BÍLÁ KNIHA MADONE SLR

Autoři
Tim Hartung
Paul Harder
Alex Bedinghaus

OBSAH

3 ÚVOD

4 AERODYNAMICKÝ VÝKON

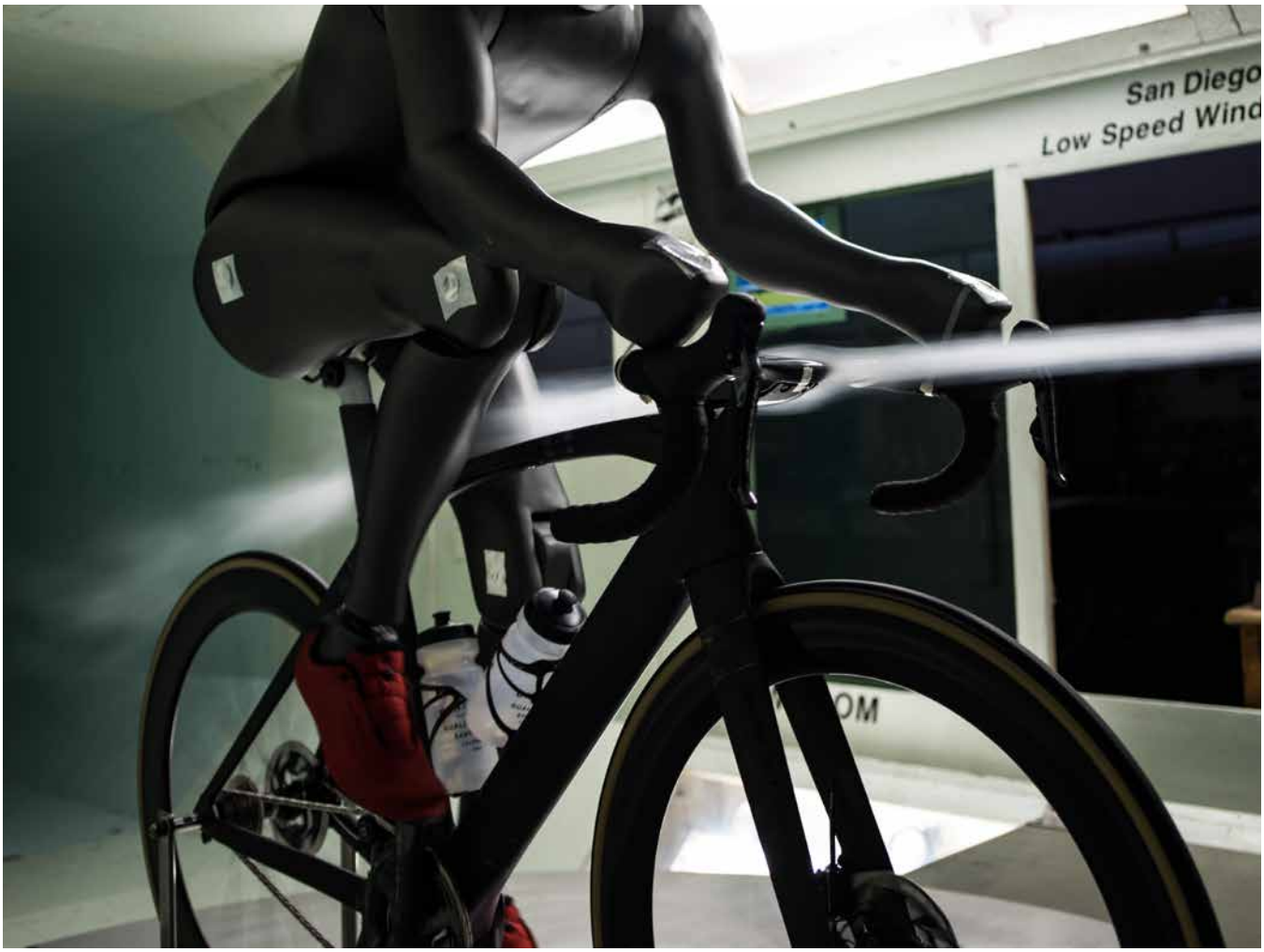
6 HMOTNOST KOLA

11 NASTAVITELNÁ TECHNOLOGIE PODDAJNOSTI KOLA MADONE

19 VÝBĚR VELIKOSTI KOLA

21 ZDOKONALENÍ A INTEGRACE

27 DOPLNĚK



ÚVOD

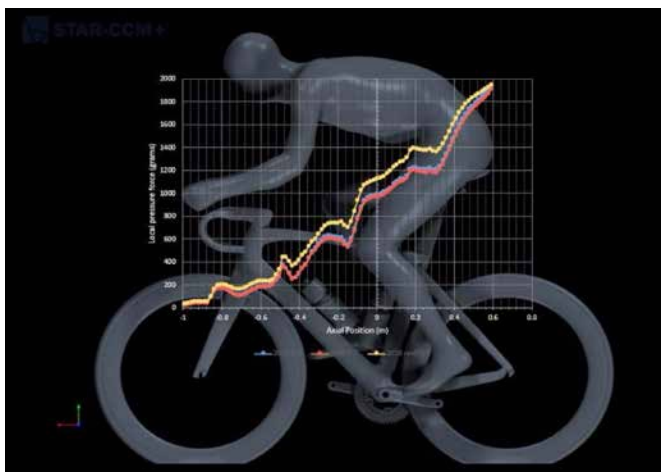
Vytvoření aerodynamického závodního kola vyžaduje precizní vyváženost různých prvků. Příliš velké vychýlení ve směru jedné proměnné negativně ovlivní jinou či více proměnných. Při navrhování jedinečného aerodynamického závodního kola patří k nejdůležitějším proměnným především aerodynamika a hmotnost. Svou roli ale hrají i další faktory jako pohodlí, správná velikost, ovladatelnost kola, tuhost rámu, estetika a integrace. Cílem nového stroje Madone je být nejlepším závodním kolem a vylepšením stávajícího modelu Madone.

Bílá kniha stávajícího modelu Madone se podrobně zabývala nejen počítačovou dynamikou tekutin (CFD) společnosti Trek a postupy iterace v rámci designu, ale i výkonem kola zaměřeného na jízdu. A v případě nového Madone společnost Trek využila stejných metodologií a postupů. Tato nová bílá kniha se zaměří na aerodynamický výkon a hmotnosti různých sestav kola ve srovnání se současným modelem Madone. Rovněž podrobně popíše vylepšení v oblasti pohodlí, vhodných velikostí, integrace a zdokonalení oproti stávajícímu modelu Madone, které podstatně zkvalitňují zážitky jezdců.

Orientace společnosti Trek na detaily v novém kole Madone nemá obdob. Nové kolo Madone je navrženo pro univerzální výkon, jedinečný integrovaný jazyk designu/estetiku a má své jezdce inspirovat k jízdě.

AERODYNAMIKA

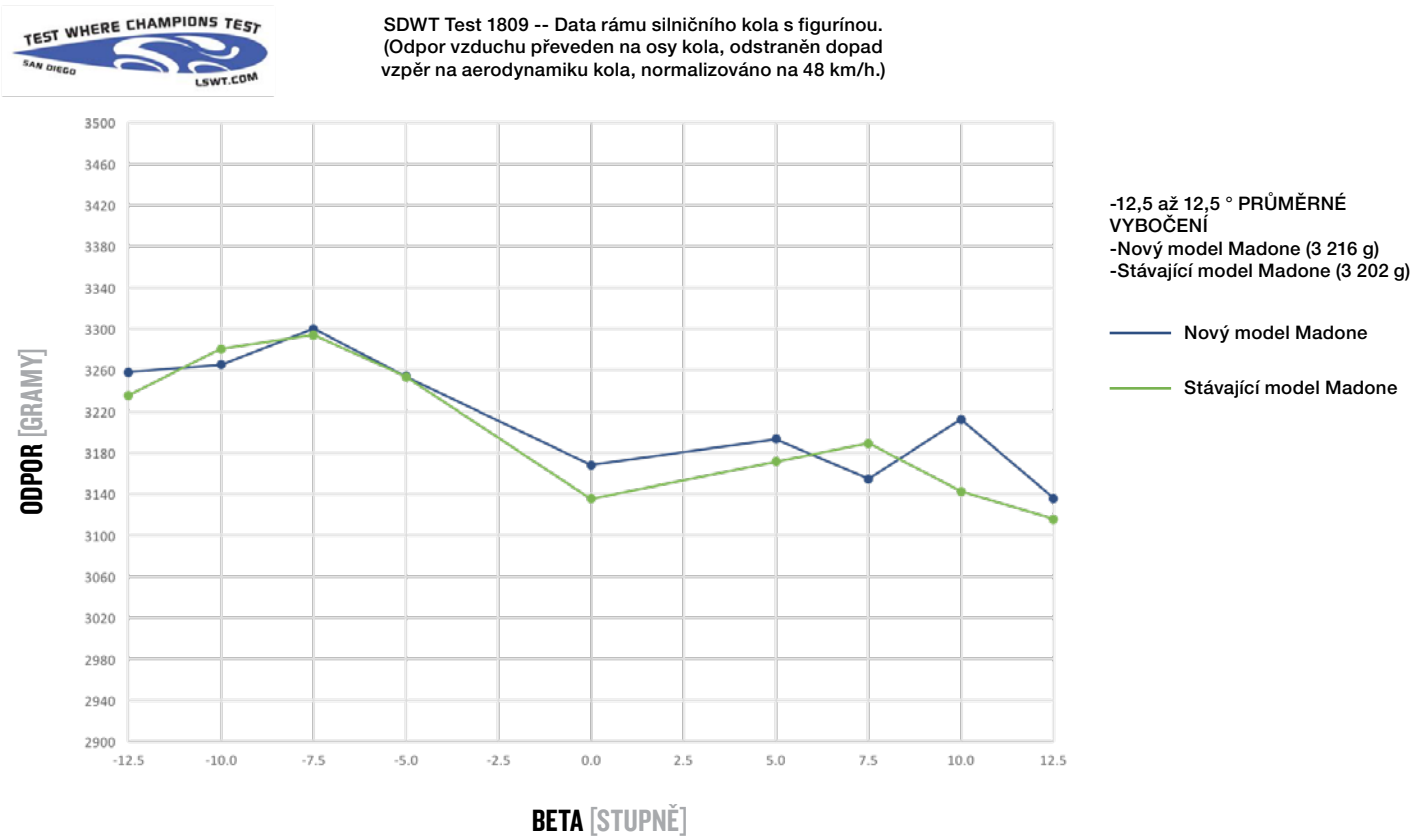
Trek se v analýzách CFD zaměřuje na několik hodnot, které mají určit oblasti, kde lze snížit odpor a zlepšit či zachovat aerodynamický výkon. Přestože se největší pozornost věnuje dosažení nižší hodnoty odporu, rovněž se zkoumají i následující hodnoty, které mají designérům ukázat oblasti ke zlepšení. Tendence odtržení proudu vzduchu na povrchu, nízkoenergetické víry v blízkosti povrchu kola, hodnota turbulence v úplavu, místní a akumulovaná síla na kolo, vidlici, rám a komponenty (Obrázek 1). Pomocí nich Trek využívá CFD k pochopení a vývoji aerodynamických komponentů. Zohledněním všech těchto hodnot a pečlivou kalibrací modelů CFD v závislosti na výsledcích z větrného tunelu dosahuje CFD Trek přesnosti v rozmezí 3 % od výsledků pokusů.[1]



Obrázek 1 CFD simulace (místní a akumulovaná síla versus osové postavení) zobrazující postup iterace v rámci designu od první revize po tu poslední (žlutá – první iterace nového Madone, modrá – aktuální model Madone, červená – poslední iterace nového Madone).

Záměrem společnosti Trek bylo v případě nového modelu Madone zachovat aerodynamický odpor stávajícího stroje Madone (do 30 g) v rozmezí -12,5 až 12,5 stupňů vybočení. Na základě výzkumu skutečných údajů považuje Trek toto rozmezí za nejběžnější vybočení pociťované jezdcem.[2] S přidáním kotoučových brzd k této modelové řadě, novými požadavky na správné velikosti, novými technologiemi zaručujícími pohodlí, aktualizovanou estetikou komponentů a vytvořením nejlehčího aerodynamického kola na světě stála společnost Trek před velkým problémem, jak zachovat aerodynamický výkon. Zlepšení iterace designu společnosti Trek shrnuje Obrázek 1. První designy byly pomalejší než stávající stroj Madone. V době, kdy Trek dosáhl fáze výroby nástrojů, se odhadovaný výkon pohyboval na stejné úrovni jako u stávajícího modelu.

Výsledky pokusů z nízkorychlostního aerodynamického tunelu v San Diegu jsou uvedeny v Tabulce 2. Konečné výsledky nového Madone ukazují průměr 3 216 g v rozmezí -12,5 až 12,5 stupňů vybočení oproti 3 202 g stávajícího modelu Madone. 14gramový rozdíl splňuje cíl projektu Trek a pohybuje se v rozmezí experimentální chyby aerodynamického tunelu.



Obrázek 2 Výsledky z aerodynamického tunelu (SD LSWT, duben 2018) pokus 101 nový model Madone (modrá) versus pokus 107 stávající model Madone (zelená), kola se šlapající figurínou + 2 lahve na vodu.

