

Összkerékhajtású személygépkocsik új generációi

Az a tény, hogy megfelelő terepjáró használatával a természeti környezet úgyszólván minden nevezetessége felkereshető a szárazföldön, az utóbbi évtizedben várakozáson felüli keresletet indított el a tehetősebb vásárlói rétegeknél. Elsőként Amerikában, később a világ valamennyi országában. A megnövekedett igények kielégítésére mind a BMW, mind a Mercedes-Benz gyárat épített az USA-ban. Azóta valamennyi jelentős autógyár bővíti összkerékhajtású járműpalettáját. Írásunk az összkerékhajtások összefoglaló áttekintését követően, az új fejlesztések eredményeit törekszik bemutatni.

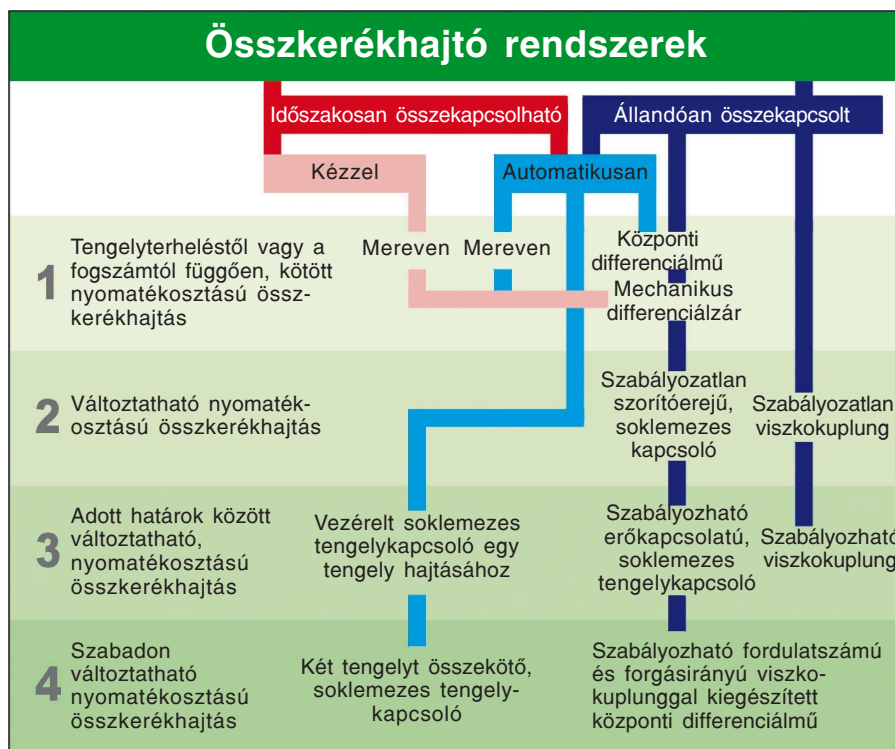
A kereslet, a legolcsóbbtól a legdrágább modellekig, folyamatosan nő. A piacbővülést jól jellemzi, hogy tavaly az USA-ban eladott Porschék 60%-át összkerékhajtású modellek tették ki.

Elemzések szerint a kereslet annyira tartósnak mondható, hogy távlati prognózisok szerint, az irántuk felkeltett érdeklődés a tüzelőanyag-cella hajtások időszakában is fennmarad.

Ennek ismeretében nem meglepő, hogy a piacon új terepjáró gépkocsik sora jelenik meg. Úgy tűnik, lassan nálunk is érdemes összkerékhajtású gépkocsik forgalmazására és kiszolgálására szakosodni.

Az összkerékhajtások fejlődése

Az összkerékhajtások használata abból a felismerésből ered, hogy a hajtott tengelyszám megduplázásával, közel kétszer nagyobb hajtónyomaték, és kétszer nagyobb erőzár hozható létre a hajtott kerekeken. Ma a korszerű összkerékhajtású gépkocsikat terepjáró képességű személygépkocsikon, és személygépkocsi képességű terepjárókon kívül, izmosodó kínálatú összkerékhajtású közúti személygépkocsik alkotják. Közülük, az elsődlegesen szilárd burkolatú utakon való közlekedésre készített változatok (1) elég jól elkülönülnek a földúti használatra (2) készített, valamint a valódi terepközlekedésre kifejlesztett, „off road” használatú járművektől (3). Az első csoportbeliket rendszerint automatikus működtetésű időszakos, a másodikat állandó összkerékhajtás jellemzi. A harmadik csoportbeliek mindmáig kézi kapcsolásúak. A legtöbb fejlesztőmunkát az első, különösen pedig a második csoport közlekedésbiztonságának és kényelmi szolgáltatásainak a kifejlesztése adja. Itt ugyanis a 240 km/h-s végsebesség, és a 100%-os kapaszkodóképesség sem számít kivételnek. Emiatt a hajtás- és fékezésstabilitás kifejlesztése a legbonyolultabb feladat. Főképp azért, mert ezeknek a járműveknek a szolgáltatás kínálatát a terepközlekedésben leggyakorlatlanabb, ám a legfizetőképesebb vásárlók képességeihez kell igazítani.



