

Alexi Ikola

AJONEUVOJEN VALAISINTEKNIIKAN KEHITTYMINEN

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Aleksi Ikola

Työn nimi: Ajoneuvojen valaisintekniikan kehittyminen

Ohjaaja: Hannu Ylinen

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia ja kartoittaa ajoneuvojen valotekniikka viimeisen 15 vuoden ajalta. Työssä tutustutaan ajoneuvojen valotekniikan kehityskaareen. Kehityskaareessa tarkastellaan erilaisia umpio- ja valotyyppejä. Lisäksi työssä paneudutaan lainsäädäntöön. Opinnäytetyössä sivutaan myös korjaamalla suoritettavia valaisintekniikan korjaustoimenpiteitä.

Opinnäytetyö pitää sisällään teoriapohjaista kerrontaa henkilöautojen valaisintekniikan muuttumisesta ajan kuluessa. Teoria pohjautuu hyvin pitkälle suurien valmistajien esille tuomiin ratkaisuihin valotekniikassa. Opinnäytetyön lukemisen jälkeen lukijalle muodostuu selkeä kuva siitä miten valotekniikka on kehittynyt vuosien varrella. Edellisten lisäksi tämän opinnäytetyön tehtävänä on antaa tiivistelmä Suomen ja Euroopan lainsäädännöstä ajovalojen suhteen. Tuloksena syntyi tiivis paketti, joka käsittelee tärkeimmät pääkohdat ajoneuvojen valaisintekniikassa.

Avainsanat: ajoneuvot, ajovalot, hyväksyntämerkintä

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Aleksi Ikola

Title of thesis: Car lights evolve

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2015 Number of pages: 40 Number of appendices: 0

The main point of preparing this thesis was to research and examine the vehicle lighting technology during the last 15 years. This work presents the evolving points of the lighting technology and different types of headlamps and light styles. Also this work presents a little bit of the laws in lighting. The side point is how the fixing works in a car repair shop.

This work is based on the theory. It tells the reader how the technology has changed over the time. The theory is based on the most popular and most common headlamp manufacture and their conclusions of how this stuff works. After reading this thesis, the reader should be able to make a full image of how the car lighting system works and has been working in the vehicles before. In this thesis there is also a summary about the European and Finnish laws of car lighting.

Keywords: vehicle, headlight, approval mark

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	9
2 LAINSÄÄDÄNTÖ.....	10
2.1 Lähivalot.....	10
2.2 Kaukovalot.....	11
2.3 Huomiovalot.....	12
2.4 Etusumuvalot.....	12
2.5 Kytkenät.....	13
2.6 Hyväksynät.....	13
3 YLEINEN RAKENTEIDEN ESITTELY.....	16
3.1 Paraboliset ajovalot.....	16
3.2 Parabolinen kaksoisheijastin.....	17
4 VALONLÄHTEIDEN TEKNINEN TOTEUTUS.....	20
4.1 Halogeeni.....	20
4.2 HID (High Intensity Discharge).....	21
4.2.1 Hella.....	21
4.2.2 Bosch.....	23
4.3 LED (Light Emitting Diode).....	26
4.4 Laservalot.....	30
5 AJOVALOJEN SÄÄTÖAUTOMATIikka.....	32
5.1 Manuaalitoiminen säätäminen.....	32
5.2 Säätöautomaatika.....	33
6 ULKOISTEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUS VALOTEHOON.....	35
7 HUOLTO JA KORJAUS.....	38
8 POHDINTA.....	40

LÄHTEET 41

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Valojen paikat auton etuosassa (Hella.)	11
Kuvio 2. Esimerkkikuva merkinnöistä (Hella.)	14
Kuvio 3. Parabolinen kaukovalo (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 302.)	16
Kuvio 4. Parabolinen lähivalo (Moottorialan sähköoppi, 302.)	17
Kuvio 5. Kaksoisheijastin ja valaistuskuvio (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 304.)	17
Kuvio 6. Polyelliptinen ajovalo ylhäältä päin (Hella.)	18
Kuvio 7. Polyelliptinen valaisin (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 306.)	18
Kuvio 8. Yksivaloinen ja kaksivaloinen hehkulamppu	20
Kuvio 9. Hella kaasupurkausvalojen kehityskaari (Hella.)	22
Kuvio 10. Kaasupurkauslamppu	23
Kuvio 11. Litronic-valaisin (heijastintyyppinen) (Bosch, 819.)	24
Kuvio 12. Litronic-valaisin (projektorityyppinen) (Bosch, 819.).....	24
Kuvio 13. Bi-Litronic-valaisin (Heijastintyyppinen) (Bosch, 820.)	25
Kuvio 14. Bi-Litronic-valaisin (Projektorityyppinen) (Bosch, 820.)	25
Kuvio 15. Kaasupurkauslampun ohjauselektroniikka (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 301.)	25
Kuvio 16. LED-perusrakenne (Hella.)	27
Kuvio 17. Hellan valmistamien Led-valojen kehityskaari (Hella.)	27

Kuvio 18. Tuulettimella varustettu umpio (Hella.)	28
Kuvio 19. Audi A8 etuvalojen umpioiden variaatiot (Hella.)	29
Kuvio 20. Adaptive Cut-Off Line (Hella.)	30
Kuvio 21. BMW i8 laservalojen periaate kuva (Bmw 2013.).....	31
Kuvio 22. BMW i8 lasersäteen esilletuonti (Bmw 2013.)	31
Kuvio 23. Manuaalisen säätämisen mahdollistavia komponentteja (Hella.)	32
Kuvio 24. Automaattisen valojen korkeudensäätöjärjestelmän periaatepiirros (Hella.)	33
Kuvio 25. Automaattisen valojen korkeudensäätöjärjestelmän komponentteja (Hella.)	33
Kuvio 26. Umpio ennen ja jälkeen kiillotuksen (jussinmaki.)	36
Kuvio 27. Umpioiden pesimien komponenttien periaatekaavio (Hella.)	36
Kuvio 28. Valojensuuntauslaitteen periaatekuva (Hella.)	38
Taulukko 1. Esimerkkitaulukko hyväksyntämerkinnöistä (Hella)	15

Käytetyt termit ja lyhenteet

AKE	Ajoneuvohallintokeskus (nykyinen Trafi)
HID	High Intensity Discharge, kaasupurkausvaloista käytettävä lyhenne
Lamppu	Lamppu on valonlähde, jossa näkyvä valo syntyy.
LED	Light Emitting Diode, valoa säteilevä puolijohdekomponentti, sen läpi johdetaan sähkövirtaa
TraFi	Liikenteen turvallisuusvirasto
UNECE	YK:n Euroopan talouskomissio
Valaisin	Valaisin on eri osista koostuva laite, josta saadaan fysikaalista valoa eli se valaisee. Useassa tapauksessa on sama kuin lainsäädännön tarkoittama valo.
Valo	Fysiikassa valo tarkoittaa sähkömagneettista säteilyä. Säteilyn aallonpituus on $400...800 \times 10^{-9}\text{m}$. Tällä välillä ihmisen silmä aistii sen näkyväksi valoksi.

1 JOHDANTO

Nykyaikaiset henkilöautot on varustettu erilaisilla valoteknisillä kokonaisuuksilla. Ennen tätä valotekniikka on ottanut merkittäviä kehitysaskeleita esimerkiksi polttimoiden ja umpioiden osalta. Valotekniikka on nykyaikaistunut muun muassa erilaisen automatiikkaominaisuuksien ja anturitekniikan saattamana. Tekniikan kehittyminen on vaikuttanut sekä mukavuuteen että turvallisuuteen positiivisesti.

Ajovalojen tärkein tehtävä on valaista ajorataa ja näyttää ajoradalla tapahtuvia muutoksia. Ajovalojen toinen oleellinen tehtävä on tehdä moottoriajoneuvosta liikenteessä helposti huomattava. Ajoneuvon valot viestivät kanssa-autoilijoille auton koon, muodon ja sijainnin ajoradalla.

Valotekniikka on vuosien varrella kehittynyt ja valotehot ovat nousseet. Tästä syystä uutena haasteena on se, että valonlähde häikäisee vastaantulevaa liikennettä. Ajovalotekniikassa kiinnitetään huomiota siihen, että valojen automatisointi huomaa vastaantulevan tai edessä menevän liikenteen, ja automatiikka pyrkii muokkaamaan valokuvion vähiten häikäiseväksi.

1990-luvulla ja varsinkin 2000-luvun alussa xenon-valojen muutossarjat valtasivat markkinat. Tämä vaati tiukkoja toimenpiteitä, että ihmiset ymmärsivät eron halogeeniumpion ja xenon-umpion välillä. Nykyäänkin liikenteessä on paljon autoja, joiden valo on liian kirkas ja valokuvion muoto on epäselvä. Tämä johtuu yleensä siitä, että autoon on jälkiasennettu hyväksytty xenon-muutossarja, mutta umpio on tarkoitettu normaalille halogeenipolttimolle. Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu pelkästään niitä xenon-valotekniikoita, jotka autonvalmistaja on autoon suunnitellut. Jälkiasennussarjojen maininta on kuitenkin tärkeää liikenteen turvallisuutta ajatellen.

Xenon-valojen jälkeen uusi innovaatio ovat led-polttimot. Niiden hyviä puolia on esimerkiksi kirkas valo suhteessa virrankulutukseen. Toisin kuin mediassa on väitetty, led-ajovalot tuottavat lämpöä niin paljon, että ajovalon umpiot eivät pääse talvella jäätymään ajon aikana.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ

Lainsäädäntö henkilöautojen suhteen on valtiokohtaista, joskin Euroopan Unionilla on yhteisiä pelisääntöjä asiassa. Kuitenkin valotekniikallisesti tarkasteltuna eroja on eri valtioiden välillä jonkin verran. Suomi sijaitsee maantieteellisesti pohjoisessa, joten täällä on valoisia ja pimeitä vuodenaikoja. Pimeät vuodenaajat ovat kestoiltaan pitkiä verrattuna esimerkiksi Etelä-Euroopan maihin.

