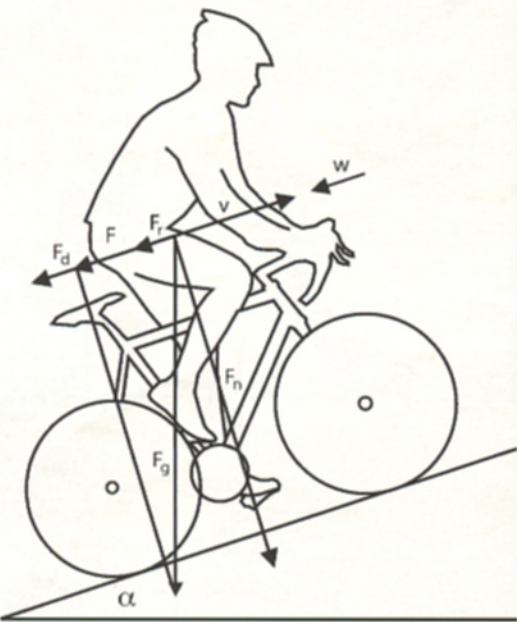
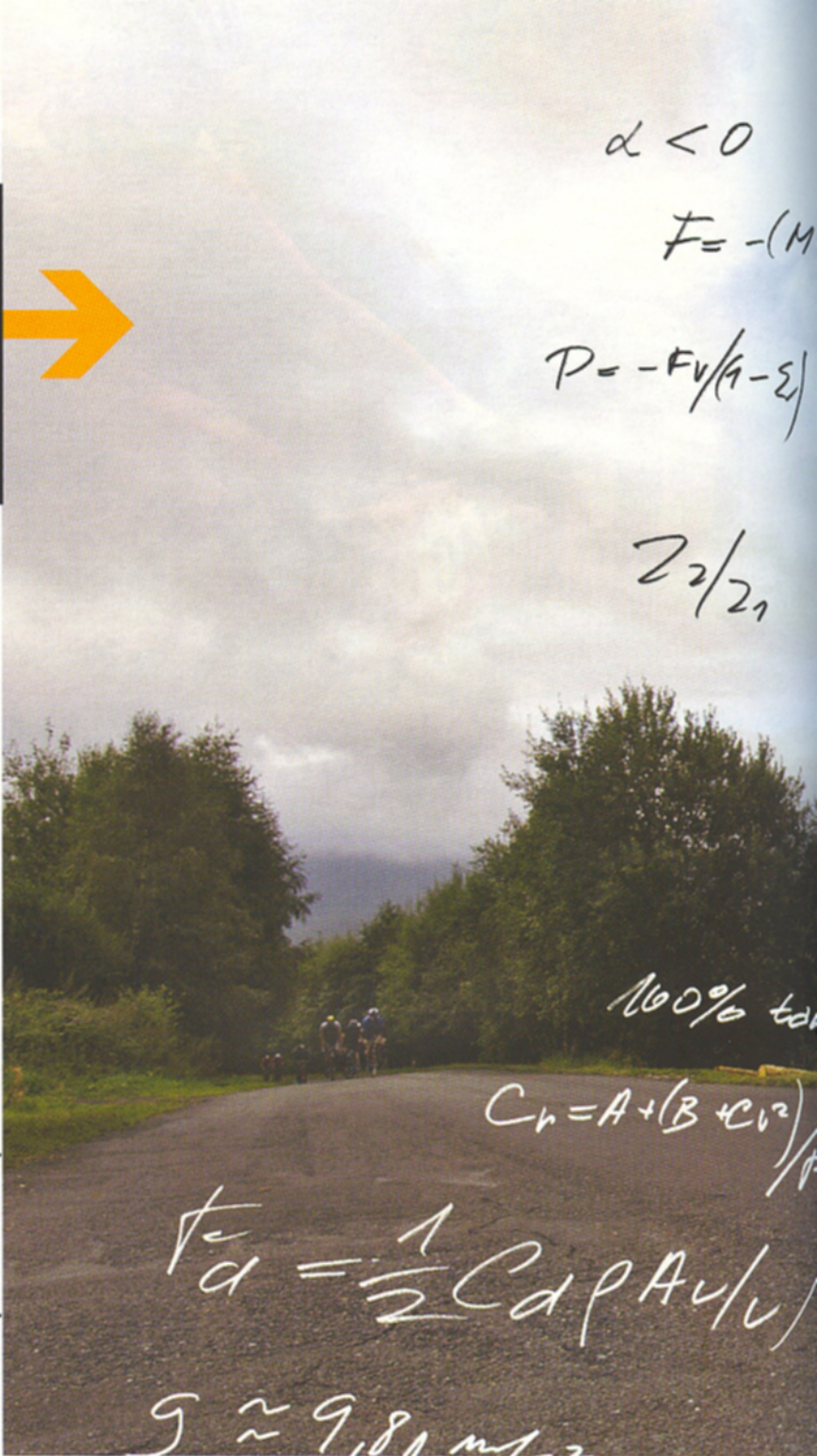


Fyzikální zákony nás mají ve své moci



Obrázek č. 1 znázorňuje rozložení tíhy na složku kolmou k povrchu a složku s ním rovnoběžnou, dále valivý odpor a odpor vzduchu.



