

TIEVALAISTUKSEN HOI- DON HANKINNAN KEHIT- TÄMINEN JA ULKOVALAIS- TUKSEN TULEVAISUUS

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Teknologiaosaaminen johtaminen	
Työn tekijä Mikko Laitinen	
Työn nimi Tievalaistuksen hoidon hankinnan kehittäminen ja ulkovalaistuksen tulevaisuus	
Päiväys	1.4.2016
Sivumäärä/Liitteet	73 + 3
Ohjaaja Lehtori Heikki Laininen	
Toimeksiantaja Varsinais-Suomen ELY-keskus, projektipäällikkö Markku Ijäs	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön sisältö jakautuu kahteen eri aihekokonaisuuteen. Opinnäytetyön ensimmäisessä osassa käytiin läpi tievalaistuksen hoidon julkisen hankinnan hankintaprosessi ja hankintaan tarvittavat tarjouspyyntöasiakirjat. Työn toisessa osassa tutkittiin perinteisen tievalaistusteknologian rinnalle noussutta LED-tekniikkaa ja selvittiin tämän käytettävyyttä maanteiden tievalaistuksessa.</p> <p>Työssä käytiin läpi tievalaistuksen hoidon hankinta-asiakirjat ja selvitettiin asiakirjoihin liittyviä ongelmia. Työssä selvitettiin kyselyn avulla tievalaistuksen hoidon palveluntuottajien mielipiteitä asiakirjojen kehittämiseen.</p> <p>LED-valaisimien kehitystyö on ollut viimeisien vuosien aikana erittäin vilkasta. Tässä opinnäytetyössä vertailtiin perinteisten tievalaisimien ominaisuuksia ja kustannuksia LED-valaisimiin ja pyrittiin tehtyjen vertailulaskelmien perusteella selvittämään tarkasteluhetkellä LED-tekniikan kustannustehokkuutta maanteiden tievalaistuksessa.</p> <p>Työssä laadittiin tievalaistuksen hoidon hankintaa varten ELY-keskusten käyttöön päivitetty hankintalain mukaiset tievalaistuksen hoidon hankinta-asiakirjamallit. Tehtyjen asiakirjapäivitysten todettiin kehittävänsä tievalaistuksen hoidon hankintaa. Työssä tehtyjen valaisinvertailujen perusteella todettiin LED-valaisimien ominaisuuksien kehittyneen sille tasolle, että niitä voidaan hyödyntää jo maanteiden ja katujen valaistuksessa.</p>	
Avainsanat julkinen hankinta, tievalaistus, katuvalaistus, LED	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Industrial Engineering and Management			
Author Mikko Laitinen			
Title of Thesis Development of Road Lighting Maintenance and Future of Outdoor Lighting			
Date	April 1, 2016	Pages/Appendices	73 + 3
Supervisor Mr. Heikki Laininen, Lecturer			
Client Organisation Varsinais-Suomen ELY-keskus, Mr. Markku Ijäs, Project Manager			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was divided into two parts. The first part of this thesis presents the purchasing process of public competitive tendering and the tender documents. The second part of this thesis compares the classic road lighting technology with LED technology and reports the usability of LED technology in road lighting.</p> <p>The thesis examined the tender documents of road lighting maintenance and examined problems related to the documents. Service providers' opinions in road maintenance were asked about their opinions about the tender documents.</p> <p>The development of LED lights has been extremely rapid during the last few years. In this thesis the properties and costs of classic road lights were been compared with LED lights and the current cost effectivity of LED technology in road lighting was sorted out.</p> <p>In connection of this thesis updated tender document models to competitive tendering of road lighting maintenance for the ELY-center were created. These updated documents were found to develop the acquisition of road lighting maintenance.</p> <p>The work revealed that due to the development of LED lights their properties have been developed to the level in which they can be used in the illumination of roads and streets.</p>			
<p>Keywords Public purchasing, road lighting, street lighting, LED</p>			

ESIPUHE

Olen työskennellyt Pohjois-Savon ELY-keskuksen palveluksessa kuusi vuotta vastaten tienvarsien sähkölaitteiden kunnossapidosta ja rakentamisen valvonnasta Itä-Suomen alueella. Opinnäytetyön aiheen valintaan vaikutti aiheen tarkasteluhetken ajankohtaisuus tievalaistuksen kunnossapidon ja rakentamisen hankinnassa sekä suunnittelussa.

Opinnäytetyön ohjausryhmään ovat kuuluneet opinnäytetyön tekijän lisäksi lehtori Heikki Laininen Savonia-ammattikorkeakoulun tekniikan- ja luonnonvara-alan Kuopion yksiköstä, kunnossapitopäällikkö Vesa Partanen Keski-Suomen ELY-keskuksesta ja projektipäällikkö Markku Ijäs Varsinais-Suomen ELY-keskuksesta.

Opinnäytetyön aiheesta haluan kiittää työn tilannutta ELY-keskusten sähköverkoston vetäjänä toimivaa Markku Ijästä. Häneltä saamani tuki ja neuvot edistivät suurelta osin työni tekemistä. Lisäksi haluan kiittää opinnäytetyön ohjausryhmän muita jäseniä työn valvonnasta ja ohjaamisesta. Opinnäytetyön valmistumisesta haluan kiittää kaikkia työhön osallistuneita tahoja antamistanne lausunnoista ja työn tueksi tarvitsemistani aineistoista. Erityiskiitoksen haluan antaa perheelleni ja työnantajalleni ylemmän ammattikorkeakouluopiskelujeni mahdollistamisesta koko opintojeni aikana.

Kuopiossa 1.4.2016

Mikko Laitinen

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	7
1 JOHDANTO	8
2 TIEVALAISTUKSEN HOIDON HANKINTAPROSESSI.....	11
2.1 Hankintaa valmistelevat vaiheet	12
2.2 Hankintailmoitus ja esikarsinta.....	13
2.2.1 Hankintailmoituksen tavoite ja merkitys.....	13
2.2.2 Hankintailmoituksen vähimmäisvaatimukset ja ehdokkaiden esikarsinta	14
2.2.3 Tievalaistuksen palvelusopimuksen hankintailmoitus	15
2.3 Tarjouspyyntö.....	17
2.4 Tarjousten käsittely	18
2.4.1 Tarjoajien soveltuvuuden tarkastaminen.....	19
2.4.2 Tarjousten sisällön tarkastaminen	20
2.4.3 Tarjousten laatuarviointi	20
2.4.4 Hintatietojen tarkastus ja voittavan tarjouksen valinta.....	22
2.5 Hankintapäätös ja tiedoksianto	23
3 TIEVALAISTUKSEN HOIDON HANKINTA-ASIAKIRJAT	24
3.1 Hankinta-asiakirjojen rakenne.....	24
3.1.1 Kaupalliset asiakirjat.....	24
3.1.2 Tekniset asiakirjat.....	28
3.2 Hankinta-asiakirjoissa ilmenneet ongelmat ja asiakirjojen päivitystarve.....	29
3.3 Palveluntuottajille tehty kysely hankinta-asiakirjoista	32
3.4 Hankinta-asiakirjoihin tehdyt tarkennukset	34
3.4.1 Markkinaoikeuden päätöksen seurauksena tehdyt muutokset.....	34
3.4.2 Muut asiakirjojen täydennykset	35
3.5 Muutosten vaikutus tarjouksiin.....	36
3.6 Hankinta-asiakirjoille asetettujen tavoitteiden täyttyminen	38
4 MAANTEIDEN VAIHTOEHTOISET VALAISTUSTEKNIIKAT.....	40
4.1 Valaistuksen suunnittelun lähtökohdat	40
4.2 LED-valaistuksen kehitys viime vuosina.....	41
4.3 LED-valaistuksen tuomat säästöt.....	42

4.3.1	Valaistuksen rakentamiskustannukset.....	44
4.3.2	Valaistuksen hoitokustannukset.....	46
4.3.3	LED-valaistuksen taloudellisuustarkastelu	50
4.4	LED-valaistuksen nykyinen hyödyntäminen.....	51
4.4.1	Kuntien katuvalaistus	51
4.4.2	Valtion maateiden LED-valaistukset.....	52
4.4.3	LED-valaistuksen hyödyntäminen maailmalla.....	53
4.4.4	Rautalammen LED-pilotti	53
4.5	LED-valaistuksen tuomat mahdollisuudet	58
4.5.1	Valaistuksen monipuolisempi ohjattavuus	58
4.5.2	Valaistuksen luonnollinen värintoisto	62
4.5.3	Valaistuksen värilämpö	63
4.5.4	Mesooppinen valaistusmittaus	64
4.6	LED-valaistuksista saatuja kokemuksia.....	66
5	YHTEENVETO.....	68
	LÄHTEET	70
	LIITE 1: TIEVALAISTUKSEN HOIDON PALVELUNTUOTTAJILLE TEHDYN KYSELYN YHTEENVETO.	74
	LIITE 2: RAUTALAMMIN LED-VALAISTUKSEN LAADUNVALVONTAMITTAUKSET	76

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Tievalaistuksen hoidon hankinta = Tienkäyttäjät tarvitsevat tiestölle sellaista hoitoa, että kulkeminen on turvallista ja sujuvaa. Tievalaistuksen hoidon hankinnan päämääränä on hankkia hoitotuotteet laatuvaatimusten mukaisessa tasossa mahdollisimman taloudellisesti ja tehokkaasti ottaen huomioon turvallisuus- ja ympäristövaatimukset.

Julkinen hankinta = Julkisen organisaation tekemä hankinta oman organisaation ulkopuolelta.

Rajoitettu menettely = Hankintamenettely, jossa tarjousmahdollisuus hankintaan annetaan vain rajoitetulle piirille tarjoajia

HILMA = Työ- ja elinkeinoministeriön järjestämä sähköinen ilmoituskanava

EU-kynnysarvo = Yksittäisen hankinnan arvolle määrätty raja-arvo, jonka ylittyessä hankinnassa tulee soveltaa Euroopan unionin säätämiä hankintamenettelyjä

Hankintayksikkö = Sopimuksen tilaava toimija, joka on velvollinen noudattamaan hankinnoissaan lakia julkisista hankinnoista.

ELY-keskus = Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

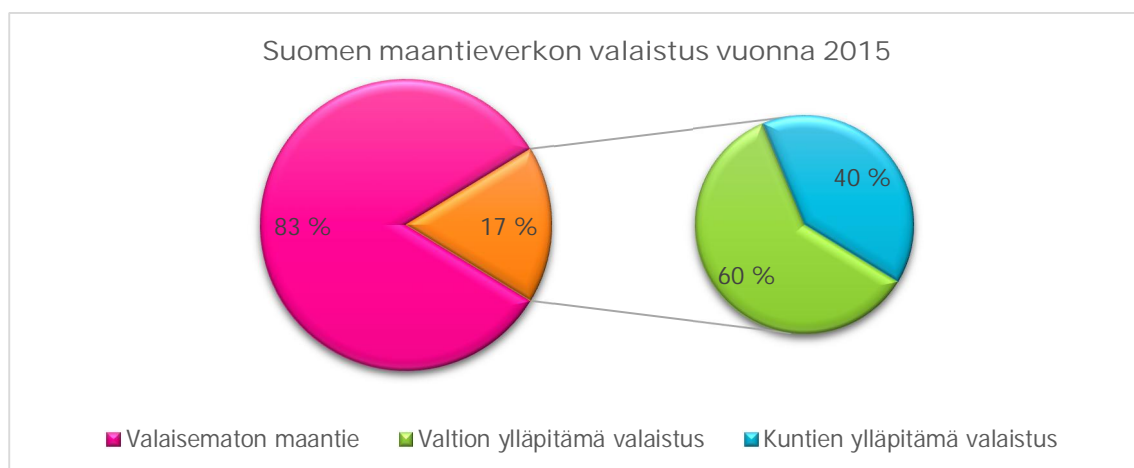
Valaistusvoimakkuus = Kuvaa tarkasteltavalle pinnalle tulevan valovirran suhdetta pinnan alaani, yksikkö luks (lx).

Väriämpötila = Valon väriämpötila vastaa sitä täydellisen säteilijän (mustankappaleen) lämpötilaa, jossa täydellisen säteilijän valo on värisävyiltään samanlaista kuin tarkasteltava valonlähteen valo, yksikkö kelvin (K).

1-10 V:n liitäntä = Tietyissä valaisinmalleissa oleva jänniteohjattu rajapinta, jonka kautta voidaan ohjata valaisimen tehoa

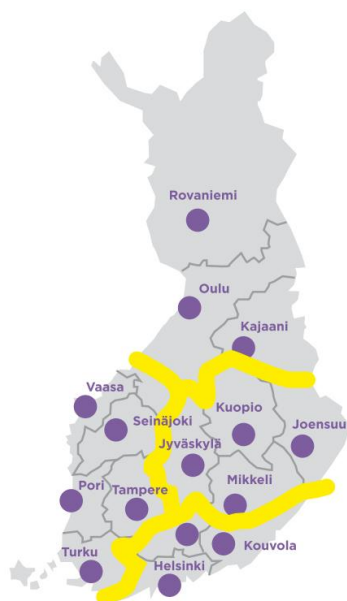
1 JOHDANTO

Suomen maantieverkosta on valaistuna noin 13 650 km, mikä tarkoittaa noin 17 prosenttia koko Suomen maantieverkon laajuudesta. Suomen maantieverkon tievalaistuksen omistaa pääosin Liikennevirasto, mutta valaistuksen rakentamisesta ja ylläpidosta vastaavat pääsääntöisesti ELY-keskukset. Suomen maantieverkolla olevasta tievalaistuksesta noin 5 500 km on eri kuntien omistuksessa ja ylläpidossa. (Kuvio 1.) (Liikennevirasto 2015a.)



KUVIO 1. Suomen maanteiden tievalaistus vuonna 2015

ELY-keskukset hankkivat valtion omistaman tievalaistusverkon hoidon kilpailuttamalla tievalaistuksen hoidon palvelusopimuksia eri ELY-keskusten hankinta-alueilla Liikenneviraston määrittämien tievalaistuksen toimintalinjojen mukaisesti. Vuoden 2016 alusta tievalaistuksen hoidon hankinta keskitettiin muun maanteiden hoidon, ylläpidon ja alueellisten investointien ohella neljälle hankinta-alueelle, joista jokainen toimii useamman eri ELY-keskuksen alueella. (Kuva 1.) (Valtion insinööri 2015, 18.)



KUVA 1. ELY-keskusten hoidon ja investointien suuralueet (Valtion insinööri 2015, 19.)

Tievalaistuksien hoito on toteutettu Suomessa täysimääräisesti urakoimalla jo 1990-luvulta saakka. Nykyiset tievalaistuksen hoidon urakat ovat monivuotisia ja laajoja palvelusopimuksia tietyillä maantieteellisillä alueilla. ELY-keskukset määrittävät laatimiensa tievalaistuksen palvelusopimuksien hankinta-asiakirjojen avulla sopimukseen kuuluvat työt ja halutut laatutasot Liikenneviraston hankintaprosessiin liittyvän ohjeistuksen ja tievalaistuksen toimintalinjojen mukaisesti. Tievalaistuksen hoidon palveluntuottajat, joita tässä opinnäytetyössä kutsutaan myöhemmin palveluntuottajaksi, organisoi- vat työt, valitsevat työmenetelmät, hankkivat työn suorittamiseen tarvittavat materiaalit ja koneet sekä vastaavat työtuloksen laadusta ja sen raportoinnista tilaajalle. Sopimuksen aikaisen toiminnan laadunvarmistamisesta ja laadunraportoinnista tilaajalle vastaa palveluntuottaja. Tilaaja tarkastaa palveluntuottajan raportoimaa laatua palvelusopimusten periaatteen mukaisesti pistokoeluntuotoisesti.

Koska palvelusopimuksia hankkiva ELY-keskus on julkisista hankinnoista säädetyn lain (Laki julkisista hankinnoista 2007) alainen julkinen hankintayksikkö, sopimusten hankintaan sovelletaan lakia julkisista hankinnoista. Kyseisestä laista käytetään tässä opinnäytetyössä myöhemmin nimitystä hankintalaki.

Hankintalaki koskee kaikkia julkisia organisaatioita ja niiden tekemiä hankintoja oman organisaation ulkopuolelta. Hankintayksiköitä ovat valtio, kunnat ja kuntayhtymien viranomaiset, kirkko, seurakun- nat ja muut viranomaiset, valtion liikelaitokset ja julkisoikeudelliset laitokset. Laki koskee myös mitä tahansa hankintaa, jonka rahoituksesta julkisen sektorin osuus on puolet tai enemmän. (Suomen yrittäjät 2012, 2.)

Koska tievalaistuksen hoitoa hankkii hankintalain alainen julkinen organisaatio, hankinta tulee järjes- tää hankintalaissa kuvatun julkisen hankintaprosessin mukaisesti. Tämän opinnäytetyön ensimmäi- sessä osiossa syvennytään tievalaistuksen hoidon julkiseen hankintaan ja hankintojen kilpailuttami- seen liittyviin hankinta-asiakirjoihin. Työn yhteydessä kuvataan julkisen hankintaprosessin yhtey- dessä hankintayksikön laatimia hankinta-asiakirjoja ja näiden merkitystä hankinnan eri vaiheiden onnistumiselle ja oikeudenmukaisuudelle. Työn ensimmäisen osion yhteydessä dokumentoidaan hankinta-asiakirjoihin vuonna 2015 tehtyjä tarkennuksia sekä näiden vaikutusta kyseisellä kilpailu- tuskierröksellä saatuihin tarjouksiin.

Työn jälkimmäisessä osuudessa käydään läpi viime vuosina tie- ja katuvalaistuksessa yleistynyttä LED-teknologiaa ja vertaillaan LED-valaistuksen eroja nykyisin maanteiden valaistuksessa yleisesti käytettyyn suurpainenatriumvalaistukseen. Valaistuksen energiatehokkuudesta on viime vuosina tul- lut yksi tärkeimmistä suunnittelun lähtökohdista uutta valaistusta suunniteltaessa. Kuntien katuva- laistuksessa on jo muutaman vuoden ajan eletty murroskautta, jossa LED-valaistus on alkanut syr- jäyttämään aikaisemmin käytössä olleita valaistusteknologioita.

LED-valaisimien käytöllä ei pyritä pelkästään energiankulutuksen vähentämiseen, vaan LED-valai- similla on muitakin hyödyllisiä ominaisuuksia verrattuna perinteisiin valaisinratkaisuihin. Näitä omi-

naisuuksia ovat muun muassa pitkä polttoikä, turvallisuus, iskunkestävyys, himmennettävyys ja välitön uudelleensyttyminen. Lisäksi LED-valaisimen valo toistaa värit luonnollisemmin kuin kilpailevat valaisintyyppit. (Hakkarainen 2009, 1.)

Opinnäytetyön toisessa osiossa laaditaan LED-valaistukselle elinkaarikustannuslaskelmia, joiden avulla päästään vertailemaan LED-valaistuksesta aiheutuvia kustannuksia perinteiseen suurpainenatriumvalaistukseen. Työn yhteydessä dokumentoidaan opinnäytetyön laatimisen aikana toteutettua ELY-keskuksen LED-valaistuspilottikohdetta Pohjois-Savon Rautalammilla.

Opinnäytetyön laatimisen yhteydessä yhtenä päätavoitteena on tunnistaa nykyisiin hankinta-asiakirjoihin liittyviä juridisia ja teknisiä ongelmia, asiakirjojen keskinäisiä ristiriitaisuuksia sekä näiden vaikutusta koko hankinnan onnistumiselle. Työn yhteydessä avataan havaituista hankinta-asiakirjojen ongelmista vuonna 2015 syntyneitä oikeusprosesseja ja hankintayksiköille toimitettuja oikaisuvaatimuksia. Työssä pyritään löytämään ratkaisuja hankinta-asiakirjoissa esiintyneisiin ongelmiin ja dokumentoimaan näiden korjausten tekoa vuonna 2016 alkavien tievalaistuksen palvelusopimusten hankinta-asiakirjamalleihin.

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on laatia tehtyjen havaintojen pohjalta hankintalain mukaiset päivitetty tievalaistuksen hoidon hankinta-asiakirjamallit ELY-keskusten käyttöön. Kyseisen tavoitteen toteutuessa Uudenmaan ja Lapin ELY-keskukset käynnistävät vuoden 2015 joulukuussa Länsi-Uusimaan ja Lapin tievalaistuksen palvelusopimuksien hankintakilpailut tämän opinnäytetyön perusteella päivitettyillä hankinta-asiakirjamalleilla.

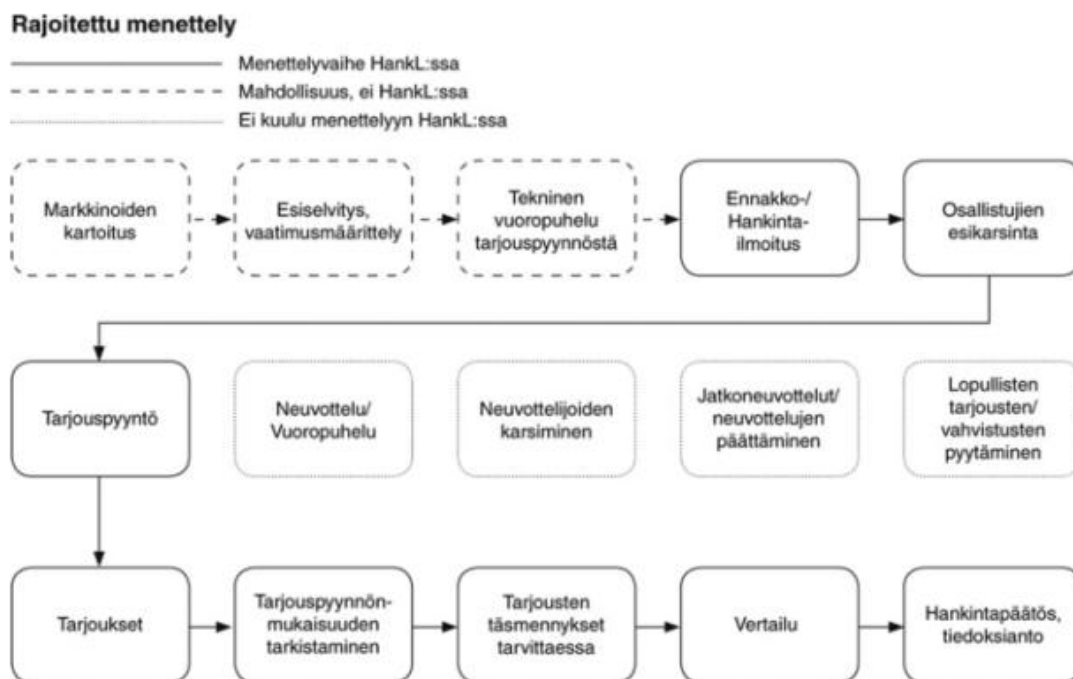
ELY-keskusten hankinta-asiakirjamalleille asettamana tavoitteena hankintalain mukaisuuden lisäksi on, että tehdyillä päivityksillä ei saisi olla tarjoushalukkuutta laskevia ja tarjoushintoja selkeästi nostavia vaikutuksia.

Opinnäytetyön tievalaisimiin liittyvänä tavoitteena on ollut vertailla nykyisiä tievalaistuskäyttöön hyväksytyjä suurpainenatrium- ja LED-valaisimia ja näiden valaistusominaisuuksia. Vertailun tavoitteena on selvittää LED-valaistuksen hyödynnettävyyttä ja taloudellisuutta maanteiden tievalaistuskäytössä.

2 TIEVALAISTUKSEN HOIDON HANKINTAPROSESSI

Maanteiden tievalaistuksen hoidon hankinta on julkista hankintaa, jota säätelee hankintalaki. Tievalaistuksen hoidon palvelusopimuksien yhteydessä hankintamenettelynä on jo useita vuosia käytetty hankintalain mukaista rajoitettua menettelyä (kuvio 2).

Rajoitetulla menettelyllä tarkoitetaan kaksivaiheista hankintamenettelyä, jonka ensimmäisessä vaiheessa halukkaita tarjoajia pyydetään ilmoittautumaan hankintayksikölle HILMA-ilmoituskanavalla julkaistun hankintailmoituksen perusteella. Hankintayksikkö suorittaa ilmoittautumisten perusteella osallistujien esikarsinnan hankintailmoituksessa ilmoitetuin perustein. Esikarsinnan läpäisseille tarjoajille toimitetaan varsinaiset tarjouspyynnöt, joiden perusteella ne laativat tarjouksensa tarjottavaan sopimukseen.



KUVIO 2. Rajoitetun menettelyn prosessien ketjuttuminen (Juhta 2008, 5.)

