

# Fékasszisztenssel rövidebb a fékút

## A fejlesztések kezdete

Pánikhelyzetben a legtöbb gépkocsivezető bár elég gyorsan, de nem elég erőteljesen lép a fékpedálra. Ezt a megállapítást a menetszimulátorban és a próbapályán elvégzett mérések is alátámasztották. A fékasszisztens (Brake Assist – BA) a másodperc töredéke alatt, mindjárt a fékezés kezdetén a maximális fékrásegítést valósítja meg, ezzel hatékonyan rövidíti a fékutat.

A fejlesztés során újsághirdetésre jelentkezettek közül 450 gépkocsivezetőt választottak ki. Úgy ültették be őket a menetszimulátorba, hogy nem tudták a kísérlet célját, nevezetesen a pánikfékezési reakcióik elemzéséről. A vetített közlekedési helyzetekre reagálva, a szériaautóval a manőverezés a legtöbb esetben nem volt sikeres. A valóságban ilyenkor bekövetkezett volna az ütközés. A szimulált fékasszisztens viszont a legtöbb esetben elhárította a balesetet. A mérések azt igazolták, hogy pánikfékezéskor nagy a pedállenomási sebesség, mintegy háromszorosa annak, ami normál fékezésnél szokásos, de nem elég nagy a kifejített erő.

### Az alapötlet és kísérleti autók

A kísérletek felismerései vezettek az alapötlet megfogalmazásához.

ITT Teves, ma Continental Teves elektronikus fékasszisztens

A fékpedállenomási sebesség – ami viszonylag egyszerűen és megbízhatóan mérhető – a fékasszisztens beavatkozásának a kritériuma lehet. Az aktív vákuumos fékrásegítővel, vagy az ABS hidraulikaegységgel megnövelhető a kivezérelt fékezőnyomás. Vészfékezésnél a gépkocsi fékezési potenciálja a fékasszisztenssel jobban kihasználható, a baleset elkerülésének lehetősége növekszik. Ezt követően a már kivitelezett egységekkel próbapadon, a normál körülményeknél sokkal mostohább viszonyok között végezték a vizsgálatokat, melyek a várható élettartamra is adtak információt. Miután elkészült néhány prototípus, különböző kísérleti autókkal összesen 5,6 millió km-nyi próbatutat tettek meg. Ennek során végezték a működési finomításokat, a gépkocsihoz hangolást. A világon az első autógyár, a Mercedes-Benz elektronikus működésű fékasszisztenszt fejlesztett ki, mely pánikfékezéskor hatékonyan csökkenti a fékutat. 1996 decemberétől az S és az SL osztályban szériatartozék. 1997 közepétől a többi típusokban is szériatartozék. Ezek alapozták meg a következő évek további fejlesztéseit, melyek eredményeként az összetett elektronikus változatokon kívül az egyszerűbb és olcsóbb mechanikus működésűek sorozatbeépítése is elkezdődött.



### A fejlesztés kitűzött céljai

Miután a kísérleti darabok bebizonyították a fékasszisztens létjogosultságát, elkezdődhetett a fejlesztőmunka, melynek céljait a következő módon fogalmazták meg:

- Vészfékezéseknél egy, a vezető támogató rendszer megvalósítása, mely a fékutat legalább annyira csökkenti, mint amit csak kellő gyakorlattal lehet elérni.
- A pánikszerű fékezési mód szűnjön meg, amint a vezető jelentősen csökkenti a pedálerőt.
- Maradjon meg a hagyományos fékrásegítő, és vészfékezési körülmények között is legyen olyan komfortos a pedálérzet, amit a vezető normál körülmények között megszokott.
- A rendszer csak tényleges vészhelyzetben aktiválódjon.
- A fékasszisztens meghibásodása ne érintse hátrányosan az alap fékrendszert.
- A vezetőt informálni kell a fékasszisztens meghibásodásáról.