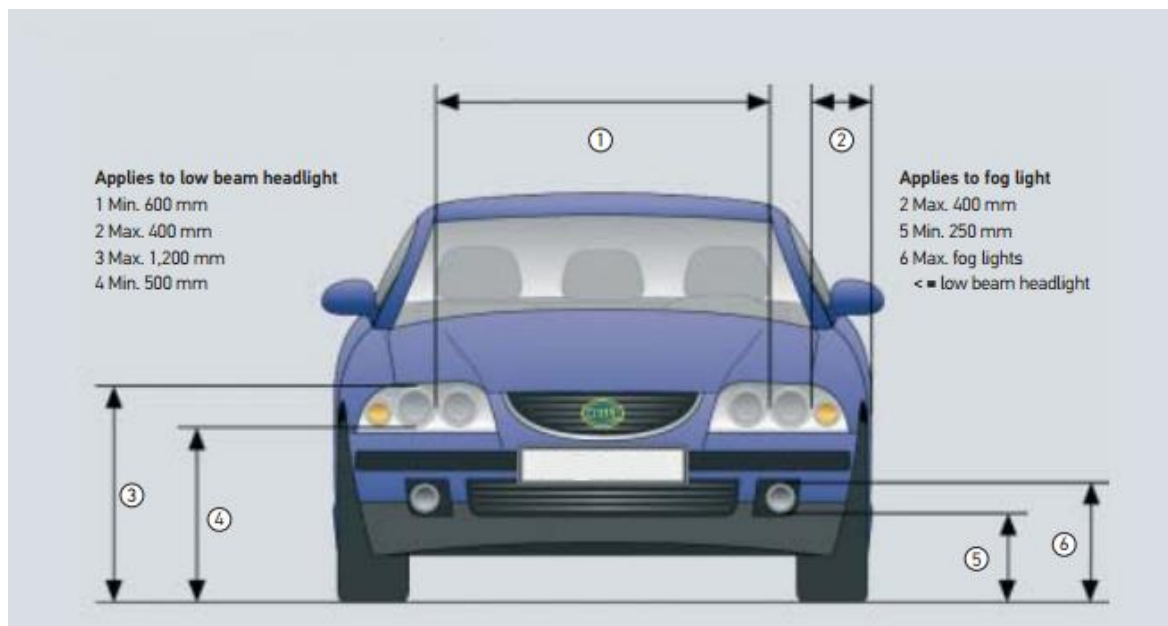
Ajovalojen tulee antaa valkoista valoa, mutta ennen 1.10.1994 käyttöönotetuissa autoissa sallitaan myös kellertävät ajovalot. Lähivalaisinten tulee olla oikeanpuoleista liikennettä varten tarkoitettuja. Kaikkien valaisinten ja heijastimien tulee olla e-tai E-hyväksytyjä kyseiseen toimintaan tarkoitettuja moottoriajoneuvon valaisimia. E-hyväksytyyn valaisimeen on merkitty ympyrän sisälle E-kirjain ja hyväksynnän antaneen maan numero. Vastaavasti e-hyväksytyyn valaisimeen on merkitty suorakaiteen sisään e-kirjain ja hyväksynnän antaneen maan numero. (A-katsastus 2012.)

Referenssiluku on merkitty valonheittimeen E-tunnuksen viereen. E-tunnuksen yläpuolella oleva H-kirjain ilmaisee kyseessä olevan halogeenivalaisimen. Kirjain R merkitsee kaukovalaisinta ja C lähivalaisinta. Yhdysvaltalaisen standardin FMVSS 108 mukaisia valaisimia on voitu tietyin edellytyksin hyväksyä katsastuksessa ennen 14.6.1995 käyttöönotetuissa autoissa ja muuttotavarana tuoduissa autoissa vielä tämän jälkeenkin. (A-katsastus 2012.)

2.1 Lähivalot

Kun moottorikäyttöinen ajoneuvo on tieliikenteessä, siinä on aina oltava päällä huomiovalot tai ajovalot. Lähivaloja saa olla autossa kaksi kappaletta. Jos auto on otettu käyttöön ennen 1.1.1980, on lupa kahdentaa lähivalot. Kuvassa (Kuvio 1) on kerrottu valomääräyksiä henkilöauton keulasta kuvattuna. Lähivalon ja auton ulkoreunan etäisyys saa olla maksimissaan 400 mm ja lähivalojen sisäreunojen etäisyys toisistaan on oltava vähintään 600 mm. 1300 mm leveissä ajoneuvoissa valojen asennusetäisyys toisistaan on 400 mm. Ajoneuvon valojen korkeus on vapaampi.

Valojen korkeus saa vaihdella 500 mm ja 1200 mm välillä maasta mitattuna. (AKE 2004.)



Kuvio 1. Valojen paikat auton etuosassa (Hella.)

14.6.1995 ja sen jälkeen käyttöönotetuissa ajoneuvoissa ajovalojen korkeudensäätölaite on pakollinen varuste. Korkeuden säätö tapahtui silloin uusissa autoissa manuaalisesti ohjaamosta käsin. Käytössä oli moniportainen kytkin, jossa oli useimmiten asteikko 0–3. (Trafi 2012 ; Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 313–314).

Liian korkealle suunnatut lähivalot voivat aiheuttaa pimeällä vaaratilanteen häikäistessään vastaantulevaa liikennettä. Useimmiten vika on tilapäinen ja johtuu esim. auton epätasaisesta kuormauksesta. Määräysten mukaan häikäisevää valoa ei saa suuntautua kuormattunakaan valaisimen keskiön määräämän keskitason yläpuolelle. Suuntauksen tarkistuksen ja säädön voi suorittaa helpoiten huoltoasemalla tai korjaamolla. (A-katsastus 2012.)

2.2 Kaukovalot

Kaukovalojen tarkoitus on valaista tietä pimeällä. Kaukovalojen tehollinen ero on huomattavasti suurempi verrattuna lähivaloihin. Kaukovalojen suuntaus on hieman erilainen verrattuna lähivaloihin, eivätkä ne saisi olla päällä, kun on vastaantulevaa

liikennettä lähellä. Kaukovalot osoittavat enemmän tietä kohti verrattuna lähivaloihin, jotka ovat enemmän suunnattuna tien reunaviivaan kuin tien keskiviivaan. Kaukovalot pitää kytkeä päälle siten, että pareittain toimivat valot sekä syttyvät että sammuvat samanaikaisesti. Kuljettavaa informoiva merkkivalo kaukovaloista pitää palaa mittaristossa, kun kaukovalot ovat kytkettynä päälle. (Trafi.)

2.3 Huomiovalot

Päivänvalot tulivat sääntöjen yhtenäistämisen vuoksi pakollisiksi EU:n alueella uusissa autoissa vuoden 2011 heinäkuussa. Tämä sääntö helpottaa tienkäyttäjää ja autonvalmistajia Euroopan alueella. Aikaisemmin osassa Euroopan valtioista valojen käyttö ei ollut päivällä pakollista. (A-katsastus 2012.)

Huomiovalojen asennusmääräysten mukaan niiden pitää olla minimissään 250 mm ja maksimissaan 400 mm päässä ajoneuvon ulkoreunosta. Huomiovalojen etäisyys maasta saa olla maksimissaan 1500 mm. Huomiovalojen keskinäinen etäisyys toisistaan tulee olla vähintään 600 mm. Ajoneuvon ollessa liian kapea eikä valojen asentaminen sallituissa marginaaleissa onnistu, voidaan käyttää poikkeussääntöä, jolloin minimietäisyys on 400 mm. Lähivalot ja huomiovalot eivät saa palaa samanaikaisesti. Tämä ei ole uusissa autoissa ongelma, mutta jos huomiovalot jälkiasennetaan autoon, missä on valoautomaatiikka, tulee kyseinen seikka ottaa huomioon asennustyötä tehdessä. (A-katsastus 2012.)

2.4 Etusumovalot

Edessä saa olla valkoista tai keltaista valoa antavat sumuvalot, joita saa käyttää sumussa tai muuten huonossa ajokelissä. Valot on asennettava vähintään 25 cm:n korkeudelle ja enintään lähivalojen yläreunan korkeudelle. Valaisevan pinnan etäisyys ajoneuvon sivusta saa olla enintään 40 cm. (A-katsastus 2012.)

Valot on kytkettävä siten, että ne eivät voi toimia yksinään tai huomiovalojen kanssa ja ne on voitava kytkeä erikseen pois toiminnasta. Sumuvalot on suunnattava enin-

tään vaakatasoon ja tuettava erittäin hyvin ja siten, että ne myös pysyvät säädois-
sään. Takasumuvaloilla on oltava kojelaudassa merkkivalo ja molemmilla sumuva-
loilla erilliset katkaisimet. Etu- ja/tai takasumuvaloja saa käyttää ainoastaan sääolo-
jen niin vaatiessa, esim. sumussa, sateessa tai lumipyryssä. (A-katsastus 2012.)

2.5 Kytkenät

Sähköliitännöiden on oltava sellaiset, että etu- ja takavalaisimet, mahdolliset ääriva-
laisimet, mahdolliset sivuvalaisimet ja takarekisterikilven valaisin voidaan kytkeä
päälle ja pois ainoastaan samanaikaisesti. Tätä vaatimusta ei sovelleta käytettä-
essä etu- ja takavalaisimia ja sivuvalaisimia, jotka on yhdistetty tai rakenteellisesti
yhdistetty edellä tarkoitettuihin valaisimiin pysäköintivalaisimina. (Valoasi 2013.)

Sähköliitännöiden on lisäksi oltava sellaiset, että lähi-, kauko- tai sumuvalaisimia voi
kytkeä päälle vain, jos edellisessä kappaleessa mainitut valaisimet ovat kytketyt
päälle. Tämä ei kuitenkaan koske kytkentää, joka on tarkoitettu lähi- tai kaukovalai-
similla, annettavaa varoitusvalomerkkiä varten. (Valoasi 2013.)