A személygépkocsik összkerékhajtó rendszereinek felosztása

Bár maguk az összkerékajtások ma is hasonló mechanikai rendszerek használatára épülnek mint az elmúlt évtizedekben, a legújabb kifejlesztett járműfajták összkerékajtásai bizonyos mértékben a szerkezeti elkülönülés jeleit mutatják. Azzal együtt, hogy szolgáltatáskínálatuk valamennyi járműfajtán, a menetbiztonság és a kezelési kényelem irányában javul.

Az időszakos összkerékajtású személygépkocsik előnye az állandó összkerékajtásúakénál kisebb mechanikai súrlódás, ami üzemanyag-megtakarításra ad lehetőséget. Automatikus kapcsolódású tengelyajtások egyszerűsíti használatukat. Kisebb összmódosításuk viszont korlátozza terepjáró képességeiket.

A mindinkább terjedő szabadidő-terejárók (SUV-ok) állandó négykerékajtásúak. Történetileg a katonai terepjárókból fejlődtek ki. Némely változatuk, például a Hummel 2, polgárisított „harc jármű”, amely 48°-os oldaldőlésével és 65°-os kapaszkodóképességével fölényes biztonsággal teljesíti a katonai átvétel 45°-os lejtőn való megfordulásának követelményét. (Más kérdés az, hogy csillagászati ára ellenére, kényelmi szolgáltatásai messze elmaradnak a kategória luxuskényelmű változataitól.)

Az összkerékajtások nyomtérátvitelét egybeékelte, egybekapcsolt tengelyek esetén optimális. Ez az optimális állapot azonban menten leromlik, amint a jármű kanyarodni kezd. Kanyarban ugyanis az egyes kerekek csak akkor futhatnak különböző íveken, és gördülhetnek csúszásmentesen, ha különböző szögsebességgel forognak. A hajtóerő- és az ívmeneti kerékcsúszás-csökkentés tehát az összkerékajtások

működésének alapkövetelménye. Korszerűnek azok az összkerékajtások mondhatók, melyeknek kezelés- és szolgáltatáskényelme túlmutat az alapkövetelmények szintjén. A terepen haladó összkerékajtású gépkocsik kerék-út kapcsolata a közúton haladókénál szélsőségesebben változik, ezért működésirányításuk is bonyolultabb feladat. Különösképpen azért, mert e jellemzők vezérlése a járművezető befolyása alatt áll, a rá jellemző észlelési, késedelmi és beavatkozási holtidőkkel. A járműmozgás korrigálása gyakorta kíván a vezető által uralhatónál gyorsabb beavatkozást a terhelésárványos nyomatékszabályozásban is. A hajtást, a menetstabilitást, a saját kormányzottságot a kerékterhelés formájában észlelhető tömegeloszlás, és a kerekek úttal fennálló erőkapcsolata határozza meg.

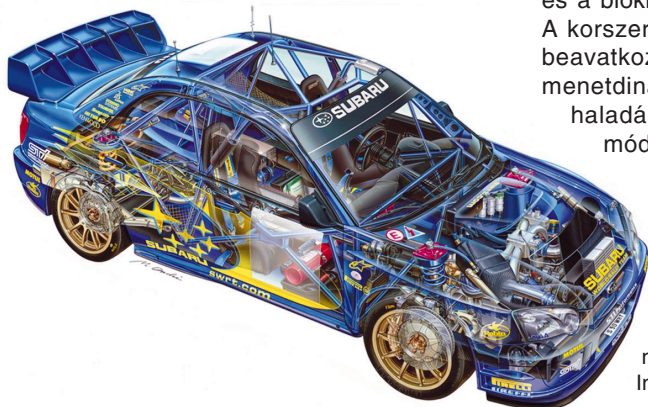
Korszerű hajtás- és fékezésszabályozás

A korábbi összkerékajtású gépkocsi-generációk hajtásszabályozása a differenciálművek önzáró képességének befolyásolására korlátozódott.