$$d < 0$$

$$F = -(M$$

$$P = -Fv/(1-\epsilon)$$

$$22/21$$

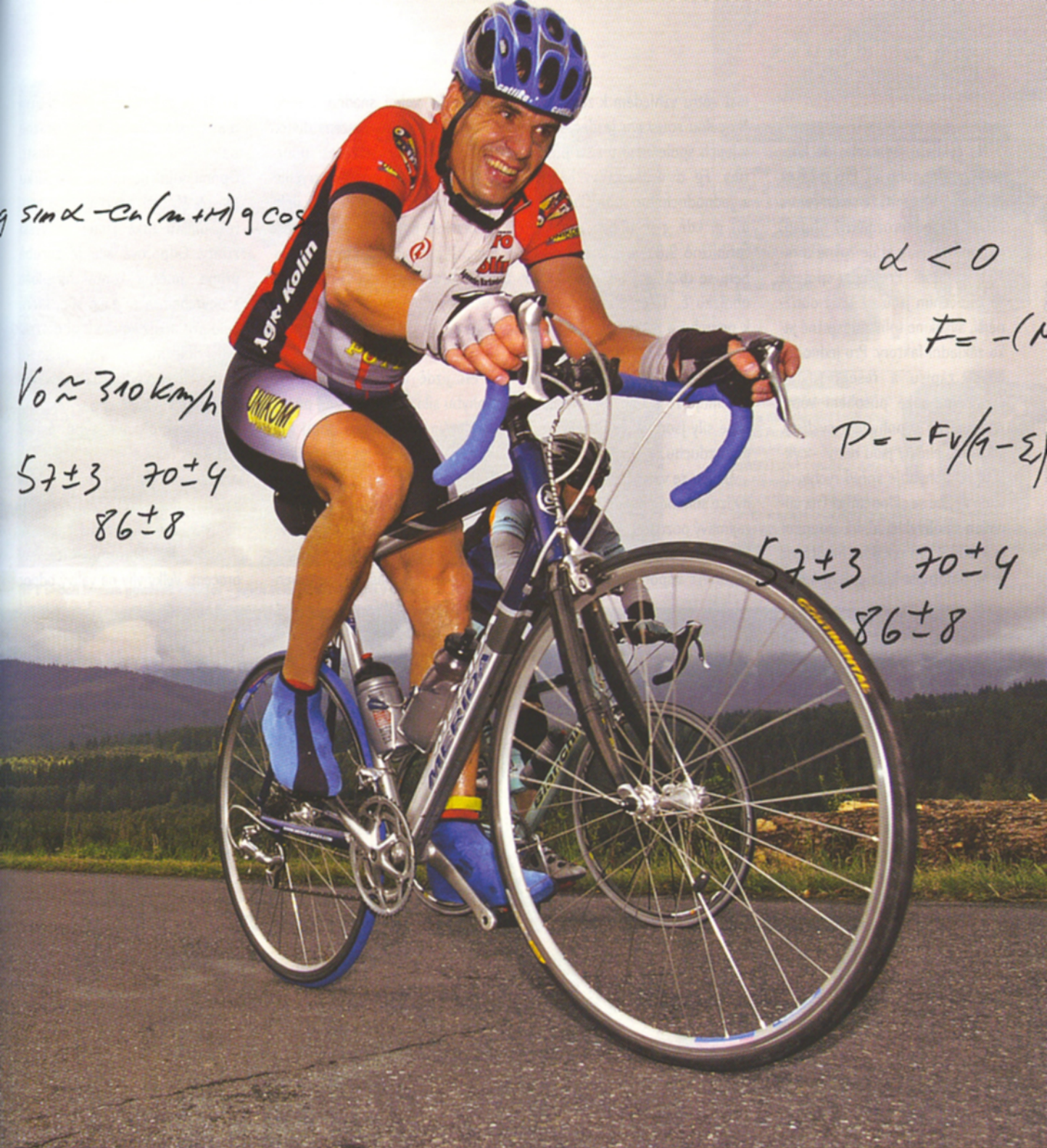
100% to

$$C_n = A + (B + Cv^2)$$

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho A v^2$$

$$g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$$

Fyzika na kole



$$g \sin \alpha - c_a (m + M) g \cos$$

$$\alpha < 0$$

$$F = -(M$$

$$V_0 \approx 310 \text{ km/h}$$

$$P = -Fv/(h - \epsilon)$$

$$57 \pm 3 \quad 70 \pm 4$$

$$86 \pm 8$$

$$57 \pm 3 \quad 70 \pm 4$$

$$86 \pm 8$$

Tolik najetých kilometrů, systematicky vedený trénink pod dohledem všemožných přístrojů, jak se ještě zlepšit? Jak posunout své hranice, vždyť to přece nějak musí jít! Není divu, že při jízdě mnohé cyklisty napadá spousta dalších otázek spojených s výkonem: co kdybych měl vrcharšský speciál, který sice stojí desetkrát víc než moje kolo, ale váží o tři kila méně? O kolik dřív bych asi byl na vrcholu stoupání? Nebo mám raději (a výrazněji) zhubnout já, než draze platit každičky gram? Co kdyby dráty v předním kole byly ještě o trochu plošší, pláště užší, ráfky vyšší nebo nižší, těžší nebo lehoučké kompozitové? Ale nemusíte být jen na výkon zaměřený ambiciózní jezdec, aby vám podobní brouci vrtali v mozkových závitech – vážím sto kilo a mé kolo deset, bude lepší, pokud zhubnu já o dvacet, nebo kolo o tři kilogramy? Protože se všechen pohyb, jízdu na kole nevyjímaje, řídí fyzikálními zákony, můžeme právě díky fyzice najít relativně snadno odpovědi na tyto i další časté otázky. Předkládáme vám je v textu vzniklém na základě článku Dr. Filipa Uhlíka z Univerzity Karlovy v Praze, který byl redakčně upraven. Vynechali jsme většinu rovnic a odvození, ale zachovali všechna zajímavá zjištění.

Vzhůru do světa vzorců a veličin

Na cyklistu jedoucího do kopce působí mnoho sil. Pro začátek je třeba zdůraznit, že se omezí pouze na jednorozměrný případ, kdy jezdec jede stále rovně a nikam nezatáčí. Problémy spojené se zatáčením jsou už totiž obtížnější, avšak ne tolik podstatné jako základní faktory. Pro jednoduchost zápisu a řešení rovnic stanovíme také působení větru rovnoběžné s pohybem cyklisty. Vstupní veličiny jsou dány – cyklista se pohybuje vpřed rychlostí v , do kopce se sklonem α (na silnicích se obvykle udává stoupání $\sigma = 100\% \tan \alpha$), jeho hmotnost je M , hmotnost kola pak m , rych-

lost větru vzhledem k zemi je w . Na celou soustavu jezdec + kolo v jejich společném těžišti působí tíha F_g o velikosti vycházející z jednoduchého vzorečku $(M + m)g$, kde g je tíhové zrychlení (přibližně $9,81 \text{ m/s}^2$). Její působení se rozkládá, jak je vidět na obrázku č. 1, na složku kolmo k povrchu a složku s ním rovnoběžnou. Prvá zkoumaný objekt přitlačuje k povrchu, druhá jej urychluje ze svahu. Další naznačené síly jsou valivý odpor a odpor vzduchu.

Už jen ze vzorečku působení tíhy lze snadno odvodit první velmi zajímavý poznatek – hmotnost kola a jezdce se sčítají. To znamená, že drahá úspora gramů na kole

může být velmi snadno a mnohem efektivněji nahrazena dietou pro jezdce (to však platí pouze pro případ, kdy jede bez zrychlení). Ba co víc, jak se dozvíte dále, hubenější jezdec s sebou nese i menší plochu těla, která se pozitivně promítne do aerodynamiky. Ale nepředbíhejme.

