

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Auto- ja korjaamotekniikka

Tutkintotyö

Kari Ketola

OPPIMATERIAALIA A-KATSASTAJILLE

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Tampere 2007

Tekn. lis. Tauno Kulojärvi

A-katsastus, valvojana tuotepäällikkö, DI Kalevi Lintula

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Auto- ja korjaamotekniikka

Ketola, Kari Oppimateriaalia A-katsastajille

Tutkintotyö

Työn ohjaaja Tekn. lis. Tauno Kulojärvi

Työn teettäjä A-katsastus, valvojana tuotepäällikkö, DI Kalevi Lintula

Toukokuu 2007

Hakusanat katsastaja, opetus, tekniikka

TIIVISTELMÄ

Oppimateriaalin tekemisessä on pyritty keskittymään nykytekniikkaan ja rajaamaan aihealueet katsastajan kannalta tärkeiksi. Pääpaino on ollut esitellä kevyen kaluston uusien järjestelmien toimintaperiaatteita, joista myös katsastajien on hyvä olla perillä.

Työssä on perehdytty moottorin ohjausjärjestelmiin, OBD-järjestelmään, nelivetojärjestelmiin, kaasupurkausvaloihin ja koritekniikkaan. Näiden olemassa oleminen on tavallista nykyautoissa.

Autojen tekniikka on monialaista ja kehitysvauhti nopeaa. Perinteisille ratkaisuille etsitään vaihtoehtoja koko ajan, tämän myötä myös työtavat muuttuvat. Myös lainsäädännön ja katsastustoiminnan täytyy pysyä mukana tässä kehityksessä.

TAMPERE POLYTECHNIC

Automobile and Transport Engineering

Automobile and Garage Engineering

Ketola, Kari Teaching material for car inspector

Engineering Thesis

Thesis Supervisor Lic. Tech. Tauno Kulojärvi

Commissioning Company A-katsastus, Supervisor: Product Manager Kalevi Lintula (MSc)

May 2007

Keywords inspector, teaching, mechanics

ABSTRACT

Focus of this teaching material has been in the modern car mechanics. The main point has been to introduce operational principle of new vehicle systems which are important things to car inspectors to know.

This work has got acquainted in electronic systems, four wheel drives, xenon lights and car body technics. These systems are generally used in modern vehicles.

Vehicle technology is extensive and its development is fast. New options for traditional solutions are search all the time and because of that the working method should change too. Also the legislation and operational inspection must keep track of this development.

ALKUSANAT

Opiskelut rupesivat olemaan loppusuoralla ja tutkintotyölle oli tarvetta. Tähän löytyi apua A-katsastukselta, joka tämän oppimateriaalin myötä antoi hyöty-näkökulman molemmille osapuolille. Haluankin tässä kiittää A-katsastuksen tuotepäällikkö Kalevi Lintulaa ja työn ohjaajaa, Tauno Kulojärveä sekä muita projektin hengessä mukana olleita.

Toivottavasti oppimateriaalin kehitystyö jatkuu Tampereen ammattikorkeakou-lussa. Näin saataisiin tuleville insinööreille tutkintotyön aihe ja samalla tulisi tutustuttua A-katsastukseen, joka on myös merkittävä työnantaja tällä alalla.

Tampereella 29. toukokuuta 2007

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	7
2 BENSIINIMOOTTORIEN OHJAUSJÄRJESTELMÄT	7
2.1 Motronic-järjestelmät	7
2.2 M-Motronic	8
2.3 KE-Motronic	8
2.4 Mono-Motronic	8
2.5 ME-Motronic	8
2.6 MED-Motronic	9
2.7 MEG-Motronic	9
3 MOTRONICIN JÄRJESTELMÄKUVAUS	10
3.1 Ajotilanteiden tunnistaminen	10
3.2 Ajotilanteiden mukainen toiminta	12
4 M-MOTRONIC	13
5 ME-MOTRONIC	14
6 MED-MOTRONIC	16
7 OBD-ON BOARD -DIAGNOOSI	19
7.1 Järjestelmän synty ja tavoite	19
7.2 OBD-vaatimusten koostumus	19
7.3 OBD-diagnoosit	21
7.4 Testaukseen liittyviä asioita	26
8 AJONVAKAUTUSJÄRJESTELMÄ	27
8.1 Esittely ja vaatimukset	27
8.2 Toimintaperiaate	28
8.3 Säätojärjestelmän toiminta	29
8.4 Anturit	33
8.5 Jarrujärjestelmän hydraulikkayksikkö	35
8.6 Kuljettajaa avustavia jarrutoimintoja	36
9 NELIVETOJÄRJESTELMÄT	39
9.1 Haldex-kytkimellä varustettu neliveto	39
9.2 Hydraulisesti ohjattu lamellikytkin	42
9.3 Viskokytkimellä toteutettu neliveto	43
9.4 Torsen-tasauspyörästöllä toteutettu neliveto	45
9.5 Autonvalmistajien nelivetoratkaisuja	47

9.6 Kytettävä neliveto ja tasauspyörästöjen lukot	50
9.7 Jarrujen säätö neliveto-järjestelmissä	51
9.8 Luistonesto nelivedossa	53
9.9 Nelivedon hallintalaitteet.....	54
10 AUTOJEN KAASUPURKAUSVALOT	55
10.1 Kaasupurkausvalojen tekniikkaa	55
10.2 Kaasupurkausvalojen toiminta autossa.....	58
11 KORITEKNIIKAN HUOMIOIMINEN KATSASTUKSESSA	62
11.1 Materiaaleja ja liitostapoja koritekniikassa	62
11.2 Koritekniikan vaikutus turvallisuuteen.....	65
11.3 Korin mittaukset	69
12 YHTEENVETO	71
LÄHTEET	73
LIITTEET	

1 Nelivetotaulukko

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on parantaa A-katsastajien teknisiä valmiuksia oppimateriaalin avulla. Oppimateriaalin sisältö on laadittu katsastajien tietotaso huomioiden, joten ihan perusteita tässä ei käsitellä. Näin pyritään pitämään materiaalin lukeminen mielenkiintoisena ja asioiden esiintuonti selkeänä.

Tiedon etsiminen on itsenäisesti vaivalloista ja monista eri lähteistä aikaa vievää. Lisäksi lehdistä saatava tieto on yleensä pintapuolista ja ajoneuvojen tekniikan toimintaan harvemmin syvennyttään tarkasti.

Työn tavoitteena on tuoda esille nykyisessä kevyessä kalustossa käytettävää tekniikkaa, monista eri aihealueista. Laaja-alainen perustuntemus ja itsensä ajan tasalla pitäminen vaativat nykyisessä kehityksessä mielenkiintoa alaa kohtaan. Materiaalilla pyritään tuomaan tietoa entistä lähemmäksi katsastajia ja helpottamaan näin tiedon etsimistä.

Työsarka on tällä alalla valtava jokaisen aihealueen läpikäymiseksi, siksi oppimateriaalejakin täytyy jatkuvasti kehittää. Tähän yritettiin kerätä katsastajien kannalta tärkeitä ajoneuvotekniikkaa, ajoneuvoissa olevien järjestelmien toimintaa yleisesti ja joiltakin osin parantamaan asianomaisten tietämystä ajoneuvon tarkastuksiin liittyvissä asioissa. Katsastusalalla niin tärkeä lakipykäliin nojaaminen jätetään tässä vähälle huomiolle.

2 BENSIINIMOOTTORIEN OHJAUSJÄRJESTELMÄT /14/

2.1 Motronic-järjestelmät

Motronic-järjestelmät ovat jo kauan käytössä olleita moottorinohjausjärjestelmiä (taulukko 1). Motronic on Boschin kehittämä järjestelmä, jonka pääideana on ollut yhdistää suihkutusrjestelmän ja sytytysjärjestelmän toiminnot yhteen ohjainlaitteeseen. Tutustumme tässä pienen historiikin merkeissä järjestelmien kehitykseen ja nykyisiin Motronic-järjestelmiin.

2.2 M-Motronic

M-motronic tuli sarjatuotantoon vuonna 1979. Siinä yhdistettiin elektroninen jaksoittain suihkuttava bensiininsuihkutus (Jetronic) ja elektroninen sytytysjärjestelmä. Puolijohdetekniikan kehittyessä mikroprosessorien laskentatehon ja muistikapasiteettien lisääntyessä saatiin Motroniciin entistä enemmän lisätoimintoja, kuten nakutuksen esto ja turboahtimen ahtopaineen säätö. Pakokaasulainsäädännön tiukentumisen myötä pakokaasujen takaisinkierätyks ja polttonestehöyryjen talteenotto, jotka pienentävät pakokaasu- ja haihtumispäästöjä, tulivat välttämättömiksi. Näin elektroninen ohjaus- ja säätöjärjestelmä kehittyi kokonaiseksi moottorinohjausjärjestelmäksi.

2.3 KE-Motronic

Aluksi M-Motronicia edullisemmaksi järjestelmäksi pieniin ja keskiluokan ajoneuvoihin kehitettiin KE-Motronic tiukkenevan pakokaasulainsäädännön vuoksi. Se on yhdistelmä mekaaniselektronista suihkutusjärjestelmää jatkuvalla suihkutuksella (KE-Jetronic) ja säätökäyrästöperiaatteella toimivasta elektronisesta sytytysjärjestelmästä yhteen ohjainlaitteeseen yhdistettynä.

2.4 Mono-Motronic

Yksinkertaistettuna Mono-Motronic poikkeaa M-Motronicista suihkutukseltaan. Polttoneste suihkutetaan yhdestä keskelle sijoitetusta suihkutusventtiilistä imusarjaan. Suihkutusjärjestelmä on vastaava jaksoittain suihkuttava, samoin kuin Mono- Jetronic.

2.5 ME-Motronic

ME-Motronic on ollut sarjatuotannossa vuodesta 1994 ja se perustuu M-Motroniciin. Siihen on integroitu elektroninen moottoritehon säätö, joka tuli tuotantoon omana järjestelmänään 1986. Suurin eroavuus on vaijerikäyttöisen

kaasuläpän ohjauksen korvaaminen sähköisesti säädettävällä kaasuläpällä ja kaasupolkimen asentotunnistimella. Tästä toiminnosta käytetään myös nimeä EGAS.

2.6 MED-Motronic

MED-Motronic on ollut sarjatuotannossa vuodesta 2000. Polttoneste suihkutetaan suoraan palotilaan (suorasuihkutus). Nykyajan mikroprosessoreilla pystytään toteuttamaan tämän kaltaisten monimutkaisten järjestelmien säätö- ja ohjaustehtäviä.

2.7 MEG-Motronic

Lisänä moottorinohjaukseen MEG-Motronicissa on otettu mukaan myös integroitu vaihteiston ohjaus mutta korkeiden laitteistovaatimusten vuoksi se ei ole vielä kovin yleisessä käytössä sarjatuotannossa.

Taulukko 1 Bensiinimoottorien ohjausjärjestelmän kehitys /14/

1965	Transistorisytytys TZ
1967	D-Jetronic (elektroninen suihkutusjärjestelmä, ohjaus imusarjapaineesta)
1973	K-Jetronic (mekaanis-hydraulinen suihkutusjärjestelmä)
1973	L-Jetronic (elektroninen suihkutusjärjestelmä ilmamääränmittauksella)
1979	M-Motronic (ensimmäinen moottorin ohjausjärjestelmä suihkutukseen ja sytytykseen))
1981	LH-Jetronic (elektroninen suihkutusjärjestelmä ilmamassanmittauksella)
1982	KE-Jetronic (K-Jetronic elektronisesti ohjatuilla lisäjärjestelmillä varustettuna)
1982	Elektroninen sytytysjärjestelmä EZ
1982	Nakutuksen esto
1986	Elektroninen moottoritehon säätö EMS (sähköinen kaasupoljin)
1987	Mono-Jetronic (yksipistesuihkutusjärjestelmä)
1989	Mono-Motronic (yksipistesuihkutus ja sytytys)
1994	ME-Motronic (Motronic integroidulla sähköisellä kaasupolkimella EGAS)
2000	MED-Motronic (Motronic bensiinin suorasuihkutukseen)

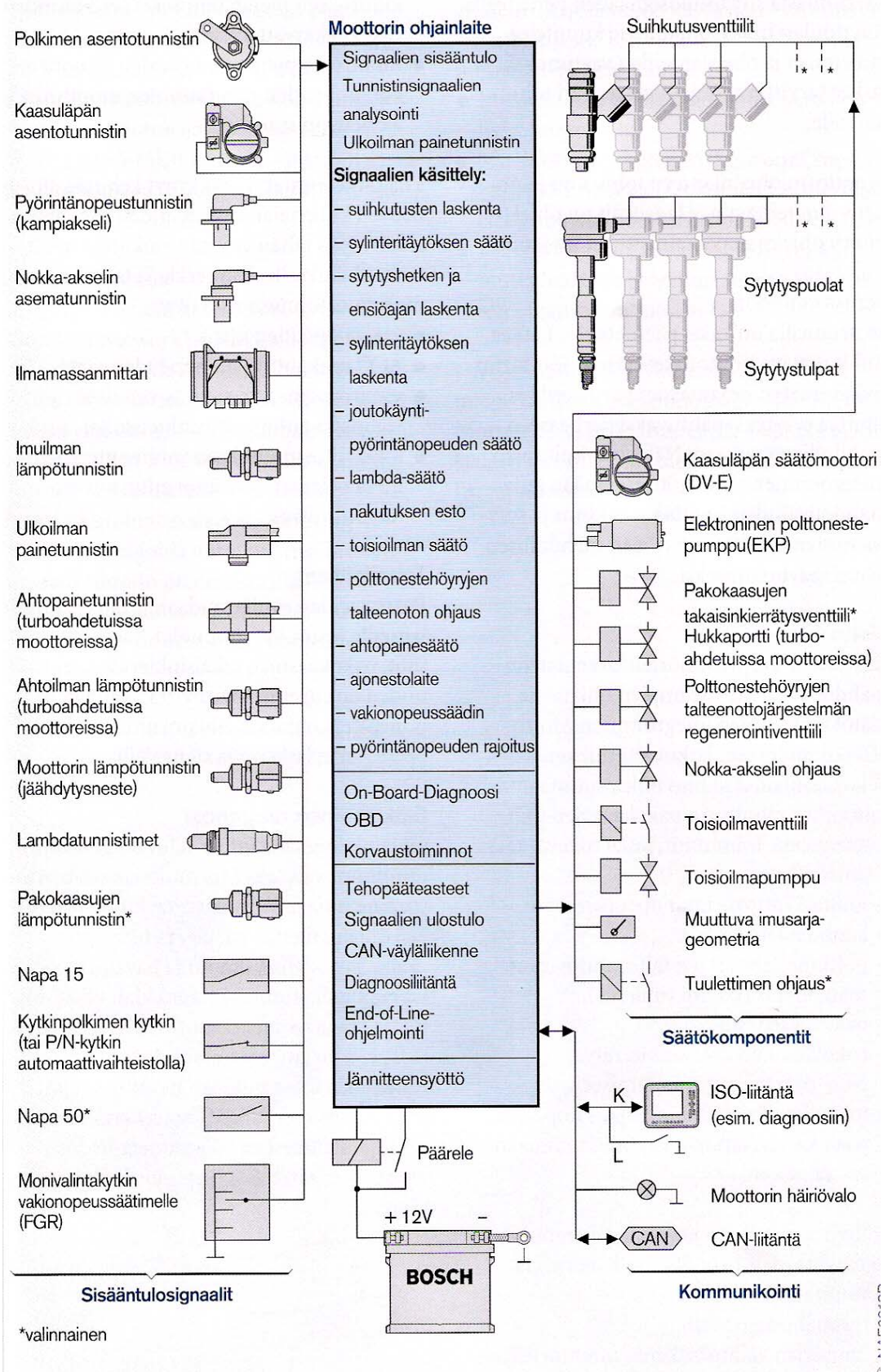
3 MOTRONICIN JÄRJESTELMÄKUVAUS /14/

3.1 Ajotilanteiden tunnistaminen

Motronic-järjestelmä saa ohjaukseen ja säätöön tarvitsemansa tiedon erilaisilta moottorin tunnistimilta ja kytkimiltä (kuva 1). Tunnistimien signaalit voivat olla digitaalisia, pulssimuotoisia tai analogisia jännitteitä, jotka ohjainlaite käsittelee.

Esimerkkejä mitattavista suureista:

- moottorin lämpötila
- sisään imetty ilmamassavirta
- imusarjan paine
- kaasuläpän asento
- ilmamääräkerroin
- kampiakselin pyörintänopeus
- nokka-akselin asema
- ajoneuvon nopeus



Kuva 1 Motronic-järjestelmän komponentteja /14/

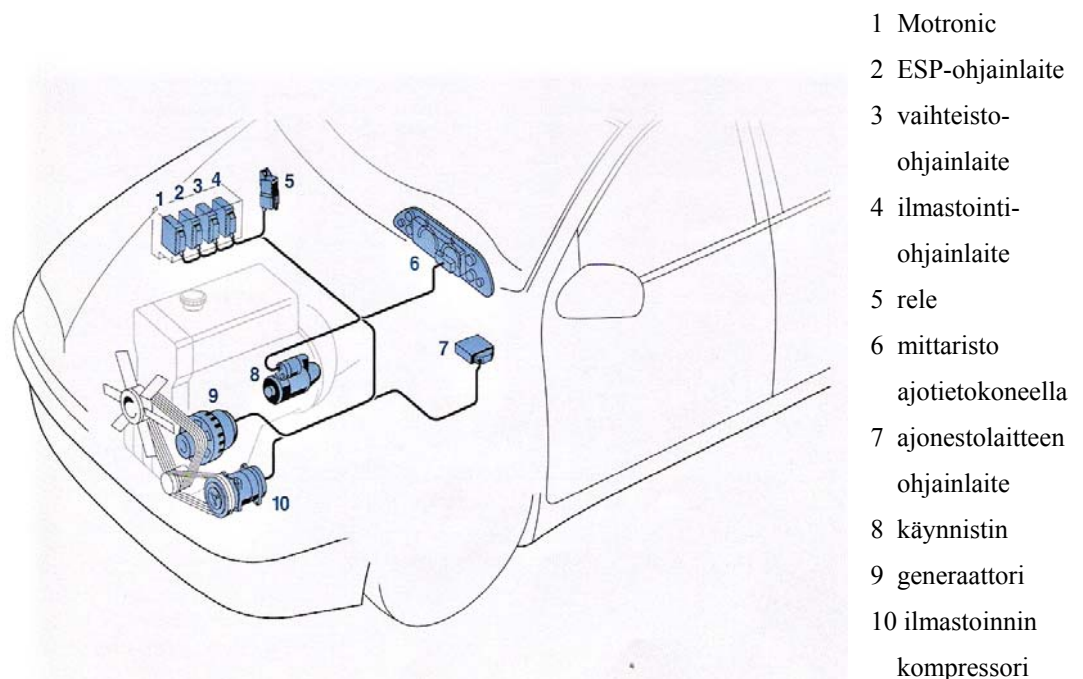
3.2 Ajoilanteiden mukainen toiminta

Saaduista tunnistintiedoista ohjainlaite laskee siihen ohjelmoidun ohjelman mukaan ohjaussuureet ja lähettää ne eri toimilaitteille. Perustoimintoihin kuuluu laskea suihkutettavan polttoaineen määrä imetyn ilmamäärän mukaan ja ajoittaa sytytys optimaaliseen ajankohtaan. Motronic-järjestelmiin on integroitu myös monia lisätoimintoja, jotka auttavat mm. pakokaasupäästöjen pienentämiseksi.

Esimerkkejä näistä toiminnoista:

- pakokaasujen takaisin kierrätys NOx-päästöjen pienentämiseksi
- toisioilmajärjestelmän ohjaus katalysaattorin saamiseksi entistä nopeammin käyttölämpötilaan
- lambda-säätö
- nokka-akselien muuttuva ajoituksen säätö

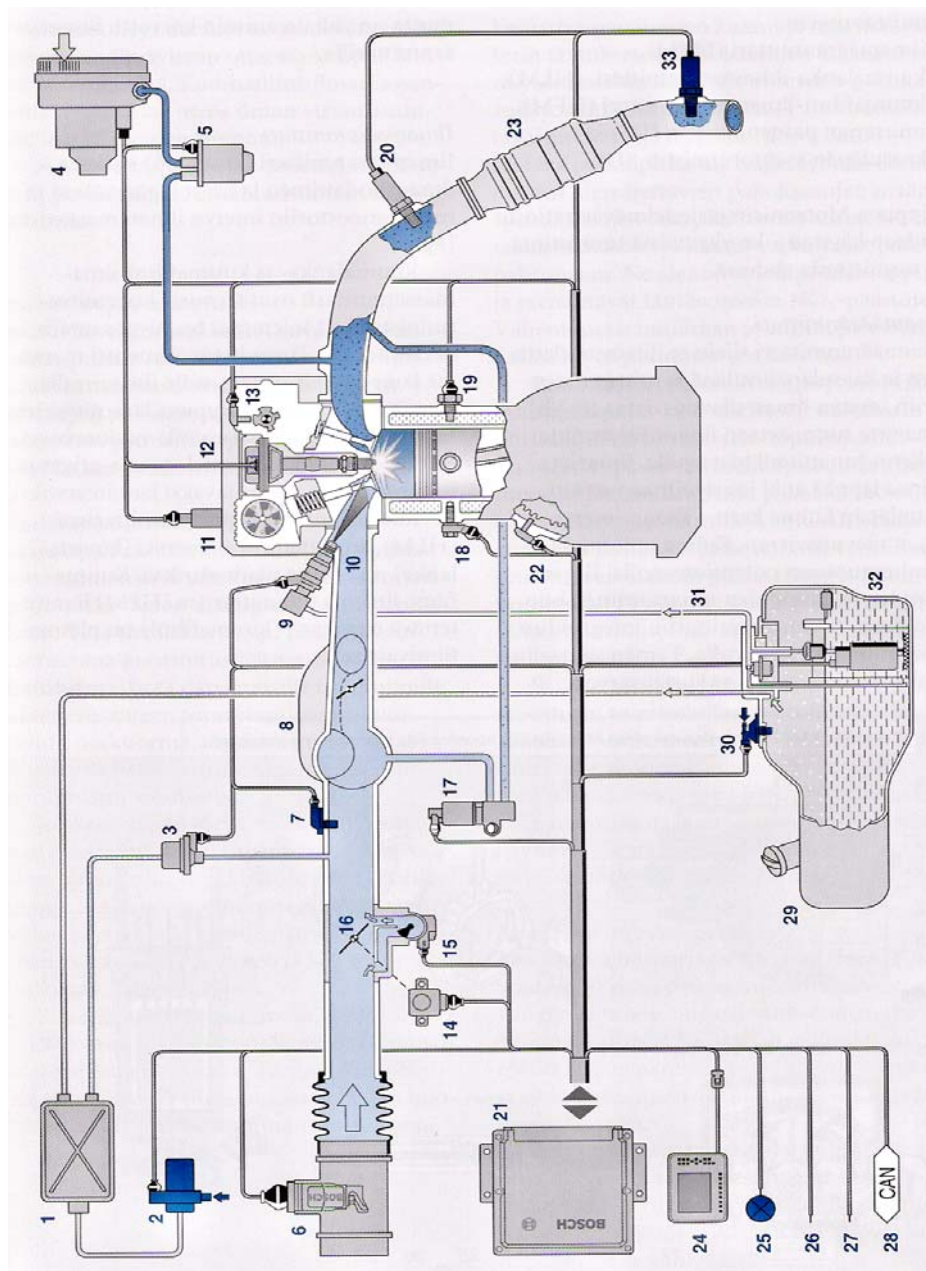
CAN-väylän (Controller Area Network) välityksellä Motronic voi kommunikoida auton muiden ohjainlaitteiden kanssa (kuva 2). Eri järjestelmien ohjainlaitteet voivat käyttää näin toistensa tietoja hyväkseen.



Kuva 2 Motronic-järjestelmän kanssa yhteydessä olevia komponentteja /14/

4 M-MOTRONIC /14/

M-motronic sisältää tarvittavat komponentit perinteisellä kaasuläpällä varustetun imusarjasuihkutteisen moottorin ohjaukseen. Järjestelmän laajuus riippuu moottorin teholle asetettujen vaatimusten lisäksi pakokaasulainsäädännön vaatimuksista. Tämä järjestelmä on jäämässä autoista pois tiukentuvien pakokaasusäädösten myötä siirryttäessä uusiin järjestelmiin. Seuraavan kuvan (kuva 3) selityksissä on merkitty, mitä lisäyksiä OBD-järjestelmä on tuonut perinteiseen Motronic-järjestelmään.



