**Volkswagen Group Polska sp. z o.o.**

Jadwiga Borowińska

Public Relations Audi

Telefon: +48 (61) 627 31 31

E-Mail: jadwiga.borowinska@audi.pl

[www.audi-mediacenter.pl](http://www.audi-mediacenter.pl)

40 lat quattro

**Skrót informacji** **2**

Najważniejsze informacje dotyczące 40 rocznicy powstania techniki quattro

**Fakty i liczby**  **6** Rzut oka na najważniejsze dane

**40 lat quattro — 40 lat *przewagi dzięki technice*** **8**

* Bilans sukcesów 8
* Mechaniczne napędy quattro 8
* quattro 2.0: elektryczny napęd na cztery koła i elektrycznie sterowany rozkład
momentu obrotowego między kołami 11
* O krok przed konkurencją: techniczne kamienie milowe 12
* Napęd quattro w sporcie motorowym 13
* Trwała fascynacja napędem quattro 15

**Z życia wzięte: testy quattro na północnym kole podbiegunowym** **17**

 Rozmowa z czterema konstruktorami

**Zużycie paliwa poszczególnych modeli** **23**

Skrót informacji

Cztery pierścienie, napęd na cztery koła:

Cztery razy dziesięć lat quattro

* **Technika i historia sukcesu: prawie 11 milionów egzemplarzy Audi z napędem na cztery koła wyprodukowanych od 1980 r.**
* **Dla każdej koncepcji technologicznej istnieje specjalnie zaprojektowane rozwiązanie quattro.**
* **Nowe quattro z elektrycznym rozkładem momentu obrotowego (torque vectoring) w Audi e-tron S i e-tron Sportback**

**„quattro” znaczy „Audi”, a „Audi” znaczy „quattro”. Zasada działania napędu na cztery koła od 40 lat jest jednym z filarów marki z Ingolstadt. Od czasu, gdy pierwsze Audi quattro zadebiutowało na Międzynarodowym Salonie Samochodowym w Genewie w 1980 r. fabryki Audi wyprodukowały prawie jedenaście milionów pojazdów z układem napędowym quattro, za każdym razem rozwijając tę technikę napędu na cztery koła. Najnowszym rozwiązaniem jest elektryczne quattro z elektrycznie sterowanym układem rozkładu momentu obrotowego między kołami (torque vectoring).**

**40 lat napędu quattro: bilans sukcesów i paleta modeli**

Napęd quattro przez 40 lat zbudował imponującą bazę sukcesów. Do 30 września 2020 r. koncern wyprodukował 10 947 790 aut z napędem na cztery koła, z czego 499 379 tylko
w pierwszych miesiącach tego roku. Nieco ponad 44% klientów Audi wybiera modele wyposażone w układ napędowy quattro — kamień węgielny rozwoju marki Audi. quattro jest dostępne w każdej serii modelowej, za wyjątkiem kompaktowego A1. Wszystkie większe i mocniejsze modele Audi – w tym wersje S i RS - przenoszą moc swych jednostek napędowych na drogę za pośrednictwem napędu na cztery koła.

**quattro 2.0: elektryczny napęd na cztery koła i elektryczny rozkład momentu obrotowego między kołami**

W 2019 r. wraz z pojawieniem się na rynku modeli e-tron\* i e-tron Sportback\*, Audi weszło nie tylko w erę mobilności zgodnej z zasadami zrównoważonego rozwoju, ale również w erę elektrycznego napędu na cztery koła. W obu SUV-ach silniki elektryczne napędzają zarówno przednią, jak i tylną oś. Zawieszenie i jednostki sterowania napędem ściśle ze sobą współpracują, idealnie regulując rozkład momentu obrotowego między osiami — stale, w pełni zmiennie
i w ułamkach sekundy.

Z myślą o wydajności, te elektryczne SUV-y w większości sytuacji drogowych wykorzystują tylko silnik elektryczny montowany z tyłu. Jeśli kierowca zażąda więcej mocy niż może on zapewnić, błyskawicznie załącza się silnik przedni. Odbywa się to także predyktywnie, zanim — np. przy śliskiej nawierzchni, czy podczas pokonywania zakrętów — nastąpi poślizg albo samochód stanie się podsterowny lub nadsterowny. Rezultatem takiego rozwiązania technicznego jest wyjątkowa precyzja prowadzenia pojazdu, które może być w dużym stopniu dostosowywane do warunków, za pośrednictwem systemów regulacji zawieszenia — od niezwykle stabilnego po sportowe.

Na początku roku 2020 cztery pierścienie podniosły sobie poprzeczkę, wdrażając pierwszy etap rozwoju elektrycznego napędu na cztery koła: elektryczny rozkład momentu obrotowego między osiami w modelach Audi e-tron S\* i Audi e-tron S Sportback. Polega on na przesuwaniu sił napędowych między kołami tylnej osi, z których każde napędza oddzielny silnik elektryczny. Czas wytworzenia wyjątkowo wysokiego momentu obrotowego liczy się zaledwie w milisekundach, dzięki czemu pojazdem można pokonywać zakręty tak samo energicznie jak samochodem sportowym. Audi to pierwszy na świecie producent w segmencie premium, który w seryjnych autach stosuje tę technikę z trzema silnikami elektrycznymi.

**Pięciogwiazdkowy skład: warianty mechanicznego układu napędowego quattro**

Technika Audi quattro jest wszechstronna i precyzyjnie dostosowana do konkretnej koncepcji pojazdu. Cechą wspólną wszystkich modeli jest sposób współdziałania układu z selektywnym rozkładem momentu obrotowego między kołami — funkcją elektronicznego systemu stabilizacji toru jazdy (ESC), który w granicznym zakresie dynamiki jazdy wspomaga prowadzenie poprzez delikatne przyhamowanie jednego z kół w odpowiednich momentach.

Dla modeli z silnikiem montowanym wzdłużnie z przodu, dostępne są dwa rozwiązania techniczne, zależne od użytej skrzyni biegów. Sercem stałego układu napędowego na cztery koła quattro współpracującego z [automatyczną skrzynią biegów tiptronic](https://www.audi-mediacenter.com/en/technology-lexicon-7180/drive-system-7227#achtstufen-tiptronic), jest czysto mechaniczny, samoblokujący, międzyosiowy mechanizm różnicowy. Podczas normalnej jazdy przenosi on 40 procent momentu obrotowego na oś przednią i 60 procent na oś tylną. Nieco większa wartość przypadająca na oś tylną zapewnia sportowy styl jazdy. W razie potrzeby, może przenieść nawet 70 procent momentu obrotowego na oś przednią i 85 procent na oś tylną.

Napęd quattro z techniką ultra — zoptymalizowany pod kątem wydajności i montowany
w modelach z automatyczną skrzynią biegów S tronic lub z przekładnią manualną — wykorzystuje układ dwusprzęgłowy. Kiedy układ przełącza się na wydajne napędzanie kół przednich, przednie sprzęgło – wielopłytkowe, montowane przy wałku wyjściowym przekładni — odłącza wał napędowy. Jednocześnie w tylnym mechanizmie różnicowym zintegrowane drugie sprzęgło się otwiera. To eliminuje pierwotną przyczynę utraty ciągu w tylnej części układu napędowego. Inteligentne sterowanie napędem na cztery koła działa predyktywnie, wyprzedzając rozwój wypadków dzięki sygnałom pochodzącym z szerokiej gamy czujników i stale analizując dane dotyczące dynamiki jazdy, warunków drogowych i zachowania kierowcy. Dzięki temu, w razie potrzeby układ napędu na cztery koła jest zawsze gotowy, by wkroczyć do akcji. W porównaniu
z układem stałym, kierowcy nie zauważają żadnych różnic jeśli chodzi o przyczepność i dynamikę jazdy.

Kompaktowe modele Audi z silnikami montowanymi poprzecznie, są wyposażone w specjalny układ napędowy quattro. Jego sercem jest hydrauliczne sprzęgło wielopłytkowe montowane na osi tylnej dla lepszego rozmieszczenia masy. Działa ono tak dynamiczne, że może przenieść część momentu obrotowego z osi przedniej na tylną, gdy tylko samochód zaczyna wchodzić w zakręt. W sprzęgło wielopłytkowe jest wyposażony np. model Audi R8\* — wysokiej klasy auto sportowe
z silnikiem montowanym centralnie. W tym przypadku sprzęgło wielopłytkowe znajduje się na osi przedniej. W razie potrzeby, bezstopniowo przenosi moment obrotowy z kół tylnych na przednie.

**40 lat quattro: kamienie milowe**

Kiedy Audi quattro przedstawiono po raz pierwszy na Międzynarodowym Salonie Samochodowym w Genewie w 1980 r., pokazano tym samym sposób przenoszenia mocy silnika, który w segmencie samochodów osobowych był zupełnie nowy — napęd na cztery koła charakteryzujący się lekkością, kompaktową budową, wydajnością i niskimi naprężeniami. To sprawiło, że koncepcja quattro od samego początku świetnie się nadawała do szybkich samochodów sportowych i do produkcji seryjnej.

