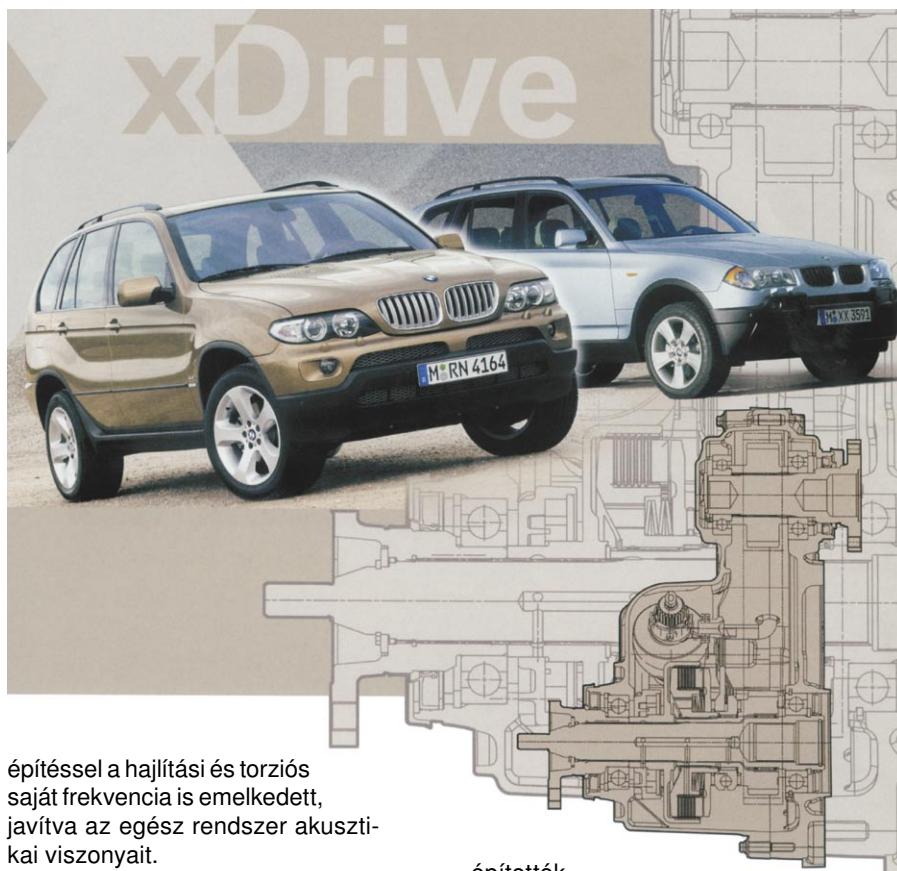


# A BMW xDrive összkerek-hajtás-rendszere

Az xDrive a 2004. évi BMW X3 és BMW X5 gyártási sorozatok új, intelligens összkerek-hajtású koncepciója aktív menetdinamikai szabályozással. Az első és a hátsó tengely közötti nyomatékelosztás arányának állandó változásával nagyobb agilitás, menetdinamika és menetstabilitás érhető el, nem beszélve a nehéz terepviszonyok között nyújtott igen kedvező hajtásról. Az xDrive-konceptióval a BMW standard hajtás dinamikai előnyei összekapcsolódnak az összkerek-hajtás vontatási előnyeivel.

## Az új X3 és X5 hajtás rendszere

Az új modellekbe az X3/2004-be a 3.0i, valamint a 3.0d, az X5/2004-be a 3.0i, 4.4i, valamint a 3.0d Otto- és dízelmotorokat szerelik be. A hathengeres Otto-motoroknál és a 3.0 literes dízelmotoroknál az új hatfokozatú, kézi kapcsolású sebességváltót használják. Az X5-nél a 3.0 literes dízelmotort és a nyolchengeres Otto-motort hatfokozatú, automatikus sebességváltóval építik össze. Az összes kézi kapcsolású és automatikus sebességváltóhoz sikerült egy egységes osztóművet csatlakoztatni. Sőt, a motorsebesség-váltó egység az elődnél kb. 70 mm-rel megrövidült, így a kompaktabb



építéssel a hajlítási és torziós saját frekvencia is emelkedett, javítva az egész rendszer akusztikai viszonyait.