Valivý odpor

Při jízdě působí proti směru pohybu síla, která má svůj původ především v hysterezi obutí kol. Materiál, ze kterého jsou pláště či galusky vyrobeny, se v místě kontaktu s podložkou deformuje a část deformační energie se mění na teplo. Odpor roste s klesajícím tlakem v pláštích, se zmen-

šováním poloměru kol, se zatížením bicyklu, ne již tolik výrazně pak i s rostoucí rychlostí. Opomenout nesmíme ani šířku pláště. Hrubší povrch nebo vzorek pláště také znamená vyšší ztráty. Odporová síla je zhruba přímo úměrná kontaktní ploše s povrchem a ta zase síle, která kolo přitlačuje kolmo k podložce. Další důležitou veličinou je koeficient valivého odporu daného kola, jehož velikost závisí zejména na poloměru kola, typu pláště a tlaku v něm.

Resumé? Zvýšení tlaku třeba z pěti na deset atmosfér (cca ze 70 na 145 PSI) může přinést snížení tohoto koeficientu až o desítky procent. Velký vliv na valivý odpor



Oholeným nohám je na základě měření přisuzována pětivteřinová úspora na 40 km při rychlosti pouhých 40 km/h, odstranění košíku s lahví 25 s, aerodynamické přilbě 30 s, plnému zadnímu kolu 60 s, časovkářskému speciálu a s ním spojenému specifickému posedu více než 90 s. A to nemluvíme o návlecích na tretry a dalších aspektech. Pro rozhodující časovku na Tour je jistě cokoliv z toho nezanedbatelný faktor, testy v aerodynamických tunelech získávají po přechtění těchto údajů na váze.



HPV neboli human powered vehicles – jejich velká přednost tkví v malém aerodynamickém odporu. Jsou-li kapotovány, lze se v nich při stejné námaze pohybovat mnohem větší rychlostí než na běžném kole.

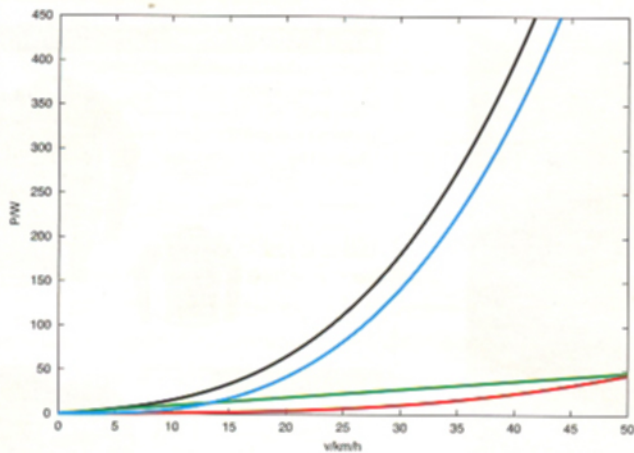
má síla působící kolmo k podložce, která závisí na zatížení kola, tedy na hmotnosti jezdce. Již podruhé je to tedy právě hubená či rozměrná postava cyklisty, která podstatnou měrou ovlivňuje výkon. Tlak v pláštích je téma samo pro sebe stejně jako jejich šířka. Zejména v MTB se tak proti sobě staví nízký valivý odpor daný vysokým tlakem a rozměrem pláště a komfort či záberové vlastnosti pneumatiky. Fyzika promluvíla, rozhodnutí však zůstává na konkrétním jezdci. Kupodivu proti fyzikálním zákonům se vydali v minulosti stavitelé časovkářských či triatlonových speciálů vybavených 26" koly (stejně tak poměrně nedávno některé vrchařské speciály profesionálů). Je třeba ještě dodat, že s většími průměry je spojena linější akcelerace, ale i větší aerodynamický odpor.

Odpor vzduchu

Rychlost vzduchu vzhledem k jezdci je rozdílná před ním a za ním, což vede k rozdílu tlaků a s ním spojenému vzniku odporové síly. Do její velikosti promlouvá výraznou měrou rychlost vzduchu, jeho hustota a velikost přední plochy. Ten závisí na rozměrech cyklisty (hmotnost jezdce potřeť jako velmi důležitý faktor) i kola a jejich tvaru (konkrétní posed na kole). Běžná hodnota odporu se pohybuje okolo 0,4 m², v časovkářské pozici je o něco menší, řekněme průměrně 0,31 m², při brždění tělem (zvednutý trup) kolem 0,6 m². Ovšem například u kapotovaného HPV bicyklu (viz obrázek na této straně) má tento koeficient hodnotu třeba jen 0,046 m².

Hodnota hustoty vzduchu také není zanedbatelná, její velikost závisí na teplotě a tlaku, který s nadmořskou výškou přibližně exponenciálně klesá. Ve standardní zemské atmosféře je hustota vzduchu při hladině moře 1,23 kg/m³, v 1500 m je to 1,06 kg/m³ a v 2000 m už jen 0,91 kg/m³. Číselně možná malý rozdíl, prakticky však významný. Například Mexico City leží ještě o něco výše, a tak právě proto se značný počet v něm dosažených olympijských rekordů (například rekordy ve všech mužských běžeckých disciplínách na 400 m a méně) obvykle svádí na menší odpor vzduchu. V případě cyklistiky je 25% snížení hustoty vzduchu faktor skutečně velmi významný. Znamená však současně také zvýšené nároky na organismus jezdce, který musí dýchat řídkší vzduch a záleží na tom, jak je schopen se s tímto vyrovnat. V dalších případech již budeme předpokládat, že naše výška se jen zanedbatelně liší od hladiny moře.

Na hodnotě hustoty vzduchu a velikosti čelní plochy závisí další význačná veličina, a to koeficient odporu vzduchu. Nejlépe jej lze změřit v aerodynamickém tunelu. Jsou to značně citlivá měření, už jen změny plochy způsobené dýcháním jezdce a tedy změnami proporcí hrudníku lze na výsledcích zaznamenat. S pomocí těchto měření lze například odhadnout časovou úsporu při hodinové jízdě rychlostí 40 km/h, tedy na dráze 40 km. Oholeným nohám je na základě měření přisuzována pětivteřinová úspora, odstranění jednoho košíku s lahví 25 s, aerodynamické



graf č. 1 – Závislost výkonu jezdce (černá čára), ztrátového výkonu valivého odporu (zelená čára), odporu vzduchu (modrá čára) a ztrát kola (červená čára) na rychlosti.

přibližně 30 s, plnému zadnímu kolu 60 s, časovkářskému speciálu a s ním spojenému specifickému posedu více než 90 s. Pro rozhodující časovku na Tour je jistě cokoli z toho zanedbatelný faktor, velmi drahé testy v aerodynamických tunelech získávají po přečtení těchto údajů na váze. Pro rekreačního jezdce je však nejméně o řád větší rezerva v jeho vlastním výkonu (a tělesné hmotnosti).