Pierwsze Audi quattro o mocy 147 kW (200 KM) pozostało częścią standardowej gamy modelowej czterech pierścieni aż do roku 1991, choć w tym czasie przeszło kilka technicznych modyfikacji. W 1984 r. pojawił się ekskluzywny „krótki” wariant Sport quattro o mocy wyjściowej 225 kW (306 KM). Wraz z wprowadzeniem na rynek Audi 80 quattro w roku 1986, międzyosiowy mechanizm różnicowy, który do tamtej pory można było blokować tylko ręcznie, zastąpiono pierwszym samoblokującym międzyosiowym mechanizmem różnicowym. Zapewniono w ten sposób czysto mechaniczny rozkład momentu obrotowego między osiami w stosunku 50:50.
W razie potrzeby, pod obciążeniem, mechanizm przenosił do 75 procent mocy na oś o lepszej przyczepności.

W kolejnych latach marka kontynuowała udoskonalanie techniki quattro. Model Audi A6 2.5 TDI, pierwszego diesla ze stałym napędem na cztery koła, wprowadzono na rynek w roku 1995.
W 1999 r. technika quattro w postaci elektrohydraulicznego sprzęgła wielopłytkowego, została wprowadzone w seriach modelowych A3 i TT, a tym samym pojawiła się w segmencie pojazdów kompaktowych z silnikami montowanymi poprzecznie. Kolejny duży krok zrobiono w roku 2005. Wtedy w modelach Audi pojawił się międzyosiowy mechanizm różnicowy z asymetrycznym, dynamicznym rozkładem momentu między osią przednią a tylną w stosunku 40:60. Kiedy
w 2007 r. na drogi wyjechało Audi R8, na osi przedniej pojawiło się sprzęgło wiskotyczne, a rok później — sportowy mechanizm różnicowy na osi tylnej. W 2016 r. do portfolio dodano napęd quattro z techniką ultra, zoptymalizowaną pod kątem wydajności, a w 2019 r., w modelu
e-tron\*, na rynek wprowadzono elektryczny napęd na cztery koła.

**40 lat quattro: przewaga w sporcie motorowym**

Marka Audi po raz pierwszy stanęła na starcie Rajdowych Mistrzostw Świata w roku 1981,
a zaledwie sezon później napęd quattro zdominował to wydarzenie. Audi wygrało Mistrzostwa
w klasyfikacji producentów w 1982 r., a fiński kierowca Hannu Mikkola zdobył tytuł Mistrza klasyfikacji kierowców w 1983 r. W 1984 r. Audi zdobyło oba te tytuły, a Mistrzem Świata został Szwed Stig Blomqvist. W tym samym roku marka Audi wprowadziła do rywalizacji po raz pierwszy model Sport quattro z krótkim rozstawem osi, a w 1985 r. — Sport quattro S1 o mocy 350 kW (476 KM). W 1987 r. Walter Röhrl pojechał po zwycięstwo w wyścigu górskim w Pikes Peak (USA) specjalnie zmodyfikowanym modelem S1, co pięknie wieńczyło tych kilka porywających rajdowych lat Audi.

Następnie Audi przerzuciło się na wyścigi samochodów turystycznych. W 1988 r., dzięki modelowi Audi 200, zdobyło mistrzowskie tytuły w amerykańskiej serii wyścigów TransAm
w klasyfikacji marek i kierowców, a w kolejnym roku osiągnęło duży sukces w serii IMSA GTO.
W sezonie 1990/91 producent zgłosił duże V8 quattro do serii mistrzostw DTM (Deutsche Tourenwagenmeisterschaft), co zakończyło się zdobyciem dwóch tytułów mistrzowskich przez kierowców czterech pierścieni. Model A4 quattro Supertouring w 1996 r. wziął udział w czterech mistrzostwach krajowych — i wszystkie je wygrał. Dwa lata później, europejscy organizatorzy wyścigów mocą nowych uregulowań prawie całkowicie wyeliminowali napęd na cztery koła
z wyścigów samochodów turystycznych.

Model Audi R18 e-tron quattro z napędem hybrydowym na cztery koła stanął na torze w 2012 r. Silnik V6‑TDI napędzał tylne koła, podczas gdy akumulator koła zamachowego dostarczał [odzyskaną energię](https://www.audi-mediacenter.com/en/technology-lexicon-7180/drive-system-7227#rekuperation) do dwóch silników elektrycznych na osi przedniej. Samochód wykorzystywał układ napędowy quattro chwilowo, podczas przyspieszania. Jego bilans wygranych robi szczególnie duże wrażenie: trzy zwycięstwa łączne w wyścigu 24-godzinnym w Le Mans oraz dwa tytuły dla kierowców i marki w World Endurance Championship (WEC).

**40 lat quattro: przewaga dzięki technice**

quattro jest ikoną. Ta nazwa reprezentuje bezpieczną jazdę i sportowy charakter, fachową wiedzę techniczną i maksymalną wydajność w konkurencyjnym otoczeniu — w skrócie: *przewagę dzięki technice*. Pozycję tę potwierdza sukces modeli quattro na drogach i torach wyścigowych, tak samo jak seria legendarnych reklam telewizyjnych i kampanii reklamowych. W 1986 r. zawodowy kierowca rajdowy, Harald Demuth, wjechał modelem Audi 100 CS quattro w górę skoczni narciarskiej w fińskim kurorcie Kaipola. W 2005 r. powtórzono ten wyczyn modelem S6 na tej samej skoczni narciarskiej, którą specjalnie w tym celu wyremontowano. Mistrz rajdowy
i wyścigowy, Szwed Mattias Ekström, dokonał podobnego wyczynu w 2019 r. Stawił czoło osławionemu, najbardziej stromemu odcinkowi trasy narciarskiej [*Streif* w Kitzbühel](https://www.youtube.com/watch?v=Ay5q35R7VJs), jadąc modelem-poprzednikiem Audi e-tron quattro wyposażonym w trzy silniki elektryczne i pokonując pochyłości nawet 85%.

Fakty i liczby

**40 lat Audi quattro**

**Bilans sukcesów**

* Prawie 11 milionów egzemplarzy Audi z napędem na cztery koła quattro wyprodukowanych od 1980 r.
* Do 30 września 2020 r.: 499 379 Audi quattro wyprodukowanych na całym świecie
* Technika quattro montowana standardowo w każdym modelu S i RS; obecnie 29 takich modeli na rynku niemieckim

**Techniki mechanicznego napędu quattro**

Szeroka gama rozwiązań technicznych:

* stały napęd na cztery koła quattro, quattro z techniką ultra w modelach z silnikiem montowanym wzdłużnie w przodzie oraz sportowy mechanizm różnicowy w wielu modelach najwyższej klasy
* Napęd quattro z różnymi wersjami sprzęgła wielopłytkowego w modelach z silnikami montowanymi poprzecznie i w sportowym R8

**Elektryczny napęd na cztery koła i elektryczny rozkład momentu obrotowego między kołami**

* Elektryczny napęd na cztery koła w Audi e-tron i e-tron Sportback dostarczany przez dwa niezależnie sterowane silniki elektryczne
* W prototypach Audi e-tron S i e-tron S Sportback zamontowano po trzy silniki elektryczne,
z czego dwa na osi tylnej. Dzięki temu uzyskano efekt elektrycznego rozkładu momentu obrotowego między kołami

**Techniczne kamienie milowe**

Od 1980 do 1999

* Oryginalne Audi quattro pojawiło się w 1980 r., a Sport quattro w 1984 r. W obu modelach ręcznie blokowany, międzyosiowy mechanizm różnicowy
* 1986: Pierwszy samoblokujący międzyosiowy mechanizm różnicowy
* 1999: Modele TT i A3 ze sterowanym elektronicznie hydraulicznym sprzęgłem wielopłytkowym

Od 2000 do 2020

* 2005: Pierwszy samoblokujący międzyosiowy mechanizm różnicowy z asymetrycznym, dynamicznym rozkładem mocy (40:60)
* 2007: Audi R8 z wiskotycznym sprzęgłem wielopłytkowym
* 2008: sportowy mechanizm różnicowy na osi tylnej
* 2016: quattro z techniką ultra
* 2019/2020: Audi e-tron z elektrycznym napędem na cztery koła i Audi e-tron S
z elektrycznym rozkładem momentu obrotowego między kołami

**quattro w sporcie motorowym**

Lata 80.

* Cztery tytuły w Rajdowych Mistrzostwach Świata w latach 1982–1984; trzy zwycięstwa
w wyścigu górskim Pikes Peak w latach 1985–1987; duży sukces w seriach TransAm
i IMSA GTO w Stanach Zjednoczonych

Lata 90.