Rajoitetun menettelyn eduksi tievalaistuksen palvelusopimusten hankinnassa on nähty hankintamenettelyn kaksivaiheisuus, jonka seurauksena sopimukseen kykenemättömät tarjoajat on saatu karsittua kilpailusta jo ennen varsinaista tarjousvaihetta.

Hankinnan onnistumisen kannalta on erittäin olennaista, että prosessin eri vaiheissa tehdyt päätökset ovat oikeudenmukaisia ja perusteltuja. Tievalaistuksen palvelusopimuksissa hankinnan kannalta tärkeimmät ulospäin näkyvät päätökset tehdään ehdokkaiden esikarsintavaiheessa ja tarjousten vertailua seuraavassa hankintapäätösvaiheessa. Mikäli hankintayksikkö ei ole pystynyt perustelemaan tekemiään ratkaisuja hankintalain mukaisesti, on erittäin todennäköistä, että hankinnasta poissuljettu tarjoaja valittaa päätöksestä markkinaoikeuteen.

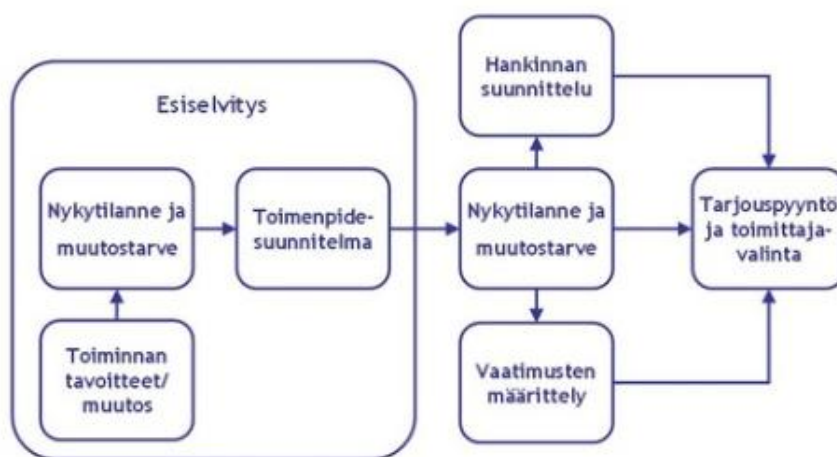
Jotta edellä mainittujen päätösten perustelu olisi rajoitetun hankintamenettelyn yhteydessä selkeää ja läpinäkyvää, hankintayksikön on kirjattava hankintaprosessin aikana käytettävät arviointikriteerit ja vähimmäisvaatimukset julkaistaviin hankintailmoituksiin ja tarjouspyyntöihin.

Arviointikriteereillä tarkoitetaan hankintayksikön tarjoaville yrityksille ja näiden laatimille tarjouksille asetettuja tavoitteita, joiden perusteella hankintayksikkö haluaa eri tarjoajia vertailla keskenään. Tievalaistuksen palvelusopimuksissa käytetyt arviointikriteerit on esitetty painoarvoineen tämän työn luvussa 2.4.3 taulukossa 1.

Vähimmäisvaatimuksilla tarkoitetaan taas niitä hankintayksikön ja hankintalain asettamia vaatimuksia, jotka yrityksen tulee täyttää päästäkseen itse tarjouskilpailuun ja voidakseen tulla tarjouskilpailun yhteydessä valituksi. Tievalaistuksen palvelusopimusten yhteydessä hankintailmoitus- ja tarjouspyyntövaiheissa käytetyt vähimmäisvaatimukset on esitelty tämän työn luvuissa 2.2.3 ja 3.4.1.

2.1 Hankintaa valmistelevat vaiheet

Tievalaistuksen hoidon palvelusopimuksia ryhdytään valmistelemaan ELY-keskuksissa noin puolta vuotta ennen hankintailmoitusten julkaisemista. Sopimusten valmistelevien vaiheiden avulla pyritään selvittämään vallitseva tarjoushalukkuus sekä aikaisempien tievalaistuksen palveluntuottajien kehitystoiveet aikaisempien vuosien hankintamenettelyistä ja hankinta-asiakirjoista. Hankintamenettelyjen kehittämisprosessia varten käydään vuoropuheluita sopimuskumppaneiden kanssa, jolloin hankinta-asiakirjoihin pystytään ottamaan mukaan myös sopimuskumppaneiden ajatukset sopimusten kehittämisestä. Eri sopimuskumppaneiden tavoitteet arvioidaan valtakunnallisesti ELY-keskusten yhteisessä tievalaistusverkostossa ennen hankintailmoituksen julkaisemista. (Kuvio 3.)



KUVIO 3. Hankinnan valmistelu (Juhta 2007.)

Tämän opinnäytetyön laatimisen yhteydessä toimitettiin Itä-Suomen alueella toimiville tievalaistuksen hoidon palveluntuottajille kysely, jolla palveluntuottajilta pyydettiin esityksiä palvelusopimusten ja näiden hankinta-asiakirjojen kehittämiseen. Kyselyä ja tämän tuloksena saatuja kehitysajatuksia on esitelty tämän työn luvussa 3.3.

2.2 Hankintailmoitus ja esikarsinta

Hankintayksikön hankintaprosessin alussa julkaiseman hankintailmoituksen tavoitteena on varmistaa julkisten hankintojen mukainen avoimuusperiaatteen toteutuminen hankinnan aikana. Käytettävän hankintamenettelyn valinnan mukaan yrityksiä voidaan pyytää jättämään tarjouksensa julkaistun ilmoituksen tai erillisen tarjouspyynnön perusteella. Rajoitetun menettelyn yhteydessä hankintailmoituksella pyydetään toimittajia ilmoittautumaan ehdokkaaksi tarjouskilpailuun. (HILMA 2015.)

Ilmoitusvelvollisuus koskee hankintalain ja erityisalojen hankintalain mukaisia hankintayksiköitä. Ilmoitusmenettelyn laiminlyönti on muotovirhe, joka pahimmillaan voi johtaa hankintapäätöksen kumoamiseen markkinaoikeudessa. Lisäksi on muistettava, että hankintailmoituksen sisältö ratkaisee, jos hankintailmoitus ja tarjouspyyntö eroavat toisistaan. (HILMA 2015.)

2.2.1 Hankintailmoituksen tavoite ja merkitys

Hankintailmoituksen kohteena ovat mahdolliset tarjoajat. Todellisen kilpailun aikaansaamiseksi on tärkeää, että toimittajat saavat tasapuolisesti tietoa alkavista tarjouskilpailuista. Hankintayksiköllä itsellään ei myöskään voi olla tietoa kaikista kiinnostuneista tarjoajista. Hankintailmoituksen perusteella potentiaaliset tarjoajat voivat ilmoittaa halukkuutensa osallistua tarjouskilpailuun lähettämällä osallistumishakemuksensa hankintayksikölle. (Liikennevirasto 2015b.)

Hankintailmoituksessa kerrotaan tarjoajan soveltuvuutta koskevat vaatimukset ja dokumentit, joilla ehdokkaat voivat osoittaa esitettyjen vaatimusten täyttymisen. Hankintailmoituksessa esitetyt vaatimukset voivat koskea ehdokkaan oikeudellista, taloudellista ja rahoituksellista tilannetta sekä ehdokkaan teknistä suorituskykyä ja ammatillista pätevyyttä (Laki julkisista hankinnoista 2007, 56§). Vähimmäisvaatimukset on suhteutettava hankinnan kohteeseen. Osallistumishakemuksen jättänyttä yritystä kutsutaan ehdokkaaksi, koska tätä ei ole vielä valittu tarjoajaksi. Saatujen osallistumishakemusten perusteella tilaaja arvioi, mitkä ehdokkaista ovat soveltuvia tarjoajiksi. Hankintailmoitusta tehdessä tulee hankintayksikön huomioida, että tarjouspyynnöllä ei voida enää muuttaa hankintailmoituksessa esitettyjä vaatimuksia. Näin ollen hankintailmoitus tulee laatia sisällöltään tulevaa tarjouspyyntöä silmällä pitäen. (Liikennevirasto 2015b.)

Hankintailmoituksessa ilmoitetaan edellä mainittujen lisäksi tarjouksen valintaperuste, mutta ei tarjouksen vertailuperusteita. Vertailuperusteet kerrotaan vasta tarjouspyynnössä, sillä jos hankintailmoituksessa kerrotaan vertailuperusteet, niitä ei voi enää muuttaa tarjouspyynnössä.

2.2.2 Hankintailmoituksen vähimmäisvaatimukset ja ehdokkaiden esikarsinta

Hankintakilpailuun hyväksyttävät tarjoajat valitaan ehdokkaiden hankintayksikölle toimittamien osallistumishakemusten perusteella. Hankinnan esikarsinta suoritetaan hankintailmoitukseen kirjattujen vähimmäisvaatimusten perusteella. Mikäli ehdokas ei pysty osallistumishakemuksellaan osoittamaan kirjattujen vähimmäisvaatimusten täyttymistä, ehdokkaana toimiva yritys hylätään ehdokkaiden esikarsintavaiheessa.

Ehdokkaan soveltuvuutta koskevat vähimmäisvaatimukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään: (Liikennevirasto 2015b)

- pakolliset poissulkemisperusteet
- harkinnanvaraiset poissulkemisperusteet
- tilaajan itsensä asettamat soveltuvuusvaatimukset.

Koska pakolliset poissulkemisperusteet ja harkinnanvaraiset poissulkemisperusteet on lueteltu hankintalain luvun 8 pykälissä 53 ja 54, näitä ei ole syytä kuvata enää hankintailmoituksessa. Pakolliset ja harkinnanvaraiset poissulkemiset koskevat ehdokkaan (Liikennevirasto 2015b.)

- syyllistymistä rikoksiin
- konkurssia
- vero- ja sosiaaliturvamaksujen laiminlyöntiä.

Koska edellä mainitut pakolliset poissulkemiset ovat lakiperusteisia ja hankintayksiköt eivät voi näitä muuttaa, tässä opinnäytetyössä on keskitytty tarkemmin vain tilaajan itsensä asettamiin vähimmäisvaatimuksiin. Asettamallaan vähimmäisvaatimuksilla hankintayksikkö pyrkii varmistumaan ehdokkaiden kyvykkyydestä toteuttaa kysymyksessä oleva hankinta. Kyseiset soveltuvuuden vähimmäisvaatimukset voivat koskea ehdokkaan rahoituksellista ja taloudellista tilannetta, teknistä suorituskykyä ja ammatillista pätevyyttä sekä laatua. Vähimmäisvaatimukset täytyy harkita aina hankkeittain hankinnan merkittävyyden, laajuuden ja luonteen perusteella. Vähimmäisvaatimuksia asetettaessa tulee myös varoa liian tiukkojen vaatimusten asettamista, jotta tarjouskilpailuun valittavien ehdokkaiden tai loppuun asti käsiteltävien tarjousten määrä saataisiin riittäväksi.

Hankintailmoitukseen kirjataan ehdokkaille vähimmäisvaatimuksia sekä yrityksen taloudelliselle ja rahoitukselliselle tilanteelle että ehdokkaan tekniselle suorituskyvyille. Ehdokkaalle asetettavilla taloudellisilla ja rahoituksellisilla vaatimuksilla hankintayksikkö pyrkii varmistamaan, että ehdokkaaksi ilmoittautuvan yrityksen taloudellinen tilanne mahdollistaa hankinnan toteuttamisen.

Asetettavien vaatimusten suuruusluokkaa täytyy peilata suhteessa sopimuksen vaativuuteen. Esimerkiksi hyväksyttävä liikevaihtovaatimus voi olla enintään noin kaksi kertaa sopimuksen arvo. Mikäli ehdokkaiden taloudelliseen ja rahoitukselliseen tilanteeseen liittyvät vähimmäisvaatimukset asetetaan turhan korkeaksi, nämä voivat estää aloittelevat yritykset pääsemästä markkinoille. Tämän seurauksena kyseiset vaatimukset voidaan tulkita kielletyksi kilpailun rajoittamiseksi. Tästä syystä

vähimmäisvaatimusten asettaminen hankintaan nähden oikean sisältöisenä on yksi hankintailmoituksen tärkeimmistä asioista, itse hankinnasta tiedottamisen lisäksi.

Tilajavastuulain mukaisilla vähimmäisvaatimuksilla hankintayksikkö pystyy varmistamaan, että ehdokas on maksanut veronsa, noudattanut lainmukaisia työehtoja sekä rakentamistoiminnan osalta on huolehtinut työntekijöidensä työtaturmavakuutuksista.

Asetettavilla teknisen suorituskyvyn vähimmäisvaatimuksilla pyritään varmistamaan tehtävän sopimuksen teknistä laatua rajaamalla kilpailusta pois ehdokkaat, jotka eivät täytä jo hankintailmoitusvaiheessa hankintayksikön vaatimaa ammattitaitoa, pätevyyttä ja kokemusta.

2.2.3 Tievalaistuksen palvelusopimuksen hankintailmoitus

Toukokuussa 2016 alkavien Lapin ja Länsi-Uudenmaan palvelusopimusten hankintailmoitukset julkaistiin HILMA-ilmoituskanavalla marraskuun 2015 alussa. Ennen kyseisten hankintailmoitusten julkaisua hankintailmoitukseen kirjattuja vähimmäisvaatimuksia ja näiden täyttämiseen liittyviä selvityksiä käytiin läpi valtakunnallisessa tievalaistusverkostossa yhdessä Liikenneviraston lakimies Piia Heiskalan kanssa lokakuussa 2015.

Tilaisuuden yhteydessä Heiskala (2015-10-22) painotti läsnäolijoille, että hankintailmoitusta laadittaessa hankintayksikön tulee huomioida, että hankintailmoitukseen kirjatut vaatimukset ovat tarjouskilpailuun hyväksyttävien tarjoajien vähimmäisvaatimuksia. Vähimmäisvaatimuksiksi merkityjä ominaisuuksia ei voida huomioida enää tarjousten vertailutilanteessa kuin pelkästään vaatimuksen ylittävältä osalta. Tästä syystä hankintayksikön on hankintailmoitusta laadittaessa päätettävä ne tarjoajien ominaisuudet, jotka valitaan vähimmäisvaatimuksiksi ja ne ominaisuudet, joita hankintayksikkö haluaa vertailla tarjousten vertailuvaiheessa.

Tievalaistusverkostossa sovitun mukaisesti ehdokkaiden taloudellisen ja rahoituksellisen tilanteen vähimmäisvaatimuksiksi kirjattiin edeltävien vuosien tapaan: (Lapin ELY-keskus 2015a.)

- ehdokkaan tulee olla maksanut kaikki lainsäädännön mukaiset verot, lakisääteiset sosiaaliturvamaksut ja lakisääteiset eläkemaksut sekä olla merkittynä ennakoperintärekisteriin, arvonlisäverovelvollisten rekisteriin sekä työnantajarekisteriin ennakoperintälain sitä vaatiessa
- ehdokkaalla on oltava työntekijöilleen tapaturmavakuutuslain mukainen työtaturmavakuutus
- ehdokkaan on oltava luottokelpoinen
- ehdokkaan on tullut toimia vähintään 3 vuotta ja sen kokonaisvuosiliikevaihdon keskiarvon tulee olla ollut viimeisten kolmen vuoden ajalta suuruusluokaltaan vähintään 700 000 euroa.

Lainsäädännön mukaisten verojen ja maksujen mukaiseen vaatimuksen kirjattiin kuitenkin lievennyksenä, että hankintayksikkö pidättää itsellään oikeuden hyväksyä ehdokas, jonka maksamattomien verojen ja maksujen määrä on kokonaisuutena tarkastellen vähäinen tai joka on tehnyt veroja

ja maksuja koskevan maksusopimuksen ja noudattanut on sitä. Hankintailmoitukseen kirjattiin edellä mainittuun lievennykseen tarkennuksena, että hankintayksikkö pitää alle 10 000 euron verovelkaa vähäisenä.

Ehdokkaan kokonaisliikevaihtovaatimus koettiin riippuvaiseksi kilpailutettavasta sopimuksesta, joten kyseinen liikevaihtovaatimus tulee kirjata hankintailmoitukseen sopimuskohtaisesti arvioituna.

Ehdokkaiden teknisen suorituskyvyn vähimmäisvaatimuksiksi kirjattiin: (Lapin ELY-keskus 2015a.)

- ehdokkaalla tulee olla Rakentamisen Laatu RALA ry:n myöntämä palvelusopimukseen soveltuva toimialapätevyys tai toimialapätevyyden puuttuessa ehdokkaan tulee pystyä osoittamaan sopimuksen nähden riittävä pätevyys referenssitiedoin
- ehdokkaalla tulee olla Rakentamisen Laatu RALA ry:n yritystasoinen palvelusopimukseen soveltuva toimintatapojen sertifiointi tai muu vastaava näyttö ulkopuolisesti todennetusta laadunhallinnasta
- ehdokkaan tulee kuulua TUKES:n ylläpitämään urakoitsijarekisteriin
- ehdokkaalla tulee viimeisen kolmen vuoden ajalta olla vähintään neljä tie- ja katuvalaistusurakkaa, joista vähintään yhden pitää olla tievalaistuksen hoitoon liittyvä sopimus. Näiden urakoiden yhteenlaskettu urakkahinta on oltava vähintään 0,8 miljoonaa euroa
- ehdokkaalla tulee olla yrityksessä toimiva henkilö, jolla on S1 tai S2 sähköpätevyys.

Vielä vuonna 2014 julkaistuissa tievalaistuksen hoidon palvelusopimuksien hankintailmoituksessa ehdokkaiden tekniseen suorituskykyyn liittyen edellytettiin:

- ehdokkaan tai ehdokkaaseen työsuhteessa olevan työnjohtotason henkilön on tullut toimia ympärivuotisesti vähintään yhden vuoden ajan Suomen olosuhteita vastaavissa tievalaistuksen hoitotoissa työnjohtotehtävissä
- ehdokkaan yrityksessä työskentelee vähintään viisi valaistusalan osaajaa.

Ehdokkaan työnjohtoon ja henkilöstöön liittyvät vaatimukset päätettiin jättää pois uusista hankintailmoituksista, koska kyseiset ehdokkaiden henkilöresursseihin liittyvät ominaisuudet haluttiin mukaan tarjousten vertailuun. Mikäli kyseiset vaatimukset olisi kirjattu hankintailmoitukseen, niitä ei olisi pystynyt käyttämään sopimusten ratkaisuvaiheen vertailuperusteina.

Hankintailmoitukseen on kirjattu vähimmäisvaatimusten lisäksi ne asiakirjat, joita käyttäen ehdokkaan tulee osoittaa hankintayksikölle taloudellisten ja rahoituksellisten vähimmäisvaatimuksen täyttyminen ehdokkaana toimivan yrityksen kohdalla: (Lapin ELY-keskus 2015a.)

- viranomaisen antama todistus tai valaehtoinen todistus siitä, että ehdokas on maksanut kaikki lainsäädännön mukaiset verot ja he ovat merkittyinä ennakoperintärekisteriin, arvonnalisäverovelvollisten rekisteriin ja työnantajarekisteriin ennakoperintälain sitä vaatiessa
- viranomaisen antama todistus tai valaehtoinen ilmoitus siitä, että ehdokas on maksanut kaikki lakisääteiset sosiaaliturvamaksunsa
- todistus siitä, että ehdokas on maksanut kaikki työntekijöiden lakisääteiset eläkemaksut

- vakuutuksenantajan todistus siitä, että ehdokkaalla on työntekijöilleen voimassa oleva työtaturmavakuutus
- pankin tai muun luottolaitoksen antama lausunto ehdokkaan luottokelpoisuudesta
- ehdokkaan tilinpäätöstiedot kolmelta viimeiseltä vuodelta.

Liittyen edellä mainittujen dokumenttien toimittamiseen tarkennukseksi kirjattiin seuraavaa: (Lapin ELY-keskus 2015a.)

- jos ehdokkaalla on maksamattomia verovelkoja tai sosiaaliturvamaksuja, tulee edellä mainittujen kahden ensimmäisen kohdan sijasta toimittaa verovelkatodistus, sopimus verojen tai maksujen maksamisesta ja asianomaisen viranomaisen antama lausunto sopimuksen noudattamisesta
- jos ehdokkaalla tai ilmoitetulla alihankkijalla on maksamattomia lakisääteisiä eläkemaksuja, tulee kohdan kolme sijasta toimittaa todistus eläkemaksuveloista, maksujen maksamista koskeva sopimus ja asianomaisen eläkelaitoksen antama lausunto sopimuksen noudattamisesta.

2.3 Tarjouspyyntö

Tarjousten pyytämistä varten hankintayksikkö laatii ja kokoaa tarjouspyyntöaineiston. Tarjouspyyntöaineistoa kutsutaan myös hankinta-asiakirjoiksi. Hankinta-asiakirjojen sisältöä käsitellään tarkemmin tämän työn luvussa 3.

Tarjoajille lähetettävien tarjouspyyntöaineistojen sisältämien asiakirjojen on oltava tarjouspyyntöjä lähetettäessä niin valmiit, että niiden perusteella urakka voidaan laskea riittävällä tarkkuudella. Tarjoajille annettavien tietojen tulee olla oikeita ja luotettavia, sillä tilaaja vastaa niiden oikeellisuudesta. (Liuksiala 2004, 79.)

Hankintalain (Laki julkisista hankinnoista 2007, 40§) mukaisesti tarjouspyyntö on tehtävä kirjallisesti ja laadittava niin selväksi, että sen perusteella voidaan antaa yhteismitallisia ja keskenään vertailukelpoisia tarjouksia. Tarjouspyynnössä tai hankintailmoituksessa pyydetään toimittajia esittämään kirjallisesti ja määräaikaan mennessä tarjouksensa.

Hankintalain 40 §:n esityön (HE 50/2006 vp, 86) mukaisesti tarjouspyynnön tarkoituksena on hankinnan kohteen ja sen toteuttamiseen liittyvien seikkojen kuvaaminen siten, että sen perusteella saadaan lopullisia, yhteismitallisia ja vertailukelpoisia tarjouksia, joiden perusteella tarjouksia voidaan tasapuolisesti verrata. Tarjouspyyntöjen sisällön puutteellisuudesta johtuva tarjousten vertailukelvottomuus on oikeuskäytännössä katsottu yhdeksi merkittävimmistä hankintamenettelyjä koskevaksi yksittäiseksi ongelmaksi.

Jos tarjouspyyntö on epäselvä eikä sen avulla saada vertailukelpoisia tarjouksia, markkinaoikeus voi määrätä hankintamenettelyn aloitettavaksi kokonaan alusta. Hankintayksikkö voi myös itse päättää hankinnan keskeyttämisestä ja uudesta tarjouskilpailusta tällä perusteella. (Virtanen 2009, 5.)

Tarjouspyyntöaineisto koostuu tarjouspyyntökirjeestä ja tarjouspyynnön sisältöä tarkentavista liitteistä. Tarjouspyyntöaineiston liiteaineisto jakautuu kaupallisiin ja teknisiin asiakirjoihin. Tarjouspyyntökirjeessä kuvataan tarjouksen tekemisen ehdot ja tarjousmenettely.

Tarjouspyyntökirjeen sisältö on hankittavasta tuotteesta riippumatta rakenteeltaan aina hyvin samanlainen. Eri tarjouspyyntöaineistojen sopimuskohtaiset eroavaisuudet löytyvät suurimmilta osin tarjouspyyntökirjeen liiteaineistoista.

Tarjouspyynnön lakisääteiset vähimmäistiedot EU-hankinnoissa ovat (Pohjonen, 2011, 41.)

- hankinnan kohteen määrittely, jossa tekniset eritelvät ja vaatimukset on esitetty hankintalain säätämällä tavalla sekä hankinnan kohteeseen liittyvät muut laatuvaatimukset
- viittaus julkaistuun hankintailmoitukseen
- määräaika tarjousten tekemiselle
- osoite, johon tarjoukset on toimitettava
- kieli tai kielet, joilla tarjoukset on laadittava
- ehdokkaiden tai tarjoajien taloudellista ja rahoituksellista tilannetta, teknistä kelpoisuutta ja ammatillista pätevyyttä koskevat ja muut vaatimukset sekä luettelo asiakirjoista, joita ehdokkaan tai tarjoajan on tätä varten toimitettava
- tarjouksen valintaperuste sekä käytettäessä kokonaistaloudellista edullisuutta tarjouksen valintaperusteet ja niiden suhteellinen painotus tai kohtuullinen vaihteluväli taikka poikkeuksellisissa tapauksissa vertailuperusteiden tärkeysjärjestys
- tarjousten voimassaoloaika.