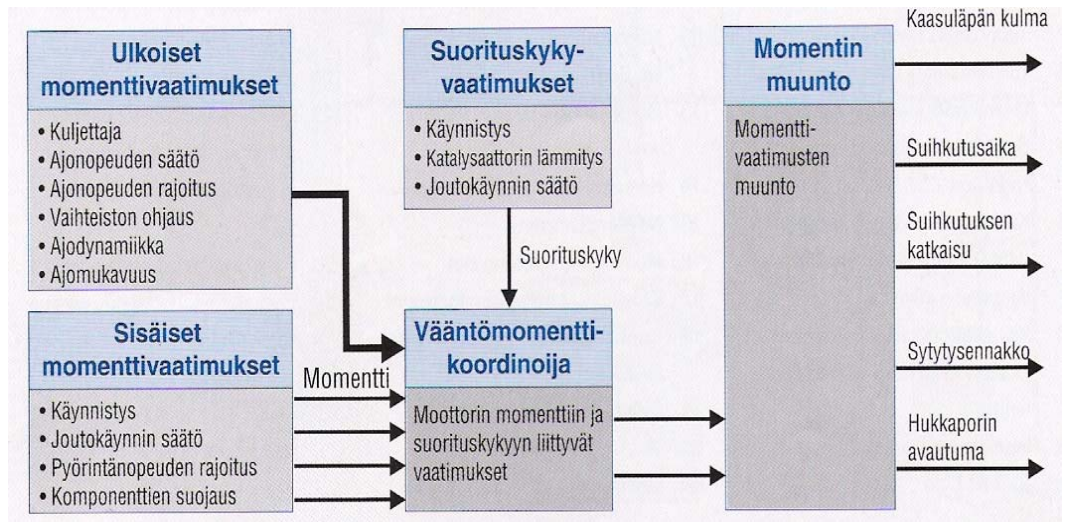
Kuva 3 M-Motronic järjestelmäkuvaus /14/

1 Aktiivihiihsäiliö	16 Kaasuläppä	30 Polttonestesäiliön painetunnistin ¹⁾
2 Diagnosointimoduuli tankin vuotoon ¹⁾	17 Pakokaasun takaisinkierätysventtiili	31 Polttonesteputket
3 Regenerointiventtiili	18 Nakutustunnistin	32 Säiliöyksikkö (polttonestepumppu, polttonestesuodatin ja polttonesteen paineensäädin)
4 Toisioilmapumppu	19 Moottorin lämpötunnistin	33 Lambdatunnistin katalysoatorin jälkeen ¹⁾
5 Toisioilmaventtiili	20 Lambdatunnistin ennen katalysoattoria	
6 Ilmamassanmittari integroidulla lämpötunnistimella	21 Moottorin ohjainlaite	
7 Imusarjan painetunnistin ¹⁾	22 Pyörintänopeustunnistin	
8 Muuttuva imusarjageometria ohjattavilla läpillä	23 Kolmitoimikatalysoattori (joissain tapauksissa erillinen esi- ja pääkatalysoattori)	¹⁾ Komponentteja käytetään On-Board-Diagnoosin (OBD) yhteydessä (kuvattu piiri CARB-OBD:in)
9 Polttonesteen jakoputki	24 Itsediagnoosiliitäntä	²⁾ Kommunikointi mahdollinen myös CAN-väylän välityksellä
10 Suihkutusventtiili	25 Vikamerkkivalo ¹⁾	
11 Toimilaitteet ja tunnistimet nokka-akselin ohjaukseen	26 Liitäntä ajonestolaitteen ohjainlaitteelle	
12 Sytytyspuola irrotettavalla sytytystulpalla	27 Liitäntä vaihteiston ohjainlaitteelle ²⁾	
13 Nokka-akselin asematunnistin	28 CAN-väylä liitäntä	
14 Kaasuläpän asentotunnistin	29 Polttonestesäiliö	
15 Joutokäyntisäädin		

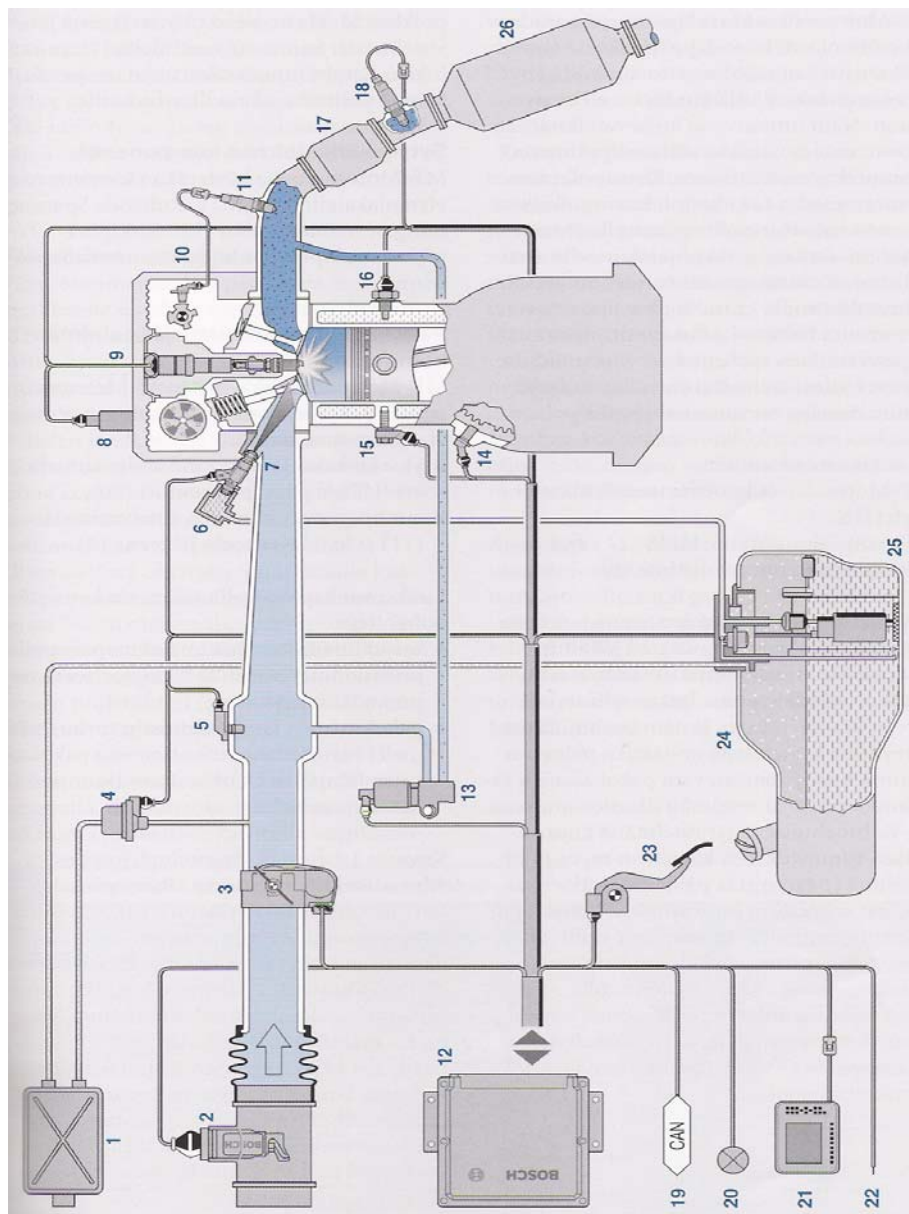
Kuvan kolme selitykset /14/

5 ME-MOTRONIC /14/

Suurimmat erot edelliseen järjestelmään ovat sähköinen kaasuläpän ohjaus ja vääntömomenttiohjaus. Mekaanisesta yhteydestä kaasupolkimeen on luovuttu. Edelliseen järjestelmään verrattuna joutokäyntisäädin ja sen läpi kulkeva lisäilmakanava on jätetty pois, joten joutokäyntialuetta säädellään kaasuläpän avulla. Vääntömomenttiohjauksessa moottorilta vaadittavat teho vaatimukset ajotilanteiden mukaan muutetaan vääntömomenttitoivomukseksi (kuva 4). Ohjainlaite punnitsee moottorin ja kuljettajan vaatimukset, ja momentin tarpeen mukaan se jakaa tiedot polttoaine- ja sytytysjärjestelmälle. Mittaus tapahtuu kontrolloimalla ilmatäytöstä, josta ohjainlaite määrittää sylintereiden tarvitseman ilmamäärän haluttua vääntömomenttia vastaavaksi. Tarvittava polttonesteen määrä määräytyy suoraan lambda-arvosta. Tätä säätötapaa voidaan käyttää hitaisiin vääntömomentin muutoksiin. Toinen mittaustapa on kampiakselitahdistettu kanava, josta ohjainlaite määrittää suurinta mahdollista vääntömomenttia olemassa olevalla täytöksellä. Näin voidaan vaikuttaa vääntömomenttiin nopeasti, jos haluttu vääntömomentti on pienempi kuin maksimimomentti. Järjestelmäkuvauksesta (kuva 5) nähdään ME-Motronicin komponentit.



Kuva 4 Vääntömomenttiohjauksen järjestelmärakenne /14/



Kuva 5 ME-Motronic järjestelmäkuvaus /14/

1 Aktiivihiihsäiliö	11 Lambdatunnistin ennen esikatalysaattoria	22 Liitäntä ajonestolaitteen ohjainlaitteelle
2 Kuumafilmi-ilmamassanmittari (HFM) lämpötunnistimella	12 Moottorin ohjainlaite	23 Kaasupoljinyksikkö polkimen asentotunnistimella
3 Kaasuläppäyksikkö (EGAS)	13 Pakokaasujen takaisinkierrätysventtiili	24 Polttonestesäiliö
4 Regenerointiventtiili	14 Pyörintänopeustunnistin	25 Säiliöyksikkö (polttonestepumppu, polttonestesuodatin ja polttonesteen paineensäädin)
5 Imusarjan painetunnistin	15 Nakutustunnistin	26 Pääkatalysaattori (kolmitoimikatalsyaattori))
6 Polttonesteen jakoputki	16 Moottorin lämpötunnistin	
7 Suihkutusventtiili	17 Esikatalysaattori (kolmitoimikatalsyaattori)	
8 Säätimet ja tunnistimet nokka-akselin muuttuvan ajoituksen ohjaukseen	18 Lambdatunnistin esikatalysaattorin jälkeen	
9 Sytytyspuola, johon liitetty sytytystulppa	19 CAN-väylä	Kuvassa esitetty järjestelmä vastaa On-Board-Diagnoosin osalta EOBD vaatimuksia.
10 Nokka-akselin asematunnistin	20 Vikamerkkivalo	
	21 Diagnoosiliitäntä	

Kuvan viisi selitykset /14/

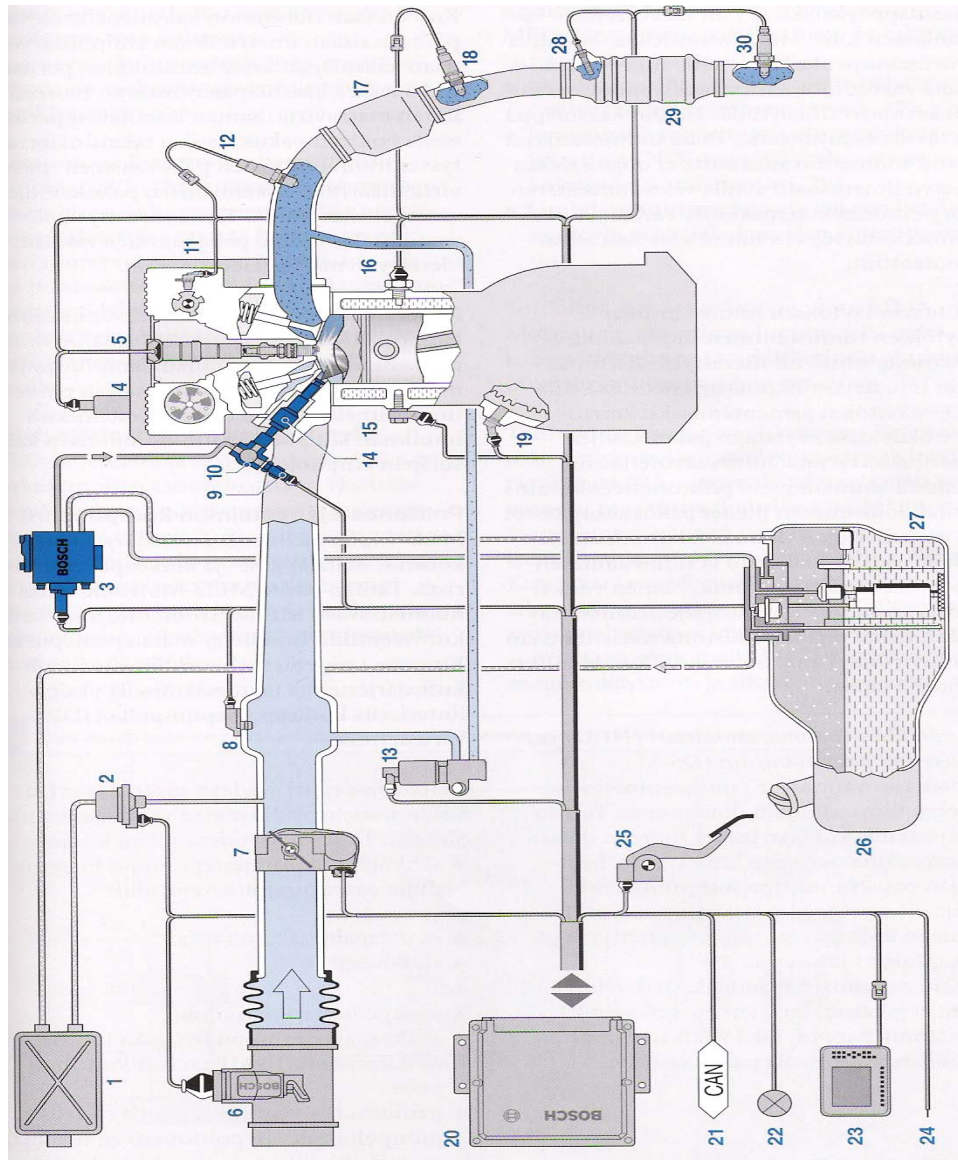
6 MED-MOTRONIC /14/

MED-Motronic on jo huomattavasti kehittyneempi järjestelmä edellä esiteltyihin verrattuna (kuva 6). Suurin muutos ovat suorasuihkutuksen vaatimat muutokset ohjaus- ja säätöelektronikalle. Järjestelmän pitää pystyä tuottamaan perinteisen homogeenisen polttonesteilma-seoksen lisäksi kerroksiin jaettu laiha seos. Homogeeninen seos muodostuu suihkuttamalla polttoneste imutahdin aikana sylinteriin, jolloin polttonesteilma-seos on valmiina sytytyshetkellä. Suorasuihkutusta käytetään myös moottoreissa, jotka koko toiminta-alueellaan toimivat vain homogeenisella seoksella. Laihaseosmoottorissa polttonestettä suihkutetaan puristustahdin lopussa juuri ennen sytytyshetkeä. Suihkutustapoja on monia, kuten kerrossyöttö, jolloin sytytystulpan ympärillä on rikas seos ja muualla palotilassa ilmaa ja palamattomia kaasuja. Homogeenisessä kerrossyötössä seos on palotilassa laihaa polttonesteilma-seosta. Suurin hyöty laihasta seoksesta on pienillä moottorin kierroksilla ja alemmalla osakuormalla, tällöin kaasuläppä on kokonaan auki, ja vääntömomentin suuruutta ohjataan polttonesteen suihkutuksen avulla laihasperiaatteella. Moottoriin menevällä ilmamäärällä ei määritellä tässä tapauksessa haluttua vääntömomenttia, joten sylinterin täytös ei vaikuta saatavaan momenttiin. Ohjelmoidun säätökäyrästä perusteella ohjainlaite muuttaa pyörintänopeus- ja kuormitustietojen mukaan toimintatilaa. Enemmän kaasua

painettaessa ja moottorin siirtyessä homogeeniselle käytölle täytyy ilmamäärän pienenemistä nopeasti ja happipitoisuuden asettua oikealle tasolle. Toimintatilojen muutosten täytyy tapahtua niin, ettei kuljettaja niitä huomaa.

Polttonestejärjestelmä koostuu matalapaine- ja korkeapainepiiristä. Korkeapainetta suihkuttimille tarvitaan entistä nopeampaan ja tarkempaan polttonesteen suihkuttamiseen. Korkeapainepumpun tuottama paine on 120 baarin luokkaa. Korkeapainepiirin komponentteja ja toimintaa valvotaan OBD:n avulla.

Pakokaasujen puhdistukseen käytettävät komponentit ovat myös lisääntyneet ja kehittyneet. Niiden toimintaa pystytään koko ajan parantamaan säätötekniikan kehittyessä. Toisioilmajärjestelmästä on luovuttu, koska pakokaasujärjestelmän lämmittäminen onnistuu moottorin toimintatiloja muuttamalla, käyttämällä kerrossyöttöä. NOx-varaajakatalysaattori on välttämätön laihalla seoksella toimivissa suorasuihkutusmoottoreissa. Se varastoi ilmaylimäärällä tuotetut typen oksidit, joita kolmitoimikatalysaattori ei pysty puhdistamaan. Varaajan täytyessä täytyy se regeneroida typen oksideista ohjaamalla MED-Motronic homogeenikäyttöön ja rikastamalla seosta, tällöin varaajasta vapautuvat typen oksidit muuntuvat kolmitoimikatalysaattorissa puhdistettaviksi. Pakokaasujen happipitoisuutta mittaavan lambda-anturin täytyy olla laajakaistatunnistin laihaseosmoottoreiden ilmaylimäärän vuoksi.



Kuva 6 MED-Motronicin järjestelmäkuvaus /14/

- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Aktiivihiilisäiliö | 9 Poltonesteen painetunnistin | 22 Vikamerkkivalo |
| 2 Regenerointiventtiili | 10 Korkeapainevaraaja (poltonesteen jakoputki) | 23 Diagnostiikantähti |
| 3 Korkeapainepumppu HDP 2 integroidulla täytösäätoventtiilillä | 11 Nokka-akselin asentotunnistin | 24 Liitäntä ajonestolaitteelle |
| 4 Toimilaitteet ja tunnistimet muuttuvaan nokka-akselin säätöön | 12 Lambdatunnistin ennen katalysaattoria | 25 Kaasupoljinyksikkö polkimen asentotunnistimella |
| 5 Sytytyspuola, johon liitetty sytytystulppa | 13 Pakokaasujen takaisinkierätysoventtiili | 26 Poltonestesäiliö |
| 6 Kuumafilmi-ilmamassamittari (HFM) integroidulla imuilman lämpötunnistimella | 14 Korkeapainesuihkutusventtiili | 27 Säiliöyksikkö (poltonestepumppu, poltonestesuodatin ja poltonesteen painesäädin) |
| 7 Kaasuläppäyksikkö (sähköinen kaasupoljin EGAS asentotunnistimella) | 15 Nakutustunnistin | 28 Pakokaasujen lämpötunnistin |
| 8 Imusarjan painetunnistin (DS-S) | 16 Moottorin lämpötunnistin | 29 Pääkatalysaattori (NO _x -varaajakatalysaattori ja kolmitoimikatalysaattori) |
| | 17 Esikatalysaattori (kolmitoiminen) | 30 Lambdatunnistin pääkatalysaattorin jälkeen |
| | 18 Lambdatunnistin esikatalysaattorin jälkeen (optio) | |
| | 19 Pyörintänopeustunnistin | |
| | 20 Moottorin ohjainlaite | |
| | 21 CAN-liitäntä | |

Kuvan kuusi selitykset /2/

7 OBD-ON BOARD -DIAGNOOSI /14/

7.1 Järjestelmän synty ja tavoite

OBD-järjestelmällä pyritään valvomaan auton omalla diagnostiikalla, varsinkin pakokaasupäästöihin vaikuttavien järjestelmien ja komponenttien toimintaa ja ilmoittamalla kuljettajalle raja-arvojen ylittymisestä vikamerkkivalolla (MIL, Malfunction Indicator Lamp). OBD I syntyi jo vuonna 1988 Kaliforniassa CARB-lainsäädännön (California Air Resources Board) vaatimuksesta.

Diagnoosijärjestelmän ensimmäinen vaihe tarkasteli pakokaasujärjestelmän komponentteja katkosten ja oikosulkujen osalta. Kuljettajaa informoitiin mahdollisesta viasta vikamerkkivalon avulla. Vikakoodit piti pystyä lukemaan ajoneuvosta ilman erillistä testilaitetta, esim. vilkkukoodeina vikamerkkivalon avulla. Kaliforniassa myytävien autojen piti täyttää nämä vaatimukset. OBD II -vaatimukset tulivat voimaan Kaliforniassa 1994 CARB:n toimesta. Yhdysvalloissa 49 osavaltiota ottivat vastaavat säädökset samana vuonna käyttöön EPA:n (Environmental Protection Agency) toimesta. EPA-säädökset ovat muutamilla osaluilla löysemmät kuin CARB-säädökset. Eurooppalaisten ja meidän toimintaa lähimpänä ovat EOBD-säädökset, jotka tulivat Euroopassa voimaan vuonna 2000. Ne ovat säädöksistä kaikkein lievimmät, vaikka ne vastaavatkin pitkälle EPA-säädöksiä.

7.2 OBD-vaatimusten koostumus

OBD II -vaatimukset perustuvat päästönormien sanelemiin raja-arvoihin. Yhdysvalloissa on eri normeja käytössä, kuten Kaliforniassa ULEV II-vaatimukset (Ultra Low Emission Vehicle) ja osassa osavaltioita PZEV-vaatimukset (Partial Zero Emission Vehicle) /32/. Näiden vaatimuksien mukaisesti täytyy pakokaasupäästöjen pysyä tiettyjen suhteellisten raja-arvojen sisällä. Euroopassa OBD-järjestelmä perustuu absoluuttisiin raja-arvoihin, jotka ovat kaikille samat (taulukko 2).

Toiminnallisissa vaatimuksissa on myös eroavaisuuksia. Pääpiirteissään OBD II mittaa komponentilta saatavaa signaalin loogisuutta ja tarkastelee järjestelmän toimintatilaa, kun EOBD:ssä riittävät sähköisten johtimien valvonta ja minimi- ja maksimiarvojen loogisuustestit. Tunnistimilla on normaalisti kiinteät ohjearvot tietyllä jännitteen vaihteluvälillä riippumatta moottorin toimintatilasta. Jännitteen ollessa tämän alueen ulkopuolella tulkitaan se aluevirheeksi. Loogisuustestin pääperiaatteena on valvoa tunnistimien ulostulosignaaleja ja verrata niitä mallinnettuihin ohjearvoihin. Tunnistimien ohjearvot muuttuvat moottorin toimintatilojen mukaan ja ulostulosignaalien täytyy pysyä näiden ohjearvojen sisällä. Tällä tavoin saadaan vikadiagnoosin tarkkuutta parannettua. Virtapiirin katkoksia ja aluevirheitä diagnoosijärjestelmä tarkkailee jatkuvasti ja loogisuusvirheitä yleensä tietyin väliajoin. Diagnosointitoiminnot voidaan hetkellisesti keskeyttää tietyissä olosuhteissa, jotta välttyttäisiin turhilta vikailmoituksilta. Alhainen lämpötila moottoria käynnistettäessä tai alhainen akkujännite ovat tällaisia tilanteita.

Laadullinen toimintotesti antaa tarkkaa tietoa haluttavan järjestelmän diagnoosista, ja sitä voidaan tarkastella testerin avulla. Tällainen on esim. katalyysaattoritesti, jolla saadaan mitta-arvojen tallentumisen perusteella laskettua katalyysaattorin vanhentumisaste.

Taulukko 2 OBD:n raja-arvot ja diagnoosin perusteet /14/

1	Pakokaasupäästöjen raja-arvot
CARB:	Suhteelliset raja-arvot
	1,5-kertainen raja-arvo kyseisessä päästö-kategoriassa
EOBD:	Absoluuttiset raja-arvot
	CO 3,2 g/km
	HC 0,4 g/km
	NOx 0,6 g/km
	1.1.2005 lähtien noudatetaan uusia raja-arvoja

2	Diagnoosiprosessi ja vikaan vastaaminen CARB:ssa ja EPA:ssa
	Vika johtaa pakokaasupäästöjen kasvuun $< 1,15 \times$ raja-arvo
	<ul style="list-style-type: none"> • Vika ilmenee vain testerillä
	Vika johtaa pakokaasupäästöjen kasvuun $< 1,5 \times$ raja-arvo
	<ul style="list-style-type: none"> • Toimintotesti (mustavalkotarkastus) • Vika ilmoitetaan MIL:lla • Vika voidaan lukea testerillä
	Vika johtaa pakokaasupäästöjen kasvuun $\geq 1,5 \times$ raja-arvo
	<ul style="list-style-type: none"> • Laadullinen toimintotesti • Vika ilmoitetaan MIL:lla • Vika voidaan lukea testerillä

3	Diagnoosiprosessi ja vikaan vastaaminen EOBD:ssä
	Vika johtaa pakokaasupäästöjen kasvuun $<$ raja-arvo
	<ul style="list-style-type: none"> • Sähköinen johtimien valvonta ja min/max loogisuustestit riittää • Vika ilmoitetaan MIL:lla • Vika voidaan lukea testerillä
	Vika johtaa pakokaasupäästöjen kasvuun \geq raja-arvo
	<ul style="list-style-type: none"> • Laadullinen toimintotesti • Vika ilmoitetaan MIL:lla • Vika voidaan lukea testerillä

7.3 OBD-diagnoosit

Varsinkin OBD II -vaatimukset kasvavat jatkuvasti pakokaasupäästöjä ajatellen, kun EOBD-vaatimuksissa pakollisia varusteita on määritelty vain muutamia.

