože vlivy změn v teplotě a vlhkosti bylo možné ve výpočtech zohlednit, měření lehce ovlivnil vítr.

CdA = koeficient odporu x čelní plocha]

Data naměřená na oválu

Varianta	Odhad. prům. CdA (m ²)	Rychlost (km/h)	Výkon (W)
Tarmac SL2 silniční přilba silniční řídítka	0.310	40.10	306.6
Tarmac SL2 silniční přilba nástavce na ř.	0.267	40.27	268.6
Tarmac SL2 přilba TT2 nástavce na ř.	0.256	40.38	261.0
Transition silniční přilba aerořídítka	0.265	40.17	262.9
Transition přilba TT2 aerořídítka	0.230	40.05	229.0

Plusem měření bylo to, že předpoklady byly správné a byl zde skutečně velký rozdíl 77W (25%) mezi silničním kolem a plnou časovkářskou výbavou. Přibližně polovina z toho připadá na polohu. Avšak stanovit kolik z toho připadá na bicykl a kolik na helmu je obtížné. Je to kvůli nevěrohodným údajům z měření varianty časovkářský speciál se silniční helmou, kdy měl být potřebný výkon při 40km/h okolo 240W místo 263W. Předpokládáme, že to bylo způsobeno spíše kalibrační chybou SRM, než vlivem větru v prostoru oválu avšak v momentě publikování to nebylo zřejmé.



Nathan O'Neill v tunelu
Foto ©: Jeff Jones

Testování ve větrném tunelu

Mark byl spokojenější po přesunu do větrného tunelu. Snadno měřitelná data odpovídala předpokladům a rovněž se projevil veliké zkušenosti s testováním. Testy probíhaly pod úhlem 0 až 10 stupňů s rychlostí větru 48.3km/h, která byla zpětně extrapolována na 40km/h. Data z větrného tunelu

Varianta	Tunel 0 CdA (m ²)	Rychlost (km/h) při 278W	Výkon potřebný pro 40km/h (W)
Tarmac SL2 silniční přilba silniční řídítka	0.3019	40.00	278.3
Tarmac SL2 silniční přilba nástavce na ř.	0.2662	41.65	248.9
Tarmac SL2 přilba TT2 nástavce na ř.	0.2547	42.25	239.5
Transition silniční přilba aerořídítka	0.2427	42.90	229.6
Transition přilba TT2 aerořídítka	0.2323	43.50	221.0

Na zvolených variantách bylo zajímavé to, že umožnily dva různé způsoby porovnání bicyklů a přileb. Rozdíl mezi silniční helmou Specialized a modelem TT2 byl 8,6W nebo 9,4W v závislosti na zvolené variantě. Rozdíl mezi kolem Specialized Tarmac SL2 s přípevnými nástavci a speciálem Transition byl 18,5W nebo 19,3W. Ovšem rozdíl mezi silničním rámem a stejným s časovkářskými řídítky byl výraznější 29,4W. Rozdíl je daný polohou jezdce (držení za spodek oblouků versus nástavce).

Úspora požadovaných 60W. Červencové testy vykazovaly 70W, avšak tam byla rovněž změněna (zapletená) kola, kde předpokládáme, že 3 loukoťová kola HED 3 přinesla úsporu dalších 10W oproti zapleteným kolům Hed Bastogne. Vzhledem k tomu, že zde byly i další rozdíly (tehdy použití TT3 v červenci vs. TT2 a kombinézy vs. silničních kol) musíme být opatrní v konání závěrů. Ovšem pokud je učiníme, ukazuje se, že kola Roval byla testovaná přibližně stejně jako 3 loukoťová a ušetřila přibližně stejně 10W.

Závěrem pro názornost přinášíme tabulku úspory výkonu převedenou na finanční hodnoty.

	cena	\$/W úspora při 40km/h
Nástavce na řídítka	\$100-1200	\$3,30-40
Aero přilba	\$75-230	\$8,30-25,50
Časovkářský speciál	\$1000-10,000+	\$50-500
Aero kola	\$600-\$8000	\$60-800

Jak moc se co vyplatí? To musíš zvážit sám.

Klíčové body

Poloha: Změna úchopu z řídítek na nástavce ušetří při 40km/h přibližně 30W
Bicykl: Časovkářský speciál ušetří při 40km/h oproti silničnímu kolu s časovkářskými nástavci přibližně 20W
Helma: časovkářský helma oproti běžné cyklistické přilbě ušetří při 40km/h přibližně 10W

Pozn:

- Testy prováděl pouze jeden jezdec a jeden set vybavení, což je dobré pro sledování proměnných, avšak znamená to rovněž, že výsledky nemůžeme příliš zobecňovat, přestože tak činíme...
- Bez ohledu na vysoké hodnoty CdA u varianty Transition | silniční přilba | Aerořídítka při testech na dráze byly všechny ostatní CdA v rozmezí 3% od hodnot změřených v tunelu. To není ideální, avšak podle Marka Cotea dostatečně dobré pro měření výkonu.
- Některé úspory na silničním kole s nástavci řídítek oproti časovkářskému speciálu jsou důsledkem polohy jezdce a ne aerodynamiky rámu.
- Se zmíněným vylepšením ušetříš při nižší rychlosti více času, ale méně wattů. Procentuální složka aerodynamického odporu je konstantní.
- Při testech v aerodynamickém tunelu vedenými zkušenými odborníky se můžeš mnoho naučit.

Originální verze článku: [www.cyclingnews.com](http://www.cyclingnews.com/tech.php?id=tech/2008/features/jeffs_need_for_speed08) How aero is aero
http://www.cyclingnews.com/tech.php?id=tech/2008/features/jeffs_need_for_speed08

fotogalerie Jeffa Jonese k článku:

http://www.cyclingnews.com/tech.php?id=/photos/2008/tech/features/jeffs_need_for_speed08/gallery-jeffs_need_for_speed08