

Nowe BMW HP4 RACE.

Spis treści.



Nowe BMW HP4 RACE. (wersja skrócona)	2
Napęd.	5
Zawieszenie i karoseria.	10
Instalacja elektryczna, elektronika i wyposażenie.	17
Moc silnika i moment obrotowy.	21
Dane techniczne.	22

1. Nowe BMW HP4 RACE. (wersja skrócona)



Nowe BMW HP4 RACE: nowoczesność i innowacyjność w ręcznej produkcji gwarantująca najlepsze osiągi na torze wyścigowym.

Fascynujące rozwiązania techniczne zapewniające maksymalne osiągi na torze wyścigowym były od zawsze cechą wykonanych ręcznie, idealnie dopracowanych w każdym detalu fabrycznych motocykli wyścigowych. Wraz z nowym HP4 RACE BMW Motorrad prezentuje rasowy motocykl wyścigowy, który wyprodukowany zostanie w liczbie 750 egzemplarzy. Ręczna produkcja prowadzona przez niewielki, wysoko wyspecjalizowany zespół gwarantuje najwyższą jakość.

Nowe HP4 RACE plasuje się pod względem napędu, elektroniki i elementów resorowania na poziomie aktualnych fabrycznych supermotocykli wyścigowych, a pod względem ramy – tu wykonanej z karbonu – nawet jeszcze wyżej. Masa HP4 RACE w stanie gotowym do jazdy i z pełnym zbiornikiem paliwa wynosząca 171 kg jest nawet niż aktualnych fabrycznych motocykli wyścigowych w mistrzostwach świata supermotocykli i nieco wyższa niż w wyścigach MotoGP.

Przemysłowo produkowana karbonowa rama główna w konstrukcji monocoque, samonośna rama tylna i koła z karbonu.

Wraz z HP4 RACE firma BMW Motorrad jako pierwszy producent motocykli na świecie prezentuje motocykl z ramą główną wyprodukowaną w niewielkiej przemysłowej serii wykonaną całkowicie z karbonu ważącą zaledwie 7,8 kg, pozwalając cieszyć się tą nowotarską technologią szerokiemu gronu odbiorców. Również przednie i tylne koło wykonane są z tego nowoczesnego materiału, który w zestawieniu z kutymi kołami ze stopów lekkich umożliwia przy uzyskaniu odpowiedniej sztywności redukcję masy o ok. 30 procent.

Zawieszenie Öhlins, wahacz z metali lekkich i zaciski hamulcowe Brembo monobloc z mistrzostw świata supermotocykli.

Nowe HP4 RACE wykorzystuje technologie wyścigowe z najwyższej półki w elementach zawieszenia i hamulcach. Zarówno odwrócony widelec FGR 300, jak i kolumna resorująca TTX 36 GP pochodzą od szwedzkiego producenta, firmy Öhlins, i są identyczne z elementami stosowanymi też w mistrzostwach świata supermotocykli i MotoGP. Wykonany z elementów frezowanych i blaszanych wahacz z metali lekkich to również rozwiązanie stosowane w mistrzostwach świata supermotocykli.

Oba zaciski monobloc Brembo typu GP4 PR w nowym HP4 RACE to również komponenty, jakich używa się zwykle tylko w mistrzostwach świata. Powlekane tytanowe tłoczki i jednoczęściowe zaciski z niklowanego aluminium to obecnie najlepsze połączenie materiałów. W zestawieniu ze stalowymi tarczami hamulcowymi T-Type Racing o średnicy 320 mm i grubości 6,75 mm zapewniają wysmienitą skuteczność hamowania.

Rasowy silnik wyścigowy i krótka przekładnia wyścigowa z przełoženiami dopasowanymi wg specyfikacji mistrzostw świata.

Nowe HP4 RACE wyposażone jest w rasowy silnik wyścigowy podobny do tych o specyfikacji 6.2 i 7.2 stosowany w długodystansowych mistrzostwach świata i mistrzostwach świata supermotocykli. Moc maksymalna jednostki wynosi 158 kW (215 KM) przy 13900 obr/min. Maksymalny moment obrotowy 120 Nm uzyskiwany jest przy 10000 obr/min. Maksymalna prędkość obrotową zwiększono w stosunku do silnika S 1000 RR z 14200 do 14500 obr/min. Aby uzyskać najlepsze osiągi, zastosowana została sześciobiegowa przekładnia o krótkich, zoptymalizowanych przełożeń i z różnymi przełoženiami wyjściowymi (w zestawie są różne zębniiki i koła łańcuchowe).

Odełżona instalacja elektryczna, deska rozdzielcza 2D oraz dynamiczna kontrola trakcji DTC, Engine Brake EBR, Wheelie Control i inne wyposażenie elektroniczne.

Nowe BMW HP4 RACE wyposażone jest w bogaty pakiet elektronicznych systemów regulacyjnych i wspomagających oraz w lekką instalację elektryczną dostosowaną do wyścigów. Deska rozdzielcza 2D z pamięcią danych dostarcza wielu informacji.

Dynamiczna kontrola trakcji DTC, Engine Brake EBR oraz Wheelie Control umożliwiają precyzyjne dostosowanie do najróżniejszych profili toru i nawierzchni. Można je zaprogramować w zależności od biegu według potrzeb kierowcy, co umożliwia optymalne wykorzystanie niesamowitego potencjału nowego HP4 RACE. Inne wyposażenie elektroniczne to Pit Lane Limiter pozwalający utrzymać limit prędkości na dojeździe do boksu oraz Launch Control umożliwiający perfekcyjny start.

Lekkie owiewki z karbonu i ręcznie szczotkowany zbiornik paliwa z aluminium.

Karbonowa owiewka, osłona dolotu powietrza i podstawa siedzenia w nowym HP4 RACE lakierowane są w kolorach BMW HP Motorsport. Ręcznie szczotkowany i lakierowany na przezroczysto aluminiowy zbiornik paliwa podkreśla szlachetny, wyścigowy wygląd motocykla.

Najważniejsze cechy nowego BMW HP4 RACE:

- Karbonowa rama główna w konstrukcji monocoque o masie zaledwie 7,8 kg.
- Samonośna, karbonowa rama tylna z potrójną regulacją wysokości.
- Karbonowe koła o ok. 30 procent lżejsze od kutych kół ze stopów lekkich.
- Odwrócony widelec Öhlins typu FGR 300.
- Kolumna resorująca Öhlins typu TTX 36 GP.
- Zaciski monobloc Brembo typu GP4 PR i stalowe tarcze hamulcowe T Type Racing o średnicy 320 mm (grubość: 6,75 mm) z przodu.
- Silnik wyścigowy na poziomie jednostek z mistrzostw świata, moc 158 kW (215 KM) przy 13900 obr/min i maks. moment obrotowy 120 Nm przy 10000 obr/min.
- Krótka przekładnia wyścigowa z dopasowanymi przełoženiami.
- Odełżona instalacja elektryczna i lekki akumulator litowo-jonowy 5 Ah.
- Deska rozdzielcza 2D i rejestrator danych 2D.
- Dynamiczna kontrola trakcji DTC (możliwość programowania 15 poziomów dla poszczególnych biegów).
- Engine Brake EBR (możliwość programowania 15 poziomów dla poszczególnych biegów).
- Wheelie Control (możliwość programowania dla poszczególnych biegów).
- Launch Control.
- Pit Lane Limiter.
- Lekkie owiewki z karbonu na szybkozłącza.
- Malowanie w kolorach BMW HP Motorsport.
- Ręczna produkcja, 750 egzemplarzy.