Seuraavassa on listattu OBD II vaatimuksia ja EOBD vaatimukset ovat merkattu E kirjaimella:

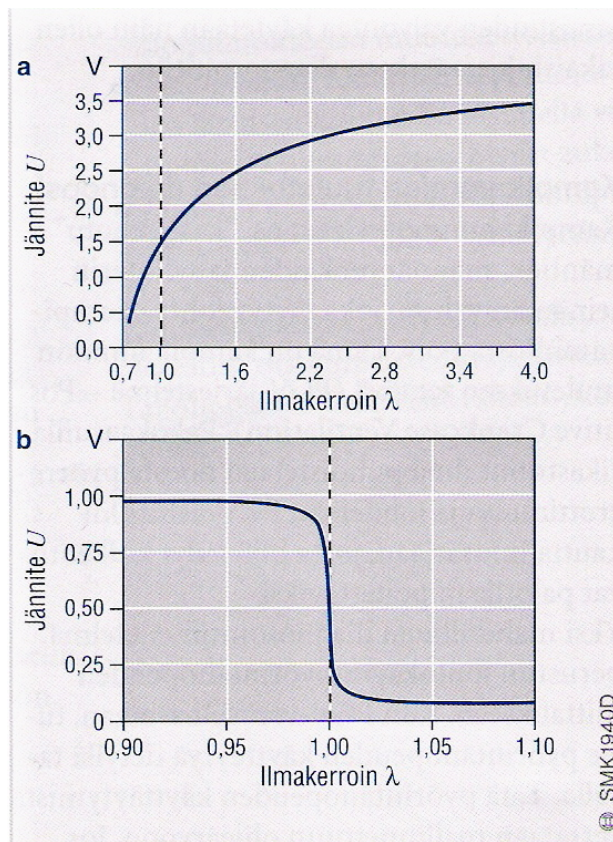
- katalysaattori (E), lämmitetty katalysaattori
- palamiskatkokset (E)
- polttonesteen haihtuminen
- toisioilmapuhallus
- polttonestejärjestelmä
- lambda-anturit (E)
- pakokaasujen takaisinkierrätys
- kampikammion tuuletus
- moottorin jäähdytys
- kylmäkäynnistyspäästöjen pienentämisjärjestelmä
- ilmastointilaitteen komponentit
- muuttuva venttiilien ajoitus
- suora otsonin vähennysjärjestelmä
- merkittävät komponentit (E)
- muut pakokaasupäästöihin vaikuttavat komponentit (E)

Seuraavassa esitellään tarkemmin tärkeimmät pakokaasupäästöihin vaikuttavat diagnoosit.

Katalysaattorit ja lambda-anturit

Pakokaasupäästöjen puhdistustarpeesta riippuen voidaan käyttää useampia katalysaattoreita. Usein käytetään esikatalysaattoria ja sen jälkeen pääkatalysaattoria. Pakokaasujärjestelmässä käytetään nykyään kahta lambdatunnistinta. Pääperiaatteena on verrata näiden kahden tunnistimen signaaleja. Varsinainen happipitoisuuden mittausta ja seoksensäätö tapahtuu ensiolambdan avulla, joka nykyään on laajakaista-anturi (kuva 7a) ja sijaitsee ennen katalysaattoreita. Toisiolambdana käytetään perinteistä hyppäystunnistinta (kuva 7b), jonka sijainnista on variaatioita. Se voi sijaita esikatalysaattorin tai pääkatalysaattorin jälkeen. Toisiolambdaa käytetään jälkisäätöön ja OBD-diagnoosiin (taulukko 3) sekä mittaamaan katalysaattorin hapen varastointikykyä. Sen heikentyessä tarpeeksi toisiolambdalta saatu signaalin amplitudi kasvaa ja

sytyttää MIL-valon. Kunnossa oleva järjestelmä antaa oskilloskoopilla mitattuna lähes tasaista signaalia toisiolambdalta. Vikadiagnoosi perustuu siis hapenvarastointikyvyn mittaamiseen. Tämä toteutetaan vaiheittain, jossa ensimmäiseksi katalysaattoriin varastoitu happi tyhjennetään rikkaalla seoksella. Tällöin toisiolambdalta saatava jännite on 650 mV:n luokkaa. Toisessa vaiheessa moottorin käydessä laihalla seoksella katalysaattorin happivarasto täytetään happiylimäärällä, joka määritetään ensiolambdan signaalista ja ilmamassa-arvosta. Toisiolambda tunnistaa ilmaylimäärän ja sen jännite laskee alle 200 mV:in. Happimassasta ohjainlaite laskee hapenvarastointikyvyn, jonka täytyy olla ohjearvojen sisällä, muuten vikakoodi tallentuu. Järjestelmissä joissa NO_x-varaajakatalysaattoreita käytetään, valvotaan niiden varastointikykyä. Tähän vaikuttaa vanheneminen ja erilaisten epäpuhtauksien (esim. rikin) varastoituminen. Laatueroita määritettäessä verrataan uuden ja mitattavan varaajan varastointikykyä, jonka määrittäminen onnistuu regenerointiin tarvittavan CO:n ja HC:n määrästä.



Kuva 7 a) Laajakaistatunnistimen jännitekuvaaja
b) Perinteisen lambda-anturin jännitekuvaaja /14/

Palamiskatkostunnistus

Lainsäädäntö vaatii nykypäivänä, että palamiskatkoksia valvotaan. Tällä pyritään ensisijaisesti suojelemaan katalysaattori, ettei raaka polttoaine pääse palamaan siellä tehden tuhoa. Palamaton polttoaine nostaa myös pakokaasupäästöjä etenkin HC:n ja CO:n osalta. Tunnistus mittaa sylinterin palotapahtumasta seuraavaan palotapahtumaan kuluvan ajan pyörimisnopeustunnistimelta. Moottorin pyöriessä haluttua vääntömomenttia hitaammin, ajanjakso palotapahtumien välillä kasvaa, joka merkitsee palamiskatkoksia. Palamiskatkoksien ylittäessä tietyn tason katkaistaan viallisesta sylinteristä polttonesteen syöttö.

Toisioilmapuhallus

HC:n ja CO:n kuriin saamiseksi moottorin käydessä kylmänä käytetään toisioilmapuhallusta. Se puhaltaa lisää ilmaa pakoputkistoon heti pakosarjan jälkeen päästöjen jälkipolttota varten. Järjestelmän vaurioituminen aiheuttaa päästöjen kasvamisen katalysaattorin ollessa kylmänä, jonka vuoksi se kuuluu diagnoosin piiriin. Diagnoositestissä testataan toisioilmapumpun pyörimistä ja pakoputkistoon johtavan ilmakehän häiriöitä.

Pakokaasujen takaisinkierrätys

Takaisinkierrätyksellä saadaan tehokkaasti vähennettyä NO_x-päästöjä. Sekoittamalla polttonesteilma-seokseen pakokaasuja saadaan palamisen huippulämpötilaa alennettua, joka auttaa pienentämään päästöjä. Sen diagnoosintarkasteluun on kaksi pääperiaatetta. Imusarjan paineen avulla tunnistus tehdään sulkemalla takaisinkierrätysventtiili osakuormalla hetkeksi ja mittaamalla imusarjan paineen muutos. Tätä tietoa käytetään sulkutoiminnon diagnosointiin. Toinen tapa on mitata käynnin epätasaisuutta. Joutokäynnillä avataan takaisinkierrätysventtiiliä joka aiheuttaa käynnin epätasaisuutta, jos takaisinkierrätysjärjestelmä on kunnossa. Tätä voidaan näin käyttää takaisinkierrätyksen diagnosointiin.

Merkittävät komponentit ja muut päästöihin vaikuttavat komponentit

Edellä mainittujen järjestelmien lisäksi valvotaan kaikkia erillisiä tunnistimia ja toimilaitteita, joiden vikaantuminen voi aiheuttaa pakokaasupäästöjen kasvamisen. Valvonnan alle kuuluu myös voimansiirron osajärjestelmiä, joiden vikaantuminen voi aiheuttaa päästöjen kasvamisen.

Taulukko 3 Komponenttien ja järjestelmien valvonta /14/

Diagnositoiminto	OBD-komponentti	Merkitys
Viasta informoiminen	Vikamerkkivalo (MIL)	
Ajotietojen tallentaminen	Esim. ajonopeustunnistin	Tallentaa MIL-valon palaessa ajatun ajomatkan, EOBD vaatimus
Diagnosiliitin	DLC (normitettu piste)	
Sisääntulosignaalien loogisuus ¹⁾		EOBD vaatimus vianetsintään korjaamalla
Katalysaattorin valvonta	Lambdatunnistin katalysaattorin jälkeen	
Katalysaattorin edessä ja sen jälkeen olevien lambda-tunnistimien valvonta ¹⁾		Katalysaattorin takana olevan tunnistimen sähköinen diagnosointi tarvitaan katalysaattori-diagnosiin.
Katalysaattorin edessä ja sen jälkeen olevien lambdatunnistimien lämmityksen valvonta ¹⁾		Katalysaattorin takana olevan tunnistimen sähköinen diagnosointi tarvitaan katalysaattori-diagnosiin.
Lambdatunnistimien signaalit		Signaalien tulostus diagnositesterillä
Polttonestejärjestelmän valvonta		Seoksensäätöön ja tankin tuuletukseen
Palamiskatkostunnistus	Moottorin pyörintänopeustunnistin	
Huonon ajotien tunnistus	Pyörän nopeustunnistimet tai kiihtyvyyttunnistin	Keskeyttää palamiskatosten tunnistuksen. Sähköinen tarkastus komponenteille vähimmäisvaatimus, ei määritetty EOBD:ssä
Pääteastediagnosi	Pääteasteet	Katkoksien ja oikosulkujen valvonta kaikille pakokaasupäästöihin vaikuttaville komponenteille
Pakokaasun takaisinkierätyksen valvonta ¹⁾	Imusarjan painetunnistin	
Polttonestesäiliön tuuletusventtiili		EOBD:ssä vain katkosten valvonta
Polttonestesäiliön tiiveystarkastus	Säiliön painetunnistin	Ei EOBD vaatimus
Muut pakokaasupäästöihin vaikuttavat järjestelmät: Toimintotarkastus ¹⁾		
Polttonestesäiliön tasotunnistus	Polttonestesäiliön tasotunnistin	EOBD:ssä vaaditaan vähintään sähköinen tarkastus. Diagnosointitoimintojen keskeyttäminen polttonestetasen ollessa < 20 %

¹⁾ EOBD vaatimus, jos vika voi johtaa EOBD pakokaasupäästörajajen ylittämiseen tai sähköinen valvonta, jos joku muu diagnoosi voi estyä.

7.4 Testaukseen liittyviä asioita

Kuljettajan MIL-valo

Vikavalo syttyy palamaan, mikäli järjestelmässä huomataan toistuva vika. OBD II-järjestelmä sytyttää valon kahden ajojakson jälkeen ja EOBD-järjestelmä pääsääntöisesti kolmen ajojakson jälkeen, jos vika on jatkuva. MIL-valo sammuu, ellei kolmeen ajojaksoon ole vikaa ilmaantunut. Vika jää 40 ajojakson ajaksi muistiin ennen kuin se poistuu vikatiedoista edellyttäen, ettei vikaa ole enää ilmaantunut. MIL-valon vilkkuessa se ilmoittaa viasta, joka voi aiheuttaa katalysaattorin vaurioitumisen.

Readiness-koodi

Tämä voidaan lukea diagnoosipistokkeen kautta, josta nähdään onko tärkeimmät osajärjestelmätestit suoritettu. Mikäli akku on ollut irrotettuna virtapiiristä tai vikamuisti tyhjennetty palaa readiness-koodi nollatilaan. Autolla täytyy tällöin ajaa osajärjestelmien testausyykliä uudestaan. Normaali ajossa suoritteiden uudelleen tallentuminen voi kestää useita kymmeniä kilometrejä sisältäen käynnistyksiä ja erilaisia ajotilanteita.

Protokollat /18/

OBD-järjestelmissä on käytössä viisi erilaista tiedonsiirtoprotokollaa. Riippuu autonvalmistajasta mitä protokollaa käytetään. Niiden erot ovat lähinnä diagnoosipistokkeen pinnien sijoittelussa sekä datan siirtonopeuksissa ja jännitetasoissa. Monet OBD-testerit tukevat kaikkia protokollia ja uusimmista löytyy CAN-väylän tuki, joka yleensä on vuoden 2005 jälkeen valmistettujen autojen tiedonsiirtotapa.

Alla on listattu käytettävät protokollat:

- SAE J1850 PWM; tiedonsiirtonopeus 41,6 kbit/s, Fordin käyttämä standardi.

- SAE J1850 VPW; tiedonsiirtonopeus 10,4/41,6 kbit/s, GM:n käyttämä standardi.
- ISO 9141-2; tiedonsiirtonopeus 10,4 kbit/s. Protokollaa käytetään yleensä Chryslereissä, eurooppalaisissa ja aasialaisissa ajoneuvoissa.
- ISO 14230 KWP2000; käyttää samaa pinnien sijoittelua liittimessä, kuin ISO 9141-2. Tiedonsiirtonopeus 1,2 – 10,4 kbit/s. Käyttäjinä on eurooppalaisia valmistajia.
- ISO 15765 CAN, tiedonsiirtonopeus 250kbit/s tai 500kbit/s. Toimii CAN-väylän välityksellä.

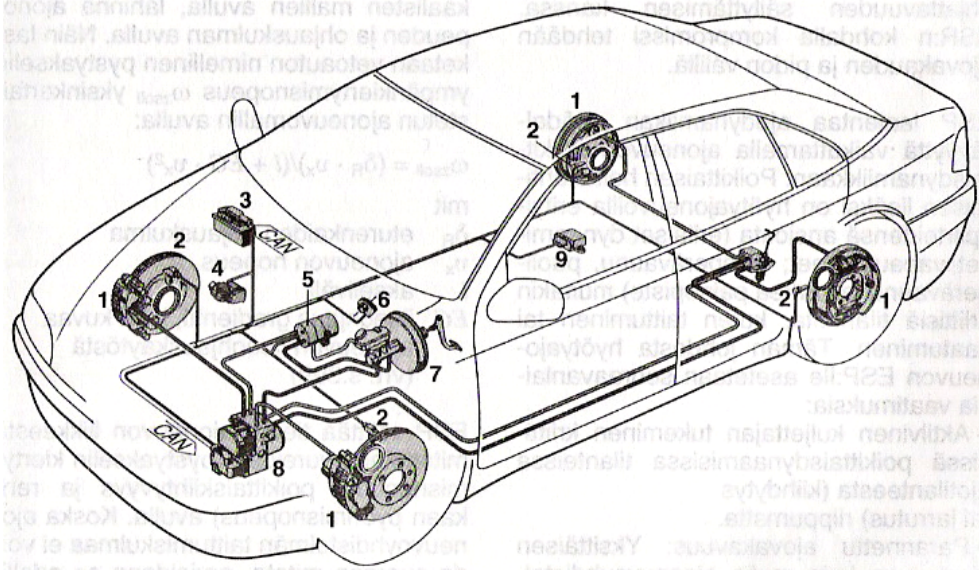
8 AJONVAKAUTUSJÄRJESTELMÄ /8/

8.1 Esittely ja vaatimukset

Tällä järjestelmällä pyritään parantamaan auton ajo-ominaisuuksia ja korjaamaan kuljettajan tekemiä virheitä (kuva 8). Jarrujen ja voimalinjan yhteistoiminnalla estetään auton luistoon lähteminen fysiikan lakien puitteissa.

Liikenneturvallisuuden kannalta, varsinkin liukkaissa olosuhteissa, järjestelmä parantaa ajovakautta kaikissa ajotilanteissa ja pitopotentiaalia vetoluistoneston avulla. Valmistajasta riippuen tälle järjestelmälle on käytössä monia nimityksiä, joista muutamia yleisimpiä ovat: DSC (Dynamic Stability Control), DSTC (Dynamic Stability and Traction Control), ESC (Electronic Stability Control, järjestelmän yleisnimitys), ESP (Electronic Stability Program) ja VSC (Vehicle Skid Control).

1 jarrut, 2 pyörännopeusanturit, 3 moottorinohjausjärjestelmän keskusyksikkö CAN-liitännällä, 4 kaasuläpän käyttölaite, 5 ennakkovaraava pumppu imupaineanturilla, 6 ohjauspyörän kulma-anturi, 7 jarrutehostin pääsylinterin kanssa, 8 hydraulinen järjestelmä jarrupaineen anturilla ja siihen liitettyä ohjainyksiköllä, 9 pyörähtämisnopeusanturi integroidulla sivuttaiskiivyyysanturilla.

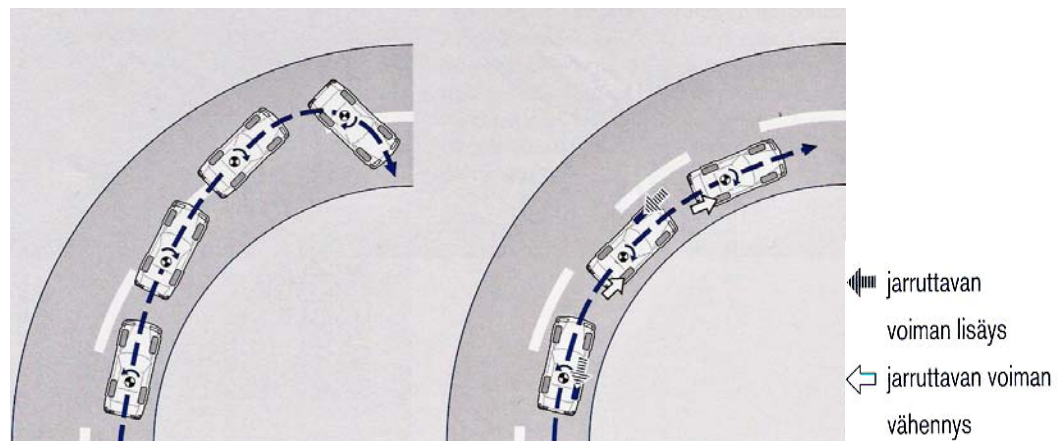


Kuva 8 Ajonvakautusjärjestelmän komponentit ajoneuvossa /2/

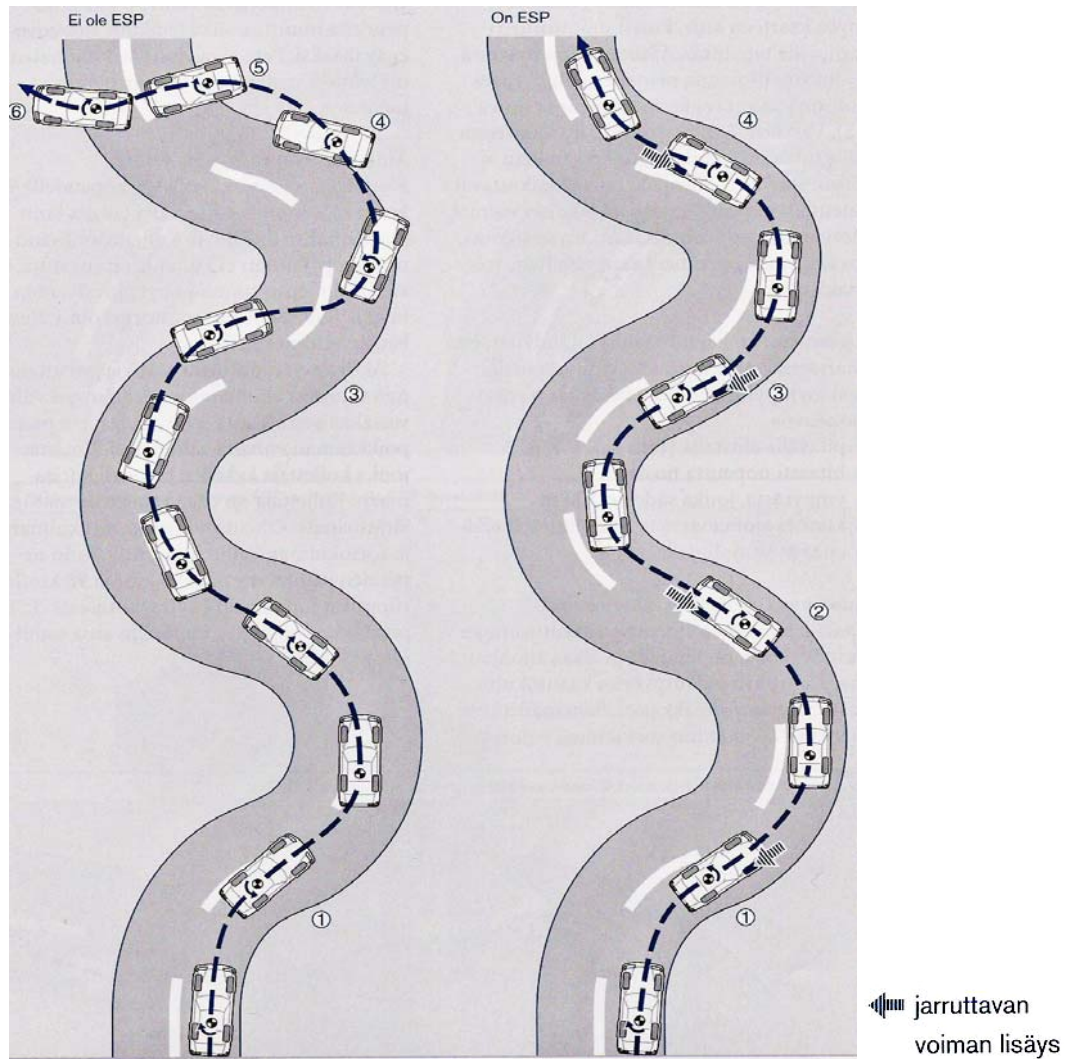
8.2 Toimintaperiaate

Järjestelmä hyödyntää jarrujärjestelmää jarruttamalla pyöräkohtaisesti pitääkseen ajoneuvon liiketilan vakaana. Auton aliohjautuessa jarrutetaan sisempää takapyörää (kuva 9) ja yliohjautuessa ulompaa etupyörää (kuva 10). Järjestelmä voi kiihdyttää vetäviä pyöriä moottorin toimintojen avulla ajovakauden parantamiseksi.

Itsenäisesti toimivat säätimet mahdollistavat jarrutus- ja kiihdytystoimintojen käytön kaikissa tilanteissa tarpeen mukaan.



Kuva 9 Ajokäyttäytyminen kaarteissa jarrutettaessa ilman ajonvakautusjärjestelmää, ja se kytkettynä /8/



Kuva 10 Ajokäyttäytyminen nopeilla ohjausliikkeillä /8/

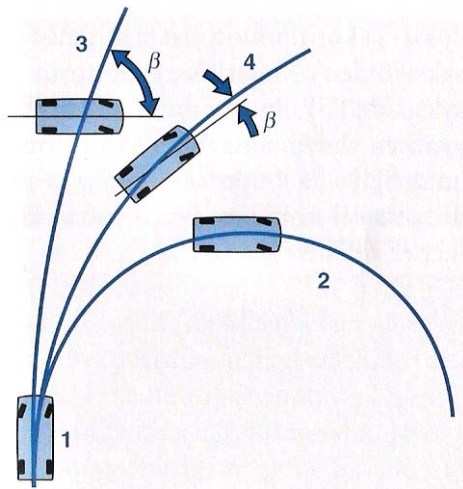
8.3 Säätöjärjestelmän toiminta

Ajoneuvon kulkua tarkastellaan kokoajan kolmelta suunnalta. Säätöjärjestelmä tunnistee pitkittäis- ja poikittaisnopeutta sekä kiertymistä pysty akselin ympäri. Jokaisen pyörän tuottama jarruttava-, vetävä- tai sivuvoima säädetään olosuhteiden mukaisesti niin, että todellinen ja haluttu käyttäytyminen lähenevät toisiaan.

Ajonvakautusjärjestelmän ohjausyksikössä on säätimiä, joiden toiminta on toteutettu hierarkkisesti. Päällimmäisenä tehtäviä hoitaa ajodynamiikan säädin, jolla on tiettyjä tehtäviä:

- määrittää todellinen ajotilanne kiertymis- ja sortokulman avulla (kuva 11)

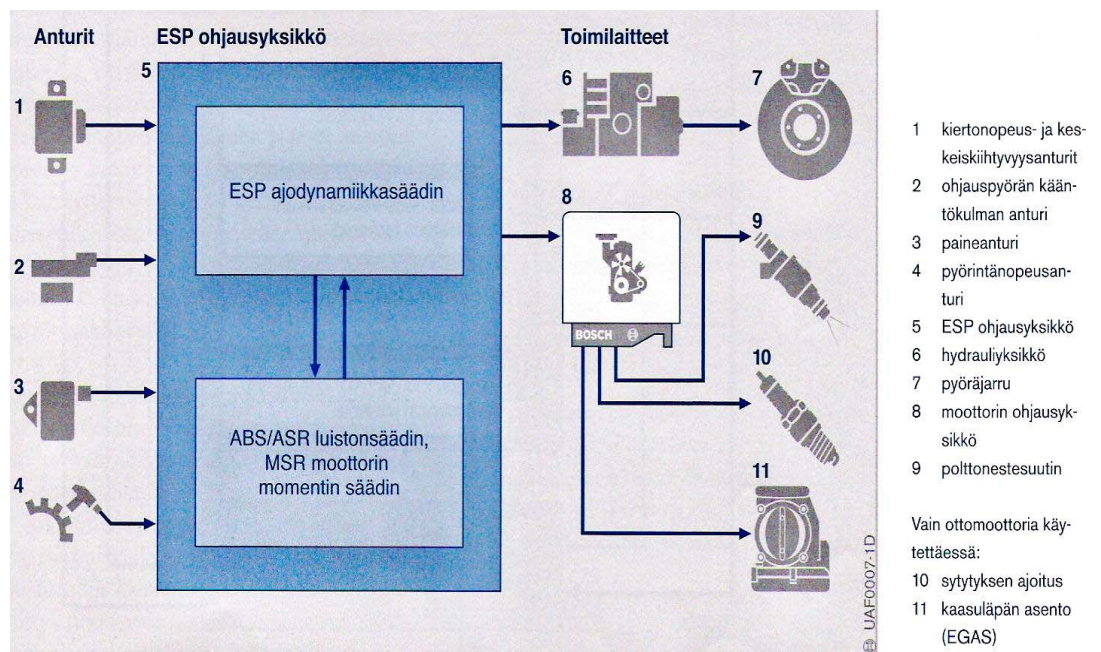
- pitää ajoneuvon käyttäytyminen mahdollisimman normaalitilannetta vastaavana.