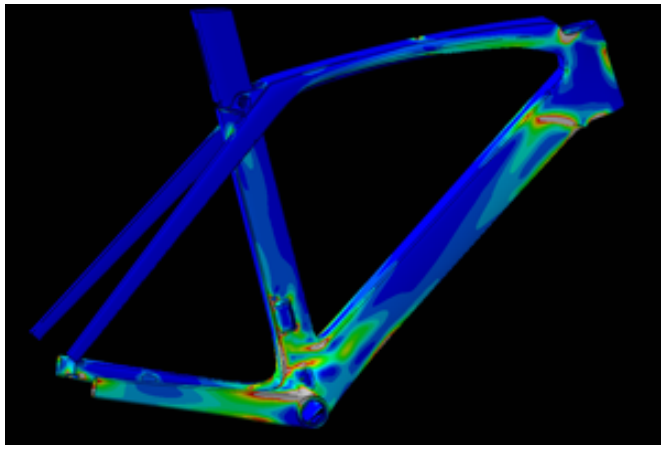
[2] Bílá kniha Trek 2014 Speed Concept, odstavec 3.2 „Měření aerodynamiky v reálném světě".

HMOTNOST

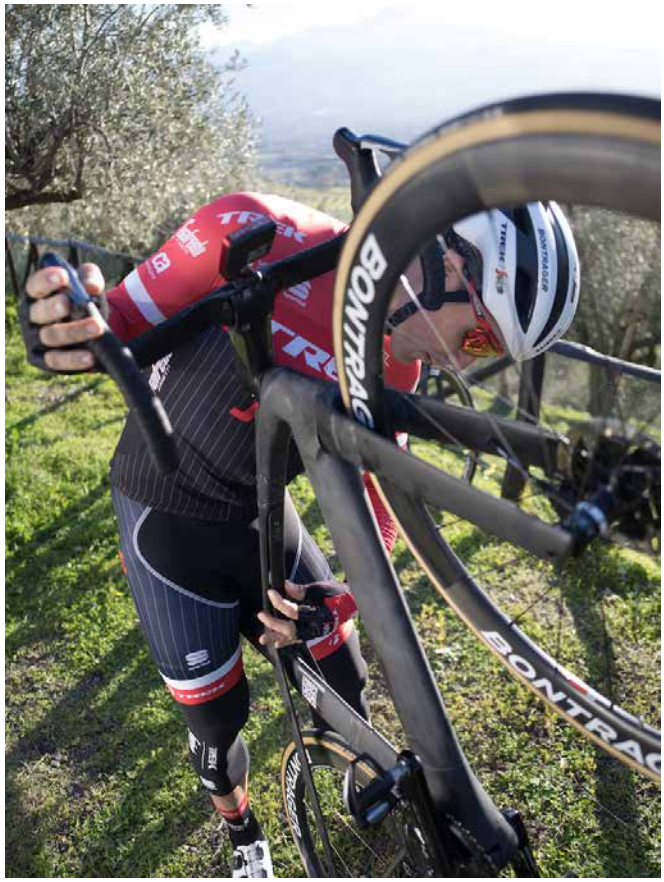
Hmotnost kola je konkrétní prvek, na kterém sportovcům a zákazníkům velmi záleží. Sestavení nejlepšího univerzálního aerodynamického závodního kola vyžaduje přesnou vyváženost aerodynamiky, tuhosti rámu i samotné hmotnosti kola.

Při zvažování tuhosti rámu a hmotnosti se aerodynamické profily obecně považují za špatnou volbu. Když jsou řádně zarovnané s rámem kola, aby bylo dosaženo aerodynamické výhody, jejich průřezové vlastnosti nevyhovují tuhosti rámu a hmotnosti kvůli zatížení, které působí na rám kola. Zatížení šlapáním má boční charakter a příčné vlastnosti ohýbání, které působí na rám aerodynamického kola a jsou v nejslabším výkonovém směru, aby se tato zatížení vyvážila. Obecně platí, že rám kola s vyšší tuhostí a nižší hmotností má širší symetrické tvary trubky. Na druhou stranu rám kola s užšími trubkami vykazuje lepší aerodynamické vlastnosti. Univerzální aerodynamické závodní kolo tak vyžaduje pečlivou vyváženost těchto dvou protichůdných charakteristik. Přikloníme-li se k aerodynamice a rychlejšímu kolu, pak je většinou výsledkem těžší rám, aby se dosáhlo potřebné tuhosti skvělého jízdního kola. Pokud si přejeme lehčí kolo, pomalejší rám je obvykle výsledkem širších tvarů trubky, které zvyšují aerodynamický odpor kola, čímž ho zpomalí.

V případě nového modelu Madone usiloval Trek o zachování aerodynamického výkonu stávajícího modelu a snížení či zachování hmotnosti kola ve verzi s ráfkovými brzdami a zároveň o přidání několika nových prvků. Technologie nastavitelné poddajnosti, tlumič odskoku, rozdělená řídítka a představec a vylepšená estetika patří mezi pár nových prvků, díky nimž je tento stroj nejlepším univerzálním závodním kolem. Modelu s kotoučovými brzdami byla přidělena cílová hmotnost 7,5 kg se stejnými, výše uvedenými prvky.

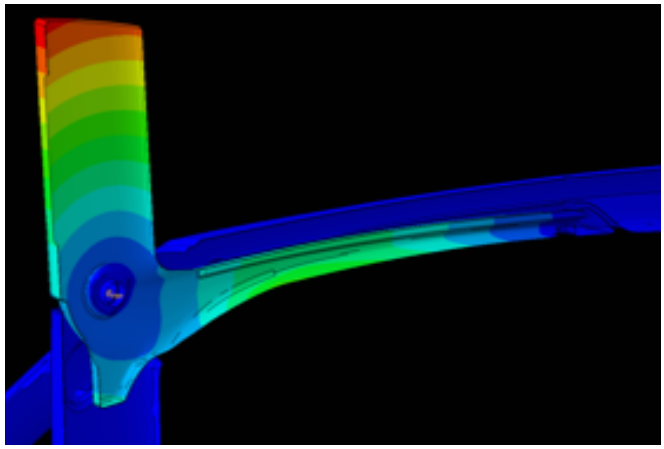


Obrázek 3 Simulace FEA (měrná energie napjatosti), jedna z mnohých iterací zobrazujících místa vysoké zátěže na pomoc inženýrům k vylepšení konstrukční účinnosti.



K překonání tohoto náročného problému se Trek maximálně vynasnažil zajistit, že nový rám Madone pomůže snížit nebo udržet hmotnost stávajícího modelu Madone. Analýze byla podrobena řada modelů s cílem přizpůsobit různé oblasti rámu, maximálně snížit hmotnost a současně splnit požadavky na aerodynamiku. Když byli inženýři Trek dostatečně spokojení se simulacemi a odhady, nastal čas zjistit, čeho lze dosáhnout ve výrobě v případě karbonových komponentů kola.

Trek úzce spolupracoval s dodavateli, aby zajistil, že každý detail karbonových laminátových komponentů nového modelu Madone projde přísnou kontrolou k dosažení vytyčených hmotností. Výsledkem tohoto úsilí je kolo s dodatečnými prvky, které jsou přínosné pro jezdce a jsou stejně rychlé a lehké jako stávající model Madone. Model s ráfkovými brzdami svou hmotností odpovídá stávajícímu modelu Madone (7,1 kg) a zcela nové kolo s kotoučovými brzdami váží 7,5 kg v závislosti na barevném motivu. Následující tři tabulky zobrazují detailní údaje hmotnosti kol v různých sestavách: Shimano Di2 Disc, Sram Red eTap HRD a Shimano Di2 Rim.



Obrázek 4 Simulace FEA (vertikální poddajnost). Jedna z mnohých iterací zobrazujících chování sedlového nástavce v případě vertikálního zatížení sedla.

Tabulka 1 Hmotnost nového kola Madone, specifikace Shimano Disc Brake Dura-Ace Di2.
(Upozornění: Kolo bez nátěru, s představcem v nejnižší poloze. Podložky hlavového složení nezahrnuty do celkové hmotnosti.)

	KOMPONENT	SPECIFIKACE	
Přední kolo	Kolo s pryžovou páskou do ráfku	Plášťové kolo Bontrager Aeolus 6 Disc Clincher	740,2
	Rychloupínák kola	DT RWS [12 x 124]	51,0
	Rotor + pojistný kroužek	SM-RT900-S [160mm]	126,6
	Plášť	Bontrager R4 320 TPI 25C	230,0
	Duše	Bontrager Lightweight [80mm ventil]	65,0
Zadní kolo	Kolo s pryžovou páskou do ráfku	Plášťové kolo Bontrager Aeolus 6 Disc Clincher	858,6
	Rychloupínák kola	DT RWS [12 x 124]	59,6
	Rotor + pojistný kroužek	SM-RT900-S [160mm]	126,6
	Plášť	Bontrager R4 320 TPI 25C	230,0
	Duše	Bontrager Lightweight [80mm ventil]	65,0
	Kazeta s pojistným kroužkem	CS-R9100 [11-28T]	193,0
Středové složení	Klika	FC-R9100 [170mm 53-39T]	621,0
	Středové složení	NSK s těsněním a kryt osy	52,7
Kokpit/řízení	Ložisko horního hlavového složení	513538 [MR031S]	24,5
	Ložisko dolního hlavového složení	540243 [MR006]	22,5
	Podložky hlavového složení [DS/NDS]	15mm [561913/4]	11,7
	Podložky hlavového složení [DS/NDS]	5mm [561911/2]	4,4
	Víčko/šroub a kompresní víčko	566031	39,8
	Kompresní kroužek	563834	7,6
	Víčko ložiska	561910 [SRP]	23,8
	Představec	110 mm x -7 stupňů – veškeré upevňovací prvky + čelní panel	207,0
	Řídítka	42 cm VRCF	276,0
	Izolační páska	3M Super 33+ [200mm]	1,3
	Omotávka + zátky	Bontrager, gel, korek [534772, černá]	62,0
	Zarážky řídítek + šroub	565905 / 318529	1,4
	Řadicí páčka (levá)	ST-R9170	158,0
	Řadicí páčka (pravá)	ST-R9170	158,0
	Vidlice	(v nejnižší poloze = 196 mm)	421,0
Sedlo/sedlovka	Sedlo	Bontrager Montrose Pro [138 mm]	169,0
	Sedlovka + upínací prvky klínu	Krátká x 25 [všechny upínací prvky]	234,8
	Pryžová zátka sedlovky	557630	8,0
Brzda	Přední brzda + pryskyřicové destičky + standardní kabel	BR-9170-F	162,1
	Zadní brzda + pryskyřicové destičky + standardní kabel	BR-9170-R	165,5
	160mm adaptér zadní brzdy		11,8
	Průchodka bowdenu zadní brzdy	330578	1,8
Pohon	Přesmykač	FD – R9150	104,0
	Šroub přesmykače + karbonová podložka	531901 + 543903	5,8
	Přehazovačka	RD – R9150	198,0
	Napájecí port	Shimano Di2 EW-RS910	10,4
	Interní baterie	Shimano Di2	50,0
	Sada lanek	JC130-MM [550/50/550], 350, JC200, 700, 550, 650, 150	50,0
	Řetěz	CN-HG901-11	247,0
	Držák řetězu s podložkou a šroubem	566021 + 321693 a 521137	16,5
	Port kabeláže pohonu	561882 + 510973 a 2 stahovací pásky	44,1
	Výstupní průchodka kabeláže přesmykače	440697	0,5
	Výstupní průchodka kabeláže přehazovačky	317292	0,5
Rám	Rám	1478U0519 – SRP	870,0
	Sedlový nástavec	564480 – SRP	151,0
	Držák přehazovačky se šrouby	524884 + 524188	11,7
	Kryt DuoTrap	521455	3,0
	Tlumič	564027 – držák, kryt, nárazník, 2 upínací šrouby, předepnutý šroub	17,4
	Svorník + nárazník	564444 + 568099	4,7
	Nastavovací posuvník	564294	3,9
	Upínací prvky IsoSpeed	569265 – šroub, matice, podložka, zvlněná podložka, 2 vložky, vnitřní vložka	26,0
	Kryt IsoSpeed [vnější]	565903 - SRP	7,6
	Kryt IsoSpeed [vnitřní]	565904	8,0
Celkem		**Celkem**	**7,405 kg**

Tabulka 2 Hmotnost nového kola Madone, specifikace SRAM Red eTap HRD.
(Upozornění: Kolo bez nátěru, s představcem v nejnižší poloze. Podložky hlavového složení nezahrnuty do celkové hmotnosti.)