Egyébként a BMW 4x4 hajtás korábbi, hosszú éveken át eredményesen működő konstrukcióját megtartották. Az első tengely hajtóművét az olajteknő menetirány szerinti bal oldalára csavarozták fel. A jobb oldali kihajtó tengelyt öntött csőben vezették át az olajteknőn. Ezáltal vált lehetővé azonos hosszúságú kihajtó tengelyek beépítése, mellőzve az aszimmetrikus saját lengési viszonyok kialakulását.

A csuklós és kihajtó tengelyeket, valamint az első és hátsó tengelyhajtásokat messzemenően a meglévő BMW beépítési csoportjából vették át.

Az új összkerek-hajtás koncepciójának a lelke a teljesen új fejlesztésű osztómű. Rendkívül kompakt kialakítású, a kézi kapcsolású vagy az automatikus működésű sebességváltó után közvetlenül

építették be. Ez az elrendezés alacsony súlypont-elhelyezkedést és ezáltal a menetdinamikai jellemzők kedvezőbb alakulását teszi lehetővé.

## Az xDrive osztóműve

A menetdinamika, a vontatás és a meneteljesítmény továbbfejlesztésének igénye vezetett a teljesen új hajtáskonceptióhoz – az első és hátsó tengelyek közötti forgatónyomaték elosztásának nagyfokú változtathatóságához. Ezzel elvetették a forgatónyomaték klasszikus merev elosztását az osztóműben elhelyezett bolygókerék-hajtással – szimmetrikus (50/50), illetve pl. a BMW-nél rendszerbe állított aszimmetrikus (38/62) elosztással.

Különböző koncepciók elemzésével a hátsó tengelyhez a forgatónyomatékok az osztóművön (VG) keresztül vezetett merev tengellyel vitték át. Az első tengelyhez a változtatható nyomaték átvitelét egy szabályozható tengelykapcsoló segítségével oldották meg. Ezt a koncepciót funkcionálisan integrálták a meglévő menetdinamikai rendszerbe, és BMW xDrive-nak nevezték el.

A menetdinamikai követelmények teljesítése érdekében különös figyelmet fordítottak a szabályozható tengelykapcsoló működtető egységekre (az aktuátorok) nagyfokú állítási dinamikájára és állítási pontosságára.

Az X3 és az X5 részére kifejlesztett osztóműcsalád (ATC400 és ATC500) zömmel azonos alkatrészekből áll. Lényegileg a két osztómű az elsőtengely-kihajtás geometriai kialakításában különbözik, de az xDrive működéséért felelős alkatrészek mindkét hajtóműnél azonosak.

A tengelykapcsolót működtető egység ollós emelővel és görgős pályarendszerrel kialakított szorító mechanizmus, egy vezérlőtárcsán keresztül működtetve. A lamellákra kifejtett axiális erő hozza létre az első tengelyre átvendő nyomatékokat. Maga a működtetőegység elektromechanikus rendszerű, az egyenáramú motor forgó mozgása egy szöghajtóművön keresztül jut a vezérlőtárcsára. A motor szükséges pontosságát egy jellegző vezérlésű helyettesítő garancia garantálja. A nagy dinamikájú állító mozgás során rövid időre feszültségcsúcsok lépnek fel, de a forgatónyomaték tartós tartásához már nem nagy az áramfelvétel.

### Az osztómű vezérlőkészüléke

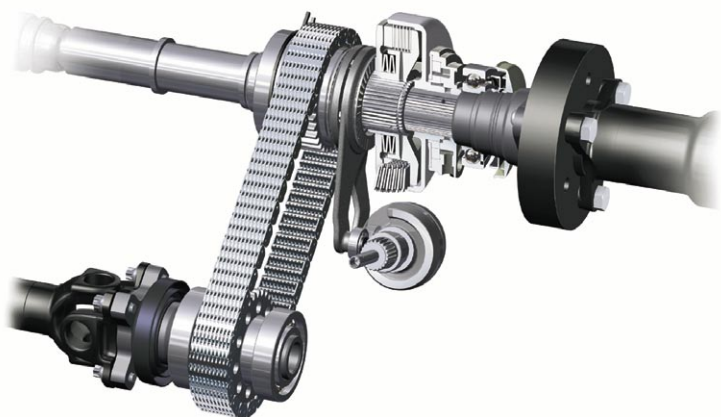
Az xDrive-rendszerben a megkövetelt forgatónyomaték pontos átadására az osztómű vezérlőkészüléke (VGSG) a DSC-rendszeren (Dynamische Stabilitäts-Control)