Az összkerékajtású gépkocsik mai hajtásszabályozói nem a differenciálművek, hanem a megperdülésnek indult kerék hajtásába avatkoznak be. Úgy, hogy a motorirányítással és a blokkolásgátló rendszerrel felügyelt, szelektív fékműködtetéssel fogják vissza a jármű hajtásdinamikáját. A korszerű összkerékajtású gépkocsiknak ezért nélkülözhetetlen eleme az elektronikus motorirányítás és a blokkolásgátló.

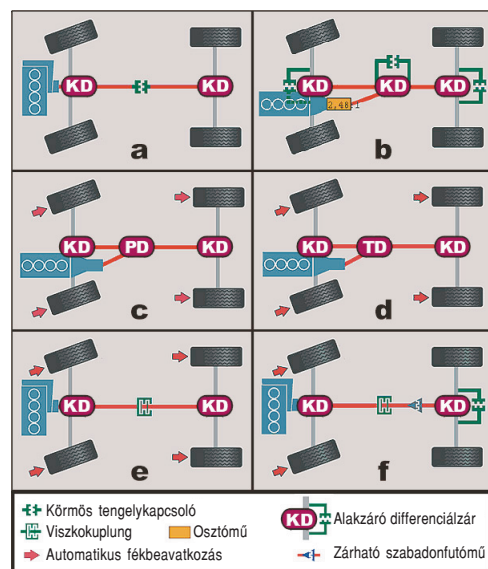
A korszerű hajtásszabályozók aktív beavatkozó eszközök, amelyek a menetdinamikai állapotváltozást a haladási jellemzők elektronikus módosításával, külső energia bevezetésével kontrollálják.

A WRC kategória versenyjárművei szintén összkerékajtású gépkocsik. Képünkön a mezőny hagyományosan jól szereplő Subaru Imprezája látható



Működésük sokoldalúságát az elektronikus működésvezérelhetőség, beavatkozó eszközeik működhető energiáját a villamos, hidraulikus vagy mechanikus energiaforrás adja. Az elektronikus működésvezérelhetőség, és a villamos beavatkozás azért perspektivikus, mert a leghatékonyabban alapozza meg a jármű menetdinamikai viselkedésdiagnosztikáját. Mert kell-e mondanunk, hogy az elkövetkező járműgenerációk műszaki állapotát adott terhelésszinten végzett diagnosztikai tesztprogram lefuttatása teszi kiértékelhetővé?

A továbbiakban, táblázatunk segítségével is, a BMW X5-ös példáján

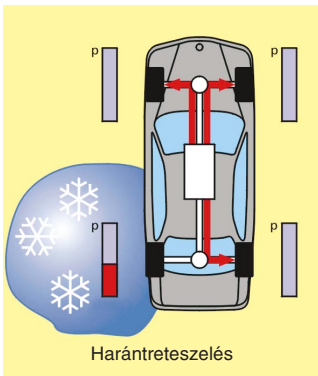


Az összkerékajtások fejlődése

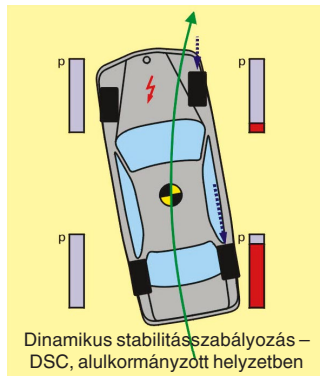
keresztül mutatjuk be, hogy milyen részfunkciókból épül fel a korszerű hobbiterejárók hajtás- és fékezésszabályozása.

A korszerű hajtás- és fékezésszabályozás ABS (blokkolásgátló) használatára épül, egyebek között a CBC (Cornering Brake Control) elnevezésű kanyarfékezés-vezérlés esetén is.