* Tytuły mistrzowskie kierowców w wyścigach DTM w latach 1990 i 1991; siedem tytułów
w kategorii samochodów superturystycznych w jednym sezonie 1996

Od roku 2010

* Trzy zwycięstwa w wyścigu w Le Mans i cztery tytuły World Endurance Championship (WEC) dla Audi R18 e-tron quattro

40 lat quattro — 40 lat *przewagi dzięki technice*

40 lat quattro: zwycięska technika Audi

**Ciesząca się powodzeniem technika opracowana przez Audi świętuje okrągłą rocznicę: napęd na cztery koła quattro ma już 40 lat. Od debiutu pierwszego quattro w 1980 r., stosowana
w nim zasada napędu na cztery koła stała się jednym z filarów marki. Do dziś marka Audi sprzedała około 10,5 miliona samochodów z układem napędowym quattro. Najnowszy rozdział tego pasma sukcesów jest elektryczny: W modelu Audi e-tron zastosowano elektryczny napęd na cztery koła, a w modelach e-tron S pierwsze jego udoskonalenia: elektryczny układ rozkładu momentu obrotowego, czyli zgodny z bieżącą potrzebą rozkład momentu obrotowego między tylnymi kołami.**

**Bilans sukcesów**

„quattro” to „Audi”, a „Audi” to „quattro”. Teraz, 40 lat po pojawieniu się quattro na drogach, marka z czterema pierścieniami w logo ma na koncie kilka imponujących wyników. Do 30 września 2020 r. wyprodukowała 10 947 790 aut z napędem na cztery koła, w tym 499 379 tylko w pierwszych miesiącach tego roku. Nieco ponad 44% klientów Audi wybiera modele
z napędem quattro.

Układ napędowy quattro jest od 40 lat jednym z najważniejszych filarów marki Audi. Można go znaleźć w każdej serii modelowej za wyjątkiem kompaktowego A1. Wszystkie większe modele — A8\*, Q7\*, Q8\*, e-tron\* oraz e-tron Sportback\*, R8\* i wszystkie modele S i RS, standardowo wyposażane są w napęd quattro. Obecnie na rynku niemieckim Audi oferuje 32 modele quattro.

**Mechaniczne napędy quattro**

Audi, w całej gamie modelowej, oferuje różne koncepcje pojazdów – podobnie rzecz ma się
w przypadku wszechstronnej techniki quattro. Jednak wspólnym elementem wszystkich jego wersji jest rozwiązanie uzupełniające: selektywny rozkład momentu obrotowego między kołami - zaprogramowana funkcja elektronicznego systemu stabilizacji toru jazdy (ESC). Podczas dynamicznego pokonywania zakrętów powoduje on delikatne przyhamowanie kół po stronie wewnętrznej zakrętu, jeszcze zanim pojazd wpadnie w poślizg. Z uwagi na różnice w siłach przyspieszenia, samochód wchodzi wtedy w zakręt delikatniej. Prowadzenie jest jeszcze bardziej neutralne, dynamiczne i stabilne.

**Dwa układy: napęd quattro dla silników montowanych wzdłużnie**

W modelach Audi z silnikami montowanymi wzdłużnie w przodzie, wyposażonych
w automatyczną skrzynię biegów tiptronic, zastosowano klasyczny układ napędowy quattro
z samoblokującym, międzyosiowym mechanizmem różnicowym działającym w sposób czysto mechaniczny, a tym samym bez żadnych opóźnień. Mechanizm ten ma postać przekładni planetarnej. Przekładnia zawiera tu koło słoneczne z obracającymi się w jego wnętrzu cylindrycznymi kołami planetarnymi, połączone z obrotową obudową.

Przy zwykłej jeździe układ przenosi 60% momentu obrotowego na oś tylną przez koło pierścieniowe, które ma większą średnicę i jest powiązane z wałkiem wyjściowym. Pozostałe 40% przenosi na oś przednią przez mniejsze koło słoneczne. Ten asymetryczny i dynamiczny rozkład momentów skutkuje sportową i zorientowaną na tył pojazdu manewrowością podstawową. Jeżeli koła jednej osi stracą przyczepność, geometria kół zębatych i skośne zazębienie kół mechanizmu różnicowego wytworzą siły osiowe. Za pośrednictwem tarczy ciernych powstanie efekt blokady, który skieruje większą część momentu obrotowego do kół z lepszą przyczepnością. Układ może przekierować nawet 70% mocy silnika na oś przednią i 85% — na oś tylną.

Napęd quattro z techniką ultra, zoptymalizowany pod kątem wydajności, został zaprojektowany z myślą o modelach Audi z silnikiem montowanym wzdłużnie, z manualną skrzynią biegów lub
z dwusprzęgłową, automatyczną skrzynią biegów S tronic. Przy umiarkowanym stylu jazdy, quattro ultra korzysta ze wszystkich zalet napędu na przednia oś. Napęd na cztery koła jest jednak stale dostępny, w razie potrzeby — natychmiast.

System sterowania mechanizmem napędowym quattro jest wszechstronnie skomunikowany. Pozyskuje i ocenia dane — w cyklach trwających dziesięć milisekund — dotyczące na przykład kąta skrętu, przyspieszenia poprzecznego i wzdłużnego oraz momentu obrotowego. W rezultacie, napęd na cztery koła jest z zasady aktywowany w sposób predyktywny, tj. kiedy spodziewana jest konieczność jego zastosowania. Podczas pokonywania zakrętów z dużą prędkością, jednostka sterująca wykrywa z mniej więcej półsekundowym wyprzedzeniem, kiedy koło po wewnętrznej stronie zakrętu osiągnie próg przyczepności i szybko wysyła moment napędowy na koła tylne.
W porównaniu z konwencjonalnym, stałym układem napędowym quattro, nie ma różnic
w zakresie przyczepności i dynamiki jazdy.

Koncepcja dwóch sprzęgieł w układzie zapewnia napędowi quattro z techniką ultra kluczową przewagę wydajnościową nad konkurencją: średnio około 0,3 l paliwa na 100 km. Kiedy układ przełącza się na napędzanie wyłącznie kół osi przedniej, przednie sprzęgło — wielopłytkowe, przy wałku wyjściowym przekładni — odłącza wał napędowy. W tylnym mechanizmie różnicowym otwiera się wtedy drugie sprzęgło. Wyłącza elementy wirujące powodujące największe straty ciągu, na przykład duże koło koronowe zanurzone w oleju.

**Mechaniczny układ rozkładu momentu obrotowego między kołami osi tylnej: sportowy mechanizm różnicowy**

Sportowy mechanizm różnicowy jest dostępny w sportowych modelach Audi o dużej mocy, wyposażonych w automatyczną skrzynię biegów tiptronic. Poprawia on dynamikę jazdy, przyczepność i stabilność dzięki temu, że idealnie rozkłada moment obrotowy między lewe
i prawe koło tylne we wszystkich trybach pracy. Podczas skręcania lub przyspieszenia, mechaniczny układ rozkładu momentu obrotowego dosłownie wciska samochód w zakręt, nie wywołując efektu podsterowności.

Poza cechami konwencjonalnego mechanizmu różnicowego, sportowy mechanizm różnicowy wpływa także na stopnie przełożenia i hydraulicznie poruszane sprzęgło wielopłytkowe zasilane pompą oleju. Podczas szybkiego pokonywania zakrętów sprzęgło włącza koło po zewnętrznej stronie zakrętu, które ma lepszą przyczepność z uwagi na dynamiczny rozkład obciążeń na koła. Sprzęgło zmiennie narzuca wyższą prędkość na stopień przełożenia odpowiedniego koła. Potrzebny dodatkowy moment obrotowy za pośrednictwem mechanizmu różnicowego przekierowywany jest z przeciwległego koła, co oznacza, że prawie cały moment obrotowy przekazywany jest na koło po zewnętrznej stronie zakrętu. W ten sposób na jedno koło może zostać przeniesiony moment obrotowy o wartości nawet 1200 Nm.

**Hydrauliczne sprzęgło wielopłytkowe: układ napędowy quattro dla modeli z silnikiem montowanym poprzecznie i dla Audi R8**

W modelach kompaktowych z silnikiem montowanym poprzecznie, oferowany jest napęd na cztery koła quattro, którego sercem jest elektronicznie sterowane hydrauliczne sprzęgło wielopłytkowe. W celu optymalizacji rozmieszczenia masy, jest ono umieszczone na końcu wału napędowego, przed mechanizmem różnicowym tylnej osi. We wnętrzu sprzęgła znajduje się zespół metalowych pierścieni ciernych ułożonych naprzemiennie jeden za drugim. Połowa z nich jest trwale zazębiona z obudową sprzęgła, która obraca się wraz z wałem napędowym. Druga połowa jest połączona krótkim wałkiem z mechanizmem różnicowym osi tylnej.

Jednostka sterująca napędem na cztery koła nieustannie oblicza na podstawie wielu danych najlepszy rozkład momentów między osią przednią i tylną. Gdy zmienia się zapotrzebowanie, elektryczna pompa osiowo-tłokowa w sprzęgle w kilka milisekund wytwarza ciśnienie hydrauliczne o wartości max. 40 barów. W ten sposób płytki trące są ściskane i moment napędowy jest bezstopniowo przenoszony z osi przedniej na tylną. Im wyższe ciśnienie, tym większy moment obrotowy jest przenoszony na oś tylną — nawet w 100%, kiedy sprzęgło jest całkowicie zamknięte.