Julkisten hankintojen tarjouspyynnöstä on huomattava, että jos valintakriteerinä pidetään muuta kuin tarjoushintaa, valintaperusteet on ilmoitettava tarjouspyynnössä. Jos tarjouskilpailun voittaja valitaan kokonaistaloudellisuuden perusteella, tarjouspyynnöstä on käytävä ilmi valinnan kriteerit ja niiden painoarvot. (Liuksiala 2004, 79.)

Tarjouspyyntö ja sen perusteella tehdyt tarjoukset ovat myös tarjousten selonoton ja muun käsittelyn kannalta avainasemassa. Tarjouspyyntöaineisto liitetään laadittavan sopimuksen liitteeksi ja siihen joudutaan usein palaamaan erilaisissa tulkintatilanteissa vielä myöhemmin sopimusaikanakin.

2.4 Tarjousten käsittely

Tarjoukset avataan erityisessä avaustilaisuudessa. Se voidaan järjestää heti tarjousten jättämisaajan päätyttyä. Ennen tarjousten avaamista on aina varmistettava, että kaikki tilaajan ilmoittamaan palautusosoitteeseen saapuneet tarjoukset, myös määräajan jälkeen saapuneet, ovat mukana avaustilaisuudessa. Myös määräajan jälkeen saapuneet tarjoukset on kirjattava avaustilaisuuden pöytäkirjaan, mutta niitä ei avata. Tarjousten avaustilaisuudesta laaditaan pöytäkirja. (Liikennevirasto 2015b.)

Tarjousten sisällön tarkastusta jatketaan erillisessä käsittelytilaisuudessa. Käsittelytilaisuuden asialistaan kuuluvat

- tarjoajien soveltuvuuden tarkastaminen
- tarjousten sisällön tarkastaminen
- tarjousten laatuarviointi
- tarjousten hintaosien avaaminen
- voittavan tarjouksen valinta.

Avaaminen ja käsittelyprosessi kirjataan samaan jatkuvaan tarjousten avaus- ja käsittelypöytäkirjaan. Kunkin erillisen käsittelyvaiheen läsnäolijat allekirjoittavat pöytäkirjat oman osuutensa osalta. (Liikennevirasto 2015b.)

Tievalaistuksen palvelusopimusten kilpailutuksen yhteydessä käytetään niin sanottua kahden kuoren menettelyä. Tällä menettelyllä tarkoitetaan sitä, että tarjoajia on veloitettu tarjouspyynnössä sulkemaan hintatarjouksensa erilleen muusta tarjousaineistosta. Pohjosen (2011, 44) mukaan hankintayksikkö parantaa kahden kuoren menettelyllä tarjouskilpailun objektiivisuutta ulospäin. Tarjousvertailun ensimmäisessä vaiheessa, eli laatuarvioinnissa, hankintayksikkö avaa ainoastaan tarjousten ensimmäisen osion ja suorittaa tarjousvertailun eri tarjoajien kesken näiden tarjousten laatu- ja sisältötekijöiden kesken (Pohjonen 2011, 44). Tarjousten toisesta osiosta löytyvät hintatarjoukset avataan vasta tarjousten laatuarvioinnin päätyttyä. Kyseisen menettelyn seurauksena hankintayksikkö ei voi enää takautuvasti palata hintatarjousten avaamisen jälkeen aikaisemmin tehtyyn laatuarviointiin, vaan se ainoastaan lisää käsittelytilaisuuden pöytäkirjaan hintatarjouksissa annetut tarjoushinnat.

2.4.1 Tarjoajien soveltuvuuden tarkastaminen

Tievalaistuksen palvelusopimuksissa hankintayksikkö ratkaisee tarjoajien soveltuvuuden osallistumishakemusten käsittelyvaiheessa osallistumisilmoituksen mukana toimitettuihin tarjoajan dokumentteihin perustuen. Koska tarjoajien soveltuvuudessa on saattanut tapahtua muutoksia tarjouslaskennan aikana, on soveltuvuus varmistettava tietyillä osin uudestaan vielä tarjousten käsittelyvaiheessa. Tarjouspyynnössä tulee luetella tarjousvaiheessa tarkastettaviksi esitettävät asiakirjat.

Mikäli tarjoaja ei enää tarjousvaiheessa täytä vaadittuja soveltuvuuden vähimmäisvaatimuksia, tulee tarjoaja hylätä. Hankintayksikön on tehtävä hylkäämisestä päätös, josta tulee käydä ilmi hylkäämisen perusteet. Hylkäyspäätös toimitetaan hylätyille tarjoajalle yhtäaikaaisesti hankinnasta tehdyn hankintapäätöksen kanssa. Päätökseen liitetään valitusosoitus ja oikaisuohje. (Liikennevirasto 2015b.)

Jos tarjoaja hylätään, ei tarjouksen hintaosaa avata. Hintatarjous jätetään odottamaan mahdollisen muutoksenhaun seurauksia. Mikäli hylkäyspäätöksestä ei valiteta, palautetaan tarjous ja sen avaa-maton hintaosa tarjoajalle. (Liikennevirasto 2015b.)

2.4.2 Tarjousten sisällön tarkastaminen

Tarjousten käsittely jatkuu soveltuviksi todettujen tarjoajien tarjousten sisältöjen tarkastamisella. Tässä vaiheessa tarjouksista tarkastetaan seuraavat asiat: (Liikennevirasto 2015b.)

- tarjous täyttää muodolliset vaatimukset
- tarjous sisältää kaikki pyydetyt asiat ja selvitykset
- tarjous on tarjouspyynnön mukainen eikä sisällä tarjouspyynnön vastaisia ehtoja.

Jos tarjouksessa ilmenee tehtyjen tarkastusten yhteydessä puutteita joiden seurauksena tarjous ei ole vertailukelpoinen muiden tarjousten kanssa, tarjousta ei voida sellaisenaan ottaa tarjousvertailuun. Hankintayksikön tulee tällöin huolellisesti harkita mitä puutteelliseksi osoittautuneelle tarjoukselle voi tehdä, jotta tarjoajien tasapuolinen ja syrjimätön kohtelu toteutuu. Annettujen tarjousten jälkikäteinen muuttaminen ja parantaminen sekä neuvottelujen käyminen tarjouksien sisällöstä tarjouksien saamisen jälkeen ovat rajoitetussa menettelyssä kiellettyjä.

Hankintalain (Laki julkisista hankinnoista 2007) mukaisesti tarjous on hylättävä, jos se on annettu tarjousajan päättymisen jälkeen tai jos se on sisällöltään tarjouspyynnön vastainen. Jälkimmäisessä tapauksessa voi olla kyse siitä, että tarjouksessa on jokin tarjouspyynnön vastainen ehto tai tarjous ei esimerkiksi sisällä kaikkia työvaiheita tai töitä, jotka sen tarjouspyynnön mukaan tulisi sisältää. Tarjous voi olla myös tarjouspyynnön vastainen, jos se ei sisällä kaikkia tarjouspyynnössä vaadittuja asiakirjoja. Näissä tilanteissa tarjous on hankintalain mukaisesti lähtökohtaisesti hylättävä.

Jossain tilanteissa lisäselvitysten pyytäminen on kuitenkin mahdollista ja joskus jopa hankintayksikön velvollisuus. Lisäselvitysten pyytämistä tulee harkita aina tapauskohtaisesti. Lisäselvitysten pyytäminen voi tulla kyseeseen tilanteessa, jossa tarjouksesta puuttuu tarjoajan soveltuvuuden osoittava yksittäinen dokumentti, kuten todistus verojen maksamisesta.

2.4.3 Tarjousten laatuarviointi

Tarjousten laadulliseen vertailuun siirrytään tarjouksien sisällöllisen tarkastuksen päätyttyä. Vertailuun voidaan ottaa vain sellaiset tarjoukset, jotka täyttävät kaikki tarjouspyynnössä asetetut vaatimukset ja ovat tarjouspyynnön ehtojen mukaisia. Tarjouksia arvioitaessa ja perusteluja tehtäessä hankintayksikön tulee edetä tarjouspyynnössä ilmoitettujen vertailuperusteiden mukaisesti juuri niin kuin tarjouspyynnössä on ilmoitettu.

Tarjousvertailussa saa huomioida vain tarjoukseen sisältyviä seikkoja. Muista lähteistä kuten nettisivuilta tai toiselta toimittajalta saatuja tietoja, ei saa huomioida tarjousten arvioinnissa. Aiempien toimitusten huono laatu on mahdollista ottaa huomioon laatuarvioinnissa, kunhan kokemukset ovat perusteltuja ja objektiivisesti hyväksytyjä. Myönteisten kokemusten huomioon ottaminen laatuarvioinnissa on mahdollista vain, jos hankintayksiköllä on kokemusta kaikkien tarjoajien toimituksista. Käytännössä tätä mahdollisuutta on vaikea käyttää dokumentoitujen tai järjestelmällisesti koottujen kokemustietojen puuttuessa. (Liikennevirasto 2015b.)

Tarjousten laatutekijät käsitellään arviointikohdittain arvioimalla tarjottuja palvelun ominaisuuksia laadukkaan lopputuloksen saavuttamisen kannalta sekä vertaamalla tarjouksia keskenään. Kunkin kohdan vertailun tulos ja perustelut kirjataan yksityiskohtaisesti esimerkiksi luetellen laatupisteitä lisääviä ja vähentäviä tekijöitä tilaajan odotuksiin verrattuna ja perustellaan tarjousten paremmuusjärjestys tarjouksista ilmenneitä tosiasioita käyttäen.

Oikeuskäytäntö on jatkuvasti tiukentunut sen suhteen, miten tarjousten laadullinen arviointi tulee tehdä. Tarjousten vertailuperusteista on ilmevä kuinka tarjouksia on arvioitu kunkin tarjouspyynnössä ilmoitetun vertailuperusteen osalta. Hankintapäätökseen liitettävistä tarjousten vertailuista tulee käydä ilmi kaikkien vertailuperusteiden osalta, mihin konkreettisiin seikkoihin tarjousten vertailu ja annetut pisteet perustuvat. Täysien tai samojen pisteiden antaminen ei poista tilaajalta tarjousvertailun perusteluvollisuutta.

Pohjosen mukaan (2011, 48) hankintayksikön ei ole myöskään hyväksyttävää käyttää tarjousten vertailuperusteena tarjousten tarjouspyynnön vaatimustenmukaisuutta. Tarjouspyynnön vaatimustenmukaisuus liittyy tarjouspyynnön vähimmäisvaatimuksiin, jolloin tämä vaikuttaa siihen, tuleeko tarjous hylätä tarjouspyynnön vastaisena.

Markkinaoikeuden päätöksessä (2010-5-6) hankintayksikkö oli vertaillut vertailuperusteen "soveltuvuus käyttöön" osalta tarjoajien toiminnallisia ominaisuuksia sen perusteella, miten tarjous oli täyttänyt tarjouspyyntöasiakirjoissa määritellyt vähimmäisvaatimukset. Markkinaoikeus katsoi päätöksessään, että tarjouspyynnön mukaisten vaatimusten täyttymisen arviointi liittyy tarjouspyynnön mukaisuuden, ei tarjousten keskinäisen paremmuuden arvioimiseen. Markkinaoikeus ilmoitti päätöksessään, että hankintayksikkö oli edellä mainituin perustein soveltanut virheellisesti toiminnallisten ominaisuuksien vertailussa soveltuvuuden arviointiin tarkoitettuja vähimmäisvaatimuksia.

Tarjouksen arvioinnissa kullekin laadulliselle tekijälle annetaan laatuarvosana ja ne yhdistetään painoarvojensa mukaisesti laadun yhteisarvosanaksi, jota käytetään valinnassa kuvaamaan tarjouksen laadullisia ominaisuuksia. Annettua laatuarvosanaa varten hankintayksikön tulee tehdä kustakin arvioidusta kohdasta erilliset kirjalliset perustelut, joiden pohjalta kyseinen laatuarvosana on annettu.

Tievalaistuksen palvelusopimukseen jätettyjen tarjousten laatutekijöiden arviointi perustuu taulukossa 1 näkyviin arviointikohteisiin ja näiden painokertoimiin, jotka on toimitettu tarjoajille tarjouspyyntöaineiston mukana. Tarjousten laatutekijöiden arvioinnin yhteydessä kukin laatuarviointiin osallistuva henkilö arvioi ensin itsenäisesti tarjouksen laatua ja antaa kullekin arviointikohdalle erilliset laatupisteet arviointiasteikolla 0-10 perusteluineen. Kun jokainen arviointiin osallistunut henkilö on saanut tehtyä oman arvionsa perusteluineen, annetut laatupisteet ja näiden perustelut kootaan yhteen keskiarvoksi ja kirjataan perustelumuistioon. Laadullisen arvioinnin yhteispisteet eri tarjouksille saadaan kertomalla annettujen laatupisteiden keskiarvot taulukossa 1 esitetyillä painokertoimilla.

TAULUKKO 1. Vuoden 2016 tievalaistuksen tarjousten pisteytystaulukko (ELY-keskus 2016.)

Arviointikohteet	Painokerroin
1 Palvelusopimukseen osallistuvan henkilöstön (oma henkilöstö, alihankinnat) resursointi ja osaaminen	35 %
2 Käytettävä kalusto lisälaitteineen, mitoittavat suunnitelmat, lähtöpisteiden ja varastojen sijainnit sekä kalusto- ja materiaalihankinnat	30 %
3 Tavoitettavissa oloon liittyvät suunnitelmat, valaistuksen toimivuuden seuranta sekä toimenpiteiden käynnistäminen ja tiedottaminen	15 %
4 Palvelusopimuksen laadunvarmistuksen toteutus ja dokumentointi	20 %
Yhteensä	100 %

Tievalaistuksen palvelusopimuksien tarjouspyyntökirjeessä on todettu, että tarjoajan tulee saada laadullisesta arvioinnista vähintään 500 pistettä täysien pisteiden ollessa 1 000. Mikäli tarjous ei saavuta vaadittua pistemäärää, tarjouksen hintakuorta ei avata.

Edellisen vaatimuksen lisäksi tarjouspyyntökirjeessä on tarkennettu arviointia yksittäisten arviointikohtien osalta seuraavasti. Jos tarjous saa jostakin arviointikohteesta lopputulokseksi alle 4,0 pistettä tai kohdasta "käytettävä kalusto lisälaitteineen, mitoittavat suunnitelmat, lähtöpisteiden ja varastojen sijainnit sekä kalusto- ja materiaalihankinnat" alle 4,5 pistettä, hintatarjousta ei avata.

2.4.4 Hintatietojen tarkastus ja voittavan tarjouksen valinta

Tarjousten arvioinnin jälkeen avataan jäljelle jääneiden tarjousten hintakuoret ja tarkastetaan niiden tarjouspyynnön mukaisuus. Tarjouksen tulee sisältää kaikki vaaditut hintatiedot. Jos tarjous ei sisällä kaikkia vaadittuja hintatietoja, tarjous hylätään tarjouspyynnön vastaisena.

Tievalaistuksen palvelusopimusten yhteydessä tarjouksen hintatiedot tulee merkitä tarjouspyynnön mukana toimitettavalle tarjouslomakkeelle, johon tarjoajan tulee merkitä kokonaishintainen tarjouksensa eri sopimusvuosille sekä yksikköhintaperusteisten töiden yksikköhinnat.

Mikäli jätetyistä tarjouksista halvin osoittautuu poikkeuksellisen halvaksi verrattuna muihin tarjouksiin, hankintayksikön tulee pyytää kyseiseltä tarjoajalta selvitystä poikkeuksellisista hintaeroista. Hankintayksiköllä on oikeus hylätä poikkeuksellisen halpa tarjous, mikäli tällä on syy epäillä, kykeneekö tarjoaja toteuttamaan hankinnan kohteena olevat työt tarjotulla hinnalla tarjouspyynnössä edellytetyllä tavalla. Markkinaoikeuden 21.12.2015 tekemään päätöksen perusteella hankintayksikkö voi hylätä tarjouksen myös sillä perusteella, että tarjouksen mukaiset yksikköhinnat ovat poikkeuksellisen edullisia. Hylkääminen on mahdollista, jos tarjoajan tarjoamalla hinnalla ei ole mahdollista toteuttaa hankintaa tarjouspyynnössä edellytetyllä tavalla ja jos tästä aiheutuu riski hankintayksikölle. (Pohjonen 2011, 61.)

Tievalaistuksen palvelusopimusten yhteydessä kokonaistaloudellisesti edullisimmaksi katsotaan alhaisimman vertailuhinnan antanut tarjoaja. Laatuarvioinnissa saaduilla pisteillä ei ole merkitystä tievalaistuksen palvelusopimusten hintavertailua tehtäessä. Vertailuhintaa laskettaessa otetaan huomioon tarjouksen kokonaishintaiset työt sekä hankintayksikön ilmoittamilla yksikköhintaisten töiden määrillä painotetut tarjouksen mukaiset yksikköhinnat.

2.5 Hankintapäätös ja tiedoksianto

Tarjouskilpailun lopuksi hankintayksikkö laatii kirjallisen hankintapäätöksen. Hankintapäätöksellä hankintayksikkö julkistaa kyseisen tarjouskilpailun voittajan. Sen seurauksena tarjoajat saavat tiedon tarjouskilpailun lopputuloksesta ja sen perusteista. (Liikennevirasto 2015b.)

Tarjousvertailun perustelut tulee esittää sellaisella tarkkuudella, että tarjoajalle käy ilmi oman tarjouksen sijoittuminen tarjouskilpailussa suhteessa muihin tarjouksiin. Pelkkien pisteiden ilmoittaminen ei riitä, vaan jokaista vertailuperustetta on perusteltava sanallisesti. Perusteluista tulee ilmetä miten tarjousta on arvioitu kunkin vertailuperusteen osalta. Tarjousvertailusta tulee ilmetä se, mihin konkreettisiin tarjouksista ilmenneisiin seikkoihin vertailu on kunkin vertailuperusteen osalta perustunut ja mihin tarjousten väliset piste-erot perustuvat. (Liikennevirasto 2015b.)

Tievalaistuksen palvelusopimuksia koskee hankintalain mukainen niin sanottu pakollinen odotusaika. Odotusajalla tarkoitetaan hankintapäätöksen tiedoksiannon jälkeistä 21 päivän kestoista odotusaikaa, jonka aikana sopimusta ei voida allekirjoittaa. Vastaavasti tarjoajilla on hankintapäätöksen vastaanottamisesta 14 päivää aikaa tehdä hankintapäätöksestä valitus markkinaoikeuteen, mikäli ne katsovat, että päätöstä ei ole tehty hankintalain säädösten mukaisesti. Sopimus voidaan allekirjoittaa odotusajan päätyttyä valitun tarjoajan kanssa, mikäli kukaan tarjoajista ei ole toimittanut kyseisenä aikana valitusta markkinaoikeuteen.

Hankintayksikön on tehtävä EU-kynnysarvon ylittävistä hankinnoista jälki-ilmoitus HILMA-ilmoituskanavassa vastaavalla tavalla kuin hankintailmoituskin. Jälki-ilmoitus on tehtävä 48 päivän kuluessa sopimuksen allekirjoittamisesta. Jälki-ilmoituksella tiedotetaan julkisesti siitä, minkä toimittajan kanssa palvelusta on tehty sopimus. Jälki-ilmoitus on myös hyvä tietolähde muille yrityksille, jotka haluavat saada mahdollisia alihankintoja tehtäväkseen. (Liikennevirasto 2015b.)

3 TIEVALAISTUKSEN HOIDON HANKINTA-ASIAKIRJAT

Hankinta-asiakirjat ovat tarjouspyyntövaiheen keskeisin osuus. Hankinta-asiakirjoissa kuvataan hankinnan kohde ja laajuus sekä kerrotaan hankinnan kohteena olevan työn reunaehdot työn toteuttamiselle ja sopimukseen tähtäävän tarjouksen laatimiselle. Onnistuneiden hankinta-asiakirjojen merkitys korostuu itse sopimuksen aikaisen toiminnan ohella hankintaprosessin tarjousten vertailuvaiheessa, jonka yhteydessä hankintayksikön on pystyttävä ottamaan selvää eri tarjoajien tarjousten sisällöstä ja kyettävä muodostamaan tarjousten perusteella perusteltu näkemys tarjousten oikeellisuudesta ja keskinäisistä eroista. (Liikennevirasto 2015b.)

Tarjouspyyntöasiakirjat tulee laatia yksiselitteisiksi ja selviksi, jotta jokaisella tarjoajalla on samat lähtökohdat tarjouksen antamiseen. Tarjouspyyntö tulee toimittaa kaikille ehdokkaille saman sisältöisenä ja samanaikaisesti. Mikäli tarjouspyyntöasiakirjoihin tulee tarjousaikana tarkennuksia, täydennyksistä laaditaan erillinen tarjouspyyntökirjeen lisäkirje, joka toimitetaan jokaiselle tarjoajalle samanaikaisesti ja mahdollisista täydennyksistä tehdään kirjaus sopimuskatselmuspöytäkirjaan. (RT 1982, 3.)

Hankinta-asiakirjojen julkaiseminen on sopimuksen solmimisen ensimmäinen vaihe. Siitä tarjoajat saavat tarjouksen tekemistä varten tarvitsemansa tiedot. Tarjouspyyntö on samalla hankintayksikön kysymys siitä, mitä työsuoritus maksaa. Tarjouspyynnössä tilaaja ei vielä sitoudu työsuorituksen tilaamiseen mutta ilmaisee halukkuuden työsuorituksen aikaansaamiseksi. Tilaaja voi halutessaan hylätä kaikki saamansa tarjoukset mutta siihen täytyy olla pätevä syy. Tällainen syy voi olla esimerkiksi se, että hanke lykkääntyy tai että kaikki tarjoukset ovat liian kalliita.

Julkaistusta tarjouspyynnöstä seuraa hankintayksikölle aina vastuita ja veloitteita. Tarjouspyynnön julkaisija on velvollinen vastaamaan tarjoajien tarjouspyyntöä koskeviin tiedusteluihin. Tarjouspyynnössä määritetään urakkaehdot ja annetaan tarvittavat tiedot tarjouksen antamista varten. Tarjouspyynnöstä tulee ilmetä, että minne ja mihin mennessä tarjous tulee toimittaa, kuinka kauan tarjouksen tulee olla voimassa ja millä hintaperusteella tarjous annetaan. (Kankainen ja Junnonen 2001, 50–58.)

3.1 Hankinta-asiakirjojen rakenne

Tievalaistuksen palvelusopimuksen tarjouspyyntö koostuu tarjouspyyntökirjeestä ja siihen liitetyistä tarjouspyyntöasiakirjoista. Näitä ovat sopimuksen taloudellisia ja juridisia asioita ohjaavat kaupalliset asiakirjat sekä hankintaa koskevat tekniset asiakirjat.

3.1.1 Kaupalliset asiakirjat

Tievalaistuksen palvelusopimuksissa, kuten useimmissa muissakin maanteiden hoitoon ja rakentamiseen liittyvissä julkisissa hankinnoissa kaupalliset asiakirjat koostuvat alla olevassa luettelossa esitetyistä asiakirjoista:

- palvelusopimusluonnos
- rakennusurakan yleiset sopimusehdot, YSE 1998
- tarjouspyyntökirje sekä mahdolliset tarjouspyynnön lisäkirjeet
- urakkaohjelma ja tämän liitteet
 - turvallisuusasiakirja
 - turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet
 - riskienhallintasuunnitelma
 - palvelusopimuksen aikana tilaajalle luovutettava dokumentointi
 - määrääjat eri työsuorituksille
- toiminta- ja laatusuunnitelman sisältö
- tarjouslomake ja muutostöiden yksikköhintaluettelo
- maksu- ja mittausperusteet.

Palvelusopimusluonnos

Sopimusosapuolten palvelusuoritukseen liittyvät lopulliset vastuut ja veloitteet määräytyvät allekirjoitetusta palvelusopimuksesta sekä tämän liiteasiakirjoista. Tievalaistuksen palvelusopimus katsotaan syntyneeksi, kun hankintayksikkö allekirjoittaa tarjouskilpailussa valitun palveluntuottajan kanssa palvelusopimuksen. Tarjouspyynnön mukana toimitettavalla palvelusopimusluonnoksella hankintayksikkö ilmaisee tarjoajille tulevan sopimuksen sisällön ja sopimuksen asettamat vaatimukset palveluntuottajan sopimuksen aikaiselle toiminnalle.

Tarjouspyyntökirje

Tarjouspyyntökirjeessä kuvataan tarjouksen tekemisen ehdot, tarjouspyynnön lisätietojen antaja, tarjouksen jättämisen määräaika ja paikka sekä tarjousten ratkaisu- ja hylkäysperusteet.

