

Joonas Perttula

# Kehittyneet ajovalaisintekniikat, toiminta, rakenne ja lainsäädäntö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinööriytyö

15.5.2013

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Joonas Perttula Kehittyneet ajovalaisintekniikat, toiminta, rakenne ja lainsäädäntö 36 sivua + 1 liitettä 15.5.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Jälkimarkkinointi
Ohjaaja(t)	Heikki Parviainen, koulutuspäällikkö Jari Pitkälä, Toimittaja Tekniikan Maailma
<p>Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan autojen uusia ajovalaisintekniikoita. Työn tilaaja on A-Katsastus Oy ja työ on toteutettu katsastuksen näkökulmasta. Automatiikkaa sisältävät valaisinjärjestelmät ovat kehittyneet ja yleistyneet nopeasti viime vuosina. Tarkasteluun otettiin kehittyneiden etuvalaisinjärjestelmien rakenne ja toiminta sekä niihin liittyvä lainsäädäntö. Työssä käsitellään mukautuvat ajovalaisimet, kaukovaloavustimien eri toteutukset, LED-ajovalaisimet, pimeänäköavustimet, kääntyvät ajovalaisintoiminnot sekä huomiovalaisimet.</p> <p>Lainsäädännöstä poimittiin olennaiset kohdat, jotka katsastajan tulee huomioida työssään. Autojen valotekniikoihin liittyy paljon eri lisävarustekombinaatioita. Hyväksytystä valaisimesta tulee löytyä hyväksyntämerkinnät kaikille toiminnoille, joihin sitä käytetään. Katsastajan on tärkeää pystyä erottamaan eri toiminnot ja valotekniikat toisistaan.</p> <p>Työssä kerrotaan jokaisesta valotoiminnosta ja sen sisältämästä tekniikasta havainnollistavan käytännön toteutuksen kautta. Esimerkeissä on yksityiskohtaisesti esitelty tämän hetken kehittyneimpien valotekniikoiden toiminta ja rakenne. Tämän työn kautta lukija saa selkeän kuvan siitä, miten uusimmat etuvalaisintekniikat ja valotoimintojen muodostus on toteutettu.</p>	
Avainsanat	AFS, LED, ajovalo, katsastus, valaisin

Author(s) Title Number of Pages Date	Joonas Perttula Advanced Headlight Technologies, Function, Structure and Regulations 36 pages + 1 appendices 15 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Aftersales
Instructor(s)	Heikki Parviainen, Head of Degree Programme Jari Pitkälä, Reporter, Tekniikan Maaailma
<p>The purpose of this thesis was to research the latest advanced headlight systems. The thesis was assigned by A-Katsastus Oy and implemented with the perspective of the inspection in mind. Headlight systems with automatic functions have advanced and become more common within the last few years. The main focus is on structure, function and regulations of the modern headlight technology. The thesis covers adaptive headlight systems, different types of high-beam assistants, LED-headlights, night vision systems, cornering lights and daytime running lights.</p> <p>Essential headlighting regulations for car inspection were gathered up. There are numerous optional combinations available for automobile headlights. Every existing feature and function needs to be marked in the headlight. It is vital for car inspector to recognize features and functions and to be able to distinguish between them.</p> <p>The functions covered are explained through practical implementations. Today's most advanced headlight technologies are described in detail providing the reader with a clear picture of how modern automobile headlight functions are realized.</p>	
Keywords	AFS, LED, headlight, inspection

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Uudet valotekniikat	2
2.1	Mukautuva etuvalaisinjärjestelmä (AFS)	2
2.1.1	Merkinnät	4
2.1.2	Rakenne ja toiminta	6
2.2	Kaukovaloavustimet	9
2.2.1	Tavallinen kaukovaloavustin	10
2.2.2	Mukautuva kaukovaloavustin	12
2.2.3	Kaukovaloavustin mukautuvalla valonjakaumalla	14
2.3	Kulmavalaisin ja staattinen kaarrevalo	15
2.3.1	Kuvaus ja määrykset	15
2.3.2	Rakenne ja toiminta	16
2.4	Dynaaminen kaarrevalo	17
2.4.1	Kuvaus ja määrykset	17
2.4.2	Rakenne ja toiminta	18
2.5	LED-ajovalaisimet	19
2.5.1	Audi A8:n LED-ajovalaisimet	19
2.5.2	BMW Dynamic LED -ajovalaisimet	23
2.6	Pimeänköavustimet	24
2.6.1	Audi Night vision	25
2.6.2	BMW:n Night Vision ja dynamic light spot	27
2.7	Huomiovalaisimet (päiväajovalot)	29
2.7.1	KytKentä ja sijoitus	29
2.7.2	Valoautomaatiikka ja valoisuudentunnistus	30
3	Kaasupurkausvalon valotehon heikkeneminen	31
4	Arvostelu katsastuksessa	33
5	Yhteenveto	34
	Lähteet	35

## Liitteet

Liite 1. Katsastuksen arvosteluperusteet 3.0

## 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä perehdytään autojen uusiin ajovalaisintekniikoihin. Työssä tarkastellaan kehittyneiden valaisinjärjestelmien rakennetta, toimintaa sekä valaisimia koskevaa lainsäädäntöä. Valoja koskevista määräyksistä poimittiin olennaiset kohdat, jotka katsastuksessa tulee huomioida. Autojen valotekniikoihin liittyy paljon eri lisävarustekombinaatioita. Hyväksytystä valaismesta tulee löytyä hyväksyntämerkinnät kaikille toiminnoille, joihin sitä käytetään. Katsastajan on tärkeää tuntea eri valotekniikat ja toiminnot.

Opinnäytetyön tilaaja on A-Katsastus, joka on johtava yksityinen ajoneuvokatsastusten, rekisteröintien, kuljettajantutkintojen ja ajoneuvontestauspalveluiden tarjoaja Pohjois-Euroopassa. Työ on toteutettu katsastajan näkökulmasta. Käsitellyt valaisimet ja tekniikat on pyritty jaottelemaan niin kuin tämänhetkiset valomääräykset ne määrittelevät.

Työssä käsitellään mukautuvat etuvalaisinjärjestelmät, kaukovaloavustimien eri toteutukset, LED-ajovalaisimet, kääntyvät ajovalaisintoiminnot, huomiovalaisimet sekä pimeänäköavustimet. Jokaisesta valotoiminnosta ja sen sisältämästä tekniikasta kerrotaan käytännön toteutuksen kautta. Esimerkeissä on yksityiskohtaisesti esitelty tämän hetken kehittyneimpien valotekniikoiden toiminta ja rakenne. Tämän työn kautta lukijalle muodostuu selkeä kuva siitä, miten tämän hetken uusimmat etuvalaisintekniikat ja valotoimintojen muodostus toimivat.

Nykyaikaiset valojarjestelmät ovat erittäin kehittyneitä ja paljon tekniikkaa sisältäviä kokonaisuuksia. Järjestelmät koostuvat useammista ohjainlaitteista, antureista ja kamerasta. Myös auton navigointijärjestelmä voi olla mukana ohjaamassa valojen käyttöä. Nykypäivän kehittyneissä ajovaloissa on kuljettajan havainnointikykyä parantavia ominaisuuksia kuten ajotilanteen mukaan kääntyviä sekä nopeuden, valaistuksen ja muiden tielläliikkujien mukaan kantamaa ja valokuviota säätäviä valoja. Osa valoista muokkaa myös kaukovalon valo-kaumaa niin, että vastaantuleva ajoneuvo kohdatessa voidaan kaukovalot pitää

kytkettyinä järjestelmän muokatessa jakaumaa niin, että vastaantulijaa ei häikäistä.

Ajovalojen hyväksyntien, toiminnallisten vikojen, sekä kuluneisuuden arviointi katsastuksessa luo haasteita katsastajien päivittäiseen työhön kehittyneiden tekniikoiden yleistyessä. Katsastuksen arvosteluperusteet eivät toistaiseksi erittele mukautuvien ajovalaisinjärjestelmien toiminnallisia vikoja. Ilman diagnosilaitteistoa paljon tekniikkaa sisältävien järjestelmien vianmääritys on haastavaa.

Opinnäytetyössä perehdytään myös kaasupurkauspolttimolle ominaiseen valotehon heikkenemiseen. Kaasupurkauspolttimoiden elinikä on moninkertainen verrattuna halogeenipolttimoihin, mutta ne kuitenkin menettävät valotehoa merkittävästi käytön myötä. Kaasupurkausvalojen yleistymisen myötä tämä tulee huomoida valaisimen valotehoa arvioitaessa.

## **2 Uudet valotekniikat**

Tässä luvussa käsitellään autojen uusia ajovalaisintekniikoita. Tarkasteluun on otettu katsastuksen kannalta olennainen valaisimiin liittyvä lainsäädäntö. Lisäksi uusiin tekniikoihin tutustutaan käytännön toteutuksien kautta. Esimerkeissä kuvataan yksityiskohtaisesti Audin, BMW:n ja Mercedes-Benzin valaisinjärjestelmien rakennetta ja toimintaa.

### **2.1 Mukautuva etuvalaisinjärjestelmä (AFS)**

AFS-järjestelmä eli mukautuva etuvalaisinjärjestelmä muodostaa erilaisia valokuvia ajonopeuden ja tilanteen mukaan. Järjestelmän valokuviot on jaettu viiteen eri pääluokkaan. Jokaisen hyväksytyyn AFS-järjestelmään on tuotettava vähintään tavalliset C-luokan lähivalot sekä jonkin toisen luokan lähivalot. Lähivalotoimintoja voi olla useampiakin saman luokan sisällä. AFS-järjestelmän vianilmaisien sekä ajovalojen pesulaite ovat pakollisia varusteita AFS-

valojärjestelmän kanssa. Automaattinen ajovalojen korkeudensäätö vaaditaan samoilla perusteilla kuin muissakin ajovaloissa. [1, 4.13.]

Taulukko 1. AFS-järjestelmän toiminnot ja merkinnät

<b>Merkintä</b>	<b>Toiminto</b>
X	Mukautuva AFS-järjestelmä
T	Kääntyvä valotoiminto
C	C-luokan lähivalo (tavallinen lähivalo)
V	V-luokan lähivalo (kaupunki- ja taajama-ajo)
E	E-luokan lähivalo (maantie- ja moottoritieajo)
W	W-luokan lähivalo (märkä keli)
R	R-luokan kaukovalo

AFS-valaisutoimintojen muutosten tulee tapahtua järjestelmän automatiikan hoitamana. Kuljettajan on voitava kytkeä järjestelmä neutraaliin asentoon ja takaisin toimintaan. Luokan C lähivalo on tavallinen epäsymmetrinen lähivalokuvio. Se tulee olla aktivoituna ajoneuvon paikalla ollessa ja silloin, kun muita toimintoja ei käytetä. Näin ollen lähivalojen suuntauksen ja valokuvion tarkastus katsastuksessa ei eroa tavallisista ajovalaisimista.

Luokan V lähivalo on kaupunki- ja taajamavaloinen, joka muodostaa lyhyemmän ja symmetrisemmän valokuvion. Luokan V lähivalo saa kytkeytyä nopeuden ollessa alle 50 km/h. Taajamassa tai kiinteän valaistuksen tiellä toiminto saa olla käytössä alle 60 km/h nopeudessa. Jos tienpinnan luminanssin arvo on jatkuvasti suurempi kuin 1 cd/m<sup>2</sup> ja/tai tien horisontaalisen valaistuksen arvo jatkuvasti suurempi kuin 10 lx, saa toiminto olla myös käytössä.

Luokan E lähivalo eli pidemmän kantaman maantie- ja moottoritietoiminto saa olla käytössä nopeuden ollessa yli 110 km/h. Jos moottoritieolosuhteet havaitaan, toiminto saa kytkeytyä jo nopeuden ollessa 70 km/h.

Märän kelin W-lähivalotoiminto saa olla käytössä kun, järjestelmä on havainnut märän tien. Tuulilasinyyhkijän on oltava ollut käytössä kahden minuutin ajan



ennen kytkentää, eivätkä etusumuvalot saa olla kytkettynä samanaikaisesti. [2, 6.22.7.]

Järjestelmä on voitava muuttaa toimimaan toisenpuoleisessa liikenteessä kuin mihin se on hyväksytty tai muutettava sen toimintaa niin, että muulle liikenteelle ei aiheudu haittaa. Säättö pitää voida tehdä ilman erikoistyökaluja. [4, 5.8.]