W sportowych modelach z silnikiem montowanym poprzecznie działanie sprzęgła koncentruje się na dynamice, a moment obrotowy jest częściej i bardziej wyraźnie przekazywany na oś tylną. Sprzęgło może przenosić moment obrotowy na oś tylną już wówczas, gdy tylko kierowca obróci kierownicą w stylu sportowym. Ten efekt mocno wspomaga prowadzenie. Podczas zmiany obciążenia rozkład momentu obrotowego umożliwia precyzyjne wejście w zakręt, co jeszcze bardziej zwiększa dynamikę jazdy.

W nowym Audi S3\* i odświeżonym Q2\*, zastosowano sprzęgła wielopłytkowe najnowszej generacji, gdzie sterowanie jest zintegrowane z modułowym regulatorem dynamiki jazdy. Nowy system zbiera dane z wszystkich podzespołów istotnych z punktu widzenia dynamiki poprzecznej i zarządza ich szybką i precyzyjną współpracą. Kiedy samochód prowadzony jest w stylu bardziej powściągliwym, sprzęgło, w celu zwiększenia wydajności, może zostać całkowicie odłączone. Nowe sprzęgło wielopłytkowe waży o około kilogram mniej niż jego poprzednik, a jednocześnie, dzięki wielu szczegółowym rozwiązaniom, na przykład łożyskom czy zasilaniu olejem, oferuje zwiększoną wydajność.

W mocnych modelach sportowych R8 nowej generacji (produkowanych od 2015 r.) montowane jest elektrohydrauliczne sprzęgło wielopłytkowe w specjalnym układzie napędowym. Za montowanym centralnie silnikiem V10 znajduje się siedmiostopniowa, automatyczna skrzynia biegów S tronic z blokującym mechanizmem różnicowym do napędzania kół tylnej osi. Jeden
z jego wałków wyjściowych jest połączony z wałem napędowym biegnącym do napędu osi przedniej. Chłodzone wodą sprzęgło wielopłytkowe, w każdej sytuacji drogowej rozkłada potrzebny moment obrotowy między koła osi przedniej. Nie ma stałej dystrybucji sił;
w przypadkach ekstremalnych, również tutaj nawet 100 procent momentu może docierać do kół osi przedniej lub tylnej.

**quattro 2.0: elektryczny napęd na cztery koła i elektryczny rozkład momentu obrotowego między kołami**

Wraz z modelami Audi e-tron\* i e-tron Sportback\* marka z czterema pierścieniami w logo wchodzi w przyszłość zrównoważonego transportu — to także przyszłość napędu quattro. Nowy, elektryczny napęd na cztery koła, zapewniający najlepszą przyczepność i sportowe wrażenia podczas prowadzenia, możliwy jest dzięki dwóm silnikom elektrycznym – po jednym na przedniej i na tylnej osi. W modelu Audi e-tron S\* wykorzystano elektryczny napęd na cztery koła łączący
w sobie i na nowo interpretujący mocne strony sportowego mechanizmu różnicowego.

## Audi e-tron i Audi e-tron Sportback: Elektryczny napęd na cztery koła

Elektryczny napęd na cztery koła nieustannie i płynnie reguluje idealny rozkład momentu obrotowego między osiami, łącząc wydajność napędu na jedną oś z dynamiką jazdy
i przyczepnością napędu na cztery koła. Podczas spokojnej jazdy, Audi e-tron\* i e-tron Sportback\* napędzane są tylko tylnym silnikiem elektrycznym.

Jeśli kierowca zażąda więcej mocy niż może zapewnić tylny silnik, jednostka sterująca błyskawicznie załącza silnik osi przedniej. W wielu sytuacjach odbywa się to predyktywnie, zanim — przy śliskiej nawierzchni, czy podczas szybkiego pokonywania zakrętów — nastąpi poślizg albo samochód stanie się podsterowny czy też nadsterowny. Czas od wykrycia tej sytuacji przez system, do zwiększenia momentu obrotowego silników elektrycznych, wynosi około 30 milisekund. W połączeniu z mechanizmem rozdziału momentu obrotowego między kołami, elektryczny napęd na cztery koła oferuje doskonałą przyczepność, wyjątkową stabilność
i przyjemność z jazdy bez względu na warunki pogodowe. Kierowca może dostosować dynamikę jazdy – od spokojnej, stabilnej, po sportową - za pośrednictwem systemów regulacji zawieszenia.

W modelach Audi e-tron S\* i e-tron S Sportback\* Audi prezentuje napęd na cztery koła najnowszej generacji. Każdy z tych dwóch wyjątkowo dynamicznych elektrycznych SUV-ów jest wyposażony w trzy silniki elektryczne, dzięki czemu kierowcy mogą korzystać z zalet klasycznego sportowego mechanizmu różnicowego zamontowanego na osi tylnej. Każdy z dwóch tylnych silników elektrycznych uruchamia bezpośrednio jedno tylne koło. Tak jak w przypadku osi, nie ma tu żadnego połączenia mechanicznego. Elektryczny rozkład momentu obrotowego trwa kilka milisekund. Możliwe jest zastosowanie wyjątkowo wysokiego momentu obrotowego.

Jeżeli samochód szybko wejdzie w zakręt, silnik elektryczny skieruje dodatkowy moment obrotowy na tylne koło po stronie zewnętrznej zakrętu, a tylne koło po wewnętrznej stronie zakrętu zostanie w odpowiednim stopniu przyhamowane.

Różnica momentów obrotowych może wynosić nawet 220 Nm, co dzięki przełożeniu skutkuje uzyskaniem na kołach momentu około 2100 Nm. Wartości te są wyższe w porównaniu
z układem mechanicznym. Dodatkowo czas zwłoki jest cztery razy krótszy.

Wszystkie jednostki sterujące elektrycznym napędem na cztery koła i elektryczny sportowy mechanizm różnicowy ściśle ze sobą współdziałają. To przede wszystkim dzięki temu możliwa jest tak wysoka prędkość i precyzja operacji sterowania. Elektroniczny system stabilizacji toru jazdy (ESC), jednostka sterowania napędem (DCU), elektroniczna platforma podwozia (ECP)
i elektroniczny moduł mocy i sterowania — wszystkie te elementy odgrywają swoją rolę.

**O krok przed konkurencją: technologiczne kamienie milowe**

Początki techniki quattro sięgają zimy 1976/77, kiedy to zespół inżynierów Audi przeprowadził serię jazd próbnych w głębokim śniegu na północy Szwecji. W celach porównawczych, w jazdach brał również udział wojskowy Iltis — terenowe auto z wysokim zawieszeniem — które było nie do pobicia dla o wiele silniejszych prototypów z napędem na oś przednią. Podczas tej wyprawy inżynierom z Audi przyszło do głowy, że zastosowanie napędu na cztery koła nawet w wysokiej mocy samochodach osobowych jest jak najbardziej realne — jednak musiałby to być zupełnie nowy rodzaj napędu: lekki, kompaktowy i wydajny, który poradziłby sobie bez ciężkiej przekładni czy bez drugiego wału napędowego.

Genialnym posunięciem, które umożliwiło rozwój konstrukcji, było wprowadzenie wałka drążonego – przewierconego 263-milimetrowego wałka wtórnego w skrzyni biegów, za pomocą którego siły mogą być przekazywane w dwóch kierunkach. Od strony tylnego końca wał napędzał obudowę międzyosiowego mechanizmu różnicowego, skonfigurowanego jako ręcznie blokowana przekładnia różnicowa. W normalnej sytuacji przekazywał 50 procent mocy wzdłuż wału napędowego na oś tylną, która była wyposażona w drugi blokujący mechanizm różnicowy. Druga połowa momentu obrotowego była przekazywana do mechanizmu różnicowego osi przedniej, wzdłuż wałka wyjściowego wirującego wewnątrz wałka wtórnego. W ten sposób narodził się układ napędowy quattro. Od tego czasu międzyosiowy mechanizm różnicowy stale ewoluował.

## Od 1980 r.: technika quattro dla silników montowanych wzdłużnie

Nowa technika została pokazana po raz pierwszy w 1980 r., na Międzynarodowym Salonie Samochodowym w Genewie. Wyposażono w nią Audi quattro — kanciaste coupé z turbodoładowanym 5-cylindrowym silnikiem, zapewniającym moc 147 kW (200 KM). Oryginalny quattro — początkowo planowany jako krótka seria pojazdów — pozostał częścią tej linii modelowej aż do roku 1991, a po drodze wprowadzano w nim liczne udoskonalenia. W 1984 r. dołączył do niego model Audi Sport quattro z krótkim rozstawem osi. W tamtym czasie, ten wytwarzający moc 225 kW (306 KM) samochód sportowy, był ekskluzywnym modelem o dużej wydajności.