Urakkaohjelma

Urakkaohjelma liitetään mukaan tarjouspyyntöaineistoon ja se sisältää tilaajan ja palveluntuottajan väliset sopimuskohtaiset tiedot ja kaupalliset ehdot. Urakkaohjelmaa pidetään tilaajan tärkeimpänä tahdonilmaisuna, koska se kuvaa sopimuksessa noudatettavat pelisäännöt sekä osoittaa tarjoajalle tilaajalle tärkeät sopimuksen asiakohdat. Lisäksi se antaa tilaajalle keinot vaikuttaa palveluntuottajan toimintaan ja torjua ennalta sopimuksen aikaiseen toimintaan liittyviä ongelmia. (Kankainen ja Junnonen 2001, 50–55.) Urakkaohjelman avulla tarjoajille annetaan jo tarjousvaiheessa selkeä kuva työmaaolosuhteista, rakennuttajan erityisvaatimuksista sekä muista tarjoushintaan vaikuttavista tekijöistä. Urakkaohjelman avulla sopimuksessa voidaan poiketa yleisistä sopimusehdoista. Mikäli yleisistä sopimusehdoista halutaan poiketa, tämä tulee ilmaista selkeästi urakkaohjelmassa (RIL 2006).

Urakkaohjelman liitteenä olevissa turvallisuusasiakirjassa, riskienhallintasuunnitelmassa, turvallisuussäännöissä ja menettelyohjeissa kuvataan sopimusaluetta sekä sopimusalueen luonteesta hankkeelle aiheutuvia riskejä, jotka palveluntuottajan tulee huomioida tarjousta tehdessään. Kyseisissä urakkaohjelman liitteissä on kuvattu myös palveluntuottajalle asetetut turvallisuusveloitteet ja tavoitteet sekä kuvattu näiden raportointi tilaajalle.

Palveluntuottajan laadunvarmistus ja laadun dokumentointi perustuvat tievalaistuksen palvelusopimuksissa palveluntuottajan laatimaan laatujärjestelmään ja palvelusopimuskohtaiseen laatusuunnitelmaan. Palveluntuottajan on pystyttävä osoittamaan tilaajalle laatudokumentointinsa avulla, että palvelusopimuksen laadunvarmistus on toteutettu tarjousvaiheessa tilaajalle toimitetun laatusuunnitelman ja -järjestelmän mukaisesti. Sopimuksen aikana hankintayksikölle toimitettavat laatudokumentit on esitetty urakkaohjelman liitteenä olevassa palvelusopimuksen aikana tilaajalle luovutettava dokumentointi -asiakirjassa.

Uutena asiakirjana vuoden 2016 urakkaohjelman liitteeksi laadittiin määräajat eri työsuorituksille -asiakirja, johon haluttiin koota yhteen eri asiakirjoissa mainittuja työsuoritusten määräaikoja. Kyseisen asiakirjan myötä pyritään selventämään tarjoajille hankinta-asiakirjojen sisältämiä vaatimuksia ja asiakirjojen mukaisten toimenpiteiden määräaikoja.

Toiminta- ja laatusuunnitelman sisältö

Tarjoajia veloitetaan tarjouspyyntövaiheessa laatimaan hankintayksikölle kuvaus palveluntuottajan sopimuksen aikaisesta toiminnasta, laaduntuottamisen periaatteista ja näiden varmistamisesta. Hankintayksikkö arvioi kyseisen tarjousvaiheen toiminta- ja laatusuunnitelman tarjousten selontottovaiheessa tarjouspyyntökirjeessä kuvatulla tavalla.

Jotta eri tarjoajien laatusuunnitelmien vertailua on saatu selkeytettyä, hankintayksikkö on laatinut tarjoajan toiminta- ja laatusuunnitelmaa varten ohjeen. Ohjeessa on kuvattu yksityiskohtaisesti ne asiat ja niiden järjestys, jotka tarjoajan tulee suunnitelmassaan kuvata. Alla esitetyssä sitaattitekstiesimerkkinä toimivassa kuvassa 2 on kerrottu ne asiat, joita edellytettiin vuosina 2015 - 2016 tarjoajien tarjousvaiheen yhteydessä laadittavassa toiminta- ja laatusuunnitelmassaan kuvaavan palvelusopimukseen osallistuvalla henkilöstöllä.

1 Palvelusopimukseen osallistuvan henkilöstön (oma henkilöstö, alihankinnat) resursointi ja osaaminen

1.1 Tarjousvaiheen toiminta- ja laatusuunnitelma

1.1.1 Palvelusopimukseen osallistuva henkilöstö (oma henkilöstö, alihankinnat)

Tarjousvaiheen toiminta- ja laatusuunnitelmassa edellytetään kuvausta:

- palvelusopimuksen vastuunalaisesta ja muusta työnjohdosta sekä sijaisuuksista, millä määrällä osallistuvat tähän urakkaan (%:a normaalista työajasta). Kuvaus laaditaan henkilöstöluetteloluettelo sijoituspaikkoi-neen.
- henkilöstön mitoitusperiaatteista ml. maastopalvelutehtävät ja asiantuntija-tehtävät
- palvelusopimuksen toteuttamiseen osallistuvan henkilöstön määrästä, alihankkijoiden määrästä ja ketjutuksesta. Kuvaus laaditaan henkilöstöluetteloluettelo sijoituspaikkoi-neen.
- alihankintojen henkilöstön valinta- ja hyväksymisperiaatteista
- oman ja alihankintahenkilöstön koulutuksesta ja kokemuksesta vastaavista valaistuksen hoito töissä

KUVA 2. Tarjousvaiheen toiminta- ja laatusuunnitelman vaatimuksia (ELY-Keskus 2016.)

Tarjouslomake

Tievalaistuksen palvelusopimuksen mukaisten töiden maksuperusteet koostuvat sekä kokonaishintaisista että yksikköhintaperusteisista töistä. Tästä syystä palvelusopimusten tarjouslomakkeessa tarjoajien on ilmoitettava kaikkien sopimusvuosien kokonaishintaisen töiden tarjoushinta sekä tarjouslomakkeella pyydyt tehtäväkohtaiset yksikköhinnat. Hyväksyttävältä tarjoukselta edellytetään, että tarjoajan on merkittävä tarjouslomakkeeseen hintatiedot kaikkiin niille varattuihin sarakkeisiin.

Taulukossa 2 on esitetty ote vuoden 2016 tievalaistuksen palvelusopimusten tarjouslomakkeesta, josta selviävät valaistuslaitteiden vaihtoon liittyvät tilaajan pyytämät yksikköhinnat. Ennen tarjouspyynnön toimittamista hankintayksikkö täyttää taulukkoon yksikköhintaperusteisten töiden määrät, joiden perusteella tarjoajat täyttävät taulukkoon kyseisten töiden yksikköhinnat.

TAULUKKO 2. Valaistuslaitteiden vaihtotyön yksikköhintaluettelo (ELY-keskus 2016.)

Tehtävä / Kohde	Määrä	Yksikkö	ä / €	YHTEENSÄ (alv 0 %)
Ylläpitotehtävät: Valaistuslaitteiden vaihto Tievalaistuksen hoito- ja kunnossapitotyöt, maksu- ja mittausperusteet kohta 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ja 4.8				
Jalustan vaihto SJ 4		kpl		0
Teräskartiopylväs HE3 h=10m V=2,5m		kpl		0
Myötäävä puupylväs h=10m		kpl		0
Puupylväsvarsi V= 1.0 - 2,5m		kpl		0
Valaisinvarren lyhennys		kpl		0
Valaisimen kytkentäjohtot ja liittimet ilmakaapeloinnin yhteydessä		kpl		0
Valaisimen kytkentäjohtot ja liittimet maakaapeloinnin yhteydessä		kpl		0
Valaisin SpNa 50 - 70 W, lamppuineen		kpl		0
Valaisin SpNa 100 - 250 W, lamppuineen		kpl		0
Valaisin SpNa 100 - 250 W, 2-tehokuristin ja tehonvaihtorele, lamppuineen		kpl		0
Valaisin LED 10m asennuskorkeus, valaistusluokka M3b (A14a)		kpl		0
Valaisin LED VP 2221/2223 M1 - M3		kpl		0
Maajakokeskus (versio 1)		kpl		0
Maajakokeskus (versio 2)		kpl		0
Haruksen uusiminen		kpl		0
Valaistuslaitteiden vaihdot YHTEENSÄ				0

Tarjoajan tulee hinnoitella taulukossa pyydyt yksiköt siten, että tarjottu yksikköhinta sisältää kaikki työsuorituksesta aiheutuvat kulut. Tätä varten tarjouslomakkeen mukaisten töiden otsikkotiedoissa on viitattu maksu- ja mittausperusteet -asiakirjan kohtiin, joiden perusteella tarjoajalle kuvataan kyseisten töiden työsuorituksen laajuus ja hinnoitteluperuste.

Maksu- ja mittausperusteet

Edellä mainittujen sopimuksen mukaisten töiden laajuuden ja hinnoitteluperusteen lisäksi maksu- ja mittausperusteet -asiakirjassa kuvataan yksikköhintaisten töiden työmäärien mittaus. Nämä määrämittausohjeet on kirjattu maksu- ja mittausperusteet -asiakirjaan, joten näitä samoja periaatteita voidaan soveltaa koko sopimuksen keston ajan.

Tievalaistuksen palvelusopimusten maksu- ja mittausperusteet -asiakirjan luvusta 4.1 poimitussa sitaattitekstissä on kuvattu metallisen tievalaistuspylvään yksikköhintaan sisältyvät työt. (Kuva 3.)

4.1 Metallipylväiden korjaaminen ja vaihto

Työhön kuuluvat pylväät varsineen; niiden hankinta, pystytys, suuntaus ja asennus.

Määrä: Palvelusopimuksen aikana erikseen tilattavien pylväiden kappalemäärä tyypeittäin eriteltynä. Työ tilataan erikseen lisätyönä.

Maksuperuste: Yksikköhinta euroa / kpl.

KUVA 3. Metallipylväiden korjaamisen ja vaihdon maksu- ja mittausperusteet (ELY-keskus 2016.)

Hinnoitteluperusteista käy ilmi, että metallipylväiden korjauksesta tai vaihdosta palveluntuottaja on oikeutettu saamaan korvausta yksikköhintaluettelon mukaisen yksikköhinnan mukaisesti. Tässä esimerkkitapauksessa yksikköhinta sisältää pylväiden ja valaisinvarsiensa hankinnan, pystytyksen, suunnauksen sekä asennukset kaikkine työn tekemiseen tarvittavine resursseineen, mutta ei esimerkiksi vanhan pylvään purkamista, koska tätä ei ole erikseen mainittu maksu- ja mittausperusteissa. Palveluntuottajalle ei korvata kyseisen työn yhteydessä esimerkiksi uuden pylvään asennustyön yhteydessä syntyneitä kalusto- ja asentajatunteja, mutta palveluntuottaja on oikeutettu laskuttamaan vanhan pylvään purkamisesta syntyneistä kuluista toteutuneiden työmäärien mukaisesti, mikäli kyseinen työ tilataan palveluntuottajalta. Näitä lisäkuluja ovat muun muassa kalusto- ja henkilöstöresursseista sekä jätemaksuista syntyneet kulut. Mikäli edellisessä esimerkissä olevan metallipylväiden korjauksen ja vaihtotyöhön tarkoitetun yksikköhinnan halutaan käsittävän myös vanhan pylvään purkamisen, tämä vaatimus on lisättävä kyseisen työsuorituksen maksu- ja mittausperusteiden -kohdan työselitykseen.

3.1.2 Tekniset asiakirjat

Tekniset asiakirjat ovat rakennustyön sisältöä, laatua ja suoritusta kuvaavia asiakirjoja, jotka palvelusopimuksessa on lueteltu teknisiksi asiakirjoiksi. (YSE 1998.)

Tievalaistuksen palvelusopimuksissa teknisiä asiakirjoja ovat

- työkohteluettelot ja valaistuskartta
- tievalaistuksen ohjausjärjestelmän periaatekuvaus
- tievalokeskuksen piiri- ja keskuskaaviomallit
- yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset.

Työkohteluettelot ja valaistuskartta

Tievalaistuksen palvelusopimukseen kuuluvat valaistuksen omaisuustietokantojen ylläpitäminen ajantasaisena koko sopimuksen ajan. Omaisuustiedolla tarkoitetaan hankintayksikön kilpailuttaman valaistuksen ominaisuustietoja. Kyseisiä ominaisuustietoja ovat muun muassa valaisinpylväiden ja tievalokeskusten määrä ja sijainti sekä valaisimien ja pylväiden malli ja kaapelointitapa.

Jotta tarjoajat pystyvät tarjousvaiheessa arvioimaan edellä mainittujen valaistuksen ominaisuustietojen vaikutusta tarjoushintaan, hankintayksikkö luovuttaa kyseiset tiedot jo tarjousvaiheessa kaikille tarjoajille sekä taulukkomuotoisena työkohdeluettelona että karttaesityksenä.

Tievalaistuksen ohjausjärjestelmän periaatekuvaus

Tievalaistuksen ohjausjärjestelmän kunnossapito ei kuulu tievalaistuksen hoidon palvelusopimuksen töihin. Tievalaistuksen hoidon palveluntuottaja on kuitenkin veloitettu käyttämään kyseistä järjestelmää valaistuksen huolto- ja säätötöissä. Ohjausjärjestelmän periaatekuvaus on liitetty hankinta-asiakirjoihin kuvaamaan tarjoajille kyseistä ohjausjärjestelmää ja tämän toimintaperiaatteita.

Tievalokeskuksen piiri- ja keskuskaaviomallit

Vuonna 2016 alkavien tievalaistusten palvelusopimuksien tarjouspyynnössä tarjoajilta pyydettiin yksikköhinnat tievalokeskusten vaihtotyölle kahdelle erityyppiselle tievalokeskukselle. Näitä yksikköhintoja varten vuonna 2016 alkavien palvelusopimusten hankinta-asiakirjoihin liitettiin uutena asiana kahden eri keskustyyppin piiri- ja keskuskaaviomallit. Molempien keskustyyppien piiri- ja keskuskaaviomallit toimitetaan tarjoajille tarjouspyyntöaineiston mukana. Tarjoajien tulee hinnoitella tarjoamansa yksikköhinnat kyseisten kaaviomallien perusteella.

Yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset

Asiakirjassa kuvataan palvelusopimuksen piiriin kuuluvat tehtävät sekä niihin liittyvät laatuvaatimukset. Tarjoajien toimittamat tarjoukset tulee perustua kyseisen asiakirjan kuvauksiin ja laatuvaatimuksiin. Tarjoaja sitoutuu tarjouksellaan tuottamaan palvelusopimuksen aikaisessa toiminnassaan hankintayksikön määrittämää vähimmäislaatuastoa työselostusten ja laatuvaatimusten mukaisesti. Sopimuksen aikainen tilaajan laadunvalvonta perustuu palveluntuottajan laatiman toiminta- ja laatusuunnitelman lisäksi yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset -asiakirjassa määriteltäviin vaatimuksiin.

3.2 Hankinta-asiakirjoissa ilmenneet ongelmat ja asiakirjojen päivitystarve

Julkisten hankintojen prosessi on melko vaativa toimenpide. Vaikka ensimmäinen laki julkisista hankinnoista säädettiin jo vuonna 1992, lain soveltaminen ja siihen liittyvät haasteet ovat varsinkin palveluhankintojen osalta toden teolla realisoituneet vasta tämän vuosituhannen puolella. Julkisten hankintojen markkinat ovat myös monelta osin vielä kehittymässä ja edelleen haetaan tapoja, miten näillä markkinoilla toimitaan. (Nordberg 2008-12-4.)

Viime vuosina Liikenneviraston ja ELY-keskusten liikennevastuualueiden kilpailuttamissa julkisista hankinnoista tehdyt oikaisumenettelyt ja markkinaoikeuskäsittelyt ovat lisääntyneet. Asia käy hyvin selville Liikenneviraston lakimies Anna Myllylän (2015-10-28) Liikenneviraston ja ELY-keskusten yhteiselle investointien asiantuntijaverkolla esittelemästä hankintajuristien ja hankinnan ohjaus-yksikön tilannekatsauksesta. Tilannekatsaukseen Myllylä oli koonnut vuosina 2011 – 2015 Liikenneviraston ja ELY-keskusten liikennevastuualueiden hankinnoista markkinaoikeuteen jätetyt valitukset sekä hankinnoista tehtyjen oikaisumenettelyjen määrät edellisiltä viideltä vuodelta. (Taulukko 3.)

TAULUKKO 3. Markkinaoikeusvalituksia ja oikaisuvaatimuksia (Myllylä 2015-10-28.)

Vuosi	Markkinaoikeus	Oikaisumenettely
2015	13	21
2014	8	8
2013	20	11
2012	17	9
2011	8	-

Suurimpana selityksenä lisääntyneille oikeustapauksille nähdään valitusherkkyyden kasvun ohella se, että hankintayksiköt eivät ole riittävän konkreettisesti ja yksityiskohtaisesti kuvanneet hankinta-asiakirjoissa hankinnan sisältöä ja tarjousten vertailuperusteita. Pohjonen (2011, 79) on kirjassaan listannut onnistuneen julkisen rakennushankinnan edellytyksiä. Yhdeksi onnistuneen hankinnan edellytykseksi Pohjonen onkin kirjannut juuri edellä mainitun tosiasian. Hankintayksikön tulee kuvata tarjouspyynnössään ja urakkaohjelmassaan hankinnan sisältöä ja ehtoja sekä tarjouksen vertailuperusteita niin selkeästi ja yksityiskohtaisesti että tarjoajat voivat tehdä mahdollisimman hyvin hankintayksikön tavoitteisiin tähdättyjä tarjouksia.

Hankinnan onnistumisen ja laillisuuden kannalta on ratkaisevaa se kuinka yksiselitteisesti hankintayksikkö on pystynyt kuvaamaan tulevaa hankintaa ja tarjouksen laadintaa hankinta-asiakirjoissa. Hankintalain 40 §:n 1 momenteissa edellytetään EU-kynnysarvot ylittävien hankintojen osalta, että tarjouspyyntö on tehtävä kirjallisesti ja laadittava niin selkeäksi, että sen perusteella voidaan antaa yhteismitallisia ja keskenään vertailukelpoisia tarjouksia.

Edellä mainitusta hankintalain vaatimuksesta vuoksi ELY-keskukset saivat konkreettisen muistutuksen vuonna 2015, kun markkinaoikeus kumosi Lapin ELY-keskuksen tekemän hankintapäätöksen. Markkinaoikeuden päätös koski Lapin ELY-keskus 13.2.2015 julkaisemaa hankintapäätöstä Lapin alueen tievalaistuksen palvelusopimuksesta vuosille 2015–2020. Hankintapäätöksellä Lapin ELY-keskus ilmoitti valinneensa tarjouskilpailuun jätetyistä tarjouksista HSK Sähkö Oy:n tekemän 2,1 miljoonan euron tekemän tarjouksen. Hankintapäätöksellä Lapin ELY-keskus ilmoitti hylänneensä Pohjanmaan Antenni ja Valaistus Oy:n tekemän tarjouksen laadullisen arvioinnin seurauksena. Lapin ELY-keskus ilmoitti hankintapäätöksessään hylkäämisen perusteeksi tarjouksessa ilmenneet puutteet sopimukseen nimetyn henkilöstön ja kaluston osalta. Lapin ELY-keskus oli huomionnut havaitsemansa puutteet tarjouksen pisteytystilanteessa, jolloin kyseisen tarjoajan saamat laatu-pisteet jäivät tarjouspyynnössä ilmoitetun pisterajan alapuolelle. Hylkäämisen seurauksena Pohjanmaan Antenni ja Valaistus Oy valitti tehdystä päätöksestä markkinaoikeuteen helmikuussa 2015. Perusteluna valitukselle Pohjanmaan Antenni ja Valaistus Oy katsoi, että Lapin ELY-keskus oli menetellyt virheellisesti ja valittajaa syrjivästi hylätessään valittajan tekemän tarjouksen. Pohjanmaan Antenni ja Valaistus Oy:n valituksessa todettiin, että tarjoukseen oli nimetty tarjottavaan sopimukseen nähden riittävät henkilöstö- ja kalustoresurssit. (Markkinaoikeus 2015-9-30.)

Markkinaoikeus (2015-9-30) katsoi tekemässään päätöksessään Lapin ELY-keskuksen tievalaistuksen palvelusopimukseen liittyen, ettei tarjouksen valintaan vaikuttavia seikkoja oltu kuvattu tarjouspyyntöasiakirjoissa tarjousten laatuarvioinnin osalta riittävällä tarkkuudella. Päätöksessä ilmoitettiin, että ELY-keskuksen käyttämien kuvausten perusteella tarjoajien on ollut mahdotonta tietää, mitä seikkoja hankintayksikkö on pitänyt lisäarvoa tuottavina kohteina. Tästä syystä markkinaoikeus katsoi päätöksessään, että kyseisessä hankinnassa käytetty tarjouspyyntöaineisto oli siten ollut omiaan antamaan hankintayksikölle lähes rajoittamattoman vapauden tarjousten laatuarvioinnin toteuttamisessa. Toiseksi epäkohdaksi tarjouspyyntöaineistossa markkinaoikeus näki tarjouspyynnön ja hankintailmoitusten välisten ehdokkaille ja tarjoajille asetettujen vähimmäisvaatimusten sekoittumisen tarjousten keskeiseen paremmuuden vertailuun käytettyihin kriteereihin. (Markkinaoikeus 2015-9-30.)

Hankintalain 24 §:ssä säädetyn mukaisesti hankintayksikön on hankintamenettelyn ensimmäisessä vaiheessa valittava tarjoajiksi hyväksyttävät ehdokkaat noudattamalla hankintailmoituksessa esitetyt ehdokkaiden soveltuvuutta koskevia vähimmäisvaatimuksia. Tehtyjen valintojen jälkeen hankintayksikön tulee lähettää tarjouspyynnöt tarjouskilpailuun soveltuviksi katsomilleen tarjoajille. Tällä tarkoitetaan sitä, että esikarsinnan läpäisseet ehdokkaat ovat jo täyttäneet asetetut vähimmäisvaatimukset, kun heidät on hyväksytty tarjoajiksi. Näin ollen vähimmäisvaatimusten sisältöön ei voida enää tarjousvaiheessa hankintalain mukaisesti palata.

Markkinaoikeus (2015-9-30) totesi päätöksessään, että hankintayksikkö oli hankintailmoitusvaiheessa pyytänyt tarjouskilpailuun ilmoittautuvia ehdokkaita esittämään vaaditun teknisen suorituskyvyn osoittamiseksi selvityksen palvelusopimuksesta vastaavan henkilön ja työntekijöiden koulutuksesta, kokemuksesta ja pätevydestä. Tämän lisäksi hankintayksikkö ilmoitti vielä tarjouspyynnössään, että tarjousten laadun arvioinnissa vertailuperusteena käytetään muun ohella jo edellä mainittuja hankintailmoitusvaiheessa pyydettyjä henkilöstön resursointia ja osaamista. Markkinaoikeuden päätöksessä korostettiin, että tarjoajien ominaisuuksien ja tarjousten arvioinnissa käytettävät perusteet tulee hankintamenettelyssä erottaa toisistaan eikä tarjousten keskeistä paremmuutta vertailemiseen tule käyttää sellaisia perusteita, jotka liittyvät tarjoajien ominaisuuksiin. Markkinaoikeus katsoi päätöksessään, ettei hankintayksikkö ollut hankintamenettelyssään riittävällä tavalla erottanut toisistaan tarjoajien soveltuvuuden arviointiin liittyviä vähimmäisvaatimuksia ja tarjousten vertailuperusteita ja näin ollen tarjouspyyntö on ollut hankintalain säännösten vastainen. Yllä mainituilla perusteilla markkinaoikeus kumosi päätöksellään Lapin ELY-keskuksen 13.2.2015 tekemän hankintapäätöksen kyseisestä hankinnasta. Markkinaoikeuden päätöksen seurauksena Lapin ELY-keskuksen oli järjestettävä palvelusopimuksen hankinnasta kokonaan uusi tarjouskilpailu. (Markkinaoikeus 2015-9-30.)

Kyseinen oikeusprosessin seurauksena Lapin ELY-keskus joutui tekemään erillisen jatkosopimuksen olemassa olevan Lapin alueen valaistuksen huoltourakoitsijan kanssa. Lapin ELY-keskus aloitti uuden hankintaprosessin Lapin alueen valaistuksen hoidosta 2.11.2015 julkaisemalla uudesta hankintakil-

pailusta hankintailmoituksen. Uudessa hankintakilpailussa Lapin ELY-keskus käytti tämän opinnäytetyön aikana laadittuja hankinta-asiakirjamalleja, joissa on huomioitu yllä kuvatut markkinaoikeuden päätöksen aiheuttamat muutokset hankintaan.