rászerezű „előre megadásával” elégitik ki. A példában az ugrásiutasítás-adás 200 Nm-ről az új „kell” értékre, a 600 Nm-re 90 ms-on belül – túllengésmentesen, az előre megadott beállási pontosság eltéréssel – következik be.

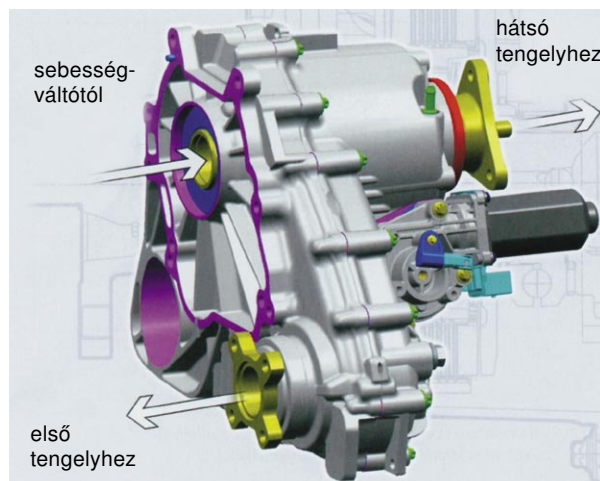
### Aktív menetdinamikai szabályozás

A dinamikus stabilitásszabályozás (DSC), a fékvezérlés (BM) és a motorvezérlés az xDrive-konceptiójával egy további szabályozó körrel a hossznyomaték- (LM) vezérléssel egészült ki. A hossznyomaték-vezérlés feladata az osztóműben az első és a hátsó futómű között a menetdinamikai viszonyoknak megfelelő hajtónyomaték optimális felosztása.

A hosszirányú forgatónyomatékokhoz szükséges algoritmusok a DSC-rendszerben vannak összefogva. Az első tengely számára szükséges „kell” tengelykapcsoló



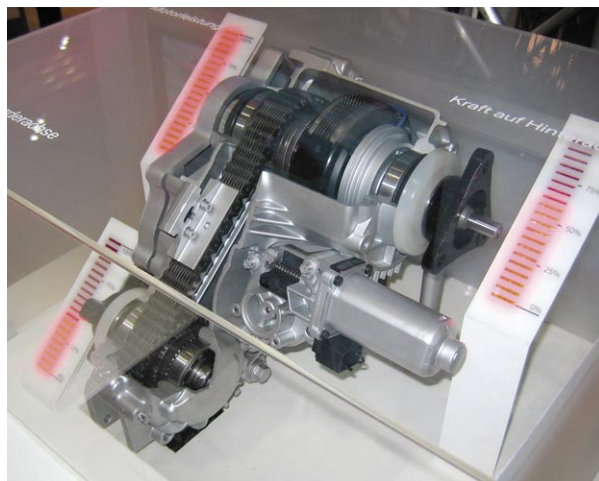
Forgatónyomaték-folyamatábra a szorító mechanizmussal és a vezérlőtárcsa



BMW X3 osztómű CAD- és demonstrációs modellje

A hagyományos osztóműnél a bolygókerékes differenciálmű az első és a hátsó kihajtás között helyezkedik el, míg a behajtás a bolygókeréktartón keresztül következik be. Az xDrive-konceptiónál egy merev főtengely vezet a hátsó futóműhöz, rajta helyezkedik el a szabályozható, nedves lamellás tengelykapcsoló. Innen vezetik a fokozatmentesen változtatható forgatónyomatékokat az első tengely behajtásához. Az osztómű főtengelyén helyezték el a tengelykapcsoló lamellák és egyéb alkatrészek hűtését és kenését biztosító olajszivattyút. Mindkét osztóműnél az első tengelyre a forgatónyomatékokat fogazott hevederes lánccal viszik át.