2. Napęd.



„W nowym HP4 RACE oferujemy fabryczny silnik wyścigowy na poziomie mistrzostw świata. Ręczna produkcja gwarantuje przy tym uzysk mocy i niezawodność na najwyższym poziomie.”

Rudolf Schneider

Szef projektów 4- i 6-cylindrowych

Silnik nowego HP4 RACE: rasowa technika wyścigowa HP gwarantująca osiągi na najwyższym poziomie.

W nowym HP4 RACE stosowany jest rasowy silnik wyścigowy. Zasadniczo jest to zaprojektowany do długodystansowych mistrzostw świata i mistrzostw świata supermotocykli silnik wyścigowy High Performance z S 1000 RR w specyfikacji World Cup. Jego moc maksymalna to 158 kW (215 KM) przy 13900 obr/min, a więc o 12 kW (16 KM) więcej niż w wersji RR z homologacją drogową. Maksymalny moment 120 Nm uzyskiwany jest przy 10 000 obr/min (RR: 113 Nm przy 10 500 obr/min). Maksymalna prędkość obrotową zwiększono w stosunku do bazowego silnika z 14200 do 14500 obr/min.

Pieczołowita, pełna zaangażowania ręczna produkcja silnika wyścigowego o własnej serii numerów.

Podobnie jak cały motocykl, również wyścigowy silnik HP4 RACE produkowany jest ręcznie przez niewielki zespół ekspertów w fabryce BMW Motorrad w Berlinie. Wieloletnie doświadczenie w wyścigach, doskonała znajomość rzeczy, a także entuzjazm i dbałość o detale umożliwiają załodze produkcję silnika wyścigowego z najwyższej półki.

Zmodyfikowane wałki rozrządu i dolot powietrza zapewniające znaczny przyrost mocy i momentu obrotowego.

Już głowica cylindrów przejęta z RR oferuje pod względem geometrii i wykonania kanałów dolotowych i wydechowych oraz konstrukcji komór spalania i rozrządu optymalne warunki dla silnika wyścigowego. Pokazały to liczne zwycięstwa i zdobyte tytuły w ostatnich latach.

Zmiany mające na celu zwiększenie mocy i momentu obrotowego mogły się więc skupić na zastosowaniu innych wałków rozrządu po stronie dolotu i wydechu oraz na modyfikacji i optymalizacji dolotu powietrza i przygotowania mieszanki. Wałki rozrządu umożliwiają większy skok zaworów dolotowych i wydechowych również przejętych z RR i w połączeniu ze zmienionymi

czasami otwarcia i dopasowanymi sprężynami zaworów umożliwiającą zwiększenie mocy silnika.

Analogicznie do silnika RR również silnik HP4 RACE o sprężaniu 13,7-13,9 : 1 ma adaptacyjne długości dolotu. Silniczek nastawczy w dolocie reguluje w dwóch stopniach długość trąbek dolotu. Od 11500 obr/min otwierane są krótsze kanały dolotowe umożliwiające uzyskanie maksymalnej mocy. Na potrzeby HP4 RACE trąbki dolotu zostały obliczone na nowo. Są one dłuższe i mają większy przekrój. Towarzyszy temu również zastosowanie kolektora dolotowego o optymalnych trąbkach i dźwigienkach nastawczych.

Odelżony napęd korbowy z wysokowytrzymałymi tłoczkami i wyselekcjonowanymi tłokami poprawiający kulturę pracy i trwałość.

Podzielony poziomo blok silnika HP4 RACE odpowiada tej z modelu RR. W celu redukcji tarcia w górnej części bloku silnika zastosowano honowane, wtlaczane izostatycznie dla uzyskania jednorodności materiału gładzie cylindrów. W połączeniu ze standardowymi w RR tłokami ze stopów lekkich zapewnia to doskonałe warunki pracy wysokowydajnego silnika wyścigowego. W nowym HP4 RACE tłoki i tłoczyska są jednak selekcjonowane pod względem masy, aby zredukować różnice mas wirujących pomiędzy czterema cylindrami, co pozwala uzyskać optymalną kulturę pracy i wytrzymałość.

Frezowane tłoczyska z wysokowytrzymałej kutej stali renomowanej austriackiej firmy Pankl dają silnikowi nowego HP4 RACE wyższą wytrzymałość mechaniczną wymaganą w jednostkach wyścigowych. Korzystny rozkład mas zapewnia również precyzyjnie wyważony wał korbowy. Aby sprostać wymogom wyścigów i zapewnić szybkie wchodzenie na obroty, wał korbowy jest lżejszy o około 200 g. Redukcję masy uzyskano poprzez wiercenia w przeciwwagach oraz w pierwotnym kole napędowym po prawej stronie wału korbowego.

Luzy łożysk zoptymalizowane pod kątem wyścigów oraz odpowiednio dostosowane smarowanie.

Elementarne znaczenie w każdym silniku wyścigowym ma redukcja tarcia. To od niej zależy, ile mocy wyprodukowanej przez silnik trafi w efekcie końcowym na tylne koło, gdzie będzie się mogło przełożyć na przyspieszenie. W tego względu przy montażu silnika HP4 RACE szczególną uwagę poświęca się luzowi łożysk. Zbyt mały luz łożyska jest niepożądany dla uzyskania minimalnego tarcia, dlatego szczególnie panewki łożysk głównych wału korbowego i łożysk korbowodów są dobierane według ścisłych tolerancji ustalonych specjalnie dla silnika HP4 RACE.

Możliwie niskie tarcie i optymalne smarowanie zapewnia odpowiednio dostosowany układ smarowania. Ciśnienie oleju dopasowano precyzyjnie do

wymogów silnika w eksploatacji wyścigowej oraz do stosowanego oleju Shell Advantec Ultimate 0W40.

Kolejną optymalizacją smarowania jest zastosowanie aluminiowej frezowanej z litego materiału i anodowanej na czarny kolor miski olejowej umieszczonej z boku po prawej stronie silnika. Miska olejowa o geometrii dostosowanej do przebiegu układu wydechowego nie tylko zapewnia niezawodne zasysanie oleju przez pompę, ale ma też zawór regulacji ciśnienia oleju.