W 1986 r., wraz z nowym Audi 80, marka wprowadziła nową generację quattro wyposażoną
w mechanizm różnicowy Torsen (Torsen: torque sensing — z detekcją momentu obrotowego) mający postać przekładni ślimakowej. Nowemu mechanizmowi różnicowemu towarzyszył ogromny postęp technologiczny, a sam mechanizm przeszedł wiele znaczących udoskonaleń
i jest stosowany do dziś. Kiedy oś pojazdu traciła przyczepność, w ukośnych kołach zębatych mechanizmu różnicowego wytwarzane było tarcie, umożliwiające przekierowanie 75 procent momentu obrotowego na drugą oś. Wyższe wartości blokowania umożliwiły wyraźnie zdefiniowany rozkład momentu obrotowego w każdej sytuacji na drodze.

Kolejny duży krok w ewolucji modeli z silnikiem montowanym wzdłużnie z przodu, nadszedł
w roku 2005 wraz z Audi RS 4\*. Nowa przekładnia planetarna w normalnych warunkach rozkładała siły w stosunku 40:60, przy czym nieco większy moment obrotowy przypadał na oś tylną. Od tego czasu ten międzyosiowy mechanizm różnicowy trzeciej generacji przeszedł kolejne etapy rozwoju. Dzisiejszy mechanizm może przenieść nawet 85 procent momentu obrotowego na oś tylną i do 70 procent na oś przednią, według potrzeby.

## Od 1999 r.: dalszy rozwój na wszystkich płaszczyznach

Audi rozwija linię modeli quattro od 40 lat. Na początku lat 80. podjęto decyzję, by oferować napęd na cztery koła quattro we wszystkich liniach produktowych. Nowe modele pomogły marce utorować drogę do segmentu premium. Pierwsze pojazdy TDI ze stałym napędem na cztery koła pojawiły się w roku 1995. Cztery lata później technika ta przeniosła się do klasy samochodów kompaktowych. Modele A3\* i nowy TT\* wyposażono w sterowane elektronicznie, hydrauliczne sprzęgło wielopłytkowe.

Pierwszą generację wyczynowego samochodu sportowego Audi R8\*, wprowadzono na rynek
w 2007 roku. Jego układ napędowy quattro był bardzo szczególnym opracowaniem,
z przekładnią z tyłu integrującą wał odbioru mocy zasilający nieregulowane sprzęgło wiskotyczne na przedniej osi za pośrednictwem wału napędowego. Mogła ona przekazywać od 15 do 30 procent momentu obrotowego na przednie koła, gdy wymagały tego warunki. W drugiej generacji R8 (2015) sprzęgło wiskotyczne zostało zastąpione sterowanym sprzęgłem wielopłytkowym.

Sportowy mechanizm różnicowy w usportowionych wersjach modeli serii A i Q, pojawił się w roku 2008 i zadebiutował w Audi S4\*. Wreszcie, gdy w roku 2016 na rynku pojawiła się kolejna generacja Audi A4, do gamy napędów dołączył zoptymalizowany pod względem wydajności napęd quattro ultra. Jako najnowsza jak dotąd innowacja w świecie mechanicznego napędu quattro, rozwiązał on konflikt celów między dynamicznym prowadzeniem a wydajnością. W roku 2019 Audi rozpoczęło całkiem nowy rozdział w historii techniki quattro. Wtedy na rynku pojawiło się Audi e-tron, a wraz z nim elektryczny napęd na cztery koła i elektryczny rozkład momentu obrotowego między kołami.

**quattro w sporcie motorowym**

Audi weszło w świat rajdów samochodowych w 1978 r., początkowo startując w pojazdach
z napędem na przednią oś. Minął zaledwie rok od momentu, gdy pierwszy napęd quattro pokazano w Genewie, a marka zaczęła osiągać ogromne sukcesy w Rajdowych Mistrzostwach Świata. Fiński kierowca Hannu Mikkola wygrał pierwszych sześć odcinków specjalnych na śniegu podczas Rajdu Monte Carlo w 1981 r. Miał przewagę prawie sześciu minut, kiedy zwycięstwo wyślizgnęło mu się z rąk z powodu niewielkiego wypadku. Kolejna runda w Szwecji zapewniła mu jednak pierwsze zwycięstwo.

## 1982–1987: przewaga na nawierzchniach szutrowych

W kolejnym roku mistrzostwa zostały już zdominowane przez quattro. Zwyciężając siedmiokrotnie, Audi ustanowiło nowy standard i z łatwością zyskało tytuł mistrza producentów. Zaledwie rok później, Mikkola zdobył tytuł mistrza klasyfikacji kierowców. Sezon 1984 również rozpoczął się mocnym akcentem – nowo przyjęty do zespołu dwukrotny mistrz świata, Walter Röhrl, wygrał Rajd Monte Carlo, wyprzedzając swoich kolegów z drużyny, Szweda Stiga Blomqvista i Hannu Mikkolę. Pod koniec sezonu Audi dzięki Blomqvistowi sięgnęło po mistrzowski tytuł zarówno w klasyfikacji producentów jak również wśród kierowców.

Na sezon 1984 — by lepiej wykorzystać niezbyt surowe przepisy rajdowej grupy B — marka Audi przygotowała model Sport quattro. Charakteryzował się on krótszym rozstawem osi, co obiecywało zwinniejsze prowadzenie. W 1985 r. pojawił się Sport quattro S1, który osiągał moc 350 kW (476 KM) i natychmiast stał się legendą, po części dzięki robiącemu wrażenie, uniesionemu wysoko tylnemu spojlerowi. Ważący 1090 kg model S1 przyspieszał od 0 do 100 km/h w zaledwie 3,1 sekundy. Podczas ostatniej imprezy sezonu, brytyjskiego Rajdu RAC, Walter Röhrl wykorzystał pneumatycznie uruchamianą przekładnię dwusprzęgłową — prekursorkę dzisiejszej automatycznej skrzyni biegów S tronic.

Kiedy w 1986 r. kończyły się emocjonujące lata rajdów grupy B, marka Audi wycofała się
z Rajdowych Mistrzostwach Świata, ale nie bez ostatniego mocnego uderzenia. W lipcu 1987 r. Röhrl wygrał górski wyścig Pikes Peak — prowadził mocno zmodyfikowany model Sport quattro S1 wyposażony w ogromne skrzydła. Michèle Mouton (Francja) i Bobby Unser (USA) wygrali już ten klasyczny wyścig w amerykańskim stanie Kolorado w poprzednich dwóch latach. Walter Röhrl pokonał liczącą 19,99 km trasę — której bardzo mała część była wówczas pokryta asfaltem — w rekordowym czasie 10 minut i 47,85 sekund, osiągając prędkość maksymalną 196 km/h. Jak zauważył, „Był to szczyt tego, co można zrobić z samochodem rajdowym”.

## 1988–1992: sukces w wyścigach samochodów turystycznych

W 1988 r. marka wzięła udział w serii wyścigów TransAm w Stanach Zjednoczonych, gdzie wystawiła Audi 200. Już w pierwszej próbie zdobyła tytuły mistrzowskie w klasyfikacji producentów i kierowców - ten drugi dzięki amerykańskiemu kierowcy Hurleyowi Haywoodowi. Haywood i Hans-Joachim Stuck zdobyli siedem zwycięskich laurów w 15 wyścigach serii IMSA GTO w 1989 r., kiedy przepisy były nieco mniej surowe. Pięciocylindrowy silnik turbo w ich Audi 90 quattro uzyskiwał szczytową formę przy mocy około 530 kW (720 KM).

W 1990 r. marka Audi przerzuciła się na wyścigi samochodów turystycznych Deutsche Tourenwagenmeisterschaft (DTM). Już w pierwszym sezonie Stuck zdobył tytuł mistrzowski wśród kierowców, jadąc dużym i mocnym V8 quattro. W 1991 r. tytuł ten zdobył Frank Biela. Zanim Audi wycofało się z tej serii w 1992 r., zwyciężyła w 18 z 36 wyścigów. W 1996 r. model A4 quattro Supertouring wyposażony w 2-litrowy 4-cylindrowy silnik wziął udział w czterech mistrzostwach krajowych na trzech kontynentach i wszystkie je wygrał. Z powodu wyraźnej przewagi napędu na cztery koła, dwa lata później nowe europejskie regulacje w dużym stopniu wykluczyły go z wyścigów samochodów turystycznych. Sukcesy quattro do tego momentu były następujące: cztery tytuły w Rajdowych Mistrzostwach Świata, trzy zwycięstwa w Pikes Peak, jedno mistrzostwo w TransAm, dwa tytuły w DTM, jedenaście zwycięstw w mistrzostwach DTM
i jeden puchar świata w wyścigach samochodów turystycznych.

## 2012–2014: trzy zwycięstwa łączne w Le Mans

Dopiero w 2012 r. model Audi z napędem na cztery koła — Audi R18 e-tron quattro z napędem hybrydowym — po raz kolejny stanął na torze wyścigowym. Audi V6 TDI było wyposażone
w napęd na tylne koła, podczas gdy akumulator koła zamachowego dostarczał odzyskaną energię do dwóch silników elektrycznych na osi przedniej. Kiedy podczas przyspieszenia sytuacja wymagała maksymalnej przyczepności, samochód potrafił na kilka kluczowych sekund przestawić układ napędowy quattro w tryb mieszany. Dzięki trzem zwycięstwom łącznym
w wyścigu 24-godzinnym w Le Mans oraz dwóm tytułom mistrzowskim - dla kierowców i dla producenta - w World Endurance Championship (WEC), marka Audi w sposób przekonujący wykazała potencjał tej koncepcji napędu.

