

Topi Luukko

LISÄKAUKOVALOJEN
LAINSÄÄDÄNTÖ JA VALOTEHOJEN
VERTAILU ERI
POLTTIMOTYYPEILLÄ


Opinnäytetyö
Auto- ja kuljetustekniikan ko.


Elokuu 2015



MAMK

University of Applied Sciences

		Opinnäytetyön päivämäärä 17.8.2015
Tekijä(t) Topi Luukko		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma
Nimeke Lisäkaukovalojen lainsäädäntö ja valotehojen vertailu eri polttimotyypeillä		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selventää lisäkaukovalojen lainsäädäntöä ja vertailla erilaisia polttimotyyppejä ja niitten valotehoja markkinoilla yleisesti myynnissä olevassa lisäkaukovaloumpiossa.</p> <p>Valotehoja mitattiin valomittarilla, ja niitä sovellettiin ECE-normiston mukaiseen mittauskuvioon. Työssä oli tarkoituksena käyttää markkinoilla runsaasti olevia niin halogeeni- kuin xenonpolttimoita, joita on mahdollista asentaa lisäkaukovaloihin sekä uutta LED-tekniologiaa LED-lisävalon muodossa.</p> <p>Mittaukset onnistuivat hyvin ja sain vertailukelpoisia tuloksia. Tulokset yllättivät, koska ennen mittauksia oletin että LED- lisävalot voittaisivat testissä xenonit. Xenon oli kuitenkin ylivoimaisesti paras.</p>		
Asiasanat (avainsanat) ajovalo, lisävalo, lisäkaukovalo, xenon, halogeeni, led, valoteho, luksi		
Sivumäärä 14+1	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Kari Ehrnrooth		Opinnäytetyön toimeksiantaja

		Date of the bachelor's thesis 17.8.2015
Author(s) Topi Luukko	Degree programme and option Automotive and Transport Engineering	
Name of the bachelor's thesis Legislation of additional lights and comparison with the light intensities		
Abstract <p>The purpose of this bachelor's thesis was to clarify legislation of additional lights and measure light intensities with different additional light types which are on the market.</p> <p>Light intensities measured with light intensitymeter and apply to the ECE-112 norms. Goal of this thesis was to use general lightbulbs which are on the market i.e. halogen-, xenon- and LED- lights.</p> <p>Measurements managed well and I got comparable results. The results surprised, because before the measurements I thought that the LED additional lights would win xenon lights. However, the result was the different, xenonlight was best.</p>		
Subject headings, (keywords) Running light, additional light, xenon light, halogen light, led light		
Pages 14+1	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Kari Ehrnrooth	Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	PERUSTIETOA LISÄKAUKOVALOISTA.....	1
2.1	Valojen lainsäädäntö.....	2
2.2	Halogeenipolttimo	4
2.3	Xenonmuutossarjat yleisesti	5
2.4	LED-teknologia	7
3	VALOTEHOJEN MITTAUS	8
3.1	Ennen mittauksia	8
3.2	TES-1336A -valomittari	11
4	MITTAUKSIEN TULOKSET.....	11
4.1	Mittausten jälkeen.....	12
5	PÄÄTELMÄT.....	13
	LÄHTEET	14
	LIITE	
	1 Valotehomittaukset	

1 JOHDANTO

Lisäkaukovalot ovat autoon asennettavia, auton omien pitkien valojen rinnalle asennettavia lisävaloja. Lisävalot parantavat huomattavasti näkyvyyttä eteenpäin pimeällä ajettaessa lisäten näin turvallisuutta liikenteessä. Nykyisin lisäkaukovaloja asennetaan melko paljon autoihin Suomessa vallitsevan pitkän pimeän vuodenaajan vuoksi.

Lainsäädännön muuttuessa käyttäjän täytyy ottaa selvää kaikista lakipykälistä, jotka liittyvät lisäkaukovalojen asennukseen ja käyttöön, jotta valojen käyttö yleisillä teillä olisi lakipykälien antamien tietojen mukaan laillista. Laissa on määritelty tarkasti niin lisäkaukovalojen sijoituspaikat kuin kaikki E-tyyppihyväksyntänormitkin.