Rozdělení významu odporu vzduchu mezi jezdce a kolo je zhruba 7:3, takže i zde stojí za to začít u jezdce. Navíc vylepšení kola (mimo odmontování košíku s lahví) není právě levné. Pokud by šlo o stanovení žebříčku komponentů, které se pozitivně projeví v aerodynamice, pak největší význam má výměna řídítek (proto jsou v časovce používána řídítka kosmických tvarů) a zapletených kol. Odporová síla na zadní kolo, které je částečně stíněno rámem i nohama jezdce, je asi o 25 % menší než na přední. Z pohledu aerodynamiky jsou jednoznačně nejlepší disková kola (tato konstrukce pochází již z roku 1895), ale z důvodu lepší ovladatelnosti ve větru se jako přední obvykle volí loukočové kolo s vysokým ráfkem. Kvůli lepší aerodynamice jsou také používány vysoké ráfky.

Vztah výkonu a rychlosti

Do rovnice pro sílu působící za konstantní rychlosti na jezdce a kolo nám chybí už jen složka tíhy rovnoběžné s povrchem, která je zcela pochopitelně závislá na hmotnosti soustavy kolo plus cyklista a zároveň na úhlu daného stoupání.

Pokud má jezdce jet stálou rychlostí, musíme do složky výkonu zařadit i výkon potřebný na překonání ztrát na ložiscích a řetězu kola. Na jednom ložisku se podle typu ztrácí asi 1-2 % výkonu, na řetězu asi 2 %, na celé kolo řekněme dohromady ztráta ve výši 6-10 % výkonu! To rozhodně není zanedbatelná položka, opět tedy máme vysvětlení, proč takové soustředění výrobců na kvalitu ložisek i dalších komponentů.

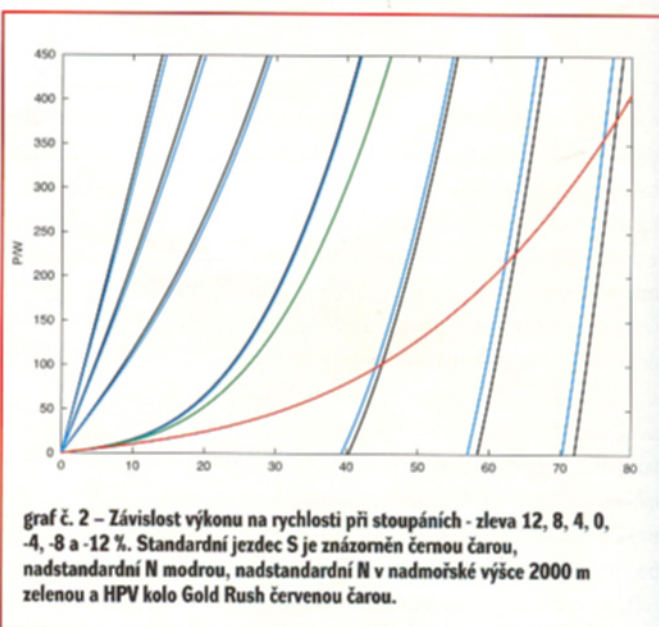
V dalším kroku můžeme porovnat tři různé jezdce při konstantních hodnotách odporu a podobných souvisejících veličin – standardního (S, 75 kg, kolo 12 kg, je schopen podat po delší dobu výkon 200 W), nadstandardního (N, stejné parametry, kolo však jen 8 kg) a elitního (E, kolo také 8 kg, stejné parametry, dokáže však podávat po delší dobu výkon 400 W). Když dosadíme hodnoty pro jízdu v bezvětří a po rovině, dostaneme pro rychlosti jednotlivých

jezdců hodnoty 31,1 km/h (S), s opravdu nepatrným odstupem 31,2 km/h (N), avšak jasně vzdálených 40,1 km/h (elitní jezdec)! Z výsledků lze tedy snadno odvodit, že pro rovnoměrnou jízdu po rovině má o 4 kg lehčí kolo celkem zanedbatelný efekt, protože se projeví jen o něco menším valivým odporem. Jednoznačně tedy kraluje výkon nad vybavením.

Než se pustíme do důkladnějšího porovnání, podívejme se ještě, jak je přibližně rozdělen výkon jezdce spotřebovaný na překonávání odporu vzduchu, valivého odporu a mechanických ztrát. Na grafu č. 1 je situace znázorněna pro případ nadstandardního jezdce jedoucího rovnoměrně po rovině. Mechanické

jíždě z kopce, s rozdílem časů pro stoupání a sjezd dohromady to bude naopak. KAŽDOPÁDNĚ MNOHEM DŮLEŽITĚJŠÍ NEŽ ÚSPORA NĚKOLIKA KILOGRAMŮ NA KOLE JE PILNĚ TRÉNOVAT.

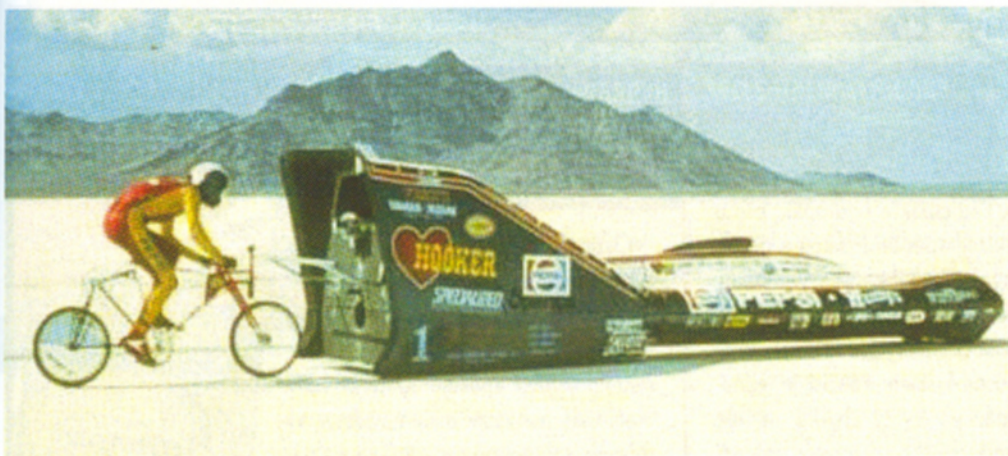
Za povšimnutí jistě stojí, že dokud nezrychlujeme, vyskytují se hmotnosti jen v součtu $m+M$ takže je jedno, jestli ušetřím na kole nebo na jezdci, pokud jeho výkon zůstane stejný. Jak rychle by asi člověk mohl jet po rovině, kdyby vzduch nekladl žádný odpor? Když nastavíme hodnoty odporu a stoupání na nulu, dostaneme v případě našeho elitního jezdce a hodnot pro o něco robustnější kolo (12 kg) u výsledné rychlosti na hodnotu přibližně 310 km/h! Trochu moc? Ne tak



graf č. 2 – Závislost výkonu na rychlosti při stoupáních - zleva 12, 8, 4, 0, -4, -8 a -12 %. Standardní jezdec S je znázorněn černou čarou, nadstandardní N modrou, nadmořské výšce 2000 m zelenou a HPV kolo Gold Rush červenou čarou.