- 1 ohjauspyörää käännetään, käänntökulma pidetään vakiona
 - 2 liikerata pitävällä pinnalla
 - 3 liikerata liukkaalla pinnalla, kun käytetään kiertymisnopeuden säätöä
 - 4 liikerata liukkaalla, kun lisäksi käytetään sortokulman säätöä
- β sortokulma

Kuva 11 Ajoneuvon käyttäytyminen kaarteissa /8/

Säätimien tarvitsema tieto saadaan eri toimilaitteilta ja antureilta (kuva 12). Synnyttämällä kiertomomenttia saadaan toivottu ajokäyttäytyminen. Haluttu kiertomomentin taso määräytyy muuttamalla ajodynamiikan säätimellä sopivan pyörän luistomuutoksen asetusarvoa. Hierarkiassa alemmalla tasolla toimiva jarrutus- ja vetoluistonsäädin ohjaa jarrujen toimilaitteita ja moottorin säätöjärjestelmää vaatimusten mukaisesti.



Kuva 12 Säätöjärjestelmän rakennekaavio /8/

Ajodynamiikkasäädin tarvitsee tietoa seuraavista suureista (kuva 13):

- kiertymisnopeus
- ohjauspyörän kääntökulma
- keskeiskiihtyvyys
- arvioitu ajonopeus
- arvioitu renkaan pitkittäisvoima ja luisto

Laskennallisesti saadaan selville seuraavat suuret:

- pyörään vaikuttava sivuvoima
- pyörän sortokulma
- ajoneuvon sortokulma (pituusakselin ja kulkusuunnan välinen kulma)
- ajoneuvon poikittaisnopeus

Ajoneuvon sortokulman ja kiertonopeuden asetusarvo lasketaan sellaisista suureista, joihin kuljettajan ajokäytös vaikuttaa:

- ohjauspyörän kääntökulma
- arvioitu ajonopeus
- pitokerroin
- kaasupolkimen asento tai jarrupaine

Ajodynamiikkasäädin säätää ajoneuvon kiertymisnopeutta ja sortokulmaa. Se laskee kiertomomentin suuruuden niin, että halutun toiminnan suuret vastaavat todettujen suureiden tilaa. Ajodynamiikan kannalta tärkeät suuret todetaan erilaisten ajokokeiden avulla, joissa kääntökulman, kiertymisnopeuden ja ajonopeuden välille saadaan yhteys. Vastaavasti määritetään jarruttaen ja kiihdyttäen perusteet toivotulle ajoneuvon käyttäytymiselle.

Esimerkiksi ajoneuvo rullaa vapaasti oikealle kääntyvässä kaarteessa. Se rupeaa yliohjautumaan ja pyrkii kiertymään liian nopeasti pystyakselinsa ympäri, tällöin ajodynamiikkasäädin antaa käskyn jarruttaa vasenta etupyörää. Tästä syntyy vasemmalle vaikuttava kiertomomentin muutos.

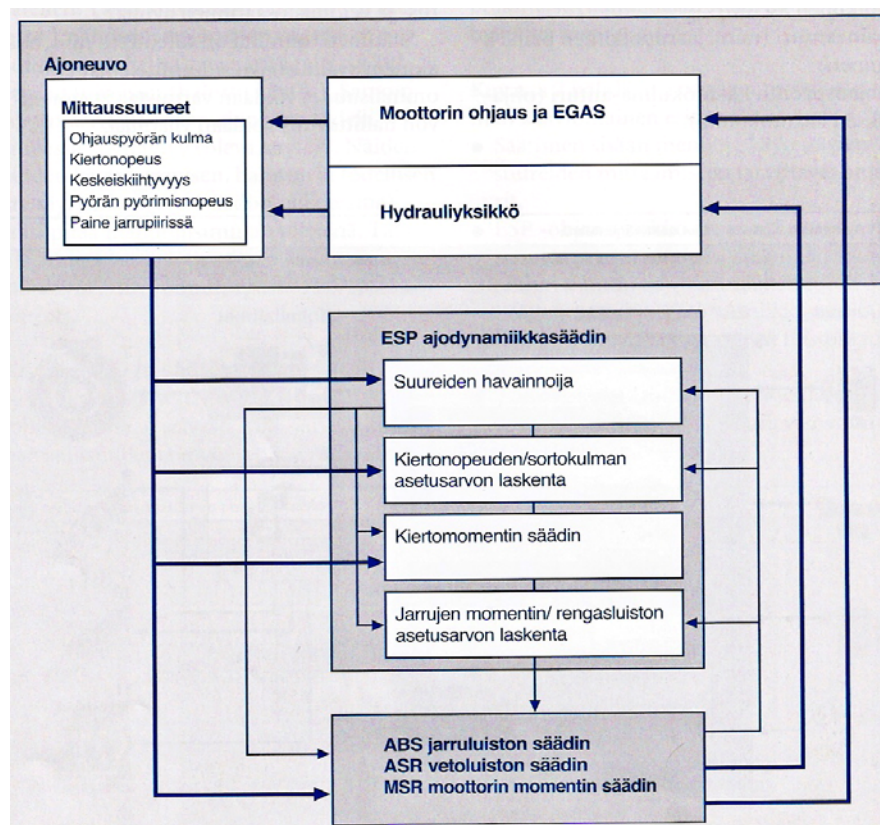
Alemman tason säätimet

Näihin kuuluvat jarruluiston, moottorijarrutuksen sekä vetoluiston säädin.

Jarruluiston säädössä on keskeistä nopeuden tunnistus, joka määritetään eri pyörien pyörintänopeuksien avulla. Hankalaksi tunnistuksen tekee renkaiden mahdollinen luisto, joka aktivoi ABS-toiminnon. Ajokäyttäytymisen puitteissa yhden pyörän jarrutusvoimaa vähennetään hetkellisesti nopeuden määrittämiseksi. Ajoneuvon nopeuden laskennan jälkeen voidaan päätellä muiden pyörien nopeus niiden pyöriessä vapaasti. Tästä saadaan laskettua myös koko ajan säädelyjen pyörien luisto.

Moottorijarrutustilanteessa renkaiden luiston ylittäessä sallitun rajan, säätö puuttuu tilanteeseen. Moottorin ohjausjärjestelmä lisää vääntömomenttia vetäville pyörille, jolloin luisto saadaan sallittuihin rajoihin.

Vetoluiston säädössä aktivoituminen tapahtuu, kun vetävien pyörien luisto ylittää sallitun rajan. Tilanteeseen vaikutetaan joko moottorin vääntömomenttia muuttamalla tai jarruttamalla. Ajodynamiikkasäädin antaa luistonestojärjestelmälle tietoa halutusta renkaiden luistosta ja sallitusta luistoerosta vetävien pyörien välillä.

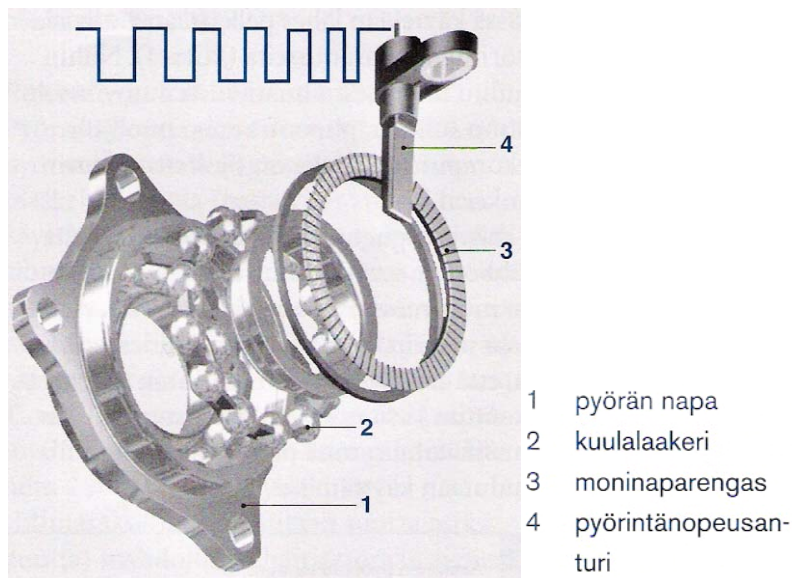


Kuva 13 Ajodynamiikkasäätimen sisäänmeno- ja ulostulosuureet /8/

8.4 Anturit

Pyörän pyörimisnopeusanturi

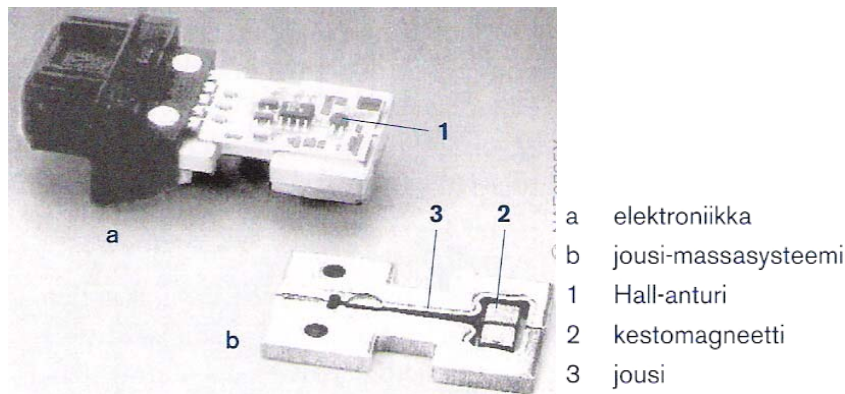
Anturilla mitataan yksittäisen pyörän pyörimisnopeutta. Signaali johdetaan hydraulikkajärjestelmän ohjausyksikköön, joka määrittää pyörien jarrupaineen yksilöllisesti. Tämä estää pyörien lukkiutumisen sekä säilyttää renkaiden pidon. Nykyisin käytetään aktiivisia antureita, joiden rakenne eroaa perinteisistä induktiivisista antureista. Aktiivisessa anturoinnissa käytetään usein Hall-anturia ja perinteisen hammaskehän sijasta moninapaista magneettirengasta tai pulssiratasta (kuva 14). Tällaisella anturoinnilla saadaan pyörien nopeustunnistus tarkemmaksi, ja toiminta ulottuu pysähtymiseen saakka tunnistuen myös paikallaan olemisen. Nämä tunnistavat myös heti pyörän lähdettyä pyörimään sen pyörimissuunnan. Tämä on välttämätön tieto mäkilähtöjarrulla varustetuissa ajoneuvoissa, joka käyttää jarruja automaattisesti estäen ajoneuvon liikkumisen väärään suuntaan. Ajoneuvon navigointijärjestelmä hyödyntää myös pyörien antureita kuljetun matkan mittaamiseen. Tällainen tilanne syntyy, kun satelliittisignaaliin ei saada yhteyttä esimerkiksi tunnelissa.



Kuva 14 Aktiivinen pyörimisnopeusanturi /8/

Hall-kiihtyvyyssanturi

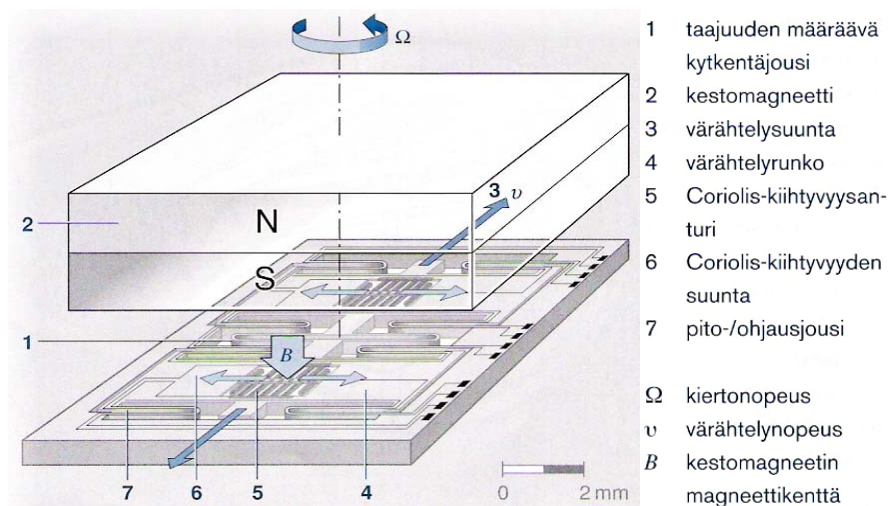
Ajoneuvon pitkittäis- ja poikittaiskiihtyvyyden mittaamiseen käytetään pyörimisnopeustunnistimien lisäksi yleensä Hall-kiihtyvyyssanturia (kuva 15). Tätä tietoa käytetään autoissa, joissa on lukkiutumattomat jarrut, vetoluistonesto, neliveto tai ajonvakautusjärjestelmä. Kiihtyvyyssanturi sisältää jousi-massa järjestelmän, joka kiihtyvyyksien vaikutuksesta siirtyy pois lepotilasta. Siirtymän suuruudesta määritetään kiihtyvyys.



Kuva 15 Hall-kiihtyvyyssanturi /8/

Kiertonopeusanturi

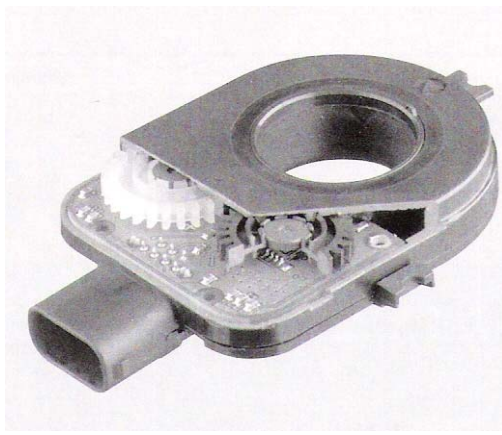
Mikromekaanisia kiertonopeus- ja kiertokiihtyvyyssantureita käytetään ajonvakautusjärjestelmällä varustetuissa ajoneuvoissa (kuva 16). Niillä mitataan ajoneuvon kiertymistä pysty akselinsa ympäri. Tämä voi tulla kyseeseen, jos ajoneuvo pyrkii pyörryttämään tieltä.



Kuva 16 Mikromekaaninen kiertonopeusanturi /8/

Ohjauksen kääntökulma-anturi

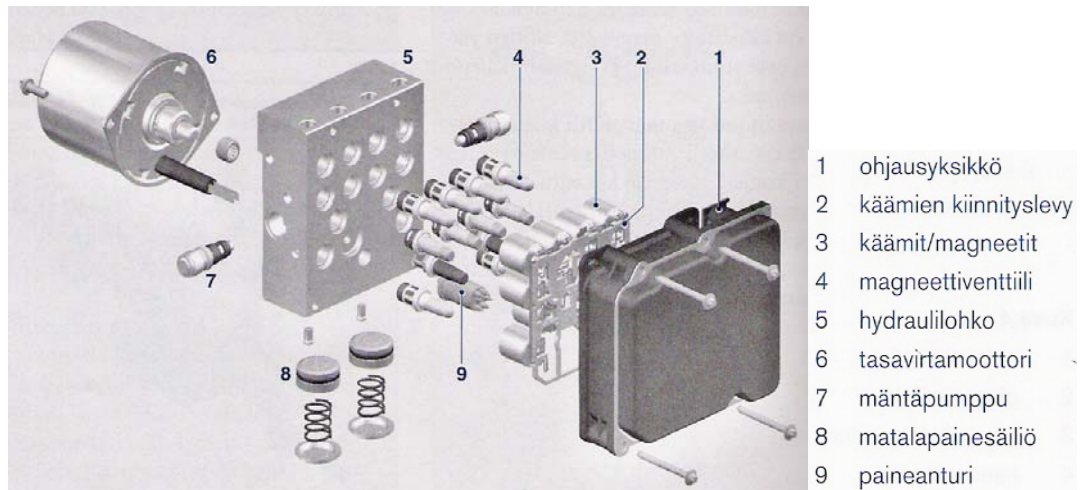
Tähän tarkoitukseen on käytössä potentiometrejä, optisia koodiantureita ja magnetismiin perustuvia antureita (kuva 17). Yleisimmin käytetään antureita, joissa ohjauspyörän kääntäminen tunnistetaan jatkuvana signaalina ja tallennetaan muistiin. Tämä on tarpeen johtuen anturin mittauskyvystä, koska ne pystyvät mittaamaan ainoastaan yhden kierroksen. Ohjauspyörän liike on kumminkin noin neljän kierroksen luokkaa. Käytössä on myös antureita, jotka pystyvät mittaamaan koko kääntökulma alueen.



Kuva 17 Koko kääntökulma alueen mittaava kääntökulma-anturi /8/

8.5 Jarrujärjestelmän hydraulikkayksikkö

Hydrauliikkayksikkö (kuva 18) muodostaa hydraulisen yhteyden pääsylinterin ja pyöräsyylinterien välille. Se toteuttaa ohjausyksikön säätimien antamia käskyjä ja säätää magneettiventtiilien avulla pyörien jarrupainetta. Perinteisessä ABS-järjestelmässä hydrauliikkayksikkö säätää kuljettajan polkimella tuottamaa jarrupainetta. Ajonvakautuksella ja luistonestolla varustetuissa ajoneuvoissa hydrauliikkayksikön täytyy pystyä tuottamaan jarrupainetta itsenäisesti.



Kuva 18 ESP-hydrauliikkayksikkö /8/

8.6 Kuljettajaa avustavia jarrutoimintoja

Nykyisiin sähköisiin jarrujen säätöjärjestelmiin saadaan lisättyä lisätoimintoja, jotka toimivat yhdessä ajonvakautusjärjestelmän kanssa. Seuraavassa on lyhyt esittely käytettävistä lisätoiminnoista.

Hydraulinen jarruavustin (Hydraulic Brake Assistant, HBA)

Hydraulinen jarruavustin tunnistaa hätäjarrutustilanteen ja kasvattaa hidastuvuutta jarrutuksen alkuvaiheessa. Jarruavustin lisää jarrupainetta nopeasti lähelle pyörien lukkiutumisrajaa. Kuljettajan poljinvoimasta tai poljinpaineesta määritetään paineen noston lisäys. Poljinpaine määritetään pääsylinterissä vaikuttavan jarrupaineen ja jarrujen toimintatilan avulla. Kuljettajan poljinvoiman pienentyessä myös jarrupaine alenee, joten auton hidastuvuuteen kuljettaja pystyy koko ajan vaikuttamaan. Mikäli järjestelmässä ilmenee vikaa, kytkeytyy jarruavustin pois toiminnasta ja siitä ilmoitetaan kuljettajalle vikailmoituksella.

Säädely pysäytys (Controlled Deceleration for Parking Brake, CDP)

Säädely pysäytys mahdollistaa kuljettajan niin halutessa ajoneuvon automaattisen hidastumisen pysähtymiseen saakka. Auton pysähtyttyä huolehtii ajonvakautusjärjestelmän hydraulikka ajoneuvon paikallaan pysymisestä erillisen pysäköintijarrun sijasta.

Mäkilähtöjarru (Hill Hold Control, HHC)

Ajoneuvon pysähtyttyä mäkeen tallennetaan kuljettajan käyttämä jarrupaine muistiin. Jarrupaine säilytetään, vaikka kuljettaja nostaisi jalan jarrupolkimelta. Kahden sekunnin paikallaan olon jälkeen paine poistetaan tai silloin, kun liikkeellelähtö tapahtuu. Tämän kahden sekunnin sisällä on kuljettajan lähdeävä liikkeelle, muuten ajoneuvo lähtee taaksepäin ilman uutta jarrutusta.

Alamäkiajon säätö (Hill Descent Control, HDC)

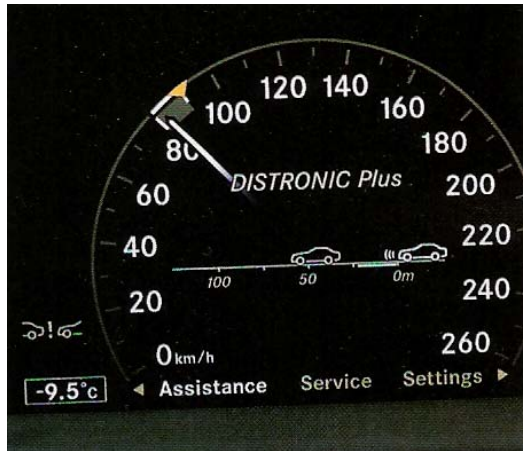
Järjestelmä käyttää alamäessä hyödykseen jarruja automaattisesti ja moottorijarrutusta. Se tunnistaa alamäkitilanteen ja kytkeytyy valmiustilaan tasaisella tai ylämäessä. Ajosuunnan tunnistus pitää järjestelmän toiminnassa myös peruutettaessa. Järjestelmä kytketään ohjaamosta katkaisimella. Tarvittaessa kuljettaja voi asettaa halutun asetusnopeuden. Säädetyt nopeuden ylittyessä kaasua painettaessa kytkeytyy toiminto automaattisesti valmiustilaan. Toiminnan tilasta kerrotaan kuljettajalle merkkivalolla ja myös jarruvalot syttyvät järjestelmän niitä käyttäessä.

Nopeudensäätimen hidastussäätö ns. Pre-Crash-järjestelmä (Controlled Deceleration for Driver Assistance system, CDD)

Järjestelmä toimii älykkäiden vakionopeussäätimien yhteydessä, joka tutkajärjestelmän avulla mittaa etäisyyttä edellä ajavaan ajoneuvoon (kuva 19). Järjestelmää on edelleen kehitetty mukautuvasta nopeudensäätimestä (ACC), joka etäisyys tiedon mukaan pystyy määrittämään jarruavustimelle tehokkaimman mahdollisen jarrutuksen. Kuljettajan täytyy vain itse aloittaa jarrutus. CDD-järjestelmässä käytetään automaattista jarrutustoimintoa eli järjestelmä pystyy aloittamaan jarrutuksen ilman kuljettajan toimia. Täyden hidastuvuuden saavuttamiseksi kuljettajan täytyy kuitenkin osallistua jarrutukseen. Järjestelmää täydentää hätätilanteista ilmoittavat ääni- ja valomerkit.

Nykyisessä Pre-Crash-tekniikassa käytetään sähkötoimisia palautuvia turvavöiden esikiristimiä, jotka aktivoituvat hätäjarrutustilanteessa. Tutka- ja ajonvakautusjärjestelmä huolehtivat aktivoitumisesta. Vasta törmäystilanteessa

aktivoituu vyön kiristyksen toinen vaihe, mikäli törmäys vältetään vapautuvat esikiristimet automaattisesti. /15/



Kuva 19 Mercedes-Benzin Distronic Plus-näyttö nopeus- ja etäisyystiedoilla /15/

Hydraulinen häipymisen kompensointi (Hydraulic Fading Compensation, HDF)

Jarrupolkimen voimakkaasta painamisesta huolimatta voi ajoneuvon suurin mahdollinen hidastuvuus jäädä saavuttamatta, tällöin otetaan käyttöön tämä toiminto. Häipyminen johtuu yleensä jarrujen korkeasta lämpötilasta, jolloin maksimi hidastuvuuden saavuttamiseksi lisätään jarrutettaessa painetta pyöräsylintereille normaalia enemmän. Pyöräsylintereillä vallitseva paine voi tällaisessa tilanteessa ylittää pääsylinderissä olevan paineen.

Hydraulinen taka-akseli tehostus (Hydraulic Rear Wheel Boost, HRB)

Hydraulinen taka-akseli tehostus kasvattaa myös taka-akselin jarrupainetta ABS-jarrutuksessa lähelle lukkiutumisrajaa. Sääto toimii vasta silloin, kun ABS-järjestelmä säättää jo etupyöriä. Tämän järjestelmän hyöty tulee esille, kun ABS-sääto on jo alkanut ja monet kuljettajat eivät lisää poljinvoimaa. Takajarruille lisätään painetta automaattisesti, että saadaan niistä maksimi jarrutusteho irti.