Valaistusteknologian kehittyessä käyttäjillä on suurempi kattaus erilaisia polttimoita asennettaviksi lisäkaukovaloihin. Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena selvittää eri polttimotyyppien hyviä ja huonoja puolia sekä mitata ja raportoida kunkin polttimotyypin ja valomallin valotehoja.

2 PERUSTIETOA LISÄKAUKOVALOISTA

Markkinoilla on saatavissa monenlaisia lisäkaukovaloja, joista käyttäjä voi valita itselleen sopivimman ja käytännöllisimmän. Yleensä lisäkaukovaot valitaan kahta eri ominaisuutta silmällä pitäen. Osa kuluttajista valitsee kooltaan pienet, mutta ei niin laajaa valoa tuottavat lisäkaukovalot, jotka sopivat siron ulkomuotonsa vuoksi helposti sporttisemmankin auton keulalle. Toiset taas valitsevat suuret ja laajan valokuvion ja -tehontuottavat lisäkaukovalot asennettaviksi auton keulaan paremman valotehon ja kuvion vuoksi ulkonäön kustannuksella. /Kuva 2./



KUVA 1. Volkswagen Caddyn katolle asennetut xenonlisävalot

2.1 Valojen lainsäädäntö

Suomen lainsäädännössä ajovalojen käytöstä säädetään tieliikennelain 36 §:ssä. Suomen laissa on omat pykälänsä lisäkaukovalojen asennukseen ja ominaisuuksien osalta. Kaikissa laillisissa niin ajovaloumpioissa kuin lisäkaukovaloissa on merkitty kyseisen umpion referenssiluku (ref). Referenssiluku tarkoittaa laskennallista suhdelukua, joka kertoo valovoiman pinta-alayksikköä kohden, eli käytännössä valokeilan voimakkuuden. Mitä suurempi referenssiluku on kyseessä, sitä pidemmästä ja usein myös kapeammasta valokeilasta on kysymys./1./

Yksittäisen valonheittimen referenssiluku löytyy pääsääntöisesti aina jostain päin umpiota. Tavallisessa vakioajovalossa se on esimerkiksi 20. Lisäkaukovalojen tavallisimmat referenssiluvut ovat 12.5, 17.5 ja 37.5. Jos referenssilukua ei ole merkitty, on se yleensä 10 tai 20. Auton pitkien valojen referenssiluku ei saa ylittää 100. Ennen 24. lokakuuta 2009 tämä suurin sallittu referenssiluku oli vuoden 1980 jälkeen rekisteröidyille autoille 75 ja ennen vuotta 1980 rekisteröidyille autoille 100./1./

Kaukovalaisimet voidaan kytkeä päälle yhtäaikaaisesti tai pareittain, mutta vaihdettaessa takaisin lähivaloille on kaikkien kaukovalaisinten sammuttava yhtäaikaisesti. Lähivalot saavat jäädä päälle kytkettäessä kaukovalot palamaan. Kaukovalojen päällä olemista osoittava merkkivalo on pakollinen, ja sen tulisi sijaita jossain päin ohjaamoja ja näyttää valojen päällä ollessa sinistä tai keltaista valoa. Kaukovalaisinten lähettämä valo on suunnattava eteenpäin, eikä se saa häiritä kuljettajaa suoraan tai epäsuorasti heijastumalla. Eli esimerkiksi nykyisin kaukovalot saa asentaa auton katolle, mutta valo ei saa heijastaa konepellistä kuljettajaa. Leveysuunnassa saa asentaa vähintään kaksi, enintään neljä kaukovaloa, kunhan referenssiluku ei ylitä sallitusta. Ne on asennettava symmetrisesti keskiviivan suhteen ja valaisevien pintojen uloimmat reunat saavat ulottua ajoneuvon keskiviivalta korkeintaan yhtä kauas kuin lähivalojenkin. Asennuskorkeutta ei ole määritelty. /Kuva 3./