ztráty na kole v našem modelu činí stále stejnou část výkonu jezdce a s výjimkou malých rychlostí se skoro všechny výkon spotřebovuje na překonávání odporu vzduchu. Podrobnější srovnání modelových jezdců pro různá stoupání a klesání je na grafu č. 2, navíc je uveden ještě případ pro jízdu po rovině v nadmořské výšce 2000 m pro jezdce N a E. Tihle dva se liší jen svým výkonem, mají tedy společné křivky. Při jízdě DO KOPCE JE LEHČÍ KOLO VÝHODA, při jízdě z kopce je tomu naopak. I když je rozdíl rychlostí při jízdě do kopce menší než při

docela. Už v roce 1899 si Charles Murphy nechal pokrýt asi tři míle pražců mezi kolejemi dřevem a za vlakem pak ujel jednu míli za minutu, dosáhl tedy průměrné rychlosti asi 96 km/h. V roce 1985 John Howard dosáhl na speciálním kole za autem rychlosti 245 km/h. Na jeho kole (na str. 23) je zajímavé, že místo obrovského převodníku (maximální převod, kdy řetěz na pastorku ještě dostatečně efektivně zabírá, je asi 6:1), kvůli kterému by navíc kolo muselo být značně vysoké, aby převodník byl nad zemí, jsou na kole řetězy dva.



metry, Medicine & Science in Sports & Exercise 32 (2000) 1281) s osmi dobrovolníky provozujícími různé sporty byly pro výkony 100, 200, 300 a 400 W zjištěny optimální kadence 57 (+/- 3), 70 (+/- 4), 86 (+/- 8) a 99 (+/- 4) otáček za minutu. Při vrcholných výkonech vyžadujících výkony přes 400 W (rekord v hodinovce, časovka nebo výjezd na Alpe d'Huez při TdF) jsou kadence kolem 100 ot./min. běžné. Snažit se o stejnou kadenci na vyjíždce při 200 W by však bylo zbytečné plýtvání silami.

V roce 1985 John Howard dosáhl na speciálním kole za autem rychlosti 245 km/h. V roce 1995 ho překonal Fred Romplberg na podobném kole rychlostí 269 km/h. Vodičí automobil eliminuje odpor vzduchu.

Mezipřevodník je kvůli efektivitě záběru umístěn výše, aby byl pastorek dál a řetěz byl kolem něj lépe obtočen. V roce 1995 ho překonal Fred Romplberg na podobném kole rychlostí 269 km/h.

Převody a kadence.

Na náčrtku je schéma pohonu kola. Po chvíli počítání zjistíme, že síla nutná k tomu, aby byl systém v rovnováze, je také dána fyzikou. Protože zuby musí být na obou ozubených kolech stejné, je možno poměr poloměrů nahradit poměrem počtu zubů. Když chci, aby záběrová síla byla maximální, musím šlapat kolmo ke klíce a zařadit vpředu co nejmenší převodník a vzadu co největší kolečko. Převody slouží jako přizpůsobení mezi rychlostí bicyklu a optimální kadencí pro daný výkon jezdce. Jaká je ale optimální kadence?

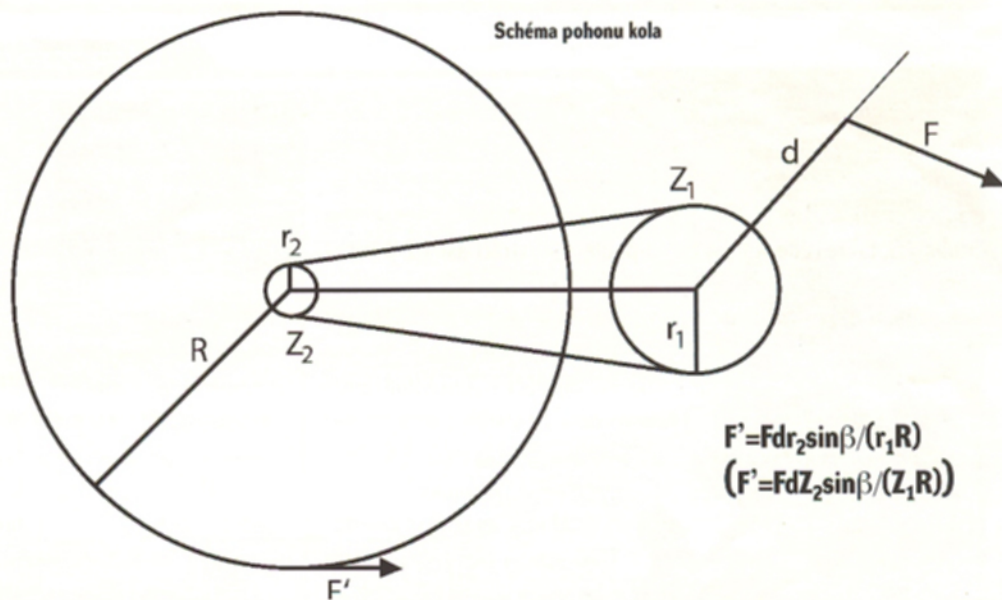
Rychlost a síla při práci skupiny svalů jsou při dané svalové aktivaci nervy svázány empirickou

Hillovou rovnicí. Závislost výkonu na rychlosti při dané aktivaci prochází maximem a pro rostoucí aktivaci se poloha maxima posouvá k vyšším rychlostem. Pro generování určitého výkonu tedy existuje optimální kadence, kdy je potřeba minimální svalové aktivace a s rostoucím výkonem ta-

to optimální kadence roste. Protože svalovou aktivaci lze měřit pomocí elektrod umístěných na kůži, je možno tyto optimální kadence snadno zjistit. V jednom konkrétním experimentu (B. R. Macintosh, R. R. Neptune a J. F. Horton: Cadence, power, and muscle activation in cycle ergo-