	KOMPONENT	SPECIFIKACE	
Přední kolo	Kolo s pryžovou páskou do ráfku	Plášťové kolo Bontrager Aeolus 6 Disc Clincher	740,2
	Rychloupínák kola	DT RWS [12 x 124]	51,0
	Rotor + pojistný kroužek	Centerline Centerlock [160 mm]	124,6
	Plášť	Bontrager R4 320 TPI 25C	230,0
	Duše	Bontrager Lightweight [80mm ventil]	65,0
Zadní kolo	Kolo s pryžovou páskou do ráfku	Plášťové kolo Bontrager Aeolus 6 Disc Clincher	858,6
	Rychloupínák kola	DT RWS [12 x 124]	59,6
	Rotor + pojistný kroužek	Centerline Centerlock [160 mm]	124,6
	Plášť	Bontrager R4 320 TPI 25C	230,0
	Duše	Bontrager Lightweight [80mm ventil]	65,0
	Kazeta s pojistným kroužkem	XG-1190 [11-28T]	169,0
Středové složení	Klika	Red [GXP 170 mm 53-39T]	609,0
	Středové složení	NSK s těsněním a kryt osy	52,7
Kokpit/řízení	Ložisko horního hlavového složení	513538 [MR031S]	24,5
	Ložisko dolního hlavového složení	540243 [MR006]	22,5
	Podložky hlavového složení [DS/NDS]	15mm [561913/4]	11,7
	Podložky hlavového složení [DS/NDS]	5mm [561911/2]	4,4
	Víčko/šroub a kompresní víčko	566031	39,8
	Kompresní kroužek	563834	7,6
	Víčko ložiska	561910 [SRP]	23,8
	Představec	110 mm x -7 stupňů – veškeré upevňovací prvky + čelní panel	207,0
	Řidítka	42 cm VRCF	276,0
	Izolační páska	3M Super 33+ [200mm]	1,3
	Omotávka + zátky	Bontrager, gel, korek [534772, černá]	62,0
	Zarážky řídítek + šroub	565905 / 318529	1,4
	Řadicí páčka (levá)	Viz brzda	0,0
	Řadicí páčka (pravá)	Viz brzda	0,0
	Vidlice	Poznámka k délce sloupku (v nejnižší poloze = 196 mm)	421,0
Sedlo/sedlovka	Sedlo	Bontrager Montrose Pro [138 mm]	169,0
	Sedlovka + upínací prvky klínu	Krátká x 25 [všechny upínací prvky]	234,8
	Pryžová zátka sedlovky	557630	8,0
Brzda	Přední řadicí páčka + přední brzda + pryskyřicové destičky + standardní lanko	Sram Red eTap HRD	390,2
	Přední řadicí páčka + přední brzda + pryskyřicové destičky + standardní lanko	Sram Red eTap HRD	380,1
	Průchodka bowdenu zadní brzdy	330578	1,8
Pohon	Přesmykač	Přesmykač + baterie	164,0
	Šroub přesmykače + karbonová podložka	531901 + 543903	5,8
	Přehazovačka	Přehazovačka + baterie	236,0
	Řetěz	Red 22 [114 článků]	246,0
	Držák řetězu s podložkou a šroubem	566021 + 321693 a 521137	16,5
	Výstupní průchodka kabeláže přesmykače	440697	0,5
	Výstupní průchodka kabeláže přehazovačky	317292	0,5
	Držák řetězu s podložkou a šroubem	566021 + 321693 a 521137	16,5
	Port kabeláže pohonu	561882 + 510973 a 2 stahovací pásky	44,1
	Výstupní průchodka kabeláže přesmykače	440697	0,5
	Výstupní průchodka kabeláže přehazovačky	317292	0,5
Rám	Rám	1478U0519 – SRP	870,0
	Sedlový nástavec	564480 – SRP	151,0
	Držák přehazovačky se šrouby	524884 + 524188	11,7
	Kryt DuoTrap	521455	3,0
	Tlumič	564027 – držák, kryt, nárazník, 2 upínací šrouby, předepnutý šroub	17,4
	Svorník + nárazník	564444 + 568099	4,7
	Nastavovací posuvník	564294	3,9
	Upínací prvky IsoSpeed	569265 – šroub, matice, podložka, zvlněná podložka, 2 vložky, vnitřní vložka	26,0
	Kryt IsoSpeed [vnější]	565903 - SRP	7,6
	Kryt IsoSpeed [vnitřní]	565904	8,0
Celkem			**7,423kg**

Tabulka 3 Hmotnost nového kola Madone, specifikace Shimano Rim Brake Dura-Ace Di2.
(Upozornění: Kolo bez nátěru, představec v nejnižší poloze. Podložky hlavového složení nezahrnuty do celkové hmotnosti.)

	KOMPONENT	SPECIFIKACE	
Přední kolo	Kolo s pryžovou páskou do ráfku	Plášťová kola Bontrager Aeolus 6 Clincher	712,1
	Rychloupínák kola	Race Lite (vnitřní vačka 100 mm)	55,0
	Plášť	Bontrager R4 320 TPI 25C	230,0
	Duše	Bontrager Lightweight [80mm ventil]	65,0
Zadní kolo	Kolo s pryžovou páskou do ráfku	Plášťová kola Bontrager Aeolus 6 Clincher	861,7
	Rychloupínák kola	Race Lite silniční (vnitřní vačka 130 mm)	60,0
	Plášť	Bontrager R4 320 TPI 25C	230,0
	Duše	Bontrager Lightweight [80mm ventil]	65,0
	Kazeta s pojistným kroužkem	CS-R9100 [11-28T]	193,0
Středové složení	Klika	FC-R9100 [170mm 53-39T]	621,0
	Středové složení	NSK s těsněním a kryt osy	52,7
Kokpit/řízení	Ložisko horního hlavového složení	513538 [MR031S]	24,5
	Ložisko dolního hlavového složení	540243 [MR006]	22,5
	Podložky hlavového složení [DS/NDS]	15mm [561913/4]	11,7
	Podložky hlavového složení [DS/NDS]	5mm [561911/2]	4,4
	Víčko/šroub a kompresní víčko	566031	39,8
	Kompresní kroužek	563834	7,6
	Víčko ložiska	561910 [SRP]	23,8
	Představec	110 mm x -7 stupňů – veškeré upevňovací prvky + čelní panel	207,0
	Řidítka	42 cm VRCF	276,0
	Izolační páska	3M Super 33+ [200mm]	1,3
	Omotávka + zátky	Bontrager, gel, korek [534772, černá]	62,0
	Zarážky řídítek + šroub	565905 / 318529	1,4
	Řadicí páčka (levá)	ST-R9150	113,0
	Řadicí páčka (pravá)	ST-R9150	113,0
	Vidlice	Poznámka k délce sloupku (v nejnižší poloze = 196 mm)	378,0
Sedlo/sedlovka	Sedlo	Bontrager Montrose Pro [138 mm]	169,0
	Sedlovka + upínací prvky klínu	Krátká x 25 [všechny upínací prvky]	234,8
	Pryžová zátka sedlovky	557630	8,0
Brzda	Přední brzda s klínem	559499	119,8
	Kryt přední brzdy	562717 - SRP	27,6
	Zarážka přední brzdy	562098	4,6
	Bowden + lanko	Shimano BC-9000	32,0
	Zadní brzda s klínem a kryt	559758	154,3
	Koncovka zadní brzdy s pojistným kroužkem	516820	4,5
	Bowden + lanko + pěnová hadička [5,7]	Shimano BC-9000	72,0
Pohon	Přesmykač	FD – R9150	104,0
	Šroub přesmykače + karbonová podložka	531901 + 543903	5,8
	Přehazovačka	RD – R9150	198,0
	Napájecí port	Shimano Di2 EW-RS910	10,4
	Interní baterie	Shimano Di2	50,0
	Sada lanek	JC130-MM [550/50/550], 350, JC200, 700, 550, 650, 150	50,0
	Řetěz	CN-HG901-11	247,0
	Držák řetězu s podložkou a šroubem	566021 + 321693 a 521137	16,5
	Port kabeláže pohonu	561882 + 510973 a 2 stahovací pásky	44,1
	Výstupní průchodka kabeláže přesmykače	440697	0,5
	Výstupní průchodka kabeláže přehazovačky	317292	0,5
Rám	Rám	1477U0519 - SRP	885,0
	Sedlový nástavec	564480 – SRP	151,0
	Držák přehazovačky se šrouby	315464 + 318604	12,4
	Kryt DuoTrap	521455	3,0
	Tlumič	564020 – držák, kryt, nárazník, 2 upínací šrouby, předepnutý šroub	17,1
	Svorník + nárazník	564444 + 568099	4,7
	Nastavovací posuvník	564294	3,9
	Upínací prvky IsoSpeed	569265 – šroub, matice, podložka, zvlněná podložka, 2 vložky, vnitřní vložka	26,0
	Kryt IsoSpeed [vnější]	565903 - SRP	7,6
	Kryt IsoSpeed [vnitřní]	565904	8,0
Celkem			**7,087**

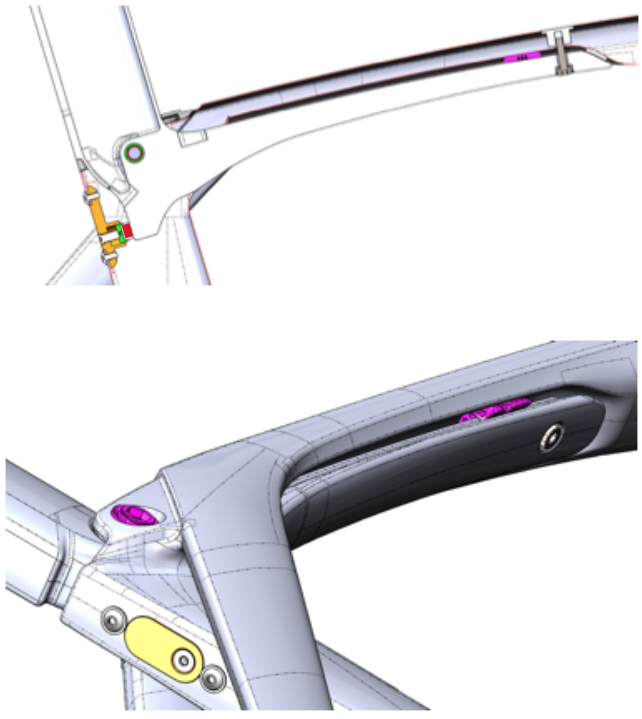
NASTAVITELNÁ TECHNOLOGIE PODDAJNOSTI KOLA MADONE

NASTAVITELNÝ TLUMICÍ PRVEK ISOSPEED NA HORNÍ TRUBKU

Nový stroj Madone vychází z technologie nastavitelné poddajnosti oceněného kola Trek Domane SLR. Technologie nastavitelné poddajnosti Madone se skládá ze dvou vzájemně integrovaných rámových prvků jako u stroje Domane SLR, které však byly k dosažení aerodynamické výhody natočeny na horní trubku. Tento způsob rovněž pomáhá dosáhnout jednotnější poddajnosti u všech velikostí rámů. V neposlední řadě pak Trek přidal na zadní stranu sedlové trubky upínací prvky, které kolu nabízejí tlumení odskoku.

Dva rámové prvky jsou spojeny pružícím prvkem IsoSpeed (viz Obrázek 5) a šroubovým spojem v přední části. Mezi těmito dvěma rámovými prvky je prázdné místo s nastavovacím posuvníkem, který lze posouvat po celé dráze. Prvek sedlovky využívá pružící prvek IsoSpeed k přenosu zadního vychýlení horní aerodynamické části sedlovky na horní vychýlení dolního prvku sedlovky. Volné místo umožňuje vychýlení dolní části sedlovky horním směrem, zatímco se horní trubka hlavního rámu pohybuje nezávisle na dolní části sedlovky. Posuvník se dotýká dolního prvku sedlovky i horní trubky hlavního rámu s cílem omezit horní vychýlení dolní části sedlovky dle preferencí jezdce. Nachází-li se posuvník u přední části rámu, pak jezdec pocítí vyšší poddajnost, protože se zvětší prázdný prostor, který umožňuje dolní části sedlovky větší vychýlení. Když je posuvník u zadní části rámu u pružícího prvku IsoSpeed, jezdec pocítí nižší poddajnost, neboť posuvník znemožňuje vychýlení v prázdném místě před ním.

Subjektivní zkušební jízdy, instrumentované zkušební jízdy a laboratorní zkoušky byly použity jako postupy validace, které společnosti Trek potvrdily, že tento nový způsob nastavitelné technologie poddajnosti vykazoval očekávané výsledky a umožňoval jezdci nastavit vertikální poddajnost v sedle.