Muut valaisimet kuin lähi-, kauko- ja sumuvalaisimet eivät saa olla kätkevässä nii-
den ollessa pois käytöstä. Kätkevät valaisimet on voitava siirtää käyttöasentoon
ja kytkeä päälle yhdellä hallintalaitteella. (Valoasi 2013.)

2.6 Hyväksynät

Kaikkien auton valojen tulee olla ECE- tai e- hyväksytyjä. Hyväksynnällä varmistee-
taan, että valoteho on riittävä mutta ei kuitenkaan liian kirkas. Hyväksyntämerkki
sijaitsee auton valossa näkyvällä paikalla, että se on helppo nähdä esimerkiksi kat-
sastuksessa tai poliisin partioinnissa. E-hyväksyntä perustuu Euroopan unionin kuu-
luvien maiden sisäiseen talousalueeseen. ECE-hyväksyntä on taas käytössä Japa-
nin ja Euroopan unionin alueella. Hyväksyntämerkkien tunnistamiseen vaikuttavat
erot ovat helposti huomattavissa. E-hyväksyntämerkkissä on suorakaiteen sisälle
merkitty E-kirjain. Vastaavasti ECE-merkinnässä suorakaide on korvattu ympyrällä.

Merkinnästä selviää myös hyväksynnän antaneen maan numero sekä referenssiluku (Kuvio 2). (Hella.)



Kuvio 2. Esimerkkikuva merkinnöistä (Hella.)

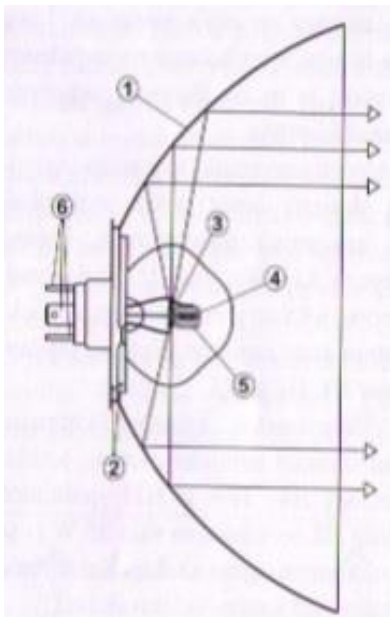
Taulukko 1. Esimerkkitaulukko hyväksyntämerkinnöistä (Hella.)

ECE sääntö 1	
A	Kanta- valo
B	Sumuvalo
C	Lähivalo
R	Kaukovalo
CR	Lähi- ja kaukovalo
C/R	Lähi- tai kaukovalo
ECE sääntö 8,20 vain H4	
HC	Halogeni lähivalo
HC	Halogeni lähivalo ja kaukovalo
HC/R	Halogeni lähivalo tai kaukovalo
ECE sääntö 98	
DC	Xenon lähivalo
DR	Xenon kaukovalo
DC/R	Xenon lähivalo tai kaukovalo
ECE sääntö 123	
X	Kehittynyt etusumuvalo järjestelmä

3 YLEINEN RAKENTEIDEN ESITTELY

Seuraavassa on esitelty umpioiden päärakennetyyppejä ja toimintaperiaatteita yleisesti. Umpiotekniikassa on muutama päätyyppi, joihin suurin osa henkilöautoissa olevista umpioista perustuu. Autonvalmistajien umpiot voivat olla myös muunneltuja versioita näistä, mutta toimintaperiaate on kuitenkin sama.

3.1 Paraboliset ajovalot



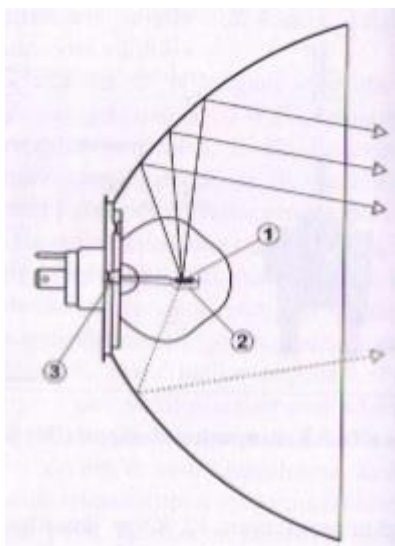
Valaisimissa on heijastin, heijastimen avulla lähtevä valo on saatu suunnattua haluttuun muotoon.

Parabolinen heijastin

1. Ohjainolakkeet
2. Kaukovalon hehkulanka
3. Lähivalon hehkulanka
4. Kauha
5. Liitinpistokkeet

Kuvio 3. Parabolinen kaukovalo (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 302.)

Kaukovalon (Kuvio 3) tärkeä ominaisuus on valaista mahdollisimman kauas ja mahdollisimman suurella teholla. Heijastimien poltinpisteeseen asettuu kaukovalojen hehkulanka (3). Ohjausolakkeen (2) tehtävä on määrätä lampun asema heijastimen syvyys suunnassa. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 302.)

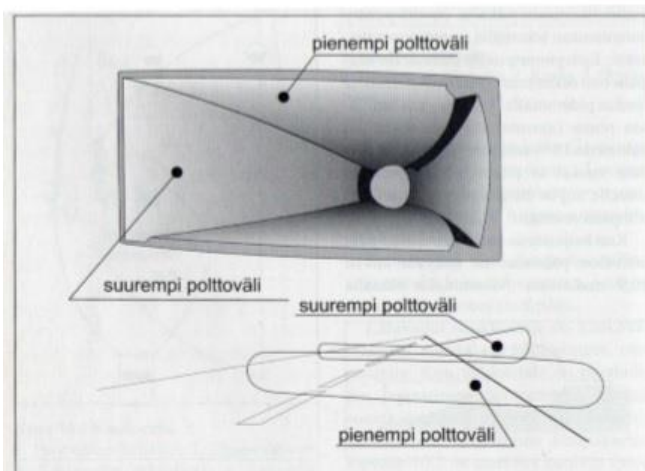


1. Lähivalon hehkulanka
2. Kauha
3. Ohjainlovet

Kuvio 4. Parabolinen lähivalo (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 302.)

Polttopisteen etupuolella ja kaukovalolangan edessä sijaitsee lähivalon hehkulanka. Kuviossa 3 näkyy tilanne jossa valonlähde on parabolisen heijastimen polttopisteen edessä. Siitä lähtevä valo kulkee heijastimesta kohti heijastimen keskiakselia. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 302.)

3.2 Parabolinen kaksoisheijastin

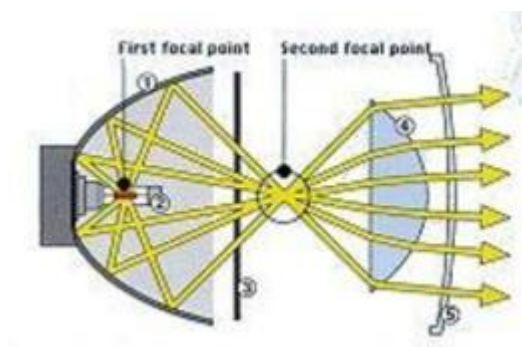


Kuvio 5. Kaksoisheijastin ja valaistuskuvio (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 304.)

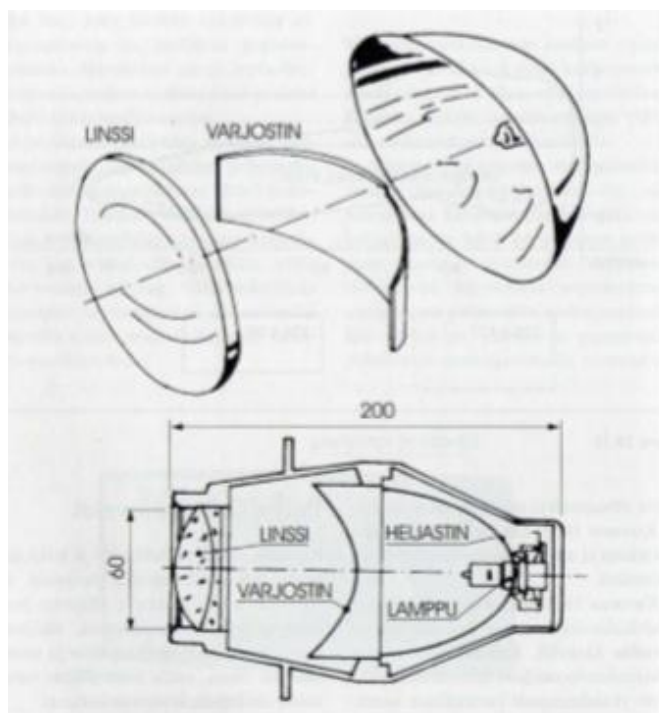
Joskus auton muotoilu voi tuoda haasteita valojen toimivuutta ja tehokkuutta ajatellessa, etenkin autoissa, joissa valaisimet ovat matalia. Tällöin yksi mahdollisuus on

käyttää kaksoisheijastintekniikkaa. Matalan valaisimen valotehokkuutta parannetaan käyttämällä kaksoisheijastinta. Se koostuu kahdesta parabolisesta osaheijastimesta, mutta niillä kuitenkin on yhteinen polttopiste eri polttoväleillä. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 302.)

Polyelliptiset ajovalot



Kuvio 6. Polyelliptinen ajovalo ylhäältä päin (Hella.)



Kuvio 7. Polyelliptinen valaisin (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 306.)