3.3 Palveluntuottajille tehty kysely hankinta-asiakirjoista

Hankinta-asiakirjoihin liittyviä ongelmia kartoitettiin alkuvuodesta 2015 tievalaistuksen hoidosta vastaaville palveluntuottajille suunnatulla kyselyllä. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää palveluntuottajien arviot tarkasteluhetken tievalaistuksen hoidon hankinta-asiakirjoista ja löytää niitä asioita joihin palveluntarjoajat haluaisivat asiakirjoissa muutosta. Kysely toimitettiin yhteensä neljälle eri Itä-Suomen alueella toimivalle tievalaistuksen palveluntuottajalle ja kaikilta saatiin kyselyyn vastauksia. Saatujen vastausten pohjalta laadittu yhteenveto löytyy kokonaisuudessaan tämän opinnäytetyön liitteestä 1.

Kyselyssä palveluntuottajia pyydettiin kommentoimaan aikaisempien kilpailutuskierrosten perusteella

- hankinta-asiakirjoja yleisesti
- asiakirjoihin edeltävinä vuosina tehtyjen päivitysten kehityssuuntaa
- palvelusopimusten mukaisten huoltokierrosten ja ryhmävaihtojen mitoitusta
- sopimusalueiden kokoa
- sopimusajan kestoa
- takuuajakoja
- huolto- ja ylläpitotöiden hinnoittelun periaatteita.

Tievalaistuksen palveluntuottajilta saatujen vastausten perusteella voidaan yleisesti todeta, että tievalaistuksen hoidon hankinta-asiakirjat ovat olleet viime vuosina melko selkeitä. Hankinta-asiakirjojen yhtenä yleisenä ongelmana nähtiin kuitenkin asiakirjojen kattavuus ja laajuus, joka on aiheuttanut ongelmia uusien palveluntuottajien osalla. Sopimuksen aikaisia ongelmia on yleisimmin esiintynyt, mikäli tarjoajat eivät ole täysin ymmärtäneet asiakirjakokonaisuuden sisältöä ja asiakirjoissa tilaajan sopimukselle asettamia vaatimuksia.

Tievalaistuksen palvelusopimuksia kilpailutetaan vuosittain useita yhtäaikaisesta, jolloin monet tarjoajat jättävät tarjouksensa yhtäaikaisesti useampaan tarjouskilpailuun. Kyselyn yhteydessä vastanneilta yrityksiltä tuli toive, että eri sopimusten hankinta-asiakirjat eivät saisi poiketa toisistaan, kuin pelkästään sopimuskohtaisten asiakirjojen osalta. Perusteluna tälle toiveelle jo kyselyn aikaisissa vuoropuheluissa nousi esiin tarjouspyyntöjen sisällön selvittämiseen liittyvä ongelma, mikäli sopimuskohtaisia vaatimuksia on asetettu myös yleisissä asiakirjoissa.

Hankinta-asiakirjoihin viime vuosina eri ohjeistusten myötä tulleet tarkennukset työ- ja liikenneturvallisuuden raportointivelvoitteiden osalta koettiin vastaajien kesken negatiivisina. Tarkennusten nähtiin lisäävät palvelusopimukseen liittyvää raportointia, jonka koettiin vievän työnjohdon resursseja pois maastossa tehtävästä valaistuksen hoidosta.

Palvelusopimuksen mukaisten huolto- ja tarkastuskierrosten mitoitus nähtiin nykyisellään hyväksi, eikä tähän toivottu pääsääntöisesti muutosta.

Sopimusalueiden kokoon liittyvät vastaukset jakaantuivat hyvin jyrkästi kahtia. Osa vastaajista piti isompia sopimusalueita taloudellisesti kannattavampana, jolloin sopimuksen yleiskulut saataisiin ja-ettua lähes samansuuruisena isommalle alueelle. Kuitenkin toinen puolikas vastaajista totesi, että sopimusalueiden kasvattaminen toisi ongelmia maantieteellisesti laajan sopimusalueen hoitamisessa, josta seuraisi laadun lasku ja hintojen nousu. Syynä vastausten jyrkkään jakaantumiseen nähdään erot kyselyyn vastanneiden yritysten koossa. Pienemmät yritykset halusivat säilyttää sopimusalueiden koot maltillisen pieninä, jolloin heidän resursseillaan pystytään selviytymään paremmin pienempien maantieteellisten alueiden valaistuksen hoidosta. Vastaavasti isommat resurssit omaavat suurempikokoiset yritykset olisivat valmiita laajentamaan toimintaansa isommille maantieteellisille alueille. Toisin sanoen isommat maantieteelliset sopimusalueet tulisivat mahdollisesti karsimaan tarjouskilpailusta pois pienempiä yrityksiä.

Huomiona nykyisten sopimusalueiden yhdistämisessä nähtiin, että yhdistettävien sopimusalueiden liikenneolosuhteet eivät saisi poiketa juurikaan toisistaan. Saatujen vastausten perusteella voidaan todeta, että mikäli yhdistettyjen alueiden liikenneolosuhteet vaihtelevat suuresti, tämä tuottaa palveluntuottajalle ongelmia kaluston mitoituksessa alueiden kesken esimerkiksi ryhmävaihdossa ja kolari- vaurioiden korjauksissa.

Nykykäytännön mukaiset viiden vuoden kestoiset palvelusopimukset saivat vastanneiden kesken eniten kannatusta. Osa vastaajista puolsi myös pitempiä sopimuksia, mutta vastaavasti osa vastaajista oli näitä vastaan. Viittä vuotta lyhemmät palvelusopimukset eivät saaneet kannatusta, vaan nämä nähtiin liian lyhytkestoisiksi sopimusten luonteen takia.

Lamppujen takuuajan kasvatus yli neljään vuoteen ei saanut kyselyssä juurikaan vastaajilta kannatusta. Eniten huolta aiheutti epäily markkinoille tulleiden kuuden vuoden kestoille mitoitettujen lamppujen todellisesta kestävydestä. Osa vastaajista totesi kuitenkin, että viiden vuoden takuuajaksi olisi vielä kuitenkin hyväksyttävissä.

Sopimuksen mukaisten töiden hinnoittelun selkeyttämisen kannalta nähtiin järkevänä, että uusiin palvelusopimukseen tuotaisiin mukaan entistä enemmän yksikköhintoja, jolloin niin sanotulla päivähinnalla tehtävien töiden osuutta saataisiin vähennettyä.

3.4 Hankinta-asiakirjoihin tehdyt tarkennukset

3.4.1 Markkinaoikeuden päätöksen seurauksena tehdyt muutokset

Hankinta-asiakirjojen päivittämisen yhtenä lähtökohtana oli saada huomioitua uusiin hankinta-asiakirjamalleihin vuonna 2015 markkinaoikeuden tekemän päätöksen vaatimukset liittyen Lapin tievalaistuksen palvelusopimukseen. Markkinaoikeuden päätöksessä todetut asiat huomioitiin tämän opinäytetyön tekemisen yhteydessä laadittuihin uusiin hankinta-asiakirjamalleihin lisäämällä tarjouspyyntöasiakirjoihin tarkat kuvaukset siitä, mitä hankintayksikkö jätetyiltä tarjouksilta velvoittaa vähimmäisvaatimuksiksi ja millä perusteella hankintayksikkö suorittaa tarjousten välistä vertailua.

Hankinta-asiakirjojen päivitys toteutettiin kirjaamalla tarjouspyyntökirjeeseen ja tämän liitteisiin hankintayksikön edellyttämät vähimmäisvaatimukset sopimukseen nimettävän työnjohdon määrästä, kokemuksesta ja koulutuksesta. Lisäksi tarjoajia edellytettiin täyttämään hankinta-asiakirjojen mukana toimitettavan Toiminta- ja laatusuunnitelman sisältö -dokumentin liitteenä oleva resurssitaulukko. Resurssitaulukkoon tarjoajan tulee täyttää tarjousvaiheessa sopimukseen nimeämänsä henkilöstö- ja kalustoresurssit ja näiden sopimuksen käyttöön ilmoittamansa sidotut määrät. Resurssitaulukon tarkoituksena on selkeyttää hankintayksiköiden suorittamaa tarjousten vertailua tarjoukseen nimettyjen henkilöstö- ja kalustoresurssien osalta.

Vähimmäisvaatimusten lisäksi tarjouspyyntökirjeeseen kirjattiin ne asiat joiden perusteella hankintayksikkö tulee tarjoajien laatimia tarjouksia vertailemaan sekä hankintayksikön näkemys näiden asioiden hyväksyttävistä viiden laatupisteen kuvauksesta. Tarjouspyyntökirjeeseen kirjattiin kuvaukset myös siitä, millä perusteella hankintayksikkö antaa tarjousten vertailussa tarjoajalle lisäpisteitä ja mitkä asiat taas vähentävät tarjoajien saamia pisteitä. Tätä vertailua varten tarjoajien tulee hintatarjouksensa lisäksi laatia Toiminta- ja laatusuunnitelman sisältö -asiakirjan mukaiset laatusuunnitelmat palvelusopimuksen töihin liittyen. Kyseisessä dokumentissa tarjoajia pyydettiin kuvaamaan seuraavia asioita:

- palvelusopimukseen osallistuvan henkilöstön resursointi ja osaaminen
- käytettävä kalusto lisälaitteineen, mitoittavat suunnitelmat, lähtöpisteiden ja varastojen sijainnit sekä kalusto- ja materiaalihankinnat
- tavoitettavissa oloon liittyvät suunnitelmat, valaistuksen toimivuuden seuranta sekä toimenpiteiden käynnistäminen ja tiedottaminen
- palvelusopimuksen laadunvarmistuksen toteutus ja dokumentointi.

Yllä mainituista arviointikohdista tarjouspyyntökirjeeseen kirjattiin vuonna 2016 alkavien sopimusten osalta seuraavat hankintayksikön yleiset näkemykset viiden laatupisteen mukaiseen laatuarvioon riittävistä kuvauksista, joita sovelletaan kaikkien yllä mainittujen kuvausten arviointiin:

- tarjouksesta käy ilmi ymmärrys palvelusopimuksen sisällöstä ja sen vaatimista mitoituksista, joiden perusteella tilaaja voi vakuuttua, että palvelusopimus voidaan toteuttaa sopimuksen mukaisesti

- sopimuskohtaiset kuvaukset ovat selkeitä ja sopimuksen toteuttamisen kannalta tarkoituksenmukaisia.

Yllä mainittujen kuvausvaatimusten lisäksi hankintayksikkö määritteli seuraavat kuvauskohtaiset viiden laatupisteen mukaiset vaatimukset:

- palvelusopimukseen osallistuvan henkilöstön kuvaukselta edellytettiin, että tarjouksen perusteella tilaaja voi vakuuttua henkilöstön osaamisesta ja osaamisen ylläpidon huolehtimisesta
- käytettävän kaluston ja lähtöpisteiden osalta tarjouspyyntökirjeeseen kirjattiin tilaajan tavoittelemien työyksiköiden ja lähtöpisteiden lukumäärät.

Hankintayksikön tavoittelema tievalaistuksen hoidon työyksiköiden määrä kirjattiin sopimuskohtaisesti tarjouspyyntökirjeeseen. Edellä esitettyä kalustovaatimusta selventämään tarjouspyyntökirjeeseen tarkennettiin vaatimusta asiakirjoissa ilmaistusta työyksiköstä. Kalustovaatimusten yhteydessä työyksikön määriteltiin koostuvan tievalaistuksen kunnossapitotöihin soveltuvasta nostokoriautosta ja työn tekemisen tueksi tarvittavista muista resursseista ja liikenteenohjauslaitteista. Työyksikön koon ilmoitettiin riippuvan sopimuksen mukaisten töiden kohde kohtaisesta liikenteenohjaustarpeesta.

Yllä mainittujen tarkennusten avulla hankintayksikköinä toimivat ELY-keskukset pyrkivät varmistamaan, että tarjoajat ovat perehtyneet tarjottavaan palvelusopimukseen ja ovat huomioineet tarjouksessaan tarjottavan palvelusopimuksen ominaispiirteet ja vaativuuden. Kuvaamalla hankintayksikön odotukset ja pisteytyksen perustelut kilpailutettavasta palvelusopimuksesta hankintayksikkö täyttää hankintalain vaatimuksen hankinnan vertailuperusteiden ilmoittamisesta.

3.4.2 Muut asiakirjojen täydennykset

Tarjosten vertailun selkeyttämiseksi Toiminta- ja laatusuunnitelman sisältö asiakirjaan tarkennettiin palvelusopimukseen ilmoitettujen henkilö- ja kalustoresurssien vaatimusta. Uutena vaatimuksena tarjouksen mukana toimitettavalle suunnitelmalle tuli muun muassa, että tarjoajien on ilmoitettava suunnitelmassaan nimettyjen henkilöiden ja kaluston työnaikaiset sijoitus- ja lähtöpisteet. Lisäksi tarjoajia pyydettiin ilmoittamaan sopimukseen nimeämänsä kaluston sitovuus kyseistä palvelusopimusta kohtaan prosentteina.

Edellä mainituilla vaatimuksilla tilaaja pyrkii varmistamaan, että tarjoajat ovat selvittäneet itselleen tarjousvaiheessa tarjottavan sopimuksen paikalliset ominaisuudet ja varanneet kyseisen sopimuksen töihin nähden riittävät resurssit töiden hoitamiseen.

Urakkaohjelmaan kirjattua vaatimusta työnjohdon kokemuksesta päätettiin myös tarkentaa. Aikaisemmin vaatimuksena oli, että sopimukseen nimetyllä vastaavalla työnjohtajalla tuli olla vähintään viiden vuoden käytännön työkokemus vastaavista alan töistä. Kuitenkin vuonna 2015 alkaneisiin palvelusopimuksiin jätettyjen tarjosten vertailun yhteydessä helmikuussa vuonna 2015 todettiin, että

tätä vaatimusta on muutettava. Perusteluna muutostarpeelle oli, että osa tarjoajista oli nimennyt tarjoukseensa vastaavia työnjohtajia, joilla ei kuitenkaan ollut tilaajan tarkoittamaa valaistuksen hoidon tai rakentamisen kokemusta, vaan kokemukset olivat muilta sähkötöihin liittyviltä aloilta. Tästä syystä vuonna 2016 alkavien sopimusten työnjohdon vaatimukseksi kirjattiin, että työnjohtajalla tulee olla vähintään kolmen vuoden työnjohtotasoinen kokemus maanteiden tai katujen valaistuksen rakentamisesta tai kunnossapidosta.

Kuten palveluntuottajille tehdyssä kyselyn vastauksista selvisi, osalla palveluntuottajista on vaikeuksia hahmottaa hankinta-asiakirjojen perusteella sopimuksen kokonaisuutta ja kaikkia tilaajan asettamia vaatimuksia. Tätä ongelmaa selventämään hankinta-asiakirjoihin lisättiin urakkaohjelman liitteeksi erillinen dokumentti, johon tilaaja on listannut eri hankinta-asiakirjoihin sisällytetyjä päivämääriä ja vasteaikavaatimuksia eri työsuorituksille.

Palveluntuottajille tehdyssä kyselyssä vastaajien kesken oikeana kehityssuuntana pidettiin sitä, että sopimuksiin tuotaisiin entistä enemmän yksikköhintaisia töitä, jolloin sopimuksen aikaista töiden hinnoittelua saataisiin selkeämmäksi. Esiitettyjen toiveiden perusteella tarjouslomakkeelle lisättiin yksikköhinnat muun muassa maanteiden valaistukseen tarkoitetuille LED-valaisimille ja valaisinvarren lyhennykselle.

Edellä mainittujen päivitysten lisäksi hankinta-asiakirjoihin tehtiin lukuisia pienempiä päivityksiä Liikenneviraston päivitysteiden hankinnan ohjeistuksien vuoksi.

3.5 Muutosten vaikutus tarjouksiin

Lapin ELY-keskuksen 2.11.2015 julkaiseman hankintailmoituksen pohjalta ELY-keskukselle saapui vuonna 2016 alkavaan Lapin alueen tievalaistuksen palvelusopimukseen osallistumishakemuksia yhteensä kuudelta ehdokkaalta. Kaikkien osallistumishakemuksen jättäneiden ehdokkaiden hakemukset katsottiin täyttävän hankintailmoituksen vähimmäisvaatimukset, jonka seurauksena tarjouspyyntö toimitettiin kaikille kuudelle ehdokkaalle. Kuudesta ehdokkaaksi ilmoittuneesta yrityksestä neljä jätti hankinnasta Lapin ELY-keskukselle tarjouksensa. Lapin ELY-keskuksen toimitetuista tarjouksista yksi saapui tarjouspyyntökirjeessä ilmoitetun määräajan jälkeen, minkä seurauksena tarjous hylättiin. Tarjousten pisteytyksen perusteella todettiin, että yhden tarjoajan laatupisteet jäivät tarjouspyynnössä esitettyä rajaa alemmaksi, minkä vuoksi kyseisen tarjoajan hintatarjousta ei avattu. Tarjousten pisteytyksen läpäisseiden kahden tarjoajan hintakuoret avattiin erillisessä avaustilaisuudessa 5.2.2016. Voittaneen tarjouksen veroton tarjoushinta viiden vuoden kestoiselle palvelusopimukselle oli noin 1,47 miljoonaa euroa ja toiseksi tulleen tarjouksen noin 1,60 miljoonaa euroa. (Lapin ELY-keskus 2016.)

Vuonna 2015 Lapin-ELY-keskuksen tekemän hankintapäätöksen mukaisesti, jonka markkinaoikeus myöhemmin kumosi, vuoden takaiseen hankintaan osallistumishakemuksensa ja tarjouksensa jätti peräti viisi tarjoajaa. Tuolloin kyseiseen hankintaan jätetyistä tarjouksista yksi ei läpäissyt pisteytys-

vaihetta, vaan kyseisen tarjouksen laatuasteet jäivät vaaditun rajan alapuolelle. Kyseisessä hankinnassa voittaneen tarjoajan veroton tarjoushinta oli noin 1,37 miljoonaa euroa viiden vuoden kestoiselle palvelusopimukselle. Toiseksi tulleen tarjouksen vastaava tarjoushinta oli noin 1,93 miljoonaa euroa. (Lapin ELY-keskus 2015b).

Uudenmaan ELY-keskuksen projektipäällikkö Mikko Vihermäeltä (2016-2-18) saatujen tietojen mukaisesti Uudenmaan ELY-keskukselle saapui julkaistun hankintailmoituksen perusteella osallistumishakemuksia yhteensä kahdeksalta ehdokkaalta. Uudenmaan ELY-keskuksen laatiman tarjousten avaus- ja käsittelypöytäkirjan tietojen perusteella tarjouspyynnöt toimitettiin kaikille kahdeksalle ehdokkaalle, joista kuusi tarjoajaa toimitti tarjouksen asetetun määräajan sisällä. Vastaavasti kuin Lapin ELY-keskuksenkin hankinnassa, Uudenmaan ELY-keskukselle saapui määräajan päätyttyä yksi tarjous, joka hylättiin myöhästyneenä. Tarjousten laadullisessa vertailussa kahden tarjoajan tarjoukset eivät ylittäneet tarjouspyynnössä edellytettyihin pisterajoihin, minkä perusteella kyseisten tarjousten hintatarjousta ei avattu. Uudenmaan ELY-keskuksen (2016) tekemän hankintapäätöksen perusteella Länsi-Uudenmaan tievalaistukseen jätetty edullisin tarjous oli verottomalta tarjoushinnaltaan noin 2,60 miljoonaa euroa ja toiseksi tulleen tarjouksen noin 2,62 miljoonaa euroa.

Länsi-Uudenmaan tievalaistuksen palvelusopimuksen edellisellä kilpailutuskierröksellä vuonna 2011 tarjouspyynnöt toimitettiin yhteensä viidelle osallistumishakemuksen jättäneelle ehdokkaalle, joista neljä jätti hankintakilpailuun tarjouksensa. Voittaneen tarjouksen veroton tarjoushinta oli tuolloin noin 2,34 miljoonaa euroa ja seuraavaksi tulleen noin 2,83 miljoonaa euroa.

Edellä mainittujen eri vuosina tehtyjen tarjoushintojen eroja selittää osaltaan hankinta-asiakirjoihin tehdyt tarkennukset sekä alan valtakunnallinen markkinatilanne. Vuosien 2015 ja 2016 vaihteessa ELY-keskukset kilpailuttivat ainoastaan kaksi vuonna 2016 alkavaa tievalaistuksen palvelusopimusta, kun vuotta aikaisemmin tievalaistuksen palvelusopimuksia oli kilpailutuksessa viisi kappaletta. Viimeisimmän vuosina 2015–2016 tehdyn kilpailukierröksen tapaan vuonna 2011 alkavia palvelusopimuksia kilpailutettiin tuolloin vain kaksi kappaletta. Lisäksi yhtenä tarjoushintaeroja selvittävänä tekijänä ovat tarjouslomakkeelle lisätyt yksikköhintaistetyt, jotka eivät aikaisemmalla kilpailutuskierröksellä sisällyneet tarjoushintaan.

Alla olevasta taulukosta 4 käy ilmi tievalaistuksen palvelusopimusten kilpailutuskierto vuosina 2010–2016. Taulukon perusteella voidaan todeta, että eri vuosien välillä on ollut erittäin suuria eroja kilpailutettavien sopimusten määrissä. Tähän asiaan on kuitenkin ELY-keskusten yhteisessä sähköverkossa viime vuosina puututtu ja eri vuosina kilpailutukseen tulevien sopimusten määriä on pyritty tasaamaan kilpailuttamalla eripituisia palvelusopimuksia sopimusten keston vaihdelta neljän ja kuuden vuoden välillä.

TAULUKKO 4. Tievalaistuksen palvelusopimusten kilpailutuskierto vuosina 2010–2016 (ELY-keskus 2016.)

Sopimuksen alkamisvuosi	Kilpailutettavat tievalaistuksen palvelusopimukset	Uusien sopimusten määrä
2010	Pohjois-Pohjanmaa, Lappi, Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala, Keski-Suomi, Satakunta, Itä-Uusimaa, Kanta-Häme ja Päijät-Häme	9
2011	Kainuu ja Länsi-Uusimaa	2
2012	Oulu, Etelä-Savo ja Pirkanmaa	3
2013	Etelä-Karjala ja Varsinais-Suomi	2
2014	Etelä-Pohjanmaa, Kymenlaakso, Pohjois-Savo, Satakunta ja Kanta-Häme	5
2015	Pohjois-Pohjanmaa, Pohjois-Karjala, Keski-Suomi, Itä-Uusimaa ja Lappi	5
2016	Lappi ja Länsi-Uusimaa	2

Länsi-Uudenmaan tievalaistuksen hoidon palvelusopimuksen kilpailutuksen yhteydessä osallistumisilmoitusten määrä nousi viidestä hakemuksesta kahdeksaan ja saatujenkin tarjousten määrä neljästä tarjouksesta seitsemään tarjoukseen. Myös Lapin ELY-keskuksen hankinnassa osallistumishalukkuus oli vuonna 2016 alkaviin sopimuksiin parempi kuin edellisenä vuonna. Tästä huolimatta viimeisimmällä kilpailutuskierröksellä saatuja tarjouksia oli yksi vähemmän kuin edellisenä vuonna.

Edellä mainittujen eri vuosina saatujen tarjousten pohjalta voidaan kuitenkin todeta, että asiakirjoihin vuoden 2015 aikana tehdyt tarjoukset eivät ole kokonaisuutta kannalta vähentäneet kilpailutettavien hankintojen osallistumis- ja tarjoushalukkuutta. Edellä mainittujen kilpailutusten pohjalta voidaan todeta, että yritysten tarjoushalukkuus on itse asiassa kasvanut edellisten kilpailutuskierrosten tarjoushalukkuudesta, mikäli tarjoushalukkuuden mittarina käytetään saatujen osallistumishakemusten ja tarjousten kokonaismäärää.

Kilpailutuskierroksen tulosten ratkettua tehtiin kyselykierron tarjousten vertailuun osallistuneille hankintayksiköille sekä tarjouksen jättäneille palveluntuottajille. Kyselyn avulla selvitettiin hankintayksiköiden ja palveluntuottajien kantaa tehdyistä hankinta-asiakirjojen muutoksista. Yhteenvetona kyselyn vastauksista todettiin, että tehdyt muutokset koettiin erittäin myönteisinä. Asiakirjoihin tehtyjen muutosten koettiin vastausten perusteella selkeyttäneen itse hankinta-asiakirjojen lisäksi ennen kaikkea tarjousten vertailua ja vertailun perusteluita. Lisääntyneiden yksikköhintojen odotetaan selkeyttävän myös tulevaa sopimuksen aikaista toimintaa.