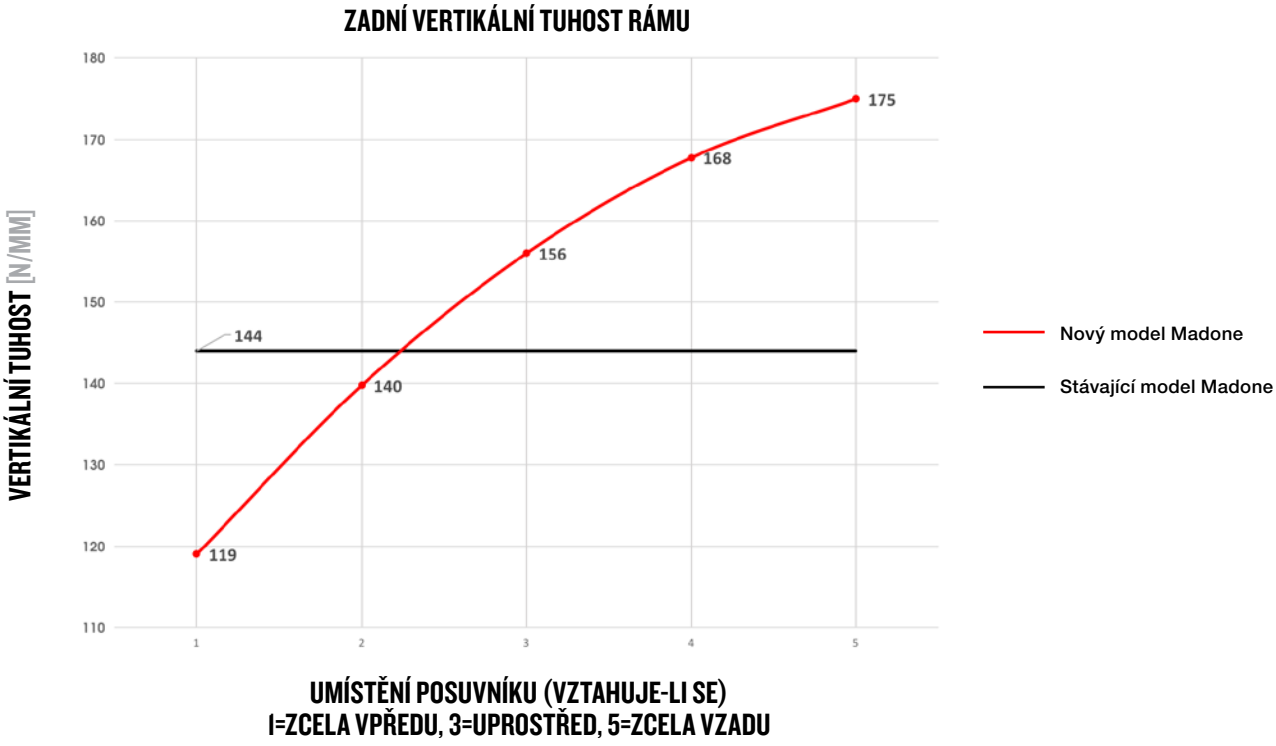


Obrázek 5 CAD model nastavitelné technologie poddajnosti nového kola Madone (horní – středová rovina, průřez;

dolní – Iso pohled na spodní část horní trubky a oblast prvku Iso-Speed).

V laboratoři pak výsledky testů vertikální tuhosti v sedle ukázaly, že se poddajnost u rámu velikosti 56 pohybuje v rozmezí od přibližně 119 N/mm do 175 N/mm v rozsahu nastavení posuvníku. Viz Obrázek 6. Současný model Madone vykazuje tuhost přibližně 144 N/mm. Znamená to, že nový model Madone může dosáhnout vyšší poddajnosti (+17 %) a menší poddajnosti (-22 %) ve srovnání se svým předchůdcem.

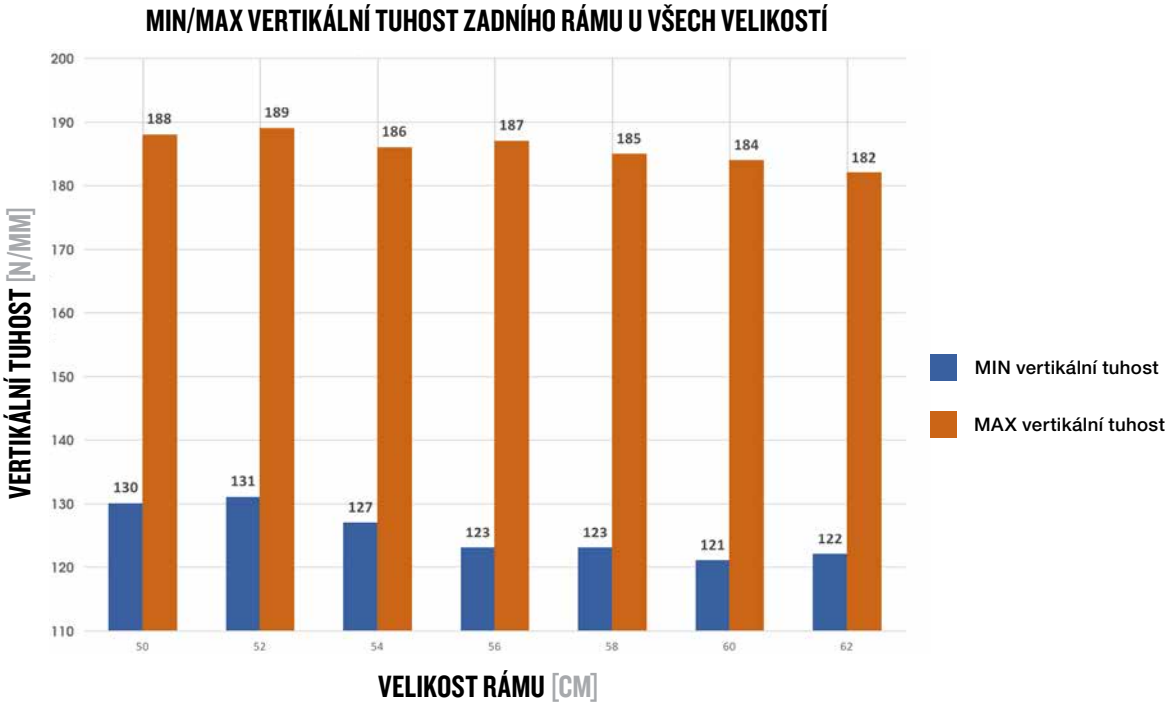
Změny polohy posuvníku z nejpřednější do prostřední pozice mají větší dopad na změny poddajnosti. Pohyb posuvníku od střední polohy do té nejzadnější má pak menší dopad na poddajnost.



Obrázek 6 Zadní vertikální tuhost rámu.

Dalším přínosem této technologie je schopnost těsného sladění hodnot vertikální poddajnosti u všech velikostí rámů. Umožňuje to téměř stejná velikost odnímatelného prvku sedlovky u všech velikostí rámů. V případě typických silničních kol dosahují hodnoty vertikální poddajnosti u kol s menšími rámy tužších výsledků a tuhost se postupně s rostoucí velikostí rámu snižuje. Dochází k tomu v důsledku základní teorie ohybu, kde delší prvky trubky kola jsou obecně náchylnější k většímu vychylování oproti kratším trubkám. Představte si tenkou dlouhou kovovou trubku, jež se vám vejde do rukou. Lze ji snáze přehnout na půl ve srovnání s tou krátkou, neboť je velmi obtížné vyvolat vychýlení. Jelikož prvky sedlovky jsou stejně dlouhé u všech velikostí rámů, hodnoty vertikální poddajnosti jsou v případě této nové technologie konzistentnější u všech velikostí.

Obrázek 7 udává MIN/MAX hodnoty vertikální poddajnosti u všech velikostí. S rostoucí velikostí rámu dochází k nepatrnému poklesu vertikální poddajnosti. Dochází k němu v důsledku delší horní rámové trubky u větších velikostí. U tradičního kola se hodnoty protikladných vlastností mohou lišit o 30-40 %. U nového kola Madone se tyto rozdíly mezi protikladnými velikostmi pohybují v rozmezí 3-6 %. Jen při srovnání 50cm rámů (stávajících a nových) má nový stroj Madone možnost dosáhnout až o 27 % vyšší poddajnosti.

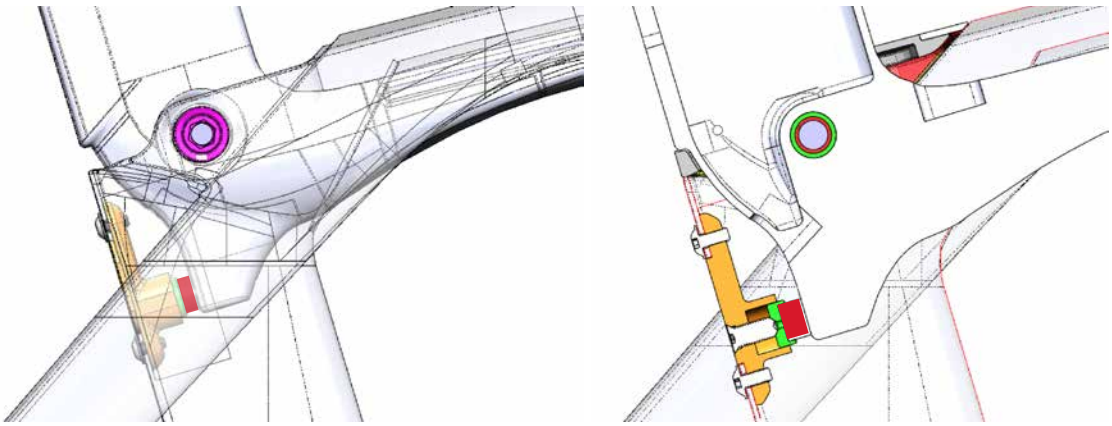


Obrázek 7 Vertikální tuhost zadního rámu (maximální a minimální), všechny velikosti rámů.

TLUMIČ

Vůbec poprvé v historii IsoSpeed společnost Trek zapojuje do systému tlumič, který pomáhá řídit odskok sedlovky. Když byla v případě dřívějších designů rámů IsoSpeed použita vysoká excitace (náraz), jezdci pocítili hlavní přínos této technologie v podobě velkého vychýlení sedlovky, což zvýšilo jejich pohodlí. Tento pohyb byl do značné míry oddělený od prvků hlavního rámu, které by běžně omezovaly tradičnější rám v případě stejné excitace. Nicméně ve fázi odskoku (kdy se sedlovka začíná vracet do své normální polohy) tato zavedená rychlost omezila pro jezdce ovladatelnost v případě, kdy mohlo dojít k pocitu oddělení od sedla.

Tento pocit může být jak nepříjemný, tak otravný, neboť může být potřeba upravit pozici v sedle a může to zapříčinit i dlouhodobou únavu jezdce. Extrémnost odskoku závisí na velikosti dané excitace. Přidáním tlumiče k systému IsoSpeed může Trek řídit a minimalizovat tento odskok pociťovaný jezdci.



Obrázek 8 CAD model tlumiče Madone (vlevo – pohled ze strany pohonu s průhledným hlavním rámem, vpravo – průřez střední rovinou rámu).

Tlumič tvoří tři hlavní části: elastomerový tlumič (červená), kryt tlumiče (zelená) a držák tlumiče (oranžová). Tyto díly jsou uchyceny na karbonový hlavní rám v zadní části sedlovky a jsou propojeny s vystupující částí sedlovky, jak zobrazuje Obrázek 8 shora. Pro lepší vizualizaci je hlavní rám průhledný. Na uvedeném obrázku a ve jmenovitém stavu rámu je předpětí tlumiče stlačeno nastavovacím šroubem k sedlovce. Tento šroub umožňuje jezdci uvolnit tlumič, aby mohl podle potřeby změnit polohu nastavovacího posuvníku. Po výběru požadované polohy je pak posledním krokem opětné předpětí tlumiče seřízením nastavovacího šroubu, dokud nebude zcela zašroubovaný do držáku tlumiče. Jedná se o nastavení zapnuto/vypnuto. Žádná mikronastavení nejsou nutná.

Když dojde k zatížení prvku sedlovky během nárazu v sedle, způsobí to rotaci proti směru hodinových ručiček z pohledu Obrázku 8 nebo strany pohonu kola. Tento pohyb lehce aktivuje tlumič a připraví ho na odskok. Jak se sedlovka začíná natáčet zpět do výchozí polohy, tlumič se znovu stlačí, čímž zpomalí pohyb a pohltí energii odskoku.

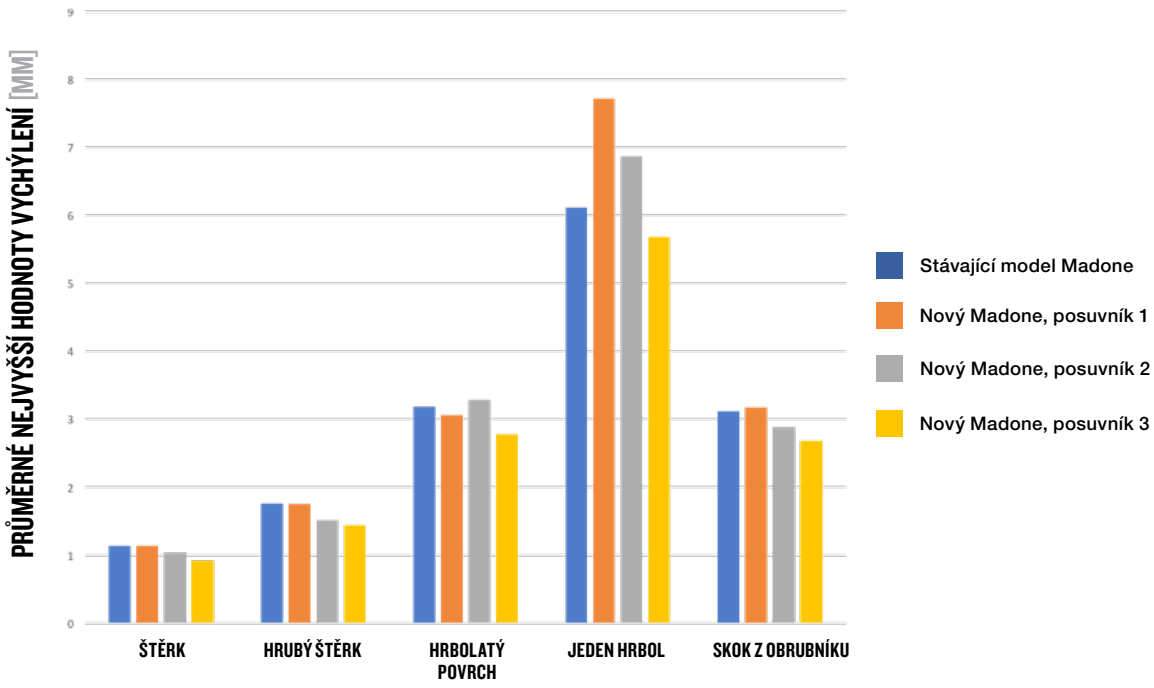
TESTOVÁNÍ NA TRENAŽÉRU

Trek se ve snaze porozumět chování kola v dynamickém prostředí nespoléhá pouze na statické laboratorní testy. K čemu dochází ve statické laboratoři, nemusí vždy přesně ukazovat nebo představovat to, co jezdec zažívá v různých podmínkách na silnici. S cílem napomoci tomuto procesu a minimalizovat co největší množství proměnných prostředí provedl Trek instrumentované zkoušky na nově vyvinutém trenažéru, aby dále potvrdil technologii nastavitelné poddajnosti a tlumení. Trenažér umožňuje měnit povrchy a napodobit tak různé podmínky silnic. Trek může například v řízeném prostředí reprodukovat najetí do výmolu nebo na hrbol, jízdu po hrubém asfaltu, štěrku a po kočičích hlavách. Viz Obrázky A1 – A4 v Doplňku, kde jsou uvedeny různé typy zkoušek. Tříosé akcelerometry a lineární čidla výtlaku byly strategicky rozmístěny tak, aby zachytily rozdíly mezi stávajícím modelem Madone a tím novým. Měří vychýlení mezi zadní osou a sedlem, což lze považovat za měření zdvihu zadního odpružení kola.