- Megbízható, hosszú élettartamú, optimális működésű elektromos és mechanikus egységekből épüljön fel.
- Ne legyen bonyolult sem az érzékelő, sem a beavatkozó egység. Ne legyen sokkal összetettebb a kábelezés, és csatlakoztatható legyen a CAN-hálózatra.
- Az elektromos egységek legyenek a fékrásegítőbe szerelhetők.
- A különböző gépkocsikhoz egységek legyenek az elektronikák és a pedálemozdulás-érzékelők.
- Költséghímélő kivitel megvalósítása.

## A fékasszisztens működése

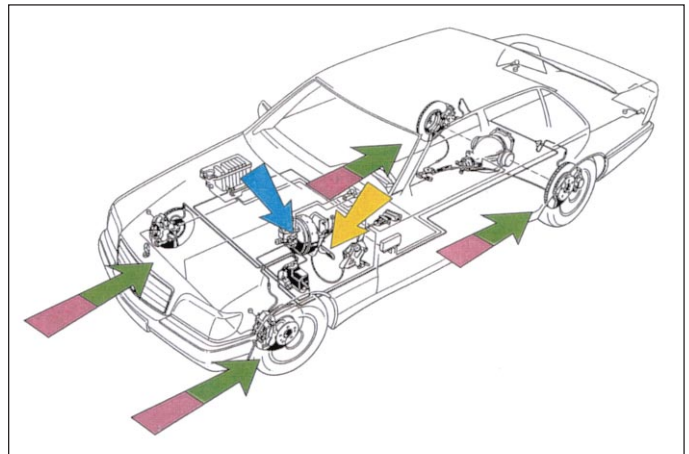
A fékasszisztens legfontosabb működési paramétere a fékpedál lenyomási sebessége. Mivel a vákuumos fékrásegítő membránja és a fékpedál rudazata egymással mechanikus kapcsolatban van, mérhető a membrán elmozdulása is. Ennek idő szerinti differenciálása adja a sebességet. Ameddig a fékpedál nem mozdul el, a fékasszisztens elektronikája az útdadó ezen helyzetéhez tartozó ellenállás értékét tekinti nullpontnak. Fékezéskor ehhez viszonyítja az elmozdulást. A fékasszisztens elektronikájának logikai áramköre a fékpedállenyomási sebességet folyamatosan, a pillanatnyi menethelyzetnek megfelelő küszöbértékhez hasonlítja. A küszöbérték átlépése alapján ismeri fel a vészfékezést. A logikai áramkör megvizsgál még néhány mellékkörülményt is, hogy a téves működtetés kizárható legyen.

A fékasszisztens kerekenként megnöveli a fékerőt

## Működési küszöbérték

A gépkocsi sebessége és a fékpedál pillanatnyi elmozdulása alapján állapítják meg a működési küszöbértéket.

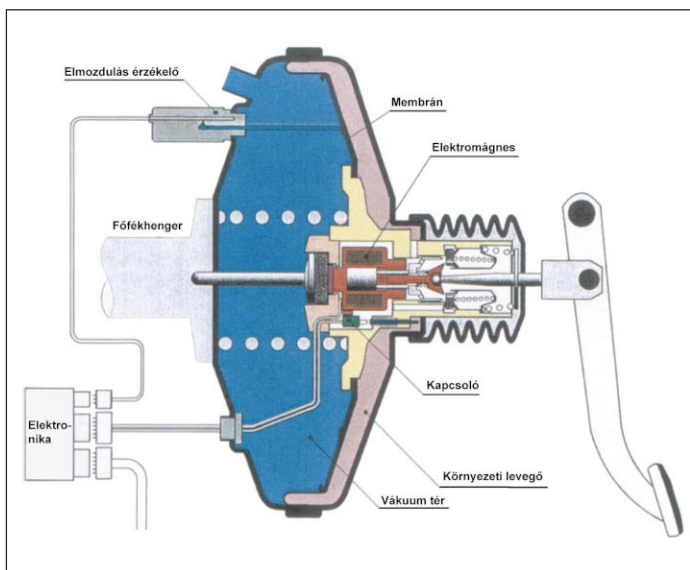
Az előre megadott paraméterek változtatásával egymástól eltérő méretű fékszerelvényekhez, különböző gépkocsi típusokba szerelt fékrendszerekhez illeszthető a rendszer működése. Ehhez a logikai áramkörbe egy öntanuló algoritmust is beépítenek, mely a fékrendszer pillanatnyi állapotát veszi figyelembe. Az öntanuló algoritmus minden fékezésnél megállapítja a fékpedálúthoz tartozó lassulást és összehasonlítja az előre meghatározott, elvárható értékeket tartalmazó karakterisztikával. Ha a kiegészítő peremfeltételek teljesülnek, az elektronika meghatározza az eltérést a pillanatnyilag mért és a megadott érték között. Ez alapján határozza meg a korrekciós faktort. A peremfeltételek közé tartozik a gépkocsi sebessége, lassulása és hogy a fékpedál lenyomási sebessége a meghatározott határértékek között