keresztül felelős. A VGSG szoftverében helyezték el a tengelykapcsoló jellegző görbéit. Ezek szolgáltatják a működtetőegység állító mozgásához a tengelykapcsoló nyomatékára vonatkozó utasításokat és teszik lehetővé a forgatónyomaték pontos beállítását. A lamellák kopását a rendszer automatikusan kompenzálja. Az állítási pontosság és a dinamika követelményét a „kell” tengelykapcsoló nyomaték (MK-soll) ug-





nyomatékot a DSC folyamatosan kiszámolja és CAN-buszon keresztül tovább küldi az osztómű vezérlőkészülékébe. A vezérlőkészülék a tengelykapcsolót működtető egységen keresztül kivezéri az igényelt „kell” tengelykapcsoló-forgatónyomaték beállítását.

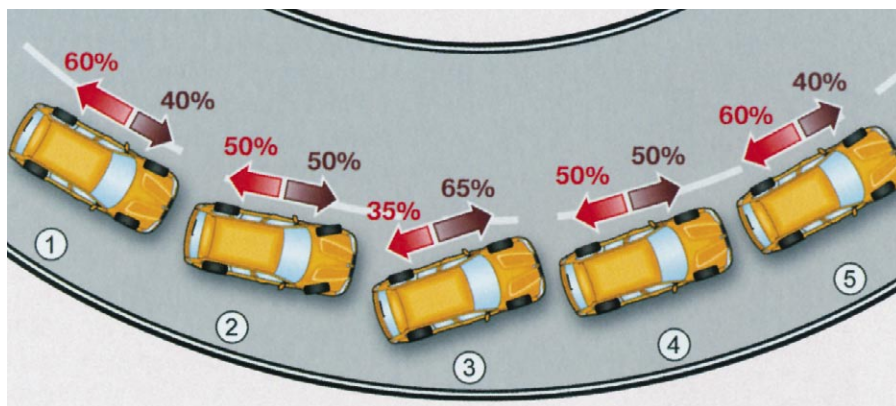
Kamm elmélete írja le a kerekeken hossz- és oldalirányban maximálisan átvihető erők közötti összefüggéseket, azaz a hossz- és oldalirányú erők eredője egy körön helyezkedik el. Ha a hossz- és oldalirányú erők egyidejűleg lépnek fel a keréken, az ebből eredő erő egy adott súrlódási tényezőtől és keréktapadási erőtlől függő határértéket nem léphet túl. Az xDrive változtatható hajtónyomaték-elosztásával az első és a hátsó tengely kerekein fellépő hosszirányú és ezzel az oldalirányú erők is befolyásolhatók.

Ha változnak a kerekeken az oldalirányú erők, változik a nyomaték egyensúly is a jármű függőleges súlyvonala körül. Egy instabil jármű (pl. túlkormányzott) az első és a hátsó tengelyen fellépő különböző oldalirányú erőlehetőségek kihasználásával – a perdítő nyomatéknak a hosszirányú nyomatékkal történő kompenzálásával – stabilá tehető. Az első és a hátsó tengely között változtatható hosszirányú nyomaték-elosztással az önkormányzási és ezzel a jármű menetdinamikája aktívan befolyásolható. Az xDrive egy semleges és biztonságos menetállapotot tesz lehetővé, egészen a határterületekig. A DSC-rendszer a motorvezérlés- és a fékvezérlés-szabályzó köreivel a háttérben ugrásra készen aktív állapotban van, de csak akkor avatkozik be, ha a stabilizálási lehetőségek a hosszirányú nyomaték-elosztással már kimerültek. Az xDrive beépítésével ezek a szükséges beavatkozások lényegesen ritkábbak, a menetkomfort összességében észrevehetően javult.