Trek chtěl shromáždit data, aby ukázal, jaký účinek má nová technologie nastavitelné poddajnosti/tlumení na jezdce a co to pro něj znamená, pokud jde o pohodlí. Byl vyvinut plán testování, který zahrnuje tři interní zkušební jezdce a pět typů povrchů na pásu. Bylo provedeno 37 individuálních zkušebních jízd v závislosti na požadovaném záměru.

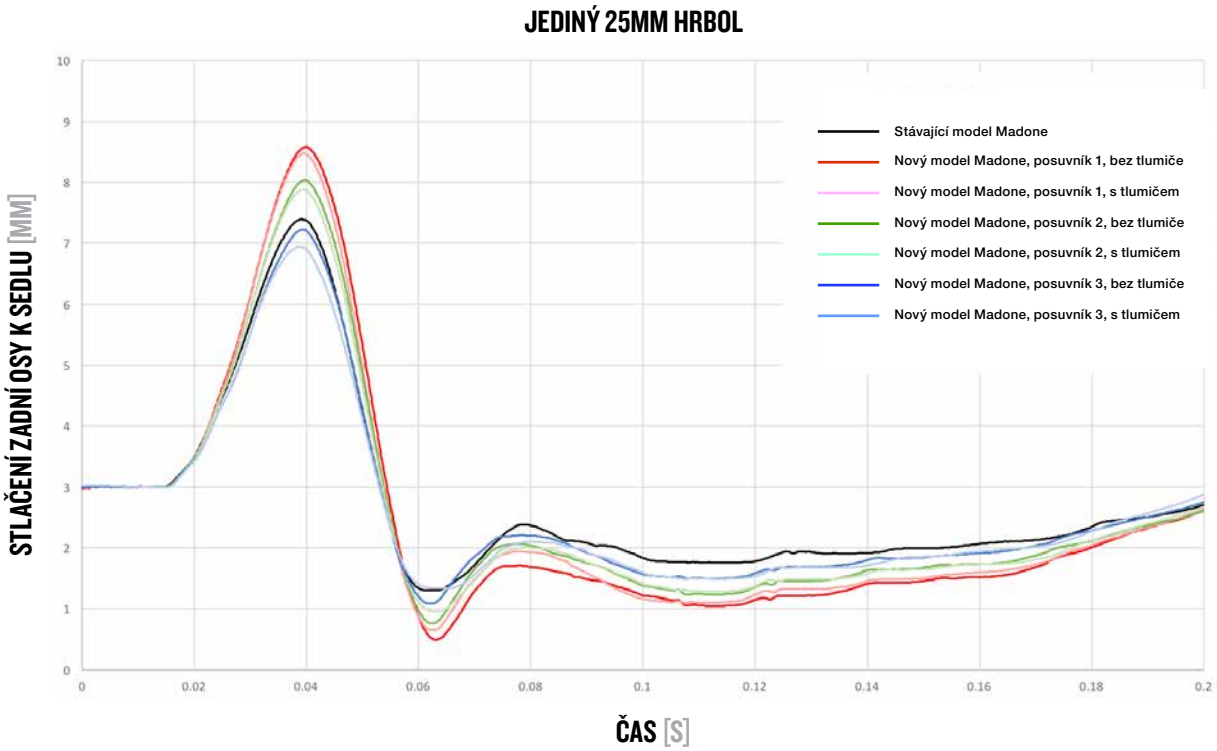
K dalším proměnným, které byly zahrnuty ve zkušebním plánu, patřily rychlost trenažéru a umístění nastavovacího posuvníku IsoSpeed.

Obrázek 9 níže podrobně popisuje průměrné nejvyšší hodnoty vychýlení mezi zadní osou a sedlem. Představte si sedlo stlačené k zadní ose. Je patrné, že testovací jízdy s jedním hrbolem a skokem z obrubníku nejlépe odpovídají výsledkům statických laboratorních testů výše zobrazených na Obrázku 6. Obrázek 9 dokládá, že se dynamická poddajnost stávajícího modelu Madone pohybuje v rozmezí hodnot nastavení dynamické poddajnosti nového modelu. Podrobnější rozbor pak ukazuje obecně stálou změnu ve stlačení v závislosti na pohybu nastavovacího posuvníku, kde jeho pozice 1 představuje nejvyšší poddajnost a pozice 3 pak tu nejmenší. V neposlední řadě se pak účinnost posuvníku jasně projevuje v případě vyšší velikosti hrbolu. To je důležité zejména proto, že to jezdci poskytuje vyšší dynamickou poddajnost, když je jí nejvíce zapotřebí.

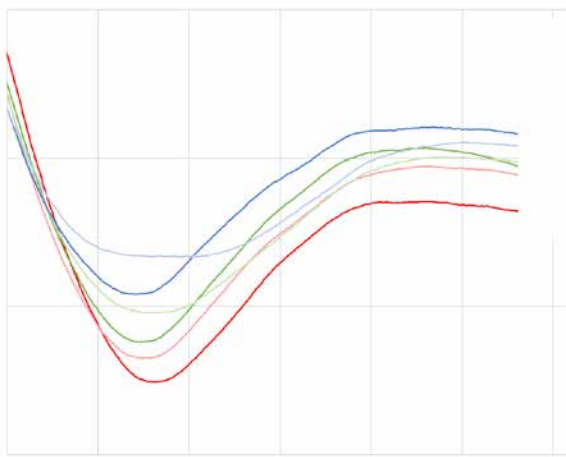


Obrázek 9 Špičkové vychýlení, nový model Madone versus stávající model Madone (posuvník 1 = nastavení nejvyšší poddajnosti, posuvník 2 = střední, posuvník 3 = nejnižší poddajnost).

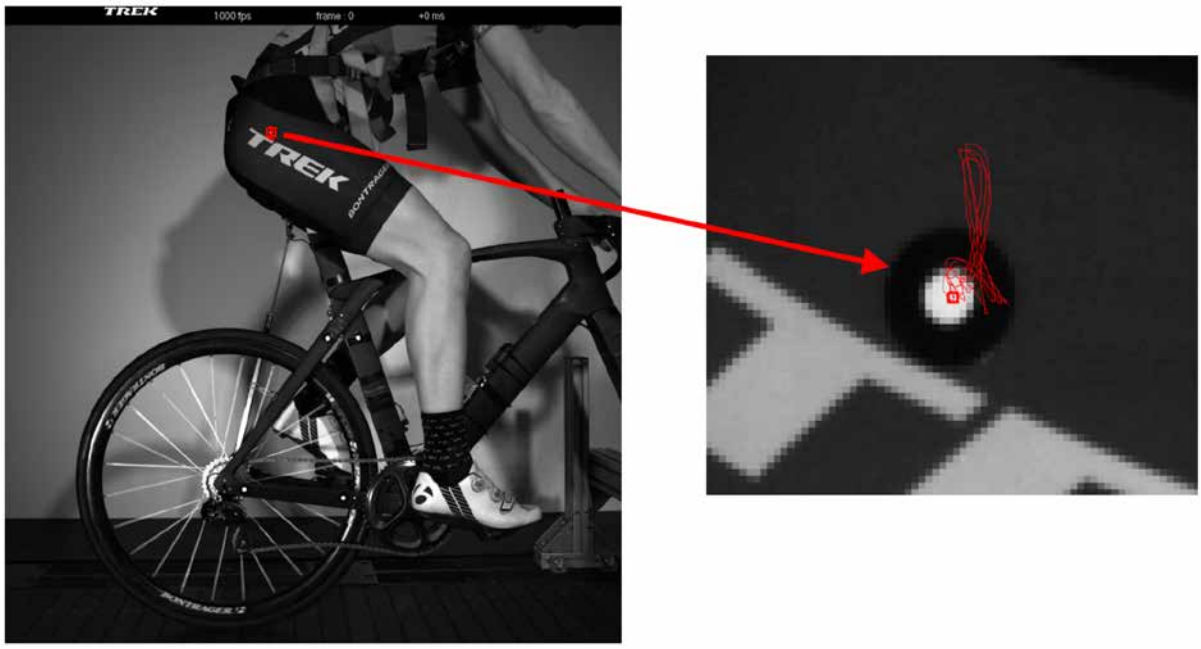
Obrázek 10 níže zobrazuje pulzní křivky u nového modelu Madone při různých nastaveních posuvníku u jízd s jedním hrbolem. Dané křivky jsou vytvořeny na základě průměrných hodnot mnoha nárazů při zkušebních jízdách s jedním hrbolem a jejich překrytím normalizováním hodnoty zdvihu před nárazem. Opět se tento trend projevuje jiným způsobem na Obrázku 9, který nám nabízí lepší vizuální efekt poloh posuvníku nového modelu Madone. Obrázek 10 se především pokouší ukázat, co tlumič nabízí jezdci. Nezapomínejme, že účelem tohoto komponentu je minimalizovat to, co jezdec cítí po nárazu, a zahrnout do systému ovladatelnou poddajnost. Pokud si zvětšíme úsek ihned po nárazu (Obrázek 11), vidíme rozdíl mezi jízdami s různým nastavením posuvníku a ve srovnání s aktivním a neaktivním tlumičem. Ukazuje to, že tlumič snižuje velikost odskoku po nárazu až o 13 %.



Obrázek 10 Pulzní křivky jediného 25mm hrbolu, nový model Madone (polohy posuvníku 1 – 3, tlumič zap/vyp) (posuvník 1 = nastavení nejvyšší poddajnosti, posuvník 2 = střední, posuvník 3 = nejnižší poddajnost).

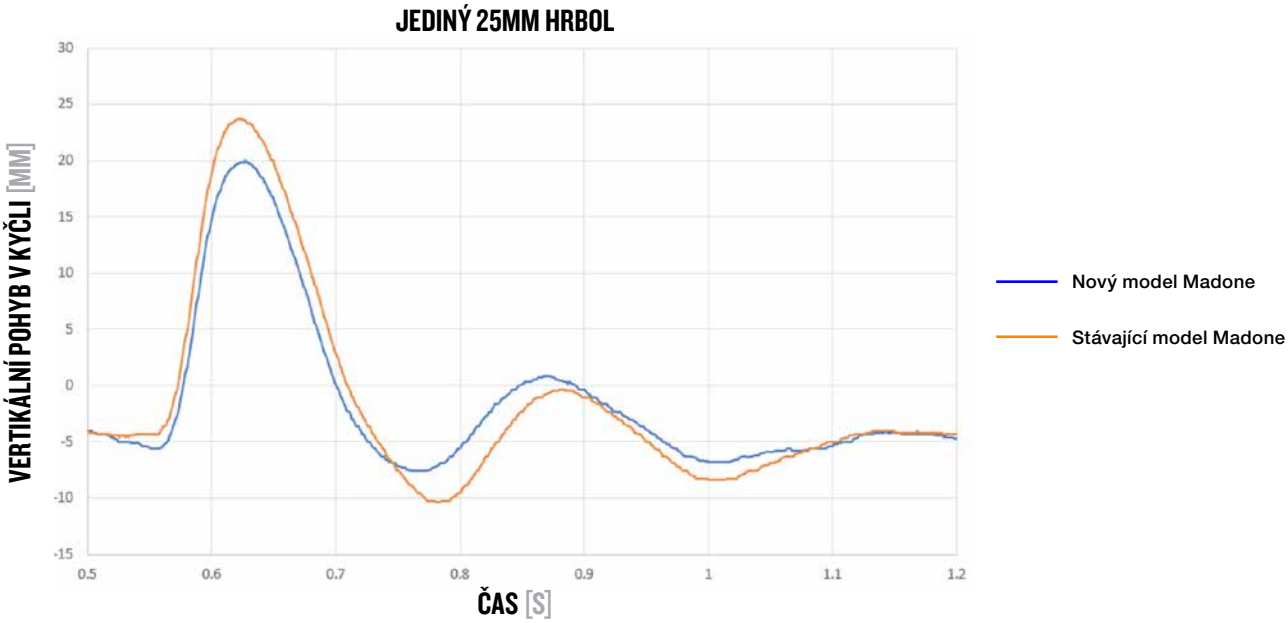


Obrázek 11 Zvětšené znázornění Obrázku 10 v bodě odskoku po nárazu (posuvník 1 = nastavení nejvyšší poddajnosti, posuvník 2 = střední, posuvník 3 = nejnižší poddajnost).