Chłodnica oleju i płynu chłodzącego odpowiadają seryjnym elementom z RR. Jak często w sportach motorowych, zrezygnowano jednak z wentylatora. Podczas gdy ciśnienie w seryjnej chłodnicy wynosi 1,2 bar, to ciśnienie w układzie chłodzenia nowego HP4 RACE sięga 1,8 bar. Zwiększa to temperaturę wrzenia płynu chłodzącego znacznie powyżej 100°C, co zapewnia znacznie lepsze chłodzenie silnika.

Lekki wyścigowy układ wydechowy 4-2-1 z tytanu.

Dużą część prac przy projektowaniu silnika wyścigowego zajmuje zaprojektowanie układu wydechowego. Odpowiednio do wymogów czterocylindrowego silnika rzędowego jednostka HP4 RACE ma wykonany z tytanu lekki układ wydechowy 4-2-1. Z tytanu wykonane są nawet flansze kolektora. Taki układ umożliwia uzyskanie wysokiego momentu obrotowego w średnim zakresie obrotów i wysokiej mocy maksymalnej przy niewielkiej masie. Tłumik końcowy pokryty karbonem i dostosowany dla uzyskania odpowiedniego przeciwcisnienia spalin ma również lekką konstrukcję.

Krótką, sześciobiegową skrzynia wyścigowa HP o zoptymalizowanych biegach i różnych przełożeniach wyjściowych dla rekordowych czasów okrążeń.

Najszybsze okrążenia możliwe są tylko wtedy, gdy przełożenia skrzyni biegów, a tym samym całkowite przełożenia układu napędowego są idealnie dostosowane do lokalnych warunków. Z tego względu pary przełożeń skrzyni sześciobiegowej, z wyjątkiem 3. biegu, zostały w nowym HP4 RACE dobrane na nowo.

W motocyklach przeznaczonych do użytku drogowego pod względem przełożeń skrzyni biegów trzeba pogodzić się z pewnymi kompromisami w codziennej eksploatacji. Dlatego mają one stosunkowo krótki – do jazdy drogowej czy ruszania pod górę – pierwszy bieg i odpowiednio szeroką rozpiętość kolejnych przełożeń.

Skrzynia sześciobiegowa nowego HP4 RACE bazująca na skrzyni RR jest z kolei całkowicie dopasowana do jazdy torowej. Przełożenia 1. i 2. biegu są dłuższe, a kolejnych biegów od 4. do 6. krótsze. Przy niezmiennym przełożeniu pierwotnym oznacza to, że skoki pomiędzy biegami są mniejsze,

co zapewnia lepsze przyspieszenie, a tym samym optymalne osiągi na torze. Aby umożliwić indywidualne dostosowanie przełożenia wtórnego do różnych torów, HP4 RACE dysponuje również różnymi tarczami łańcuchowymi i zębnikami.

Bieg	HP4 RACE			S 1000 RR		
1	18	43	2.38889	17	45	2.64706
2	22	44	2.00000	22	46	2.09091
3	22	38	1.72727	22	38	1.72727
4	22	34	1.54545	24	36	1.50000
5	25	35	1.40000	25	34	1.36000
6	24	31	1.29167	23	29	1.26087
Przełożenie pierwotne	46	76	1.65217	46	76	1.65217

Odwrócone biegi i asystent zmiany biegów Pro umożliwiający perfekcyjną zmianę biegów bez sprzęgła.

Nowe HP4 RACE standardowo oferuje pożądaną przez wielu kierowców wyścigowych odwrócony schemat biegów z pierwszym biegiem u góry i biegami od drugiego do szóstego w dół.

Specjalnie dostosowany do HP4 RACE asystent zmiany biegów HP Pro umożliwia przełączanie biegów na wyższe bez sprzęgła, zapewniając idealne przyspieszenie niemal bez przerywania transmisji napędu. Z kolei funkcja międzygazu pozwala również na redukcję bez aktywacji sprzęgła czy przepustnicy w odpowiednich zakresach obciążeń i obrotów. Umożliwia to bardzo szybką zmianę biegów, a tym samym możliwie najlepsze czasy okrążeń, oraz redukcję użycia sprzęgła do minimum.

Redukcja biegów bez sprzęgła daje kierowcy duże korzyści szczególnie przy zaangażowanej jeździe na torze wyścigowym, ponieważ pozwala zachować lewą rękę w niezmienionej pozycji. Oprócz tego znacznie redukuje niepożądane zmiany obciążeń na tylnym kole, zapewniając jeszcze stabilniejszy tor jazdy.

Dotarcie i pomiar mocy na hamowni umożliwiające natychmiastowe użycie na torze i najwyższe osiągi.

Na zakończenie ręcznego montażu każdego silnika HP4 RACE wyposażonego na zewnątrz w lekkie śruby tytanowe odbywa się dotarcie na hamowni, które umożliwia klientowi natychmiastowe użycie motocykla na torze wyścigowym.

Wykonywany jest przy tym pomiar mocy. Silnik sprawdzany jest na hamowni, aby zagwarantować moc 158 kW (215 KM). Następnie jeszcze raz sprawdzane i w razie potrzeby korygowane są czasy otwarcia zaworów. Przed zamontowaniem silnika w ramie motocykla HP4 RACE silnik otrzymuje nowy olej i zostaje zaplombowany.

3. Zawieszenie i karoseria.



„Wraz z wytwarzaną przemysłowo karbonową ramą nowego HP4 RACE rozpoczynamy zupełnie nowy rozdział w konstrukcji motocykli. Bo po raz pierwszy udało się połączyć najlepsze możliwe właściwości techniczne, niezmiennie wysoką jakość produkcji i ekonomiczność”.

Christian Gonschor

Szef Projektu HP4 RACE

Układ jezdny nowego HP4 RACE: fascynujące rozwiązania sportowe na poziomie fabrycznych motocykli wyścigowych, a dzięki innowacyjnej technologii karbonowej nawet jeszcze wyżej.

Konsekwentnie sportową konfigurację nowego HP4 RACE widać nie tylko w napędzie przystosowanym pod kątem uzyskania maksymalnych osiągnięć. Wyśmienita dynamika jazdy nowego HP4 RACE to w bardzo istotnej mierze zasługa również zastosowanego układu jezdny.

W nowym HP4 RACE firma BMW Motorrad – w przeszłości zawsze prekursor w wielu dziedzinach: ABS, asystent zmiany biegów Pro, dynamiczna kontrola trakcji DTC czy dynamiczna regulacja amortyzacji DDC – po raz kolejny obiera nowe drogi. BMW Motorrad jako pierwszy producent motocykli na świecie prezentuje motocykl z ramą główną wyprodukowaną w niewielkiej przemysłowej serii 750 egzemplarzy wykonaną całkowicie z karbonu w technologii RTM (Resin Transfer Moulding), pozwalając cieszyć się tą nowatorską technologią szerokiemu gronu odbiorców.