3.6 Hankinta-asiakirjoille asetettujen tavoitteiden täyttyminen

Vuoden 2016 kilpailutuskierröksellä saatujen tarjousten pohjalta voidaan todeta, että hankinta-asiakirjoihin tehdyt muutokset selkeyttivät tarjouksia. Tämän seurauksena näiden keskinäistä vertailua saatiin pisteytysvaiheessa edellisiä vuosia perustellummaksi.

Uhkana tarjouspyyntöjen julkaisuvaiheessa oli, että tarjousten pisteytyksen avaaminen tälle tasolle aiheuttaisi sen, että tarjoajat tyytyisivät toiminta- ja laatusuunnitelmien laadinnassa esitettyihin viiden pisteen kuvauksiin. Edellä mainittu uhka olisi realisoitunut, mikäli tarjoajat eivät olisi luvanneet tarjouksissaan lähtöpisteitä sekä henkilö- ja kalustoresursseja enempää, kuin tilaaja on vähimmäisvaatimuksissa ja viiden pisteen kuvauksissa edellyttänyt.

Tarjousten pisteytysvaiheessa kävi kuitenkin ilmi, että esitetty skenaario ei toteutunut. Varsinkin Lapin tievalaistuksen hoidon palvelusopimukseen jätetyissä hyväksytyissä tarjouksissa luvattiin lähtöpisteitä ja resursseja huomattavasti yli tilaajan esittämien raja-arvojen. Myös Uudenmaan ELY-keskukselle jätetyissä tarjouksissa esitetyt resurssit ja lähtöpisteet oli pääsääntöisesti ilmoitettu yli tilaajan vaatimusten. Vaatimukset ylittävät kirjaukset koskivat varsinkin työnjohdon kokemusta, koulutusta ja työnjohdon resurssien sitoutumista kyseisiin sopimuksiin.

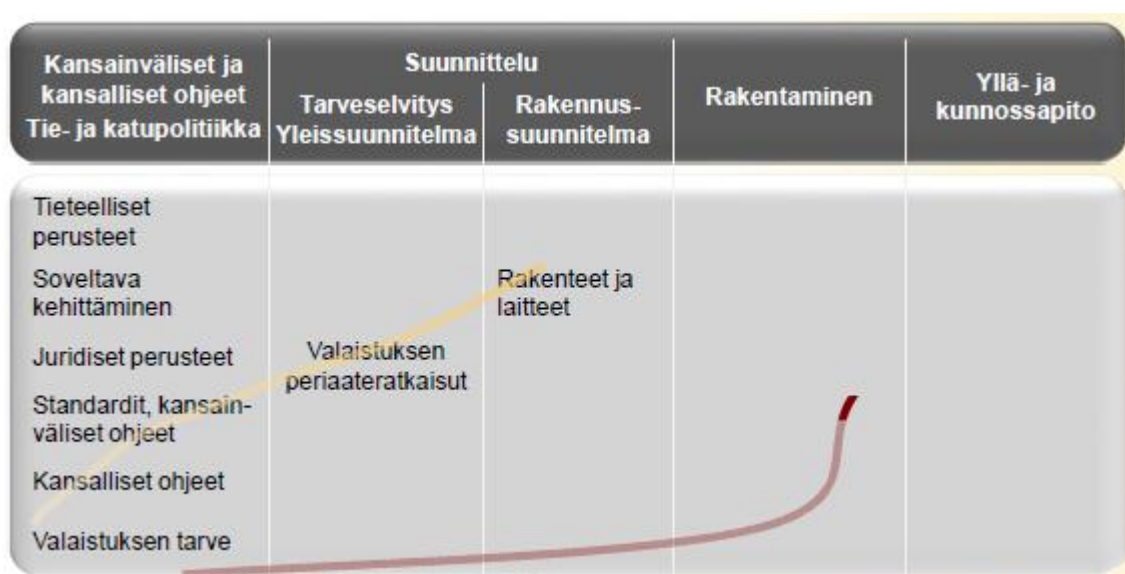
Näillä edellä mainituilla perusteilla voidaan todeta, että tässä työssä ELY-keskusten yhteiseen käyttöön laaditut tievalaistuksen hankinta-asiakirjamallit täyttävät kaikki näille asetetut vaatimukset. Työssä päivitettiin vanhoista hankinta-asiakirjoista löytyneet ristiriitaisuudet ja vanhentuneet tiedot tarkasteluhetkenä voimassa olevien ohjeistuksien mukaisiksi. Hankinta-asiakirjoihin tehdyt muutokset käsiteltiin lokakuussa 2015 valtakunnallisessa ELY-keskusten yhteisessä sähköverkostossa, jonka hyväksynnän perusteella muutokset vietiin valtakunnallisiin tievalaistuksen hoidon hankinta-asiakirjapohjiin. Uudenmaan ja Lapin ELY-keskukset käynnistivät vuoden 2015 joulukuussa Länsi-Uusimaan ja Lapin tievalaistuksen palvelusopimuksien hankintakilpailut tämän opinnäytetyön yhteydessä päivitettyillä hankinta-asiakirjamalleilla.

4 MAANTEIDEN VAIHTOEHTOISET VALAISTUSTEKNIIKAT

4.1 Valaistuksen suunnittelun lähtökohdat

Yleisten maanteiden tievalaistuksen suunnittelun lähtökohtana on suunnitella toteutettava valaistus siten, että valaistuksen rakentamis- ja ylläpitokustannukset saadaan mahdollisimman pieniksi. Suunnittelun lähtökohtana on, että kohteeseen valitun valaistusluokan vaatimukset ja muut toimivuuteen, turvallisuuteen ja kestävytyteen liittyvät vaatimukset täyttyvät (Liikennevirasto 2015c, 37). Ylläpitokustannukset kattavat kaikki valaistuksen käytöstä ja hoidosta aiheutuvat kustannukset, mukaan lukien valaistuksen sähköenergiankulutuksen.

Toteutettavan valaistuksen rakentamis- ja ylläpitokustannuksista noin puolet määräytyy jo kansainvälisten ja kansallisten valaistusohjeiden perusteella. Edellä mainittujen ohjeiden jälkeen kustannusten määräytymiseen vaikuttaa suurimmalta osin valaistuksen periaateratkaisut. Alla olevassa kaaviossa (kuvio 4) on esitetty ulkovalaistusten kustannusten määräytyminen eri vaiheissa keltaisella viivalla ja itse rakentamisen ja suunnittelukustannusten syntyminen punaisella viivalla.



KUVIO 4. Ulkovalaistuskustannusten määräytyminen ja syntyminen (Ekrias 2015, 2.)

Liikenneviraston (2015c, 114) maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnitteluohjeen mukaisesti valaistuskustannuksista yli puolet syntyy vasta käytön aikana. Tulevista kustannuksista merkittävä osa sidotaan kuitenkin jo aikaisissa suunnitteluvaiheissa, tarveselvityksessä, yleissuunnitelmassa ja tiesuunnitelmassa. Rakennussuunnitteluvaiheessa voidaan myöhemmin syntyviin kustannuksiin vaikuttaa enää vähän.

Jotta valaistuksen rakentamis- ja ylläpitokustannukset saataisiin toteutettavassa valaistuksessa mahdollisimman pieniksi, suunnittelun yhteydessä tulee kiinnittää erityisesti huomiota valaistuksen periaateratkaisuihin tarve- ja yleissuunnitteluvaiheissa.

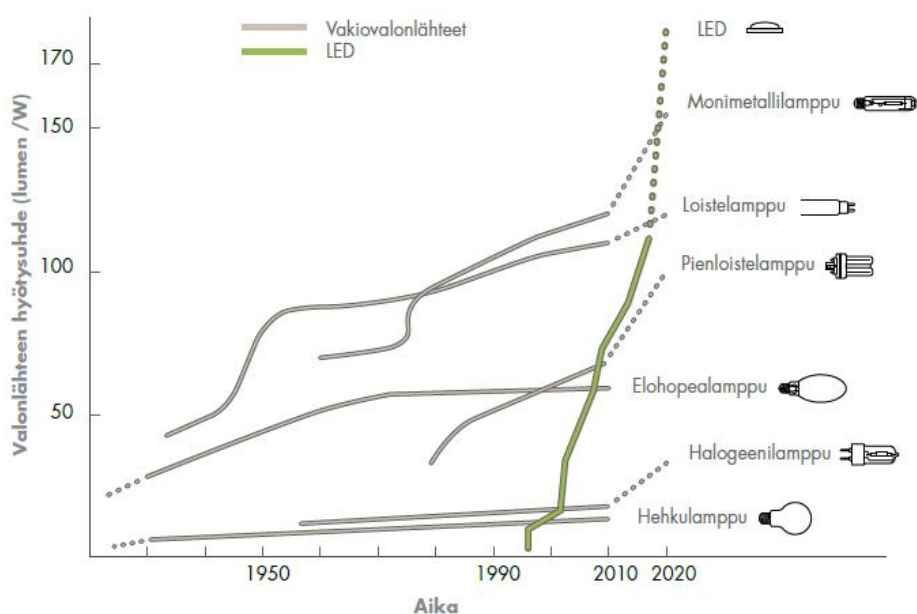
Opinnäytetyön jälkimmäisessä osiossa on esitelty tie- ja katuvalaistusmarkkinoille viime vuosina tulneiden LED-valaistuksen ominaisuuksia ja vertailtu LED-valaistuksen rakentamis- ja ylläpitokustannuksia valaistuksen elinkaaren eri vaiheissa tie- ja katuvalaistuksessa yleisesti käytössä olevaan suurpainenatriumvalaistuksen kustannuksiin.

4.2 LED-valaistuksen kehitys viime vuosina

LED-valoja on käytetty erilaisissa käyttökohteissa jo yli 30 vuoden ajan teollisuusjärjestelmissä, hi-fi-laitteistoissa, auton valoissa ja mainonnassa (Osram 2015). Huolimatta LED-tekniikan useamman vuosikymmenen pituisesta historiasta tie- ja katuvalaistukseen tarkoitettuja LED-valaisimia on ollut markkinoilla vasta muutaman vuoden ajan.

LED-valaisimien yleistymiseen katu- ja tievalaistuksessa on vaikuttanut suurimmalta osin LED-valaistuksen energiatehokkuus suurpainenatriumvalaisimiin verrattuna. Henri Hakkarainen (2009, 65) on diplomityössään todennut, että vuonna 2009 energiatehokkaimpien LED-valaisimien valotehokkuus on ollut noin 70 lumenia / watti, suurpainenatriumvalaisimien valotehokkuuden ollessa jopa 150 lumenia / watti.

LED-valaisimien kehitystyö on kuitenkin mennyt tämän jälkeen huomattavasti eteenpäin. Viime vuosien voimakkaasta kehitystyöstä kertoo se, että valkoista valoa tuottavien ledien valotehokkuus on kasvanut nykyiseen 130 lumen / watti -arvoon. (Osram 2015.) Tästä näkyvimpänä osoituksena tievalaistuksen yhteydessä on Liikenneviraston tyyppihyväksymä valaistusluokalle M3b tarkoitettu Philipsin valmistama LED-valaisin SpeedStar BGP323. Kyseinen valaisin tuottaa 18 860 lumenin valovoimakkuuden 149 watin valaisimen teholla valotehokkuuden ollessa näin 126 lumenia / watti (2015d, 18). LED-valaisimien kehitystyön jatkuessa nykyisellä tasollaan valaisimien odotetaan saavuttavan suurpainenatriumvalaisinten arvon 150 lumenia / watti jo vuonna 2020 (Hakkarainen 2009, 65 ja Glamox 2013-9-26, 3) (kuvio 5).



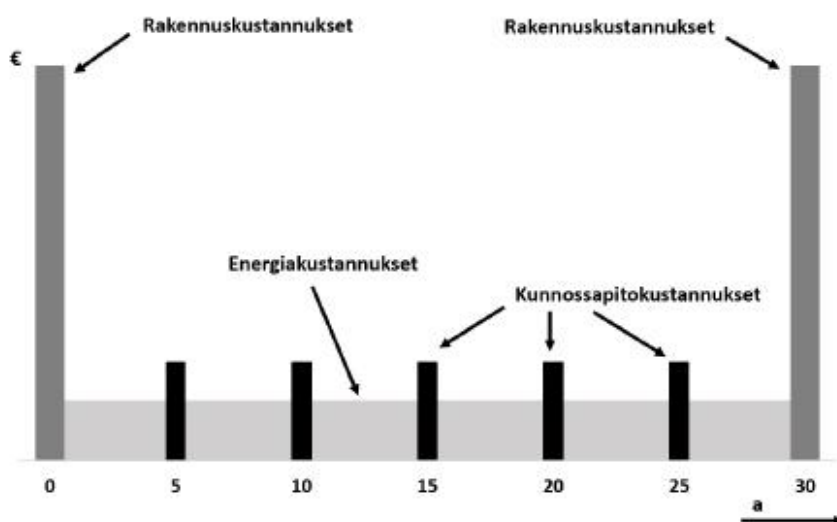
KUVIO 5. LED-valaisinten kehitys (Glamox 2013-9-26, 3.)

Alan viime vuosien vilkkaasta kehitystyöstä kertoo myös osaltaan LED-valaisimien yleistyminen katuvalaistuskäytössä. Useimmat kunnat ja kaupungit ovat korvanneet vanhaa katuvalaistustaan LED-valaistuksella. Tievalaistuksessa LED-valaisimien käyttö ei ole yleistynyt yhtä paljon kuin katuvalaistuksessa. Tievalaistuksen puolella on toteutettu viime vuosina yksittäisiä LED-valaistuksen pilottikohteita, joiden avulla pyritään selvittämään LED-valaistuksen hyödynnettävyyttä maantievalaistuksessa.

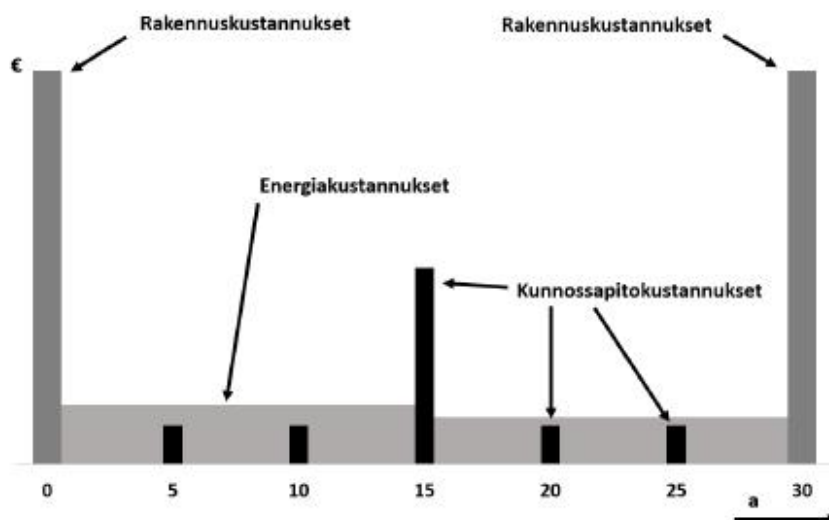
4.3 LED-valaistuksen tuomat säästöt

Valkoista valoa tuottavan LED-valaisimen eliniäksi on useissa lähteissä arvioitu 50 000 - 80 000 tuntia, joka vastaa peräti 14–22 vuoden kestoikää 10 tunnin keskimääräisellä valaistuksen päivittäisellä polttoajalla. Koska markkinoilla olevista LED-valaisimista ei ole olemassa pitkän ajanjakson kokemuksia tie- tai katuvalaistuksessa, niiden elinkaarikustannusten tarkka laskeminen on erittäin vaikeaa. Tämä johtuu siitä, että LED-valaisimien kestävydestä ei ole olemassa pitkää kokemusperäistä tietoa.

LED-valaistuksen tuomia säästöjä voidaan arvioida elinkaarikustannuslaskennan avulla. Elinkaarimallissa laskelmaan otetaan mukaan LED-valaistuksen rakentamiskustannukset, energiakustannukset ja muut ylläpitokustannukset ja verrataan näitä nykyisin käytettyyn suurpainenatriumvalaistuksen vastaaviin teoreettisiin kustannuksiin. Yhtenä esimerkkinä tämän tyyppisestä eri valaistusteknologioiden välisestä kustannusvertailusta voidaan pitää Liikenneviraston (2015c, 115) valaistuksen suunniteluohjeessa kuvattuja suurpainenatriumvalaistuksen (kuviokuva 6) ja LED-valaistuksen (kuviokuva 7) elinkaarikustannusten muodostumista.



KUVIO 6. Suurpainenatriumvalaisimilla toteutetun tievalaistuksen elinkaarikustannusten jakautuminen (Liikennevirasto 2015c, 115.)



KUVIO 7. LED-valaisimilla toteutetun tievalaistuksen elinkaarikustannusten jakautuminen (Liikennevirasto 2015c, 115.)

Kuvioista 6 ja 7 käy esille, että valaistuksen kunnossapitokustannusten jakautuminen valaisimen elinkaaren ajalle on riippuvainen valaisimen valonlähteestä. Suurpainenaatriumvalaisimien osalta kunnossapitokustannukset muodostuvat lähes kokonaisuudessaan lamppujen ryhmävaihtokustannuksista ja ryhmävaihtotyön yhteydessä tehtävän valaisimien puhdistuksen kustannuksista. LED-valaisimien osalta kunnossapitokustannukset määräytyvät valaisimien puhdistuskustannuksista sekä LED-valaisimien sekä LED-moduulien, liitännälaitteiden ja muiden tarvittavien sähköosien ryhmävaihtokustannuksista kun polttoikä on saavutettu. Lisäksi LED-valaistuksien osalta täytyy ottaa huomioon tarvittavat valaisimien yksittäisvaihdot valaisimien voituessa. (Liikennevirasto 2015c, 115.)

Valaistuksen elinkaarikustannusten laskentaan voidaan hyödyntää nykyarvomenetelmää. Nykyarvomenetelmän ansiosta tievalaistuksen koko elinkaaren aikana syntyvät kustannukset saadaan keskenään vertailtaviksi. Laskennan avulla päästään vertailemaan rakennus- ja kunnossapitokustannusten lisäksi investointien korkokuluja ja valaistuksen laskennallista jäännösarvoa. Nykyarvomenetelmässä vuotuiset nettotuotot muutetaan diskonttaamalla investointiajankohdan rahamääräksi eli nykyarvoiksi. Menetelmässä oletetaan, että investoinnin kestoajana saatavat nettotuotot voidaan sijoittaa uudelleen, jolloin niille saadaan tuottoa laskentakorkokannan mukaan. Tämä menetelmä on yleiskäyttöisin investointilaskentamenetelmä. Menetelmä sallii vuotuisten tuottojen ja kustannusten vaihtelun. Menetelmällä voidaan laskea sekä omalla että vieraalla pääomalla rahoitettavien investointien kannattavuus. (Virtuaali AMK, 2015.)

Laskettaessa eri valaistuksille nykyarvoa valaistuksesta sen elinkaaren eri vaiheissa syntyvät kustannukset diskontataan sovitulla laskentakorolla, joka yleensä on 5 %, hankkeen käyttöönottovuoteen. Koska tievalaistuksen rakennusaika on yleensä lyhyt, jolloin yksikköhinnat eivät muutu eikä korkokustannuksia tule rakennusaikana, rakentamisaikaiset korko- ja indeksikustannukset voidaan jättää yleisestä nykyarvomenetelmän laskentakaavoista pois. Tällöin elinkaarikustannusten määrää voidaan arvioida kaavan 1 mukaisesti. (Liikennevirasto 2015c, 119.)

KAAVA 1. Valaistuksen elinkaarikustannukset (Liikennevirasto 2015c, 119.)

$$E_k = K_r + K_h + \frac{1}{(1+p)^t} \cdot J,$$

jossa

E_k on elinkaarikustannusten nykyarvo

K_r rakennuskustannukset

K_h hoitokustannusten nykyarvo

p hallinnollisesti määrätty laskentakorko

t valaistuksen suunniteltu elinkaari vuosissa

J valaistuksen jäännösarvo.

4.3.1 Valaistuksen rakentamiskustannukset

LED-valaistuksen rakentamiskustannusta päästään vertaamaan suurpainenatriumvalaistuksen kustannuksiin huomioimalla vertailtavien valaistusteknologioiden sallimaa pylväsväliä ja valaisimien hankintahintaa. Liikenneviraston (2015d, 10) 1.9.2015 julkaisemassa hyväksytyjen tievalaisimien luettelossa valaistusluokkaan M3a(AL3) hyväksytyistä LED-valaisimista pisimmän pylväsväliin päästään AEC:n valmistamalla 285 watin tehoisella Italo 3-valaisimella (kuva 4), jonka pylväsväliksi oli saatu 64 metriä valaisimen asennuskorkeuden ollessa 15 metriä. Koska 15 metrin valaisimen asennuskorkeus on kuitenkin tievalaistuksessa hyvin poikkeuksellinen, tässä työssä tehdyt valaisinvertailut on toteutettu yleisimmin maanteillä käytössä olevalla 10 metrin valaisimen asennuskorkeudella tien poikkileikkauksen ollessa 7 metriä leveä.



KUVA 4. Italo 3 LED-valaisin (AEC 2015, 1.)

Tarkasteltaessa hyväksytyjen tievalaisimien luettelosta 10 metrin asennuskorkeudelle valaistusluokkaan M3b(AL4a) hyväksytyjä LED-valaisimia, voidaan todeta että pisin pylväsväli, 56 metriä, saavutetaan 149 wattisella Philipsin valmistamalla SpeedStar BGP323-valaisimella (kuva 5). Vastaavasti suurpainenatriumvalaisimista pisimpään pylväsväliin päästään Philipsin valmistama 169 wattisella

Iridium SGS453GB-valaisimella (kuva 6), jonka maksimaalinen pylväsväli on 55 metriä samoilla lähtötiedoilla. Näin ollen LED-valaistus sallii kyseisillä lähtötiedoilla noin 2 prosenttia pidemmän pylväsvälin, kuin vastaava suurpainenatriumvalaistus.



KUVA 5. SpeedStar BGP323 LED-valaisin (Philips 2015a, 1.)

Valaistusluokkaan M3b(AI4a) hyväksytyn LED-valaisimen hankintahinnaksi asennettuna on tässä opinnäytetyössä arvioitu 500 euroa / kappale. Hinta perustuu ELY-keskusten vuonna 2015 kilpailuttamien LED-valaisimien keskihintaan. Samaan valaistusluokkaan hyväksytty suurpainenatriumvalaisin maksaa hankintakohteesta riippuen noin 300 euroa / kappale. Näin ollen LED-valaisimen hankintahinta on noin 67 prosenttia kalliimpi, kuin mitä vastaavan suurpainenatriumvalaisimen.



KUVA 6. Iridium SGS453 suurpainenatriumvalaisin (Philips 2015b, 1.)

Jotta LED-valaistuksen elinkaarikustannuksia päästäisiin vertailemaan suurpainenatriumvalaistukseen, molemmille valaistustyypeille on laskettava omat metrikohtaiset rakentamiskustannukset. Valaistuksen rakentamiskustannukset saadaan laskettua kaavalla 2. Tätä vertailulaskelmaa varten pylvään hinnaksi on arvioitu 1000 euroa / kappale. Kyseinen hinta edustaa viime vuosina tehtyjen kilpailutusten mukaista asennetun pylvään keskihintaa.

KAAVA 2. Valaistuksen rakentamiskustannukset.

$$K_r = \frac{\text{Valaisimen hinta } \left(\frac{\text{€}}{\text{kpl}} \right) + \text{pylvään hinta } \left(\frac{\text{€}}{\text{kpl}} \right)}{\text{Pylväsväli (m)}}$$

Kaavalla 2 laskettuna LED-valaistuksen rakentamiskustannukseksi saadaan 26,79 €/m ja suurpainenatriumvalaistukselle 23,64 €/m. Edellä tehdyistä laskennoista on kuitenkin huomioitava, että nämä kattavat ainoastaan valaisimien ja pylväiden asennukset. Mikäli koko valaistukselle haluttaisiin laskea metrikohtaiset rakentamiskustannukset, laskentoihin tulisi huomioida mukaan valaistuskeskukset, sähköliittymät ja kaapeloinnit. Näitä kustannuksia ei kuitenkaan haluttu tässä opinnäytetyössä ottaa mukaan vertailulaskelmaan, koska näiden kustannukset eivät ole riippuvaisia käytettävästä valaistusteknologiasta.