Kuvissa 6 ja 7 on rakenne- ja leikkauskuva lähivalosta, joka on monielliptinen. Monielliptinen valo muodostuu ellipsien pyörähdyspinnoista. Valaisinkuvioiden rajaus,

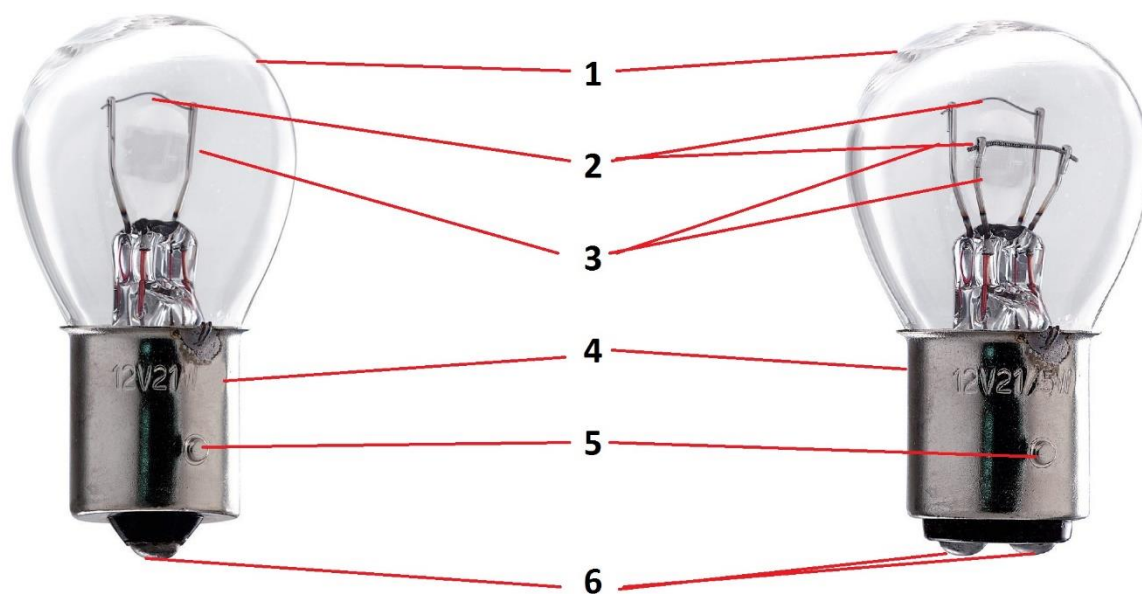
leveys ja korkeus määritetään heijastimen edessä olevan varjostimen ja moniosaisen linssin avulla. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 305.)

4 VALONLÄHTEIDEN TEKNINEN TOTEUTUS

Tässä osiossa tarkastellaan erilaisten valonlähteiden toteutustapoja, sekä käsitellään taustekijöitä, jotka ovat johtaneet niiden kehittymiseen. Tarkastelun pääkohteina ovat halogeeni, HID-xenon-kaasupurkauslamput sekä led-tekniikan perusteet. Uusinta teknologiaa edustavat puolestaan vasta markkinoille tulleet laservalot.

4.1 Halogeeni

Halogeenipolttimo perustuu hyvin pitkälti hehkulankapolttimeen, joten sen toimintaperiaate on alapuolella nopeasti kerrattuna. Hehkulankapolttimea ei käytetä ajovoissa, mutta sitä löytyy vielä useista autoista esimerkiksi takavaloista.



Kuvio 8. Yksivaloinen ja kaksivaloinen hehkulamppu

1. Lasikuvut
2. Hehkulangat
3. Johdikkeet/langanpitimet
4. Lamppujen kannat
5. Pidinnastat
6. Kosketinnastat

Hehkulampun toiminta lyhyesti selostettuna yllä olevan kuvan avulla. 1. Sähkövirta johdetaan hehkulangan kosketinnastojen ja 4. johdikkeiden ja 5. lampun metallisen kannan kautta. 2. on hehkulankojen suojana oleva lasi. Kuvun sisältä on poistettu ilma ja se on korvattu suojakaasulla, joka on yleensä vetyä, argonia tai kryptonaa. 6. on lampunkannan kiinnikenasta mikä mahdollistaa lampun kiinnittämisen.

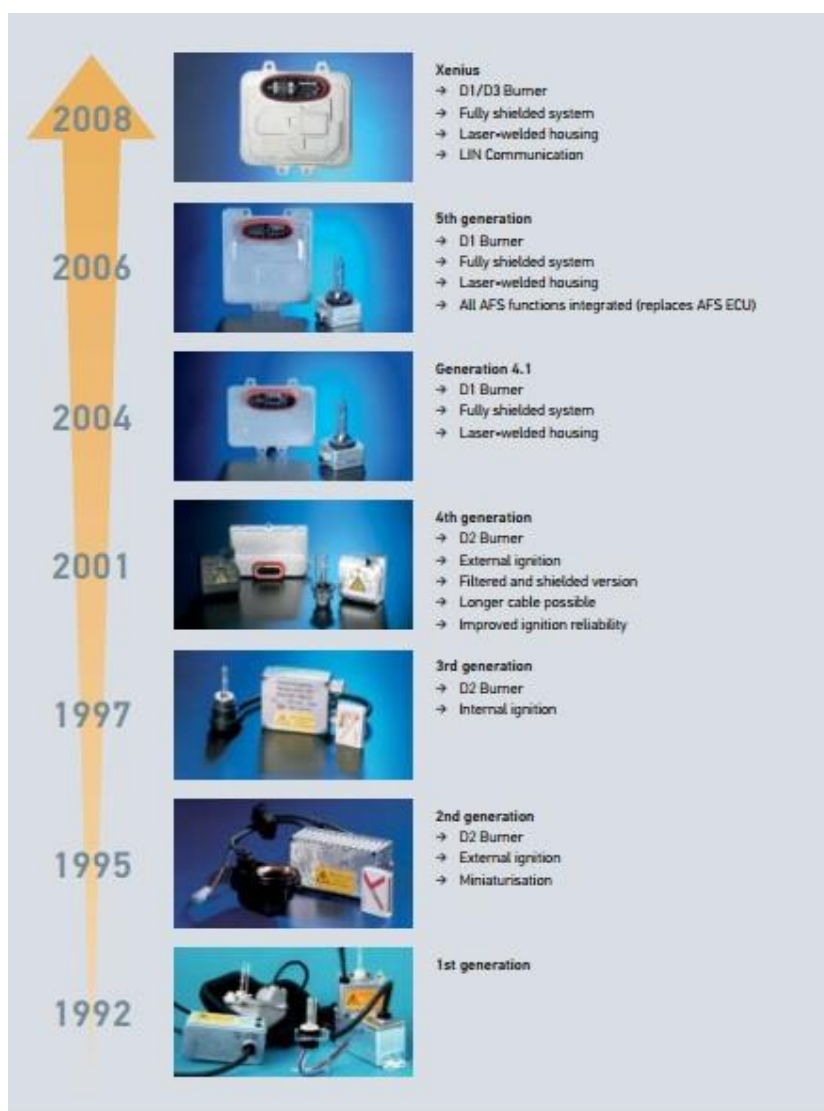
Hehkulampun polttoikä on noin 100 - 200 tuntia. Hehkulampun elinikä riippuu paljon sen käyttöjännitteestä. Normaalit käyttöjännitteet moottoriajoneuvon lampuille ovat 13,5 V ja 27,0 V. Jännitteen kohoaminen lisää lampun valovoimaa, mutta samalla vähentää sen käyttöikää. Hehkuvasta volframlangasta höyrystyy jatkuvasti vähän ainetta. Kun volframhöyry tavoittaa lasikuvun sisäpinnan, se kiinnittyy lasiin. Hehkulanka vähitellen ohenee ja lampun lasikupu tummuu. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 298.)

4.2 HID (High Intensity Discharge)

Kaasupurkausvalaisinkokonaisuuksia löytyy useammalta eri laitevalmistajalta. Tässä on esitelty yleisimmät toteutukset Hellan ja Boschin tekemistä ratkaisusta. Osa ratkaisuista muistuttaa toisiaan mutta niiden terminologia on kuitenkin hyvä tietää ja ymmärtää.

4.2.1 Hella

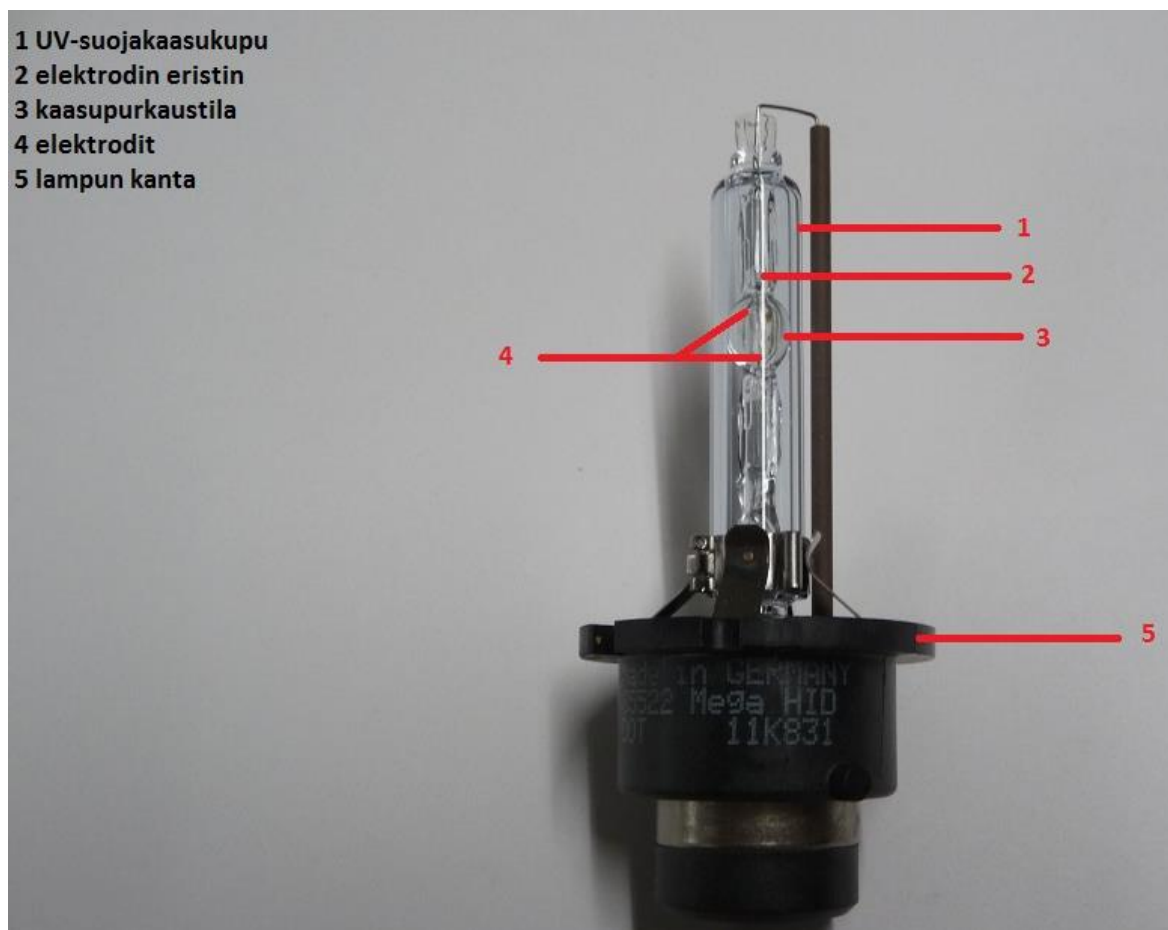
Kuviossa 9 on esitetty autovalmistajien suosiman Hellan valmistamien HID-xenonvalojen kehityskaarta alkaen vuodesta 1992. Kuvista huomaa, miten tekniikka on ajan saatossa kehittynyt. Ennen komponentit sijaitsivat kaukana toisistaan. Nykyään kuitenkin itse polttimo ja ballasti ovat yksi oma yksikkönsä umpiossa. (Hella.)