Zaangażowanie techniczne poświęcone przez BMW Motorrad w nowym HP4 RACE szczególnie kwestii lekkiej konstrukcji nie ograniczyło się jednak tylko do ramy z karbonu. Również przednie i tylne koło wykonane są z tego lekkiego i niezwykle wytrzymałego materiału. Do tego dochodzą najwyższej jakości elementy resorowania szwedzkiego producenta, firmy Öhlins, stosowane na przykład w mistrzostwach świata supermotocykli czy w MotoGP.

BMW Group jako prekursor przemysłowej produkcji karbonowych komponentów do pojazdów.

W roku 2013 BMW Group zapoczątkowało nową erę w motoryzacji. Wraz z początkiem seryjnej produkcji samochodu elektrycznego BMW i3 i hybrydowego samochodu sportowego BMW i8 firma wypuściła na drogi pierwsze na świecie samochody premium od początku zaprojektowane pod kątem tego rodzaju napędu. Ale to nie wszystko; kabina BMW i3 wykonana

była całkowicie z niezwykle lekkiego i wytrzymałego materiału, karbonu, co pozwoliło zrównoważyć dodatkową masę napędu elektrycznego. Karbon stosowany jest jako element inteligentnego zestawienia materiałów również w karoserii BMW serii 7.

Od chwili wejścia na rynek BMW M3 CSL w roku 2003 BMW Group jako pierwszy producent na świecie wprowadziło proces wytwarzania karbonu do wielkoseryjnej produkcji przemysłowej. Przemysłowa produkcja jest też ekonomiczna i to dopiero ona umożliwiła wytwarzanie karbonowych elementów o dużej powierzchni do samochodów.

Wraz z HP4 RACE karbon wkracza teraz również do motocykli. Poprzez nowe BMW HP4 RACE firma BMW Group umacnia swoją rolę prekursora w zakresie przemysłowego wykorzystania karbonu w produkcji pojazdów, po raz pierwszy oferując motocykl z karbonową ramą wyprodukowaną w procesie RTM w niewielkiej serii. Ramę o takiej konstrukcji oferuje w tej formie tylko BMW Motorrad.

Elementy karbonowe różnią się pod względem zastosowania i technologii produkcji. I tak na przykład komponenty z widoczną strukturą włókien stosowane głównie jako elementy ozdobne i stylistyczne wykorzystują głównie wizualne cechy karbonu. Redukcja masy czy większa wytrzymałość mają w tym przypadku znaczenie wtórne. Jako materiały stosowane są najczęściej płótna z włókien węglowych i żywice epoksydowe obrabiane w procesie laminacji – ręcznie lub za pomocą pras.

Pod pojęciem „Carboncore” kryją się z kolei elementy, w których karbon stanowi funkcjonalny surowiec wykorzystywany w celu redukcji masy i/lub zwiększenia wytrzymałości danego elementu w porównaniu z takimi materiałami jak stal, aluminium czy magnez. Jako materiał wyjściowy stosuje się tkaniny lub maty. Układa się je w formie, a następnie wstrzykuje do formy żywicę dwukomponentową (technologia RTM: Resin Transfer Moulding).

Do kategorii tej kategorii zalicza się maty z nieprzerwanych włókien obrabiane w technologii RTM. Celem jest przy tym uzyskanie optymalnej relacji pomiędzy sztywnością (skręcanie, wyginanie, sztywność poprzeczna) a masą w wysoko obciążanych elementach istotnych dla dynamiki jazdy, takich jak rama czy koła.

Rama główna i tylna z karbonu redukująca masę i optymalizująca odporność na wyginanie i skręcanie oraz sztywność poprzeczną.

Rama główna nowego HP4 RACE to karbonowa rama portalowa zintegrowana z pochylonym o 32° silnikiem stanowiącym element nośny. Również samonośna rama tylna jest wykonana z karbonu i połączona z ramą główną śrubami w czterech punktach. Dla zapewnienia najlepszych

właściwości jezdnych i wyczucia jazdy, konstrukcję i kształt ramy zaprojektowano tak, aby miała określoną sztywność, np. odporność na zginanie i skręcanie oraz sztywność poprzeczną. W przeszłości było to jednym z głównych słabości ram karbonowych – szczególnie w sportach motorowych, gdzie elastyczność podwozia miała wpływ na przyczepność, a tym samym mogła decydować o zwycięstwie lub przegranej.

Podczas gdy odkształcenia skrętne zawieszenia wokół osi pionowej jest z reguły niepożądane, to pewna elastyczność ramy w osi poprzecznej zapewnia bardziej spokojną jazdę na zakrętach. Te czynniki zostały uwzględnione przy projektowaniu karbonowej ramy HP4 RACE. I tak cała konstrukcja obejmująca ramę główną i tylną oraz wahacz zaprojektowane zostały pod kątem optymalnego połączenia sztywności i elastyczności, tak aby zapewnić kierowcy HP4 RACE optymalną trakcję, precyzję prowadzenia i wyczucie motocykla.

Ważąca 7,8 kg rama główna w konstrukcji monocoque z przegrodami i zintegrowanymi insertami dla zapewnienia trwałości.

Karbonowa rama główna nowego HP4 RACE ważąca zaledwie 7,8 kg jest o 4 kg lżejsza od aluminiowej ramy RR z 2017 r. Karbonowa rama główna wykonana jest w konstrukcji monocoque, a więc jako jeden element. Eliminuje to niewygodne punkty, takie jak klejenie czy łączenie elementów na śruby.

Zarówno wytwarzanie ramy w jednym kawałku, jak i przemysłowy proces RTM umożliwiają zachowanie niezmiennie wysokiej jakości produkcji oraz niezmiennie właściwości fizyczne. Pusty korpus ramy z przegrodami usztywniającymi w profilach bocznych optymalnie wykorzystuje możliwości, jakie daje produkcja elementów z karbonu, zapewniając nowemu HP4 RACE idealne właściwości jezdne. W połączeniu z kołami również wykonanymi z karbonu oraz karbonową tamą tylną daje to bardzo niską masę nowego HP4 RACE wynoszącą 171 kg w stanie gotowym do jazdy i z pełnym zbiornikiem paliwa.

Wysoki priorytet przy projektowaniu karbonowej ramy głównej miała jej trwałość. Istotne znaczenie miały przy tym wszystkie metalowe elementy łożyskowania i połączeń śrubowych – tzw. inserty. W nowym HP4 RACE ich montaż jest częścią procesu produkcji karbonu i mają izolację z włókna szklanego zapobiegającą korozji, a ich bardzo ściśle dopasowanie zapewnia wymagane trwałe osadzenie.

Łatwo dopasowywana ergonomia dzięki samonośnej ramie tylnej z regulacją wysokości i regulowanym podnóżkom.