### 2.1.1 Merkinnot

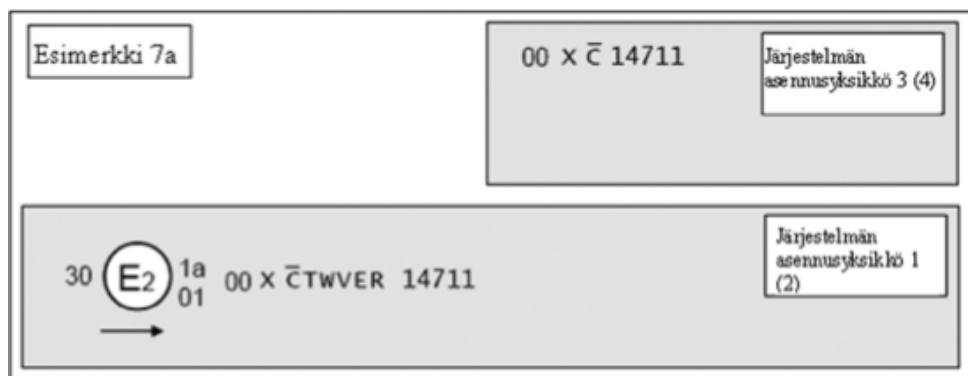
Hyväksytyssä ajovalaisimessa tulee olla näkyvästi ja pysyvästi merkittynä hyväksyntänumero sekä tyyppihyväksyntämerkintä. Hyväksyntänumeron kaksi ensimmäistä merkkiä ilmaisevat muutossarjan, jonka mukaisesti valaisin on hyväksytty. Tyyppihyväksyntämerkintä koostuu kansainvälisestä hyväksyntämerkistä ja mukautuvia valotoimintoja kuvaavista kirjaimista. Kaukovalon määräykset täyttävän valaisimen merkinnässä on merkittävä lisäksi enimmäisvalotehoa ilmaiseva referenssiluku. Merkinnot alla tulee olla nuoli, joka ilmaisee kummanpuoliseen liikenteeseen valaisin on hyväksytty. Muovinen linssi merkitään PL-tunnuksella. Mukautuvan etuvalaisinjärjestelmän tunnistaa X-merkinnästä, jonka jälkeen on merkitty hyväksytyt toiminnot. Jos toiminto tuotetaan useammalla kuin yhdellä asennusyksiköllä, tulee merkinnän yläpuolella olla tämän ilmaiseva viiva. Jos lähivalo ei pala samaan aikaan muun valotoiminnon kanssa, on lähivalon merkintä eriteltävä /-merkillä. [4, 4.2.]

Autonvalmistaja saa käyttää samanlaisia merkinnöiltään yhteneviä valaisimen laseja useissa erityyppisissä ja eri tekniikalla toteutetuissa valaisimissa. Tässä tapauksessa valaisimen lasiin voidaan merkitä kaikkien niiden yksiköiden hyväksyntämerkit, joissa kyseistä lasia käytetään. Valaisimen rungossa on oltava tämän lisäksi merkintä, joka ilmaisee asennusyksikön oikeat ominaisuudet ja hyväksynnot. Jos myös valaisimen runko on yhtenevä, tulee siitäkin löytyä kaikki merkinnät. Tämä saattaa vaikeuttaa esimerkiksi kaukovalaisimien referenssilukujen tulkitsemista. On myös huomioitava, että ajoneuvon ajovalaisinjärjestelmässä voi olla useita kokonaisuutena hyväksytyjä asennusyksiköitä. Kuvissa 1 ja 2 näytetään esimerkit AFS-ajovalaisimien merkinnöistä. [3, 4.3.3.]

00 XCV $\bar{R}$ T 30 (E<sub>4</sub>) 12493  
 ←————→

Kuva 1. Esimerkki AFS-ajovalaisimen merkinnöistä [4, liite 2]

- (00) Muutossarjan 00 mukainen järjestelmä
- (X) Mukautuva AFS- järjestelmä
- (C) Luokan C lähivalaisin (tavallinen lähivalo)
- (V) Luokan V lähivalaisin (kaupunki- ja taajama-ajo)
- (R) Luokan R kaukovalaisin, joka muodostetaan yhdessä toisen valaisimen kanssa.
- (T) Kaikki valotoiminnot ovat kääntyviä.
- (30) Kaukovalon referenssiluku on 30
- Nuoli osoittaa valaisimen olevan hyväksytty sekä oikean, että vasemmanpuoleisessa liikenteessä.



Kuva 2. Kahdesta ajoneuvon samalle puolelle sijoitetusta asennusyksiköstä koostuvan AFS-järjestelmän valaisimien merkinnät. [4, liite 2]

- (00) Hyväksytty muutossarjan 00 mukaan
- (X) Mukautuva AFS-järjestelmä
- (C ja CT) Luokan C lähivalaisin toteutetaan molemmilla asennusyksiköillä samanaikaisesti. Toisen asennusyksikön lähivalaisin on kääntyvä.

- (W) Luokan W lähivalaisin (märkä keli)
- (V) Luokan V lähivalaisin (kaupunki- ja taajama-ajo)
- (E) Luokan E lähivalaisin (maantie- ja moottoritieajo)
- (R) Luokan R kaukovalaisin, jonka referenssiluku on 30
- (1a) Suuntavalaisin, joka on hyväksytty 01-muutossarjan mukaisesti yhdessä kaukovalon kanssa
- Hyväksytty oikeanpuoleiseen liikenteeseen.

### 2.1.2 Rakenne ja toiminta

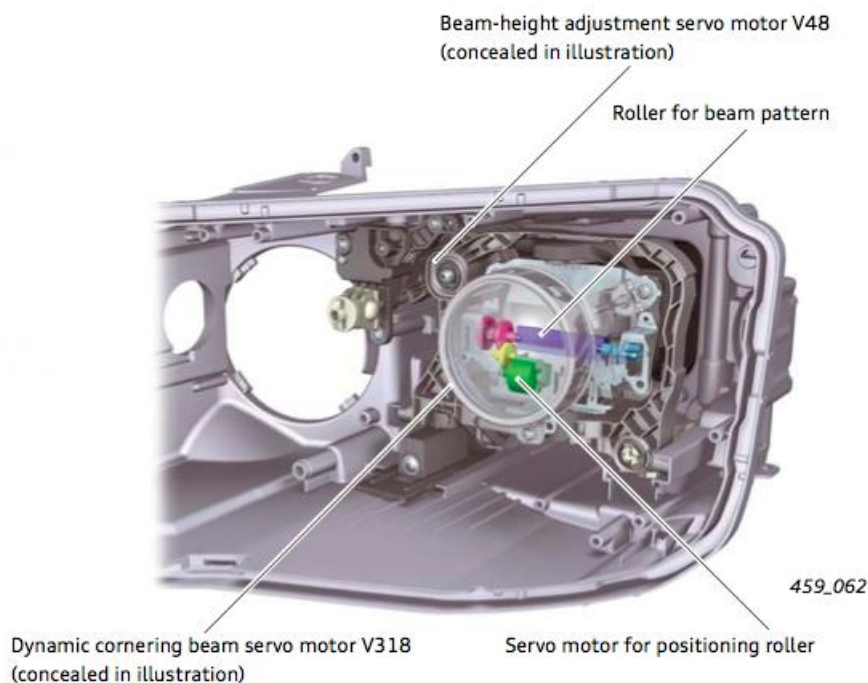
Audi A8:n Xenon plus mukautuvat ajovalot (AFS) (kuva 3) pohjautuvat vakiovarustukseen sisältyviin Xenon plus kaksoisksenon-ajovaloihin. Mukautuvat ajovalot on varustettu myös dynaamisella kaarretoiminnolla. Mikäli auto on varustettu alkuperäisellä navigointijärjestelmällä, hyödynnetään sen sijaintitietoja myös valojen ohjauksessa. Navigointijärjestelmä tunnistaa tietyypin, nopeusrajoituksen, kaistojen määrän, lähestyvien käännoisten muodot ja risteykset, sekä taajama-alueet.

#### Xenon plus headlights



Kuva 3. Audi A8:n ajovaloyksikkö [5, s. 30]

Mukautuvien valotoimintojen muodostuksessa hyödynnetään valokuviota rajaavaa suljinrullaa (kuva 4). Kaasupurkausvalon projektorin linssin takana olevaan suljinrullaan on muotoiltu omat profiilit eri valotoiminnoille. Järjestelmä ohjaa valokuviota rajaavia rullien asentoa omilla säätömoottoreilla. Suljinrullien asentoa ohjataan ajotilanteen mukaan. Mukautuva ajovalojärjestelmä on varustettu vasemmanpuoleisen liikenteen muunnoksella, jossa valokuvio muotoillaan peilikuvaksi suljinrullilla. Navigointijärjestelmällisessä autossa toiminto aktivoidaan sijaintitietojen perusteella valtion raja ylitettäessä. Ajotietokoneen näytöllä näkyy toiminnon ilmoitus. Ilman navigointijärjestelmää muunnos aktivoidaan ajotietokoneen kautta.



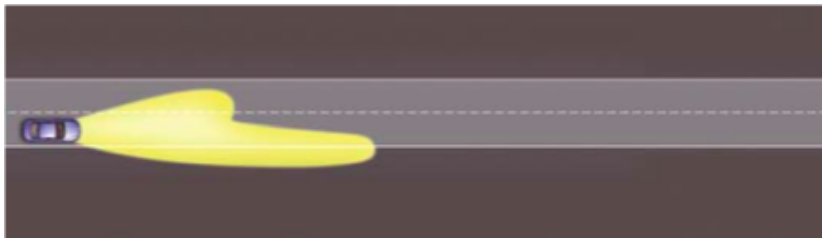
Kuva 4. Audi A8:n AFS-ajovalon säätölaitteisto [5, s. 33]

Auton paikallaan ollessa ja nopeuden ollessa alle 5 km/h käytössä ovat maatievalot eli tavalliset luokan C lähivalot. Kaupunkivalot (kuva 5) ovat kytkettyinä nopeuden ollessa 5–50 km/h ja navigoinnilla varustetuissa autoissa 5–60 km/h taajamassa ajettaessa. Kaasupurkausvalojen valokuvio rajataan suljinrullien avulla symmetriseksi ja valoja käännetään hieman ulospäin leveämmän valaistun alueen saavuttamiseksi. Valojen kaarretoiminto ei ole aktiivinen.



Kuva 5. Kaupunkivalot eli luokan V lähivalotoiminto [5, s. 34]

Maantievalot (kuva 6) kytkeytyvät uudelleen, kun nopeus nostetaan yli 50 km:iin/h ja pidetään alle 110 km:ssä/h. Jos ajoneuvo on varustettu alkuperäisellä navigointijärjestelmällä, maantievaloja käytetään sijainnin perusteella maantieolosuhteissa. Maantievalot kytkettynä ajovalojen dynaaminen kaarretoiminto on aktiivinen.

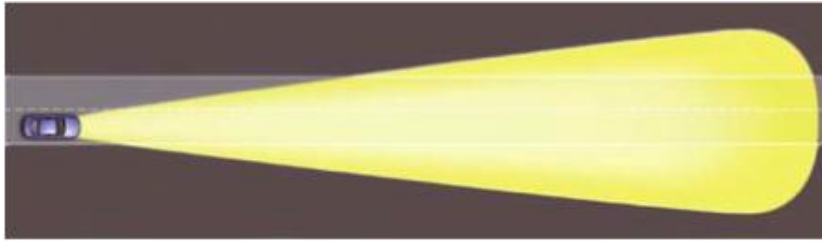


Kuva 6. Maantievalot eli luokan C tavallinen lähivalotoiminto [5, s. 33]

Moottoritievaloilla (kuva 7) eli luokan E valoilla valojen kantamaa pidennetään. Valokuvio rajataan epäsymmetriseksi vastaantulijat huomioon ottaen. Kaarrevaloiminto on edelleen aktiivinen. Toiminto kytkeytyy nopeuden ollessa yli 110 km/h tai jos nopeus on hetkellisesti yli 130 km/h. Navigointijärjestelmän kanssa toiminto aktivoituu moottoritiellä ajonopeuden ollessa yli 80 km/h. Kaukovalojen (kuva 8) aktivointi tapahtuu perinteisesti valoviiksestä ilman kaukovaloautomaatiikkaa olevissa autoissa.

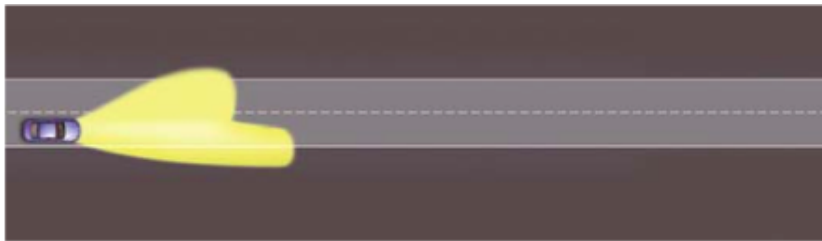


Kuva 7. Moottoritievalot eli luokan E lähivalotoiminto [5, s. 34]



Kuva 8. Kaukovalo eli luokka R [5, s. 34]

Huonon sään valotoiminto (kuva 9), joka kuuluu luokkaan W, kytketään valokatkaisijasta. Kaasupurkausvalojen valokuvio on epäsymmetrinen ja sen korkeutta lasketaan heijastuksien välttämiseksi. Tien keskilinjan puoleista valoa käännetään kevyesti ulospäin, jotta tien pientare saadaan paremmin valaistua. [8, s. 4–22.]