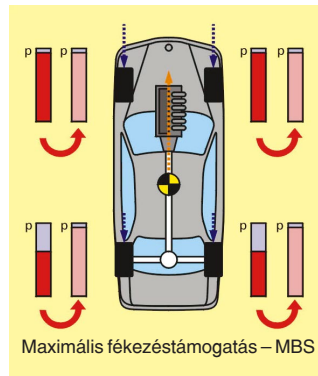
A CBC, az ABS alrendszere. A tempós kanyarodás közben végzett fékezés oly mértékben növeli a járműre ható oldalgyorsulást, hogy az túlkormányzást előidéző feléptítménydőlést és oldalvezető erő csökkenést okoz. A CBC ezek nem kívánt hatását úgy küszöböli ki, hogy megnöveli a kanyarbelső kerékre jutó féknyomást, és ezzel, a kanyar ívéből kifordítani



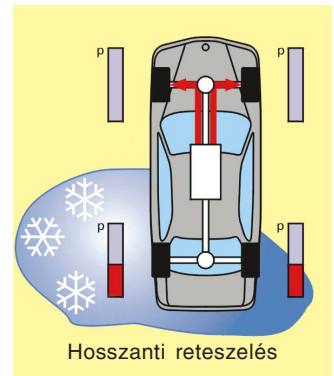
Harántreteszelés



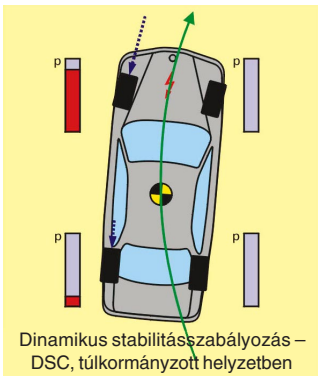
Dinamikus stabilitáscsökkentés – DSC, alulkormányzott helyzetben



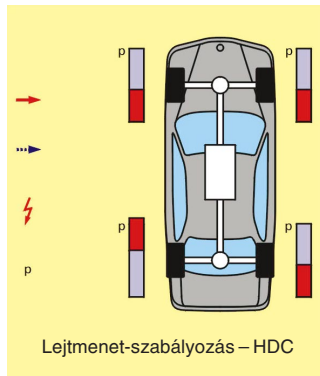
Maximális fékezéstámogatás – MBS



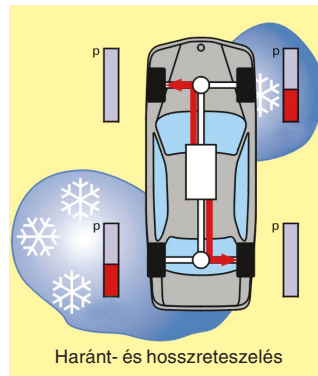
Hosszanti reteszelés



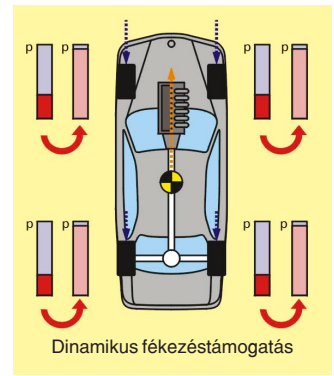
Dinamikus stabilitáscsökkentés – DSC, túlkormányzott helyzetben



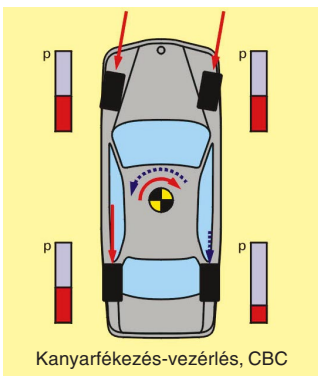
Lejtmenet-szabályozás – HDC



Haránt- és hosszreteszelés



Dinamikus fékezéstámogatás



Kanyarfékezés-vezérlés, CBC

igyekvő nyomatékkal szemben, a jármű ívstabil haladását megőrző, ellennyomatékot hoz létre.

Lejtmeneti fékezésszabályozás. Terepezők körében ismert jelenség, hogy meredek lejtésű, murvás úton haladó jármű blokkolásig fékezett kereke murvaéket tömörít a kerék-talpfelület elé. Az első kerék(ek)e által összetömörített „csúszóék” jótékony hatású, mert növeli a kerék lefékezhetőségét. Az X5-ös blokkolásgátló elektronikája kb. 20 km/h-ig úgy használja a „csúszóék” jótékony hatását, hogy a jármű eközben folyamatosan kormányozható marad.

Automatikus stabilitáscsökkentés – ASC (Automatic Stability Control). Az X5-ös ASC-je a motorfék üzem pontos

szabályozásával éri el a BMW ASC+T néven ismert, hajtáskori kipörgésgátló hatást.