Aby uzyskać niską masę przy wysokiej wytrzymałości, również rama tylna nowego HP4 RACE wykonana jest z karbonu. W tym przypadku można było

jednak zrezygnować z pracochłonnej technologii RTM. Rama wykonana jest klasyczną metodą produkcji karbonu: jako laminat. Jako surowca użyto tu włókien węglowych oraz żywicy epoksydowej. Aby uzyskać maksymalną wytrzymałość i stabilność termiczną, element jest dodatkowo utwardzany termicznie. Karbonowa rama tylna umożliwia trójstopniową regulację wysokości siedzenia. W stanie fabrycznym wynosi ona 831 mm, w najniższej pozycji 816 mm, a w najwyższej 846 mm. Kolejną możliwość regulacji dają regulowane w 8 pozycjach podnóżki HP z frezowanego aluminium.

Lekkie koła z karbonu dla zapewnienia optymalnego prowadzenia, przyspieszenia i hamowania.

Konsekwencję w projektowaniu nowego HP4 RACE pod kątem maksymalnej dynamiki jazdy widać też w obu 17-calowych kołach o szerokości 3,5 cala z przodu i 6 cali z tyłu. Podobnie jak rama główna wykonane są one jako tzw. elementy Carbondrive. Wytwarzane są jednak w tzw. technologii Braiding, w której cała struktura tkaniny wykonywana jest w jednym kawałku.

Jednocześnie koła karbonowe nowego HP4 RACE są o ok. 30 procent lżejsze i wytwarzają o ok. 40 procent mniejsze siły żyroskopowe niż konwencjonalne kute koła ze stopu lekkiego. Tak istotne redukcje przekładają się istotnie na lepsze prowadzenie, szybsze zmiany kierunków na szukanach, a mniejsze masy wirujące na lepsze przyspieszenie i hamowanie, co pozwala uzyskiwać dobre czasy okrążeń na torze.

W porównaniu z kutymi kołami ze stopu lekkiego karbonowe koła nowego HP4 RACE są też bardziej elastyczne i odporne na pęknięcia. Podczas próby przejazdu z prędkością 120 km/h przez przeszkodę o wysokości 70 mm kute koło uległo pęknięciu i gwałtownie utraciło ciśnienie, a koło karbonowe przyjęło całą energię na kołnierz obręczy, który następnie w pełni powrócił do swojego pierwotnego kształtu. Dla kierowcy oznacza to brak gwałtownej utraty ciśnienia, co pozwala na dojechanie do boksu z ograniczoną prędkością.

Kolejność szkód w nowym HP4 RACE ustawiona jest tak, że w razie wywrotki rama i koła z karbonu będą ostatnimi elementami motocykla, które się poddadzą.

Wysokogatunkowy odwrócony widelec Öhlins FGR 300 i zaciski Brembo GP 4 PR Monobloc z mistrzostw świata supermotocykli.

Podczas gdy motocykle z homologacją drogową idą szczególnie pod względem konfiguracji zawieszenia na kompromisy, to rasowe motocykle wyścigowe nastawione są konsekwentnie na szybkie czasy okrążeń. Dlatego nowe HP4 RACE wyposażone jest w odwrócony widelec Öhlins FGR 300 stosowany również w mistrzostwach świata supermotocykli. W połączeniu z tylną kolumną resorującą BMW Motorrad oferuje zawieszenie, jakie zwykle zarezerwowane jest tylko na motocykli startujących w mistrzostwach świata.

Oprócz doskonałej jakości wykonania i tłoczysk powlekanych azotkiem tytanu zapewniających idealną reakcję widelec Öhlins FGR 300 oferuje też pełną regulację. Regulować można odbicie i dobicie oraz tłumienie dla małych i dużych prędkości. Na potrzeby nowego HP4 RACE w widelcu dostosowano sztywność sprężyny, podkładki zaworów tłumienia oraz cały układ hydrauliczny. Łączny skok sprężyny wynosi 130 mm. Ekskluzywność nowego HP4 RACE podkreśla karbonowa plakietka na głowicy widelca z numerem produkcyjnym od 1 do 750.

Maksymalną skuteczność hamowania i ekstremalną wytrzymałość zapewniają w nowym HP5 RACE wysokiej jakości zaciski Brembo Monobloc GP4 PR stosowane zwykle tylko w mistrzostwach świata supermotocykli, a nawet w MotoGP. Mają one tytanowe tłoczki o powłoce obniżającej tarcie oraz chemicznie niklowany korpus zacisku wraz z powierzchniami bieżnymi tłoczków, co zapewnia maksymalną niezawodność i skuteczność hamowania. Średnica pływających, stalowych tarcz hamulcowych T Type Racing o grubości 6,75 mm wynosi 320 mm. Hamulce obsługuje frezowana z aluminium ręczna pompa hamulcowa RSC 19 x 18 Brembo Racing. Z tyłu za hamowanie odpowiada dwutłoczkowy zacisk stały z tytanowymi tłoczkami oraz pływająca tarcza o średnicy 220 mm (grubość 4,0 mm).

Pieczęłowicie zaprojektowany wahacz z e stopu lekkiego i zaawansowana kolumna resorująca Öhlins z regulacją wysokości z motocykli startujących w mistrzostwach świata.

Za zawieszenie tylnego koła odpowiada wahacz o długości 604 mm stosowany z powodzeniem w mistrzostwach świata supermotocykli. Celowo nie skorzystano tu z możliwości użycia karbonu. Korpus frezowany z wysokowytrzymałego aluminium oraz przyspawane wzmocnienia aluminiowe w tym wahaczu z mistrzostw świata supermotocykli zapewniają optymalną masę, sztywność, trakcję i wyczucie motocykla.

Za resorowanie i amortyzację odpowiada kolumna resorująca Öhlins TTX 36 GP połączona przez układ dźwigni zoptymalizowany na potrzeby wyścigów. Podobnie jak kinematyka dźwigni, która ma zmienione punkty mocowania w stosunku do RR, również kolumna resorująca została zaczerpnięta z mistrzostw świata supermotocykli. Kolumna resorująca ma regulację odbicia i dobicia oraz ustawienie tłumienia do małych i dużych prędkości. Ma również regulację wysokości w zakresie +/- 3 mm. Sztywność sprężyny wynosi 95 Nmm-1, długość sprężyny 317 mm. Całkowity skok zawieszenia tylnej osi to 120 mm. Wkładka do górnego punktu mocowania kolumny resorującej umożliwia regulację o kolejne +/- 2 mm.

Wszechstronna możliwość regulacji geometrii zawieszenia.

Motocykle wyścigowe wymagają dostosowania geometrii zawieszenia w zależności od toru i stylu jazdy kierowcy, jednak często nie mają ku temu

możliwości technicznych. Dlatego w nowym HP4 RACE firma BMW Motorrad umożliwiła szereg ustawień zawieszenia przedniego i tylnego koła.