Jarrulevyn puhdistin (Brake Disk Wiping, BDW)

Ajettaessa sateessa otetaan käyttöön jarrulevyn puhdistustoiminto. Tilanne tunnistetaan lasinpyyhkimien toiminnasta tai sadetunnistimelta. Jarrupaineen

lyhytaikainen lisäys saa aikaan kevyen jarrutuksen, joka kuivaa jarrulevyn. Kuivaus suoritetaan tietyin väliajoin järjestelmän ollessa aktivoituneena. Painetaso on jarruilla sellainen, ettei hidastuvuutta ajossa huomaa. Kuljettajan painaessa jarrua kytkeytyy järjestelmä pois toiminnasta.

9 NELIVETOJÄRJESTELMÄT

Nelivedot voidaan jaotella automaattisesti kytkeytyviin, kytkettäviin ja jatkuviin nelivetoihin. Valmistajasta ja käyttötarkoituksesta riippuu mitä ratkaisua käytetään (liite 1).

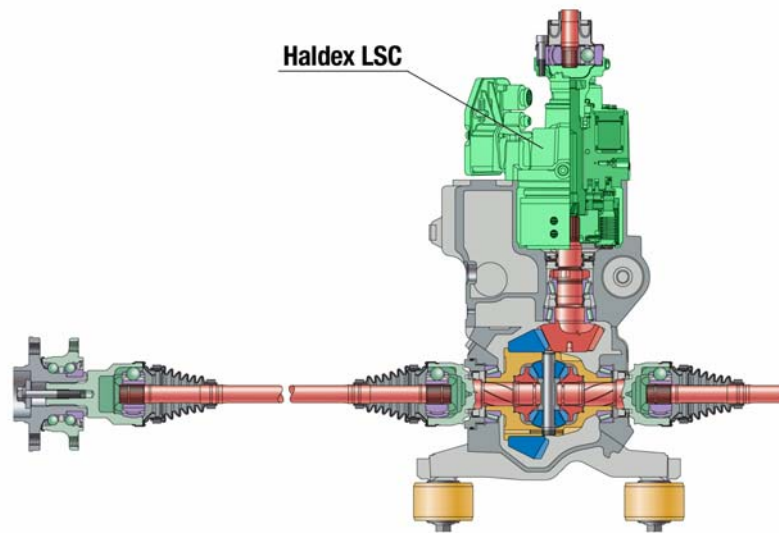
Monien nelivetoisten ajoneuvojen jarruja ei voi testata perinteisellä jarrudynamometrillä, varsinkaan mekaanisesti toteutettujen nelivetojärjestelmien (esim. Torsen). Myös monilla sähköisesti ohjatuilla ja lamellikytkin-ratkaisuilla on rajoituksensa. Ajonhallintajärjestelmien kytkeytyminen voi aiheuttaa järjestelmiin vikailmoituksia, koska kaikista ajoneuvoista näitä ei saa kokonaan kytkettyä pois. Riippuu tietysti paljon myös dynamometrin ominaisuuksista ja rullien pyörintänopeuksista, koska joitakin nelivetoja voi rullilla ajaa, jos ne pyörivät riittävän hitaasti. Monissa uusimmissa dynamometreissä on erilaisia nelivetojen tarkastukseen soveltuvia ominaisuuksia tai niitä löytyy ainakin lisävarusteena. Tietysti turvallisinta on jättää dynamometrille ajo väliin nelivetojärjestelmän rikkoutumisen välttämiseksi. Nelivedot kuitenkin yleistyvät kovalla tahdilla ja jarrujen testaus jää monessa tapauksessa tekemättä.

Seuraavassa käydään läpi yleisimmät nelivetoratkaisut:

9.1 Haldex-kytkimellä varustettu neliveto /20/

Haldex-kytkimellä toteutettu neliveto on automaattisesti kytkeytyvä. Sen perustana on elektronisesti ohjattu lamellikytkin. Se sijaitsee taka-akselin yhteydessä etuvetoon perustuvissa ja poikittaismoottorilla varustetuissa ajoneuvoissa, jota käytetään kardaaniakselin välityksellä (kuva 20). Tämän tyyppistä järjestelmää

käytetään esimerkiksi VAG-konsernin 4motion-nelivedoissa ja Volvon uudemmissa AWD-nelivedoissa. Lamellikytkimellä varustettuja nelivetoja löytyy monelta autonvalmistajalta. Valmistajasta riippuen lamellikytkimien ominaisuuksissa on eroja, toimintaperiaatteen pysyessä samankaltaisena. Haldex-kytkin on näistä yksi toteutus.



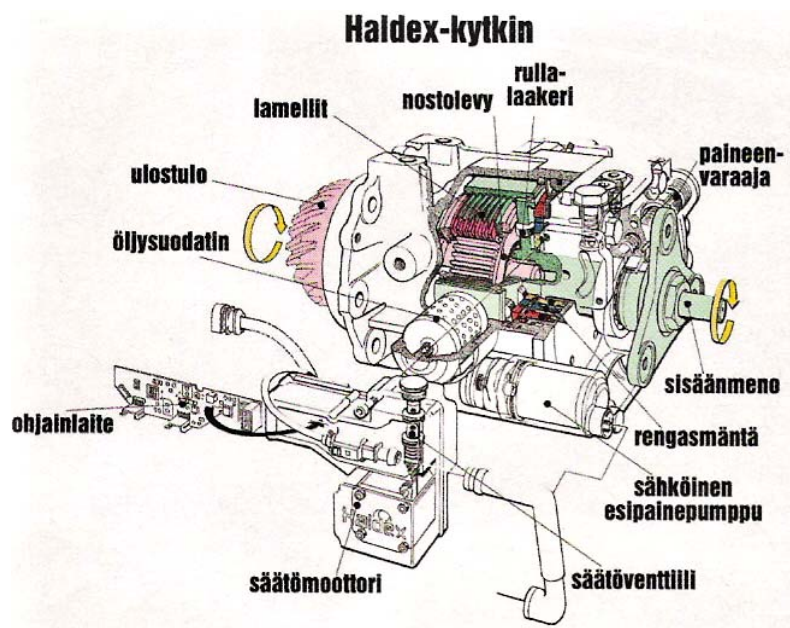
Kuva 20 Haldex taka-akselin yhteydessä /20/

Edellä kuvattu järjestelmä on pitävällä pinnalla ja suoraan ajettaessa lähes etuvetoinen. Akselien välillä esiintyessä pyörimisnopeuseroa, esimerkiksi rajuissa kiihdytyksissä, vääntömomenttia siirretään portaattomasti takapyörille. Ajotilanteesta riippuen vääntömomentti jaetaan akseleiden välillä, eli kiinteää tai maksimi jakosuhdetta ei ole. Riippuu autonvalmistajasta minkälainen maksimi vetosuhte akselien välille suunnitellaan. Paljon käytössä on 50:50 jakosuhte.

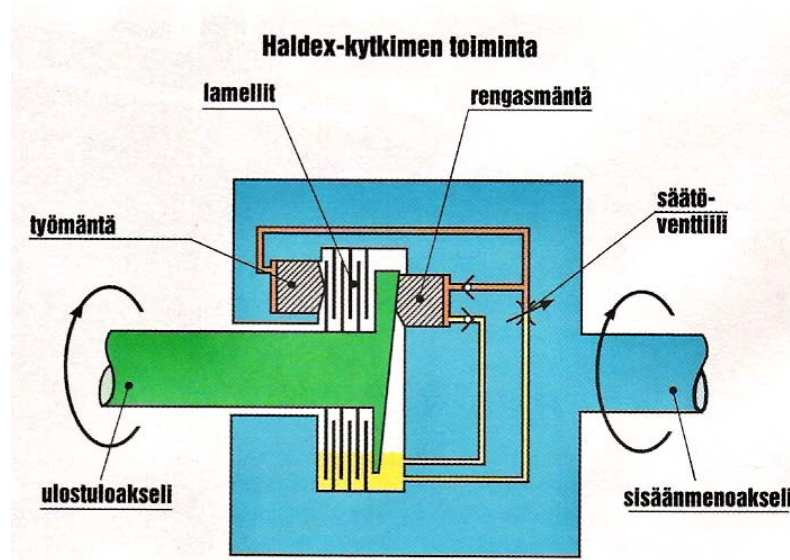
Haldex-kytkimen ohjaus tapahtuu sähköpumpun tuottaman esipaineen avulla (kuva 21). Tämän ansiosta lamellikytkimen toiminta saadaan nopeasti reagoivaksi. Rengasmaiset männät ovat koko ajan yhteydessä kytkeytymisen ohjaukseen käytettävään esipaineeseen. Pumppu toimii vasta moottorin käydessä, eli kytkeytymistä ei tapahdu ilman esipainetta. Tästä johtuen hinaamiselle ei ole rajoituksia, joka mahdollistaa auton hinaamisen toinen akseli nostettuna.

Haldex-kytkimen kytkeytymiseen tarvittava käyttöpaine tuotetaan akseleiden pyörimisnopeuserolla. Haldex-yksikkö voidaan käsittää hydraulipumppuna, jonka

kotelo ja rengasmaisen mäntä on yhdistetty sisäänmenoakseliin (kuva 22). Molemmat akselit ovat yhdistetty toisiinsa lamellikytkimen kautta, ja kytkin on normaalitilanteessa kuormittamaton eli vääntömomenttia ei siirry sen läpi. Akseleiden pyöriessä samalla nopeudella pumppaustoimintaa ei ole. Heti pyörimisnopeuseron ilmetessä pumppaustoiminto alkaa kehittää öljyvirtausta ja kytkimen kautta siirtyy momenttia. Öljy virtaa työmännälle, joka puristaa lamelleja ja jarruttaa akseleiden pyörimisnopeuseroa. Öljy palaa öljytilaan säätöventtiilin kautta, joka säätää öljynpainetta ja voimaa kytkinpaketille. Järjestelmässä on ylikuormitusventtiili, joka suojelee koko järjestelmää ylikuormituksilta.

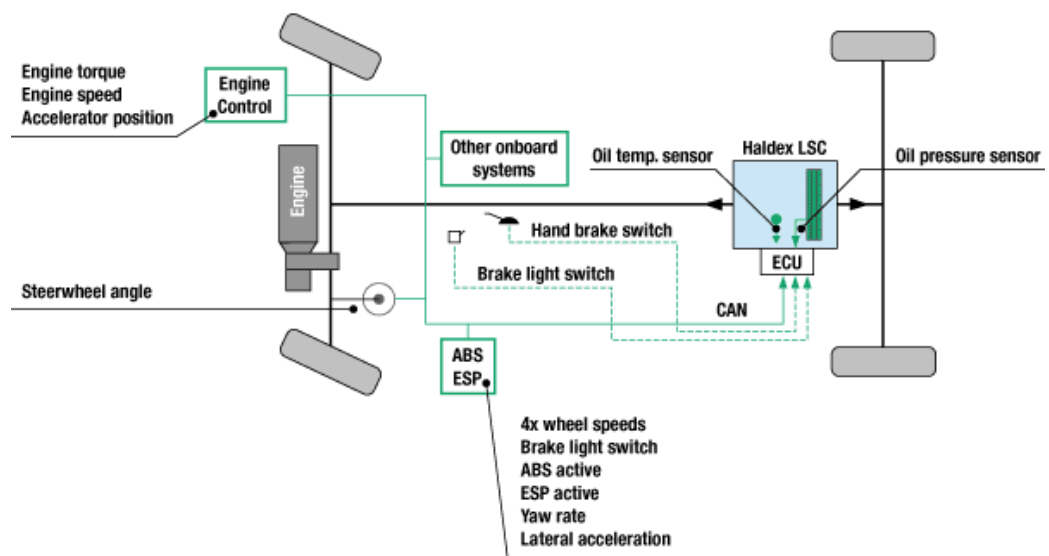


Kuva 21 Haldex-kytkimen rakenne /13/



Kuva 22 Haldex-kytkimen toimintaperiaate /13/

Elektroninen ohjausyksikkö on integroitu Haldex-yksikköön, joka yhdistää Haldex-järjestelmän ajoneuvon muuhun sähköjärjestelmään. Tietoja ohjausyksikkö saa ajoneuvon monilta antureilta, kuten pyörän pyörimisnopeus- ja pyörien kääntökulma-anturilta sekä moottorin vääntömomentti ohjaukselta (kuva 23). Se on yhteydessä ajonhallintajärjestelmien kanssa, joiden antamien tietojen mukaan Haldex-kytkintä pystytään ohjaamaan ajotilanteiden mukaan. Saatujen tietojen perusteella ohjausyksikkö säätelee venttiilien välityksellä vääntömomentin siirtymistä taka-akselille. Sähköisen ohjauksen ja tunnistuksen vuoksi kytkeytyminen ja vastaavasti irrotus tapahtuvat nopeasti. Esimerkiksi pysäköitäessä ja ABS-jarrutuksissa ei turhaan pidetä Haldex-kytkintä kytkettynä. Ajonvakautus voi taas käyttää Haldex-kytkintä hyväkseen kytkemällä vedon takapyörille hallittavuuden parantamiseksi.



Kuva 23 Haldex-kytkimen kanssa yhteydessä olevia järjestelmiä /20/

9.2 Hydraulisesti ohjattu lamellikytkin /13/

Perustoiminta on vastaava Haldex-kytkimen kanssa. Suurin ero on kytkimen ohjauksessa, joka tapahtuu hydraulisesti ilman sähköistä esipainepumppua. Lamellikytkintä ohjataan hydraulipumppujen pyörimisnopeuseron tuottamalla paine-erolla. Venttiileillä saadaan ohjattua kytkimen toimintaa jarrutustilanteissa nelivedon kytkeytymisen estämiseksi. ABS-järjestelmä toimii tällöin normaalisti, kun neliveto ei pyri kesken jarrutustilanteen kytkeytymään. Hondan citymaastureissa käytetään tällaista järjestelmää, jotka ovat perusrakenteeltaan

etuvetoisia. Tällaisia autoja voi hinata etuakseli nostettuna.

Maastoajoneuvoissa on käytössä myös tällaisia nelivetoratkaisuja. Hyvänä esimerkkinä järeimmästä päästä on Jeep Grand Cherokee. Siinä akselien välisen kytkennän lisäksi ovat lamellikytkimet myös molemmille akseleille. Jeep on normaalisti takavetoinen, kun akselien välille syntyy riittävästi pyörimisnopeuseroa, kytkeytyy etuakseli mukaan. Akselikohtainen poikittaislukitus toimii, mikäli toinen pyörä pyrkii pyörimään toista nopeammin. Kuitenkin niin, että tasauspyörästä pystyy toimimaan normaalisti. Jeep on siis huonoissa tilanteissa oikeasti nelivetoinen.

Yleensä tämänytyypisillä lamellikytkimillä varustetun nelivedon akseleiden välinen jakosuhte on 50/50. Uudessa Honda CRV:ssä (2007 ->) taka-akselille voidaan maksimissaan jakaa 70 prosenttia vetovoimasta /1/.

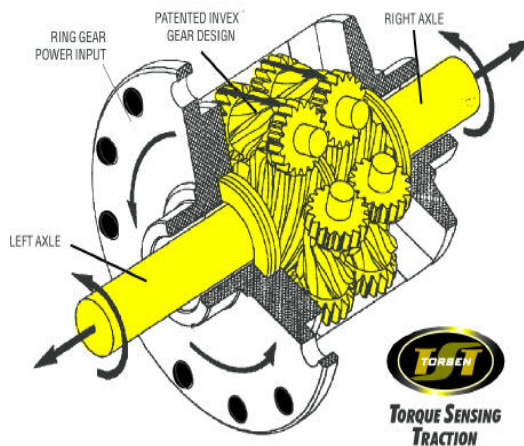
9.3 Viskokytkimellä toteutettu neliveto /13/

Nelivedon yleistyessä käytettiin paljon viskokyttimeen perustuvia järjestelmiä. Sillä saadaan helposti toteutettua alun perin kaksivetoisesta nelivetoinen. Keskitasauspyörästä ei tarvita, kun viskokytkin toimii akseleiden välillä lukitsijana. Viskolukkoa voidaan käyttää myös akselin poikittaislukkona, kuten Subarun turbomalleissa. Viskokytkin pystyy korkeintaan jakosuhteeseen 50:50. Nykyään monet, ennen viskokytintä käyttäneet autovalmistajat ovat siirtyneet Haldex-kytkimeen tai vastaaviin lamellikytkin ratkaisuihin. Esimerkiksi Volkswagenin aikaisempi Syncro-mallisto oli toteutettu viskokytkimellä.

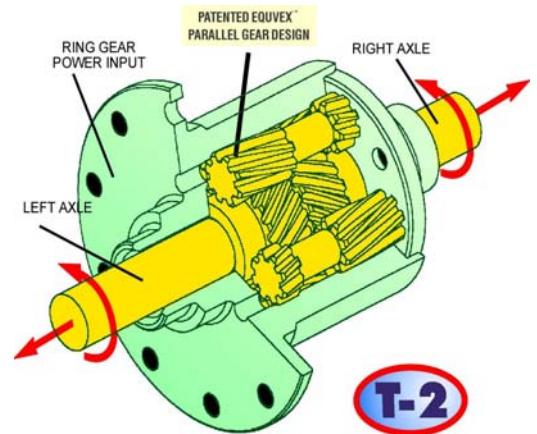
Viskokytkimellä toteutettuja nelivetoja ei saa hinata toinen akseli nostettuna, koska maassa olevat pyörät pyrkivät pyörittämään myös ilmassa olevia. Vastaavasti mikäli etu- ja taka-akselilla on erikokoiset pyörät, niin halkaisijaltaan suuremmat pyörät omaava akseli pyörii pidemmän matkan samalla pyörintänopeudella. Eli tämän akselin täytyy pyöriä hitaammin kuin toisen, jotta akselien pyöriillä olisi sama kehänopeus. Tämä aiheuttaa viskokyttimeen jatkuvaa luistoa ja rasitusta.

9.4 Torsen-tasauspyörästöllä toteutettu neliveto

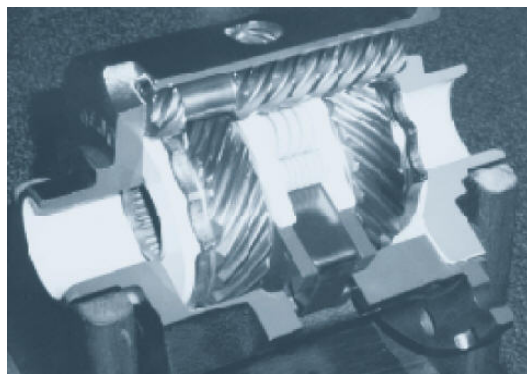
Torsenia sanotaan väännön tuntevaksi tasauspyörästöksi. Se luokitellaan jatkuvaksi nelivedoksi. Tasauspyörästöjä löytyy neljää eri versiota (kuvat 25–28). Niiden rakenteissa ja lukitusarvoissa (taulukko 4) on eroja toimintaperiaatteen pysyessä kuitenkin lähes samanlaisena. Eri autonvalmistajilla on käytössä näistä eri versioita. Uusin versio on esimerkiksi Alfa Romeon Q4-nelivedoissa käytettävä Torsen-C twin differential, jossa samassa paketissa on keskitasauspyörästön lisäksi etutasauspyörästö. Torsenia voidaan käyttää etu- ja takatasauspyörästönä, kuitenkin yleisimmin sitä käytetään keskitasauspyörästönä jakamassa momenttia akseleiden kesken. Torsen on myös täysin yhteensopiva ajonhallintajärjestelmien kanssa.



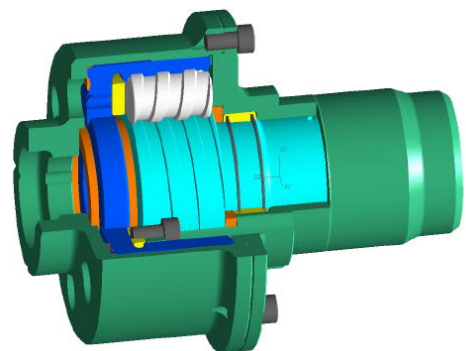
Kuva 25 Torsen T-1 /29/



Kuva 26 Torsen T-2 /29/



Kuva 27 Torsen T-2R (Racemaster) /29/



Kuva 28 Torsen T-3 (Torsen-C) /29/

Taulukko 4 Torsen-tasauspyörästöjen lukitusarvot (Torque Bias Ratio TBR)

Tyyppi	etu-akseli	keskitasauspyörästö	taka-akseli
Torsen T-1	-	2,5:1-3,5:1	2,5:1-5,0:1
Torsen T-2	1,4:1-2,5:1	1,5:1-2,5:1	2,0:1-3,0:1

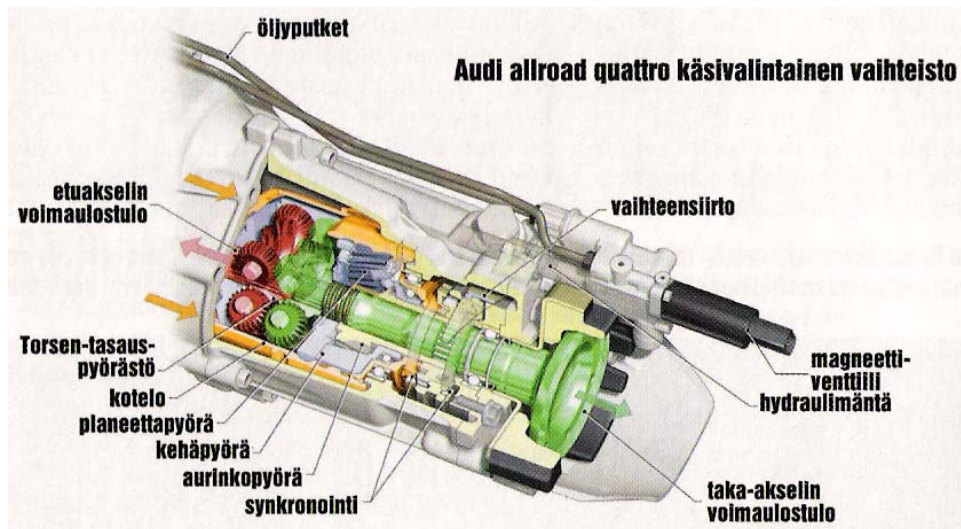
Torsen T-3 on ominaisuuksiltaan hieman erilainen kahteen edeltäjään verrattuna. Sen momentin jakosuhte voi olla etu- ja taka-akselin kesken maksimissaan välillä 65:35–35:65. Jakosuhteen täytyy olla planeettapyörästön rakenteen vuoksi kuitenkin eri, kuin tasan 50:50. Tästä momentin jakosuhteesta lukituskyky on yleensä 20–30 prosentin välillä. /29/

Esimerkiksi ajoneuvossa on jakosuhte etu- ja taka-akselin välillä 43:57. Se pystyy siirtämään momenttia akseleiden välillä suhteessa 72:28–22:78. Tällöin lukituskyky on takaveto-painotteisena 21% ($78-57=21$) ja etuveto-painotteisena 29% ($72-43=29$).

Torsenin ollessa keskitasauspyörästönä (kuva 29) momentti kulkeutuu putkiakselia pitkin tasauspyörästön kuorelle. Tästä momentti siirtyy kierukkapyörien kautta etu- ja taka-akselille. Kierukkapyörät ovat toisiinsa yhteydessä hammaspyörien välityksellä. Toisen akselin pyrkiessä pyörimään toista nopeammin siirtyy hammaspyörien välityksellä momenttia paremmin pitävälle akselille. Hitaammin pyörivän akselin hammaspyörät tukevat nopeammin pyörivän akselin hammaspyöriä ja siirtää näin enemmän momenttia pitävälle akselille. Torsenin lukitusarvosta riippuu, paljonko momenttia pystytään jakamaan akseleiden välillä. Audilla on paljon käytössä 1:3,5 lukitusarvo, jolloin pitävämpi akseli pystyy siirtämään 3,5-kertaisen momentin heikommin pitävään akseliin nähden. Tällaisella lukitusarvolla momentin jakosuhte voi suurimmillaan olla akseleiden välillä 22:78–78:22. Torsen siirtää momenttia akseleiden välillä nopeasti eli pyörien ei tarvitse sutia ennen momentin jakoa. Tähän ei tarvita elektronista ohjausta vaan toiminta on täysin mekaaninen. Torsen-tasauspyörästöllä olevaa ajoneuvoa ei saa hinata toinen akseli nostettuna ja toinen pyörimässä. /13/

Esimerkiksi tilanne, jossa Torsen-keskitasauspyörästöllä varustettu ajoneuvo ajetaan toinen akseli vapaasti pyörivien rullien päälle ja toinen akseli on maassa.

Kiihdytettäessä ajoneuvoa, rullien päällä olevat pyörät pyörivät tyhjä ja ajoneuvo ei lähde liikkeelle. Rullilla olevien pyörien pyörittämiseen tarvittava momentti on lähellä nollaa, joten momentin siirtoa ei tapahdu pitävälle akselille. Mikäli rullilla olevia pyöriä jarrutetaan esimerkiksi luistoneston avulla, niin momentti kasvaa ja sitä siirtyy pitäville pyörille.