Doplnit tento text vzorečky, byl by asi jen těžko čitelný a stravitelný. Sice tedy o podklady vedoucí k výsledku chudší, ovšem o to zajímavější informace prozradila fyzika k pohybu cyklisty. (r)

Foto: Robyn Trnka, M. Navrátilová (Cor Vos) a archiv



Kolo, přesněji součástky na něm, jsou specifickým kolektivem, za jehož stmelení stojí konstruktéři a vývojáři. Každý kolektiv má svou vůdčí osobnost, své poddůstojníky, ale i své dělníky. Bez jediného článku by skupina nefungovala, každý je důležitý a nepostradatelný. Zaměříme se nyní na dělníky pohonu, na skupinu komponentů, která pohání celek – na ozubenou jednotku tvořenou kazetami, na něž řetěz coby operační důstojník přenáší sílu z převodníků. Téma je to po sezoně více než zajímavé. Přichází čas ohlédnutí za následky kilometru nastřádaných v cyklisticky příjemných dnech.

Nic nezačíná od konce

Již od počátků cyklistiky přicházeli vynálezci na různé způsoby, jak dostat bicykl do pohybu jiným způsobem nežli pouhým odražením nohama od země. Přes rozličné systémy přepákování, simulující kupříkladu chůzi do schodů (z dnešního pohledu sice slepé koleje, nicméně tehdy převratné kroky ve vývoji), se pokrok nakonec ustálil na systému využívajícím pro přenos energie ozubená kolečka a řetěz. Cyklistika zde však neustrnula, to se sluší pro začátek uvést. Vždyť mnozí výrobci laborují s pohonem řemenem či kardanem. Není se co divit – neduhem řetězu a ozubených kol je nejen odpor, ale i velká náchylnost k opotřebení, zvýšená nepříznivými podmínkami. Zmíněným cestám nahrávají čím dál kvalitnější náboje s integrovaným řazením. Ty odbourávají nejen potřebu variabilní délky řetězu, ale vůbec jeho podstaty. Ačkoliv kardan a především řemenový pohon najdete na narůstajícím počtu komfortních kol, pro tuto chvíli stále můžeme považovat soustavu řetěz, pastorky a převodníky za masově rozšířenou a vůdčí.

Zpočátku byly možnosti nového řešení dosti omezené, a to hlavně z důvodu používání protisměrné brzdy uložené v zadním náboji, která vyžadovala pevnou délku řetězu. K zásadnímu obratu došlo na počátku minulého století, kdy Shozaburo Shimano přivedl na svět první volnoběžné kolečko. To bylo impulzem nejen ke splašenému závodu ve zvyšování počtu pastorků, ale spolu s ním i k vývoji mechanismů pro možnost jejich změny bez potřeby zastavení. Tato první etapa trvala přes půl století, znamenala rostoucí zásobu koleček na zadním náboji, snižující se rozdíly v počtu zubů mezi nimi (to pro citlivější přechody v dávkování síly), vyvíjel se i systém řazení.

K důležitému zvratu došlo roku 1983, kdy Shimano uvedlo na trh polohovací řazení. Ve stejné době došlo ale i k daleko zásadnější změně, a to v uložení pastorků. Až doposud bylo kolečko kompaktním celkem, který bylo možné namontovat na jakýkoliv náboj. Uvnitř jeho těla byla umístěna ložiska a západkový mechanismus a na vnější stěně pláště byly namontovány pastorky. Tato konstrukce byla provázena vyšší hmotností. Spolu s polohovým řazením a s tím spojenou potřebou vysoké přesnosti řazení došlo k průlomům v technologii uložení pastorků. U šroubovacích víčekoleček se totiž nezdálo, že závit na náboji nebo kolečku nebyl zcela přesný a pastorky „plavaly“, nedržely při otáčení osu.

Západkový volnoběžný mechanismus se proto přestěhoval do zadního náboje, stal se jeho součástí a pastorky se nasazovaly přímo na náboj. Druhotným a také velmi důležitým přínosem bylo posunutí ložisek náboje blíže k patkám rámu. Došlo tak mimo zpevnění celku k odstranění Achillovy paty některých starších provedení – častého praskání zadní osy. V posledních letech minulého století jsme zaznamenali další citelný krok vpřed – řazení se přesunulo z rámové trubky na řídítka, postupně se zvyšoval počet pastorků, po osmi byla v roce 1997 uvedena na trh kazeta s devíti pastorky a o tři roky

později se jejich počet ještě navýšil a zastavil na kulatém čísle 10. Spolu s tímto počtem pastorků došlo i k definitivnímu rozchodu ve vzájemné kompatibilitě Shimana a Campagnola. Ta totiž byla v omezené míře u osmi a devítipolohových systémů možná (pokud jezdec pominul vyšší hlučnost a rozdíl v citlivosti řazení obou systémů). Bohužel nyní při důrazu na přesnost seřazení, daném jen minimem prostoru mezi pastorky, je nelze dokonale vyladit.

Italská verze

Campagnolo v počátcích polohovacího řazení stále používalo šroubovací klasiku. Tento systém bylo možno používat i s příchodem osmi poloh, kdy kompatibilní kolečko vyráběl například Sachs-Maillard. Campagnolo ale současně začalo vyrábět vlastní náboj s unašečem a kazety. Zprvu se vizuálně od pastorků šroubovacích koleček nelišily, později ve snaze o zrychlení a vyšší přesnost došlo nejprve k pootočení, posléze tvarové úpravě konců zubů. Pro udržení plynulého náběhu a možnosti skládání různých kombinací byly tyto první pastorky vybaveny ve spodní části písmeny. Díky tomu se dala i po změně počtu zubů na pastorkách podle návodu pootočením na unašeci zachovat dostatečná přesnost řazení. Poté ale přišla úprava v podobě jedné širší drážky na unašeci, která těmto možnostem zamezila. Než se však stačilo osmikolo dostatečně ohřát na nejvyšším postu v počtu pastorků, byla tu kazeta s devíti pastorky a s tím hned i další změna – opět nový unašeč. Jeho volnoběžný systém si sice zachoval stejný mechanismus se třemi nezávislými západkami, kde má každá vlastní vratnou pružinku, ale jeho průměr se změnil a především se prohloubilo drážkování. Naštěstí po navýšení dalšího pastorku a rozšíření počtu na magickou desítku již zůstal unašeč nezměněn, došlo „pouze“ k zúžení podložek.