**Trwała fascynacja napędem quattro**

quattro jest ikoną. Ta nazwa sygnalizuje bezpieczną jazdę i sportowy charakter, fachową wiedzę techniczną i dominację nad konkurencją. Przyczyniły się do tego sukcesy quattro na drogach
i w sporcie motorowym, a szereg pamiętnych reklam telewizyjnych podkreśliło dodatkowo zalety tego napędu.

Niezapomniany jest klip z 1986 r., nakręcony na skoczni narciarskiej w fińskim kurorcie Kaipola, przedstawiający czerwone Audi 100 CS quattro z zawodowym kierowcą Haraldem Demuthem za kierownicą, wjeżdżające o własnych siłach w górę 37,5-stopniowej pochyłości. W 2005 r. wyczyn ten powtórzono modelem S6\* na tej samej skoczni narciarskiej, którą specjalnie w tym celu wyremontowano. Mistrz rajdowy i wyścigowy, Szwed Mattias Ekström, w 2019 r. stawił czoło najbardziej stromemu odcinkowi trasy narciarskiej *Streif* w Kitzbühel, jadąc Audi e-tron quattro\* wyposażonym w trzy silniki elektryczne i pokonując wzniesienie o pochyłości aż 85 procent.

Audi od 40 lat podtrzymuje fascynację napędem quattro, prezentując również wyposażone
w niego samochody koncepcyjne. Model quattro Spyder zaprezentowany na Międzynarodowej Wystawie Motoryzacyjnej (IAA) we Frankfurcie nad Menem w 1991 r. był pierwszym po wojnie czystej krwi samochodem sportowym marki i jej pierwszym autem z aluminiową karoserią. Zaledwie kilka tygodni później, na wystawie Tokyo Motor Show, firma zaprezentowała model Avus quattro. Był wyposażony w silnik W12 wytwarzający moc 374 kW (509 KM) zamontowany wzdłużnie, centralnie, a manualna skrzynia biegów w układzie przeniesienia napędu quattro znajdowała się między przednimi kołami.

Koncepcyjne Audi TT quattro Coupé i Roadster zaprezentowane jesienią 1995 r. wskazywały drogę do produkcji seryjnej. Poszerzenie tej linii modelowej stanowiły trzy kolejne samochody koncepcyjne z 2003 r. W styczniu, na Detroit Motor Show, Audi przedstawiło Pikes Peak quattro, poprzednika modelu Q7\*. Na Międzynarodowym Salonie Samochodowym w Genewie pokazano
z kolei Nuvolari quattro, 2-drzwiowego coupé, którego następcą było A5\*. We wrześniu gwiazdą wystawy IAA we Frankfurcie był Audi Le Mans quattro — jak dwie krople wody podobny do późniejszego R8\*.

Model Audi R8 e-tron concept, jedna z gwiazd wystawy IAA w 2009 r., był autem sportowym
z napędem na cztery koła zasilanym wyłącznie energią elektryczną. W 2010 r. model Audi quattro concept — nowa interpretacja oryginalnego quattro — pojawił się na wystawie Paris Motor Show. Od 2015 r. wiele modeli koncepcyjnych zwiastowało nadejście serii e-tron
z elektrycznym napędem na cztery koła. Były to: Audi e-tron quattro concept (IAA 2015), Audi
e-tron Sportback concept (Szanghaj 2017), Audi e-tron GT concept (Los Angeles 2018) oraz Audi Q4 e-tron concept (Genewa 2019).

Z praktyki

**Od koła podbiegunowego po tor Nürburgring:**

**rozmowa z konstruktorami napędu quattro**

**Od wielu lat Audi w ekstremalnych warunkach z zaangażowaniem, wyczuciem i dużą sumiennością, testuje układy napędowe quattro. Eksperci zajmujący się pracami konstrukcyjnymi w różnych obszarach spotkali się, by porozmawiać na ten temat. Dieter Weidemann (napęd) i William Wijts (zawieszenie) objaśniają, jak przebiegają testy mechanicznego, międzyosiowego mechanizmu różnicowego na śniegu i na lodzie. Roland Waschkau z Audi Sport GmbH jest fachowcem od sportowego mechanizmu różnicowego. Stefan Lehner (zawieszenie) ma z kolei zupełnie inne zadanie – pisze i testuje oprogramowanie dla napędów quattro regulowanych elektronicznie. Zaś jego kolega, Marc Baur (zawieszenie), specjalizuje się w elektrycznym rozdziale momentu obrotowego między kołami.**

*Panie Wijts, Panie Weidemann – by prowadzić różnetesty często podróżujecie po całej Europie. Urządzacie je także zimą – na śniegu i na lodzie. Dlaczego właśnie to jest tak ważne dla Panów?*

Weidemann: Na śniegu i na lodzie przeprowadzamy wszystkie dostrojenia, ponieważ w ten właśnie sposób możemy wychwycić subtelne różnice między różnymi wariantami quattro. Odcinki o niskim współczynniku tarcia stanowią dla nas kluczowe wyzwanie. Choć wiąże się to
z operowaniem na granicy dynamiki jazdy, jednym z naszych głównych celów jest zapewnienie możliwości kontrolowania samochodu przez zwykłych kierowców - osoby, które podczas codziennej jazdy mogą przypadkowo znaleźć się na śliskiej drodze. To właśnie dlatego opracowujemy i testujemy napęd quattro na śniegu - aby zagwarantować bezpieczne
i komfortowe prowadzenie.

*Jak przebiegają takie jazdy testowe?*

Wijts: Nazywamy to miejsce „Kalt 1“. Położone jest niedaleko od koła podbiegunowego. By znaleźć dobre zestrojenie dla centralnego dyferencjału, najczęściej w cztery albo sześć samochodów jedziemy do Szwecji, zabierając ze sobą jednego lub dwóch mechaników. Z reguły jedziemy w lutym, gdy wszystko jest w głębokim śniegu, wtedy mamy najstabilniejsze warunki pogodowe. Na prywatnym terenie testowym znajdują się najróżniejsze odcinki, z pochylonymi na zewnątrz zakrętami i innymi subtelnościami. Na jeziorze i na stałym lądzie znajduje się wiele odcinków, na których poćwiczyć można prowadzenie, które zostały specjalnie zaprojektowane, by umożliwić nam testowanie różnych profili zakrętów i prędkości jazdy na zakrętach. Na tym terenie znajduje się nawet droga z serpentynami pomagająca zestroić przyczepność.

Weidemann: Najlepiej pracuje się nam w temperaturach poniżej pięciu stopni Celsjusza. Stwarza to stałe warunki i pozwala nam na rzetelne porównanie różnych konfiguracji. Jednocześnie zawsze potrzebny jest pojazd do porównania, aby właściwie ocenić, jak zmieniają się warunki. Najlepsze warunki to -25°C przy naprawdę twardym śniegu, który zapewnia dobrą przyczepność, ale nigdy nie pozostaje taki sam przez cały dzień. Drugi przejazd próbny jest już inny niż pierwszy, śnieg się spłaszcza, a lód się „poleruje”, więc warunki stopniowo się pogarszają. Ale znamy ten efekt i wiemy, jak brać go pod uwagę.

*Jak ryzykowna może być ta praca?*

Wijts: Najgorszym, co się może przydarzyć na jeziorze, to wylecieć poza tor i trzeba być potem wykopywanym ze śniegu. Prywatny teren do testowania jazdy po gruncie zdążyliśmy już bardzo dobrze poznać, dzięki czemu możemy baz zakłóceń analizować subtelności regulacji. Mimo to, fizyka stawia granice, które traktujemy poważnie. I w tych granicach jedziemy tak szybko, jak jest to konieczne dla naszej pracy – na niektórych odcinkach 30 km/h, na innych – 160 km/h.

Weidemann: Podczas regulacji międzyosiowych mechanizmów różnicowych, na ile to możliwe wyłączamy wszystkie systemy kontroli zawieszenia, w tym także elektroniczny system stabilizacji toru jazdy ESC, by w ten sposób móc ocenić sam napęd quattro. Naszym celem jest, by podstawowa charakterystyka jazdy była harmonijna nawet bez włączonych systemów kontrolnych, tak by samochód robił dokładnie to, czego chce kierowca. Nawiasem mówiąc, ta strategia zaskoczyła kiedyś wysokiego rangą kolegę z działu rozwoju technicznego, który przeniósł się do Audi od bezpośredniego konkurenta i po raz pierwszy towarzyszył nam
w Szwecji. Po jazdzie próbnej w A6 z napędem quattro, opowiedział nam z entuzjazmem o tym, jak płynnie i harmonijnie działają systemy kontroli. A wszystkie były wyłączone.