Kuva 29 Torsen-tasauspyörästö vaihteistossa /13/

9.5 Autonvalmistajien nelivetoratkaisuja

Jatkuvien nelivetojen toteutuksissa on paljon variaatioita. Lähtökohtana on keskitasauspyörästö, joka jakaa momentin akseleiden välillä ja mahdollistaa niille eri pyörimisnopeudet. Perinteisellä keskitasauspyörästöllä momentti jakautuu 50:50 suhteessa akseleiden välillä. Planeettapyörästöä käytettäessä jakosuhte voi poiketa tasajaosta, pyörästön rakenteesta riippuen. Lisäksi tasauspyörästön yhteyteen lisätyllä lukolla saadaan parannettua vetokykyä. Seuraavassa on esitelty autonvalmistajien nelivetoratkaisuja, joiden toteutustavat eroavat toisistaan.

Mitsubishin aktiivinen ACD-neliveto /30/

Mitsubishin aktiivinen ACD-neliveto on tuotantoautojen huippua, jota käytetään Evolution mallistossa. Tietokoneen ohjaama hydraulijärjestelmä jakaa momenttia akseleiden välillä. Valittavana on kolme ohjelmaa, jotka vaikuttavat jakosuhteeseen. Järjestelmä mittaa koko ajan ajoneuvon käyttäytymistä antureiden

avulla. Tietoja saadaan esimerkiksi nopeudesta, ohjauspyörän kääntökulmasta, auton kulkukulmasta, moottorin kierrosnopeudesta, ahtopaineesta, jarrupaineesta ja kaasun asennosta. Näiden perusteella voimanjakoa muutetaan pyörillä tilanteen mukaan. Esimerkiksi kaarreajossa järjestelmä tunnistaa ali- tai ylioheus tilanteet ja kompensoi tätä muuttamalla keskilukon lukituspainetta. Taka-akselilla on vastaava järjestelmä myös sähköisesti ohjattuna. Se pystyy esimerkiksi kaartein alkuvaiheessa siirtämään vähemmän, ja loppuvaiheessa enemmän momenttia ulommalle pyörälle hyvän kääntyvyyden varmistamiseksi. Etutasauspyörästä käytetään Torsenia.

Subarun nelivetojärjestelmä /22/

Subarun manuaalivaihteisissa on keskitasauspyörästä varustettu nelivetojärjestelmä (kuva 30). Siinä on 50:50 jakosuhte etu- ja taka-akseliston kesken. Keskitasauspyörästä on varustettu viskokytkimellä, joka rajoittaa luistavaa akselia ja siirtää momenttia pitävälle akselille. Viskokytkimen välittämä momentti pitävämmälle akselille on maksimissaan puolet tarjolla olevasta momentista. Turbomalleissa on lisäksi käytetty taka-akselistossa viskokytkintä poikittaisena lukkona.

Subarun automaattivaihteisissa malleissa neliveto on toteutettu elektronisesti ohjatulla lamellikytkimellä. Normaali tilanteessa se on lähes etuvetoinen jakaen momenttia taakse tarpeen mukaan lamellikytkimille tyypilliseen tapaan.

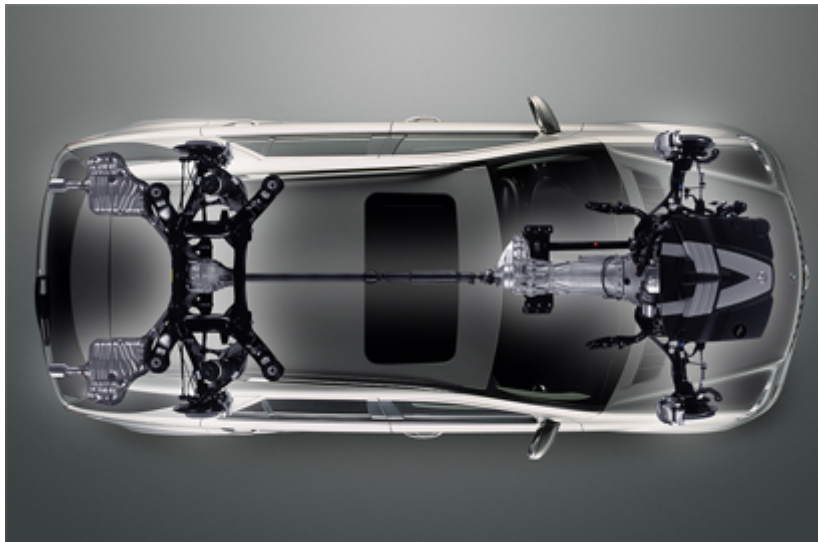
Subarun automaattivaihteistolla ja ajonhallintajärjestelmällä varustettu neliveto on toteutettu käyttämällä keskitasauspyörästä planeettapyörästä, jonka yhteydessä on lamellikytkin. Momentin jakosuhte vaihtelee takapainotteisesta 35:65 suhteesta 50:50 suhteeseen. Ajonhallintajärjestelmä huolehtii automaattisesti jakosuhteen muuttumisesta ajotilanteiden vaatimalla tavalla.



Kuva 30 Subaru'n voimansiirtorakenne /28/

Mercedes-Benzin nelivetojärjestelmä /25/

Mercedes-Benzin 4matic-järjestelmässä käytetään planeettapyörästöä jakamassa momenttia etu- ja taka-akselin välillä (kuva 31). Momentin jakosuhte on kiinteä akselien välillä 40:60, 45:55 tai 50:50 mallista riippuen. Pyörien sutiminen estetään jarrujen avustuksella.

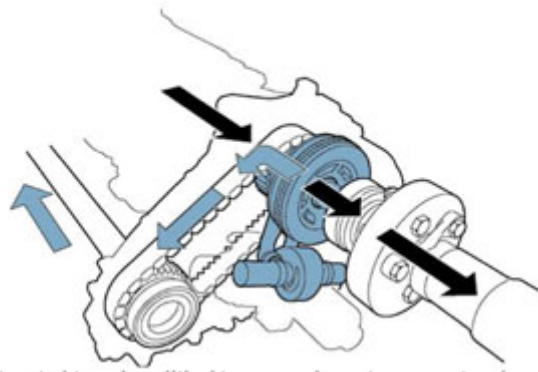


Kuva 31 Mercedes-Benzin voimansiirtorakenne /25/

BMW:n nelivetojärjestelmä /17/

BMW:n xDrive-järjestelmässä käytetään elektronisesti ohjattua lamellikytkintä akselien väliseen momentin jakoon. Normaali ajotilanteessa jakosuhte on takapainotteinen 40:60. Järjestelmä pystyy muuttamaan jakosuhdetta 20:80–70:30

välisellä alueella. Etupyörille voimaa siirretään lamellikytkimen kautta (kuva 32). Elektroninen apumoottori tuottaa jakoyksikölle painetta, joka lukitsee lamellikytkimen vipumekanismin avulla. Paineen avulla säädetään lamellikytkimen kautta välitettävää momenttia. Momenttia siirtyy eteen ketjuvetoisen vetoakselin kautta. Tarvittaessa momenttia takapyörille lamellikytkintä avataan ja momentti siirtyy kardaanin kautta taka-akselille. Varsinaisia tasauspyörästön lukkoja ei ole, vaan ajonhallintajärjestelmien avulla estetään pyörien sutiminen.



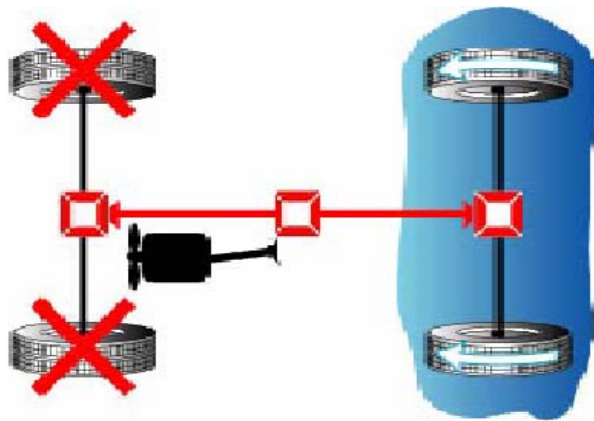
Kuva 32 BMW:n lamellikytkin jakaa momenttia etu- ja taka-akselille /17/

9.6 Kytettävä neliveto ja tasauspyörästöjen lukot

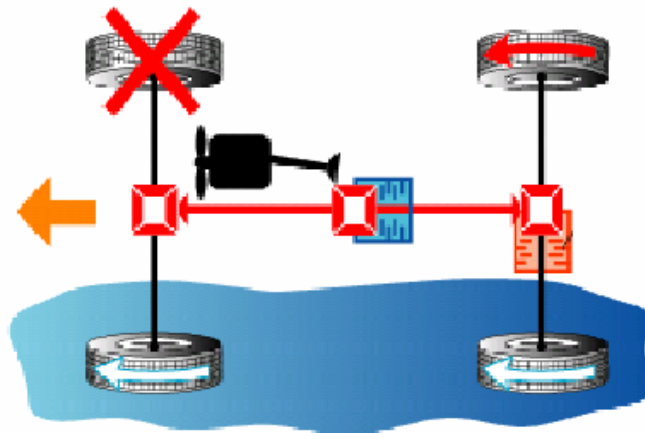
Perinteisiä kytkettäviä kiinteitä lukkoja on enää harvassa ajoneuvossa muutamia maastoajoneuvoja lukuun ottamatta. Ne tekevät ajoneuvosta kankeita käänneillä ja rasittavat voimansiirtoa. Maastoajossa ne kuitenkin puolustavat paikkaansa. Joistakin maastureista löytyy myös alennusvaihteisto, jolla välitykset saadaan pienennettyä maasto-ajoon paremmin sopivaksi.

Perinteisessä maastoajoneuvossa, jossa on kytkettävä neliveto on etupyörillä napalukot. Ne ovat käsikäyttöiset tai automaattisesti toimivat, joilla saadaan etuvetoakselien ja etupyörien välinen yhteys kytkettyä. Jakovaihteistosta kytkemällä nopea neliveto päälle, momentti jakautuu keskitasauspyörästön kautta akselien kesken mahdollistaen akseleille eri pyörintänopeudet. Toisen akselin joutuessa liukkaalle pinnalle voi pyörät ruveta sutimaan ja eteneminen loppuu (kuva 33). Varsinkin maasto-ajossa voi tulla tilanne, jossa yksi pyörä on irti maasta ja tämä pyörä vain sutii. Kytkemällä keskitasauspyörästön lukko meno jatkuu, kun momentti jakautuu kiinteästi akseleiden kesken. Kaikissa kytkettävissä

nelivedoissa ei käytetä keskitasauspyörästä, vaan kytkettäessä neliveto päälle momentti jakautuu akseleiden välillä kiinteästi. Akseleiden välisestä lukituksesta huolimatta on mahdollista juuttua ristiriipuntaan tai saman puolen pyörien joutuessa liukkaalle pinnalle. Tällainen tilanne vaatii lisäksi akselikohtaisen poikittaislukituksen matkan jatkumiseksi. Vähintään kolme pyörää välittää momenttia, jos poikittaislukko on vain taka-akselilla (kuva 34). Kaikki neljä pyörää silloin, kun lukko löytyy myös etuakselilta.



Kuva 33 Toinen akseli on liukkaalla ilman keskitasauspyörästä lukitusta /26/



Kuva 34 Keski- ja takatasauspyörästä lukittuna /26/

9.7 Jarrujen säätö neliveto-järjestelmissä /8/

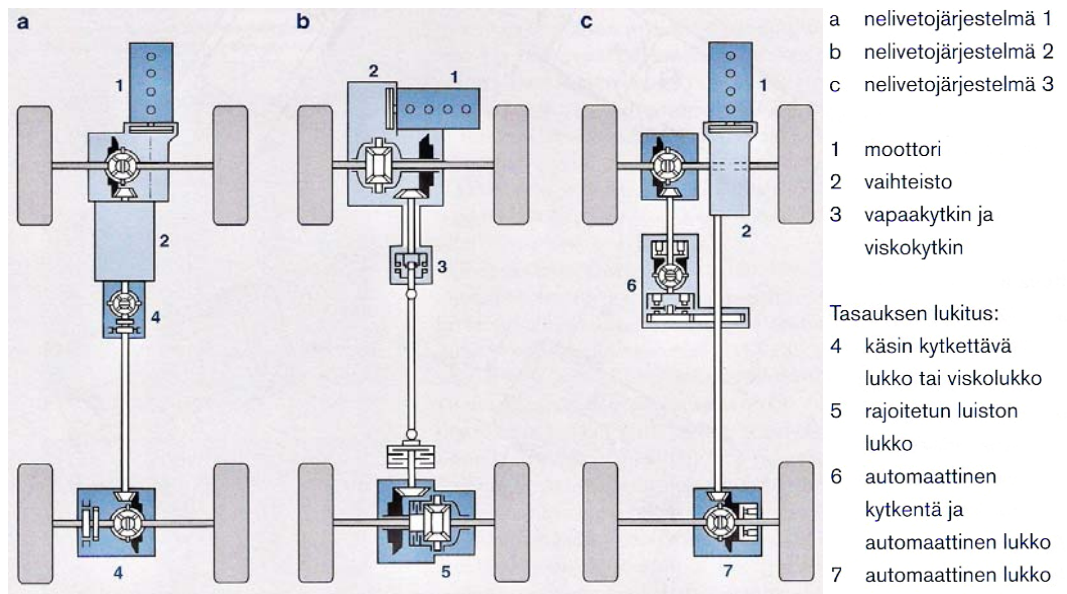
Käytettäessä tasauspyörästä lukkoja tarvitaan jarrujen säädössä erityistoimenpiteitä. Taka-akselin lukko kytkettynä pitää takapyörien jarrutuksen säädössä luopua normaalisti noudatettavasta matalamman pidon periaatteesta, koska koko jarru- ja pitomomentti jakautuvat kummankin pyörän kesken.

Keskitasauspyörästön lukko kytkemällä pakotetaan molemmat akselit pyörimään samalla pyörintänopeudella. Tällöin moottorin jarrumomentti vaikuttaa kaikkiin pyöriin. ABS-järjestelmän toimiminen optimaalisesti tässäkin tilanteessa vaatii lisäjärjestelyjä, jotka riippuvat nelivedon toteutustavasta (kuva 35).

Ensimmäisessä nelivetojärjestelmässä (kuva 35a) on lukko pitkittäistasauksessa ja taka-akselilla. Takapyörät ovat kiinteästi kytketty toisiinsa. Edellä todetun mukaisesti lukko aiheuttaa takapyörille jarrutusilanteessa yhtä suuren jarrutusvoiman, joka aiheuttaa kiertomomenttia pyörien ollessa erilaisen pidon omaavilla pinnoilla. Pelkillä etujarrujen säädöllä ei saada pidettyä autoa vakaasti ajolinjalla. Tällainen nelivetotyyppi vaatii kiertomomentin rajoitusjärjestelmän etuakselille. Kiertomomentin rajoitus saadaan aikaiseksi viivästyttämällä pitävämmän pyörän paineen nousua pyöräsylinterissä. Tällä järjestelmällä saadaan ajovakaus ja ohjattavuus varmistettua erilaisissa pito tilanteissa. Lisäksi säädetään moottorijarrutusta kaasua lisäämällä pyörien lukkiutumisen estämiseksi. Liukkaalla kaikki pyörät voivat sutia tyhjää, joten silloin tarvitaan signaalin käsittelyltä erityistoimenpiteitä. Vertailunopeuden laskenta seuraa ajoneuvon suurinta mahdollista kiihtyvyyttä, vaikka pyörät pyörisivät nopeammin. Välittömästi seuraavassa jarrutusilanteessa ensimmäinen paineennosto säädetään rajasignaalin ja tietyn pienen pyörimisnopeuden perusteella.

Toisessa nelivetojärjestelmässä (kuva 35b) vaaditaan vastaavasti signaalien käsittelyltä erityistoimenpiteitä, koska pyörät voivat sutia liukkaalla pinnalla. Muita erityisjärjestelyjä ei ABS-järjestelmää varten tarvita, koska vapaakytkin vapauttaa akselit toisistaan jarrutettaessa. Järjestelmässä voidaan käyttää moottorijarrutuksen säätöä.

Kolmannessa järjestelmässä (kuva 35c) vaaditaan muiden tapaan signaalien käsittelyä vertailunopeuden laskemiseksi. Lisäksi vaaditaan lukkojen automaattinen vapautus, kun ruvetaan jarruttamaan. Muita erityisjärjestelyjä ei tarvita ABS-toiminnan varmistamiseksi.



Kuva 35 Nelivetojen toteutustapoja /8/

9.8 Luistonesto nelivedossa /8/

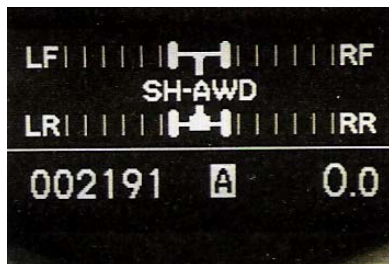
Nykyään on monessa tapauksessa luovuttu mekaanisista akselien lukoista ja siirrytty luistoneston käyttöön jarruttamaan sutivaa pyörää. Ellei keskitasauspyörästössä ole lukkoa, saadaan vastaava vaikutus jarruttamalla toisen akselin molempia pyöriä. Tällöin paremmin pitävän akselin vetokyky paranee, kun voima ei huku sutivan akselin pyörittämiseen. Akselikohtaisesti pyörien sutiminen estetään kahden säätimen avulla.

Vetoakselisäädin säätää vetoakselin pyörintänopeuden avulla moottorin tuottamaa vetomomenttia. Tämä toteutetaan moottorinohjauksella rajoittamalla moottorin tuottamaa momenttia ja jarruttamalla akselin pyöriä symmetrisesti. Vetoakselisäätö toimii silloin, kun molemmat akselin vetävät pyörät ovat liukkaalla pinnalla.

Tasauksenlukituksen säädin toimii akselin pyörien nopeuseron avulla, jarruttaen pyöräkohtaisesti nopeammin pyörivää pyörää. Toiminto on erillinen molemmilla akseleilla. Tasauksenlukituksen säädin toimii akselin vetävien pyörien ollessa kitkaltaan erilaisilla pinnoilla.

9.9 Nelivedon hallintalaitteet

Joissakin uusissa nelivetojärjestelmissä käytetään niiden toiminnasta kertovaa informaationäyttöä. Varsinkin vaihtuvilla jakosuhteilla varustetuissa nelivedoissa voidaan kuljettajaa informoida akseleiden välisestä ja pyöräkohtaisesta jakosuhteesta. Esimerkkinä uusi Honda Legend, jossa on tällainen ominaisuus monitoiminäytössä. Se näyttää käytössä olevan voimanjaon pyöräkohtaisesti (kuva 36).



Kuva 36 Honda Legendin nelivedon voimanjakonäyttö /6/

Ohessa on kuva Land Rover Freelanderin toteutuksesta ohjaamon painikkeista, jossa samaan paneeliin on kerätty maastoajolle tärkeitä toimintoja (kuva 37). Rullasta saa säädetty neljä erilaista esiohjelmoitua asetusta, jotka vaikuttavat vaihteiston välityksiin, moottorin ominaisuuksiin, luistoneston toimintaan ja pyörien jakosuhteisiin. Rullan vierestä löytyy ajonvakautuksen ja mäkijarrun kytkimet.



Kuva 37 Land Rover Freelanderin Terrain Response-järjestelmä /1/

Nelivetojen ominaisuuksissa ja hallintalaitteissa on eroavaisuuksia riippuen merkistä. Monissa vanhemmissa maastoajoneuvoissa sekä vielä monissa lava-autoissa on käytössä varsinaisen vaihdekepin vieressä oleva lyhyempi valitsin, jolla neliveto kytketään. Kojetauluun sijoitettuja sähköisiä kytkimiä on myös käytössä. Ohessa on kuva Nissan Navaran kytkimestä (kuva 38). Kytkimestä saadaan valittua

ensin neliveto ja vielä lisää kääntämällä maastovälitys. Navarassa ei ole keskitasauspyörästä, joten kytkettäessä neliveto päälle momentti jakautuu kiinteästi akselien kesken. Ne joissa käytetään keskitasauspyörästä ja sen lukkoa, kytkeytyy lukko yleensä ainakin nelivedon low-asennossa.



Kuva 38 Nissan Navaran nelivedon valitsin /10/

Suzuki Grand Vitarassa on jatkuva neliveto ja alennusvaihteisto. Siinä keskitasauspyörästä saa lukittua myös nopealla neliveto-asennolla (kuva 39). Kyttimeen on voitu vielä liittää akselien poikittaislukkojen sähköinen kytkentä, mikäli ajoneuvosta sellaiset löytyvät.



Kuva 39 Suzuki Grand Vitaran keskitasauspyörästä lukon ja alennusvaihteiston kytkin /11/

10 AUTOJEN KAASUPURKAUSVALOT

10.1 Kaasupurkausvalojen tekniikkaa /9; 23/

Kaasupurkausvalo (High Intensity Discharge, HID), eli puhekielessä käytetään

paljon nimitystä ksenonvalo. Ksenonpolttimon sisällä on kaksi elektrodi normaalin hehkulangan sijasta. Muutaman sentin päässä toisistaan olevien elektrodien välille syttyy valokaari korkean jännitteen vaikutuksesta. Syttymiseen vaadittava jännite on 10 000–20 000 voltin luokkaa. Ylläpitojännite on noin 85 voltia. Valojen tarvitsemaa jännitettä säädetään omalla yksiköllä, joka muuntaa ajoneuvon 12 voltia polttimoille sopivaksi korkeajännitteeksi.

Kaasupurkausvalot sisältävät ksenonkaasua, joka koostuu metallisuoloista. Valokaaren syttyessä metallisuolat höyrystyvät, minkä avulla säädetään polttimon tuottama värijakauma sopivaksi. Yksi metallisuoloista on elohopea, joka on ongelmajätettä. Polttimoita kehitetään koko ajan, jotta elohopeasta voitaisiin luopua. Kaasupurkausvalo syttyy normaalia hitaammin, koska suolojen höyrystyminen vie jonkin aikaa. ECE-säännöksissä kuitenkin vaaditaan, että yhden sekunnin aikana saavutetaan 25% valotehosta ja neljän sekunnin kuluttua valotehon pitää olla 85%.

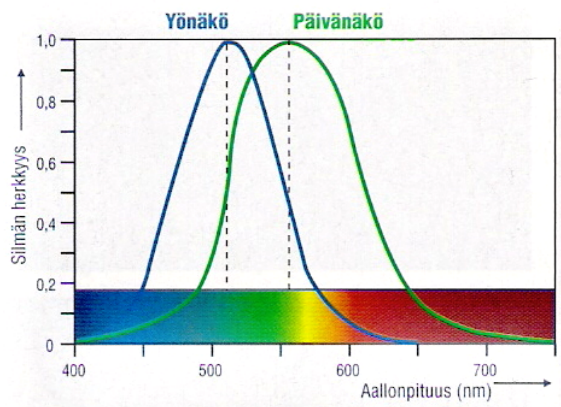
Kaasupurkausvaloissa valon tuottaminen perustuu kaasun hehkumiseen hehkulangan hehkumisen sijaan, joten sen tuottama lämpö on normaaleihin polttimoihin verrattuna huomattavasti pienempi. Halogeenipolttimoiden heikko kohta on kuumana hekkuva hehkulanka, joka on hyvin altis tärinän aiheuttamille rasituksille. Kaasupurkausvalojen käyttöikä on mm. näistä syistä huomattavasti korkeampi verrattuna halogeenipolttimoihin.

Kaasupurkausvalojen hyötysuhde on huomattavasti halogeenipolttimoita parempi. Kaasupurkausvalon valon tuotto on n. 3200 lumenia 35 watin teholla, kun taas halogeenipolttimoiden valon tuotto on 700–2100 lumenia 40–65 watin teholla. Väriämpötila kaasupurkausvaloissa on n. 4500 Kelviniä. Halogeenipolttimoissa se on n. 3300 K ja Päivänvalolla n. 6500 K. Kaasupurkausvalojen mukana tuoma valovoimakkuuden kasvu näkyy valokuvion pituudessa ja sen kirkkaudessa.

Ihmissilmä havaitsee eri värejä eri tavalla. Päivällä silmä on herkin pidempi-aaltoisille vihreän ja keltaisen sävyisille väreille. Pimeällä, kun valoja tarvitaan, silmä erottaa parhaiten lyhytaaltoisempaa sinistä valoa (kuva 40).

Kaasupurkausvalaisimen valo on hyvin valkoista, minkä vuoksi se tavallisiin halogeenivaloihin verrattuna näyttääkin sinisemmältä. Tämän vuoksi tällaisella

valolla valaistut kohteet erottuvat pimeässä paremmin.