W stanie fabrycznym offset głowicy widelca wynosi 30 mm. Za pomocą wkładek można jednak uzyskać wartości 26, 28 i 32 mm. Również kąt główki ramy można regulować w zakresie od 64,5 do 66,5° (RR: 66,5°). Odpowiednie wyprzedzenie sworznia zwrotnicy wynosi od 95 do 112 mm (wartość fabryczna 102,5 mm; RR: 96,5 mm). Oprócz regulacji przedniego zawieszenia specjalne wkładki umożliwiają zmianę pozycji punktu obrotu wahacza o +/- 4 mm w krokach co 1 mm, aby umożliwić dostosowanie HP4 RACE do indywidualnych preferencji kierowcy i maksymalnych osiągnięć. Z kolei regulowany drążek reakcyjny (113 mm, +/- 5 mm) umożliwia stosowaną w sporcie regulację wysokości jazdy.

Lekkie owiewki, podstawa siedzenia i błotnik z karbonu oraz zbiornik paliwa ze szczotkowanego aluminium.

Wyścigowa koncepcja oraz konsekwentnie lekka konstrukcja i funkcjonalność widoczne są w nowym HP4 RACE również w karoserii motocykla. Owiewka na szybkozamykacze, podstawa siedzenia i przedni błotnik wykonane są również z karbonu i wyróżniają się niską masą i doskonałą jakością powierzchni. W górnej części owiewki powierzchnia ma widoczną strukturę karbonu prezentującą się atrakcyjnie pod warstwą przezroczystego lakieru. Szlachetny wygląd i doskonałą prezentację zastosowanych materiałów podkreśla też szczotkowany i lakierowany na przezroczysto zbiornik paliwa. Kolorystyka nowego HP4 RACE utrzymana jest w tradycyjnych barwach BMW Motorsport.

4. Instalacja elektryczna, elektronika i wyposażenie.



„Również pod względem elektroniki BMW Motorrad oferuje w HP4 RACE zakres funkcji spotykany tylko w fabrycznych motocyklach mistrzostw świata lub w MotoGP.”

Marc Bongers

Szef BMW Motorrad Motorsport ds. Technicznych

Nowe HP4 RACE: konsekwentnie wyścigowa technika i lekka konstrukcja również w instalacji elektrycznej i elektronice.

Już supersportowe motocykle z homologacją drogową, takie jak RR, ze względu na moc ok. 200 KM trudno sobie wyobrazić bez elektronicznych systemów wspomagających kierowcę takich jak na przykład dynamiczna kontrola trakcji DTC. A jeszcze trudniej rasowe motocykle wyścigowe takie jak nowe BMW HP4 RACE wyposażone jest w bogaty pakiet elektronicznych systemów regulacyjnych i wspomagających oraz w instalację elektryczną dostosowaną do potrzeb wyścigów. Instalacja to została zredukowana w stosunku do seryjnego RR do elementów absolutnie niezbędnych na torze wyścigowym. W połączeniu z lekkim akumulatorem litowo-jonowym o pojemności 5 Ah pozwoliło to obniżyć masę również i w tym miejscu.

Niezawodne w obsłudze, solidne przełączniki jak w supermotocyklach mistrzostw świata.

Armatura kierownicy nowego HP4 RACE odpowiada tej stosowanej również w mistrzostwach świata supermotocykli. Po prawej stronie znajduje się wyłącznik awaryjny w postaci przycisku (czerwony), przełącznik trybów jazdy (niebieski) oraz Pit Lane Limiter / przycisk rozrusznika (czarny). Po lewej stronie umieszczony jest niebieski przełącznik dynamicznej kontroli trakcji DTC oraz Engine Breaker (EBR; regulowane hamowanie silnikiem). Czerwony i zielony przycisk umożliwia dostosowanie DTC i EBR do preferencji kierowcy. Żółty przycisk, również po lewej stronie, pozwala na przewijanie menu.

Dynamiczna kontrola trakcji DTC, Engine Brake EBR i Wheelie Control.

Aby zapewnić maksymalne przyspieszenie, nowe HP4 RACE wyposażone jest w dynamiczną kontrolę trakcji DTC z regulacją w zakresie od -7 do +7. Układ czerpie informacje z czujnika, który w porównaniu z wersją RR jest znacznie bardziej miękko zawieszony. Różne tryby jazdy (Wet, Intermediate, Dry1, Dry2) umożliwiają dostosowanie trakcji tylnego koła na przykład do

suchej lub mokrej nawierzchni o wysokiej lub niskiej przyczepności. Oprócz tego oferuje – podobnie jak Wheelie Control – możliwość ustawienia działania dla poszczególnych biegów, na przykład działanie tylko na biegach 1, 2 i 3 i brak działania na biegach 4, 5 i 6. Regulacja następuje przez odcięcie zapłonu i różne schematy dezaktywacji cylindrów w zależności od uślizgu. Dla każdego trybu jazdy ustawiony jest maksymalny poślizg w zależności od prędkości i pochylenia.

Kolejnym istotnym czynnikiem umożliwiającym najlepsze czasy okrążeń jest układ Engine Brake również regulowany w zakresie od -7 do +7 do indywidualnego ustawienia hamowania silnikiem. Podczas gdy dynamiczna kontrola trakcji wspomaga kierowcę przy przyspieszaniu, to ustawiana również indywidualnie dla każdego biegu funkcja EBR wspomaga go przy hamowaniu – albo hamulcami, albo przez ujęcie gazu. Nowe HP4 RACE umożliwia wybór momentu hamującego działającego na tylne koło zależnie od preferencji kierowcy i warunków na torze, tak aby umożliwić jeszcze lepsze manewry zwalniania lub hamowania.

Układ Wheelie Control, również ustawiany indywidualnie dla każdego biegu w zakresie od 1 do 5, zapobiega trudnemu do opanowania mocnemu podrywaniu się przedniego koła podczas przyspieszania. Daje to sporo korzyści przy przyspieszaniu na niższych biegach od 1 do 3, szczególnie podczas startu.

Launch Control zapewniający perfekcyjny start.

Nowe HP4 RACE oferuje funkcję Launch Control umożliwiającą idealny start podczas wyścigu. Funkcja Launch Control jest aktywna po włączeniu pierwszego biegu. Z technicznego punktu widzenia Launch Control ogranicza moment obrotowy silnika tak, aby przy ruszaniu z pierwszego biegu uzyskać maksymalny moment, jaki może przenieść tylne koło. Po włączeniu drugiego biegu moment obrotowy silnika jest dostosowywany do zmiany przełożenia, tak aby również w tej fazie zapewnić maksymalny możliwy moment na tylnym kole.

Pit Lane Limiter zapewniający precyzyjną prędkość na zjeździe do boksu.