Edellä tehdyn investointilaskelman pohjalta voidaan todeta, että kun LED-valaisimen hankintahinta ja pylväsväli yhdistetään vertailuun, LED-valaistuksen rakentamiskustannukset tulevat tarkasteluhetkellä noin 13 prosenttia suurpainenatriumvalaistusta kalliimmaksi.

4.3.2 Valaistuksen hoitokustannukset

Tässä opinnäytetyössä valaistuksen hoitokustannuksilla tarkoitetaan valaistuksen ylläpidosta syntyviä kunnossapito- ja energiakustannuksia. Valaistuksen hoitokustannuksia päästään vertailemaan kaavalla 3.

KAAVA 3. Hoitokustannusten nykyarvo (Liikennevirasto 2015c, 118.)

$$K_h = (K_e + K_{kp}),$$

jossa

K_e energiakustannusten nykyarvo 30 vuodelta

K_{kp} kunnossapitokustannusten nykyarvo 30 vuodelta.

Energiakustannukset

Vaikkakin LED-valaistusta markkinoidaan energiatehokkaana valaistusratkaisuna, niin todellisuudessa maanteiden valaistuksen yhteydessä LED-valaisimien käyttöä ei vielä tarkasteluhetkellä pystytä perustelemaan suurilla energian säästöllä. Liikenneviraston (2015d, 12) 1.9.2015 julkaisemassa hyväksytyjen tievalaisimien luettelossa valaistusluokkaan M3b(AI4a) hyväksytyistä LED-valaisimista pienin energian kulutus suhteessa pylväsvälin pituuteen oli Philipsin valmistamalla SpeedStar

BGP323-valaisimella. Kyseisen valaisimen energiankulutus on 149 wattia 56 metrin pylväsvälillä metrikohtaisen energiankulutuksen ollessa näin 2,66 wattia metrille. Vastaavasti vähiten energiaa metriä kohden kuluttava suurpainenatriumvalaisin on Philipsin valmistama Iridium SGS453GB-valaisin, jonka energiankulutus liitäntälaitteineen on 169 wattia 55 metrin pylväsvälillä metrikohtaisen energiankulutuksen ollessa 3,07 wattia metrille.

Valaistuksen energiakustannuksille voidaan laskea energiakustannusten nykyarvo 30 vuoden mittaiselle elinkaarelle kaavalla 4.

KAAVA 4. Energiakustannusten nykyarvo (Liikennevirasto 2015c, 119.)

$$K_e = \sum_{t=0}^{29} \left(\frac{1 + \beta_e}{1 + p} \right)^t \cdot K_{e1},$$

jossa

β_e	on energiakustannusten vuotuinen kasvu
p	hallinnollisesti määrätty laskentakorko
t	valaistuksen suunniteltu elinkaari vuosissa
K_{e1}	ensimmäisen vuoden energiakustannukset.

Tässä opinnäytetyössä vuotuiseksi energiakustannusten kasvuksi on arvioitu 6 prosenttia ja hallinnollisesti määrätty laskentakoroksi 5 prosenttia. Kyseiset arvot pohjautuvat Liikenneviraston valaistuksen suunnitteluohjeessa käytettyihin laskentakorkoihin. Energiakustannusten nykyarvon laskenta-kaavaan tarvittava ensimmäisen vuoden energiakustannukset saadaan laskettua kaavalla 5.

KAAVA 5. Ensimmäisen vuoden energiakustannukset (Liikennevirasto 2015c, 117.)

$$K_{e1} = \frac{t_1 \cdot n \cdot P_i \cdot H_e}{S},$$

jossa

t_1	on vuotuinen valaistuksen polttoaika (h)
n	valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa (kpl)
P_i	valaisimen teho liitäntälaitteineen (kW)
H_e	sähkön kokonaishinta (€/kWh)
S	pylväsvali (m).

Tievalaistuksen vuotuinen polttoaika vaihtelee hieman eri ELY-keskusten alueella paikallisten valaistuksen ohjausjärjestelmän säätöjen takia. Tässä opinnäytetyössä vertailulaskelmien yhteydessä on käytetty Pohjois-Savon ELY-keskuksen keskimääräistä valaistuksen polttoaikaa, joka on noin 3 800 tuntia vuodessa (Harjula, 2016-2-29). Sähkön kokonaishinnaksi vertailulaskelmia tehtäessä on arvioitu 0,13 euroa kilowattitunnilta, joka edustaa tarkasteluhetken sähköhintatasoa.

Edellä esitetyillä tiedoilla laskettuna yksipuoleisen LED-valaistuksen energiakustannusten nykyarvoksi saadaan 30 vuoden mittaiselle elinkaarelle 45,39 euroa / metri ja suurpainenatriumvalaistukselle

52,37 euroa / metri, kun laskelmat tehdään kohdassa 4.3.1 esitetyillä Philipsin valmistamilla valaisimilla ja esitetyillä pylväsväleillä.

Kunnossapitokustannukset

LED-valaistusta pidetään energiataloudellisuuden lisäksi lähes huoltovapaana. Tämä väite ei kuitenkaan täysin pidä paikkaansa. Vaikkakin itse LED-valaisimien LED-moduulit kestäisivät huoltamattomina 50 000 – 80 000 tunnin käyttöiän, valaisin täytyy likaantumisen takia pestä aika ajoin valaisimen valaistustehon varmistamiseksi.

Valaistuksen huoltokustannuksia päästään vertailemaan valaistuksen suunnitteluohjeen mukaisesti laskemalla huoltokustannusten nykyarvo koko 30 vuoden mittaiselle elinkaarelle kaavalla 6.

KAAVA 6. Kunnossapitokustannusten nykyarvo (Liikennevirasto 2015c, 119.)

$$K_{kp} = \sum_{t=0}^{29} \left(\frac{1 + \beta_{kp}}{1 + p} \right)^t \cdot K_{kp1},$$

jossa

β_{kp}	kunnossapitokustannusten vuotuinen kasvu
p	hallinnollisesti määrätty laskentakorko
t	valaistuksen suunniteltu elinkaari vuosissa
K_{kp1}	ensimmäisen vuoden energiakustannukset.

Energiakustannusten nykyarvolaskennan tavoin hallinnollisena laskentakorkona tämän työn laskennoissa käytetään 5 prosenttia. Kunnossapitokustannusten vuotuisen kasvun määräksi on arvioitu Liikenneviraston ohjeistuksen mukaisesti 3 prosenttia. Yllä mainittuun huoltokustannusten nykyarvon kaavaan tarvittava ensimmäisen vuoden energiakustannukset saadaan laskettua kaavalla 7.

KAAVA 7. Ensimmäisen vuoden kunnossapitokustannukset (Liikennevirasto 2015c, 117.)

$$K_{kp1} = \frac{\frac{n \cdot H_l}{t_2} + q \cdot n \cdot H_{ly} + m \cdot C}{S},$$

jossa

n	valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa (kpl)
H_l	lampun tai LED-moduulien ryhmävaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl)
t_2	lampun polttoikä (h)
q	yksittäisvaihtojen suhteellinen määrä vuosittain (%)
H_{ly}	lampun tai LED-moduulin yksittäisvaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl)
m	pylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa (kpl)
C	Kiinteät kustannukset (€/pylväs)
S	pylväsväli (m).

Suurpainenatriumlamppujen yksittäisvaihtojen hintana tässä vertailulaskelmassa on käytetty 42 euroa / vaihto. Vastaava lampun vaihtohinta ryhmävaihdon yhteydessä on 28 euroa / vaihto. Mainitut hinta-arviot perustuvat ELY-keskusten viime vuosina kilpailuttamiin tievalaistuksen palvelusopimusten yksikköhintatietoihin.

Koska suurpainenatriumlamput ryhmävaihdetaan tievalaistuksen palvelusopimuksissa keskimäärin viiden vuoden välein, näiden koko elinkaaren polttoiäksi saadaan 19 000 tuntia 3 800 tunnin keskimääräisellä vuotuisella polttoajalla. Tässä vertailulaskelmassa suurpainenatriumlamppujen suhteellisen yksikkövaihtomäärän oletetaan olevan noin 10 prosenttia (Liikennevirasto 2015c, 122).

Koska LED-moduulien kestoiäksi on yleisimmin ilmoitettu 50 000 – 80 000 tuntia, joka vastaa tievalaistuskäytössä luvun 4.2 mukaisesti 14–22 vuotta, valaisimien LED-moduulit joudutaan liitännälaitteineen vaihtamaan valaistuksen 30 vuoden mittaisen elinkaaren aikana vähintään yhden kerran. LED-moduulien ja liitännälaitteiden vaihtohinnaksi tässä vertailussa on valittu valaistuksen suunnitteluohjeen (Liikennevirasto 2015c, 122) mukaisesti 40 prosenttia uuden valaisimen hinnasta pitäen sisällään valaisimen kaikkien moduulien vaihtotyön.

LED-valaisimien huoltokustannusten arviointia vaikeuttaa epävarmuus valaisimien LED-moduulien yksittäisvaihtotarpeista. Vertailulaskelmassa on suunnitteluohjeen (Liikennevirasto 2015c, 122) mukaisesti oletettu, että LED-moduulien yksittäisvaihtojen suhteellinen vuosittainen määrä on 2 prosenttia yksittäisen LED-moduulin yksittäisvaihtohinnan ollessa 150 euroa / kappale.

LED-valaistuksen huoltokustannuksiin vaikuttavat edellä mainittujen valaisinkomponenttien vaihtotarpeiden lisäksi LED-valaisimien puhdistuksesta aiheutuvat kustannukset. Tievalaistuksen palvelusopimusten hankinta-asiakirjoihin on määritelty, että LED-valaisimet tulee pestä viiden vuoden välein, joka vastaa suurpainenatriumvalaisimien ryhmävaihtoväliä. Valaisimen pesun yksikköhinnaksi tässä vertailulaskelmassa on oletettu 15 euroa / valaisin (Liikennevirasto 2015c, 122).

Yllä esitetyillä tiedoilla laskettuna yksipuoleisen LED-valaistuksen metrikohtaiseksi kunnossapitokustannukseksi saadaan 30 vuoden mittaiselle elinkaarelle 19,54 euroa ja suurpainenatriumvalaistukselle 18,32 euroa. Laskelmissa on käytetty kohdassa 4.3.1 esitettyjä Philipsin valaisimien pylväsvälejä.

Säästö hoitokustannuksista

Kun edellä määritellyt energiakustannusten ja kunnossapitokustannusten 30 vuoden nykyarvot lasketaan kaavan 3 mukaisesti yhteen, saadaan tulokseksi valaistuksen hoitokustannusten nykyarvo. Laskennan tuloksista voidaan todeta, että LED-valaistuksen hoitokustannusten nykyarvo 30 vuoden elinkaareltä on 64,85 euroa / metri ja suurpainenatriumvalaistuksen 70,68 euroa / metri.

Tehdyn hoitokustannusten nykyarvolaskelman pohjalta voidaan todeta että LED-valaistuksen hoitokustannukset tulevat noin 8 prosenttia suurpainenatriumvalaistuksen elinkaarikustannuksia edullisemmiksi 30 vuoden tarkastelujaksolla.

4.3.3 LED-valaistuksen taloudellisuustarkastelu

Kuten edellä olevan luvussa 4.3 esitetystä elinkaarikustannusten nykyarvon laskentakaavasta voidaan todeta, eri valaistusteknologioiden välisiä kustannuksia päästään vertailemaan ottamalla huomioon näiden rakentamis- ja hoitokustannusten nykyarvot. Näiden lisäksi nykyarvomenetelmä huomioi valaistuksen elinkaaren lopussa eteen tulevat valaistuksen purkukustannukset valaistuskustannusten jäännösarvona. Tässä vertailulaskelmassa purkukustannusten suuruudeksi on arvioitu 25 prosenttia vastaavan valaistuksen rakentamiskustannuksista (Liikennevirasto 2015c, 122). Taulukossa 5 on vertailtu luvussa 4.3.1 mainittujen valaisimien elinkaarikustannusten nykyarvo muodostumista 30 vuoden tarkastelujaksolla.

TAULUKKO 5. LED-valaistuksen taloudellisuustarkastelu.

	LED-valaistus, 144 W (euroa / metri)	Suurpainenatrium valaistus, ST-150 (euroa / metri)
Rakentamiskustannukset	26,79	23,64
Hoitokustannusten nykyarvo	64,85	70,68
Purkukustannukset	0,39	0,34
Elinkaarikustannusten nykyarvo	92,02	94,66

Taulukossa 5 esitettyjen tulosten pohjalta voidaan todeta, että LED-valaistuksen 30 vuoden elinkaarikustannukset tulevat noin 4 prosenttia suurpainenatriumvalaistusta edullisemmiksi. Suurimpina yksittäisinä syinä elinkaarikustannusten eron vähäisyydelle voidaan tehtyjen laskelmien pohjalta pitää LED-valaistuksen suurpainenatriumvalaistusta korkeampia rakentamis- ja kunnossapitokustannuksia. Laskelmassa LED-valaistuksen kunnossapitokustannuksia nostaa 15 vuoden välein tehtäväksi ajoitettu LED-moduulien vaihtotyö.

Tehdyistä vertailulaskelmista on todettava, että ne sisältävät paljon oletettuja tietoja, jonka takia valaistuksen taloudellisuustarkastelu tulee tehdä aina kohteittain. Hyvänä esimerkkinä tästä voidaan todeta kunnossapitokustannusten laskennan yhteydessä käytetty oletus LED-moduulien ryhmävaihtohinnasta, joka on laskennassa 40 prosenttia koko LED-valaisimen hinnasta. LED-valaisin valmistaja Valopää Oy:n aluemyyntipäällikkö Kalevi Laitisen (2016-3-1) mukaan valaisimien LED-moduulit eivät useissa valaisimissa ole maastossa edes vaihdettavissa, vaan moduulin rikkoutuessa valaisin on toimitettava valaisinvalmistajan tehtaalle moduulin vaihtoa varten. Kyseisessä tapauksessa moduulin vaihtoa taloudellisemmaksi menetelmäksi tulee todennäköisimmin koko valaisimen vaihto. Mikäli edellä esitetystä LED-valaisimen hoitokustannusten laskukaavassa LED-moduulin vaihtohinnat korvataan uuden valaisimen hinnalla, LED-valaisimen hoitokustannusten nykyarvo nousee 71,15 euroon / metri ja elinkaarikustannusten nykyarvo 98,32 euroon / metri. Tällöin LED-valaistuksen elinkaarikustannukset nousisivat noin 4 prosenttia ja hoitokustannuksetkin noin 1 prosentin suurpainenatriumvalaistuksen vastaavia kustannuksia korkeammiksi.

Vaikka tarkasteluhetkellä tehdyt tievalaistuksen taloudellisuuslaskelmat vielä yksiselitteisesti puolla LED-valaistuksen taloudellisuutta, niin yleisesti uskotaan, että edellä esitetyt laskelmat kääntyvät

tulevien lähivuosien aikana LED-valaistuksen hyväksi. Tämä johtuu LED-valaisimien viime vuosien nopeasta kehitystyöstä, jonka seurauksena LED-valaisimien hinnan odotetaan laskevan ja LED-tekniikan käyttöä kasvavan.

4.4 LED-valaistuksen nykyinen hyödyntäminen

4.4.1 Kuntien katuvalaistus

Vaikka maanteiden LED-valaistuksen taloudellista kannattavuutta perinteiseen suurpainenatriumvalaistukseen verrattuna ei edellisessä luvussa tehtyjen johtopäätösten perusteella voitaisi vielä näyttää aukottomasti toteen, monet kunnat ja kaupungit ovat viime vuosina investoineet LED-valaistukseen kasvavassa määrin. Perusteluna LED-valaistuksen kasvavalle suosiolle kuntien katuvalaistuksessa nähdään valaistusvaatimusten erot kuntien ja valtion ylläpitämien valaistusten välillä. Vaatimuserojen vuoksi kuntien katuvalaistuksessa asetetut vaatimukset saavutetaan tievalaisimia vähemmän energiaa kuluttavilla valaisinmalleilla, jolloin näiden elinkaarikustannukset jäävät monissa kohteissa tievalaisimia pienemmäksi. Toisena katuvalaistuksen LED-tekniikan suosiota selventävänä asiana nähdään LED-valaisimien asentaminen kaduille, ilman optisia valaistusvaatimusten täyttymistä osoittavia valaistuslaskentoja. Saatujen tietojen mukaisesti valaistuslaskentojen kysyntä on viime vuosina kasvanut selvästi myös kuntien osalta. Valopää Oy:n Kalevi Laitisen (2016-3-1) arvion mukaisesti nykyisin jo 70–80 prosenttia kuntien valaistuskohdeista kilpailutetaan tehtyihin valaistuslaskentoihin pohjautuen.

Opinnäytetyön yhteydessä tehdyn selvityksen perusteella Pohjois-Savon ELY-keskuksen alueella olevista kunnista ainakin Sonkajärven ja Lapinlahden kunnilta sekä Kuopion ja Pieksämäen kaupungeilla on käytössään LED-valaisimia katuvalaistuksessaan. Edellä mainituista kunnista Pieksämäen kaupungilta on LED-valaistuksesta pitkäkestoisin kokemus. Pieksämäen kaupunki asennutti ensimmäiset LED-valaisimet jo vuonna 2005 (Salmikuukka 2015-9-26).



KUVA 7. Pieksämäen keskuskadun LED-valaistus (Valopää 2015.)

Kunnilta saatujen lausuntojen perusteella LED-valaistusten hankintaan ovat vaikuttaneet LED-katuvalaisimien energiatehokkuuden lisäksi LED-valaistuksen vähäinen huollontarve verrattuna perinteisiin suurpainenatriumvalaisimiin. Muina yksittäisinä valintaan vaikuttavina tekijöinä nähtiin LED-valaistuksen luonnollinen värintoisto ja LED-valaistuksen monipuolisempi ohjattavuus. Tehdyn selvityksen perusteella useammat kyselyyn osallistuneista kunnista ovat olleet erittäin tyytyväisiä toteutettujen LED-valaistuksien toimintavarmuuteen ja energiatehokkuuteen. Katuvalaistuksen yhteydessä aikaisempina vuosina havaitut LED-valaisimien toimivuusongelmat on koettu viime vuosien aikana poistuneen ja nyt markkinoilla olevat useimmat LED-valaisinvalmistajien tuotteet on koettu luotettavaksi.

4.4.2 Valtion maateiden LED-valaistukset

Katuvalaistuksen ohella LED-valaistuksen hyödynnettävyys on alkanut parantumaan myös maantiealueiden tievalaistuksessa. Tästä näkyvimpänä esimerkkinä voidaan todeta uusien LED-valaisimien yleistymisen Liikenneviraston julkaisemaan hyväksytyjen tievalaisimien luetteloon. Liikenneviraston (2015d) 1.9.2015 julkaisemassa hyväksytyjen tievalaisimien luettelossa tievalaistuskäyttöön on hyväksytty jo seitsemän eri LED-valaisinvalmistajan tuotteita.

Maantievalaistuksen yhteydessä LED-valaisimia on jo useita vuosia hyödynnetty maantiesiltojen alikulkuvalaistuksessa, joissa LED-valaistus on ollut taloudellisesti kannattavaa jo pitkään. Siltojen alikulkuvalaistuksen yhteydessä LED-valaistuksen taloudellinen kannattavuus johtuu sillanalusvalaisimien (kuva 8) tievalaistusta matalammasta asennuskorkeudesta. Matalan asennuskorkeuden seurauksena sillanalusvalaisimien energiankulutus on saatu tievalaisimiin verrattuna maltilliseksi, valaisintehojen ollessa välillä 11 – 55 wattia (Valopää 2016).



KUVA 8. Valopää VP2221 LED-sillanalusvalaisimia (Valopää 2016.)

Sillanalusvalaisimien lisäksi ELY-keskuksilla on tarkasteluhetkellä kaksi LED-tekniikalla toteutettua tievalaistuksen pilottikohdetta Varsinais-Suomen Kustavissa ja Pohjois-Savon Rautalammilla. Kolmas LED-tekniikalla toteutettu kohde valmistuu Seinäjoelle vuoden 2016 lopussa, kun Seinäjoen itäisen ohikulkutien ensimmäinen vaihe valmistuu (Liikennevirasto 2016).

ELY-keskus on hyödyntänyt LED-valaistuksia edellisten lisäksi kevyen liikenteen väylillä ja erikoisvalaistuskohdeissa, kuten tunneleissa. Kevyen liikenteen väylillä LED-valaisimien energiatehokkuuteen vaikuttavat sillanalusvalaisimien tapaan tievalaisimia matalampi valaisimien asennuskorkeus, mutta

myös kevyen liikenteen väylille asetetut tievalaistuksen valaistusvaatimuksia alhaisemmat valaistusvaatimukset. LED-valaistuksen hyödyntämiseen tunnelikohteilla on vaikuttanut LED-valaisimien suurpainenaatriumvalaistusta vähäisempi huoltotarve. Koska tunneleissa tehtävät huoltotyöt vaativat avo-osuuksia monipuolisemmat liikennejärjestelyt, edellä mainitun LED-valaisimien ominaisuuden avulla tunnelikohteissa saavutetaan tievalaistuksessa avo-osuuksia suuremmat kunnossapitokustannussäästöt.

4.4.3 LED-valaistuksen hyödyntäminen maailmalla

Vaikka LED-valaisimet eivät vielä tarkasteluhetkellä ole Suomessa kovinkaan yleisiä katu- ja tievalaistuksessa, niin esimerkiksi Yhdysvalloissa Kalifornian alueella LED-valaisimet ovat erittäin yleisiä (Gerdes 2013-7-31). Artikkelissaan Gerdes on ilmoittanut että pelkästään vuosina 2012 ja 2013 Kalifornian kaupunkien kaduille asennettiin noin 200 000 LED-valaisinta. Pelkästään Los Angelesin kaupungissa katuvalaisimista noin 140 000 valaisinta vaihdettiin LED-valaisimiksi. Yhdysvaltojen suurlähetystön (2013-5-23) julkaiseman lehdistötiedotteen mukaisesti Los Angelesin tilastokeskus on arvioinut, että kaupunki säästää tehtyjen valaisinvaihtojen ansiosta vuosittain valaistuksen energiakustannuksissa noin 5 miljoonaa dollaria. Arvioidun energiasäästön ilmoitettiin vastaavan noin 63,3 prosentin osuutta aikaisempien vuosien energiankulutuksesta.

Yhdysvaltojen valaistuksen erityisasiantuntijat kävivät kesäkuussa 2013 esittelemässä toteuttamiaan energiatehokkaita LED-ratkaisuja myös suomalaisille päättäjille. Vierailu oli osa suurlähetystön Green Cities -projektia, jolla pyrittiin löytämään amerikkalais-suomalaisia yhteistyökohteita energiatehokkuuden lisäämiseksi ja ilmastomuutosten estämiseksi. (Yhdysvaltojen suurlähetystö 2013.)

Suomen ympäristöministeriö on tapaamisiin liittyen julkaissut sivuillaan uutisen, jossa todetaan LED-katuvalaistukseen siirtymisen säästävän sähköä yli 50 prosenttia perinteiseen katuvalaistukseen verrattuna. Uutisen yhteydessä todetaan, että LED-tekniikka on yksi mahdollinen tapa korvata nykyisiä katuvaloja. (Ympäristöministeriö 2013-6-4.) Ympäristöministeriön julkaisemasta väitteestä on kuitenkin todettava, että tehty vertailu perustuu runsaasti energiaa kuluttaviin elohopeahöyryvalaisimiin, joiden valmistus ja maahantuonti kiellettiin EU:n alueella vuonna 2015.

4.4.4 Rautalammen LED-pilotti

LED-valaistus on puhuttanut viime vuosina paljon myös ELY-keskuksissa, kun samalla on haettu sopivia pilotointikohteita maantieverkolta. Pohjois-Savon ELY-keskus päätti loppuvuonna 2014 toteuttaa LED-valaistuksen pilottikohteen Rautalammin taajamaan. Pilottikohteen valintaan vaikuttivat kohteen valaistuksen saneeraustarve ja kunnan kanssa käydyt keskustelut. Rautalammin kunnan ja Pohjois-Savon ELY-keskuksen välillä käydyissä keskusteluissa kunta esitti toiveenaan, että keskustalueen valaistuksesta voitaisiin tehdä perinteistä valaistusta visuaalisesti näyttävämpi ratkaisu.