Kuva 40 Silmän herkkyys valon aallopituuksille /9/

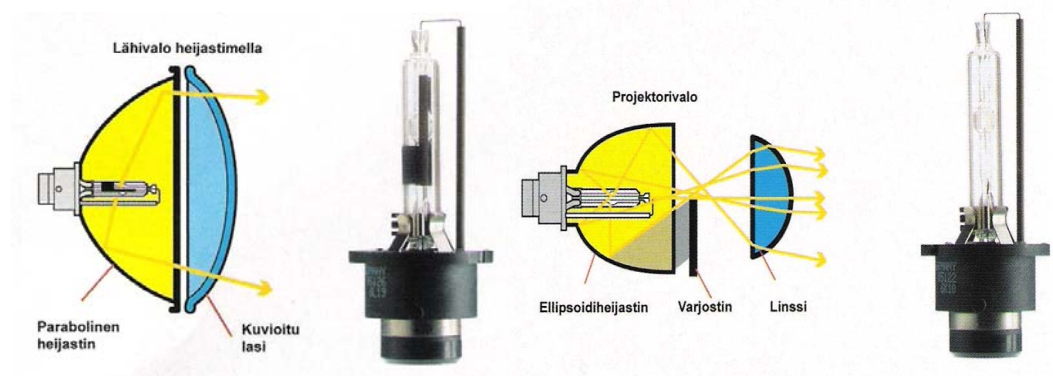
Valaistusjärjestelmien kehitys on tuonut markkinoille adaptiivisia eli sopeutuvia valaistusjärjestelmiä. Nykyisin on kaarteeseen mukaan kääntyviä ajovaloja ja kehityksen alla ovat järjestelmät, joiden valokuvio muuttuu aina tilanteeseen sopivaksi (kuva 41). Mercedes-Benz on tuonut tällaisella muuttuvalla valokuvilla varustetut mallit jo sarjatuotantoon.



Kuva 41 Adaptiivisen valojärjestelmän periaate /9/

Kaasupurkausvalojen tuottama valo on rajattava paljon tarkemmin, kuin halogeenivaloissa. ECE-säännösten mukaan valaisimien yhteydessä pitää olla puhdistusjärjestelmä ja automaattinen korkeudensäätö.

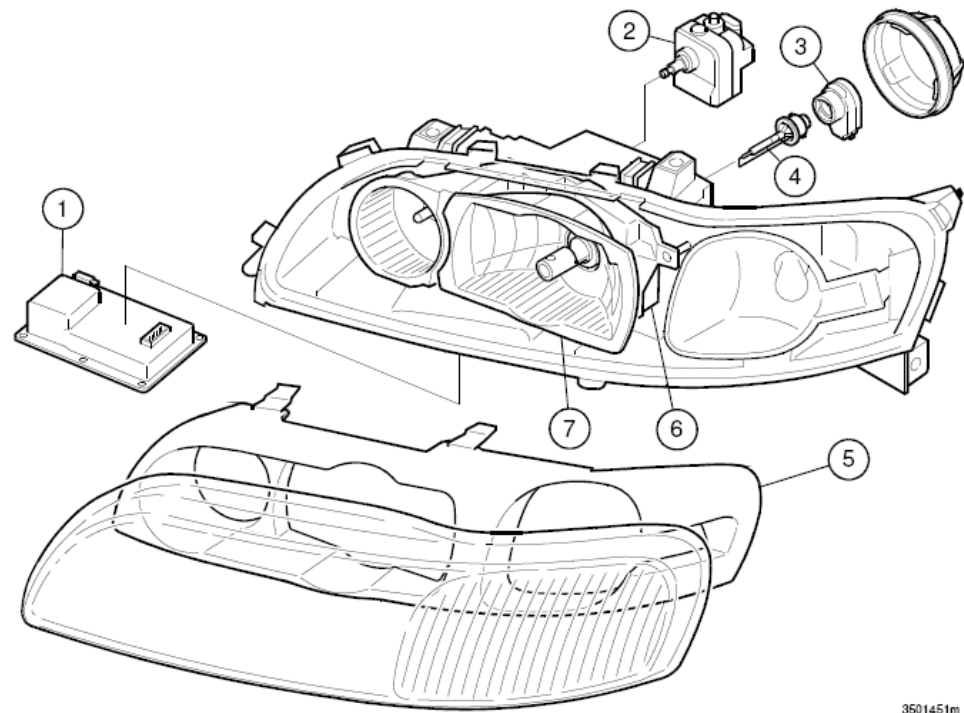
Kaasupurkausvalojen toteutuksesta on kahta päätyyppiä, heijastimella varustettu ja projektorivalo. Heijastimella varustetussa umpiossa (kuva 42) käytetään sisäänrakennetulla valosuojalla varustettua ns. D2R-polttimoa. Projektorivalossa (kuva 43) käytetään ns. D2S-polttimoa, jossa valosuojaa ei ole. Varjostinta ohjaamalla saadaan lähivaloasennossa häikäisevä valo rajattua ja kaukovaloasennossa varjostimen rajaamaa aluetta vähennetään. /2/



Kuva 42 ja 43 Kaksi ksenon-valojen päätyyppiä polttimoineen /9/

10.2 Kaasupurkausvalojen toiminta autossa /19/

Ajoneuvoissa käytetään kaasupurkaustekniikka pelkkien ajovalojen lisäksi myös kaukovaloissa. Seuraavassa tutustutaan Volvon S60-, V70- ja V70 XC-malleissa käytettävään Bi-Xenon järjestelmään (kuva 44).



3501451m

1.	Virranrajoitin	5.	Sisäpuolinen valonheittimen kehys
2.	Moottori, keilan pituuden ohjaus	6.	Kauko- ja lähivalojen heijastimen moottori
3.	Polttimon liitin, korkeajännite	7.	Liikkuva heijastin.
4.	Polttimo		

Kuva 44 Bi-Xenon umpion rakenne /19/

Ajovalojärjestelmä

Bi-Xenon ajovalojärjestelmä perustuu kaasupurkaustekniikkaan. Tässä ajovalojärjestelmässä heijastimet ovat liikkuvia. Sekä kauko- että lähivalot muodostetaan yhden ja saman polttimon avulla. Tämän tyyppisiin polttimoihin liittyvät lainsäädännölliset (lähivaloja koskevat) vaatimukset edellyttävät, että auto on varustettava automaattisella valonheittimien tasonsäädöllä. Järjestelmä on saatavissa lisävarusteena tiettyjen mallien yhteydessä tietyillä markkina-alueilla.

Polttimon päällekytkentä

Polttimoiden syttyminen kestää normaalisti 3 sekuntia aktivoinnista käyttäen joko ajovalo- tai virtakytkintä. Kuten tavanomaisten valonheittimienkin tapauksessa, valot ovat poissa päältä moottoria käynnistettäessä ja ne kytkeytyvät päälle vasta silloin, kun moottori käy. Polttimoiden päälle kytkentää yritetään kolme kertaa

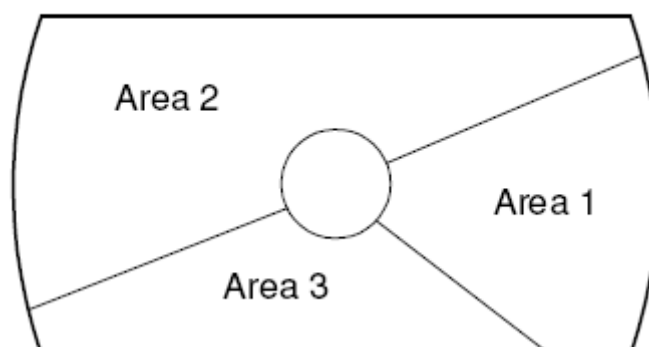
yhden sekunnin aikana joka kerta kun virranrajoittimeen syötetään virtaa.

Yhdistetty kauko- ja lähivalo

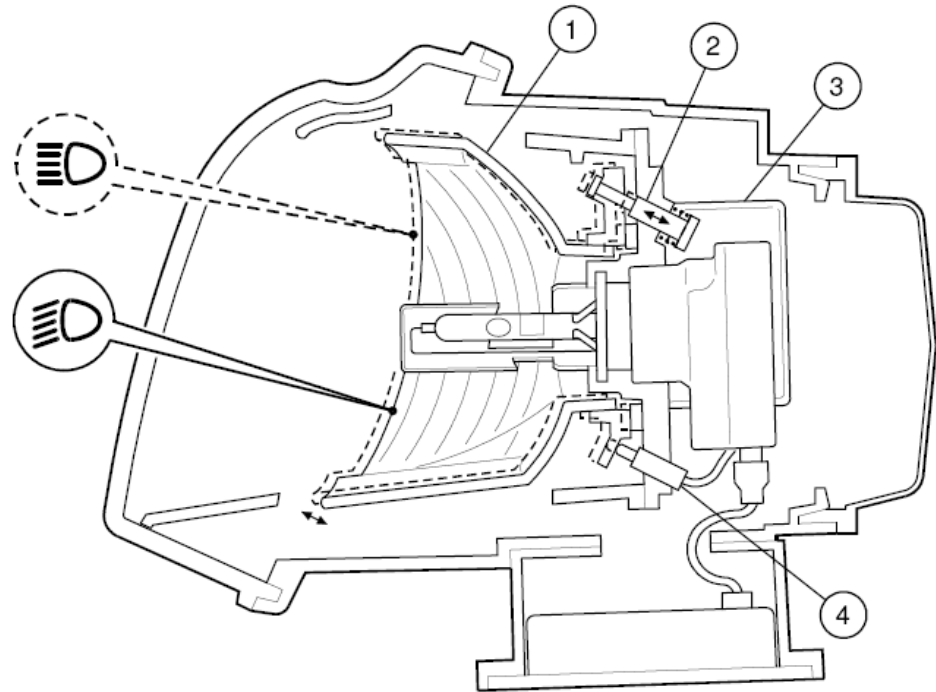
Heijastin on rakenteeltaan monimutkainen ja sen eri osia käytetään riippuen siitä, onko valittu kauko- vai lähivalo (kuva 45). Heijastin on asennettu siten, että se voi liikkua kahden kiinteän asennon välillä. Heijastimen siirtymä aksiaalisessa suunnassa lampun suhteen on 2 mm. Liikesuunnasta seuraa myös, että heijastimen asento muuttuu hieman myös pystysuunnassa. Polttimo on asennettu kiinteästi ja valonheittimen linssi on kirkas.

CEM ohjaa releen (vakiotyyppinen kaukovalorele) avulla sähköistä moottoria. Vaihtaminen kaukovaloista lähivaloille vie 0,3 sekuntia. Moottori ohjaa hammaspyörää, joka siirtää heijastinta pitkin ohjaimia. Moottoriin on kytketty heijastimen asennon ilmaiseva anturi (kuva 46). Moottoriin sisältyvä elektroniikka tulkitsee anturilta saatavan informaation ja muodostaa ohjaussignaalin. Signaali syötetään takaisin CEM:iin. Mikäli heijastimet ovat väärässä asennossa kaukovaloja valittaessa, ne pakotetaan ns. turva-asentoon. Tällöin DIM:in varoitusvalo (oranssi) syttyy ja näyttöön ilmestyy virheviesti.

Heijastin, vasen ajovalo



Kuva 45 Periaatteellinen rakennekaavio, jossa on liikkuvan heijastimen eri osat.



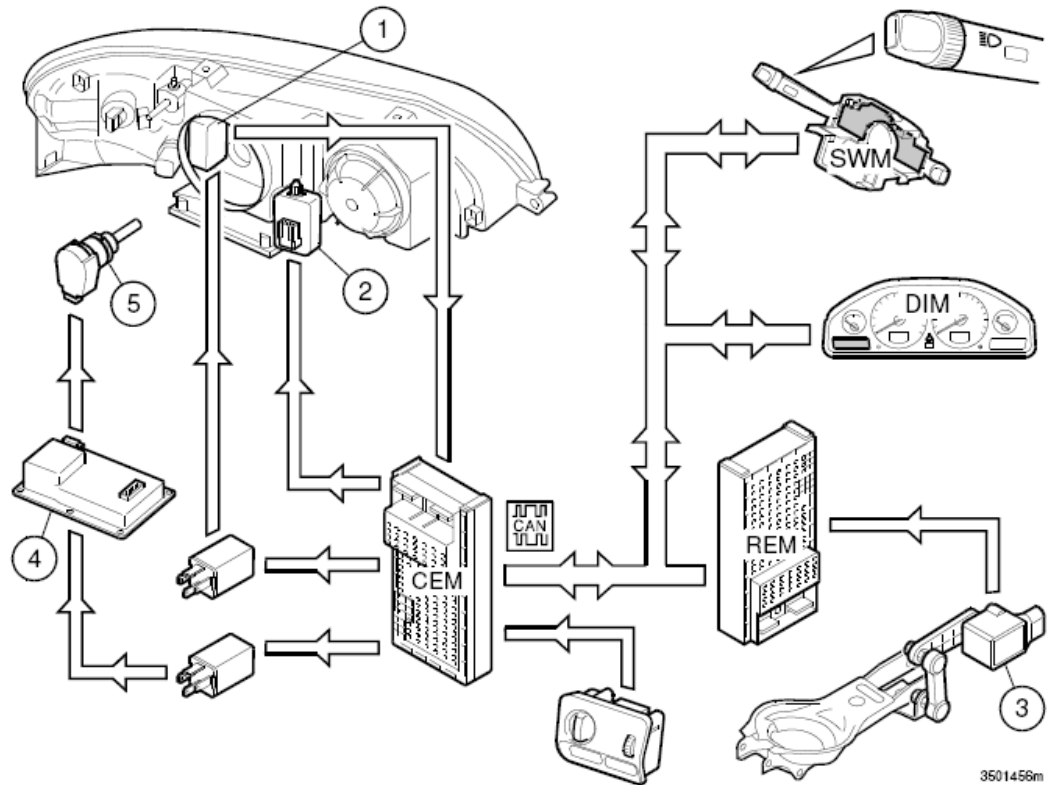
1.	Liikkuva heijastin	3.	Kauko- ja lähivaloheijastimen moottori
2.	Heijastimen ohjain	4.	Asentoanturi, heijastin

Kuva 46 Umpion sisäinen rakennekaavio

Tasonsäätö

Säätö alle 4 km/h:n nopeuksilla tapahtuu seuraavalla tavalla: Kytettäessä virtakytkin päälle, luetaan kulma-anturin arvo (kuva 47) ja keilan pituutta säättävät moottorit säättävät valonheittimien asennon.

Säätö yli 4 km/h:n nopeuksilla tapahtuu seuraavasti: Valonheittimien asentoa säädetään ajon aikana suurten kulmanmuutosten aikana. Tämä säätö on aikariippuvainen, jotta järjestelmä ei reagoisi hetkellisiin muutoksiin kuten tienpinnan epätasaisuuksiin jne.



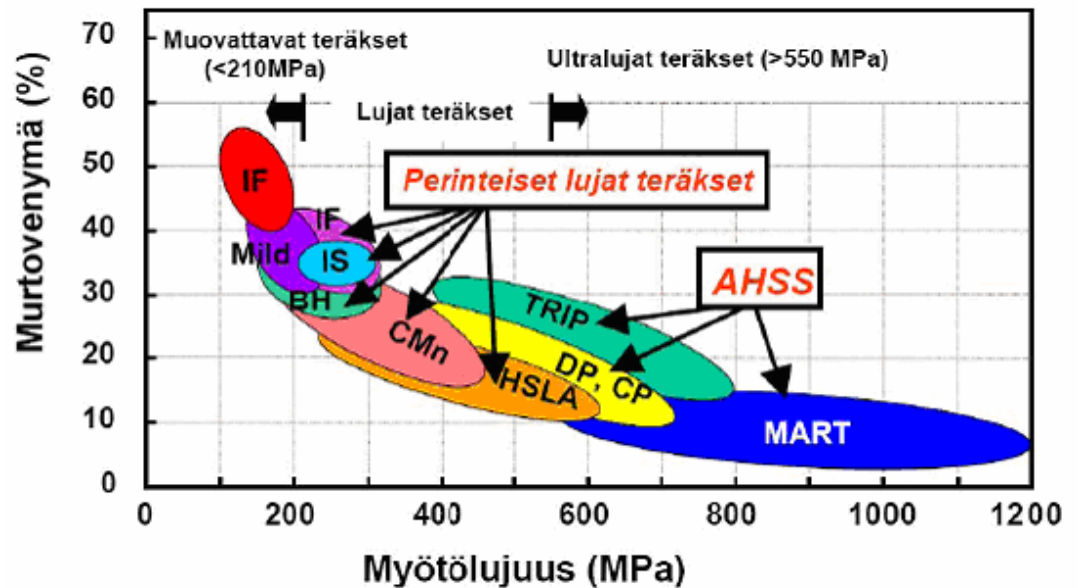
1.	Heijastimen moottori, kauko- ja lähivalo	Jännitelähde releen kautta. Takaisinsyötetty PWM-signaali tuottaa CEM:ille tiedon heijastimen asennosta.
2.	Moottori, valokeilan pituuden säätö	CEM-ohjattu, PWM-signaali.
3.	Kulma-anturi	Induktiivinen anturi, joka tuottaa analogisen signaalin (jännite) CEM:ille.
4.	Virranrajoitin	Korkeajänniteregulaattori liittimelle ja lampulle.
5.	Kaasupurkauspolttimo	Kanta D2R.

Kuva 47 Järjestelmän yleiskuvas

11 KORITEKNIIKAN HUOMIOIMINEN KATSASTUKSESSA

11.1 Materiaaleja ja liittotapoja koritekniikassa

Materiaalien kehitys on viime vuosina ollut huimaa ja jatkuu kovaa vauhtia. Uusien ajoneuvojen korirakenteissa käytettävien teräsmateriaalien myötöraja vaihtelee lähitulevaisuudessa välillä 150 MPa – 1200 MPa. Joidenkin korin osa-alueiden myötöraja voi olla kahdeksankertainen kiinnityspintojensa materiaaleihin verrattuna. Terästen lujuuden kasvaessa pienenee sen murtovenymä (kuva 48). /16/



Kuva 48 Teräslaatuksen myötölujuus suhteessa murtovenymään /24/

Korimateriaaleina otettiin käyttöön 2000-luvulla voimakkaasti muokkauslujittuvia monifaasiteräksiä (DP, Dual Phase; CP, Complex Phase ja TRIP, Transformation Induced Plasticity), ja kuumamuovattavia karkaistavia teräslaatuja. Yleisesti booriteräksen ominaisuuksiin kuuluu hyvä muovattavuus toimitustilassa ja sen suuri lujuus ja kovuus aikaansaadaan muovauksen jälkeisellä karkaisulla (lämpökäsittely) /27/. Mikrooseosteiset HSLA-teräkset (High Strength-Low Alloy) ja erilaiset pinnoitetut monifaasiteräkset ja pinnoittamattomat booriteräkset ovat kaikki hyvin erilaisia vauriokäyttäytymiseltään ja vauriokorjaukseltaan olevia teräslaatuja. Nykyautojen turvaohjaamorakenteissa käytetään jatkuvasti enemmän erikoislujia esipinnoitettuja monifaasiteräksiä (BMW 3 E90 -> 26%) ja kuumamuovattuja ultralujia karkaistuja muoto-osia (VW Passat B6 -> 18%). Valmiiksi korin muotoon prässäytyneiden karkaistujen turvaosien myötöraja on yleisesti jo yli 1000 MPa. Näiden erikoisterästen tunnistaminen ja sitä kautta oikeat korjaustavat ovat suuri haaste tulevaisuuden korikorjauksessa. /16/

Monet merkit käyttävät nykyään paljon toisistaan poikkeavia materiaaliratkaisuja ja liittämistekniikoita. Uudessa koriteknikassa ns. hybridirakenteet ovat yleistymässä. Tällaisissa käytetään eri materiaalien, kuten alumiinin ja eri teräslaatuksen yhdistelmiä samassa korirakenteessa. Myös täysalumiinirakenteita on käytössä. Eri materiaalien käyttö samassa korirakenteessa on tuonut liitostapoihin myös suuria muutoksia. Liitostapoja voi olla samassa korirakenteessa monia, mikä

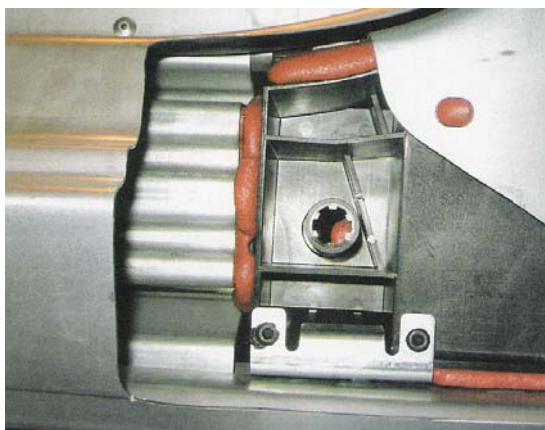
tekee korjauksesta haastavaa. Perinteisten hitsaustapojen rinnalle on tullut paljon uusia liitostapoja, joista seuraavassa esimerkkejä:

- hitsausliimaus
- liimausniittaus
- laserliitokset
- erikoisruuvit
- erilaiset niittaus- ja liimaustekniikat
- MIG-juotto erilaisilla langoilla

Lisäksi näille tekniikoille on autonvalmistajilta omat korjauksia koskevat erityisvaatimuksensa. Esimerkiksi BMW:n (3-sarja E90) tehtaan käyttämien hitsausliimattujen saumojen korjauksiin ei ainakaan vielä käytetä liimaa, vaan hitsauspisteiden määrää lisätään. Tehtaan käyttämää MIG-juottamista ei myöskään saa käyttää korjaamo-olosuhteissa. Vastaavan koritekniikan Opeleissa on taas ehdottomasti hallittava nämä liitostekniikat korikorjauksissa. /16/

Uudessa Citroen C4 Picassossa on korin kriittisiin paikkoihin lisätty lasilujitetusta nylonista tehty rivoitetut fsi-muotovahvikkeet, jotka vaahtoutuvat lujasti paikoilleen maalausprosessin lämmössä (kuva 49). Tarkoituksena sillä on korirakenteen vahvistamisen lisäksi vaimentaa ääntä ja tärinöitä.

Vauriokorjauksissa tämä vaahtoutuva levy korvataan erityisellä kaksi komponenttisella epoksiliimalla, joka turpoo alle 30% ja kovettuttuaan on erittäin lujaa. /16/



Kuva 49 Punainen fsi-elementti turpoo ja kiinnittyy ympärillä oleviin pintoihin /3/

Tästäkin esittelystä voi jo päätellä, että materiaalien kehityksen myötä koritekniikka on muuttunut ja muuttumassa paljon lähivuosina. Tämä lisää myös kolarikorjauksiin entisestään haasteita ja koulutustarve lisääntyy kaikilla sektoreilla, jotka joutuvat näiden asioiden parissa työskentelemään.

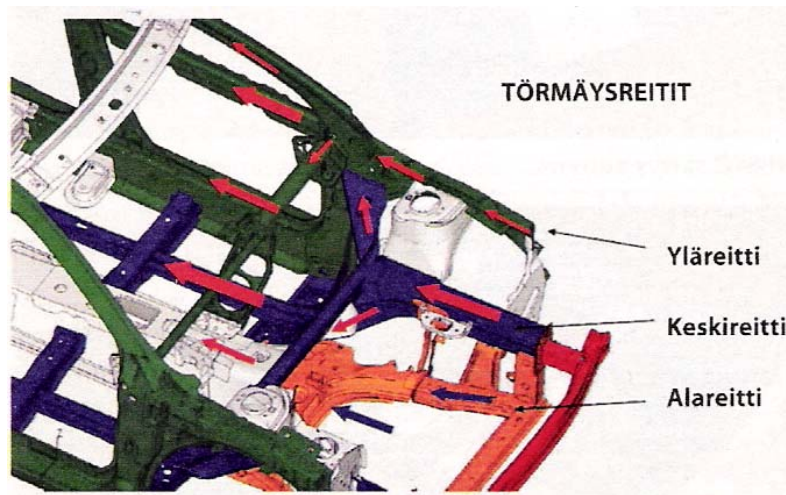
11.2 Koritekniikan vaikutus turvallisuuteen

Materiaalien kehityksen johdosta myös oikeiden korjaustekniikoiden käyttö korostuu. Perinteisten suurlujuusteräksien korjauksissa voidaan hukata muutama kymmenen prosenttia sen alkuperäisestä lujuudesta. Korjaustekniikoiden vaikutus vielä korostuu ultralujien terästen ja niiden liitostekniikoiden myötä. Enää ei puhuta prosenteista vaan kertaluokista materiaalin heikentymisessä, mikäli korjaus on tehty huolimattomasti tai oikeita korjausohjeita noudattamatta. Tällä lujuuden merkittävällä heikentymisellä on ollut suuri merkitys viimeaikaisten oikaisutekniikkojen ja osien vaihtotekniikkojen kehityksessä. /16/

2000-luvun uusissa mallisukupolvissa on runkoaisojen muodonmuutosalueet tehty yleensä hyvän murtovenymän omaavista lievästi lujista teräksistä.