meghatározásánál vesznek figyelembe, a különböző fékpedál-karakteristikákat lehet kompenzálni. Méghozzá úgy, hogy a fékasszisztens működésének érzékenysége a gépkocsi teljes élettartamában azonos maradjon. Ezenkívül a tanuló algoritmus lehetőséget ad a fékrendszer állapotának a figyelembevételére. Ha például nem megfelelő a légtelenítés, ugyanahhoz a lassuláshoz nagyobb pedálút fog tartozni. Ezt egy nagyobb korrekciós faktorról lehet kiküszöbölni.

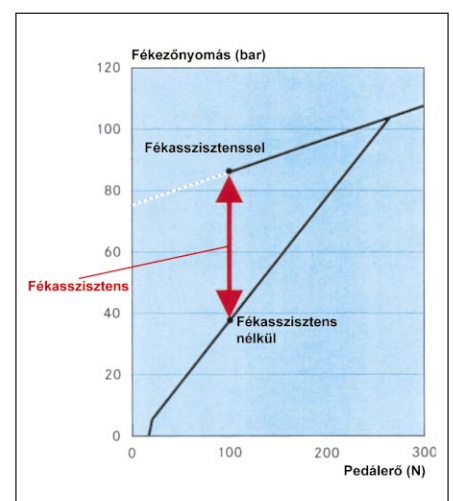
## Működés és lekapcsolás

Ha a fékasszisztens elektronikája vészfékezést ismer fel, aktiválja a vákuumos fékrásegítő elektromágneses szelepét. Az a környezeti levegő nyomását azonnal beengedi a

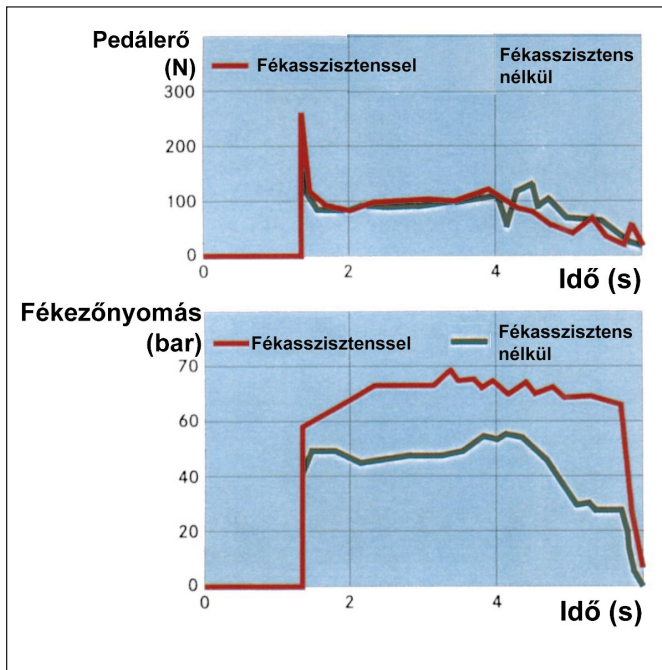


legyen, melyek alapján dönteni lehet, hogy normál fékezésről van-e szó, vagy a fékasszisztensnek működésbe kell lépnie. A korrekciós tényezővel, melyet a működési küszöbérték

Az elektronikus fékasszisztensnél a vákuumos fékrásegítőt kiegészítő egységek



A pedálerő és a fékezőnyomás közötti összefüggés fékasszisztenses és anélküli gépkocsinál



membrán mögé, ezzel a lehető legnagyobb rásegítést valósítja meg. Ilyen körülmények között a kerekek blokkolását az ABS-rendszer akadályozza meg.