Obrázek 12 Sledování pohybu kyčlí pomocí vysokorychlostní kamery.

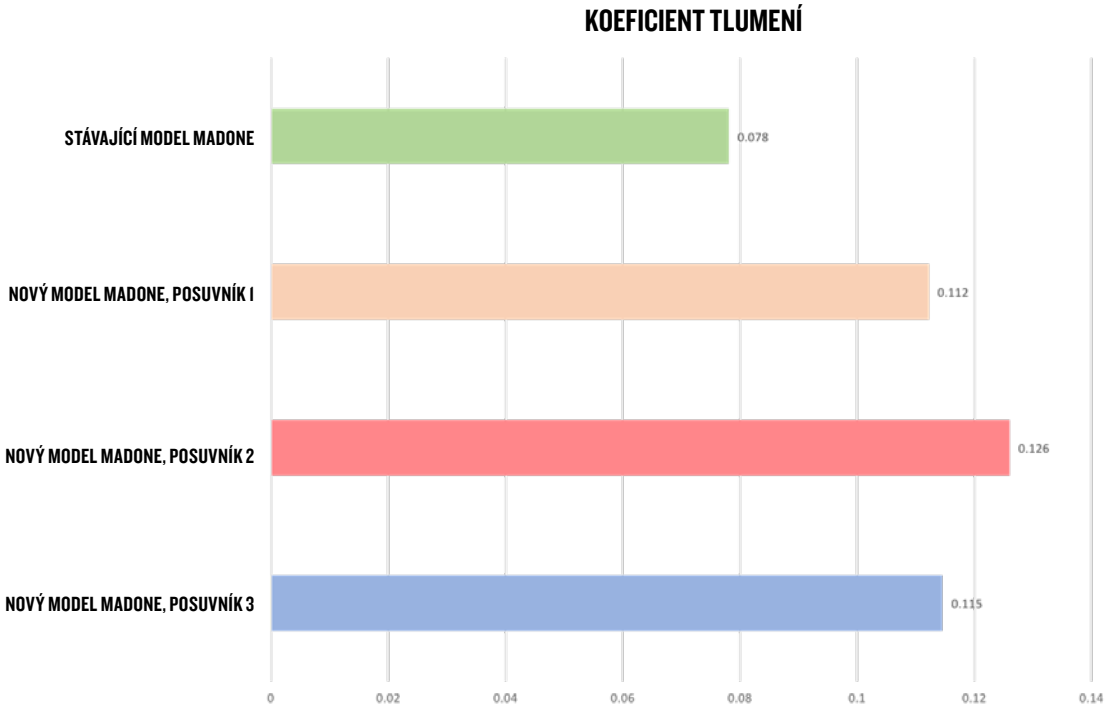
Toto snížení lze rovněž vyčíslit sledováním pohybu kyčlí jezdce. Daný test byl proveden v laboratoři Trek s využitím vysokorychlostní kamery (Obrázek 12). Analýza vertikálního pohybu (Obrázek 13) mezi novým modelem Madone (posuvník v poloze 1, tlumič aktivní) a stávajícím modelem Madone dokazuje, že tyto hodnoty podstatně přispívají ke snížení vibrací těla cyklisty, což je ostatně cílem každé tlumicí technologie.



Obrázek 13 Sledování pohybu kyčlí během přejezdu jediného 25mm hrbolu u nového modelu Madone ve srovnání s tím stávajícím.

Záměrem Treku bylo určit i chování nového modelu Madone ve srovnání s tím stávajícím pomocí koeficientu tlumení. Koeficient tlumení je běžná bezrozměrná veličina, která popisuje, jak po excitaci dochází k tlumení kmitání. Neboli jak rychle dochází k tlumení kmitání od jedné špičky ke druhé. Představte si, že držíte v ruce basketbalový míč, který z určité výšky pustíte na zem a necháte ho volně poskakovat. Každý následující skok bude kratší než ten předchozí. Příklad tohoto typu kmitání lze spatřit na Obrázku 13, kde každá následující špička je nižší než ta předchozí. V případě kola, které přejíždí přes velký hrbol, je pak žádoucí postupný pohyb sedla a co nejrychlejší návrat jezdce zpět do vyrovnané polohy. Nabízí to více ovládané pohodlí a omezuje to únavu z dlouhého pobytu v sedle. Menší koeficient tlumení naznačuje delší rychlosti útlumu. Na druhou stranu pak větší poměr dokládá kratší rychlosti útlumu.

Obrázek 14 níže ukazuje koeficienty tlumení nového modelu Madone v různých polohách posuvníku ve srovnání se současným modelem Madone. Tyto koeficienty byly vypočteny metodou logaritmického dekrementu a jsou zběžně popsány v Dodatku. Obrázek 14 ukazuje, že nový model Madone nabízí o 44–61 % vyšší koeficient tlumení.



Obrázek 14 Koeficienty tlumení nového modelu Madone v různých polohách posuvníku versus stávající model Madone (posuvník 1 = nastavení nejvyšší poddajnosti, posuvník 2 = střední, posuvník 3 = nejnižší poddajnost).

--- Doplněk rovněž dokládá kladný účinek nového modelu Madone na hrbolatých površích ve srovnání se současným modelem. ---

VÝBĚR VELIKOSTI

Trek dříve nabízel kola Madone s velikostmi rámů H1 a H2 s výběrem vhodné kombinace integrovaných řídítek/představce a přidáním vhodných podložek hlavového složení, které dohromady vytvářely kokpit jezdcova kola. V důsledku integrované povahy kombinace řídítek a představce předchozí generace modelů Madone byl výběr velikostí poněkud omezen. Proto proběhly rozsáhlé investice do změn v nové kombinaci řídítek/představce v porovnání s tím, z čeho si mohou zákazníci vybírat u dalších silničních kol Trek, jako je Emonda a Domane. Trek v tom viděl příležitost k vylepšení a rozšíření rozsahu vhodných velikostí a zároveň zachování stejné, a nyní již očekávané, integrované povahy kokpitu Madone.

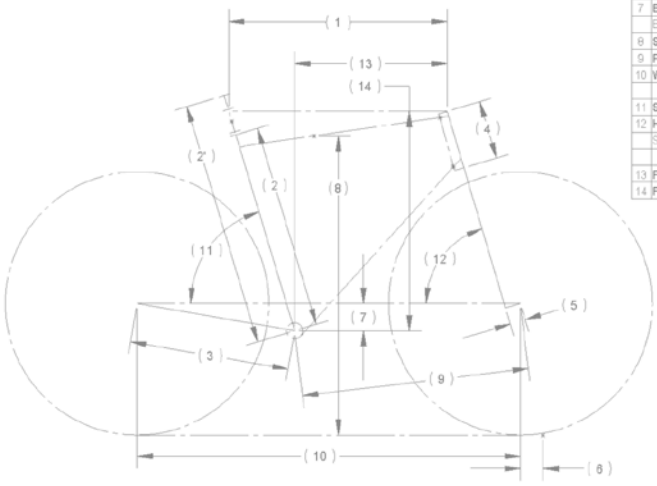
`

S novým modelem Madone uvádí Trek na trh rámy H1.5 Fit, více možností představců, další velikost řídítek a +/- 5stupňovou rotaci řídítek. Díky této nové aktualizaci velikostí nabízí Trek v integrovaném kokpitu nejširší škálu možných posedů pro muže i ženy.

Než aby Trek stavěl kola Madone ve velikostech H1 a H2 s kotoučovými i ráfkovými brzdami (28 jedinečných rámů), zaměřil se na to, co by vyhovovalo jeho zákazníkům, a snížil počet na polovinu zavedením jediné velikosti (H1.5) u obou typů brzd. Došlo ke změně tří důležitých prvků: výška od vrcholu hlavové trubky po středové složení, dosah a délka hlavové trubky. Nová velikost nezměnila žádné další prvky geometrie rámu z předchozí generace Madone, která přinesla jedinečnou kvalitu jízdy, kterou se model Madone vyznačuje. S rozšířením nabídky o kotoučové brzdy a pokračováním v použití ráfkových brzd měli inženýři Trek možnost zaměřit více analytického úsilí na aerodynamický odpor a hmotnost u menšího počtu rámů. U obou typů brzd jsou stále k dispozici velikosti rámů od 50 cm po 62 cm. Obrázek 15 ukazuje tabulku s osovými hodnotami nového modelu Madone. Nejlepším prvkem, který tato velikost nabízí, je vyšší pružnost změny velikosti nového představce, řídítek a natočení řídítek.

H1.5 Madone Frame Geometry

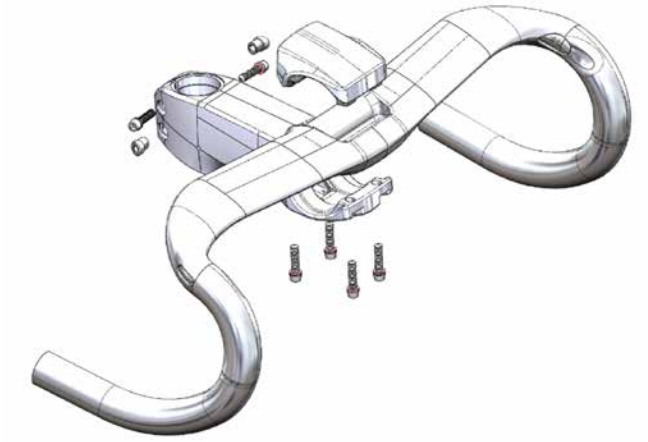
#	Frame Size	50 CM	52 CM	54 CM	56 CM	58 CM	60 CM	62 CM
1	EFFECTIVE TT	521.4	534.2	543.6	559.9	573.2	586.1	598.0
2	SEAT TUBE (c-t)	453	483	496	525	553	573	593
2'	SEAT MAST (c-t)	545	575	600	630	650	670	690
3	CHAIN STAYS (c-c)	410	410	410	410	411	411	412
4	HEAD TUBE	111	121	131	151	171	191	211
	HEADSET LSH	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TIRE DIAMETER	676	676	676	676	676	676	676
	FORK, AXLE-RACE	374	374	374	374	374	374	374
5	FORK OFFSET	45	45	45	40	40	40	40
6	TRAIL	61.9	57.5	56.3	58.4	56.5	56.1	55.7
7	BB DROP	72	72	70	70	68	68	68
	BB Height	266	266	268	268	270	270	270
8	STAND OVER, MAX	711.3	732.1	743.6	768.1	792.9	811.1	829.4
9	FRONT-CENTER	575	577.4	581	583	590	599	607
10	WHEELBASE	974	977	981	983	992	1001	1010
11	ST-GROUND Angle	74.6°	74.2°	73.7°	73.3°	73.0°	72.8°	72.5°
12	HT-GROUND Angle	72.1°	72.8°	73.0°	73.5°	73.8°	73.9°	73.9°
	ST-OS Angle	64.5°	64.1°	63.9°	63.5°	63.5°	63.2°	63.0°
13	Frame REACH	378.1	383.2	385.8	391.0	395.5	399.6	402.5
14	Frame STACK	520.6	532.5	540.7	563.0	581.2	600.6	620.0



Obrázek 15 Osy rámu nového Madone H1.5.

Řídítka a představec Trek nového modelu Madone byly odděleny do tradičnějšího, avšak stále jedinečného systému. Obrázek 16 ukazuje rozložení jednotlivých dílů. Toto nové sestavení nabízí 40 možných konfigurací oproti 26 možným konfiguracím u rámů H1/H2. Jezdci rovněž mají další výhodu +/- 5stupňového natočení řídítek, což umožňuje přesnější úpravu velikosti.

Tabulka 4 zobrazuje možnosti řídítek a představce nabízené u stávajícího modelu Madone a ty, které budou k dispozici u nového Madone. -7stupňové představce nabízejí standardní nastavení v našem průmyslu a -14stupňové představce mají jezdcům na stávajícím modelu Madone H1 umožnit výběr vhodné velikosti a novým zákazníkům zároveň nabídnout větší pružnost. Představce jsou k dispozici v 90mm a 130mm délkách a v úhlech -7 ° a -14 °. Řídítka se pak nabízejí v jedné dodatečné šířce s volbou velikosti s lomením oblouku VR-CF v šířkách od 38 do 44 cm. Tyto další možnosti usnadňují výběr vhodné velikosti za výhodnější cenu.



Obrázek 16 CAD model řídítek a představce nového modelu Madone.