KUVA 2. Lisäkaukovalot asennettuna Volkswagen Golfin keulaan

Myös polttimoissa tulee olla E-hyväksyntämerkintä, jotta ajovalokokonaisuus olisi lainkirjaimen täyttävä. Markkinoilla on tarjolla monenlaisia polttimotyyppisiä, joista kuluttaja voi valita mieleisensä asennettaviksi lisäkaukovaloihin. Kaikista yleisin polttimotyyppi on halogeenipolttimo, joka on halpa ja helppo tapa lisätä valotehoa käytettäessä lisäkaukovaloissa. Halogeenipolttimot ovat olleet ajoneuvoliikenteessä käytössä jo pitkään juurikin edullisuutensa ja helppoutensa vuoksi. Muutamia vuosia sitten markkinoille tuli kaasupurkaus- eli xenonpolttimoita halogeenipolttimoiden

rinnalle. Xenonpolttimot tuottavat huomattavasti enemmän valotehoa halogeenipolttimoihin verrattuna, joten näkyvyys on huomattavasti suurempi kuin halogeenipolttimoilla ajettaessa. Tosin xenonpolttimoilla varustettujen lisäkaukovalojen kanssa laki on tiukempi ja asettaa enemmän rajoituksia. Lisäksi kustannukset nousevat käytettäessä xenonpolttimoita. Hyvä ja laadukas xenonmuutosarja maksaa yleisesti 100 – 200€, kun taas normaalin halogeenipolttimoparin saa jo muutamalla eurolla.

2.2 Halogeenipolttimo

Halogeenipolttimot ovat olleet tavallisimpia polttimoita ajoneuvokäytössä ensimmäisten hehkulamppujen katoamisen jälkeen. Halogeenipolttimoiden rakenne perustuu Humphry Davyn vuonna 1802 esittelemään hehkulampan toimintaperiaatteeseen ja Thomas Alva Edisonin vuonna 1879 patentoimaan sähkövaloon. Kuten 1800-luvulla, myös nykyisinkin halogeeni- ja hehkulamppuissa hehkutetaan metallilankaa, jolloin saadaan synnytettyä valoa./2./

Halogeenipolttimon hehkulangan lämpötila voi nousta jopa 3000 asteeseen. Hehkulangan ja polttimon lasin on kestävä nämä olosuhteet ja mahdolliset käytöstä johtuvat värinät. Tämän vuoksi lasi on valmistettu kvartsilasista ja hehkulanka paksusta volframista. /Kuva 3./

Halogeenipolttimossa volframista valmistetusta hehkulangasta höyrystyvä volframi sekoittuu polttimon sisällä olevan jalokaasun, yleensä halogeenin kanssa synnyttäen uutta ainetta polttimon lasikuvun sisälle. Kun tämä uusi aine on kosketuksissa hehkuvan volframilangan kanssa, se luovuttaa volframin takaisin hehkulankaan. Näin on saatu pidennettyä halogeenipolttimoiden ikää ja kulumista.