Kuva 9. Huonon sään valotoiminto, eli luokan W lähivalotoiminto [5, s. 34]

## 2.2 Kaukovaloavustimet

Kaukovaloavustin avustaa kuljettajaa kauko- ja lähivalojen kytkemisessä. Avustin toimii järjestelmän automatiikan ohjaamana. Muun liikenteen ja valaistuksen tunnistus tapahtuu kameran avulla. Avustimet voidaan jakaa kolmeen ryhmään toimintaperiaatteen perusteella. Tavallinen kaukovaloavustin vaihtaa lähivaloilta kaukovaloille ja takaisin tarpeen mukaan. Mukautuva kaukovaloavustin säättää valojen kantamaa portaattomasti pitäen valaistun alueen mahdollisimman laajana. Kaukovaloavustin, joka mukauttaa valonjakamaa pitää kaukovalot kytkettynä vielä tätäkin pidempään, muodostaen häikäisemättömän väylän kohdatun liikenteen häikäisyn estämiseksi. Kaukovalo voidaan pitää kytkettyinä kohdatun liikenteen häikäistymättä. Häikäisemättömän alueen muodostus saadaan ai-

kaan muotoiluilla suljinlevyillä (Valeo ja AL) tai profiloiduilla suljinrullilla (Hella) (kuva 10), sekä ajovalojen kääntämisellä.

Kaukovalaisimia saa olla kaksi tai neljä ja niiden yhteenlaskettu suurin sallittu valotehon referenssiluku on 100. Vain yksi ajoneuvon kaukovalopari saa olla kääntyvä. [2, 6.1.]

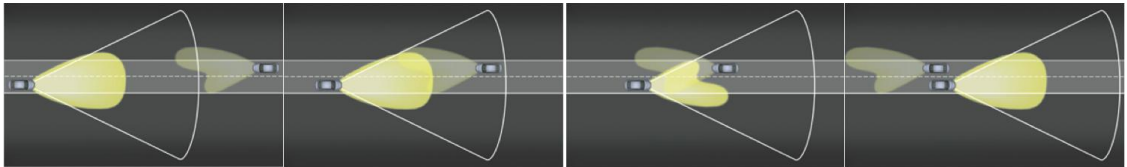


Kuva 10. Hella:n kaukovaloavustimen häikäisemättömän alueen muodostava suljinrulla [7]

### 2.2.1 Tavallinen kaukovaloavustin

Audin tavallinen kaukovaloavustinjärjestelmä tunnistaa muun liikenteen, taajamat, ajonopeuden, valoisuuden, sekä sää olosuhteet, joiden pohjalta se ohjaa kaukovalojen käyttöä. Kaukovaloapu aktivoidaan kääntämällä ajovalokatkaisija AUTO-asentoon ja työntämällä valoviikseä eteenpäin. Kaukovaloavun merkkivalo ilmaisee toiminnon olevan käytössä. Toiminto on kuljettajaa avustava, kuljettaja voi edelleen halutessaan vaihtaa lähi- tai kaukovalojen välillä. Kaukovalot kytketään päälle nopeuden ollessa yli 60 km/h, kun vastaantulevaa tai edellä ajavaa liikennettä tai useampia katuvaloja ei havaita. Lähivalojen tulee olla päällä sade- ja valotunnistimen ohjaamana. Muuta liikennettä kohdatessa vaihde-

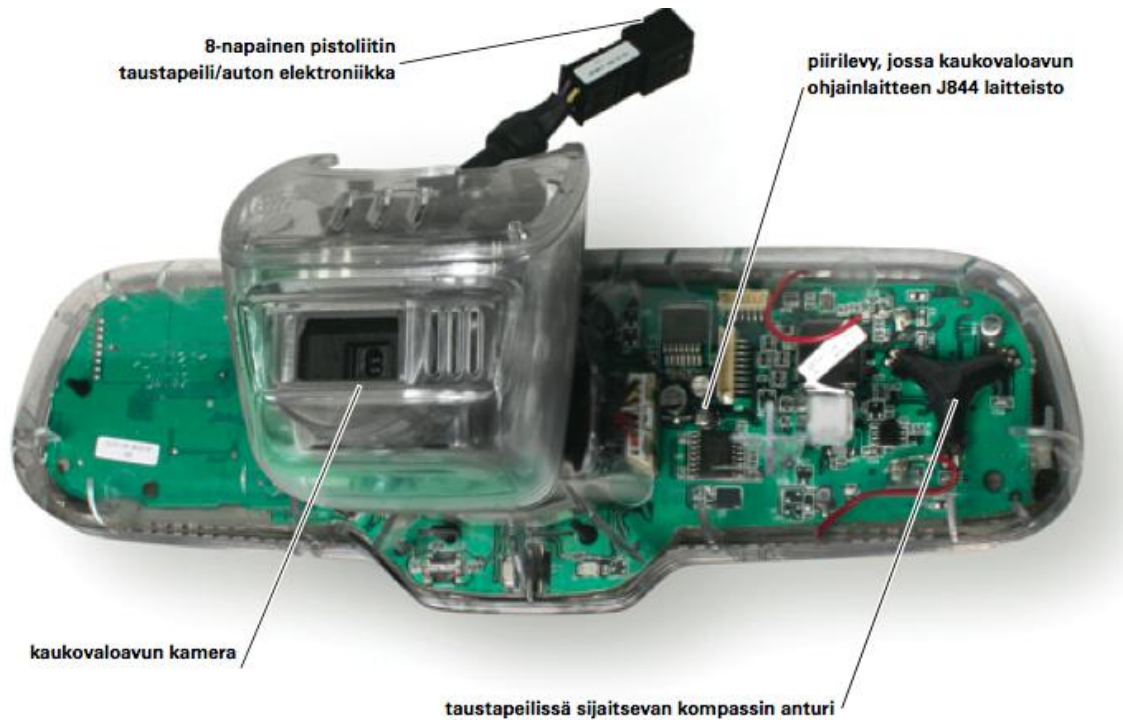
taan kaukovaloilta lähivaloille ja takaisin automatiikan ohjaamana (kuva 11). Nopeuden laskiessa alle 30 km:iin/h järjestelmä vaihtaa takaisin lähivaloille. Jos muu edellä mainittu ehto ei täyty tai järjestelmä havaitsee riittävästi sumua, vaihdetaan myös lähivaloille. Kaukovalot pysyvät aktivoituna tilanteessa, jossa ajetaan taajamaan ja nopeus on edelleen yli 90km/h.



Kuva 11. Tavallisen kaukovaloavustimen toiminta, vastaan tuleva auto [6, s. 7]

Kaukovaloautomatiikan yhteydessä valojärjestelmään on lisätty taustapeilin yhteyteen kaukovaloavun kameran sekä kaukovaloavun ohjainlaitteen J844 sisältävä yksikkö (kuva 12). Kameran havaintoalue on optimiolosuhteissa jopa 1000 m. Ohjainlaitteessa on integroitu ilmankosteusanturi, joka on LIN-väylän kautta yhteydessä auton muuhun sähköjärjestelmään. Kaukovaloavun ohjainlaite saa CAN-väylän kautta tiedon ajonopeudesta ja sade- ja valotunnistimen kehotuksen lähivalojen aktivoinnista. Tietojen perusteella sähkökeskus hoitaa kaukovalojen aktivoinnin käyttölogiikan perusteella. Järjestelmän havaitessa toiminnallisen vian tai jos tuulilasin kamerayksikön näkymässä on likaa, jätää tai muu näköeste, näytetään ajotietokoneen näytöllä vikailmoitus. [6, s. 4–22.]

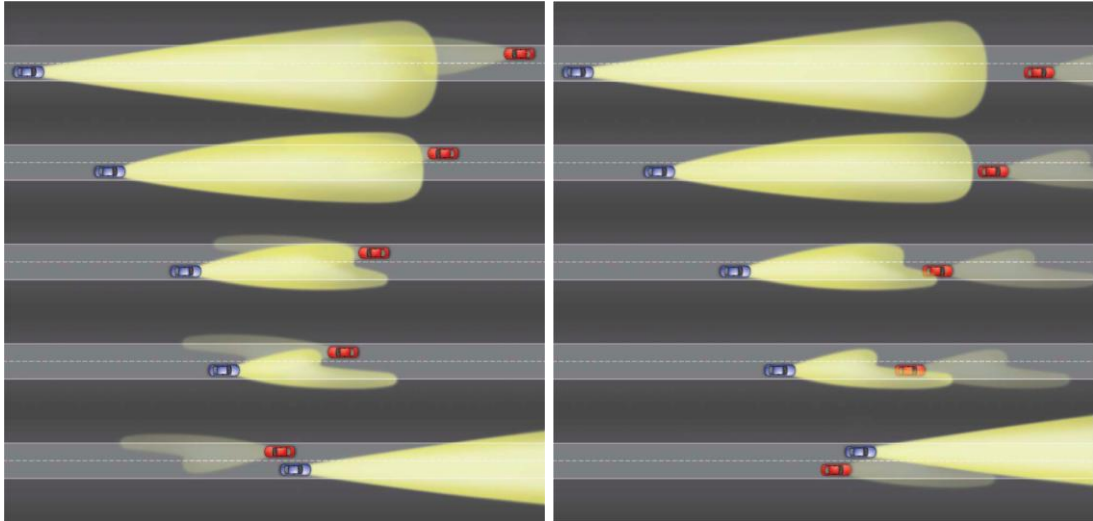




Kuva 12. Audi A4:n kaukovaloavustimen kamera ja ohjainlaite J852 [6, s. 15]

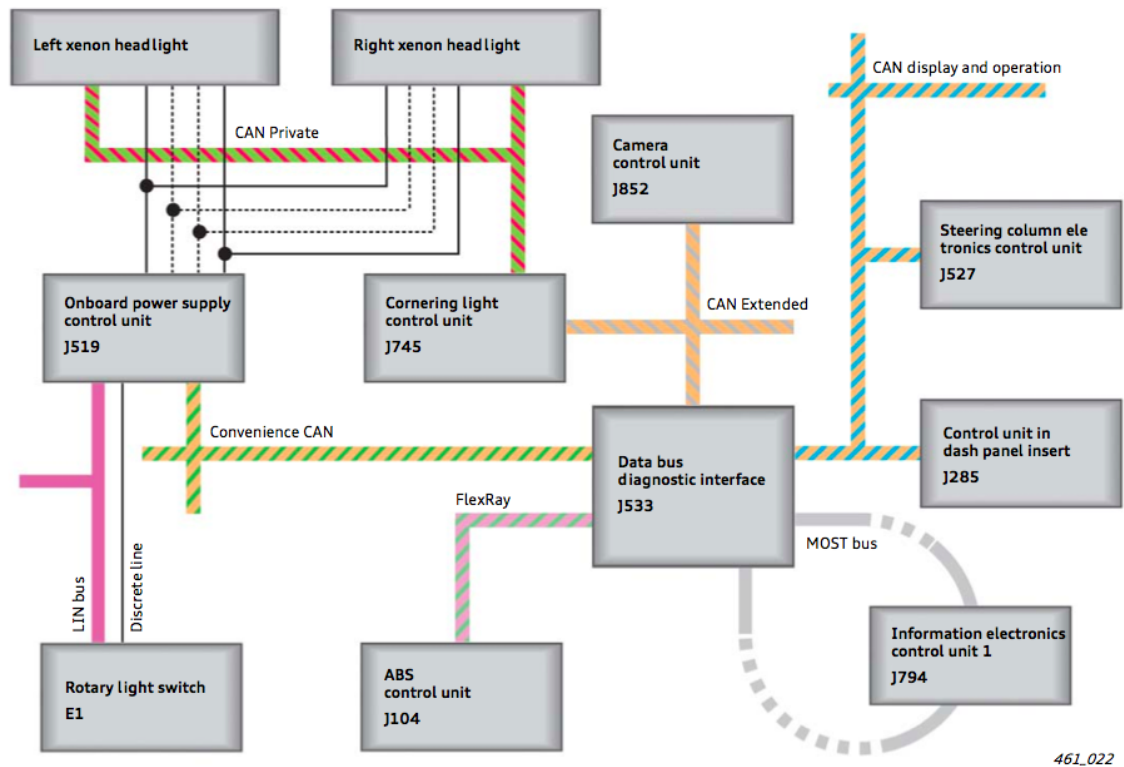
### 2.2.2 Mukautuva kaukovaloavustin

Audi A8:n liukuva kaukovaloavustin on Xenon Plus- mukautuviin ajovaloihin (AFS) saatava toiminto. Järjestelmä säätää valojen kantamaa portaattomasti kaukovaloilta lähivaloille, jolloin valaistu alue pyritään säilyttämään mahdollisimman laajana muuta liikennettä kohdatessa (kuva 13). Järjestelmä toimii valokuviota rajaavien säätörullien ja liikenteen tunnistavan kameras avulla. Järjestelmään kuuluu ohjainlaitteen sisältävä kamerayksikkö (J852). Taustapeilin yläpuolelle asennettu kamera avustaa myös kaistallapysymisvahtia. Kamerayksikkö jaottelee valonlähteet ajovaloiksi, takavaloiksi, katuvaloiksi tai merkityksettömiksi valonlähteiksi. Kameran tunnistessa samanaikaisesti vähintään kaksi katuvaloa, katsoo se liikuttavan taajamassa. Kameran ohjainlaite lähettää CAN-väylään viestin havaituista kohteista ja niiden etäisyydestä valojen ohjainlaitteelle (J745), joka määrittää ajovalojen säätörullien asennon yksilöllisesti. Kuvassa 14 on esitelty järjestelmän tiedonsiirtoverkosto ja ohjainlaitteet.