A fékasszisztens működésének lekapcsolása akkor fog bekövetkezni, amikor a gépkocsivezető kb. 20 N körüli érték alá csökkenti a pedálerőt. Ekkor egy mikrokapcsoló ad jelet az elektronikának. A vezető szándéka ilyenkor, hogy fejezadjék be a vészfékezés. Az ABS-beavatkozás közben a fékpedál pulzálása nem kapcsolja ki a fékasszisztens működését.

### A fékasszisztens hatása

A fékasszisztensnél a gépkocsivezető támogatása azt jelenti, hogy nagyobb fékezőnyomás valósul meg, mint ami az adott pedálerőhöz valójában tartozna. Bár a nagy sebességű fékpedállenyomás pillanatában a másodperc töredék részéig a pedálerő jelentős, de értéke hamar lecsökken kb. 100 N értékre. A nagy kivezérelt nyomás gyorsan, néhány másodpercen belül meghaladja a 65 bar értéket és ezzel hamar sikerül elérni az ABS-beavatkozás küszöbértékét. Mind a négy keréknél a szokásosnál lényegesen nagyobb fékezőnyomás valósul meg. A fékrásegítő, melynek membránja a fékpedállal közvetlen mechanikus

pedálerőt fejt ki. Egy tipikus vészfékezési karakterisztika alakul ki. Ha tehát a gépkocsiba fékasszisztenszt szerelnek, a nem megfelelő reakcióidejű, vagy a késlekedve fékező gépkocsivezetőnél is olyan dinamikájú lassulás valósulhat meg, mint a rutinos, jól felkészült társánál.

100 km/h sebesség esetén jó tapadási tényezőjű, száraz útfelületen a kis pedálerővel fékező átlagos vezetőnek 73 m útszakaszra van szüksége a megállásig. Hasonló körülmények között a fékasszisztenssel ellátott gépkocsi 40 m-en belül megáll. Ezzel tehát a fékút 45%-kal rövidül. A fizikai törvényszerűségek határain belül jelentős a hatása, de a

A fékasszisztens működési küszöbértéke a fékpedállenyomási sebesség, a gépkocsi-sebesség és a membránelmozdulás függvényében

A pedálerő és a fékezőnyomás alakulása az idő függvényében, fékasszisztenssel ellátott és anélküli gépkocsinál

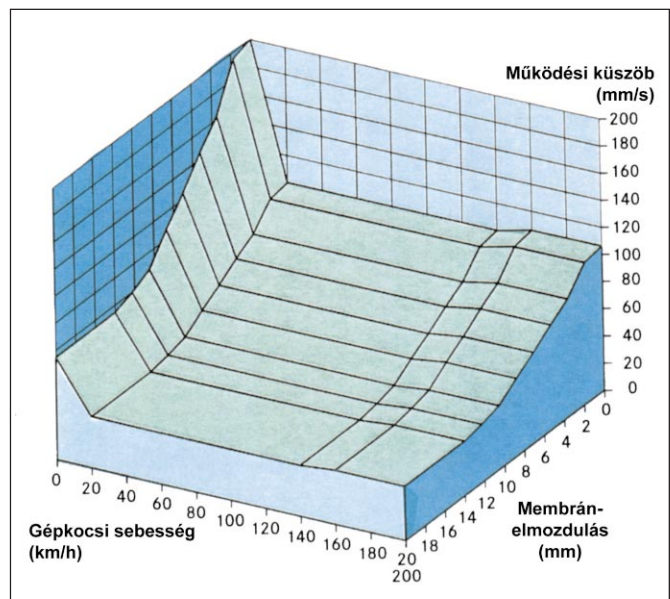
kapcsolatban van, elmozdítja azt egy nagy nyomáskivezérlésnek megfelelő helyzetbe. Eközben a pedálerő lényegesen kisebb, mint az ehhez a pedálhelyezethez tartozó érték. Jól érezhető a gépkocsi nagy lassulása annak ellenére, hogy a vezető csak kis