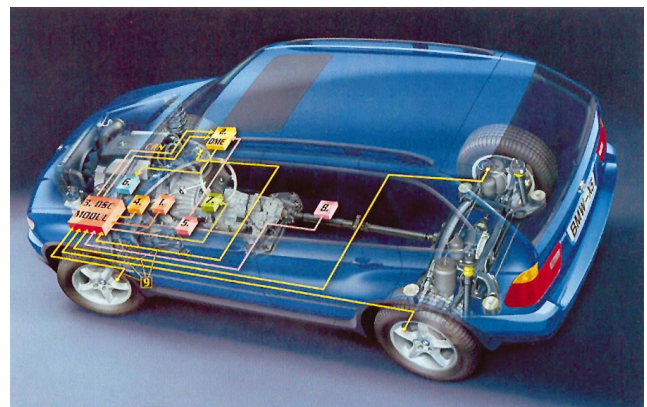
Automatikus differenciálfékezés – ADB (Automatic Differential Brake). Az X5-ösökön az automatikus differenciálzárként működő ADB, a féknyomás aktív befolyásolását kiváltó DSC üzemmód bekapcsolásakor, támogatja a hajtáscsökkentést.

Úgy, hogy a hajtónyomatékot a legnagyobb tapadású kerék(ek)re osztja, miközben csökkenti a motor nyomatékát. Az egyes kerekek érzékelt állapotokhoz igazodó, egyedi fékezésével, a hajtott kerekek között, differenciálzár használata nélkül hozható létre megfelelő hosszanti és haránt irányú reteszelés.

A reteszelő funkció a DSC kikapcsolása után is fennmarad,

csak a motor-nyomatékszabályozás deaktiválódik.

A differenciálmű haránt irányú reteszélése. A haránt irányú reteszélést az elektronikus vezérlőegység a legkisebb tapadású kerék egyedi megfékezésével hozza létre, amikor is a motor hajtó- és fékezónyomatékát a nagyobb tapadású kerekre osztja.



Az X5-ös fékezésszabályozó rendszerének felépítése.

1. Előkormányzási szögérzékelő; 2. A DME- (Digital Motor Electronics) rendszer vezérlőegysége; 3. DSC-vezérlőegység, nyomásérzékelővel; 4. Féknyomásszint-szabályozó; 5. Műszerfali kijelző; 6. Elektromos működtetésű fojtószelep; 7. Automatikus nyomaték-váltó; 8. Perdületváltás- és oldalgyorsulás-érzékelő; 9. Kerékfordulatszám-érzékelő

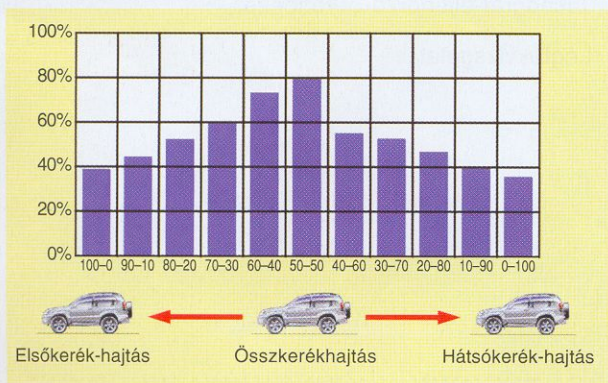
A tengelyhajtás reteszélése. A tengelyhajtás hosszanti reteszelését a kisebb tapadású kerékpár megfékezése hozza létre. Ekkor a motor hajtó- és fékezónyomatéka a nagyobb tapadású kerékpárra jut.

Haránt- és hosszreteszelés.

A hosszanti és a haránt irányú reteszélést a vezérlőegység, a kisebb tapadású, átlós kerékpár megfékezése hozza létre. Oly módon, hogy a motor hajtó- és fékezónyomatékát a nagyobb tapadású, átlós kerékpárra osztja. Működtetésére akkor kerül sor, ha valamelyik kerék elveszíti az útkapcsolatát. Ilyenkor a vezérlőegység a levegőbe emelkedő, és visszafelé forgásnak induló kerék gyors, intenzív megfékezésével segíti elő a megfelelő útkapcsolat helyreállítását.

Dinamikus stabilitásszabályozás – DSC (Dynamic Stability Control). A DSC, a fizika határain belül, a jármű hosszanti és oldalirányú mozgását aktív fékműködtetéssel stabilizálja. Mint ilyen, menetdinamikai szabályozórendszert (FDR-t) foglal magába. Az FDR feladata: 1. a jármű alul- vagy túlkormányozottságának felismerése; 2. a motorfék és/vagy az egyes kerekek célzott fékműködtetése; 3. ellennyomaték létrehozása, a járműmozgás hosszanti és/vagy keresztirányú stabilizálása érdekében.