Kuvio 9. Hella kaasupurkausvalojen kehityskaari (Hella.)

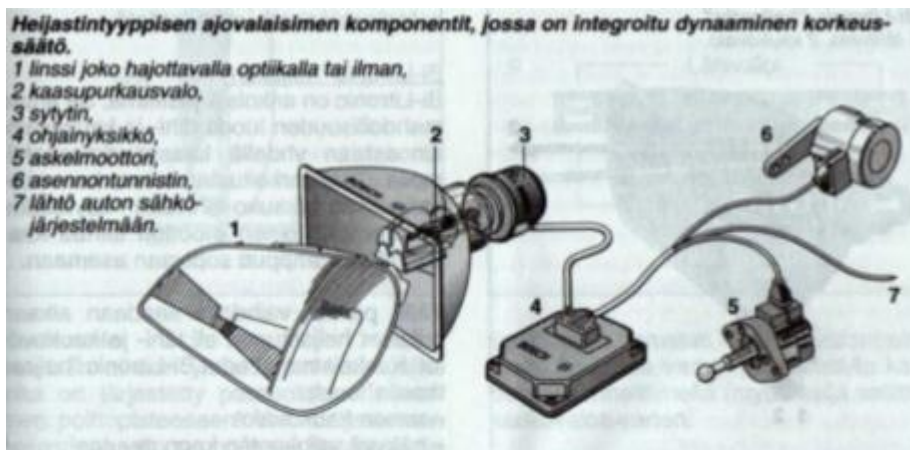
4.2.2 Bosch

Kuviossa 10 on rakennekuva kaasupurkauslampusta ja sen sisältämistä komponenteista. Kaasupurkauslamppu koostuu pääasiassa viidestä eri osa-alueesta.

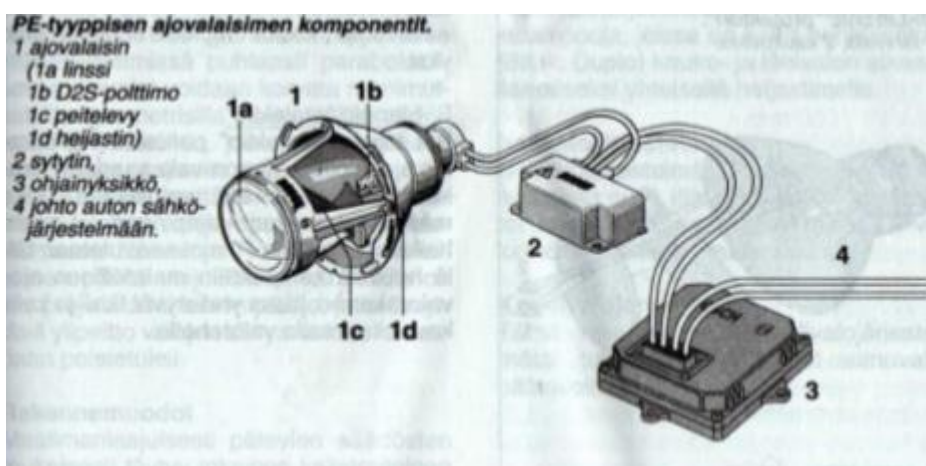


Kuvio 10. Kaasupurkauslamppu

Bosch käyttää nimitystä Litronic valonheitinjärjestelmästä, jossa valonlähteenä on kaasupurkauspolttimo. Kaasupurkauspolttimoa käytetään tässä järjestelmässä vain lähivaloissa sen syttymisviiveen takia. Kaukovalo on toteutettu perinteisellä tavalla halogeenivalolla. Lähivalo ja kaukovalo palavat yhtä aikaa, kun kaukovalojen kytkin on käännettynä on-asentoon. Litronic-valaisin voidaan toteuttaa sekä heijastintekniikalla että projektoritekniikalla. (Bosch 2003, 818.)

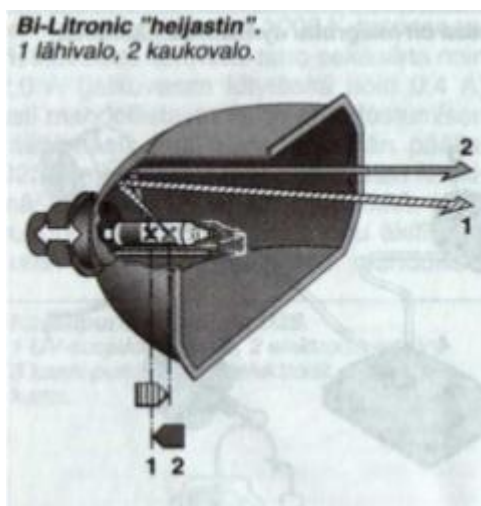


Kuvio 11. Litronic-valaisin (heijastintyyppinen) (Bosch, 819.)

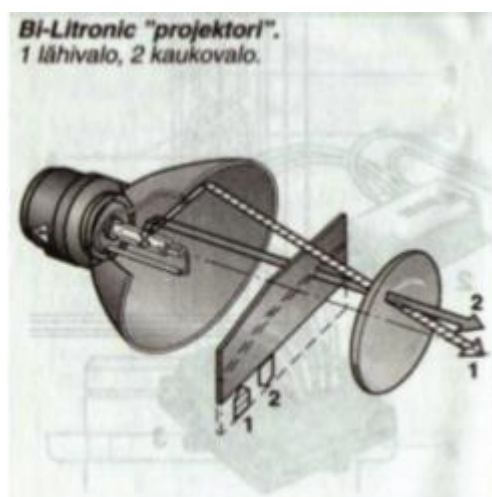


Kuvio 12. Litronic-valaisin (projektorityyppinen) (Bosch, 819.)

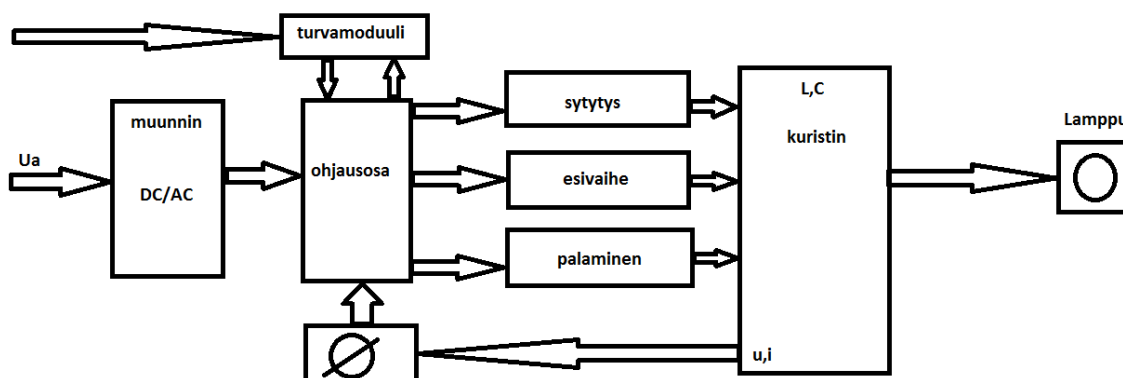
Lähi- ja kaukovalon toteuttaminen yhdellä kaasupurkauspolttimolla on nimeltään Bi-litronic. Kun lähi- ja kaukovalo ovat samassa valonlähteessä, on mahdollista tehdä umpiosta hyvin pienikokoisia, koska kaasupurkauspolttimoita tarvitaan vain yksi. Järjestelmä on myös umpion kustannustehokkaampi. Bi-litronic voidaan toteuttaa käyttämällä joko heijastintekniikkaa tai projektoritekniikkaa. Järjestelmässä sähkömoottori siirtää polttimoa pitkittäin kuljettajan kytkiessä valokatkaisimen lähivaloilta kaukovaloille. (Bosch 2003, 820.)



Kuvio 13. Bi-Litronic-valaisin (Heijastintyyppinen) (Bosch, 820.)



Kuvio 14. Bi-Litronic-valaisin (Projektorityyppinen) (Bosch, 820.)