Kuva 13. Audin mukautuvan kaukovaloavustimen toiminta [8, s. 9]

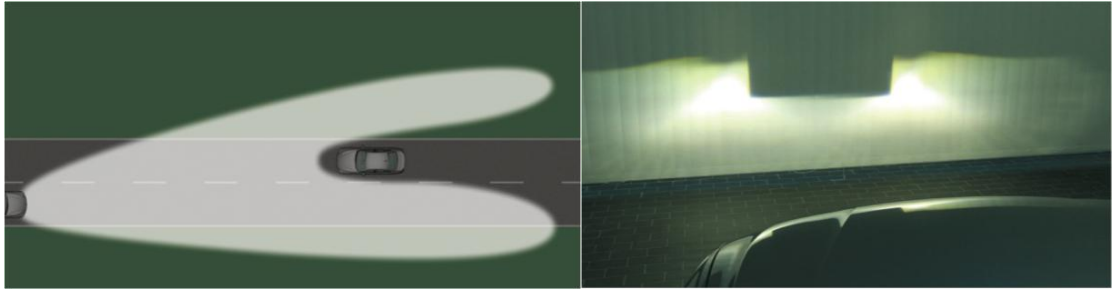
Kaukovaloavustin aktivoidaan tavallisen kaukovaloavustimen tapaan valoviiksi eteenpäin työntäen valokatkaisijan ollessa AUTO-asennossa ja toiminnon ollessa valittuna MMI-tietokoneelta. Taajaman ulkopuolella toiminto aktivoituu nopeuden ollessa yli 60 km/h ja poistuu käytöstä, kun nopeus laskee alle 40 km:iin/h. Taajama-alueella aktivointi tapahtuu nopeudessa 90 km/h ja poiskytkentä nopeuden laskiessa alle 80 km:iin/h. Navigointijärjestelmällä varustetuissa autoissa aktivointi tapahtuu sijaintitietojen perusteella. Kaukovalojen kytkentä tapahtuu 60 km:ssä/h ja poiskytkentä nopeuden laskiessa alle 40 km:iin/h. Poikkeuksellisesti yksikaistaisella maantiellä toiminto aktivoituu jo nopeudessa 30 km/h ja poistuu käytöstä nopeuden laskiessa alle 20 km:iin/h. [8, s. 9–22.]



Kuva 14. Audi A8:n valojen tiedonsiirto [8, s. 22]

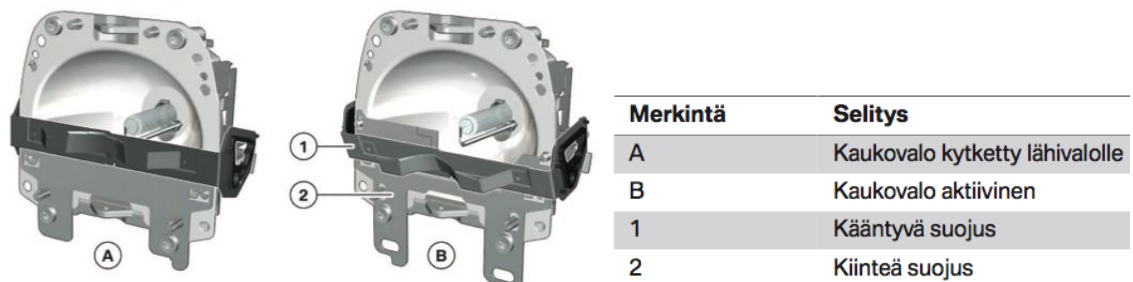
### 2.2.3 Kaukovaloavustin mukautuvalla valonjakaumalla

Tämän hetken kehittyneimmät kaukovaloavustimet muokkaavat kaukovalon valojakaumaa. Kaukovalojen valokuviota rajataan ja käännetään auto kohdassa niin, että auton kohdalle muodostetaan häikäisemätön alue. BMW:n 3-sarjan kaukovaloavustin toimii tällä tekniikalla. Muun liikenteen tunnistus tapahtuu tavallisen kaukovaloavustimen tapaan tuulilasin ylälaitaa sijoitetulla kameralla, joka toimii myös kaistalla pysymisen varoituksen sekä liikennemerkkien tunnistustoiminnon kanssa. Kamera tunnistaa muun liikenteen valojen voimakkuuden ja värin perusteella henkilöautot, kuorma-autot, moottoripyörät ja valaisimilla varustetut polkupyörät.



Kuva 15. BMW:n kaukovaloavustimen häikäisemätön alue [9, s. 22]

Kohdatulle liikenteelle muodostetaan häikäisemätön alue (kuva 15) molempien ajovalojen avulla. Bi-xenon -ajovalojen heijastimien ja linssien väliin on sijoitettu lähivalokuvion muodostavien suljinlevyjen lisäksi muotoillut suljinlevyt (kuva 16), joilla muodostetaan häikäisemätön väylä kohdatulle ajoneuvolle. Tämän lisäksi molempia kaukovaloja voidaan kääntää sivusuunnassa 15 asteeseen saakka pitäen häikäisemätön alue kohdatun ajoneuvon kohdalla. Kun valaisimen kääntö ei enää riitä, rajataan kyseisen valaisimen valokuvio lähivaloksi levyn avulla. Kun kohde on ohitettu, vaihdetaan valaisin takaisin kaukovalolle. [9, s. 18–26.]



Kuva 16. BMW:n häikäisemättömän kaukovaloavustimen suljinlevyt [9, s. 26]

## 2.3 Kulmavalaisin ja staattinen kaarrevalo

### 2.3.1 Kuvaus ja määrykset

Kulmavalaisimilla saavutetaan parempi näkyvyys risteykseen tai kaarteeseen ajettaessa. Kulmavalaisin valaisee sen tien osan, jolle auto on kääntymässä ja parantaa mm. jalankulkijoiden havainnointia. Toiminto löytyy monista uudemmissa autoista. Valo tuotetaan sisäkaarten puoleisella sumuvalolla tai ajovalolouppiossa toimintoa varten olevalla halogeenipolttimolla tai ledillä. Valaisin on

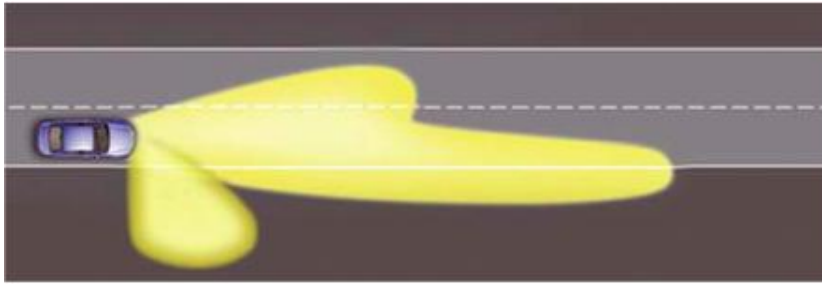
suunnattu siten, että se laajentaa ajovalojen valokuviota sivusuunnassa muuta liikennettä häikäisemättä. Kulmavalon aktivoituu ohjauspyörän kääntökulman, suuntavalon tai molempien mukaan. Kulmavalon toiminta on todettavissa auton paikallaan ollessa ohjauspyörää kääntämällä puolelta toiselle tai suuntavalon kytkeväällä. Ajovalon tulee olla kytkettynä, jotta toiminto on aktiivinen.

Kulmavalaisimen merkintänä käytetään K-kirjainta. Kulmavalaisimia saa olla ajoneuvossa kaksi kappaletta. Sijoituskorkeuden tulee olla 25–90cm maanpinnasta ja näkyvyyskulmien tulee olla 10° ylös- ja alaspäin sekä 30–60° ulospäin. Kulmavalot saavat kytkeytyä vain lähi- tai kaukovalojen ollessa päällä. Sisäkaarteiden puoleisen kulmavalon päälle- ja poiskytkentä voi tapahtua suuntavalon ja/tai ohjauksen kääntämisen mukaan. Kulmavalaisin ei saa kytkeytyä päälle ajoneuvon nopeuden ollessa yli 40 km/h. Molemmat kulmavalaisimet saavat syttyä yhdessä peruutusvalon kanssa autoa peruutettaessa riippumatta nopeudesta ja ohjauspyörän kääntökulmasta. [2, 6.20.]

Jos valaisin on sijoitettu lähivalaisimen asennusyksikön yhteyteen, voidaan sitä käyttää myös staattisena kaarrealona. Sisäkaarteiden puoleinen staattinen kaarrealaisin saa aktivoitua, mikäli ajoneuvon painopisteen kulkulinjan vaakasuuntainen kaarevuussäde on enintään 500 m. Kulmavalon aktivoinnin nopeusrajoitus ei koske staattista kaarrealotoimintaa. [2, 6.2.7.4.]

### 2.3.2 Rakenne ja toiminta

Audi A8:n kulmavalaisin (kuva 17) on toteutettu ajovalaisimen yhteydessä olevalla omalla H7-polttimolla, joten se täyttää myös staattisen kaarrealon vaatimuksen. Valokuvion muodostus tapahtuu heijastimella, eikä valaisin ole erikseen suunnattavissa. Toiminto on käytettävissä yhdessä kaupunki- ja maantievalojen kanssa. Sisäkaarteiden puoleinen kulmavalaisin kytkeytyy vilkun katkaisijan ja ohjauspyörän kääntökulman mukaan auton paikallaan ollessa ja nopeuden ollessa alle 40 km/h. Staattinen kaarrealotoiminto on aktiivinen nopeuden ollessa alle 70km/h, ja se kytkeytyy ohjauspyörän kääntökulman mukaan. [5, s. 34.]



Kuva 17. Kulmavalaisin/staattinen kaarrevalo [5, s. 34]

Risteysvalot (kuva 18) ovat navigointijärjestelmällä varustettujen autojen lisätoiminto. Kun autolla lähestytään risteystä kaupunki- tai maantievaloilla nopeuden ollessa alle 40km/h, molempien ajovalojen kulmavalot aktivoidaan kuljettajan näkyvyyttä parantaen. Toiminto aktivoituu navigointilaitteen sijaintitietojen perusteella. [8, s. 20.]



Kuva 18. Risteysvalot [8, s. 20]

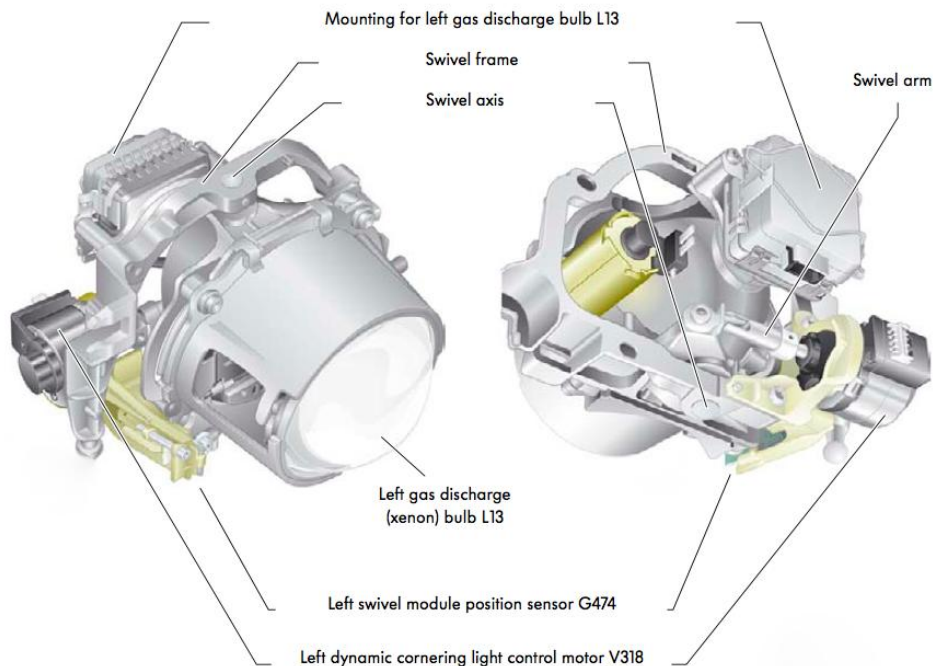
## 2.4 Dynaaminen kaarrevalo

### 2.4.1 Kuvaus ja määräykset

Dynaamisilla kaarrevaloilla saavutetaan parempi näkyvyys kaarteeseen ajettaessa. Dynaamiset kaarrevalot ovat kaasupurkaus- sekä LED-ajovalaisimien lisätoiminto. Ajovalaisimien valokeiloja käännetään erillisillä säätömoottoreilla ohjauspyörän kääntökulman mukaan. Toiminto on yleensä käytössä vain auton liikkeellä ollessa, joten katsastuksessa sen toiminnan tarkastus on haasteellinen. Vianilmaisina on pakollinen varuste kääntyvien ajovalojen kanssa. Ajovalon automaattinen korkeudensäätö- ja pesulaite vaaditaan käytetyn valaisintyyppin mukaan. [2, 6.2.]