Current Madone	
Stem Length (mm) [all -7 deg]	Bar Width (cm) [VRCF]
90	40
	42
	44
100	40
	42
	44
110	40
	42
	44
120	40
	42
	44
130	42

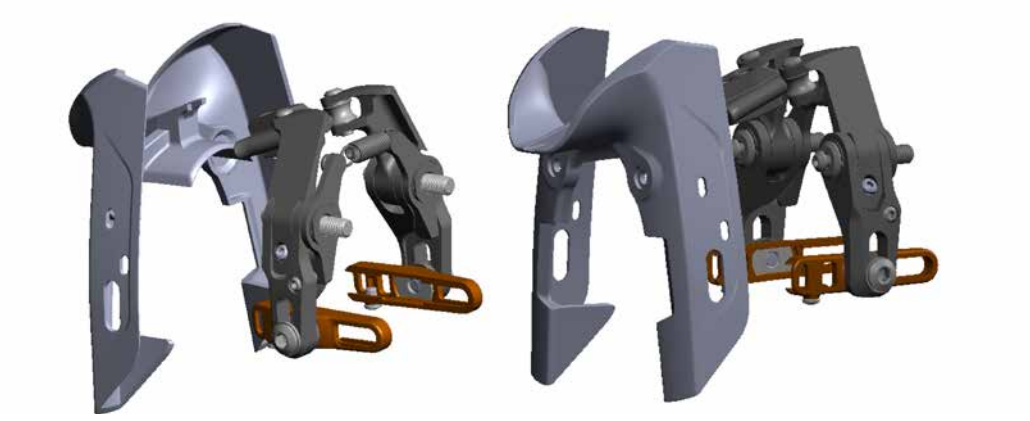
New Madone			
Stem Length (mm) [-7 deg]	Stem Length (mm) [-14 deg]	Bar Width (cm) [VRCF]	Bar Roll (deg)
90	90	38	+/- 5
		40	
		42	
		44	
100	100	38	
		40	
		42	
		44	
110	110	38	
		40	
		42	
		44	
120	120	38	
		40	
		42	
		44	
130	130	38	
		40	
		42	
		44	

Tabulka 4 Nové možnosti řídítek a představce nového modelu Madone versus současné kombinace řídítek/představce.

ZDOKONALENÍ A INTEGRACE

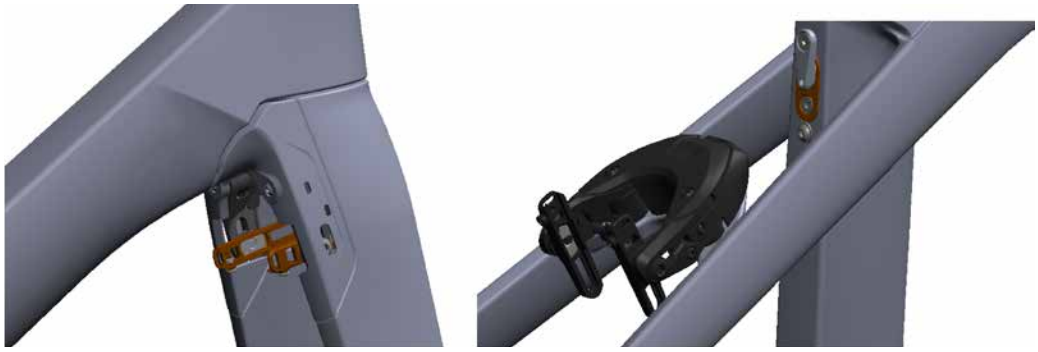
RÁFKOVÉ BRZDY

Zcela nové ráfkové brzdy mají nový design a nabízejí lepší funkčnost a snadnost nastavení. Ramena brzd jsou opatřena nezávislými seřizovacími šrouby pro napnutí pružiny k vycentrování brzdových destiček a umožňují jejich přesné seřízení v závislosti na opotřebení a nastavení tažné síly páčky na požadovanou hodnotu. Rozsah distančních šroubů umožňuje výměnu šířek ráfků od 23–28,5 mm bez potřeby úpravy středového klínu.



Obrázek 17 CAD modely přední ráfkové brzdy nového Madone.

Největším rozdílem u kola s ráfkovými brzdami ve srovnání se stávajícím modelem Madone je umístění přední brzdy. Trek si byl vědom možnosti dále vylepšit aerodynamické vlastnosti modelu Madone umístěním přední brzdy na zadní stranu vidlice k hladké integraci do vidlice a dolní rámové trubky. Kryt přední brzdy nyní může mít stejnou barvu jako rám a vidlice. Nový model Madone využívá design brzd se středovým tahem stávajícího modelu Madone. Kabeláž přední brzdy je vedena dolů po přední straně sloupku, skrze základnu sloupku a dolní ložisko sloupku a ven na zadní straně vidlice. Zadní brzda, která má stejný design a tvar středového tahu, prochází horní trubkou se zarážkou u držáku tlumiče na zadní straně sedlové trubky. Kousek brzdového lanka vyčnívá ven.



Obrázek 18 CAD modely přední ráfkové a zadní ráfkové brzdy nového Madone, namontované na rám k zobrazení tvarového faktoru.

Přední brzda (brzda, kryt bez nátěru a zarážka) vykazuje hmotnost 152 g. Je tak o 5 gramů lehčí než u stávajícího modelu Madone. Zadní brzda (brzda a zarážka) vykazuje hmotnost 152 g a odpovídá té u stávajícího modelu Madone. Prostor pro pláště pojme pláště 25C v prodejném tvaru, které splňují předpisy ISO vztahující se na mezery pro pláště.

KOTOUČOVÉ BRZDY

Zapojení kotoučových brzd bylo klíčové ve výzkumné a vývojové fázi nového modelu Madone. Aerodynamika a vedení kabeláže patřily ke dvěma oblastem, na které se bylo třeba zaměřit a pečlivě je zvážit. V případě aerodynamických vlastností jsou kotoučové brzdy problematické, když se zvažuje vítr ve vybočení na straně kola bez pohonu. Trek sestavil CFD modely brzdových třmenů kotoučových brzd a rotorů s využitím softwaru 3D skenování. Kvůli zachování úplného vnitřního vedení kabeláže musel Trek prozkoumat nové způsoby vedení ráfkových i kotoučových brzd dolním ložiskem hlavové trubky. Jedním řešením, které vyhovovalo oběma typům brzd, bylo vedení kabeláže sloupkem vidlice nad spodním ložiskem hlavové trubky. Odtud by se pak jejich dráhy lišily. V případě kotoučových brzd bylo náročnější vést brzdové lanko ze sloupku do nohy vidlice na straně bez pohonu.

Tento problém vyřešil Trek tím, že přidal vodicí trubičku pro snadnou montáž brzdové hadice z nohy vidlice do hlavové trubky bez použití nářadí.

Kotoučové brzdy rovněž nabízejí prostor pro větší pláště. Nový rám Madone s kotoučovými brzdami a prostor vidlice pro pláště pojme pláště 28C v prodejném tvaru, které splňují předpisy ISO vztahující se na mezery pro pláště.

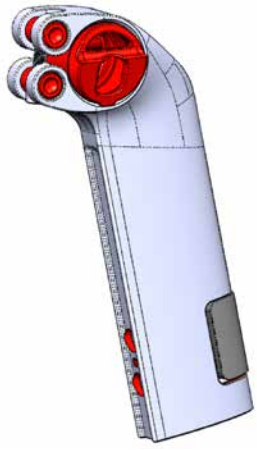
SEDLOVKA/ÚCHYT SVĚTLA

Stejně jako současný model Madone je i ten nový vybaven systémem IsoSpeed, který je nyní aerodynamičtější, opět umožňuje využít sedlovku v kombinaci s osvědčenou technologií KVF a odpovídá aerodynamickému profilu sedlové trubky a bezkonkurenční vertikální poddajnosti. Hlava sedlovky nadále používá nezávislý systém svorníku a ližin umožňující libovolné nastavení sklonu a posunu.

Nová sedlovka má design integrovaného vnitřního klínu (Obrázek 20). Zadní strana sedlového nástavce tak získává elegantnější vzhled. Design externí objímky klínu se více nepoužívá. Zadní strana sedlového nástavce je nyní zcela natřená. Sedlovka je k dispozici ve čtyřech barevných variantách a s možností úplných úprav dle vlastního přání.

Program Project One společnosti Trek. Do designu byl dále zaintegrován bezpečnostní design v podobě úchytu na zadní blikačku Flare R k přichycení na zadní stranu hlavy sedlovky, čímž se dosahuje elegantního a integrovaného vzhledu (Obrázek 19). Úchyt držáku reflektoru bezvadně zapadá do prostoru na zadní části sedlovky a je rovněž elegantní a integrovaný.

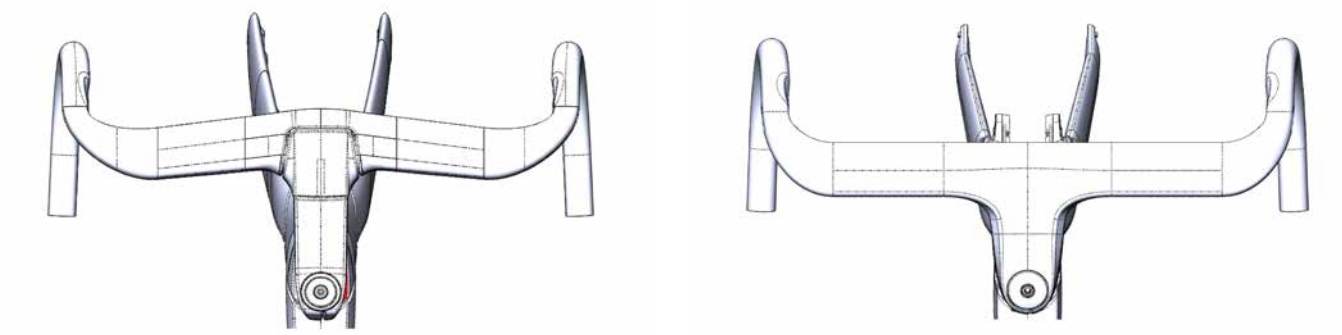
Obrázek 19 Sedlovka nového modelu Madone s integrovaným úchytem světla.



Obrázek 20 Sedlovka nového modelu Madone se zobrazeným vnitřním klínem.

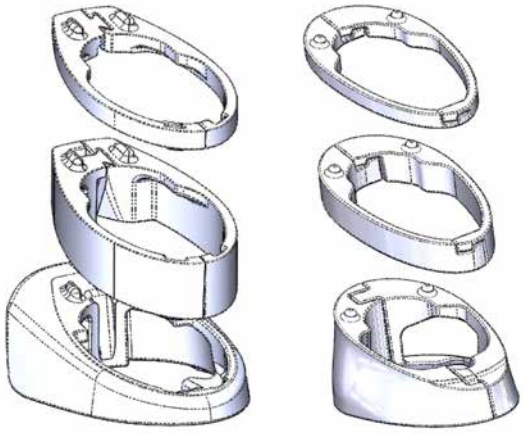
ŘÍDÍTKA/PŘEDSTAVEC

Jak už bylo řečeno, hlavní prioritou inženýrů Trek bylo rozšíření sortimentu velikostí u kola Madone. Rozdělení řídítek a představce na dva díly bylo nejlepším a nejlogičtějším řešením. Trek však potřeboval zachovat i požadavky na aerodynamiku. Výsledkem je design s čelním panelem, díky němuž se dosahuje aerodynamického, elegantního a integrovaného vzhledu. Horní část řídítek je nyní prohnutá dozadu pro ergonomičtější umístění rukou při jízdě. Tabulka 21 níže nabízí srovnání současného modelu Madone a toho nového.



Obrázek 21 Řídítka nového Madone (vlevo) mají design s prohnutím zaručujícím ergonomiku oproti těm na stávajícím modelu Madone (vpravo).

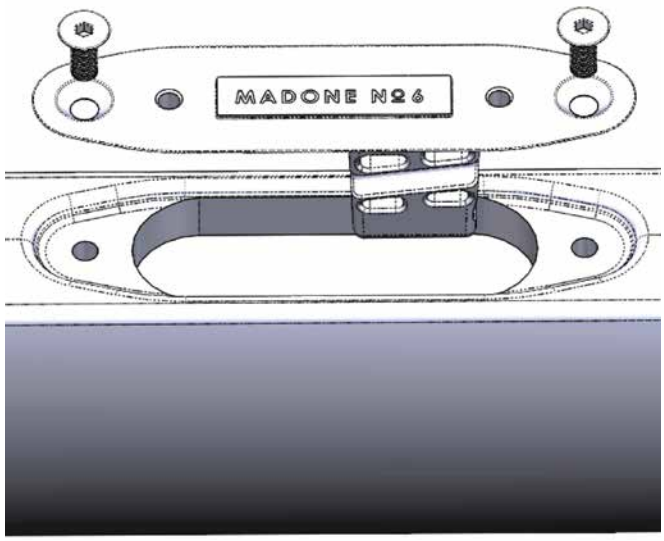
Podložky hlavového složení nadále využívají dvojdílný design pro snadné přidání či odebrání bez potřeby předělávat umístění krytu či vedení kabeláže po sestavení kola. Modernizace podložek se projevuje v minimalizování dělicích čar, zcela novém zamykacím designu, který usnadňuje sestavu kola, a ve dvou možnostech navršení, 5mm a 15mm. V neposlední řadě pak byla aktualizována sada víčka ložiska na jednodílný design a další modernizace odstraňuje výřez NDS, který sloužil k vedení lanek zadní ráfkové brzdy na současném modelu Madone. Viz Obrázek 22 pro srovnání.