Japonský postoj

U Shimana s vývojem volnoběžných unašečů začali dříve a není proto divu, že jejich první modely s sebou nesly ještě poměrně výrazné poznávací znaky společně s původním provedením. K nim patřila možnost otočení pastorku v případě ojetí. Od té však výrobce rychle ustoupil, a to zejména pro zhoršení funkce řazení. První inovací byla stejně jako u Campagnola (ale nezávisle na sobě) úprava drážkování. Postupně pak došlo i k některým tvarovým změnám zubů a různému bočnímu podbrušování se speciálním označením. Tak se můžeme ještě dnes setkat s označením UG, HG, IG nebo u komfortních sad LG, což ale ve zkratce pouze označuje technologii zpracování ozubení. Jezdec vlastnící některý z těchto systémů může zachovat chladnou hlavu před obavou, že by byl odkázán pouze na jeden jediný model a teoreticky by v případě ukončení jeho výroby musel kupovat novou řadič sestavu. Tyto systémy jsou totiž vzájemně kompatibilní – v případě koupě řetězu jiného systému tedy pouze nebudou využity všechny výhody konkrétního provedení. Vývoj v tomto směru má za hlavní úkol usnadnit a zkrátit přechod řetězu mezi pastorky spolu se zvýšením plynulosti náběhu provázené s rázy. Ty totiž bývají nejčastěji příčinou (zejména u MTB) poškození nebo zasukování řetězu.

Podobný osud jako drážkování čekal i asi poslední společný znak se šroubovacími kolečky, kterým bylo „závěrné“ kolečko se závitkem. Spolu s neustálým snižováním počtu zubů na posledním pastorku, spojeným s ubíráním materiálu v posledním pastorku pro závit, byli konstruktéři nuceni závit umístit z jeho vnější na vnitřní stranu, současně použít závěrné matice, čímž mu dali prakticky již dnešní podobu. Výrazné změny unašeče Shimano stihlo na rozdíl od konkurence udělat najednou. Bylo to s příchodem osmikolečka, kdy se tělo unašeče muselo prodloužit a zároveň zmizel i onen vnější závit z jeho těla. Tento tvar a tedy i univerzálnost pro různé počty pastorků je stejná až do nynějška. Jedinou komplikací je jednostranná kompatibilita kazeta, ale na Dura-Ace náboj pouze kazeta ze stejné řady.

A ti další

Není to však jen Shimano a Campagnolo, kdo produkuje kazety. Ostatním výrobcům stačilo pouze přizpůsobit se některému ze systémů drážkování na unašeči. Díky univerzalitě a hlavně širšímu záběru se logicky nejvíce nabízí Shimano. To totiž kromě silniční sekce, kde se o vedoucí postavení dělí s Italy, prakticky ovládlo celé odvětví MTB. Je proto nasnadě, že jeho systém je pro většinu značek pohybujících se v tomto oboru výhodnější. K nejvýznamnějším patří Sram. Jeho náklonnost Shimanu je patrná i z detailu, jakým je shodný vnitřní tisícíhran pro stahovák na závěrné matici. Nelze však tvrdit, že by se spokojil pouze s kopírováním. Nejenže přispěl do konstrukčního Babylonu použitím kompozitu coby stavebního materiálu pro výrobu unašeče nesoucího pastorky, ale vyrábí i vlastní řetězy. Ty jsou sice rozdílného provedení než Shimano, postrádají i tvarování vnějších článků, avšak jsou se Shimanem plně zaměnitelné, čehož velká řada výrobců využívá i při kompletování nových kol.

Bohužel u kazet tohoto výrobce stejně jako například u SR Suntouru a několika dalších značek může vyvstat problém v podobě kompatibility s Campagnolem. Ta je sice v omezené míře a s přimhouřením oka na kvalitu řazení možná u devítipolohových silničních systémů, u desítky nikoliv. Východiskem mohou být „stavebnice“. Na našem trhu jsou v zásadě dvě. Tou jednodušší je Mavic, který se soustředí na přizpůsobení standardu Shimana, ale v setech nabízí podložky pro devíti i desetikolo. I když by se tak zdálo, že jde kazeta využít na jakýkoliv unašeč, bude potencionální zájemce zklamán, deset pastorků je možno instalovat pouze na unašeče vyráběné Mavicem, které jsou oproti Shimanu delší. Naopak jeho výhodou může být širší využití u mládežnických kategorií závodníků, jimž ve stavebnici dokáže nabídnout koncové kolečko se 14 zuby a tudíž i pro jejich věk povolenou sestavu pastorků a zároveň vlastní sestavu posloupnosti bez nutnosti přizpůsobení verzi nabízené některými z ostatních výrobců. Druhou značkou, kterou je možno bez uzardění označit jako puzzle, je italské Marchisio. To sice nemá konkrétní nabídku celých kazet, ale nahrazuje ji jednotlivými komponenty, z nichž lze kazetu libovolně sestavit. Možnost výběru velikosti posledního pastorku od 11 po 14 zubů také sa-



možřejmě nechybí. Výhodou oproti první jmenovanému je i výběr, na jaký unašeč bude kazeta používána. Ten umožňuje vyměnitelný prsteneč.

Převody i rozdíly přibývají

Po prosáknutí desetirychlostní kazety Campagnolo až do sady Veloce a posléze vyrovnání poměru sil ze strany Shimana (pro nadcházející sezonu bude stejný počet pastorků mít i jeho řada 105, srovnatelná s Veloce) může poměrně snadno přijít chvíle, kdy se i pouhá výměna opotřebované kazety stane z důvodu zastarání modelu problematickým úkonem. Tak tomu bylo v posledních letech například u Campagnola – spolu s přechodem z osmi na devítipolohové systémy došlo i k výrazné změně ve tvaru unašeče. Pro cyklistu s již během okamžiku starým „osmičkovým“ ořechem bude stále problematictější shánění kazety nové.