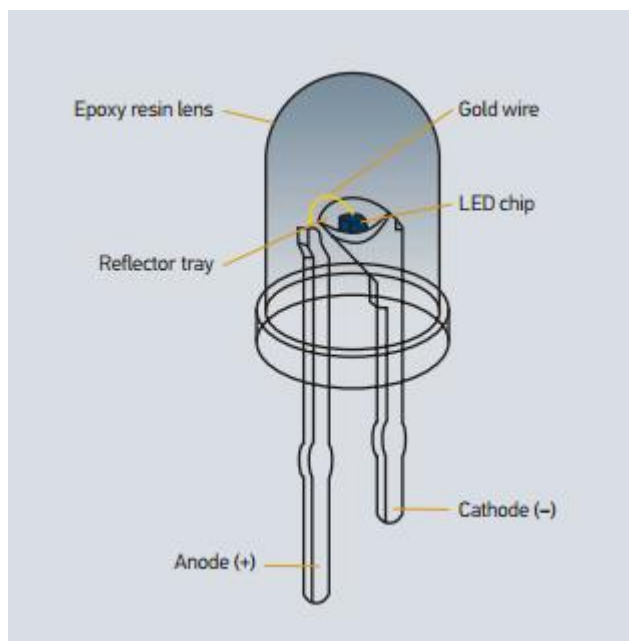


Kuvio 15. Kaasupurkauslampun ohjauselektronikka (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 301.)

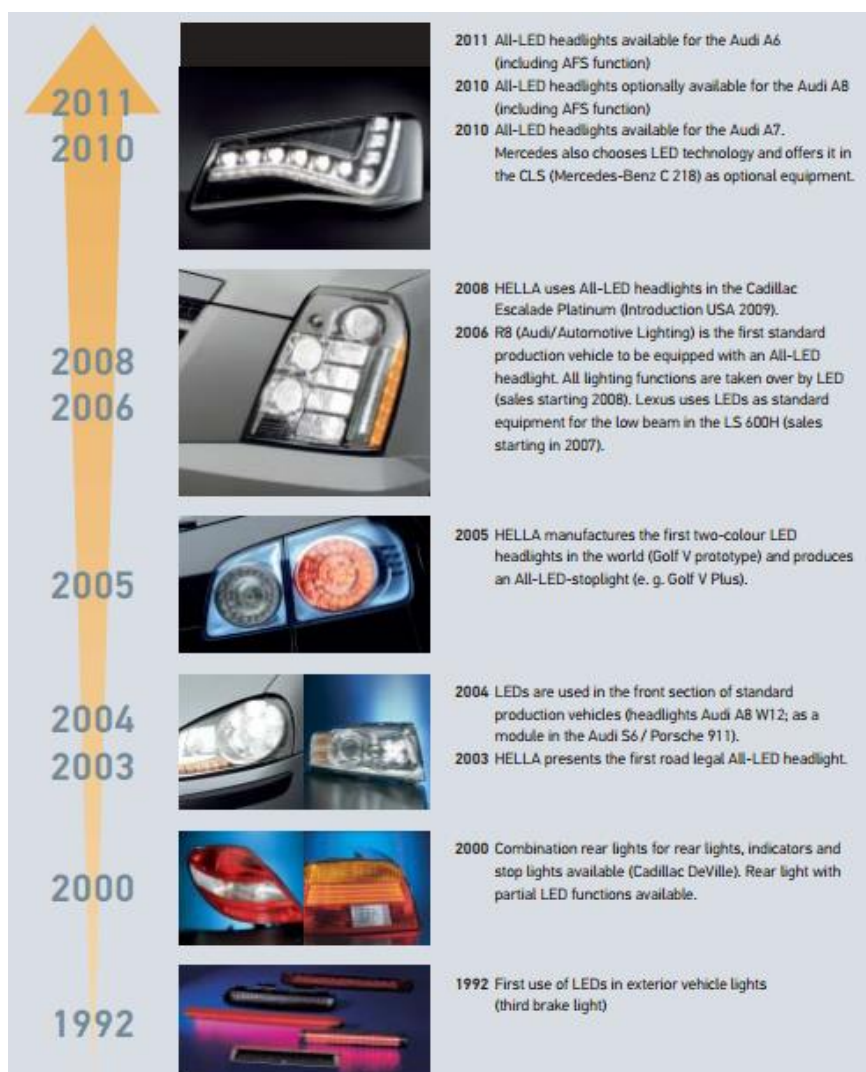
4.3 LED (Light Emitting Diode)

Led-tekniikkaa on hyödynnetty autoissa jo 1990-luvulla. Vasta viime vuosina teknologia on kuitenkin kehittynyt ajovaloihin. Ensimmäisenä led-valoja käytettiin autojen lisäjarruvaloissa. Tekniikkaa sovellettiin takavaloihin 2000-luvun alussa. Sen jälkeen tekniikka on kehittynyt siten, että led-valoja nähdään nykyään myös ajoneuvon lähivaloissa. (Hella.)

Led on valoa säteilevä diodi, joka tuottaa valoa silloin kun päästösuuntainen virta kulkee sen läpi. Vapaat elektronit ja aukot yhdistyvät, jolloin niistä vapautuva energia muodostaa valoa. Valon aallonpituus riippuu käytetystä materiaalista. Ledeillä pystytään tuottamaan eriväristä valoa. Yleisimmin käytetyt materiaalit ovat galliumarsenidi ja galliumfosfaatti. Kuviossa 16 on esitelty tavallisen led-polttimon komponentit. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 81.)



Kuvio 16. LED-perusrakenne (Hella.)



Kuvio 17. Hellan valmistamien Led-valojen kehityskaari (Hella.)

Kuviossa 17 on kuvattu kehityskaarena ledien yleistymistä henkilöautoissa. Ensin (vuodesta 1992) ledit olivat mukana vain autojen takalisäajaruvaloissa. Siitä siirryttiin takavaloihin 2000-luvun taitteessa ja siitä noin neljän vuoden päästä ensimmäiset osittain led-tekniikkaa hyödyntävät ajovalot tulivat markkinoille. Tämän jälkeen oli aika siirtyä kokonaan led-tekniikkaan myös ajovaloissa. (Hella.)



Kuvio 18. Tuulettimella varustettu umpio (Hella.)

Ledit ovat halogeeneihin ja xenon-valoihin verrattuna vähemmän virtaa kuluttavia valonlähteitä. Ledien avulla on pystytty kehittämään erilaisia muuttuvia ajovaloratkaisuja niiden nopean syttymisajan ansiosta. Yksi ledien heikko kohta kuitenkin on lämpötilan nousu. Edellytyksenä led-valon pitkäkestoiselle toiminnalle on oikea lämpötila. Sen takia led-valoilla varustetun umpion takana usein onkin erillinen tuuletin, mikä edesauttaa oikean lämpötilan säilymistä (Kuvio 18). Led-tekniikan ansiosta myös umpion kokoa on voitu muokata haluttuun suuntaan. Tarvittaessa led-tekniikka mahtuu hyvinkin kompaktiin tilaan ja umpioon voidaan sisällyttää paljon toimintoja (Kuvio 19). Kokonaan led-umpiolla varustettujen ajoneuvon määrä on lisääntynyt ja Hellan mukaan niiden lisääntymistä tapahtuu jatkossakin ja yhä edullisemmissä henkilöautoissa. (Hella.)



Kuvio 19. Audi A8 etuvalojen umpioiden variaatiot (Hella.)

Tässä kappaleessa on lyhyesti kuvattu muutama älykäs ajovalojärjestelmä. AFS-ajovalojärjestelmä on mukautuva järjestelmä. Järjestelmän ideana on tuottaa mahdollisimman hyvä valaistuskkyky. AFS-järjestelmä pitää sisällään kolmen eri ajonopeuden valotoimintoa. Hitain on taajamavalo, joka toimii alle 55:n km/h nopeudessa. Vastaavasti taas moottoritievalo kytkeytyy päälle, kun 100:n km/h nopeus ylitetään. Kahden edellisen välissä toimii maantievalo. Kaukovalo on perinteistä kaukovaloa vastaava, mutta sen erikoisuus on, että se kytkeytyy automaattisesti pois päältä, kun vastaan tulee liikennettä. Audin versiossa mekaanisista kääntömekanismeista on voitu luopua kokonaan. (Audi 2015).

AFS-järjestelmän seuraava kehitysaskel on Adaptive Cut-Off Line. Sen lisäkomponenttina on tuulilasiin sijoitettu kamera. Kamera tunnistaa vastaantulevan sekä lisäksi edellä kulkevan liikenteen. Näiden havaintojen perusteella järjestelmä pyrkii säätämään järjestelmän niin, ettei se häikäise muuta liikennettä. Järjestelmän säätöetäisyyden kantama ulottuu jopa 200 metriin, mutta minimissään 65 metriin. (Hella.)



Kuvio 20. Adaptive Cut-Off Line (Hella.)

Häikäisemätön kaukovalo luodaan Vertical Cut-off line järjestelmän avulla. Järjestelmä mahdollistaa häikäisemättömän kaukovalon, joka toimii automaattisesti. Kamera, joka on tässäkin järjestelmässä tuulilasin takana, havaitsee vastaantulevan ja samaan suuntaan menevän liikenteen. Kun järjestelmä havaitsee liikennettä, ohjausyksikkö peittää kaukovalon rajausvarjostimen avulla valaistusalueella, jossa kohde on havaittu. (Hella.)

4.4 Laservalot

Laservalot ovat led-valojakin uudempaa tekniikkaa. Autonvalmistajista ensimmäisinä tuotantoon nämä valot on ottanut Audi ja BMW. Laservalojen etu verrattuna ledeihin on se, että ne ovat kirkkaammat ja ne kuluttavat vähemmän virtaa. Toisin kuin jotkin lasersäteet, ajoneuvojen ajovaloissa käytettävät eivät ole silmälle vaarallisia. Umpiosta ulos tuleva valo ei ole enää suoraa puhdasta lasersädettä, vaan peilien ja heijastusosan muokkaamaa valoa. (Bmw 2013)



Kuvio 21. BMW i8 laservalojen periaate kuva (Bmw 2013.)