KUVA 3. H3- halogeenipolttimo /8./

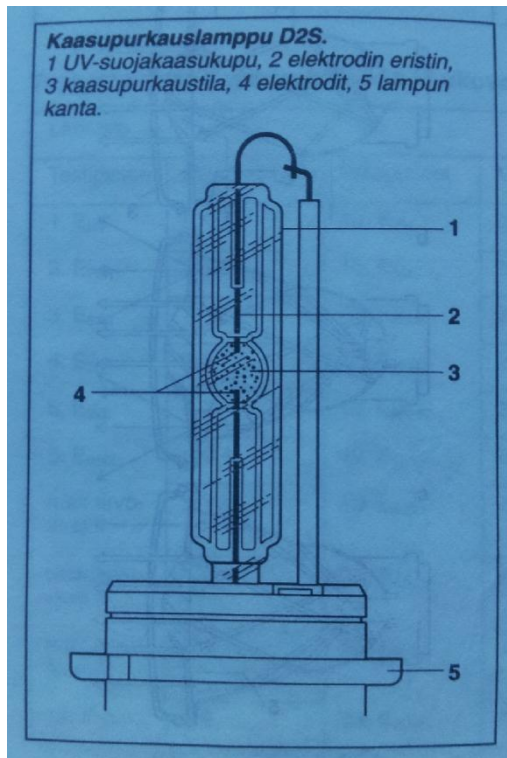
2.3 Xenonmuutossarjat yleisesti

Xenon-tekniikalla toimivat valot ovat melko uusi keksintö ajoneuvoissa. Yleisesti xenonpolttimoita ja –muutossarjoja on ollut kuluttajille yleisillä markkinoilla vajaa kymmenen vuotta. Tätä ennen xenonmuutossarjojen kysyntä oli vähäistä kuluttajien tietämättömyyden, vähäisen saatavuuden sekä korkean hinnan takia. Nykyisin xenonmuutossarjoja on saatavana runsaasti eri nettikaupoista ja varaosaliikkeistä. Suurin osa normaalisti autoihin asennettavista muutossarjoista eivät ole ECE-hyväksytyjä. Koska xenonpolttimoiden valoteho on suurempi, mitä normaaleilla halogeenipolttimoilla, ja valon polttopiste polttimoissa on eri kohdalla, lainsäädännössä rajoitetaan xenonpolttimoiden käyttöä ECE-hyväksynnän puuttuessa. Kaikki h-kantaiset xenonpolttimot ovat kiellettyjä tieliikenteessä. Ajovaloumpioissa tulee olla DC-, DR- ja DCR-merkintä, jotta ajovalokokonaisuus olisi polttimon ja umpion osalta lainmukainen. Lisäksi lainmukaiset xenonit ajovaloissa tarvitsevat rinnalleen pesujärjestelmän sekä automaattisen korkeudensäädön, jotta pirstaloituva valo ei häikäise vastaantulevia autoilijoita. /3./



KUVA 4. Xenon-muutosarja, polttimot, johtosarja ja muuntajayksiköt eli ballastit /9./

Xenonpolttimo eroaa rakenteeltaan ja toiminnaltaan halogeenipolttimosta aika paljon. Xenonpolttimot tarvitsevat erillisen sytytinskyksikön, ballastin, syttyäkseen. Ballastissa normaali 12 voltin jännite ja 0,4 ampeerin virta muutetaan hetkellisesti noin 25kV jännitteeksi ja 2,6A virraksi, jotta polttimossa olevien kvartsielektronien välille saadaan noin 1000 K-astetta, jotta polttimon sisällä oleva Xenon-kaasu syttyy. 35W xenonpolttimon valokaari tuottaa noin kaksinkertaisen valovoimakkuuden tavalliseen halogeenipolttimoon verrattuna, koska xenonpolttimon tuottama 4500K värilämpötila sisältää normaalissa päivänvalossakin olevaa sinistä ja vihreää valoa.



KUVA 5. Xenonpolttimon rakenne /5. s.818/

2.4 LED-teknologia

LED-teknologia on uutta teknologiaa, jota aletaan pikkuhiljaa käyttämään myös autojen ajovaloissa. Markkinoilla on jo saatavana erillisiä LED-polttimoita asennettaviksi umpioihin. Vielä nykyisin h-kantaisia LED-polttimoita ei suositella asennettaviksi ajovaloihin vähäisen valotehonsa vuoksi. Lisäkaukovaloissa LED-teknologia on parempaa, koskalisävalojen heijastinpinnoilla on voitu vaikuttaa valotehoon. Tämä ei ehkä vielä onnistu auton lyhyissä ajovaloissa, koska tulee ottaa huomioon valokuvio, etteivät valot häikäise vastaantulijaa. Lisäksi on kokonaan erillisiä LED-paneeleita ja -umpioita, joita käytetään lisäkaukovalojen tapaan tuomaan lisää valotehoa.