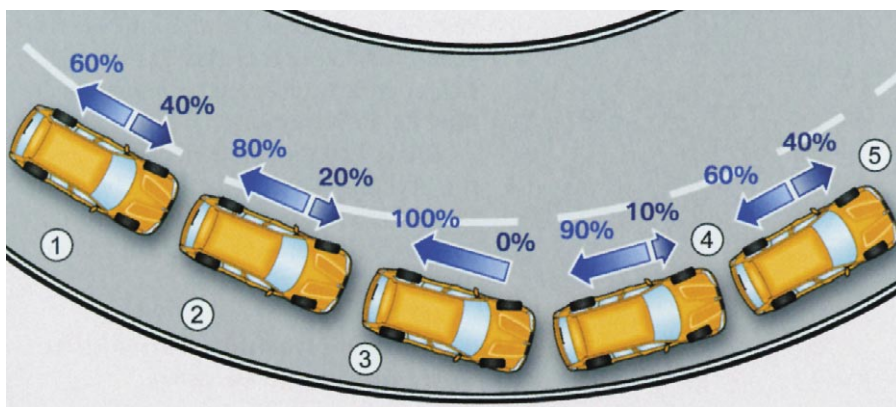
## Túlkormányzás

A jármű – az első és a hátsó tengely között – egy stabil, ideálisnak vehető nyomaték-felosztással (40/60%) fut be egy bal kanyarba (lásd az ábrán az 1. fázist), és következetesen halad a túlkormányzás felé (2. fázis). A menetdinamikai szabályozó felismeri a lassú túlkormányzási tendenciát, új nyomaték-elosztásra (50/50%) ösztönzi a hosszirányú nyomaték vezérlőegységét.

A jármű még hajlik a további túlkormányzásra (3. fázis). A menetdinamikai szabályozó felismeri ezt, és az xDrive ten-



A változtatható nyomaték-elosztás aktív menetdinamikára gyakorolt hatása túlkormányzott és...



...alulkormányzott járművek esetén

gelykapcsolóját „túlzárt” helyzetbe hozza. A forgatónyomaték-elosztás (65/35%) tartományban aktívan nem állítható, hanem a kerekeken fellépő kipörgés és az ezzel együtt járó tapadási tényező alapján áll be. Ebben a túlkormányzott menethelyzetben eltolódnak a nyomatékviszonyok az első tengely javára (az abszolút kerékcúszás a hátsó tengelyen nagyobb, mint az első tengelyen és ezzel a hosszirányú potenciálja az első tengelyen hatékonyabb, mint a hátsó tengelyen). Az első tengelyen fellépő nagyobb, hosszirányú erők és ezzel együtt a hátsó tengelyen megnövekedett oldalerő potenciál a „túlzárt” állapotban csökkentik a jármű perdítő nyomatékát.

A menetdinamikai szabályozó felismeri a jármű ismét stabilizálódott állapotát és kiszámolja az új 50/50%-os nyomaték-elosztást (4. fázis). A jármű pályastabil, és az ideálisan felvett 40/60%-os nyomaték-elosztással gyorsítva kijuthat a kanyarból (5. fázis).

## Alulvezérelt

A jármű az előző példához hasonlóan stabilan, 40/60%-os nyomaték-elosztással hajt be egy bal kanyarba (1. fázis), és tendenciózusan

lassan tart az alulkormányzott állapothoz (2. fázis). A menetdinamikai szabályozó ösztönzi a hossznyomaték irányítóját 20/80%-os új nyomaték-elosztásra.

Mivel a jármű egyre inkább alulkormányzottá válik (3. fázis), a hosszirányú nyomaték vezérlése beállítja a 0/100%-os nyomaték-elosztást. A hátsó tengelyen ezáltal tovább növekszik a nyomaték, az oldalerő pedig csökken. Az első tengelyen (amelyen nincs hosszirányú erő) a maximális értékre növekszik az oldalirányú erő, és a jármű közelít a stabil pályagörbéhez.

A nyomaték-elosztást most már a 10/90%-os elosztásról (4. fázis) az ideálisan felvett 40/60%-os értékre állítja vissza a vezérlőkészülék. A járműpálya stabilan hajt ki a kanyarból.

Az ábrák az ívmeneteket mindkét esetben szakaszokra bontva mutatták be, a valóságban az optimális nyomaték-elosztás kiszámítása és beállítása folyamatos.

**Dr. Pordán Mihály**

Forrás:

ATZ 2/2004.

xDrive Der neue Allradantrieb im BMW X3 und BMW X5