Tekniikka perustuu nimensä mukaisesti lasersäteeseen, jota ammutaan itse valaisinkeskukseen. Valaisinkeskuksesta valo kimpoaa osaksi suoraan eteenpäin ja lisäksi umpion sisällä olevan peilin kautta heijastuksena eteenpäin. Tämä kalvo muokkaa värin oikeaksi ja muuttaa laserin näkyväksi. Kuviossa on demonstroitu millaista lasersäde on ennen kuin se päättyy itse valaisin pinnalle. Kuviossa on käytetty apuna savua, joka paljastaa lasersäteiden sijainnin.



Kuvio 22. BMW i8 lasersäteen esilletuonti (Bmw 2013.)

5 AJOVALOJEN SÄÄTÖAUTOMATIikka

Kun ajoneuvoon laitetaan kuormaa, voi kuorman suuruus vaikuttaa ajovalojen suuntaukseen oleellisesti. Raskaasti kuormatun auton valojen suuntauksen huomiomatta jättäminen voi häiritä kuljettajan näkemistä ajoradalle. Lisäksi liian ylös suuntaavat valot voivat häikäistä vastaantulevia ja aiheuttaa täten vaaratilanteita.

5.1 Manuaalitoiminen säätäminen

Ajoneuvojen valaisimet voidaan varustaa säätölaitteella. Säätölaitteen kytkin sijaitsee kuljettajan istuimen läheisyydessä, josta kuljettaja voi säätää valaistusta kuormituksen mukaan. On kuitenkin muistettava, että manuaalinen ajovalojen suuntaus tapahtuu kuljettajan harkinnan mukaan ja on siksi epävarmempaa, tai valojen säätö saatetaan unohtaa kuorman muuttuessa. Säätö voi tapahtua joko mekaanisesti, alipaineen, nestepaineen tai sähkömoottoreiden avustuksella. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 312.)



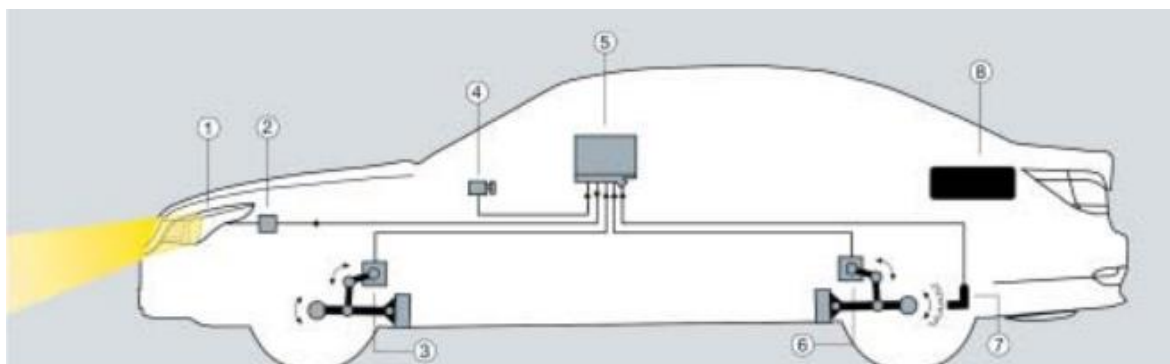
Kuvio 23. Manuaalisen säätämisen mahdollistavia komponentteja (Hella.)

Kojetauluun tai läheisyyteen sijoitetussa säätimessä sijaitsevat vastukset, joiden avulla ohjauselektronikka saa tiedon halutusta asennosta. Vaihtokytkimen avulla ohjauspiiriin voidaan kytkeä 3-4 erisuuruista resistanssia. Säätömoottorin yhteydessä on potentiometri, jonka liuku seuraa valaisimien liikettä. Tällöin elektronikka saa tiedon halutun säädön suorittamisesta, jolloin moottorin virta katkaistaan. Tämä säädin pätee ainoastaan siihen, että se mahdollistaa valokeilan alaspäin laskemi-

sen häikäisytilanteiden estämiseksi. Kun säädin on 0-asennossa (Kuviossa säätimen ylin asento) se vastaa valojen perussäätöä ja muut asennot mahdollistavat valokeilan alaspäin suuntaamisen. Katsastuksessa säädin asetetaan aina 0-asentoon ennen kuin valojen suuntausta lähdetään mittaamaan. Useiden autojen ohjekirjasta löytyy suuntaa-antavia neuvoja siitä, miten valokeilan säätäminen tapahtuu kuormituksen vaihdella. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 313.)

5.2 Säätöautomaatiikka

Helpoiten valojen suuntaus pysyy optimaalisena, kun se tapahtuu automaattisesti kuormituksen muuttuessa. Kuvioissa 24 ja 25 on periaate piirros kuinka komponentit on sijoitettu ja minkä näköisiä ne ovat. Kuorman suuruutta tarkasteleva automaatiikka voi käyttää samoja voimanlähteitä kuin manuaalinenkin järjestelmä. Kun auton takapää laskee tai/ja auton etupää nousee, akseliston korkeudenilmaisimet välittävät tiedon muutoksesta sähkömoottorin elektroniselle ohjauskytkimelle. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 316.)



Kuvio 24. Automaattisen valojen korkeudensäätöjärjestelmän periaatepiirros (Hella.)



Kuvio 25. Automaattisen valojen korkeudensäätöjärjestelmän komponentteja (Hella.)

1. Ajovalo
2. Säätölaite

3. Etuakselin korkeustunnistin
4. Valokytkin
5. Elektroninen ohjainlaite
6. Taka-akselin korkeustunnistin
7. Ajonopeudentunnistin
8. Kuormitus

Koska korkeustason muutoksia seurataan useiden erilaisten antureiden avulla, on tässä kappaleessa on kerrottu muutama erilainen anturityyppi. Bosch on kehittänyt järjestelmän, jonka korkeustason muutosta valvova tekijä perustuu ultraäänitunnistimeen, jossa on lähetin ja vastaanotin. Edellisen lisäksi enemmän perinteinen ratkaisu on korkeustason muutoksen seuranta antureiden avulla. Tässä yhteydessä yleisimmin tavattavat anturityypit ovat induktiivinen, magnetoresistiivinen tai Hall-tyyppinen anturi. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 316.)

6 ULKOISTEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUS VALOTEHOON

Suomessa suurimpia ulkoisia muutoksia valotehoon ovat Suomen sään vaihtelut ja niiden vaihteluiden aiheuttamat vaikutukset ajoneuvojen umpioihin sekä sisä- että ulkopuolella. Suomen talviolosuhteet ovat hyvin haastavia. Joinakin päivinä voi sataa rankasti lunta ja toisina päivänä taas keli on voinut muuttua loskaksi, joka aiheuttaa kuraa ajoneuvojen ajovalojen pinnalle.

Ajoneuvojen valonpesimet ovat direktiivin alaisena pakollisia esimerkiksi xenon-valojen tietyillä versiolla, mutta ei kuitenkaan kaikissa xenoneilla varustetuissa autoissa, koska uusi EU-direktiivi on sanellut sääntöjä muuttavia tekijöitä, jos auton valoteho jää riittävän alhaiseksi. Tämä alentaa auton kustannushintaa tehtaalle ja täten myöskin auton hankintahintaa kuluttajalle. Ongelmaksi saattaa kuitenkin muodostua varsinkin kuraisissa olosuhteissa pesimien puuttuminen ja auton valotehon suuri heikkeneminen. Etenkin pitkällä matkalla auton valotehon huononemista voi olla vaikea havainnoida ajaessa, kun valotehon määrä laskee pikkuhiljaa liian lisääntyessä.

Hyvin usein tieliikenteessä nähdään autoja, joissa toinen ajovaloumpio tai jopa molemmat ajovaloumpiot ovat huurussa sisäpuolelta. Huurustumisen aiheuttaja on kosteus, joka on päässyt jostain syystä umpion sisälle. Tämä voi aiheuttaa hetkellistä valotehon heikkenemistä. Kun polttimo palaessaan muodostaa valotehoa, joka tuottaa lämpöä, umpion huuruisuus poistuu hetkellisesti umpion pinnalta. Kosteuden aiheuttamat vauriot umpioin sisäisiin rakenteisiin voivat olla kuitenkin valotehoa heikentäviä. Heijastinpinnat umpion sisällä saattavat alkaa haurastumaan ja pinta voi tuhoutua niin, että se vaikuttaa sekä valotehoon että valokuvioon. Ajoneuvon valaisimien tehoa ja valokuviota tarkastellaan katsastuksessa. Kosteus voi myös aiheuttaa polttimon ennenaikaisen rikkoutumisen ja näin aiheuttaa kustannuksia kuluttajalle.

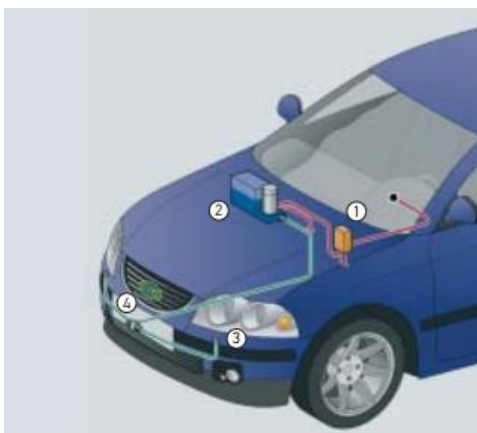
Pohjoisen olosuhteissa myös maantielle levitetty suola ja hiekoitushiekka voivat aiheuttaa umpioin enneaikaisen turmeltumisen ja valotehon heikkenemisen. Lisäksi hiekoitushiekka voi aiheuttaa kiveniskuja vastaantulevasta tai edellä ajavasta autosta kimmotessaan, ja se voi pahimmillaan aiheuttaa umpioon vaurion, joka päästää kosteutta umpion sisälle. Auringonvalo voi vahingoittaa umpion pintaa niin että

umpio haalistuu. Umpion haalistumista vastaan on nykypäivänä olemassa ns. kiillotusaineita, joilla umpion valotehon palauttaminen onnistuu kustannustehokkaasti ja suhteellisen helposti umpion vaihtamiseen verrattuna.