## 2.4.2 Rakenne ja toiminta

Volkswagenin dynaamiset kaarrevalot mahdollistavat lähivalon valokeilan kääntämisen 15 astetta ajoneuvon keskilinjasta ulospäin sekä 7,5 astetta keskilinjasta sisäänpäin. Tällä 22,5 asteen välillä valoja ohjataan ohjauspylvään kääntökulman, kääntönopeuden sekä ajonopeuden mukaan. Tieto ohjauspyörän asennosta saadaan ohjausylvään kulma-anturilta ja pyörien nopeustieto ja auton kääntymiskulma saadaan lukkimauttomien jarrujen antureilta. Kaasupurkausvalojen tapaan järjestelmässä on akseleille sijoitetut ajoneuvon asentotunnistimet, joilta saadaan korkeussäädön tiedot. Dynaaminen kaarrevalo toiminto on käytettävissä ajonopeuden ollessa yli 10 km/h. Peruutettaessa toiminto ei ole aktiivinen.



Kuva 20. VW Touareg dynaamisen kaarrevalon säätölaitteisto [10, s. 15]

Dynaamisen kaarrevalon yhteydessä kaasupurkausvalon projektori (kuva 20) on laakeroitu pystysuunnan lisäksi myös vaakasuunnassa. Erillinen asentotunnistimella varustettu säätömoottori säätää valoa kaarre- ja ajovalojenohjausyksikön ohjaamana. Mittariston merkkivalo ilmaisee valojen ohjainyksikön tallentamat viat. [10, s. 4–17.]

## 2.5 LED-ajovalaisimet

LED-ajovalaisimet ovat tällä hetkellä yleistymässä oleva valotekniikka. LED-tekniikan hyviä puolia ovat pieni sähkönkulutus, pitkä käyttöikä sekä niiden tuottaman valon ihmissilmälle miellyttävä vaalea sävy. Rakenteen osalta LED-ajovalot voidaan karkeasti jaotella kahteen eri ryhmään. Osassa valaisimista hyödynnetään erillisiä kiinteästi sijoitettuja LED-moduuleita. Näissä valaisimissa ajotilanteen mukaan mukautuvia ja kääntyviä valotoimintoja voidaan aktivoida eri valoryhmiä kytkemällä ja sammuttamalla. Toisissa rakenteissa LED-moduulit on sijoitettu linssiumpion tapaan. Näissä toteutuksissa valoja voidaan mukauttaa LED-moduuleita dynaamisesti kääntämällä mukautuvien kaasupurkausvalojen tapaan. Valaisin voidaan toteuttaa linssin taakse sijoitetuilla moduuleilla tai heijastimen avulla.

LED-moduulit



MD E3 17325

Kuva 21. LED-moduulin merkintä [3, Liite 2]

LED-tekniikalla hyväksytty valaisin merkitään MD-tunnuksella (kuva 21). Tunnus ilmaisee, että valaisin on toteutettu LED-moduulilla/eilla. Pakollisia varusteita LED-ajovalaisimien kanssa ovat vianilmaisoin sekä valotehon ylittäessä 2000 lumenia ajovalojen puhdistuslaite. [2, 6.2.]

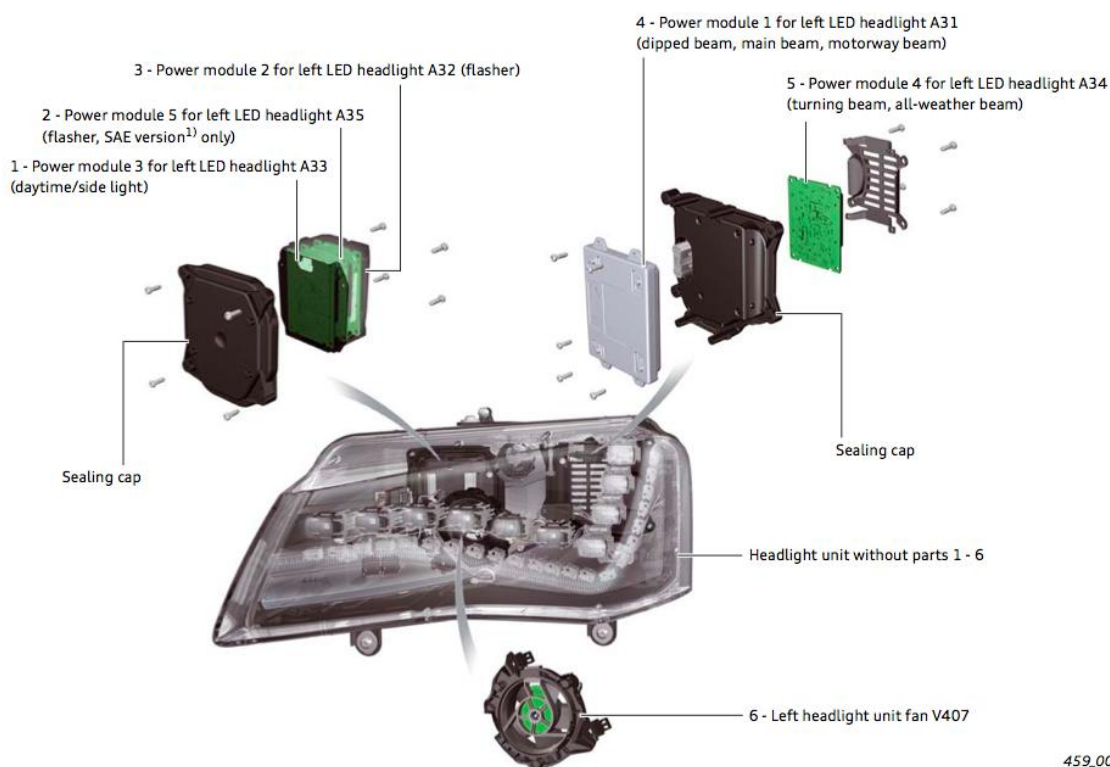
### 2.5.1 Audi A8:n LED-ajovalaisimet

Audilla on moniin malleihin saatavilla täysin LED-tekniikalla toteutetut ajovalaisimet. Seuraavassa tutustutaan Audi A8:n mukautuviin LED-ajovalaisimiin. Kyseessä on AFS-järjestelmä, jossa moduulit ovat kiinteästi asennetut. A8:n



LED-valaisimien valokuvion muotoilu tapahtuu aktivoimalla ja sammuttamalla eri LED-moduuliryhmiä. Ajovalaisinyksikössä (kuva 22) on kolme eri ohjainlaitetta. Yksi ohjainlaite ohjaa suuntavalaisimen, huomiovalaisimen (päiväajovalon) ja etuvalaisimen (parkkivalon) käyttöä. Toinen ohjainlaite ohjaa ajovalaisimia eli lähi-, kauko- ja moottoritievalotoimintoa. Kolmas ohjainlaite huolehtii kulmavalaisimen ja huonon sään toiminnon ohjaamisesta.

LED-moduulien korkean hyötysuhteen ansiosta ne tuottavat vähän lämpöä, mutta ovat myös herkkiä korkeille lämpötiloille. Tämän vuoksi valoumpio on varustettu puhaltimella, joka siirtää moduulien tuottaman lämmön, ehkäisten samalla valoumpion lasin huurtumista.



Kuva 22. Audi A8 LED-ajovalaisimen rakenne [5, s. 39]

Huomiovalaisin (päiväajovalo) sekä etuvalaisin (parkkivalo) muodostuvat 22:n valkoisen ledin nauhasta (Kuva 23), kuten kaasupurkausvalaisimessakin. Huomiovalokytkenässä ledit palavat täydellä kirkkaudella parantaen auton havainnointia. Etuvalaisimina samoja ledejä himmennetään pulssisuhdetta muuttamalla. Tavallinen C-luokan lähivalo (kuva 23) muodostuu 10 erillisestä LED-

yksiköstä. Kuusi keskimmäistä yksikköä koostuu kahdesta ledistä ja neljä reunimmaista ovat yksittäisiä ledejä.



Kuva 23. Huomiovalaisin/etuvalaisin ja tavallinen luokan C lähivalo [5, s. 37]

Etusuuntavalaisin (kuva 24) koostuu 22 ledistä, jotka ovat samassa tilassa huomiovalaisimen/etuvalaisimen kanssa. Valaisimien välinen etäisyys on siis alle 40 mm, joten suuntavalaisin aktivoituna huomiovalaisin saa kytkeytyä pois päältä suuntavalaisimen käytön ajaksi. Kaukovalaisin (kuva 24) muodostetaan kahdella kirkaalla neljän ledin moduulilla.



Kuva 24. Etusuuntavalaisin ja luokan R kaukovalo [5, s. 37]

AFS-järjestelmän moottoritievalaistus eli lähivalon E-luokan lähivalo (kuva 25) toiminnossa tavallisen lähivalon rinnalla aktivoidaan erillinen neljän ledin ryhmä paremman valotehon saavuttamiseksi. Toiminto aktivoituu kun ajonopeutena pidetään yli 110 km/h tai nopeuden hetkellisesti ylittäessä 140 km/h. Ajovalojen tulee olla aktivoituna valoautomaatiikan toimesta. Kulmavalostaattinen kaarrevalo (kuva 25) muodostetaan valoumpion alalaitaan sijoitetun neljän ledin ryhmän

palaessa yhdessä lähivalon kanssa. Kulmavalaisin aktivoituu suuntavaloa käytettäessä tai ohjauspyörän kääntökulman mukaan.



Kuva 25. Moottoritievalaistus luokan E lähivalo ja kulmavalaisin [5, s. 38]

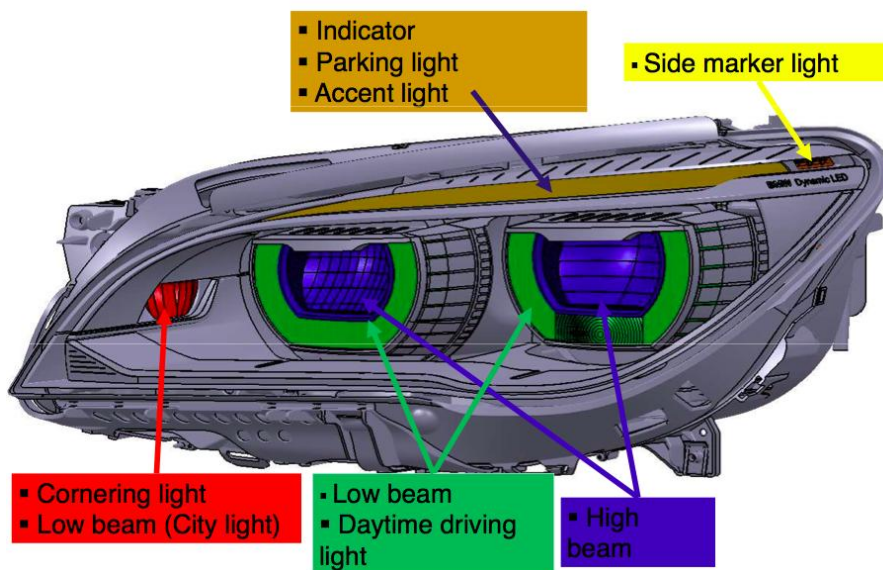
Huonon sään valot eli luokan W lähivalot (kuva 26) kytketään valokatkaisijan vieressä olevasta painikkeesta. Toiminto aktivoituna molempien ajovalojen kaarrevalot palavat lähivalojen kanssa samanaikaisesti. Lisäksi valoja lasketaan sammuttamalla kaksi lähivalon ylintä yksittäistä lediä. Vasemmanpuoleisen liikenteen muunnos (kuva 26) saadaan aikaan lähivalon kolme ylintä yksittäistä lediä sammuttamalla molemmista ajovaloista. Toiminto on kuljettajan aktivoitavissa ajotietokoneen kautta. Navigointijärjestelmällä varustetuissa autoissa muunnos tapahtuu sijaintitietojen perusteella valtion raja ylitettäessä. [5, s. 37–39.]



Kuva 26. Luokan W lähivalo ja vasemmanpuoleisen liikenteen muunnos [5, s. 39]

### 2.5.2 BMW Dynamic LED -ajovalaisimet

BMW:n 7-sarjaan on saatavilla täysin LED-tekniikalla toteutetut ajovalaisimet (kuva 27). BMW Adaptive LED-ajovalaisimien toteutus poikkeaa Audin käyttämästä rakenteesta, sillä valaisimet ovat dynaamisesti kääntyvät. Valaisimet on varustettu mukautuvalla AFS-järjestelmällä sekä valonjakaumaa mukauttavalla kaukovaloavustimella.



Kuva 27. BMW 7-sarjan Dynamic LED-ajovalon rakenne [11, s. 10]

Lähivalaisimet ja huomiovalaisimet ovat sijoitettu korona-renkaiden taakse. Kaukovalaisimet sijaitsevat renkaiden keskellä ja ne ovat heijastimilla varustetut. Kulmavalaisin, etuvalaisin ovat suuntavalaisin ovat ledeillä toteutetuja. LED-

moduulien jäähdytys, sekä valoumpion lasin huurteenpoisto on ratkaistu tuuletin avulla. [11, s. 8–11.]