LED eli hohtodiodi on puolijohdokomponentti, joka säteilee valoa, kun siihen syötetään sähkövirtaa. Ledit ovat valonlähteinä hehkulamppuun verrattuna erittäin pienikokoisia ja mekaanisesti kestäviä: niissä ei ole helposti rikki menevää lasikuorta eikä hehkulankaa. Ledit ovat myös oikein asennettuna pitkäikäisiä. Lisäksi LEDit tarvitsevat vain vähän virtaa. /4./

3 VALOTEHOJEN MITTAUS

Opinnäytetyön toisena pääkohtana oli selvittää markkinoilla olevien eri polttimotyyppien valotehoja lisäkaukovaloissa. Mittauksessa käytin yleisimpiä halogeeni- ja xenonpolttimoita, joita lisäkaukovaloihin voi asentaa, sekä valmiita LED-lisävaloja. Mittauksissa on tarkoitus mitata luksiarvoja 25 metrin etäisyydeltä tietyissä ECE-112- normiston mukaisissa pisteissä, jotka ovat esitelty kuvassa 8 punaisella. Mittaukset suoritettiin pimeässä korjaamohallissa.



KUVA 6. Mittauksissa käytetyt X-VisionMeteor-LED-valot

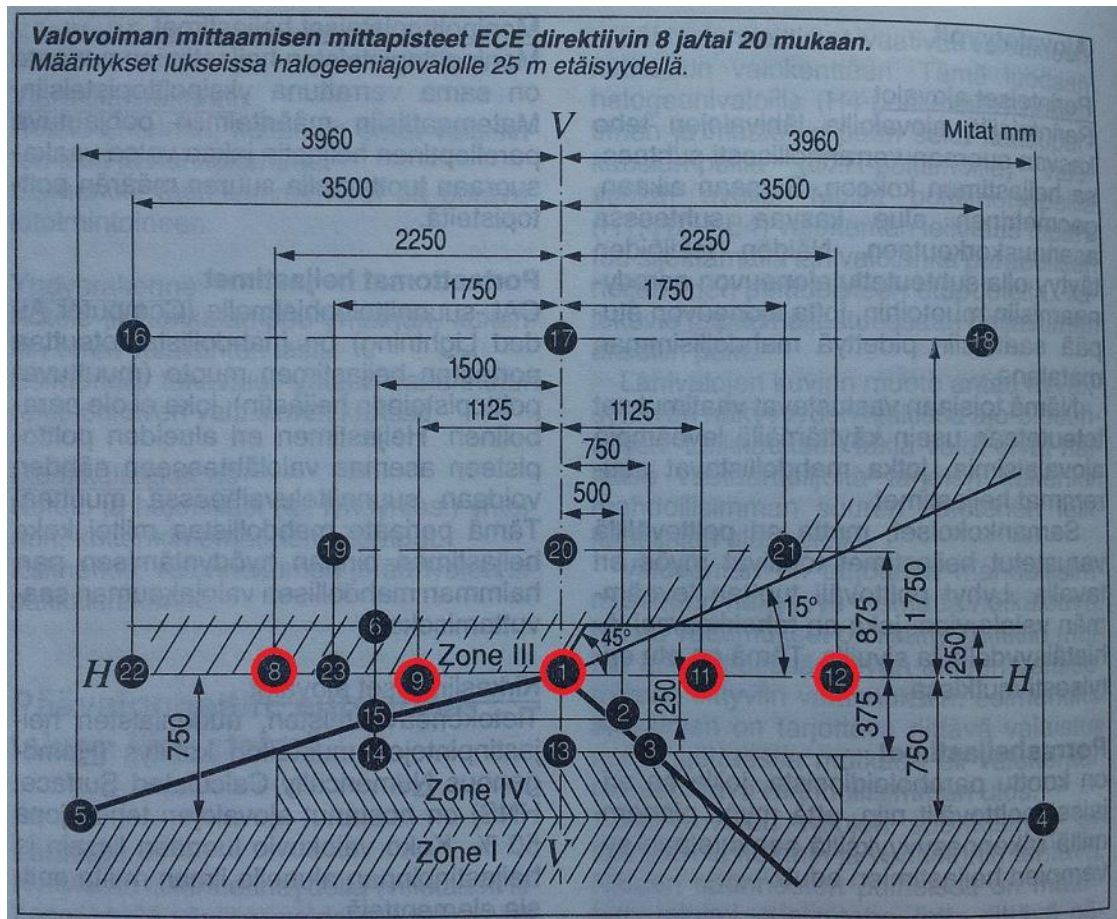
3.1 Ennen mittauksia

Ennen valotehojen mittauksia piti siis valita ja hankkia tarvittavat tarvikkeet ja valot valmiiksi. Osa valoista löytyi ihan omasta takaa, osan sain lainattua paikallisesta raskaan kaluston korjaamosta. Mittaukset valmistelin pimeään korjaamohalliin, virtalähteenä käytin akkukärryä ja asensin valotelineen paikoilleen. Mittauksissa asensin valot vuorotellen telineeseensä sekä valojen plus(+)- ja miinus(-)-johtimet akkukärryyn. Näin sain valot toimimaan ilman autoa ja heijastettua valoa mittausseinälle. /Kuva 7./ Mittauksiin valitsin melko suurikokoisia lisävaloja. Halogeeni- ja xenonumpiot olivat Hellan 3003-mallisia umpiota halkaisijaltaan