Turvakorirakenne on monessa tapauksessa valmistettu pienen murtovenymän omaavista todella lujista AHSS-teräksistä (Advanced High-Strength Steel). Eli eri alueilla korissa käytettävillä materiaaleilla on hyvin erilaisia lujuuksia, joilla on oleellinen merkitys korin törmäysreittien suunnittelussa ja törmäysvoimien jakaantumisessa. Jokaisen törmäysreitit täytyy toimia suunnitellulla tavalla. Törmäysvoimien jakaantuminen koriin on vaiheistettu, kuten (kuva 50) Renault Meganessa keulan kokoon painuminen on suunniteltu tapahtuvan viidessä vaiheessa. /7; 16/

Erikoislujat turva-alueet eivät oikeine pelkästään pehmeistä muodonmuutosalueista vetämällä ilman vaurioitumista. Uusien korirakenteiden muodonmuutosalueiden lievien vaurioiden korjaus on vielä kohtalaisen helppoa verrattuna turvarakenteiden korjaukseen. Törmäysreittien ominaisuuksista ja muutoksista täytyy olla tässäkin tapauksessa selvillä. /16/



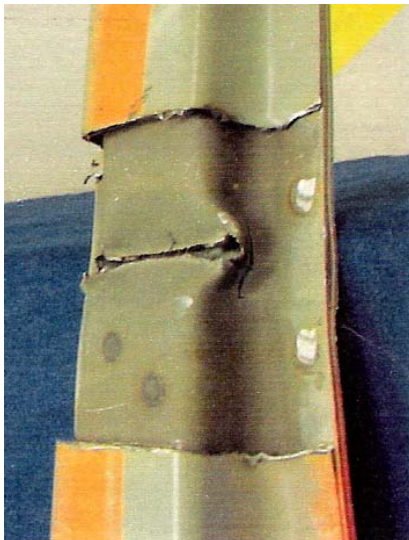
Kuva 50 Törmäysvoiman jakautuminen törmäysreitteihin /7/

Ruuvikiinnitteisten törmäysosien rinnalle on tulossa hitsatut törmäysvaimentimet. Etupuskurin takana olevan ruuvikiinnitteisen törmäysvaimentimen kiinnitysliapit (kuva 51) vähentää merkittävästi törmäysvaimennuksen matkaa, koska laippojen kohdilta rakenne on huomattavasti lujempi. Näillä törmäysvaimentimilla on suuri merkitys etutörmäystilanteissa ja ne toimivat yhteen runkoaisan kanssa. Runkoaisan korjauksessa täytyy tämä asia huomioida, jos runkoaisa on liian heikosti korjattu se voi kolaritilanteessa ruveta taipumaan, sisään painumisen sijaan ja suunniteltua törmäysvaimennusta ei saavuteta. Runkoaisan täytyy olla korjauksen jälkeenkin törmäysvaimenninta lujempi. /16; 21/



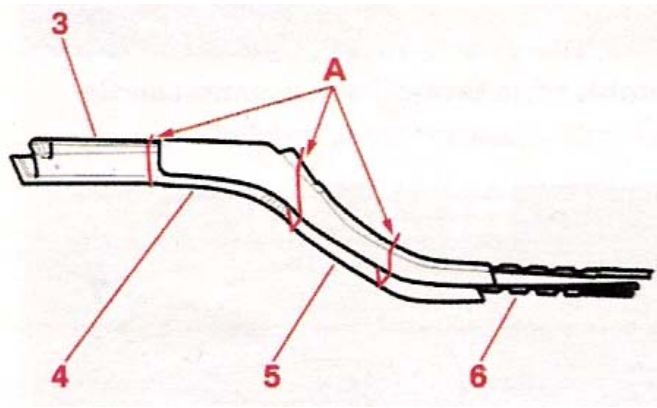
Kuva 51 Törmäysvaimentimen (crashbox) kiinnitys ruuveilla runkoaisaan /21/

Pintapeltien korjauksien ja vaihtojen lisäksi niiden alle jäävien turvakorirakenteiden korjaukset ovat erittäin tärkeitä suorittaa korjausohjeiden mukaisesti. Esimerkiksi B-pilarin osalta saadaan se näyttämään ehjältä, kun vedetään pilari suoraksi ja vaihdetaan pintapelti (kuva 52). Piiloon jäävä mahdollisesti AHSS-teräksinen turvapalkki on voinut repeytyä. Tästä seuraa rakenteiden huomattava heikentyminen. Korjausohjeiden mukaisten vetotekniikoiden ja katkaisukohtien sekä liitostapojen käyttäminen on edellytys muodonmuutosalueiden korjauksissa. Kevytmallirakenteiden korjauksissa on yleensä oikaisuvedot kielletty ja osienvaihdot edellyttävät autonvalmistajan edellyttämiä vaihtotekniikoita /16/.



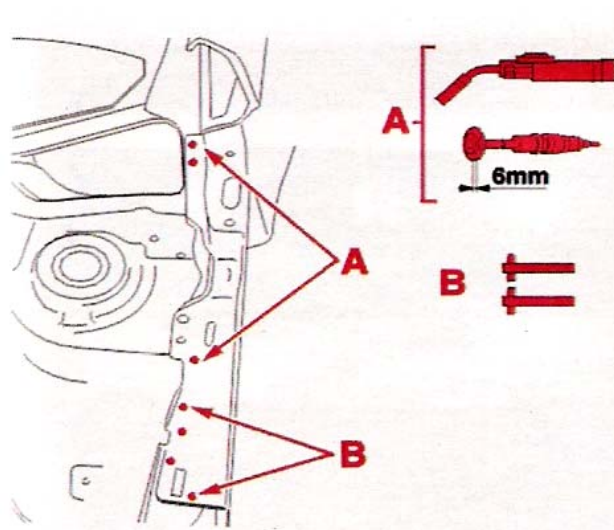
Kuva 52 B-pilarin repeytynyt suurlujuusteräksinen turvapalkki /7/

Peugeot 307:n eturunko on laserhitsattu neljästä eri palasta ennen prässäystä. Saumakohtat ovat merkitty A-kirjaimella (kuva 53). Osien paksuuksissa ja lujuuksissa on eroja. Osat kolme ja viisi ovat vahvuudeltaan 1,77 mm ja osat neljä ja kuusi 2,44 mm. Näin on saatu osalle halutut ominaisuudet, jotka ovat mm. jäykkyyden, painon ja törmäyskäyttäytymisen kannalta suunniteltuja. /7/



Kuva 53 Peugeot 307:n eturunkoaisa /7/

Seuraavassa on kuva Peugeotin ns. yläsarvesta, joka toimii ylätörmäysreittinä (kuva 54). Sen liittämässä muuhun koriin käytetään erilaisia liitostapoja kiinnityskohdasta riippuen. A-kirjaimella merkityt kohdat liitetään Mig-juotolla alumiinipronssilankaa käyttäen ja B-kirjaimella merkityissä kohdissa käytetään vastuspistehitsausta. Lisäksi pyöräkotelon ja yläsarven välinen liitos on tehtävä viidellä Mig-juotospätkällä. Tästäkin huomataan, kuinka tarkasti liitostavat ovat määritelty korjausta ajatellen. Korjauksissa toisen kohdan korjaaminen vaikuttaa aina toiseen, jos jollakin osa-alueella on luistettu oikeista työtavoista, heijastuu se törmäystilanteessa ketjussa seuraavaan vaiheeseen. Tämä voi aiheuttaa koko törmäyskäytöksessä suuria muutoksia vastaavaan ennestään kolaroimattomaan autoon verrattuna. /7; 21/



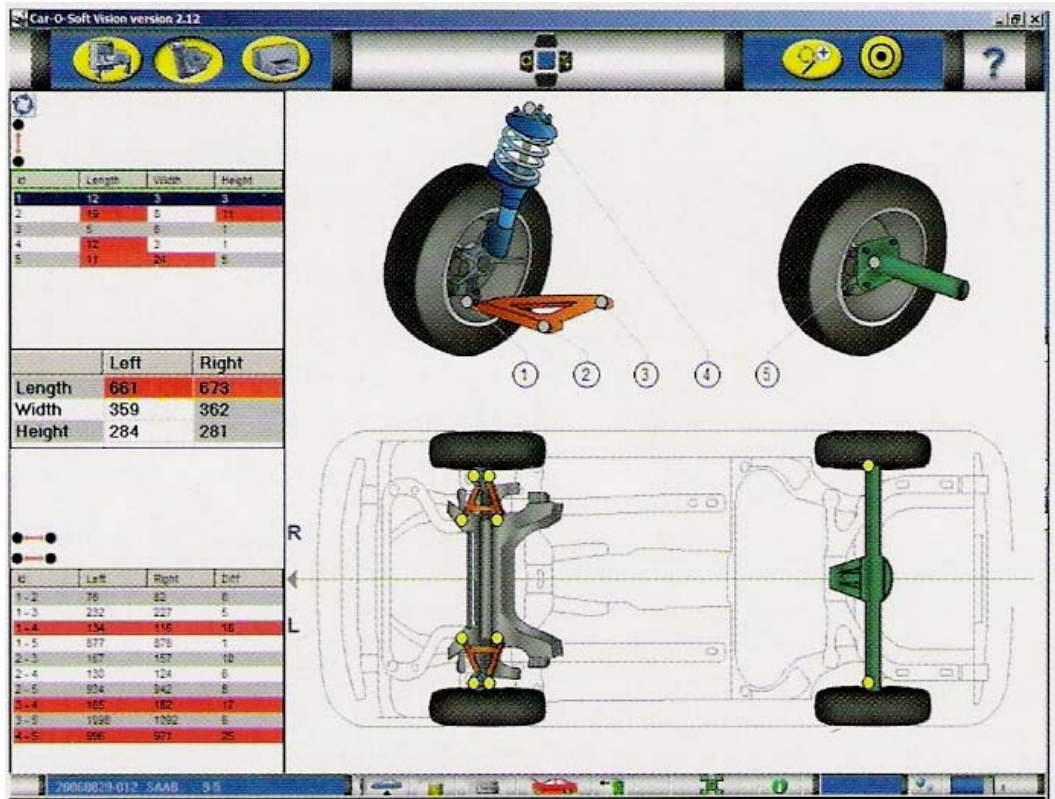
Kuva 54 Peugeotin yläsarven kiinnityskohtia ja -tapoja /7/

11.3 Korin mittaukset

Uusien turvarakenteiden tarkat työmenetelmä- ja laitevaatimukset ovat tehneet harrastajien kannalta isommat korjaustyöt mahdottomiksi. Lunastusautojen tapauksissa nämä asiat korostuvat entisestään. Monia pahoja kolarivaurioautoja myydään ehdollisesti korjattavaksi. Sivutörmäystilanteissa kori ei välttämättä näytä päällepäin peruskorjausta pahemmalta. Lisätään yhtälöön uusi turvakoritekniikka ja tietämätön korjaaja uusista materiaaleista ja työmenetelmistä. Kylki vedetään suoraksi ja helmapellit sekä muut vastaavat näkyvät osat vaihdetaan ja maalataan hyvin, niin kolarin aiheuttamat todelliset vauriot eivät näy päällepäin. Turvarakenteiden boori- tai monifaasiteräksien vauriot jäävät piiloon ja mahdollisessa seuraavassa kolaritilanteessa korirakenteen käyttäytyminen ei ole suunnitellun mukaista. Lisäksi ajoneuvon pyöriensuuntaus tehdään suurentamalla apurungon kiinnitysruuvien reikiä, että saadaan pyörät kulkemaan suoraan, kun normaalit säätövarat eivät riitä. Pyörien suuntausraportti saadaan ehkä näyttämään ihan ohjearvojen mukaiselta ja auto kulkemaan suoraan. Näillä keinoin korjausvalvonnan alaisesti korjatun ajoneuvon ei pitäisi päästä näinkään pitkälle mutta näitäkin tapauksia löytyy. Tällainen korjauskin jää kiinni viimeistään siinä vaiheessa, kun todellisia korin mittavirheitä ruvetaan mittaamaan.

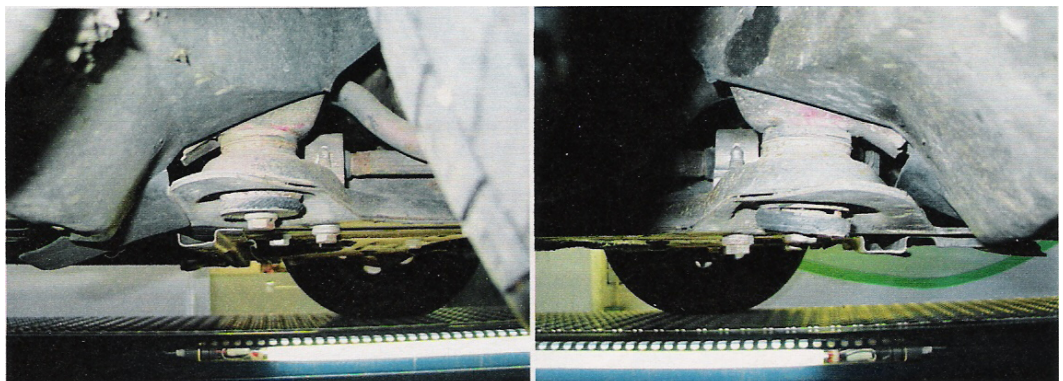
Nykyään uusien tietokonepohjaisten korin diagnostiikkamittalaitteiden kehitysvauhti on nopeaa. Näillä laitteilla saadaan mitattua hyvinkin tarkasti korimittojen poikkeamat ja niistä saadaan tulostettua selkeät dokumentit. Diagnostiikkamittalaitteen käyttöä varten autoa ei tarvitse kiinnittää korin oikaisupenkkiin. Lisäksi näiden laitteiden ohjelmistokehitys etenee hurjaa vauhtia ja verkkoyhteyden avulla voidaan saada jo auton VIN-koodin (Vehicle Identification Number) perusteella käyttöön korikorjausten ohjeistuksia. /16/

Kuvassa 55 on korin mittauspisteiden eroavaisuudet ilmoitettu pituus, leveys ja korkeussuunnassa, kalibroituun pisteeseen nähden.



Kuva 56 Elektronisella mittalaitteella tehty akselien sijainnin mittaus /4/

Akselien ja tukivarsien rakenteita tutkimalla huomaa monessa huonosti korjatussa ajoneuvossa selviä siirtymiä kiinnityspisteiden kohdilla (kuva 57).



Kuva 57 Apurungon kiinnityspisteet auton molemmilta puolilta /12/

12 YHTEENVETO

Työn tavoitteena on ollut kertoa nykytekniikan mukanaan tuomista järjestelmistä ajoneuvokäytössä. Aihealueet on rajattu pääsääntöisesti paljon käytössä oleviin järjestelmiin, jotka eivät kuitenkaan ole olleet markkinoilla kovinkaan pitkään.

Tarkoituksena koota paketti, joka käsittelee aiheita pintaa syvemältä mutta tekstin lukeminen olisi helppoa. Monessakaan yhteydessä ei käsitellä vaikutuksia suoraan katsastukseen mutta toivottavasti tämä aineisto auttaa ymmärtämään joitakin asioita myös käytännön tilanteissa.

Katsastukseen tietynlaista muutosta aiheuttaa autojen kehitys. Elektronisien järjestelmien mukaan tulemisen johdosta vaaditaan merkki- ja mallikohtaisiin tarkastuksiin yhä enemmän tietämystä. Moottoriohjauksien kehitys on aikaan saanut rajoitusjärjestelmien mukaan tulon, jolloin ei välttämättä autosta saa otettua pakokaasuarvoja riittävän korkeilla kierroksilla. OBD-järjestelmissä pääpaino on ollut pakokaasupäästöihin vaikuttavissa diagnooseissa, joiden kautta on selitetty järjestelmän toiminnasta. Ajonhallintajärjestelmien mukaantulo aiheuttaa varsinkin jarrujen dynamometritarkastuksiin hankaluuksia. Jarrujen säätöön on lisääntyvien mukavuus- ja turvallisuusjärjestelmien vuoksi tullut lisää ominaisuuksia. Nelivetojen osuus kasvaa kokoajan. Nelivetoihin liitetään nykyään paljon elektroniikkaa, niin moottoriohjauksen kuin ajonhallintajärjestelmien kauttakkin. Joissakin ajoneuvoissa voi dynamometriaajossa ajonhallintajärjestelmien säätöjärjestelmä mennä niin sekaisin, että siitä ei selvitä ilman huollossa käyntiä. Kaasupurkausvalojen lisääntyminen on vahvassa kasvussa myös pienempiin autoluokkiin. Näiden valojen toiminta poikkeaa huomattavasti perinteisistä halogeenivaloista, jonka vuoksi aiheita on käsitelty. Koritekniikan osuudessa pyrittiin lyhyesti tuomaan koritekniikan vaikutus esille. Nykyisten korirakenteiden huomattava heikentyminen väärin korjaustapojen johdosta on vakavaa asiaa kolariturvallisuuden kannalta. Lisäksi tuotiin korin mittauksen merkitystä esille onnistuneen ja turvallisen kolarikorjauksen kannalta.

Teknisen materiaalin päivittäminen ja laajentaminen antaisi katsastajille entistä paremmat mahdollisuudet seurata tekniikan kehitystä ja perehtyä tekniikkaan ihan pinta tietoa enemmän. Asioiden lukeminen ja tutkiminen olisi helpompaa, kun tietoa löytyy samasta paketista. Tästä voitaisiin luoda jatkuva järjestelmä päättötyön merkeissä, jolloin muutaman vuoden päästä olisi katsastajilla käytössä jo erittäin laaja tietopaketti.

LÄHTEET

Painetut lähteet

- 1 Eskola, Vesa, Matkalla uusiin maisemiin. Tuulilasi 12/06 s. 38–41.
- 2 Haapaniemi, Heikki, Autoteknillinen taskukirja 6. painos. Suomenkielinen käännös. Autoalan Koulutuskeskus Oy. Jyväskylä 2003. 1021 s.
- 3 Holmikari, Martti, Hybridirakenteet yleistyvät. Suomen Autolehti 3/2007 s. 40–43
- 4 Holmikari, Martti, Lievä, pahannäköinen vai paha? Suomen Autolehti 8/2006 s. 40–42
- 5 Holmikari, Martti, Vauriotyypit muuttuvat. Suomen Autolehti 7/2006 s.36–39
- 6 Honkanen, VeliMatti, Legenda elää. Tekniikan Maailma 20/06 s. 30–32.
- 7 Honkanen, VeliMatti – Holmikari, Martti – Riikonen, Pauli, Toistamiseen tuhattu. Tekniikan maailma 8/04 s. 22–32
- 8 Juhala, Matti, Ajonvakautusjärjestelmät. 1. suomenkielinen käännös saksankielisestä painoksesta. Autoalan Koulutuskeskus Oy. Helsinki 2005. 99 s.
- 9 Ketonen, Tapio, Kaasupurkausvalot tuovat turvallisuutta. Tuulilasi 5/04 s. 100–102
- 10 Ketonen, Tapio, Nelivetoiset pick-upit. Tuulilasi 6/07 s. 68–81.
- 11 Lääperi, Lasse, Citymaasturit. Tuulilasi 4/06 s. 56–73.

- 12 Parviainen, Heikki, Pelissä rahat ja henki. Tekniikan Maailma 15/04 s. 30–38
- 13 Pentti, Oskari, Nelivetojärjestelmät. Tuulilasi 1/2001 s. 60–67.
- 14 Seppälä, Juha, Bensiinimoottorin ohjaus Motronic-järjestelmät. 1. suomenkielinen käännös saksankielisestä painoksesta. Autoalan Koulutuskeskus Oy. Helsinki 2006. 99 s.
- 15 Vaahtola, Tapani, Pre-Crash-järjestelmät. Tuulilasi 3/2007, s. 64–73

Painamattomat lähteet

- 16 Holmikari, Martti, Uudet turvakorirakenteet ja korimateriaalit. Autotekniikka, elektroniikka ja modernit sähköjärjestelmät. Autoalan Koulutuskeskus Oy. Kurssimateriaali 13-14.2.2007.

Sähköiset lähteet

- 17 BMW Suomi. [www-sivu]. [viitattu 10.5.2007] Saatavissa: <http://www.bmw.fi/xdrive/>
- 18 Elekma Ky. [www-sivu]. [viitattu 25.4.2007] Saatavissa: <http://www.elekma.com/>
- 19 Hakala, Kirsi, Volvo Auto Technical Service. Aineistoa A-katsastuksen päättötyöhön. [sähköpostiviesti]. 3.4.2007.
- 20 Haldex Traction Systems. [www-sivu]. [viitattu 3.5.2007] Saatavissa: <http://www.haldex-traction.com/>
- 21 Henkilöauton korikorjauksen ja ikääntymisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. [pdf-tiedosto]. [Viitattu 16.5.2007] Saatavissa: http://www.lintu.info/Riikonen_loppuraportti.pdf
- 22 I. M. Suomi Oy. [www-sivu]. Viitattu [3.5.2007] Saatavissa: http://www.im-suomi.fi/awd_info.html

- 23 Kaasupurkausvalo. [www-sivu]. [Viitattu 18.4.2007] Saatavissa:
<http://www.autowiki.fi/index.php/Kaasupurkausvalo>
- 24 Lujien terästen särmäys. [pdf-tiedosta]. Viitattu [15.5.2007]
Saatavissa: http://www.oulu.fi/elme/ELME2/PDF/Diplomityot/Diplomityo_Anu_Leiviska.pdf
- 25 Mercedes-Benz Finland. [www-sivu]. [viitattu 11.4.2007] Saatavissa:
http://www.mercedesbenz.fi/content/finland/mpc/mpc_finland_website/fi/home_mpc/passenger_cars/home/products/4Matic_-_nelivetokiertue/tietoa_nelivetojaerjestelmista/0003.html
- 26 Mitsubishiin 4WD-järjestelmät Tekninen käsikirja. [pdf-tiedosto].
[viitattu 7.5.2007] Saatavissa: http://www.totuusnelivedosta.com/extrat/pdf/Mitsubishi_4WD_Tekninen_kasikirja_2006.pdf
- 27 Ruukki. [pdf-tiedosto]. Viitattu [15.5.2007] Saatavissa:
[http://www.ruukki.com/www/materials.nsf/materials/5D647AB5820ED8D1C225727D003DB375/\\$File/Booriter%C3%A4kset_CR_01.2007_FI.pdf?openElement](http://www.ruukki.com/www/materials.nsf/materials/5D647AB5820ED8D1C225727D003DB375/$File/Booriter%C3%A4kset_CR_01.2007_FI.pdf?openElement)
- 28 Subaru Suomi. [www-sivu]. [viitattu 9.5.2007] Saatavissa:
http://www.subaru.fi/forester_awd.html
- 29 Torsen Products Page. [www-sivu]. [viitattu 5.5.2007] Saatavissa:
<http://www.torsen.com/products/products.htm>
- 30 Totuusnelivedosta.com. [www-sivu]. Viitattu [13.5.2007] Saatavissa:
<http://www.totuusnelivedosta.com/pages.php?sivu=34>
- 31 Viskokytkin. [www-sivu]. [Viitattu 8.5.2007] Saatavissa:
<http://www.autowiki.fi/index.php/Viskokytkin>
- 32 Volvo Cars Finland. [www-sivu]. [viitattu 20.4.2007] Saatavissa:
<http://www.volvocars.fi/footer/about/FactsandFigures/Environment>

Seuraavassa on listattu eräitä autonvalmistajien käyttämiä nelivetoratkaisuja ja mekaanisia tasauspyörästäön lukkoja. Nelivetototeutuksissa voi olla eroavaisuuksia mallisukupolvien välillä, koska jotkut valmistajat voivat käyttää nykyään erilaista ratkaisua kuin ennen.

Nelivetotaulukko

Merkki	Nelivedon toteutus	Lukko taka-akselilla	Lukko etuakselilla
Alfa Romeo Q4-neliveto esim. 159 ja Brera	Torsen-C twin differential	-	-
Audi poikittaismoottoriset mallit esim. A3 ja TT	Haldex-kytkin	-	-
pitkittäismoottoriset mallit esim. A4, A6 ja A8	Torsen-keskitasauspyörästö	Torsen, joissakin vanhemmissa V8 ja 100-malleissa	-
BMW xDrive	lamellikytkin, jatkuva neliveto	-	-
Honda CR-V, HR-V	lamellikytkin	-	-
Hyundai Tucson/Santa Fe	lamellikytkin, keskilukitus	-	-
Jeep Wrangler Cherokee	kytkettävä neliveto, keskilukitus takaveto/aut. neliveto, keskilukitus	- kitkalukko	- -
Grand Cherokee	lamellikytkin	lamellikytkin	lamellikytkin
Kia Sportage Sorento	lamellikytkin, keskilukitus kytkettävä/aut. neliveto	- -	- -
Land Rover Freelander Freelander 2007->	viskokytkin lamellikytkin	- -	- -
Defender	jatkuva neliveto, keskilukitus	-	-
Discovery	jatkuva neliveto	-	-
Range Rover	jatkuva neliveto	-	-
Mazda 6 MPS	lamellikytkin	-	-
Mercedes-Benz 4-Matic	jatkuva neliveto	-	-
Mitsubishi maasturit	kytkettävä/jatkuva mallista riippuen, keskilukitus	osassa kitkalukko	-
Nissan X-Trail Terrano II	lamellikytkin takaveto/kytkettävä neliveto	- kitkalukko	- -
Porsche 911-nelivedot	viskokytkin	-	-
Seat esim. Leon ja Toledo	Haldex-kytkin	-	-
Skoda esim. Octavia	Haldex-kytkin	-	-
Subaru käsivaihteiset automaattivaihteiset	jatkuva, visko keskitasausp. lukkona planeettapyörästö ja/tai lamellikytkin	Turbo-malleissa on käytetty viskoa -	- -

Suzuki Panda	viskodytkin	-	-
Grand Vitara	jatkuva neliveto, keskilukitus	-	-
Jimny	takaveto/kytkettävä neliveto	-	-
Toyota RAV4 <-2005	viskodytkin	-	-
RAV4 -> 2005	lamellidytkin	-	-
Land Cruiser	jatkuva neliveto	joissakin sähköinen mek. lukko	-
Volkswagen esim. Golf, Bora	Haldex-kytkin	-	-
Volvo XC70 <-2003	viskodytkin	-	-
XC70 2003->, V70-mallisto ->2001	Haldex-kytkin	-	-