*Są Panowie zatem doświadczonymi zawodowcami w dziedzinie testów zimowych. Od jak dawna je prowadzicie?*

Wijts: Po raz pierwszy na testach zimowych byłem w 1998 roku. Wówczas wymagania wobec mechanizmu różnicowego typu Torsen były o wiele niższe niż dzisiaj – priorytetem było, aby był on solidny i zdolny do generowania jak najmniejszego napięcia w ciasnych zakrętach i podczas manewrów. Wtedy pojawił się Dieter. Był już bardzo zainteresowany tym, jak samochody jeżdżą. Od tego czasu zespoły projektowe ds. zawieszenia i napędów ścigają się na pomysły.

Weidemann: Nasz dział wziął na siebie odpowiedzialność za napęd quattro i przeorganizował proces rozwoju. Wspólnie z naszymi kolegami z zespołu ds. zawieszenia stopniowo wypracowaliśmy wspólną filozofię. Wybraliśmy bardzo różne podstawowe rozkłady i wartości blokowania dla przedniej i tylnej osi oraz zbadaliśmy ich funkcjonalność - początkowo na stanowisku badawczym. Następnie zabraliśmy najbardziej obiecujące dyferencjały ze sobą do Szwecji. Najbardziej intensywny okres rozwoju przypadł na koniec lat 2000., kiedy to badaliśmy podstawowe koncepcje samoblokującego się centralnego mechanizmu różnicowego przy użyciu zupełnie innych technologii. Nie było dla nas niczym niezwykłym, że wyruszyliśmy na północ z 30 lub więcej różnymi podzespołami.

*Jak długo trwały wówczas testy zimowe?*

Wijts: Dziesięć lat trwały około dwóch tygodni bez wolnych weekendów. I wszystkie dni przebiegały tak samo: jeżdżenie, zmiany wprowadzane przez mechaników, znowu jeżdżenie… Wówczas opracowaliśmy koncepcję, według której postępujemy jeszcze dzisiaj. Przed testami definiujemy różne modele, według których chcemy przeprowadzać testy, przykładowo S4 czy SQ7. Jest to dlatego ważne, że mechanizmy różnicowe są przecież stosowane w zupełnie różnych klasach pojazdów.

Weidemann: Z każdego modelu zabieramy dwa identyczne egzemplarze, które mają standardowo zestrojony samoblokujący międzyosiowy mechanizm różnicowy. Samochód, który zachowuje się odrobinę lepiej, służy jako nasz pierwszy pojazd referencyjny. W drugim montujemy jeden z prototypowych mechanizmów różnicowych i oceniamy, czy powoduje lepsze zachowanie pojazdu podczas jazdy. Gdy tak się dzieje, samochód ten staje się nowym punktem odniesienia, a w pierwszym samochodzie referencyjnym montujemy kolejny wariant rozwojowy mechanizmu różnicowego. I w ten sposób wielokrotnie, coraz bardziej optymalizujemy zachowanie pojazdu podczas jazdy, dopóki nie przetestujemy wszystkich wariantów.

*Czy są Panowie zawsze zgodnie co do oceny?*

Wijts: Dieter i ja bardzo dużo dyskutujemy o zachowaniu pojazdu przy zmianie obciążeń i o zbyt dużej czy zbyt małej podsterowności. Na koniec jednak zawsze jesteśmy zgodni. Podobnie jak w starym małżeństwie (śmiech).

*Jakie właściwości musi mieć idealny samoblokujący międzyosiowy mechanizm różnicowy?*

Wijts: Każde Audi powinno dawać się prowadzić klientowi szybko i bezpiecznie na śniegu i na lodzie. Oznacza to, że szczególny nacisk kładziemy na to, by pojazd w każdej sytuacji reagował tak samo, by spontanicznie reagował na ruchy kierownicą i neutralnie pokonywał zakręty. A jeśli się zdarzy, że tył ucieknie, na przykład po dodaniu gazu, nie powinno się to dziać zbyt dramatycznie, żeby cały czas można było dobrze panować nad pojazdem. Naturalnie w tym celu powinien też zawsze zachwywać dobrą przyczepność.

Weidemann: Jest rzeczą oczywistą, że Audi od 1980 roku poczyniło ogromne postępy
w mechanicznym układzie quattro. Dzisiejszy podstawowy rozkład 40 procent na oś przednią
i 60 procent na oś tylną, w połączeniu z odpowiednimi wartościami blokowania, oznacza optymalne połączenie dobrej przyczepności i precyzyjnego prowadzenia. Jednak jego główną siłą jest i pozostaje przyczepność, którą układ zapewnia na powierzchniach o niskim współczynniku tarcia.

Waschkau: Dla klientów, którzy chcą doświadczać wysokiej dynamiki jazdy na suchej nawierzchni, mamy układ napędowy quattro sport z mechanizmem różnicowym tylnej osi. Aktywne przenoszenie momentu obrotowego pomiędzy kołami tylnej osi w zależności od potrzeb sprawia, że samochód staje się bardzo zwrotny. Tory wyścigowe i wysokie współczynniki tarcia również odgrywają ważną rolę w regulacji napędu, szczególnie w przypadku modeli RS.
W przeciwieństwie do tradycyjnego, międzyosiowego mechanizmu różnicowego, sportowy dyferencjał jest systemem sterowanym elektronicznie. Składa się on z dwóch sprzęgieł
i współpracujących przekładni planetarnych, a oprogramowanie jest specjalnie dostosowane
i dostrojone do każdego pojazdu.

*Kolejnym układem jest napęd quattro z techniką ultra. Co było impulsem do jego stworzenia?*

Weidemann: Z przeprowadzonej około dziesięć lat temu ankiety dowiedzieliśmy się, że wielu klientów Audi, którzy nie prowadzili pojazdu z napędem quattro uważało, że zużycie paliwa
w tego typu samochodach jest znacznie wyższe, a równocześnie nigdy nie mieli okazji przekonać się o zaletach napędu na cztery koła. Napęd quattro pomaga przecież nie tylko na lodzie i śniegu – jego zalety są widoczne również przy skręcaniu i ruszaniu na suchym asfalcie. Klienci podczas użytkowania mają zatem do czynienia z wieloma sytuacjami, w których napęd quattro oferuje swe zalety przez krótki czas, ale jest też wiele sytuacji, w których nie jest się w stanie zauważyć różnicy pomiędzy napędem na obie i napędem tylko na przednią oś. W reakcji na to postanowiliśmy, że wykonamy całkowicie nowy układ z załączaną osią tylną, który połączy wysoką wydajność napędu na przednią oś z zaletami stałego napędu na cztery koła.

Wijts: Naszym celem było to, by klient nie zauważył żadnej różnicy w porównaniu do stałego napędu na cztery koła quattro. Stworzyliśmy 15 modeli obliczeniowych opisujących różnice
w obszarach takich jak odczucie kierowania. Innymi słowy, byliśmy w stanie dokładnie określić, kiedy układ kierowniczy w samochodzie z napędem na przednie koła w miarę wzrostu obciążenia zaczyna pracować lżej niż w quattro. Napęd na tylną oś jest tymczasowo zaangażowany we wszystkich tych sytuacjach. Dzieje się to zawsze z wyprzedzeniem, więc napęd na wszystkie koła jest już aktywny w momencie, gdy jest potrzebny.

*Jak trudna była regulacja i testy napędu quattro z techniką ultra?*

Weidemann: Ułatwieniem dla nas był fakt, że wymagania wynikające z przepisów wobec testów były niewielkie – nawet w razie całkowitego wyłączenia układu, samochód pojechałby dalej na zwykłym napędzie na przednią oś. Dzięki temu bardzo szybko mogliśmy rozpocząć testy na drogach, co bardzo przyspieszyło osiągnięcie przez to rozwiązanie dojrzałości rynkowej. Często robimy rundę wokół Ingolstadt, która na 120 kilometrach przebiega po drogach publicznych. Sprawdzaliśmy tam postępy prac nad wersjami oprogramowania. Jest to bardzo pomocne
i ważne. Koniec końców mogliśmy wypróbować najróżniejsze sytuacje podczas testów prowadzonych od południowych Włoch, aż po koło podbiegunowe i tak dopasować naszą strategię napędu, że zachowanie pojazdu podczas jazdy nie różni się w niczym od zachowania pojazdu ze stałym napędem na cztery koła quattro.

*Mówiąc o strategii napędu i oprogramowaniu: może pan Baur i pan Lehner coś o tym powiedzą?*

Lehner: Nasz dział zajmuje się mechatronicznymi i czysto elektrycznymi układami quattro. Rozwijamy na przykład takie funkcje oprogramowania jak sterowanie sprzęgłem w zmiennych warunkach i wobec zmieniających się potrzeb. Współpracujemy przy wszystkich regulowanych układach. W świecie mechaniki są to napęd quattro dla R8 i dla pojazdów z silnikiem montowanym wzdłużnie oraz napęd quattro ultra i quattro dla pojazdów bazujących na modułowej płycie podłogowej dla pojazdów z silnikiem montowanym poprzecznie. Wykorzystują one hydrauliczne sprzęgło wielopłytkowe, gdzie dużą rolę odgrywa wydajność. W normalnych warunkach spokojnej jazdy napęd w większej części odbywa się przy pomocy bezpośrednio napędzanej osi, a w razie potrzeby momenty są rozdzielane na wszystkie cztery koła.