Kierowca nowego HP4 RACE ma też do dyspozycji ograniczenie prędkości na zjazdach do boksu. Pit Lane Limiter działa na pierwszym biegu, a do jego aktywacji wystarczy nacisnąć przycisk start (czarny). Po włączeniu kierowca może maksymalnie odkręcić manetkę, a dzięki odcięciu zapłonu silnik i tak będzie pracował na zaprogramowanej wcześniej prędkości obrotowej i nie pozwoli przekroczyć prędkości. W przypadku założenia krótszego lub dłuższego przełożenia wtórnego kierowca może odpowiednio zwiększyć lub zmniejszyć obroty odpowiadające prędkości 60 km/h.

Wielofunkcyjna deska rozdzielcza 2D z wieloma informacjami.

Również deska rozdzielcza 2D odzwierciedla konsekwentnie wyścigowy charakter nowego HP4 RACE. Na czas pobytu w boksie lub czas rozgrzewania ma tzw. ekran mechanika. Tu wyświetlane jest na przykład ciśnienie oleju i paliwa oraz temperatura oleju i wody. Ekran mechanika widoczny jest tylko na biegu jałowym. Po włączeniu pierwszego biegu wyświetlacz automatycznie przełącza się na ekran kierowcy. Oprócz prędkości, wybranego trybu jazdy, ustawień DTC i EBR można tu wyświetlić wiele różnych informacji, takich jak:

Ekran kierowcy:

- czas okrążenia (Laptime)
- delta czasu okrążenia (Laptime Gap)
- najlepszy czas okrążenia
- ustawienie DTC
- ustawienie EBR
- ustawienie mapy
- temperatura wody (tw) Ekran mechanika:
- ciśnienie hamowania z przodu (bf – brake front; jeśli zamontowany jest czujnik)
- ciśnienie hamowania z tyłu (br – brake rear; jeśli zamontowany jest czujnik)
- skok sprężyny z przodu (sf – suspension front; jeśli zamontowany jest czujnik)
- skok sprężyny z tyłu (sr – suspension rear; jeśli zamontowany jest czujnik)
- napięcie (Ub)
- łączna liczba km
- pozycja manetki (tpd – throttle position demand)
- przepustnica (tp – throttle position)
- prędkość na przednim kole (vf – velocity front)
- prędkość na tylnym kole (vr – velocity rear)
- przechył (la – lean angle)
- temperatura wody (tw)

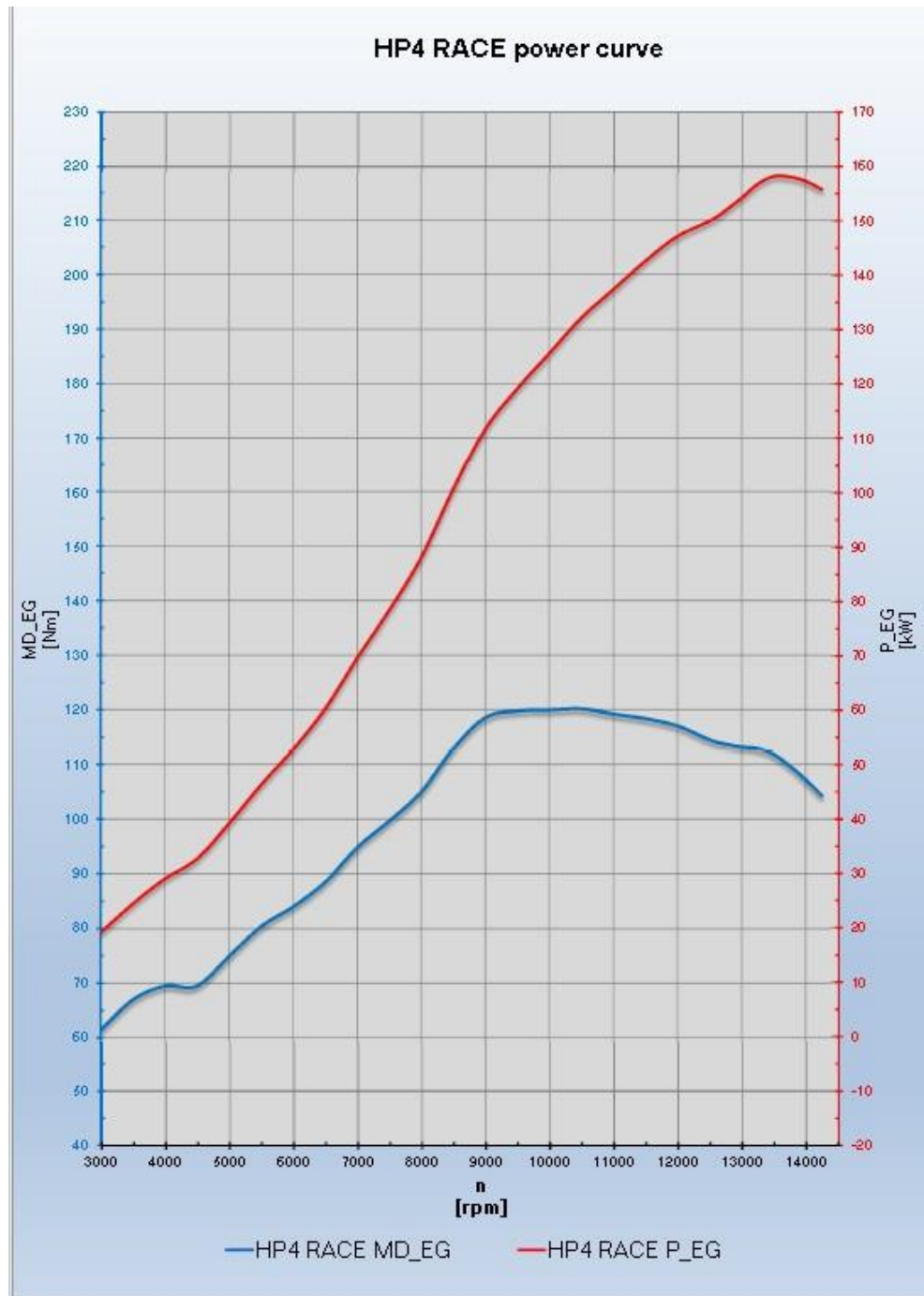
Data Recording System 2D oferuje na przykład możliwość rejestracji czasów okrążeń za pomocą GPS. Oprócz tego można stosować dodatkowe czujniki – na przykład skoku sprężyn lub ciśnienia hamowania.

Wypożażenie do dostosowania ustawień na torze wyścigowym.

Aby umożliwić dostosowanie konfiguracji nowego HP4 RACE do danego toru wyścigowego, motocykl wyposażony jest w następujące dodatkowe elementy:

- Wkładki do głowicy widelca do regulacji offsetu (26 mm, 28 mm, 32 mm). Stan fabryczny: 30 mm.
- Wkładki do główki ramy do regulacji kąta (+/- 0,5°, +/- 1°). Stan fabryczny: 0°.
- Wkładki do ramy do regulacji punktu obrotu wahacza (+- 4 mm, + 3 mm, +- 2 mm, +- 1,0 mm). Stan fabryczny: - 3 mm.
- Zębniak z 15 i 17 zębami. Stan fabryczny: 16.
- Koła łańcuchowe z 41, 42, 44 i 45 zębami. Stan fabryczny: 43.