240mm ja referenssiluvultaan 37,5, ja X-VisionMeteor-LED-umpiot halkaisijaltaan 170mm ja referenssiluvultaan oli 27,5. Mittaukset tein kahdella lisävalolla, jotta mittaustulokset olisivat realistiset, koska yleisessä liikenteessä käytetään yleensä kahta lisävaloa. Mittauspisteet merkitsin 25 metrin päähän hallin toiseen päähän seinään. Ennen mittauksia arvelin, että halogeenivalot häviävät valotehossa LEDille sekä xenoneille. Oletin, että LEDien valoteho olisi suurin ja vähän niistä perässä tulisi xenoneillavarustetut lisävalot.



KUVA 7. Lisävalot telineessään ja virtalähteenä käytetyt akkukärryt



KUVA 8. ECE-112-mukaisen mittakuvion pisteet /5, s.816/

Lähivalo				Kaukovalo	
Testipisteet	Määritelmät lx	Testipisteet	Määritelmät lx	Testipisteet	Määritelmät lx
1. E_{HV}	$\leq 0,7$	14. E_{50L}	≥ 2	7. E_{max}	> 48
2. E_{75R}	≥ 12	15. E_{75L}	≥ 12		$< 16 \cdot E_{75R}$
3. E_{50R}	≥ 12	16. $E_{8L/4U}$	$\geq 0,1; \leq 0,7$		(< 240)
4. E_{25R}	≥ 2	17. $E_{V/4U}$	$\geq 0,1; \leq 0,7$	8. $E_{H-5,15^\circ}$	≥ 6
5. E_{25L}	≥ 2	18. $E_{8R/4U}$	$\geq 0,1; \leq 0,7$	9. $E_{H-2,55^\circ}$	≥ 24
6. E_{B50L}	$\leq 0,4$	19. $E_{4L/2U}$	$\geq 0,2; \leq 0,7$	10. E_{HV}	$\geq 0,8 E_{max}$
max.arvo- alue II	$\leq E_{50R}$	20. $E_{V/2U}$	$\geq 0,2; \leq 0,7$	11. $E_{H+2,55^\circ}$	≥ 24
max.arvo- alue II	$\leq 0,7$	21. $E_{4R/2U}$	$\geq 0,2; \leq 0,7$	12. $E_{H+5,15^\circ}$	≥ 6
max.arvo- alue IV	≥ 3	22. $E_{8L/H}$	$\geq 0,1; \leq 0,7$		
13. E_{50V}	≥ 6	23. $E_{4L/H}$	$\geq 0,2; \leq 0,7$		

Testikuviot lumenien mittausta varten on tehty noin 12 V lampulla.