A DSC beavatkozását a kerékfordulatszám, a kerékmegcsúszás, a jármű függőleges főtengelye körüli perdület (szögsebesség), a haránt irányú gyorsulás, az el kormányzási szög és a féknyomaték pillanatnyi információinak érzékelése és kiértékelése alapján végzi.



Összkerék-hajtású gépkocsi vonóerő-kihasználása, az első és a hátsó tengelyhajtás százalékos megoszlásának függvényében

ADB-X	Automatic Differential Brake Automatikus differenciálfék	XX	
ASC-X	Automatic Stability Control Automatikus stabilitásszabályozó	X	X
DSC	Dynamic Stability Control Dinamikus stabilitásszabályozó		XX
CBC	Cornering Brake Control Kanyarfékezés-szabályozó	X	X
ABS	Antilock Braking System Blokkolásgátló rendszer		XX
DBC	Dynamic Brake Control Dinamikus fékezésszabályozó		X X
HDC	Hill Descent Control Lejtmenet-szabályozó		XX

XX = Fő funkció; X = Kiegészítő funkció

1. táblázat: a BMW X5 elektronikus fékezésmenedzserének funkciói

Megjegyzés: a továbbiakban a Honda, a Range Rover, a Toyota Land Cruiser, az Audi-generációk és az A8-as, a Mercedes-Benz, a Volvo XC90, és a Porsche Cayenne, és a VW Tuareg összerékhajtásainak áttekintő bemutatására vagyok felkészülve

Az úszási szög és a perdületváltozás mértékét a vezérlőegység az érzékelt információk és a vezérlő program küszöbértékeinek összehasonlítása alapján számítja ki. Az X5-ösökön a DSC kikapcsolható.

Az alulkormányozottság kiküszöbölése. Az alulkormányzott X5-ösök mozgását, az elektronikus vezérlőegység a kanyarbelső kerékre jutó fékműködtető nyomás növelésével „ellenkormányozza”. Úgy, hogy közben az első kerekekre 5, a hátsókra 95%-nyi hajtóerő jut, és a szabályozott kerekek csúszása legfeljebb 50%-os mértéket ér el. **A túlkormányozottság kiküszöbölése.** A túlkormányzottá vált X5-ösök mozgását, az elektronikus vezérlőegység a kanyarkülső kerékre jutó fékműködtető

nyomás növelésével „ellenkormányozza”. Úgy, hogy ilyenkor, az első kerekekre 95, a hátsó kerekekre 5%-nyi hajtóerő jut. Eközben a szabályozott kerekeken a csúszás legfeljebb 50%-os mértéket ér el. **Dinamikus fékezésszabályozás – DBC (Dynamic Brake Control).** A dinamikus fékezésszabályozás kontrollált fékerő-növeléssel létrehozott, a haladási sebesség,

az oldalgyorsulás és a féknyomás-szinttartás és -növekedés érzékelésén alapuló, vezetéstámogató fékezést jelent.

Dinamikus fékezéstámogatás – DBS (Dynamic Brake Support). A gyorsfékezés dinamikus fékezéstámogatása az ABS-szabályozás küszöbszintjéig kifejtett, vészfékezést létrehozó féknyomásnövelést jelent. **Maximális fékezést támogató fékasszisztens – MBS (Maximum Brake Support).** A maximális fékezést támogató fékasszisztens a lassú fékezés dinamikus fékezéstámogatását végzi, az ABS-szabályozás küszöbszintjéig kifejtett, vészfékezést létrehozó féknyomásnövelést jelent.

Lejtmenet-szabályozás – HDC (Hill Descent Control). A HDC bekapcsolása mind az ABS-t, mind a DSC-t aktivizálja. A HDC-szabályozás a meredek lejtőn leereszkedő járműre kifejtett, automatikus sebességszabályozást jelent. Használata csúszós meredélyeken is biztonságos járműleereszkedést tesz lehetővé. A kerekek blokkolását fékezéskor az ABS, a kipörgésüket előidéző gázadást pedig a DCS küszöböli ki. Így a mérsékelt dinamikájú gáz- és fékpedálkezeléssel oldalirányban stabilizálható a jármű haladása.

A HDC-szabályozó 40 km/h-nál kisebb haladási sebesség, és 15%-nál kisebb gázpedálbenyomás esetén ismeri fel a jármű lejtőn való haladását.

Petrók János