5. Moc silnika i moment obrotowy.



6. Dane techniczne.



HP4 RACE		
Silnik		
Pojemność	cm3	999
Średnica / skok	mm	80 / 49,7
Moc	kW / KM	158 / 215
przy	obr/min	13 900
Moment obrotowy	Nm	120
przy	obr/min	10 000
Typ	czterocylindrowy silnik chłodzony wodą	
Stopień sprężania / paliwo	13,7-13,9:1 / benzyna bezołowiowa, min. LO 98	
Rozrząd / sterowanie gazem	DOHC (podwójny górny wałek rozrządu), napęd zaworów przez indywidualne dźwigniki	
Liczba zaworów na cylinder		4
Średnica zaw. ssących/wydechowych	mm	33,5 / 27,2
Średnica przepustnicy	mm	48
Instalacja elektryczna		
Alternator	J	406
Akumulator	V/Ah	12/5, litowo-jonowy, bezobsługowy
Reflektor	J	–
Rozrusznik	kW	0,8
Transmisja napędu, skrzynia biegów		
Sprzęgło	wielotarczowe mokre, anti hopping, mechaniczne	
Skrzynia biegów	kłowa 6-biegowa skrzynia wyścigowa (EVO) z uzębieniem prostym (zoptymalizowane biegi 1, 2, 4, 5, 6)	
Przełożenie pierwotne		1,652
Przełożenia biegów	I	2,388
	II	2,000
	III	1,727
	IV	1,545
	V	1,400
	VI	1,291
Napęd tylny		łańcuch
Przełożenie		2,647
Kontrola trakcji		DTC 15-stopniowa regulacja
Hamowanie silnikiem		EBR 15-stopniowa regulacja
Zawieszenie		
Konstrukcja ramy	karbonowa rama RTM monocoque z regulacją kąta główki ramy i punktu obrotu wahacza, silnik nośny	
Zawieszenie przedniego koła	widelec WSBK Öhlins FGR 300, regulacja odbicia i dociskania, regulacja naprężenia sprężyny, regulowany amortyzator skrętu Öhlins SD052, system szybkiej wymiany przedniego koła dzięki obracającym widełkom przy zamontowanym błotniku (do wymiany koła nie trzeba demontować zacisków hamulcowych)	

Zawieszenie tylnego koła

aluminiowy wahacz dwuramienny z centralną kolumną resorującą Öhlins TTX 36 GP, regulacja dobicia i odbicia, regulacja naprężenia sprężyny, regulacja punktu obrotu wahacza (0/3 mm), regulacja odchylenia kolumny resorującej (długość drążka reakcyjnego), powierzchnie przylegania tulei dystansowych do napinaczy łańcucha do łatwego montażu koła, napinacz łańcucha na zewnątrz tytanowy, wewnątrz aluminiowy, karbonowe uchwyty na wahaczu na stojak montażowy

Skok sprężyny przód/tył	mm	130 / 120
Wyprzedzenie sworznia zwrotnicy	mm	102,5 (regulacja 95-112)
Rozstaw osi	mm	1 440
Kąt główki ramy	°	65,5° (regulacja 0,0°, +0,5°, +1°)
wahacz wleczony		113 mm (regulacja +5 mm)
Punkt obrotu wahacza	-3 mm w porównaniu z K46Mr3 (regulacja +-4 mm, +-3 mm, +-2 mm, +-1,0 mm) -> (oznaczenie HP4R „-2” oznacza K46Mr3 „-3” = standard)	
Długość wahacza		604 mm
Offset główki widelca		30 mm (regulacja 26 mm, 28 mm, 32 mm)
Koła	karbonowe z wpasowanymi dystansami do łatwego montażu koła	
Wymiar obręczy koła przód/tył		3,50 x 17" / 6,00 x 17"
Opona przednia	120/70 ZR 17 Pirelli Diabolo Superbike Slick SC2	
Opony tylna	200/60 ZR 17 Pirelli Diabolo Superbike Slick SC2	
Hamulec przedni	hamulec dwutarczowy Brembo Racing, pływające tarcze hamulcowe Racing, średnica 320 x 6,75 mm, 4-tłoczkowe zaciski stałe monoblock WSBK GP4-PR z tytanowymi tłoczkami, ręczna pompa hamulcowa Brembo Racing RCS19x18 z regulowaną klamką hamulca Brembo Racing, klamka sprzęgła Brembo Racing (bez przełącznika sprzęgła)	
Hamulec tylny	hamulec jednotarczowy Brembo Racing, 4-tłoczkowy zacisk stały WSBK z tytanowymi tłoczkami, wymiary tarczy hamulcowej 220 x 4,0 mm	
Podnóżki	stałe, z frezowanego aluminium, regulowane w 8 pozycjach	

Wymiary i masa

Wysokość siedzenia na pusto	816 mm (najniższa pozycja), 831 mm (stan fabryczny), 846 mm (najwyższa pozycja)	
Efektywna pojemność zbiornika paliwa		17,5 l
z tego rezerwa		ok. 4 l
Masa własna bez płynów eksploatacyjnych		146 kg
Masa własna w stanie gotowym do jazdy, pełne zatankowanie 1)		171,4 kg

Wyposażenie (wybór)

wyposażenie standardowe	BMW Motorrad Race DTC (dynamiczna kontrola trakcji) +/-7; EBR (regulacja hamowania silnikiem) +/-7, 4 tryby jazdy (WET, INT, Dry1, Dry2), 2D Datarecording / Sticklogger / Laptiming / GPS, 2D Dashboard, 2D Datarecording przygotowany pod czujniki skoku sprężyny / ciśnienia hamowania, Pit Lane Limiter, Launch Control, regulowane podnóżki (8 poziomów), regulowana kierownica (kąt), główka widelca z regulacją offsetu (poprzez akcesoria), regulacja wysokości siedzenia, regulacja główki ramy (poprzez akcesoria), regulacja punktu obrotu wahacza (poprzez akcesoria), asystent zmiany biegów HP4 Race (Up/Down), biegi odwrócone fabrycznie, przyciski WSBK, HP Race Brake lever guard, adaptacyjne przełożenie wtórne poprzez akcesoria (zębniak 15, 16, 17 / koło łańcuchowe 41, 42, 43, 44, 45)	
-------------------------	---	--

Wymiary odnoszą się do pozycji na pusto zgodnie z DIN.

1) Zgodnie z dyrektywą 93/93/EWG ze wszystkimi płynami eksploatacyjnymi, zatankowany co najmniej w 90 procentach efektywnej pojemności zbiornika paliwa