## 2.6 Pimeänäköavustimet

Pimeänäköavustimen hyöty saavutetaan silloin, kun auton valojen kantama ei riitä tai kun kaukovaloja ei voida muusta liikenteestä johtuen käyttää. Avustimia on saatavilla suuremman kokoluokan henkilöautoihin. Käytössä on kahdella eri tekniikalla toteutettuja järjestelmiä. Pimeänäköavustin voidaan toteuttaa hyödyntäen infrapunälämpökameraa (Passive infrared – Far InfraRed (FIR)) tai infrapuna ajovalojen ja infrapuna kameran yhdistelmää (Active infrared – Near InfraRed (NIR)). Lämpökameran kantama on pidempi ja lämpöä tuottavat kohteet, kuten jalankulkijat ja eläimet, tunnistetaan hyvin. Lämpökameratekniikka mahdollistaa myös käytön päivänvalossa. Infrapunavaloa lähettävillä ajovaloilla toteutetun avustimen kantama on kaukovalojen luokkaa, ja se tunnistaa myös lämpöä säteilemättömät kohteet. Kuvassa 23 on havainnollistettu Audin, BMW:n ja Mercedes-Benzin käyttämien pimeänäköavustimen eroavaisuudet [12, s. 23–37]

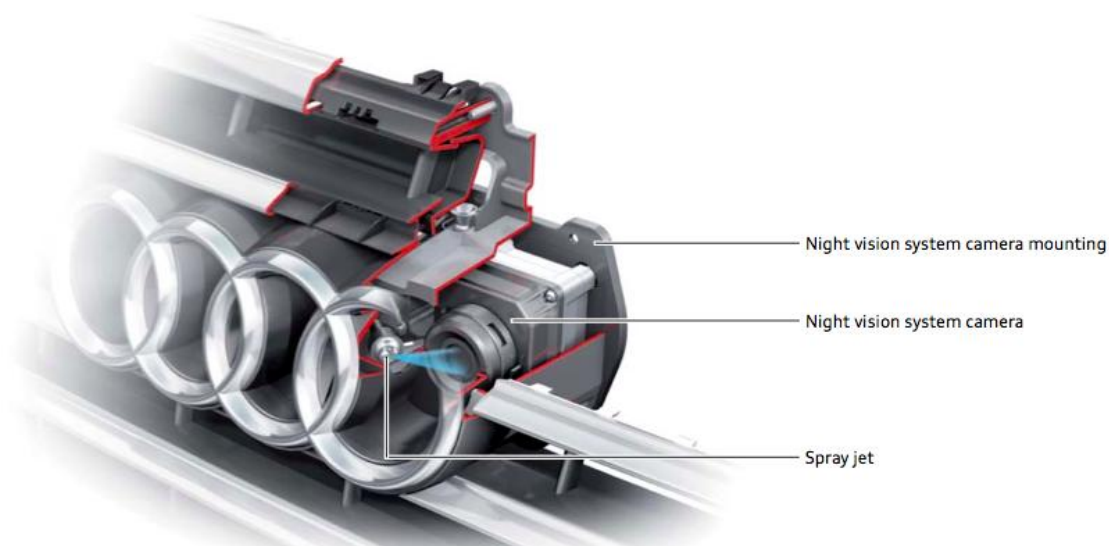


Järjestelmä	FIR system - Infrapuna lämpökamera kuvankäsittelyllä	FIR system - Infrapuna lämpökamera kuvankäsittelyllä	NIR system - 2 infrapuna ajovaloa - infrapuna kamera
Kantama	300 m	300 m	150 m
Näyttö	- mittariston informaationäytössä - toimii myös päivänvalossa - ajovalot oltava kytkettynä kun pimeää	- keskusnäytössä - toimii myös päivänvalossa - ajovalot oltava kytkettynä kun pimeää	- mittariston informaationäytössä - ajovalot oltava kytkettynä kun pimeää
Jalankulkijoiden tunnistus	- korostus keltaisella kehyksellä - välillä 15 ja 90 m - ajovalot oltava kytkettynä kun pimeää	- keltaisella korostus - tunnistaa myös pyöräilijät - välillä 15 ja 90 m - ajovalot oltava kytkettynä kun pimeää	- Korostus kehyksellä - toimii vain pimeässä (ei ympäröivää valaistusta) - vain 10 km/h ylöspäin
Jalankulkijoiden varoitusjärjestelmä	Korostus punaisella ja varoitusaäni jos riskinä törmäys henkilön kanssa	Visuaalinen varoitusmerkki vaaratilanteissa. Näytetään myös head-up -näytössä	Ei varoitusjärjestelmää

Kuva 28. Eri pimeänäköavustinjärjestelmät [12, s. 35]

### 2.6.1 Audi Night vision

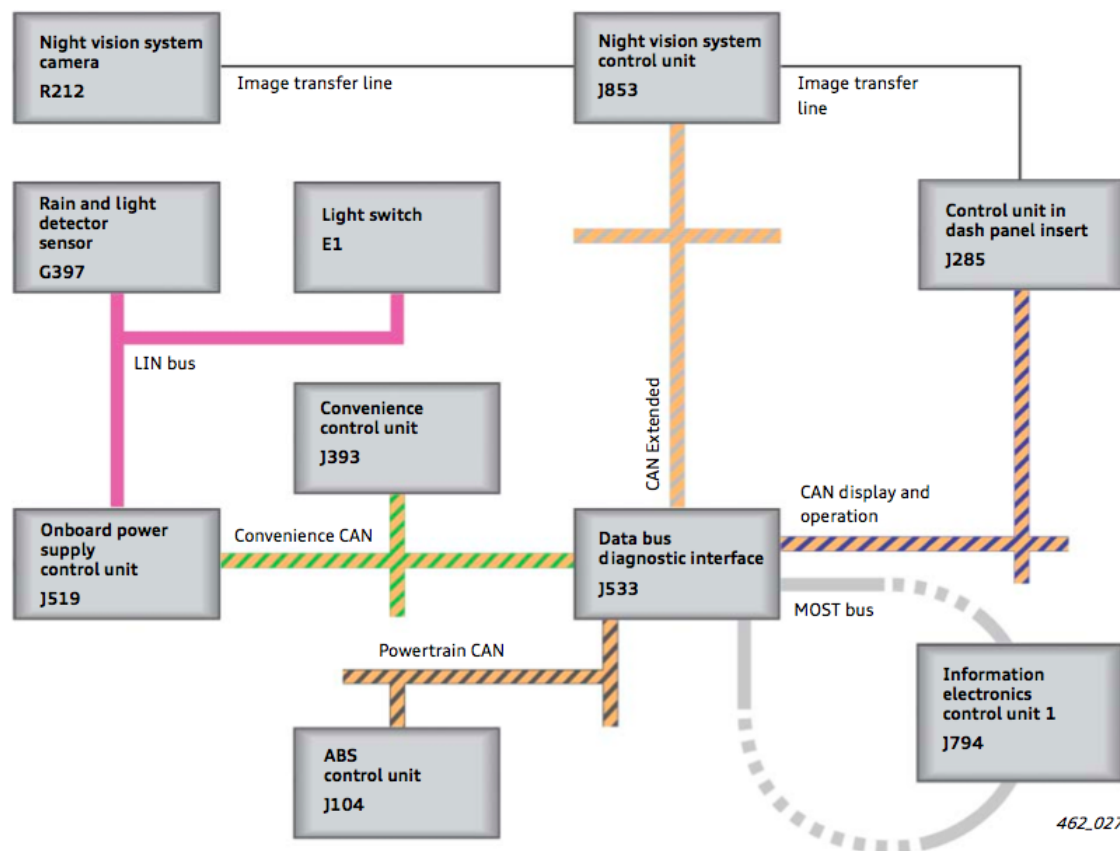
Audi käyttää Night vision -pimeänäköavustimissaan infrapunalämpökamera (FIR) -tekniikkaa. Avustimen kantama on pidempi kuin kaukovalojen, eikä lämpökameran kuva häiriinny vastaantulevan liikenteen valoista, jolloin jalankulkijoiden ja eläimien havainnointi paranee. Lämpökameran kuva näytetään mittaristossa sijaitsevalla näytöllä. Jalankulkijat korostetaan 15–90 m:n etäisyydellä keltaisella, ja törmäyksen riski havaitessa punaisella värillä varoitusaänen kanssa. Pimeänäköavustin kytketään valokatkaisijan vieressä olevasta painikkeesta. Avustimen aktiivisuuden tunnistaa mittariston merkkivalosta. Valokatkaisijan tulee olla AUTO- tai ajovaloasennossa. Pimeällä ajovalojen tulee olla kytkettynä. Avustimen asetuksia, kuten jalankulkijoiden korostus ja varoitusaänet, voidaan muuttaa MMI-ajotietokoneen CAR-valikosta. Yli 25 °C:n lämpötilassa jalankulkijoiden korostus poistetaan käytöstä pienen lämpötilaeron vuoksi. Huonot sääolosuhteet ja likainen kameran linssi voivat häiritä avustimen toimintaa.



Kuva 29. Night vision infrapuna lämpökamera R212 [13, s. 15]

Night vision -pimeänäköavustinjärjestelmä (kuva 30) muodostuu lämpökamerasta (kuva 29) ja kahdesta ohjainlaitteesta. Lämpökamerayksikkö R212 on sijoitettu auton jäädyttäjäsäleikköön reunimmaisen Audi-renkaan sisälle. Kamera tuottaa 30 mustavalkokuvaa sekunnissa, jotka se käsittelee sisäänrakennetun tietokoneen avulla. Kameran linssin puhdistusta varten on oma pesusuutin, joka toimii yhdessä ajovalojen pesusuuttimien kanssa. Kamerassa on lämmityselementti, joka lämmittää kameraa alle 6 °C:n lämpötilassa. Kamerayksikkö tallentaa omat kalibrointitietonsa. Kamera on kalibroitava erikoislaitteistolla etupuskuri tai kameran kiinnitys irrotettaessa sekä taka-akseliston säädön yhteydessä. Kamera siirtää kuvaamansa materiaalin pimeänäköavun ohjainlaitteelle J853, joka analysoi sen ja korostaa havaitut kohteet ja ohjaa varoituksia. Ohjainlaite saa CAN-väylän kautta tarvittavan informaation, kuten nopeustieto ja ympäristön valoisuus. Ohjainlaite tallentaa myös järjestelmässä havaitut viat.

Pimeänäköavun ohjainlaitteen kautta kamerakuva välitetään eteenpäin mittariston ohjainlaitteelle J285, jonka näytöltä kuljettaja näkee lämpökameran kuvaamaa käsiteltyä kuvaa korostuksineen ja varoituksineen. Mittaristossa näytetään myös järjestelmän vikailmoitukset. [13, s. 17.]



Kuva 30. Audi A8:n Night vision -pimeänäköavustinjärjestelmän tiedonsiirto [13, s. 17]

### 2.6.2 BMW:n Night Vision ja dynamic light spot

BMW:n Night Vision -pimeänäköavustin perustuu Audin tapaan lämpökamera-tekniikkaan (FIR). Sen kantama yltää jopa 300 metriin asti. Pimeänäköavustimen näyttö (kuva 31) on sijoitettu kojelaudan keskinäyttöön. Lämpimät kohteet, kuten jalankulkijat ja eläimet, näkyvät kirkkaina. Jalankulkijat korostetaan 15–100 m:n etäisyydellä keltaisella värillä ja törmäysvaaran aiheuttavat kohteet keltaisella varoitussymbolilla. Jalankulkijoiden varoitukset näytetään myös lisävarusteena saatavilla olevalla, tuulilasille heijastetulla Head Up -näytöllä. Järjestelmä jaottelee varoituksen aiheuttavat jalankulkijat suoraan edessä oleviin ja sivulta lähestyviin. Järjestelmä tunnistaa myös polkupyöräilijät.

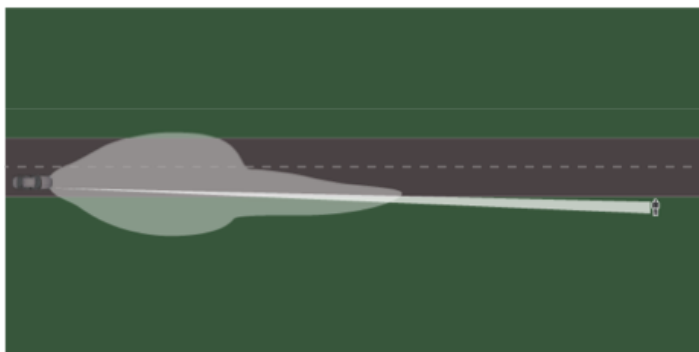




Kuva 31. BMW:n Night vision näyttö [12, s. 31]

BMW:n Night Vision järjestelmän lämpökamera on myös sijoitettu jäähdyttäjän säleikön taakse. Kolme prosessoria analysoi kuvamateriaalia ja laskee havaittujen kohteiden sekä auton ajolinjan. Näiden perusteella muodostetaan korostukset ja varoitukset.