Obrázek 22 Podložky hlavového složení nového modelu Madone (vlevo) versus současný model Madone (vpravo).

CENTRÁLNÍ OVLÁDÁNÍ

Byl vylepšen i centrální ovladač, a to tak, aby v jediném dílu zahrnoval veškeré komponenty systému (Obrázek 23). Navíc byl přemístěn na dolní rámovou trubku do optimalizované aerodynamické polohy v místě láhve na vodu. I samotný košík na láhev je uchycen k centrálnímu ovladači. Centrální ovladač obsahuje přesmykač i přehazovačku pro mechanické seřizování. V důsledku pokroku v OEM dílech již není přesmykač vybaven nastavovacím mechanismem. Pro seřizování elektroniky pak centrální ovladač v jednom dílu obsahuje baterii Di2 a krabici spoje B a už nemá napájecí port, který byl přemístěn na konec řídítek. Centrální ovladač rovněž přidržuje lanko zadní kotoučové brzdy, aby se zabránilo rachocení v dolní trubce.



Obrázek 23 Centrální ovládání nového Madone.

UZNÁNÍ TÝMEM TREK SEGAFREDO

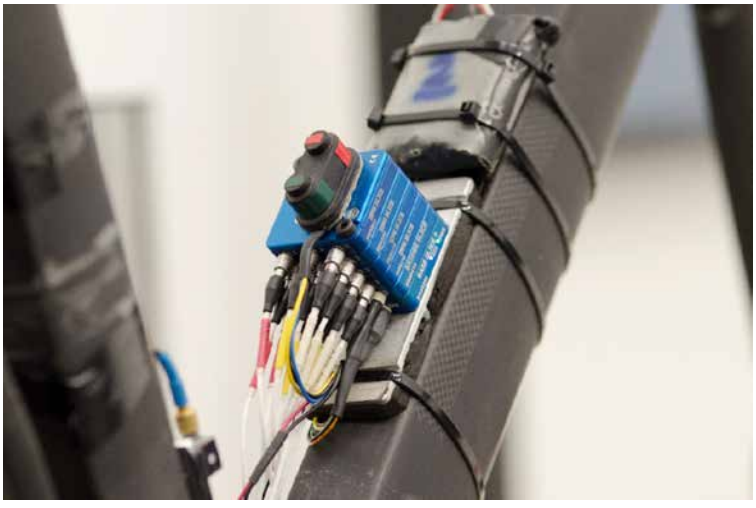
Tým Trek Segafredo se několikrát zapojil do vývoje nového modelu Madone, aby se zajistilo, že kolo nabídne sportovcům a zákazníkům výhodu nad konkurencí a nad stávajícím modelem kola Madone. V prosinci 2017 vyrazil tým na prvních prototypech Madone po Sicílii. V rámci tohoto velkého testu měl tým k dispozici dva jedinečné laminátové modely nového Madone. Porovnávali výkon kola při výšlapech, řezání zatáček, sprintech i pohodlí oproti stávajícímu modelu Madone. Na základě jejich zpětné vazby pak vznikl elegantnější laminát, který byl kombinací dvou dříve testovaných laminátů, bylo provedeno podrobnější zkoumání technologie nastavitelné poddajnosti a došlo ke zlepšení rozhraní řídítek a představce.

Další velký test pak proběhl na Mallorce v lednu 2018. Názory týmu ohledně výsledných prototypů Madone potvrdily, že aktualizované lamináty poskytly nejlepší ovladatelnost ve své třídě a nová geometrie/velikost H1.5 byla optimální. Tyto testy společnosti Trek rovněž ukázaly, že aktualizované technologie a prvky vedly k vytvoření kola, které jasně převyšuje stávající model Madone. Odráží se v tom schopnost inženýrů Trek vytvořit a vylepšit stávající výrobky, které už tak jsou nejlepší ve své třídě. Dále to dokládá nevyvratitelnou hodnotu, kterou vlastní profesionální cyklistický tým poskytuje výrobci kol.

DODATEK

DODATEČNÉ VÝSLEDKY A HODNOTY TESTOVÁNÍ NA TRENAŽÉRU

Obrázek A1 Zkušební laboratoř s trenažérem.



Obrázek A2 Systém získávání dat na dolní trubce.

DODATEK

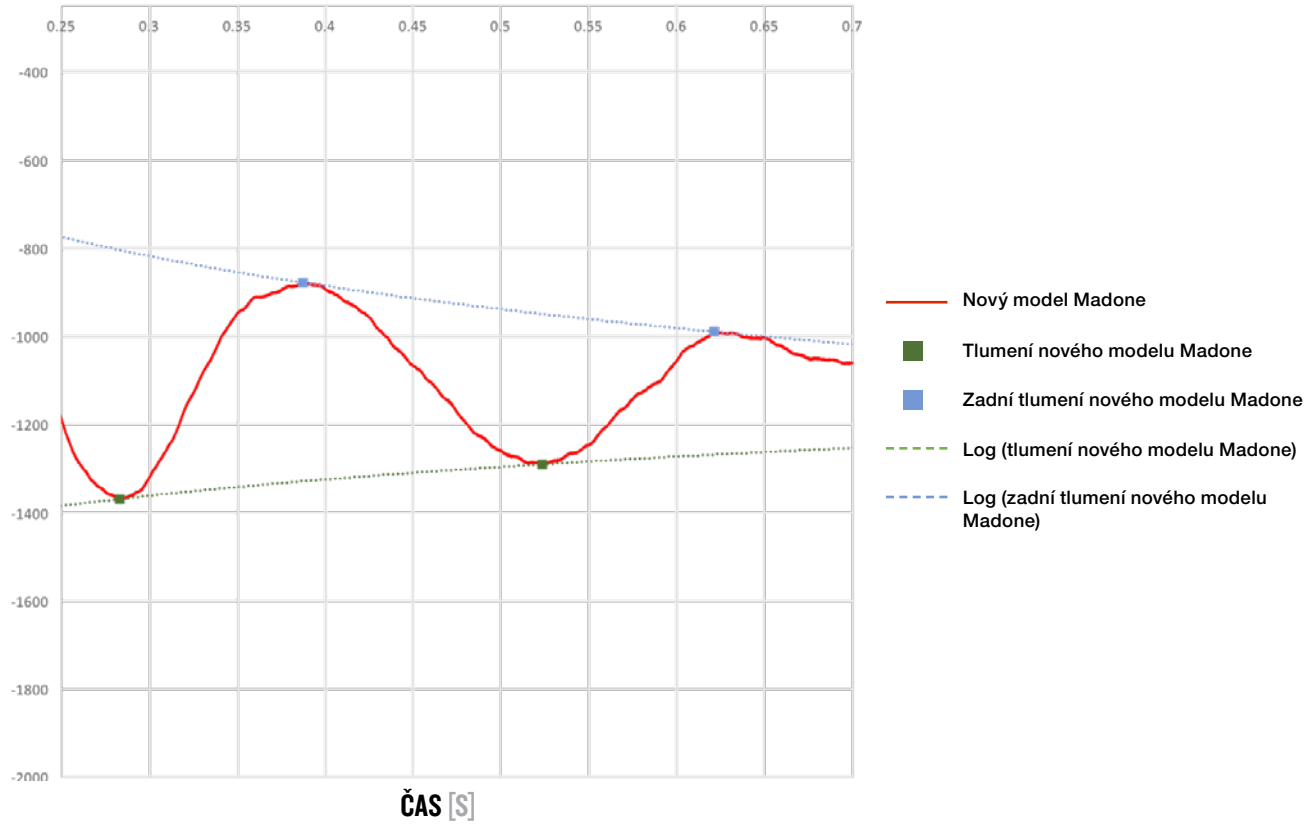
DODATEČNÉ VÝSLEDKY A HODNOTY TESTOVÁNÍ NA TRENAŽÉRU

Obrázek A3 Lineární čidlo výtlaku.

Obrázek A4 Rozmístění tříosého akcelerometru.

DODATEK

DODATEČNÉ VÝSLEDKY A HODNOTY TESTOVÁNÍ NA TRENAŽÉRU



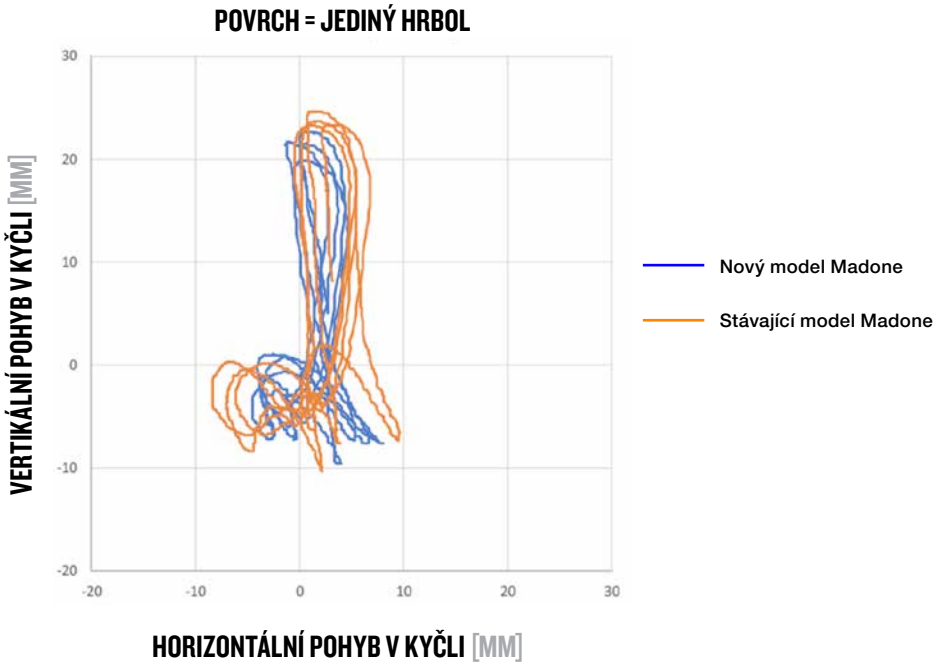
Obrázek A5 Příklad oscilační křivky použité k výpočtu koeficientu tlumení s využitím logaritmického dekrementu.

V případě tlumených systémů, u nichž se projevuje kmitavý pohyb, lze koeficient tlumení vypočíst metodou logaritmického dekrementu. Ten se definuje jako přirozený logaritmus poměru libovolných po sobě jsoucích amplitud, jak zobrazuje Obrázek A5. Koeficient tlumení se pak vypočítá pomocí následující rovnice, kde zéta () je koeficient tlumení a delta () představuje logaritmický dekrement.

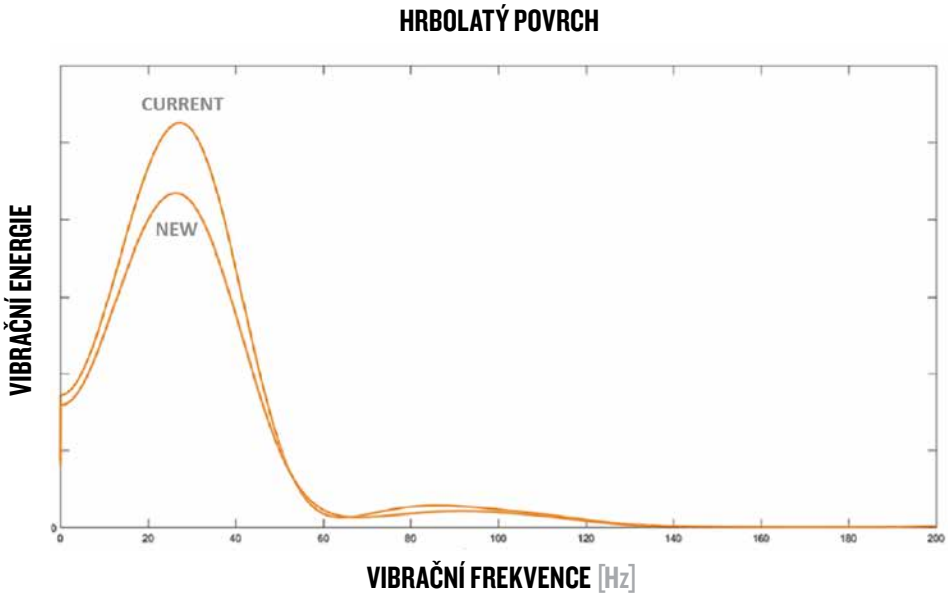
$$\zeta = \frac{\delta}{2\pi} \quad \text{where} \quad \delta \triangleq \ln \frac{x_1}{x_2}$$

DODATEK

DODATEČNÉ VÝSLEDKY A HODNOTY TESTOVÁNÍ NA TRENAŽÉRU



Obrázek A6 Graf sledování pohybu kyčlí na Obrázku 12 u několika opakovaných hrbolů.



Obrázek A7 Analýza výkonové spektrální hustoty zobrazuje pokles celkového zrychlení v případě testů na hrbolatém povrchu.