Kuvio 26. Umpio ennen ja jälkeen kiillotuksen (jussinmaki.)

Kuljettaja voi säätää valojen pesimiä ohjaamosta käsin. Ohjaamossa sijaitsee säädin, jonka avulla umpioiden puhdistusjärjestelmä saadaan aktivoitua. 1990-luvun ja sitä aiemmat järjestelmät ovat toimineet erillisestä valojenpesin napista kojelaudassa tai pyyhkimien viiksen yhteydessä olevasta toiminnosta. 2000-luvulle tultaessa hyvin yleinen toteutustapa on yhdessä tuulilasinpyyhkijöiden kanssa tapahtuva kokonaisuus. Yleistä on, että ajovalojen pesimistä roiskuu vettä myös tuulilasille, jolloin aikaisemmin kuljettaja on joutunut manuaalisesti laittamaan myös tuulilasinpyyhkijät päälle näkyvyyden säilyttämiseksi. Järjestelmä toimii siis käytännössä siten, että ruiskuttaessa tuulilasin pesunestettä tuulilasille, myös ajovalojen pesimet aktivoituvat samalla.



1. Säädin
2. Vesisäiliö pumpulla
3. Suutin tai teleskooppinen suutin
4. T-haara tai keskimmäinen venttiili

Kuvio 27. Umpioiden pesimien komponenttien periaatekaavio (Hella.)

Pesureiden ja umpion pyyhkimien muodostamia järjestelmiä on tarkoitettu vain lasisille umpioille. Muoviset umpiot eivät kestäisi pyyhkimistä ja tämän takia yleisin toteutustapa ajovalojen pesureille on korkeapainepesurijärjestelmä. Korkeapainepesurijärjestelmä sopii sekä lasisille että muovisille umpiopinnoille. Puhdistustehon määrittää suuttimen koko ja suuttimen etäisyys umpiosta. Suuttimia on kahta tyyppiä. Kiinteässä mallissa suutin on kiinni auton puskurissa ja pysyy samassa kohdassa kokoajan. Teleskooppisesti nousevat suuttimet toimivat optimaalisemmin, koska ne menevät aina optimaaliseen ruiskutuspaikkaan. Teleskooppisessa suuttimessa on myös vähemmän visuaalista häiriötä, koska kun se ei ole käytössä, se on piilossa henkilöauton etupuskurin sisällä. (Bosch 2003, 829.)

7 HUOLTO JA KORJAUS

Koska kaasupurkausvalojen toimintaan liittyy korkeajännite, ei valaisimen komponentteihin saa koskea valojen ollessa kytkettynä. Polttimot ovat herkkiä lialle, joten mekaanikon on aina varmistettava että työtilassa vallitsee riittävä puhtaus. Myös merkkikohtaiset erot on otettava huomioon. On mahdollista, että tulevaisuudessa eroja voi olla hyvinkin paljon eri valaisinvalmistajien välillä. Kuviossa 28 nähdään valojensuuntauslaitteen toimintaperiaate. Valojensuuntauslaite koostuu suuntauspeilistä, valomittarista, taittajapeilistä sekä linssin keskitysmerkinnästä. (Bosch 2003, 826.)



Kuvio 28. Valojensuuntauslaitteen periaatekuva (Hella.)

Moottoriajoneuvon valojen oikea säätö varmistaa parhaan mahdollisen valaisun lähivaloilla ajaessa. Valojen oikea säätö minimoi myös valojen häikäisyä vastaantulevan liikenteen osalta. Ajovalojen suuntauslaitteet ovat liikuteltavia kuvanmuodostuskammioita. Suuntauslaitteet sisältävät yhden linssin ja kerääjälevyn, joka on sijoitettu linssin polttotasoon ja kiinnitetty jäykästi siihen. Oikeaa valon suuntausta helpottaa kerääjälevyyn tehdyt merkinnät, joista mekaanikko voi katsoa käyttämällä sopivia lisälaitteita ja säädettäviä heijastinpeilejä. Suuntauslaite asennetaan ajoneuvon pitkittäisakselin mukaan. Suuntauksessa apuna käytetään tähtäyslaitetta (kuten peiliä) suuntauslinjan kanssa. Laite suunnataan siten, että suuntauslinja koskee yhdensuunteisesti kahta ulkopuolista ajoneuvon referenssimerkkiä. Kuvanmuodostuskammio liikkuu pystysuunnassa siten, että sen kiinnittäminen ajovalon tasolle on mahdollista. (Bosch 2003, 826.)

Korjauksen kustannukset ovat muuttuneet hieman erilaisiksi vuosien varrella. Siinä missä polttimoiden vaihtaminen umpioihin oli ennen arkipäivää, on nykyisen led-tekniikan kehittymisen myötä korjausprosessin kulku muuttunut. Ledit kestävät pidempään kuin halogeenipolttimon lanka. Täten voidaan todeta, että led-polttimo kestää kyllä kauemmin kuin halogeeni, mutta sen korjauskustannukset ovat kalliimpia. Näin ollen päästään siihen lopputulokseen, että kuluttaja pääsee helpommalla led-valaisimia käyttäessään, koska järjestelmää tarvitsee huoltaa harvemmin, jos ollenkaan (riippuen auton elinkaaresta). Halogeenipolttimoita joudutaan vaihtamaan useita kertoja auton elinkaaren aikana.

8 POHDINTA

Kuten opinnäytetyössä kerrotaan, valotekniikka on kehittynyt vuosien saatossa paljon. Tekniikka on helpottanut kuljettajan toimintaa. Tulevaisuudessa varmasti tekniikka ja automatiikka lisääntyvät vielä entisestään valotekniikassa.

Viimeisimpänä tuotoksina ovat laservalot ja Euroopan Unionin säädösten muuttuminen. Laservalot tulevat luultavasti lisääntymään tulevaisuudessa myös edullisimmissa automalleissa, eivätkä pelkästään urheiluautoissa. Lisäksi uusi EU-normi todennäköisesti tulee vaikuttamaan siihen, että varsinkin edullisten autojen kohdalla valotehoa rajoitetaan niin, ettei pesimiä ja siihen liittyvää tekniikkaa tarvitse asentaa ollenkaan kaasupurkausvaloja käytettäessä, ja näin autojen kokonaiskustannus tehtaalla alenee.

Tulevaisuudessa voidaan odottaa nähtävän uudempia ja kehittyneempiä tekniikoita ja uusia innovaatioita. On mahdotonta ennalta määrittää, mitä määräyksiä valotekniikkaa koskien tehdään tulevaisuudessa. Lisää ajamista helpottavia ominaisuuksia, mutta toisaalta korjauskustannuksiltaan kalliimpia kokonaisuuksia tullaan näkemään. Tekniikka mahdollistaa kuljettajan liikkeiden havainnoimisen, ja esimerkiksi interaktiivinen tarkkailu kuljettajan pään asennon mukaan voisi olla tulevaisuudessa mahdollista.

Tämä opinnäytetyön aihepiiri oli todella laaja. Valotekniikan aiheuttamia ongelmia ei käsitelty juuri ollenkaan, koska sellaisten variaatioiden kirjo on hyvin laaja. Melkein mistä kaupasta tahansa on mahdollista ostaa xenon-muutossarja, ja sen voi asentaa halogeeniumpioon laittomasti. Lähes aina kun jokin tehdas keksii jotain uutta, on olemassa joku joka kopioi keksintöjä kyseenalaisin keinoin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tiivistää looginen paketti autojen valotekniikan muutoksista. Opinnäytetyön tavoitteet täyttyivät niin kuin oli tarkoituskin. Opinnäytetyö voisi toimia hyvänä alkutietona valotekniikasta kiinnostuneille. Lisäksi työ antaa hyvän pohjan erilaisten valomittauksien suorittamiseen ja umpioiden fyysiseen tutkimiseen. Työn pohjalta on myös mahdollista lähteä tutkimaan sitä, millainen henkilöauton valkoteknillinen kokonaisuus on ja millaisia komponentit ovat purettuina.

LÄHTEET

- A-katsastus. 2012. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.9.2014]. Saatavana: http://www.a-katsastus.fi/Autoliija_info/tehopaketti%20tietoa%20autoilijoille/valot/Sivut/default.aspx
- AKE. 2004. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.9.2014]. Saatavana: http://www.valoasi.fi/downloads/AKE_valo-ohje.pdf
- Audi. 2015. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.3.2015]. Saatavana: http://www.audi.fi/fi/brand/fi/models/a8/a8_/equipment.html
- Bmw. 2013. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.4.2015]. Saatavana: <http://www.bmw.tv/web/com/video.do?videoID=29612>
- Bosch. 2003. Autoteknillinen taskukirja. 6.painos. Helsinki: Autoteknillinen taskukirja.
- Hella. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.2.2015]. Saatavana: https://www.hella.com/hella-tech-world-uk-en/assets/media_global/Licht_ist_Technologie_EN.pdf
- Hella. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.3.2015]. Saatavana: https://www.hella.com/hella-tech-world-uk-en/assets/media_global/Adjustment_headlights_tech_brochure_en.pdf
- Juhala, M., Lehtinen, A., Suominen, M. & Tammi, K. 2005. Moottorialan sähköoppi. Jyväskylä: Gummerus.
- Jussinmaki. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.3.2015]. Saatavana: http://www.jussinmaki.net/verkkokauppa/documents/54d9c2169087e/Headlights_Before_After.jpg
- Trafi. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.3.2015]. Saatava: <http://www.trafi.fi/>
- Valoasi. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.3.2015]. Saatavana: <http://www.valoasi.fi/>