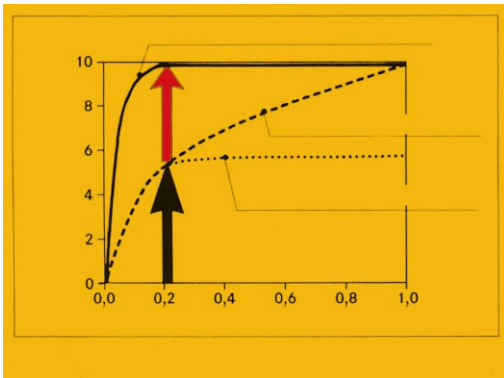
fékasszisztens sem képes a gumiabroncs és az útfelület közötti tapadás lehetőségét megnövelni.

### A rendszer elemei

A fékasszisztenssel ellátott vákuumos fékrásegítő a hagyományos kivitelhez hasonlóan működik. Bizonyos szerkezeti elemekkel egészül ki, melyek a következők:

- Az elektronika által működtetett elektromágneses szelep, mely a környezeti nyomású levegőt juttatja a vákuumos rásegítő membránja mögötti térbe.
- Potenciométer, mely a membrán elmozdulásával arányos jelet ad. A vákuumos fékrásegítő belsejébe szerelik. Az elmozdulással lineárisan arányosan változik az ellenállás. Működési tartománya 40 mm. Fékoldási helyzetben is mérhető egy bizonyos ellenállás.
- Kapcsoló, mely a pedálerő csökkenését érzékeli. Abban a pillanatban lép működésbe, amikor az 20 N alá csökken. Erre a jelre kapcsolja le az elektronika az elektromágneses szelepről a gerjesztőáramot. Biztonsági okból ez egy kettős, úgynevezett váltókapcsoló. Két, egymástól független elektromos jelet kap, ad az elektronikának. Ez lehetővé teszi a rövidzárlat vagy a szakadás ellenőrzését. Minden normál fékezéskor is ad jelet.
- A fékasszisztens működtető elektro-





Lucas Varity (ma a TRW) elektronikus fékasszisztens

nikát közvetlenül a vákuumos fékrásegítőre szerelik fel. A gyártás kezdetén a Daimler-Benz leányvállalatánál, a Temicnél készült. A különböző áramkörök az áramellátást ellenőrzik, az érzékelők jeleit fogadják és előkészítik azokat. Az összes információ feldolgozását 8 bites mikroprocesszor végzi. A logikai és aritmetikai műveletek eredménye alapján adja ki a működtetési parancsot. A CAN-hálózaton keresztül kapcsolatban van a motor-, illetve az ABS-elektronikával is. A féklámpa-kapcsoló és a kerékfordulatszám-érzékelők jeleit ezen keresztül fogadja. Minden motorindításkor a CAN-hálózaton keresztül beolvassa a gépkocsi azonosító kódját, hogy az annak megfelelő paramétereket vegyen figyelembe a működése közben. Az elektronika folyamatosan ellenőrzi a fékasszisztensrendszer elemeit. Működésképtelenség esetén a műszerfalán sárga ellenőrző lámpa világít.

A fékasszisztens egy kompakt egység tehát, melyet a vákuumos fékrásegítőbe építenek be, de annak elektronikai és a gépkocsi elektronikus

rendszere közötti kapcsolatot létre kell hozni.