KUVA 9. Mittapisteiden määritelmät /5, s.816/

3.2 TES-1336A -valomittari

Mittaukset suoritettiin TES-1336A-valomittarilla. Laite on tehty valaistusvoimakkuuden mittaamiseen. Laite mittaa lukseja (lx), joita käytetään tässä mittauksessa valovoimakkuuden yksikkönä, sekä footcandle (fc) -yksikköä, jolloin $1 \text{ fc} = 10,76 \text{ lx}$. Laitteen mittavälit ovat 20, 200, 2000 ja 20000 lx mittatarkkuuden ollessa $\pm 0,01 \text{ lx}$ tai 20, 200, 2000 ja 20000 fc mittatarkkuuden ollessa $\pm 0,01 \text{ fc}$. /6./, /Kuva 10./



KUVA 10. TES-valovoimakkuusmittari

4 MITTAUKSIEN TULOKSET

Mittaukset onnistuivat hyvin, ja sain onnistuneita ja vertailukelpoisia tuloksia. Mittauksien tulokset yllättivät mittajaan. Itse mittaukset eivät vieneet juurikaan aikaa, kun kaikki laitteet ja valot toimivat hyvin. Mittaustilanteessa keksin vielä mitata maksimivalotehoja eri etäisyyksiltä valolähteestä. Nämä mittaukset tein 5m:n, 10m:n

ja 15m:n päästä valolähteestä. Näiltä etäisyyksiltä etsin valovoimakkuusmittarilla suurimman luksimäärän. ECE-112 -normiston mukaisissa pisteissä mitatut valotehot eri lisäkaukovalotyypeillä ja -polttimoilla löytyvät liitteen 1 taulukosta 1. Valotehot eri etäisyyksiltä valolähteestä löytyvät samasta liitteestä taulukosta 2.



KUVA 11. Kaikki valot toiminnassa mittausympäristössä, ylimpänä halogeenit, keskellä xenonit ja alhaalla LED

4.1 Mittauksien jälkeen

Mittauksen jälkeen yllätyin tuloksista. Ennen mittauksia oletin, että LED-lisävalojen valoteho olisi mittauksien paras ja halogeenien huonoin. ECE-112 -normiston mukaisessa pisteessä 7 mitattiin alueen suurinta luksiarvoa. Kuvassa 9 on määritetty pisteen 7 minimiluksimäärä, <math><240\text{lux}</math>. Halogeenipolttimoiset lisävalot eivät täyttäneet tätä vaatimusta koska maksimiluksimäärä kyseisillä valoilla pisteessä 7 oli 205 luksia.

Halogeenipolttimoilla ko. arvo oli 205lux, xenoneilla 1230lux ja LEDillä 328lux. Vaikkakin LEDien teho oli pienempikuin muiden, yht.110W>48W, silti xenonien valoteho oli ylivoimainen. Jos lasketaan kaikille valoille arvo, paljonko valotehoa saadaan yhdestä watista, saadaan jonkinlaisia tasa-arvoisia tuloksia valotehoista. Halogeenien ja xenoneiden yhteisteho oli 2x55W eli 110W. Halogeenivaloilla mittausalueen suurin valoteho 25 metrin päässä oli 205lux, tästä saadaan $205\text{lux}/110\text{W}=1,86\text{lux}/\text{W}$. Xenoneilla sama arvo on $1230\text{lux}/110\text{W}=11,18\text{lux}/\text{W}$. LEDien kokonaisteho on 2x24W eli 48W, joten arvoksi saadaan $328\text{lux}/48\text{W}=6,83\text{lux}/\text{W}$. Eli tästäkin huomataan, että xenoneiden valoteho on yli puolet suurempi kuin LEDeillä ja kuusinkertainen verrattuna halogeeneihin.