Pimeänäköavustimeen voidaan liittää myös dynamic light spot -toiminto (kuva 32), joka valaisee havaitut kohteet erillisillä etupuskuriin sijoitetulla kohdevalaisimella. Vaarassa olevat kohteet valaistaan 100–30 m:n etäisyydeltä. Kohdevalo seuraa liikkuvaa kohdetta ja pienentää valon tehokkuutta kohteen lähestyessä. Toiminto on suunniteltu niin, että se ei häikäise muuta liikennettä. [11, s. 12]



Kuva 32. BMW:n Dynamic light spot -toiminto [11, s. 12]

## 2.7 Huomiovalaisimet (päiväajovalot)

Huomiovalaisimet eli päiväajovalot ovat nopeasti yleistyneet uudemmissa autoissa, ja niiden jälkiasennus vanhempiin autoihin on myös yleistä. Valaisimen merkintänä käytetään RL-tunnusta. Huomiovalaisimet ovat pakolliset E-säännön 48 muutossarjan 04 tai uudemman mukaan hyväksytyissä autoissa. Huomiovalot saa asentaa kaikkiin autoihin. Valon väri tulee olla valkoinen 1.1.1993 jälkeen käyttöönotetuissa ajoneuvoissa. Suuri osa valaisimista on toteutettu LED-tekniikalla, mutta on myös halogeeni polttimoilla toteutettuja valaisimia. Auton alkuperäiset valaisimet on yleensä sijoitettu ajovalon tai sumuvalon yhteyteen. Suositun jälkiasennuksen myötä valaisimien sijoitukset ja kytkennät voivat olla hyvin vaihtelevia ja niihin on syytä kiinnittää huomiota. [1, 4.12.]

### 2.7.1 Kytkentä ja sijoitus

Huomiovalot kytkettynä muiden auton valaisimien ei tarvitse palaa. Huomiovalaisimien yhteydessä saa palaa valoryhmä johon kuuluu etuvalaisimet (parkki-valot), takavalaisimet ja rekisterikilven valaisimet. Myös kytkentä, jossa edellä mainituista valaisimista osa palaa, on mahdollinen, kunhan vähintään takavalaisimet ovat kytkettynä. Kytkennän tulee olla kuitenkin sellainen, että etusumu-, lähi- tai kaukovalaisimia ei saa kytkettyä ilman, että edellä mainittu valoryhmä on kytketty. Huomiovalojen tulee sammua, kun lähi- kauko- tai sumuvalot kytketään. Huomioitavaa on, että jos huomiovalaisin on hyväksytty osana AFS-

järjestelmää, voidaan sitä käyttää osana muuta valotoimintoa, kuten lähivalaisinta. Toiminnon hyväksyntämerkintänä toimii kyseisen valotoiminnon tunnusmerkki, jonka yläpuolella on vaakasuora viiva. Huomiovalaisimien on kytkeydyttävä päälle ajoneuvo käynnistettäessä. Poiskytkentä saa olla mahdollinen alle 10 km/h nopeudessa, jos huomiovalot kytkeytyvät automaattisesti nopeuden ylittäessä tämän rajan.

Asennuskorkeuden on oltava 25–150 cm ja valaisimien keskinäinen etäisyyden vähintään 60 cm. Jos ajoneuvon kokonaisleveys on alle 130 cm, valaisimien välisen etäisyyden oltava vähintään 40 cm. Huomiovalaisimissa, jotka on hyväksytty myös etuvalaisimiksi, sijoituskorkeuden tulee kuitenkin olla vähintään 35 cm maasta. Jos etusuuntavalaisimen ja huomiovalaisimen välinen etäisyys on enintään 40 mm, huomiovalaisimen sähköliitännät ajoneuvon asianomaisella sivulla voivat olla sellaiset, että valaisin kytkeytyy pois päältä tai sitä himmennetään suuntavalon käytön ajan. [2, 6.19.]

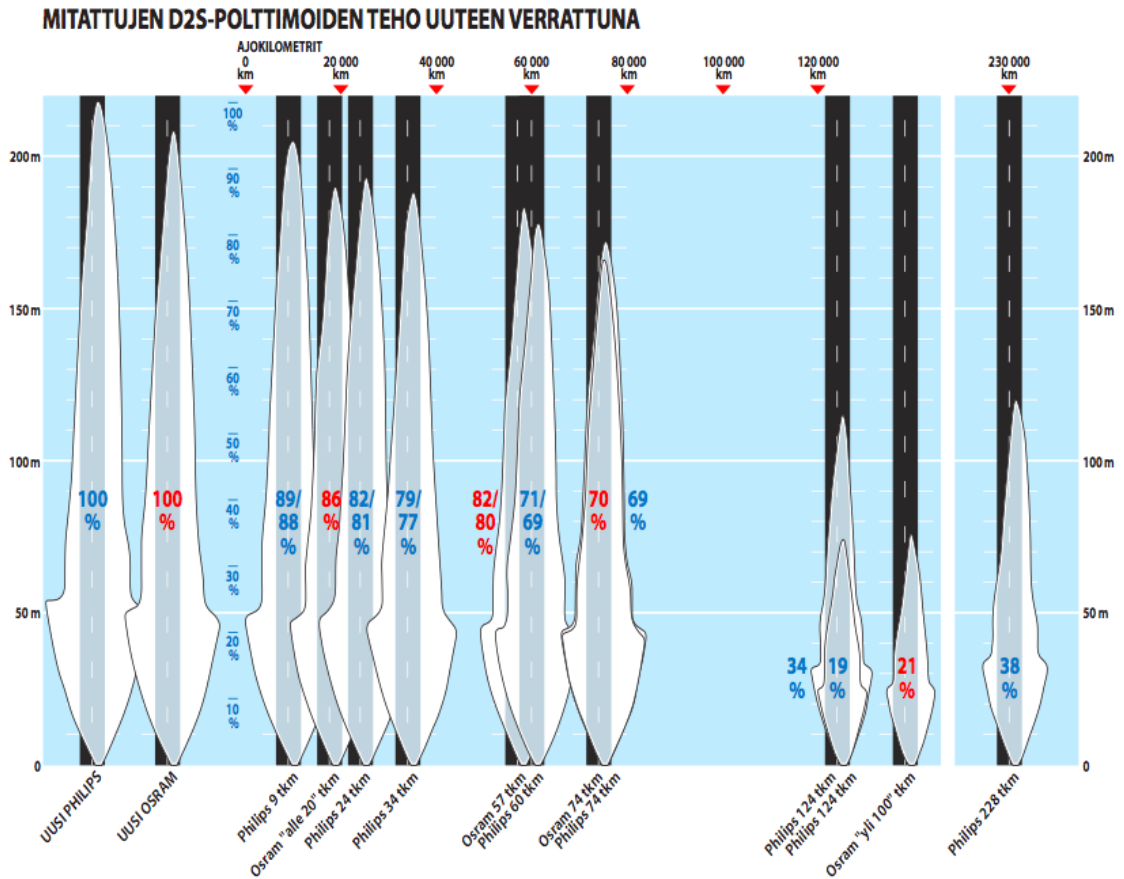
### 2.7.2 Valoautomaatiikka ja valoisuudentunnistus

Valoautomaatiikka eli lähivalaisimien kytkeytyminen auto käynnistettäessä on ollut aikaisemmin Suomessa yleisesti käytössä. Huomiovalaisinsäännösten mukaisen kytkennän myötä tämä automaatiikka on poistumassa käytöstä. Ympäristön valoisuudentunnistin hoitaa monissa autoissa valojen käytön, mutta tunnistin on usein saatavilla vain valinnaisena varusteena. Tuulilasin ylälaitaan sijoitettuun tunnistimeen voidaan yhdistää myös muita toimintoja, kuten tihkutunnistus. Ilman automaatiikkaa kuljettajan tulee itse huolehtia lähivalaisimien ja kytkennän mukaan mahdollisesti takavalaisimien käytöstä vallitsevien ympäristön valaistuksen ja sääolosuhteiden mukaan.

### 3 Kaasupurkausvalon valotehon heikkeneminen

Kaasupurkauspolttimon valoteho on uutena yli kaksinkertainen verrattuna halogeenipolttimoon. Kaasupurkauspolttimo palaa samalla kirkkaudella 4–17 V:n jännitteellä. Polttimon toimintaikä on jopa yli 3000 tuntia, joka vastaa ajomääränä keskimäärin 200 tkm:ä. Polttimo kuitenkin menettää valotehoaan tänä aikana merkittävästi. Tämä on huomioitava katsastuksessa valojen tarkastuksessa. Kaasupurkauspolttimon kulumiseen vaikuttaa sytytyskertojen määrä sekä käyttötunnit. Huomiovalojen käyttö valoisaan aikaan pidentää kaasupurkausvalon käyttöikää.

Tekniikan Maailman Jari Pitkälä on tutkinut kaasupurkauspolttimon valotehon heikkenemistä tarkemmin. Polttimoiden valotehon mittaaminen on suoritettu käyttäen tarkoitukseen erikseen suunniteltua mittauslaitteistoa. Jokainen polttimo on mitattu samassa Hellan Luminator -lisäkaukovalossa ja mittaukset on suoritettu täysin pimennetyssä tilassa, jossa muuttujat on vakioitu. Näin mittaustulokset ovat vertailukelpoisia. Lisäkaukovalo on sijoitettu mittauslavalle, joka on tukevasti laakeroitu. 17,4 metrin päässä lavasta on valotehoa mittaava anturi, jota voidaan liikuttaa pystysuunnassa sähkömoottorin avulla. Lavaa käännetään vaakasuunnassa omalla sähkömoottorilla, jotta koko valokuvio saadaan mitattua. Mittauslaitteistoa ohjataan tietokoneohjelmalla, jolla saadaan luotua mitatuista arvoista havainnollistava graafinen kuvaaja.



Kuva 33. Kaasuripolttimon valotehon heikkeneminen [14, s. 76]

Mittaustulosten (kuva 33) perusteella nähdään, miten polttimon valoteho heikenee suhteessa ajettuihin kilometreihin. Kaasuripolttimon valoteho hiiptuu käytön myötä, vaikka se ei näytä selkeitä kulumisen merkkejä. Vasta noin kymmenen tuntia ennen polttimon eliniän loppumista se alkaa heikkoa punaisena ja syttymisessä voi olla ongelmia. Valaisimen valotehon heikkenemiseen vaikuttavat polttimon lisäksi heijastimen sekä valoumpion lasin kunto ja puhtaus. Kaasuripolttimon valotehoa arvioitaessa on kuitenkin muistettava, että kaasuripolttimon valoteho on uutena noin kaksinkertainen halogeeniin verrattuna. [14, s. 72–78.]

#### 4 Arvostelu katsastuksessa

Auton viat ja puutteet arvostellaan katsastuksessa Trafin katsastuksen arvosteluperusteiden mukaan. Tällä hetkellä voimassa oleva painos katsastuksen arvosteluperusteet 3.0 on vuodelta 2007. Katsastuksessa havaitut viat ja puutteet arvostellaan neliportaisen asteikon mukaan. Vaihtoehdot arvostelussa ovat korjauskehotus, hylätty, ajokielto tai keskeytys. Auton valaisimien vikojen ja puutteiden arvostelussa vaihtoehdot ovat korjauskehotus tai hylätty. Suuri osa valovioista arvostellaan korjauskehotuksena. Valovika arvostellaan hylätyksi tapauksessa, jossa pakollinen valaisin tai sen osa puuttuu. Kaasupurkausvalojen yhteydessä pesulaite on aina pakollinen varuste. Kaasupurkausvalojen kanssa lähivalojen automaattinen korkeudensäätölaite on pakollinen 1.10.2000 jälkeen käyttöön otetuissa autoissa. Automatiikan puuttuminen tai toimimattomuus arvostellaan hylättynä. Myös jos molemmat lähi-, taka- tai jarruvalaisimet tai saman puolen suuntavalot eivät toimi arvostellaan vika hylättynä. Katsastuksessa säännöstenvastainen rakenne, toiminta tai sijoitus arvostellaan korjauskehotuksena. [15, s. 10–21.]

Nykyiset katsastuksen arvosteluperusteet eivät tunnista monia uusia valotekniikoita, joten toiminnallisten vikojen arviointi on haasteellista. Mukautuvat etuväläisjärjestelmät ovat autovalmistajan tyyppihyväksyttämiä kokonaisuuksia, joiden sijoitus ja toiminta ovat hyväksytyjä. Kaikki eri toiminnot tulee olla merkittynä valaisimeen. On huomioitava, että valoumpion lasi ja/tai runko saavat olla merkintöineen yhtenevät eri tekniikalla ja toiminnoilla toteutetun valaisimen kanssa. Katsastuksessa on tärkeää kiinnittää huomiota valojen suuntaukseen sekä korkeudensäätölaitteiston ja ajovalaisimien pesulaitteen toimintaan. Väinilmaisimet auttavat toiminnallisten vikojen havainnoimisessa. Kaasupurkauspolttimoiden valotehon heikkenemiseen on myös syytä kiinnittää huomiota. Auton rakennetta muutettaessa tai valaisimia asennettaessa on tarkastettava, että rakenne, toiminta tai sijoitus ovat säännöstenmukaisia.