## Alapműködés és fékasszisztenshatás

A membránnal kettéválasztott kamrából álló vákuumos fékrásegítő a vezető pedálon kifejtett erejét növeli. Fékoldáskor mindkét kamrafélben vákuum van. Normál fékezéskor a pedál rudazata elmozdítja a kettős szelepet, mely környezetből levegőt enged a membrán egyik oldalára, ezzel megváltozik a nyomásviszony. A két tér nyomása közötti különbség adja a rásegítő erőt. Enyhe fékpedál-nyomáskor kicsi nyomáskülönbség alakul ki, ezért kicsi lesz a rásegítés. A legnagyobb erőnövelés akkor valósul meg, amikor a membrán egyik oldalára a vákuum, a másikra pedig az atmoszférikus nyomás hat.

A fékpedál helyzetétől függetlenül, az elektromágneses szelep segítségével is létre lehet hozni a teljes fékezésnek megfelelő

rásegítést. A tekercsre kapcsolt áram elmozdítja a szelepet és az egyik kamrába beáramlik a környezeti levegő. Megvalósul a maximális rásegítő hatás. Az elektromágneses szelep kikapcsolásakor a hagyományos módon működik a vákuumos fékrásegítő, az erőnövelés arányos lesz a pedálerővel.

A Daimler-Benz fékasszisztenssel kapcsolatos fejlesztőmunkája más gyártók számára is példa értékű volt. A későbbi fejlesztőmunkába bevonta beszállítóit, az akkori ITT Tevest (ma Continental Teves), a Lucas Varity-t (ma a TRW-hez tartozik) és a Temic-et (ma a Continental Teveshez tartozik). Az első kettő, egymás versenytársaként működő vállalat ugyanazt a gyártási licencet kapta meg. Mindkettő terméke azonos elektronikával és potenciométerrel működik. Az elmúlt évek során ez a két vállalat a fékasszisztens területén az autógyárak rendszerbeszállítója lett. A sorozatbeépítés a Mercedesek különböző típusváltozatainál kezdődött. 1998-ban az A- és az M-osztályoknál a fékasszisztens már az ESP-vel együttműködve került beépítésre.

Hamarosan más autógyárak is alkalmazták a különböző elveken működő fékasszisztenszeket. Az elektronikus változatokon túl egyre szélesebb körben alkalmazzák a teljesen mechanikus elven működőket. Ezzel hatékonyan hozzájárulnak a gépkocsi aktív biztonságának javításához.

## A fékasszisztens kínálta további lehetőségek

A fékasszisztenssel valójában megvalósították a vákuumos fékrásegítő gépkocsivezetőtől független működtetésének lehetőségét. Ez újabb alkalmazási területeket is lehetővé tesz. A fékezési folyamat kezdetének gyorsításán kívül a következőkre ad lehetőséget:

- emelkedőn az elindulás visszagurulás-mentessé tehető,
- alkalmas az ASR-, az EDS- és az ESP-szabályozás fékezési beavatkozásakor a nyomás létrehozására,
- lehetővé teszi a menetsebesség-szabályozó, vagy a radarérzékelővel kiegészített követési távolság szabályozó rendszerrel a vezetőtől független lassítás megvalósítását,
- elindulásgátlás lopás esetén.

Ezekhez kiegészítő egységekkel kell ellátni a rendszert. Az emelkedőn bizonyos ideig nyomva tartott fékpedál aktiválja a vákuumos fékrásegítőt, automatikusan befékezi a gépkocsit (hill holder). Az újabb gépkocsiknál ezt a feladatot az elektromos működtetésű rögzítőfék veszi át. Induláskor a gázpedál elmozdulásával arányosan automatikusan oldja a féket. Ehhez már nemcsak nyitott vagy zárt állapotot megvalósító, hanem szabályozható, úgynevezett arányos működésű elektromágneses szelepre van szükség. Ezzel a vákuumos rásegítőbe jutó levegő nyomása szabályozható.

Ha hosszabb lejtőn a motor fékezónyomatéka nem elegendő, a sebességhatároló működteti a vákuumos rásegítőt. A radar- vagy infravörös távolságérzékelős követési távolság szabályozó elektronika is aktiválhatja. Ha a fékpedál rudazatába erőmérőt építenek be lehetséges az is, hogy a gépkocsi üres és terhelt állapotában is egy adott lassulás azonos pedálerővel legyen megvalósítható.

**Kőfalusi Pál**