5 PÄÄTELMÄT

Mittaukset mitattuani ja tulokset analysoituani voidaan päätellä monia asioista. Valotehollisesti xenonit olisi paras vaihtoehto kuluttajalle ja halogeenit huonoin. Toisaalta halogeenejä käytetään nykyisin eniten halvan hintansa vuoksi. Normaali lisävaloumpiopari maksaa noin 60€/kpl eli noin 120€/pari. Tuohon hintaan kun lisää halogeenipolttoparin hinta, á 2,50€, saadaan koko paketin hinnaksi noin 125€. Xenonmuutossarja maksaa noin 120€, jolloin koko paketin hinnaksi saadaan samoilla umpioilla 240€, eli noin puolet kalliimpi, mitä halogeenein varustetut lisävalot. /7./ Mittauksissa käytettyjen LED-lisävalojen hinta markkinoilla on 350€/kpl eli parin hinnaksi muodostuu 700€. Eli tästä kuluttaja voi tehdä omakohtaista tutkimusta, mikä on paras vaihtoehto omaan käyttöön ja budjettiin.

Valotehollisesti xenon on paras. ECE-112 -normiston mukaisen pisteen 7mukaan xenon on 6 kertaa parempi valoteholtaan mitä halogeeni ja 3,75 kertaa parempi mitä LED-teknologialla varustetut valot. Hinnaltaan halogeenit ovat halvimmat, xenonit noin 2 kertaa kalliimmat ja LEDit noin 6 kertaa kalliimmat. Itse kuluttajana valitsisin autooni xenoneilla varustetut lisävalot hyvän valotehonsa ja inhimillisen hintansa vuoksi.

LÄHTEET

1. Iltä-Sanomat, Lisävalosäännöt muuttuvat – sallittu valoteho kasvaa rajusti, WWW-dokumentti, <http://www.iltasanomat.fi/autot/art-1288339611428.html>, päivitetty 30.9.2009, luettu 13.7.2015
2. Wikipedia, Halogeenilamppu, WWW-dokumentti, <https://fi.wikipedia.org/wiki/Halogeenilamppu>, päivitetty 9.2.2015, luettu 13.7.2015
3. Wikipedia, Ksenonlamppu, WWW- Dokumentti, <https://fi.wikipedia.org/wiki/Ksenonlamppu>, päivitetty 10.2.2015, luettu 13.7.2015
4. Wikipedia, LED, WWW- dokumentti, <https://fi.wikipedia.org/wiki/LED>, päivitetty 9.6.2015, luettu 13.7.2015
5. Bosch. Autoteknillinen taskukirja. Jyväskylä: Gummerus Oy. 2003
6. TES Electrical Electronic Corp., Light meter, TES-1336, Instruction manual, 1999
7. Suomen Erikoistekniikka, WWW-sivu, <http://www.erikoistekniikka.fi/>, hinnasto, luettu 14.8.2015
8. Suomen Erikoistekniikka, WWW-sivu, <http://www.erikoistekniikka.fi/tuote/h3-halogen-polttimo-12v/4060101001/>, luettu 17.8.2015
9. Xenonkauppa, WWW-sivu, <http://www.xenonkauppa.fi/>, luettu 17.8.2015

LIITE 1.

Valotehomittaukset

TAULUKKO 1. Valotehomittauksien tulokset ECE-112- normiston mukaisissa pisteissä, kuva 8

<u>2x55W HALOGEENI</u>	<u>2x55W XENON</u>	<u>2x24W LED</u>
------------------------	--------------------	------------------

Piste	Valoteho (lux)	Piste	Valoteho (lux)	Piste	Valoteho (lux)
7*	205	7*	1230	7*	328
8	115	8	243	8	155
9	177	9	590	9	234
10**	200	10**	1165	10**	323
11	155	11	380	11	227
12	99	12	130	12	154

(*), Maksimivaloteho koko alueella

(**), Sama kuin piste 1 ECE-112- normistossa

TAULUKKO 2, VALOTEHOT ERI ETÄISYYKSILLÄ VALOLÄHTEESTÄ

	<u>2x55W HALOGEENI</u>	<u>2x55W XENON</u>	<u>2x24W LED</u>
Etäisyys (m)	Valoteho (lux)	Valoteho (lux)	Valoteho (lux)
5m	2700	17100	5760
10m	845	6240	1760
15m	415	2960	783