Baur: No i są jeszcze modele e-tron z elektrycznym napędem na cztery koła, który w ogóle nie posiada już fizycznych elementów napędu na cztery koła, czyli radzi sobie bez mechaniki
i hydrauliki. Tutaj każda oś ma jeden czy nawet dwa silniki, a ich współpraca wytwarza elektryczny napęd quattro.

*Jak przebiegają prace testowe w ich przypadku? Muszą Panowie dysponować tu sporą liczbą cyfrowych śrub i dźwigni…*

Lehner: Tak, istnieją tysiące potencjalnych parametrów oprogramowania, w zależności od tego jak dokładnie są one dostrojone i połączone. Stopniowo zawężamy je do rozsądnej liczby, kończąc na około 100 do 200 parametrach. Używamy ich na przykład do zestrojenia przyczepności i prowadzenia indywidualnie dla każdego modelu. Testowanie odbywa się tradycyjnie podczas jazdy próbnej: Jedna osoba z zespołu siedzi w fotelu pasażera z laptopem
i wielokrotnie ładuje do systemu różne wersje oprogramowania. Bierzemy te same zakręty, okrążenie po okrążeniu, aż znajdziemy idealny rezultat końcowy.

*Czy więcej testów przeprowadzają Panowie na odcinkach testowych czy na drogach?*

Lehner: Na początku danego projektu z różnych względów w ogóle nie wolno nam jeździć po drogach publicznych i jesteśmy zdani na teren testowy. Zaletą jest to, że mamy powtarzalne warunki i podczas jazdy możemy docierać do granic możliwości. Najczęściej przebiega to tak, że tylko godzinę jeździmy, a potem pięć godzin oceniamy przy biurku dane z pomiarów. W drugiej fazie prac rozwojowych, gdy zbliżamy się do produkcji seryjnej, spędzamy dużo czasu
w samochodzie i odtwarzamy wiele sytuacji, jakich doświadczają klienci. Są to zimowe drogi
w Szwecji, drogi w Alpach z wyrwami i kruszącą się nawierzchnią, ale i Nordschleife na torze Nürburgring, ponieważ dostarcza ona wyjątkowych wyzwań na niewielkiej przestrzeni, na przykład zmianę nawierzchni i pochylone zakręty. Zupełne przeciwieństwo do tego stanowią hale garażowe – jeździmy także tam, bo współczynnik tarcia na betonie jest niski, a zakręty są bardzo ostre.

*Im bardziej złożony układ napędowy na cztery koła, tym większy trud włożony w prace rozwojowe i testy. Czy tak jest – zwracam się tu do Pana Baura.*

Baur: Tak, wraz ze stopniem złożoności wzrasta liczba funkcji i parametrów. W modelu e-tron sprzęgło między osią przednią a tylną jest jedynie odwzorowane w oprogramowaniu. Powstają przy tym dziesiątki tysięcy kodów i kilkadziesiąt parametrów. Dużym wyzwaniem jest regulacja biorących w tym udział systemów – przede wszystkim w modelu typu S z jego trzema silnikami elektrycznymi. Tutaj ściśle współpracowaliśmy z kolegami, którzy stworzyli sterownik napędu oraz sterowniki dla wysokiej mocy elektroniki i systemu regulacji układu hamulcowego. Musimy opracować dużą liczbę funkcji, zawsze uwzględniając przy tym różnorodne oddziaływania zwrotne na inne systemy. Pojazd powinien przecież w każdej sytuacji zachowywać się
w przewidywalny i powtarzalny sposób. W tej kwestii dążymy do tego samego celu, co koledzy.

*Jak przebiegają testy prowadzone przez Panów?*

Baur: Gdy udajemy się na teren testowy, to często jesteśmy w 20-30 na stałe ze sobą współpracujących osób. Są to osoby zajmujące się pracami rozwojowymi nad napędem
i zawieszeniem, pracujące w różnych działach specjalistycznych. Siedzimy wszyscy przy jednym stole, a gdy przychodzi do testów – w jednym samochodzie, oczywiście w sensie przenośnym.

Weidemann: Co mnie niezmiennie fascynuje w napędzie quattro, to jego różnorodność.
W modelach z silnikiem montowanym wzdłużnie odpowiadam za wszystkie komponenty, które rozdzielają moment obrotowy między osiami – a jest to tylko część całego spektrum. Zupełnie niezależnie od tego, jak napęd quattro jest realizowany pod względem technicznym, jest on gwarantem wysokiego bezpieczeństwa, dobrej przyczepności i wysokiej dynamiki jazdy. Są to nasze mocne strony. W tym względzie posiadamy w Audi doświadczenie, które wypracowaliśmy przez całe generacje modeli quattro. Chcemy wspólnie oferować naszym klientom maksymalne korzyści i oczarować ich samochodami marki Audi.

**Zużycie paliwa wymienionych powyżej modeli**

Podane w zakresach wartości zużycia paliwa i emisji CO2, jak również klasy wydajności zależą od używanych opon/kół.

**Audi e-tron:**

Zużycie prądu (tryb mieszany) w kWh/100 km: 26,6–22,4 (WLTP); 24,3–21,0 (NEDC); emisja CO2 (tryb mieszany) w g/km: 0

**Audi e-tron Sportback:**

Zużycie prądu (tryb mieszany) w kWh/100 km: 26,3-21,6 (WLTP); 23,9-20,6 (NEDC); emisja CO2 (tryb mieszany) w g/km: 0

**Audi e-tron S:**

Zużycie prądu (tryb mieszany) w kWh/100 km: 28,4–26,8 (WLTP); 28,2 (NEDC); emisja CO2 (tryb mieszany) w g/km: 0

**Audi e-tron S Sportback:**

Zużycie prądu (tryb mieszany) w kWh/100 km: 28,1–26,4 (WLTP); 27,6–27,5 (NEDC); emisja CO2 (tryb mieszany) w g/km: 0

**Audi A1 Sportback:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 6,0–4,6; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 137–104

**Audi S3:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 7,4–7,2; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 170–165

**Audi A4:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 7,3-4,0; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 168–106

**Audi A4 Avant g-tron:**

Zużycie gazu w trybie jazdy mieszanej w kg/100 km: 4,1-3,9; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 113–105

**Audi RS 4 Avant:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 9,2; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 211

**Audi A8:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 11,1–5,7; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 254–151

**Audi S8:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 11,4-11,3; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 260–258

**Audi A8 60 TFSI e quattro:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 2,7-2,5; zużycie prądu (tryb mieszany)
w kWh/100 km: 21,3-20,8; emisja CO2 (tryb mieszany) w g/km: 61–57

**Audi Q2:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 5,4–4,6; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 128–122

**Audi Q7:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 9,1-6,6; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 208–174

**Audi SQ7:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 12,1-12,0; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 277–276

**Audi Q7 TFSI e quattro:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 2,7-2,5; zużycie prądu (tryb mieszany)
w kWh/100 km: 22,9-21,9; emisja CO2 (tryb mieszany) w g/km: 69–64

**Audi Q8:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 9,1-6,5; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 208–172

**Audi SQ8:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 12,1-12,0; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 276–275

**Audi RS Q8:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 12,1; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 277–276

**Audi Q8 TFSI e quattro:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 2,8-2,6; zużycie prądu (tryb mieszany)
w kWh/100 km: 22,9-21,7; emisja CO2 (tryb mieszany) w g/km: 63–59

**Audi R8:**

Zużycie paliwa w trybie jazdy mieszanej w l/100 km: 13,6-13,0; emisja CO2 (tryb mieszany)
w g/km: 311–297

**Podane opcje wyposażenia, dane oraz ceny odnoszą się do modeli oferowanych w Niemczech. Zastrzega się możliwość zmian i pomyłek.**

**Grupa Audi**, skupiająca marki Audi, Ducati i Lamborghini, jest jednym z najbardziej utytułowanych producentów samochodów i motocykli w segmencie premium. Produkty koncernu obecne są na rynkach ponad stu krajów całego świata, a produkcja odbywa się w 18 fabrykach w 13 państwach. Spółkami należącymi w 100% do Audi AG są: Audi Sport GmbH (Neckarsulm), Automobili Lamborghini S.p.A. (Sant'Agata Bolognese/Włochy) oraz Ducati Motor Holding S.p.A (Bolonia/Włochy).

W roku 2019, Grupa AUDI AG dostarczyła do klientów około 1 mln 846 tys. pojazdów marki Audi, 8250 sportowych samochodów Lamborghini i około 53 183 motocykle marki Ducati. W roku finansowym 2019, AUDI AG osiągnęło przychody w wysokości 55,7 miliarda euro, a zysk operacyjny przed wydatkami nadzwyczajnymi wyniósł 4,5 miliarda euro. Obecnie, na całym świecie koncern zatrudnia około 90 tysięcy osób, z czego ponad 60 tysięcy zatrudnionych jest w Niemczech. Audi koncentruje swe działania na nowych produktach i zrównoważonych rozwiązaniach technicznych, ukierunkowanych na przyszłość mobilności.