Částečná náhrada

Řada jezdců také může často řešit problém s opotřebováním jen některých pastorků. V takové chvíli je nasnadě otázka koupě pouze jednoho či dvou, které by nahradily opotřebované. Současně ale vyvstává

Tabulka převodů	53	52	50	48	44	42	39	36	34	32	29	22
34	1,56	1,53	1,47	1,41	1,29	1,23	1,15	1,06	1	0,94	0,85	0,65
32	1,66	1,63	1,56	1,5	1,38	1,31	1,22	1,13	1,06	1	0,91	0,69
30	1,77	1,73	1,67	1,6	1,47	1,4	1,3	1,2	1,13	1,07	0,97	0,73
28	1,89	1,85	1,79	1,71	1,57	1,5	1,39	1,29	1,21	1,14	1,04	0,79
26	2,04	2	1,96	1,85	1,69	1,62	1,5	1,38	1,31	1,23	1,12	0,85
25	2,12	2,08	2	1,92	1,76	1,68	1,56	1,44	1,36	1,28	1,16	0,88
23	2,3	2,26	2,17	2,09	1,91	1,83	1,7	1,57	1,48	1,39	1,26	0,96
21	2,52	2,48	2,38	2,29	2,1	2	1,86	1,71	1,62	1,52	1,38	1,05
19	2,79	2,74	2,63	2,53	2,32	2,21	2,05	1,84	1,79	1,68	1,53	1,16
17	3,12	3,06	2,94	2,82	2,59	2,47	2,29	2,12	2	1,88	1,71	1,29
16	3,31	3,25	3,13	3	2,75	2,63	2,44	2,25	2,13	2	1,81	1,38
15	3,53	3,47	3,33	3,2	2,93	2,8	2,6	2,4	2,27	2,13	1,93	1,47
14	3,79	3,71	3,57	3,43	3,14	3	2,79	2,57	2,43	2,29	2,08	1,57
13	4,08	4	3,85	3,69	3,38	3,23	3	2,77	2,62	2,46	2,23	1,69
12	4,42	4,33	4,17	4	3,67	3,5	3,25	3	2,83	2,67	2,42	1,83
11	4,82	4,73	4,55	4,36	4	3,82	3,55	3,27	3,1	2,91	2,64	2

Možnost propočtu ujeté vzdálenosti na jedno šlápnutí může být vodítkem při výběru kazety či převodníků, konkrétně počtu jejich zubů. Výborným pomocníkem může být tato tabulka. Jsou v ní uvedeny nejčastěji používané počty zubů u pastorků a převodníků na silnici i MTB a koeficient, jehož vynásobením obvodem zadního kola dostaneme vzdálenost ujetou na jedno otočení klik o 360°. Takto lze zejména u kazetových stavebnic volit i skladbu pastorků, aby se při použití jiného převodníku nepotkávaly stejné převody (stejná vzdálenost na jedno otočení klik), nebo hlídat limit omezených převodů u mládežnických kategorií při závodech.

otázka typu kazety. Některé mohou být nerozebíratelné, spojené nýtováním či šroubky, jiné pouze sestavované, bez vzájemného propojení pastorků. U posledních dvou jmenovaných je výměna jednotlivých pastorků možná.

Spojení pastorků nýty nebo šrouby má za hlavní úkol rozložit tlak při záběru na celý unašeč kazety. Šroubované spojení lze snadno odstranit a nasadit pastorky samostatně, což podle dlouholetých zkušeností nemá negativní následky na funkčnost celku, zato lze volit skladbu kazety podle vlastních potřeb, pokud jsou k dispozici samostatné pastorky. Výměnu lze uplatnit například pro dosažení menších rozdílů při preferování silového stylu jízdy, časovky, rovinaté výlety, nebo naopak při doplňování lehčích pastorků pro zdolávání horských velikánů.

Výměna však může přinést dva negativní průvodní jevy. Prvním je zhoršení plynulosti náběhu z důvodu porušení ideální posloupnosti původních pastorků, která jim byla přesně dána. Druhým jevem, nad kterým je třeba se také zamýšlet, je při doplňování pastorků současné odstraňování jiných. Při dosazování menších je pomoc jednoduchá, stačí odstranit nejlehčí. Naopak při potřebě lehčích převodů a logického odstranění nejmenšího pastorku může nastat komplikace, pokud „druhý“ pastorek v pořadí nebude mít úpravu závěrné matice (zoubkování vnitřní části proti povolení), nebo bude malá šířka pastorku a tedy nedostatek opěrné plochy na ořechu pro možnost použití závěrné matice. Při jakémkoliv změně skladby kazety je rozhodně dobré přemýšlet nad rozdíly v počtu zubů mezi sousedními pastorky – příliš velký rozdíl přinese nejen značný skok mezi převody, ale i možné zhoršení průběhu řazení, naopak rozdíl jediného zubu nemusí být tolik citelný. Při odlehčování převodů je dobré zvážit i pořízení menšího převodníku či troj-převodníku. Obě varianty umožní zachovat původní složení kazety a také předejdou přílišným „skokům“ mezi jednotlivými převody. Pro přesnou ilustraci přikládáme tabulku převodů, podle které lze zjistit i poměr mezi přidáním (respektive ubráním) zubu na kazetě či na převodníku.

Problém přichází také u vyšších modelů, kdy jsou na hliníkový unašeč po úsporu váhy nýtovány titanové nebo ocelové pastorky po dvou či po třech. Ty samostatně vyměnit nelze, náhradní díl v podobě této části se cenou může snadno vyšplhat těsně pod hodnotu celé kazety. Obměňování jednotlivých pastorků je tak častější u těch nejmenších, které bývají také samostatné.

Kudy se vydat

Ať už si člověk vybere kteroukoli z cest výměny, jejího směru se nebude moci držet donekonečna. Bude totiž ovlivňován spolu s vývojem i opotřebením materiálu. Tomu se dá předcházet pravidelnou údržbou. Čistá kazeta (samozřejmě spolu s čistým řetězem) se určitě bude opotřebovávat méně než ta s nekompromisní brusnou pastou v podobě nabaleného šmíru.

Pro částečné oživení již poškozených pastorků nebo převodníků, na nichž již řetěz „strílí“, může pomoci úprava stržených hran zubů opilováním. To je však pouze dočasné řešení.

Za zmínku stojí také některá z dalších řešení prodlužující životnost. Řeč bude o přechodu na systém pracující s větším počtem pastorků. Pokud chce majitel kola navýšit počet převodů, musí tedy koupit (v případě Campagnola i jen přestavět) řadící páky. Úkol číslo dvě je velmi jednoduchý, vlastní-li pak některou z kazetových „stavebnic“. Tehdy stačí koupit pouze příslušné podložky. To je již ale složitější u Shimana či Campagnola, kdy náhradní (nejčastěji užší) podložky mezi pastorky nejsou k dostání, a pokud jsou, jejich cena šplhá do hodnoty rovnající se celé kazetě v příslušném počtu pastorků, popřípadě tato úprava nejde z důvodu nýtovaných pastorků na společném unašeči provést vůbec.

Eda Pinkava

Foto: R. Hronza, Š. Hájíček