## 5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä autojen kehityneisiin etuvalaisintekniikoihin. Työn tärkeitä osa-alueita olivat kehittyneiden, valaisimien ja järjestelmien toiminta ja ominaisuudet sekä niihin liittyvä lainsäädäntö. Työssä käsiteltiin uusien valaisimien hyväksyntämerkinnät ja arvostelu katsastuksessa. Auton valoihin liittyy paljon määräyksiä ja lainsäädäntöä. Autovalmistajan asentamat valaisimet ja järjestelmät ovat tyyppihyväksytyjä, ja järjestelmien jälkiasennus on monissa tapauksissa vähintäänkin erittäin haastavaa. Tämän pohjalta kerättyjä tietoja rajattiin ja poimittiin näistä katsastuksen kannalta olennaisimmat kohdat. Työssä onnistuttiin yksityiskohtaisesti esittelemään tämän hetken kehittyneimpien valaisintekniikoiden toimintaa ja rakennetta. Tunteamalla tekniikat ja toiminnot niiden tunnistaminen helpottuu olennaisesti. Tämän työn kautta lukija saa selkeän kuvan siitä, miten tämän hetken uusimmat etuvalaisintekniikat ja muutuvien valotoimintojen muodostus toimivat.

Opinnäytetyön aihe oli erittäin mielenkiintoinen ja ajankohtainen. Usein asioihin tarkemmin perehtyessä heräsi entistä enemmän kysymyksiä. Työn tekeminen aloitettiin perehtymällä tarkasti eri autovalmistajien tarjoamiin uusimpiin valaisintekniikoihin. Valaisimiin liittyvää lainsäädäntöä tutkittiin ja paneuduttiin siihen miten valomääräykset jaottelevat eri valotekniikat. Tietoa kerättiin valaisintekniikkojen toiminnasta, rakenteesta ja lainsäädännöstä. Autovalmistajien valaisimissa käyttämiin tekniikoihin ja niiden toimintaan perehdyttiin myös käytännön tasolla mm. koeajoilla. Haasteita loi luotettavan ja yksityiskohtaisen tiedon löytäminen. Autovalmistajien edustajien kautta saatiin kuitenkin kerättyä runsaasti luotettavaa materiaalia.

Aiheeseen liittyvä tietämykseni ja osaamiseni kehittyi merkittävästi opinnäytetyötä tehdessä. Sain koottua keräämistäni tiedoista kattavan kokonaisuuden, jonka kautta lukija pääsee perehtymään tämän hetken kehittyneimpiin etuvalaisintekniikoihin ja niihin liittyviin valomääräyksiin.

## Lähteet

- 1 Auton ja sen perävaunun sekä hinattavan laitteen valaisinvaatimuksia. 2012. Liikenteen turvallisuusvirasto. Saatavilla: <[http://www.trafi.fi/filebank/a/1366971808/0085e2ede3ba4029cfed5409d92fa4ab/12420-Auton\\_ja\\_sen\\_peravaunun\\_seka\\_hinattavan\\_laitteen\\_valaisinvaatimuksia.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1366971808/0085e2ede3ba4029cfed5409d92fa4ab/12420-Auton_ja_sen_peravaunun_seka_hinattavan_laitteen_valaisinvaatimuksia.pdf)>. Luettu 7.5.2013.
- 2 UNECE. 2011. Sääntö nro 48. Verkkodokumentti. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:323:0046:0152:FI:PDF>>. Luettu 10.5.2013.
- 3 UNECE. 2010. Sääntö nro 112. Verkkodokumentti. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:230:0264:0319:FI:PDF>>. Luettu 10.5.2013.
- 4 UNECE. 2010. Sääntö nro 123. Verkkodokumentti. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:222:0001:0061:FI:PDF>>. Luettu 8.5.2013.
- 5 Audi A8 '10 Electrical and network systems. 2009. Audi. Self-Study Programme 459. Ingolstadt: Audi AG.
- 6 Audi Kaukovaloapu. 2008. Audi. Itseopiskeluohjelma 434. Ingolstadt: Audi AG.
- 7 Headlamps. 2013. Hella. Verkkodokumentti. <<http://www.hella.com/hella-com/620.html>>. Luettu 4.5.2013.
- 8 Audi A8 '10 Driver assistance systems. 2009. Audi. Self-Study Programme 461. Ingolstadt: Audi AG.
- 9 F30 Avustinjärjestelmät. 2010. BMW. München: BMW AG.
- 10 Cornering light system. 2004. Volkswagen. Self-study Programme 335. Wolfsburg: Volkswagen AG.
- 11 Järvinen Mikko. 2013. Valaistusjärjestelmien kehitys. Koulutusmateriaali. Laakkonen.



- 12 Perhoniemi Kimmo. 2012. Kuljettajaa avustavat järjestelmät. Koulutusmateriaali. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 13 Audi A8 '10 Night Vision Assist. 2009. Audi. Self-Study Programme 462. Ingolstadt: Audi AG.
- 14 Pitkälampi Jari. 2004. Kaasuvalojen katoava kirkkaus. Tekniikan Maailma 19/2004, s. 72–78.
- 15 Katsastuksen arvosteluperusteet 3.0. 2007. Ajoneuvohallintokeskus. Saatavilla:  
<[http://www.trafi.fi/filebank/a/1324987187/858c972b1171a45d3665e693e65b8fcb/4692-Katsastuksen\\_arvosteluperusteet.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1324987187/858c972b1171a45d3665e693e65b8fcb/4692-Katsastuksen_arvosteluperusteet.pdf)>

## Katsastuksen arvosteluperusteet 3.0

AKE 2007. Katsastuksen arvosteluperusteet 3.0. Opinnäytetyössä käsiteltävien valaisimien kohdat.

### VIKOJEN JA PUUTTEELLISUUKSIEN ARVOSTELU / SUORITETTAVA TOIMENPIDE

Tarkastuskohteessa havaitun vian tai puutteellisuuden arvioinnissa on käytetty seuraavia käsitteitä.

**Korjauskehoitus:** Korjauskehoitus merkitään silloin kun havaittu vika tai puutteellisuus on korjattavissa yksinkertaisella kohteen säätö-, korjaus- tai vaihtotoimenpiteellä. Viasta tai puutteellisuudesta saa aiheutua korkeintaan vähäistä haittaa tai vaaraa liikenneturvallisuudelle tai ympäristölle. Vika tai puutteellisuus merkitään tarkastuskorttiin korjauskehoituksena (1-vika).

**Hylätty:** Hylkäys merkitään silloin kun vika tai puutteellisuus aiheuttaa liikenneturvallisuuden kannalta merkittävää vaaraa taikka ympäristön kannalta huomattavaa haittaa. Vika tai puutteellisuus merkitään tarkastuskorttiin hylättyinä (2-vika).

**Ajokielto:** Ajokielto merkitään silloin kun vika tai puutteellisuus aiheuttaa välitöntä vaaraa liikenneturvallisuudelle tai merkittävää haittaa ympäristölle. Vika tai puutteellisuus merkitään tarkastuskorttiin ajokieltona (3-vika).

**Keskeytys:** Katsastus keskeytetään silloin kun ajoneuvossa, olosuhteissa tai katsastusaseman laitteissa on sellainen puutteellisuus, ettei varsinaista katsastuspäätöstä voi tehdä ennen kuin keskeytyksen aiheuttanut puutteellisuus on poistettu. Vika tai puutteellisuus merkitään tarkastuskorttiin hylättyinä (2-vika).

Tarkastuskohde	96/96/EY	Tarkastus	Tarkastusmenetelmä	Havaittavat viat ja puutteellisuudet	Auto
C4 Suuntavalaisin	4.4.	Olemassaolo, kunto, säännöstenmukaisuus, toiminta ja kytkentä. Sivusuuntavalot 1.1.1985 alkaen, ellei omien valojen näkyvyyskulma riittävä. Suuntavalaisimien hätävilkku kytkennän toiminta.	Silmämääräisesti	Valaisimet samalle puolelle eivät toimi. Valaisin puuttuu. Haalistuneet, valoteho riittämätön. Puutteellinen kiinnitys. Joku suuntavalaisimista ei toimi. Merkkivalo ei toimi. Suuntavalot ei pysy päällä. Vilkkumistaajuus muu kuin 90±30 1/min Säännöstenvastainen rakenne, toiminta tai sijoitus. Virheellinen väri tai lukumäärä. Hätävilkkukytkentä ei toimi.	Hylätty Korjauskehoitus
C7 Etuvalaisimet	4.	Olemassaolo, kunto, säännöstenmukaisuus, toiminta ja kytkentä.	Silmämääräisesti	Valaisin puuttuu. Valaisin ei toimi. Haalistuneet, valoteho riittämätön. Puutteellinen kiinnitys. Säännöstenvastainen rakenne, toiminta tai sijoitus. Virheellinen väri tai lukumäärä.	Hylätty Korjauskehoitus
C8 Lähivalaisimet	4.1.	Olemassaolo, kunto, säännöstenmukaisuus, toiminta ja kytkentä.	Testerillä ja/tai silmämääräisesti	Lähivalaisimet eivät toimi. Lähivalaisin puuttuu Toinen lähivalaisin ei toimi. Valokuvio epäselvä tai virheellinen. Umpio löysä tai irti. Suuntaus virheellinen. Valot eri väriset. Heijastinpinta tai lasi viallinen. Valoteho riittämätön. Lähivalaisimien kahdennus jos ei ole vuosimallin perusteella sallittua. Polttimon teho virheellinen. Säännöstenvastainen rakenne, toiminta tai sijoitus. Virheellinen väri tai lukumäärä.	Hylätty Korjauskehoitus
C8.1 Lähivalojen korkeudensäätölaite		Olemassaolo, toiminta Huom! Jousitusrakenne voi vapauttaa asennuspakosta. Pakollinen alk. käyt. ot. - 1.1.1995 (jos tyyppikats. 1994 tai sen jlk). - kaikissa 14.6.1995 (ennen 1994 tyyppikats. kuitenkin 01.07.1995 lähtien).	Kokeilemalla	Pakollinen järjestelmä tai sen osa puuttuu. Pakollinen järjestelmä tai sen osa ei toimi ja perussäätö virheellinen. Automatiikka ei toimi (kaasupurkausvalot 1.10.2000 jälkeen) Pakollinen järjestelmä tai sen osa ei toimi ja perussäätö ok Vapaaehtoinen järjestelmä ei toimi ja perussäätö virheellinen.	Hylätty Korjauskehoitus
C8.2 Pesulaite (kaasupurkausvalo)		Olemassaolo, toiminta	Kokeilemalla	Puuttuu Ei toimi	Hylätty Korjauskehoitus
C9 Kaukovalaisimet	4.1.	Olemassaolo, kunto, säännöstenmukaisuus, toiminta ja kytkentä.	Testerillä ja silmämääräisesti	Valaisimet puuttuvat. Valaisin tai valaisimet eivät toimi. Kiinnitys puutteellinen. Suuntaus virheellinen. Kaukovalojen merkkivalo ei toimi. Referenssiluku ylittyy. Valoteho riittämätön. Valot eri väriset. Heijastinpinta tai lasi viallinen. Polttimon teho virheellinen. Säännöstenvastainen rakenne, toiminta tai sijoitus. Virheellinen väri tai lukumäärä.	Hylätty Korjauskehoitus

<b>C9.1 Lisäkaukovalaisimet</b>		Olemassaolo, kunto, säännöstenmukaisuus, toiminta ja kytkentä.	Testerillä ja/tai silmämääräisesti	Ei toimi. Valaisimen kiinnitys löysä tai irti. Suuntaus virheellinen. Valot eri väriset. Heijastinpinta tai lasi viallinen. Polttimon teho virheellinen. Referenssiluku ylittyy. Säännöstenvastainen rakenne, toiminta tai sijoitus. Virheellinen väri tai lukumäärä.	Korjauskehotus
<b>C10 Muut valaisimet</b> C10.1 Perustusvalaisimet C10.2 Takasummuvalaisin C10.3 Summuvalaisin C10.4 Varoitus/hälytysvalaisin C10.5 Äänivalaisin C10.6 Sivuvälaisin C10.7 Työvalaisin C10.8 Avaruusvalaisimet C10.9 Huomiovalaisimet C10.10 Valaisimien toiminnan ilmaisimet C10.11 Valaistut kivet ja mainokset		Olemassaolo, kunto, säännöstenmukaisuus, toiminta ja kytkentä.	Testerillä ja/tai silmämääräisesti	Pakollinen valaisin puuttuu. Valaisin ei toimi. Toiminnan ilmaisimien ei toimi. Vetoauton ja perävaunun väliset sähkökytkennät (toimintahäiriöt perävaunun valoissa). Valaisin ei ole käyttötarkoitukseen hyväksyttyä tyyppiä. Summuvalojen suuntaus virheellinen. Säännöstenvastainen rakenne, toiminta tai sijoitus. Virheellinen väri tai lukumäärä. Ajoneuvossa ylimääräisiä, ei-pakollisia ja ei-sallittuja valaisimia.	Hylätty Korjauskehotus