Suunnittelutyön aikana Rautalammin LED-valaistus rajattiin kunnan keskustan läpi menevälle kantatielle noin 1,1 kilometrin matkalle keskustaajaman kohdalle. Hankkeen yhteydessä saneeratusta yli

4,5 kilometrin pituisesta valaistuksesta muu valaistus suunniteltiin perinteisillä suunpainenatrium valaisimilla. Valaistuksen suunnittelun yhteydessä LED-valaistuksen pylväsvälit mitoitettiin EasyLED Oy:n valmistamien ProWave 150-valaisimen (kuva 9) ominaisuuksien mukaisesti ja muun valaistuksen mitoitus tehtiin Philips Oy:n valmistamalle 150 wattiselle SGS454 GB Iridium-valaisimelle. Liikenneviraston 1.1.2014 julkaiseman hyväksytyjen tievalaisimien oppaan (Liikennevirasto 2014a, 12) mukaisesti ProWave 150-valaisimen maksimipylväsväli kantatieverkon valaistusluokalla M3b (A14a) ja 10 metrin valaisimen asennuskorkeudella on 51 metriä, 7 metrin levyisellä tien poikkileikkauksella. Vastaavan luettelon mukaisesti Iridium valaisimelle sallitaan samoissa olosuhteissa 55 metrin pylväsväli.

Suunnittelutyön yhteydessä kuitenkin selvisi, että oppaan mukaista LED-valaisimen 51 metrin pylväsväliä ei pilottikohteella pystytä kolmesta eri syystä toteuttamaan:

- tien poikkileikkaus
- valaisimen tuottaman valon värilämpö
- pylvässijoittelun pakkopisteet.



KUVA 9. EasyLED ProWave 150 LED-valaisin

Liikenneviraston oppaassa ilmoitetut teoreettiset pylväsvälit on laskettu yleisesti käytössä olevalla 7 metrin tien poikkileikkauksella. Tästä syystä pylvässijoitusta suunniteltaessa suunnittelijan tulee selvittää valaistavan kohteen todellinen valaistavan osuuden poikkileikkaus. Rautalammin keskustassa sijaitsevalla LED-valaistuksen pilottikohteella kantatien poikkileikkaus on teoreettisen laskelman mukainen 7 metriä, mutta kantatien molemmilla puolilla sijaitsee 3,5 metriä leveät kevyen liikenteen väylät, jotka on tarkoitettu valaista päätien valaistuksella. Näin ollen valaistavan osuuden kokonaisleveys onkin 7 metrin sijasta 14 metriä. (Kuva 10.)



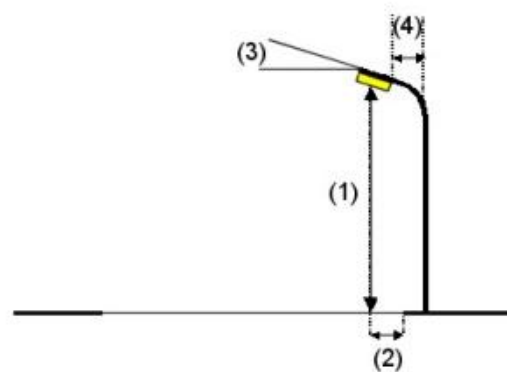
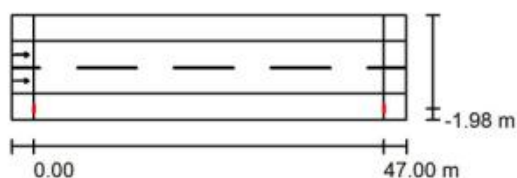
KUVA 10. Rautalammin LED-valaistus

Teoreettisen 51 metrin pylväsvälin edellytyksenä ProWave 150-valaisimella on, että kohteella käytettäisiin LED-valaisimen mahdollistamaa 6000 kelvinin värilämpötilaa. Kyseinen 6000 kelvinin valon väri on sinertävää ja kyseinen valon väri koetaan tästä syystä kylmäksi. Useiden ELY-keskuksen ja Liikenneviraston asiantuntijoiden mielipiteiden mukaisesti näin korkea valaistuksen värilämpö ei ole soveltuva käytettäväksi tievalaistuksen yhteydessä. Valtakunnallisessa tievalaistusverkostossa eri ELY-keskusten valaistusasiantuntijat ovat linjanneet, että maanteiden LED-valaistuksessa tulee suosia 4000 kelvinin värilämpötilaa.

Pylvässijoittelun pakkopisteillä tässä yhteydessä tarkoitetaan kyseisellä taajamakohteilla sijaitsevia liittymiä, jotka osaltaan määrittelevät sitä mihin pylväitä on ylipäättään mahdollista sijoittaa. Pylväiden sijoitus tietylle teoreettiselle pylväsvälille johtaisi pilottikohteen mukaisella taajamakohteella siihen, että osa pylväistä sijoittuisi liittymien kohdalle tai muuten liian lähelle näitä. Tästä syystä pylväiden sijoitu tulee suunnitella siten, että pylväät tulevat hyväksyttävälle paikoille ilman että teoreettinen maksimaalinen pylväsväli ylittyy.

Koska edellä mainittujen syiden takia valaistuksen lähtötietoja jouduttiin muutamaamaan teoreettisista oletusarvoista, valaistuksen suurin sallittu pylväsväli määritettiin valaistuslaskennoin. Valaistuslaskennat tehtiin suunnittelutyön yhteydessä CalcuLux Road-ohjelmistolla (kuva 11). Tehtyjen laskelmien perusteella LED-valaistuksen sallituksi pylväsväliksi kyseiselle kohteelle saatiin 47 metriä LED-valaistuksen värilämmöllä ollessa 4000 kelviniä. Suunnittelukohteen pylvässijoittelun pakkopisteiden takia pylväsvälien todelliset pituudet jäivät 44 - 47 metrin välille pylväsvälien keskiarvon ollessa 46 metriä.

Valaisinjärjestykset

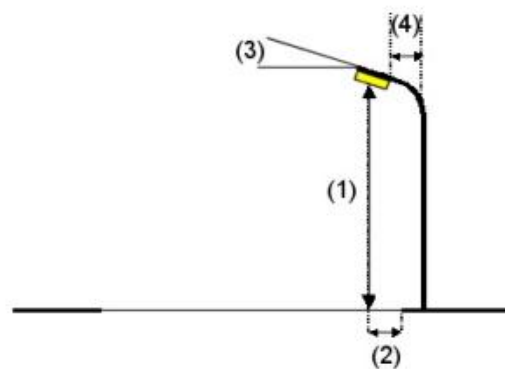
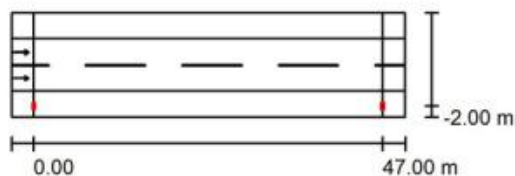


Valaisin:	Easy LED Oy PRO Wave 150 - UP-R (4000K nominal)	Valovoiman enimmäisarvot
Valovirta (Valaisin):	12800 lm	tapauksessa 1110
Valovirta (Lamput):	12800 lm	70°: cd/klm
Valaisimien teho:	124.0 W	tapauksessa 22
Järjestely:	yksipuolisesti alapuolella	80°: cd/klm
Katuvalojen väli:	47.000 m	tapauksessa 0.03
Asennuskorkeus (1):	10.318 m	90°: cd/klm
Valopisteen korkeus:	10.237 m	Kaikkiin niihin suuntiin, jotka muodostavat ilmoitetun kulman alemman pystysuoran kanssa, kun valaisin on asennettu käyttökuntoon.
Etäisyys tien reunaan (2):	-1.972 m	Valovoiman arvot eivät ylitä arvoa 95°.
Poikkivarren kallistuma (3):	5.0 °	Sijoittelu täyttää valovoimaluokan vaatimukset G3.
Poikkivarren pituus (4):	2.000 m	Sijoittelu täyttää häikäisyarvoluokan vaatimukset D.6.

KUVA 11. ProWave 150-valaisimen valaistuslaskenta (Eeva 2015, 21.)

Valaistusteknologioiden välisten erojen selvittämiseksi kyseiselle suunnitteluosuudelle tehtiin valaistuslaskelmat myös perinteisille suurpainenatriumvalaisimille. Mikäli suunniteltu LED-valaistuksella suunniteltu pilottiosuus olisi korvattu pilottiosuuden ulkopuolelle asennetuilla suurpainenatriumvalaisimilla, tällä ei olisi ollut vaikutusta pylväsväliin kyseisellä poikkileikkauksella (kuva 12). Tämä johtuu siitä, että valaistukseen 7-metrinen poikkileikkauksen sijasta 14-metrinen poikkileikkauksen valaisimen optiikkasäätöä joudutaan muuttamaan Liikenneviraston (2014a, 12) hyväksytyjen valaisimien oppaassa esitetystä asennosta P5 asentoon P4. Optiikkasäädön muutoksen seurauksena valaisimen valokeila kohdistuu isommalle poikkileikkaukselle, pitkän pylväsvälin kustannuksella. LED-valaisimissa vastaavanlaista erillistä optiikkasäätömahdollisuutta ei ole olemassa, vaan LED-valaisimien optiikkasäädöt tehdään jo tehtaalla valaisimien valmistusvaiheessa valitsemalla valaisimelle kohteeseen sopivat LED-moduulit.

Valaisinjärjestykset



Valaisin:	PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP150W TP P4	Valovoiman enimmäisarvot
Valovirta (Valaisin):	15575 lm	tapauksessa 455
Valovirta (Lamput):	17500 lm	70°: cd/klm
Valaisimien teho:	169.0 W	tapauksessa 88
Järjestely:	yksipuolisesti alapuolella	80°: cd/klm
Katuvalojen väli:	47.000 m	tapauksessa 1.75
Asennuskorkeus (1):	10.318 m	90°: cd/klm
Valopisteen korkeus:	10.000 m	Kaikkiin niihin suuntiin, jotka muodostavat ilmoitetun kulman alemman pystysuoran kanssa, kun valaisin on asennettu käyttökuntoon.
Etäisyys tien reunaan (2):	-1.972 m	Sijoittelu täyttää valovoimaluokan vaatimukset G3.
Poikkivarren kallistuma (3):	5.0 °	Sijoittelu täyttää häikäisyarvoluokan vaatimukset D.6.
Poikkivarren pituus (4):	2.000 m	

KUVA 12. Iridium SGS254/454 GB 150w -valaisimen valaistuslaskenta (Eeva 2015, 7.)

Koska yllä esitettyjen vertailevien valaistuslaskentojen perusteella pilottikohteeseen valitulla LED-valaisimella ja suurpainenatriumvalaisimella päästiin samoihin pylväsväleihin, pilottikohteen toteutus LED-valaisimilla varmistui. Rautalammin LED-valaistuksen pilottikohde valmistui marraskuussa 2015. Hankkeen valmistuttua pilottikohteen valaistuksen laatua ja tehtyjen valaistuslaskelmien vastaavuutta selvitettiin maastossa tehdyillä valaistusmittauksilla. Tehtyjen valaistusmittausten perusteella voidaan todeta, että Rautalammin LED-valaistuksesta mitatut valaistusarvot vastaavat laskettuja teoreettisia arvoja Liikenneviraston (2014b, 13) ohjeistuksen sallimissa toleransseissa. Tämän perusteella voidaan todeta, että Rautalammin toteutettu LED-valaistuksen pilottikohde täyttää maantieverkolle asetetut tievalaistuksen vaatimukset. Valaistusmittausten pohjalta laadittu valaistuksen laatumittausraportti on esitetty tämän työn liitteessä 2.

Rautalammin LED-valaistuksen pilottikohde sisältää yhteensä 24 kappaletta edellä mainittuja LED-valaisimia, minkä vuoksi tehdyn ratkaisun odotetaan säästävän sähköenergiaa vuosittain noin 4 100 kilowattituntia. Sähköenergian lisäksi kohteen 30 vuoden elinkaarikustannusten odotetaan jäävän LED-valaisimin toteutettuna vastaavaa suurpainenatriumvalaistusta pienemmäksi. Pilottikohteen tavoitteena on sähköenergiasta ja elinkaarikustannuksista saatavat säästöt. Lisäksi LED-valaistuksen odotetaan parantavan kohteen työ- ja liikenneturvallisuutta taajamassa liikenteen joukossa tehtäviä valaistuksen huoltotarpeiden vähentyessä vähemmän huoltoa tarvitsevien LED-valaisimien ansiosta. Samalla Pohjois-Savon ELY-keskus hankkii pilottikohteen myötä kokemusta maanteiden LED-valaistuksesta, jolloin myös LED-tekniikan kestävydestä tievalaistuksessa saadaan lisää tärkeää tietoa hyödynnettäväksi tulevissa valaistushankinnoissa.

4.5 LED-valaistuksen tuomat mahdollisuudet

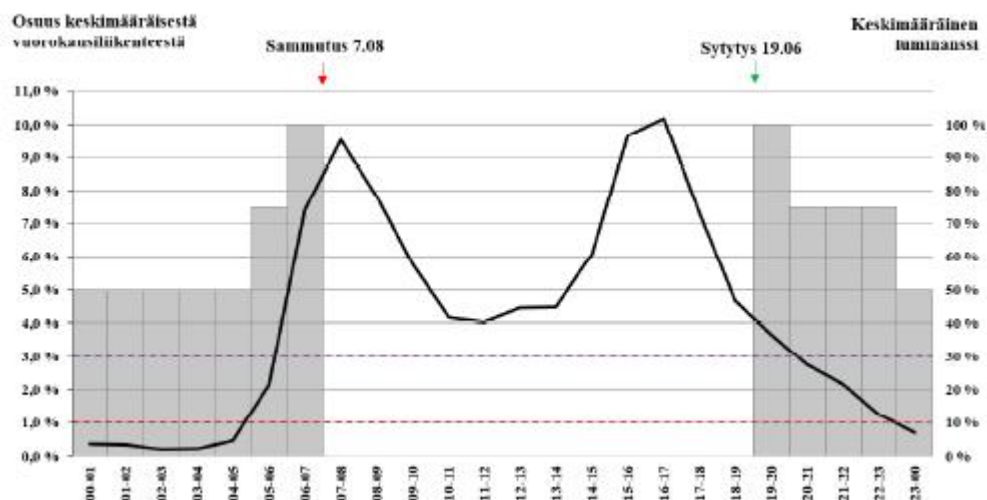
4.5.1 Valaistuksen monipuolisempi ohjattavuus

Nykyiset suurpainenatriumvalaisimet sallivat niin sanotun kaksiportaisen tehonohjauksen. Tällä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi 150-wattisen suurpainenatriumvalaisimen teho pystytään laskemaan yön hiljaisimmiksi tunneiksi 100 wattiin. Toisin kuin suurpainenatriumvalaisimilla, LED-valaisimien tehoa pystytään ohjaamaan portaattomasti. Kyseinen ominaisuus antaa LED-valaistuksen suunnitteluun lisää vaihtoehtoja, joilla voidaan tavoitella energiatehokkaampaa ulkovalaistusta. Jotta valaistuksen energiataloudellisessa suunnittelussa päästään käsiksi mahdollisiin energiasäästöihin, täytyy tietää, millä parametreilla valaistuksen tehoa säädetään.

Liikenneviraston (2015d, 20) valaistuksen suunnitteluohjeessa mainitaan, että älykkään ohjausjärjestelmän yleisimmät ohjausparametrit liittyvät

- ajoneuvojen liikennemäärään
- liikennevirran nopeuteen
- sääolosuhteisiin
- tien päällysteen ominaisuuksiin ja olotilaan.

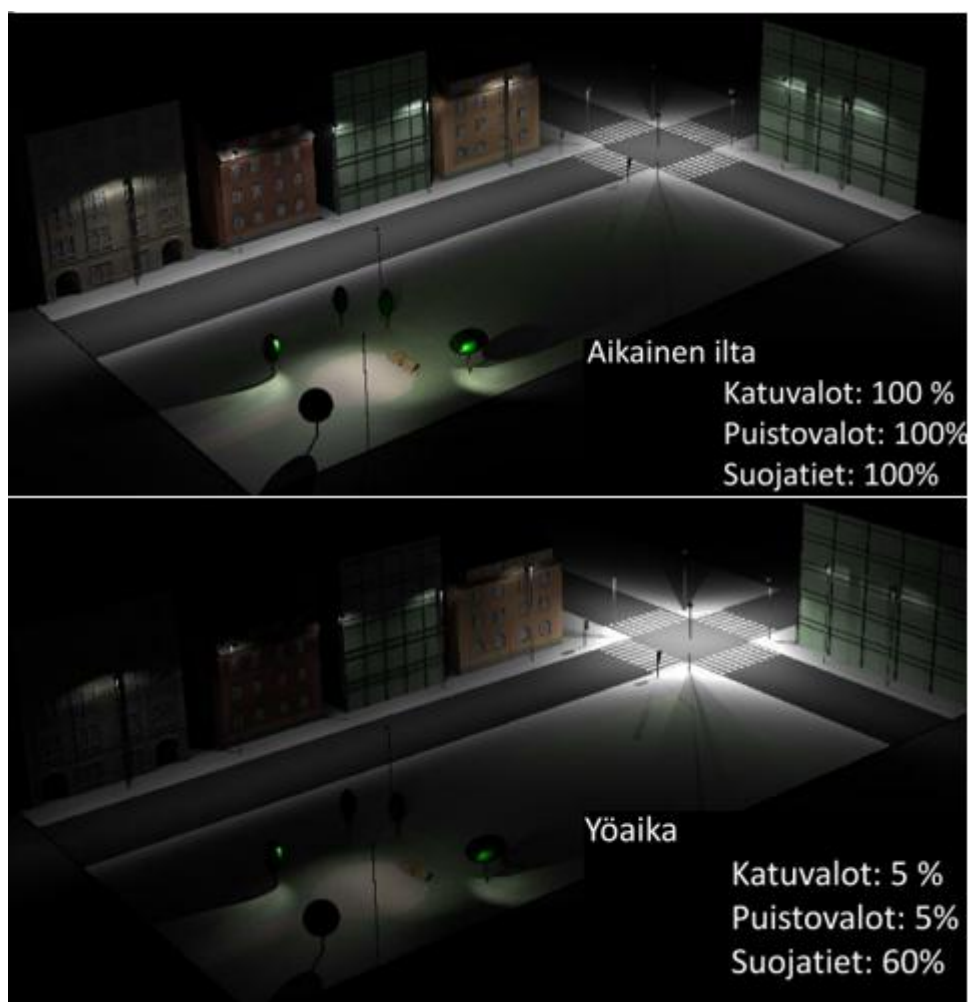
Esitettyjen ohjausparametrien mukaisesti valaisimien tehoa voidaan laskea esimerkiksi hiljaisen liikenteen aikana tai hyvien sääolosuhteiden aikana. Vastaavasti valaistuksen tehoa voidaan lisätä esimerkiksi huonon sään ja vilkkaan liikenteen aikana. Kuviossa 8 on havainnollistettu kolmiportaisen liikennemääräohjatun valaistuksen toiminta. Yön hiljaisina tunteina kello 23–05, jolloin liikennettä on alle 1 prosenttia keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä, valaistusta poltetaan ainoastaan 50-prosenttisella teholla. Liikennemäärän kasvaessa aamulla valaisimien tehoa kasvatetaan aluksi 75 prosenttiin ja myöhemmin liikennemäärän noustessa yli asetetun 3 prosentin liikennemäärärajan valaistus ohjataan täydelle teholle.



KUVIO 8. Liikennemääräohjatun valaistuksen toimintaperiaate (Liikennevirasto 2015d, 20.)

Älykäs valaistuksenohjaus tarvitsee toimiakseen toimivan tietoliikenneverkon valaisimien ja ohjauslaitteen välille. Tietoliikenneverkon kautta valaisimille viestitään ohjausjärjestelmästä tiedot kullakin

hetkellä tarvittavasta valaisimen valaistusvoimakkuudesta. Koska yhtenäistä standardia valaistuksen ohjaukseen ei ole määritelty, monet LED-valmistajat ovat toteuttaneet omille valaisimilleen sopivat älykkäät ohjausjärjestelmät. Kyseiset järjestelmät ovat yleisimmin suunniteltu siten, että kullakin valaisimella on oma valaisimen sisään asennettu tietoliikenneyksikkö, mikä kommunikoi langattomasti valaistuksen ohjausjärjestelmän kanssa. Älykkäiden valaistuksenohjausjärjestelmien eduksi tunnustetaan monipuolisen valaistuksen ohjauksen lisäksi langaton valaistuksenohjaus. Langattoman ohjauksen ansiosta valaisimille ei tarvita erillistä ohjausjohdinta, joita suurpainenaatriumvalaistuksien yhteydessä on viime vuosina rakennettu. Monipuolisen valaistuksen ohjauksen etu on yksittäisten valaisimien erillinen ohjausmahdollisuus, jolloin tärkeimpien valaistavien kohteiden valaistusta saadaan säädettyä muusta valaistuksesta poiketen. Tästä hyvänä esimerkkinä on kuvassa 13 näkyvä suojatien valaistuksen erillisohtaus. Muun alueen valaistustehon laskiessa yöllä 100 prosentin tehosta 5 prosentin tehoon suojatien valaistuksen teho laskee 100 prosentista vain 60 prosenttiin. Tämän seurauksena valaistavaksi erityiskohteeksi valittu suojatie säilyttää yöaikaisen valaistustasonsa lähes alkuillan tasolla, minkä vuoksi kohteen havaittavuus yöaikaan parantuu huomattavasti.

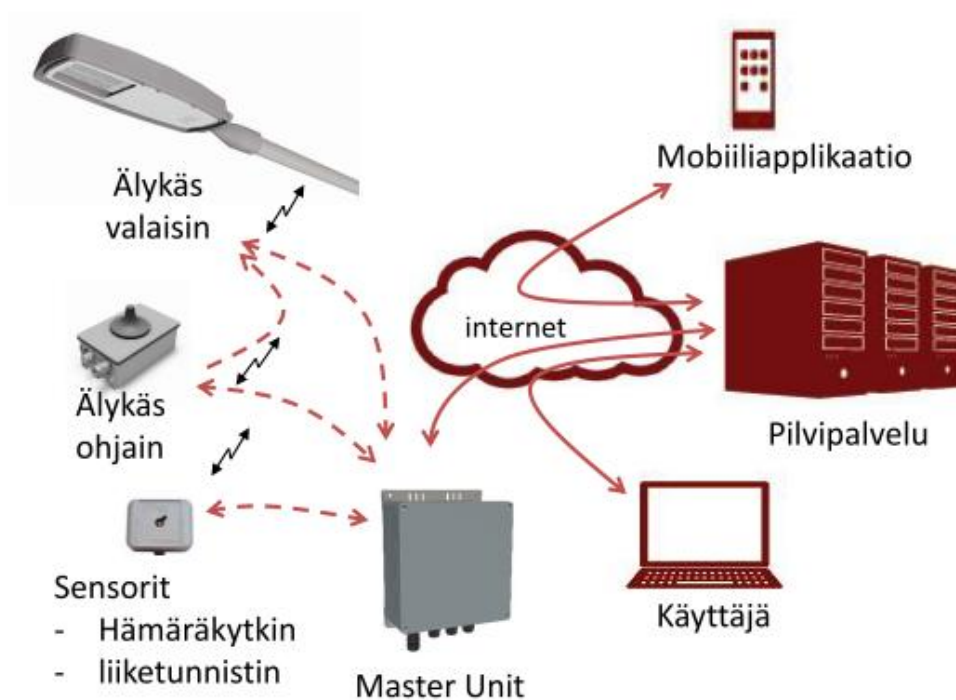


KUVA 13. Erityiskohteiden huomioiminen älykkäässä valaistuksen ohjauksessa (Mattila 2008-8-6.)

Ongelmaksi valaisinvalmistajien omien valaistuksen ohjausjärjestelmissä nähdään näiden ohjausjärjestelmien yhteensopimattomuus kilpailevien valaisinvalmistajien tuotteiden kanssa. Tällä huomiolla halutaan korostaa sitä tosiasiaa, että valaistuksen ylläpitäjä joutuisi sitoutumaan vain ohjausjärjestelmän toimittaneen valaisinvalmistajan tuotteisiin halutessaan ohjata valaistusta toivotulla tavalla.

Tällöin kilpailevien valaisinvalmistajien tuotteet eivät välttämättä kykenisi kommunikoimaan toisten valaisinvalmistajan ohjausjärjestelmän kanssa.

Yllä mainitusta syystä ELY-keskukset ovat vuoden 2015 aikana selvittäneet tievalaistuksen älykkään ohjauksen yhteyteen LED-valaisinvalmistajista riippumatonta MESH-verkkopohjaista valaistuksen ohjausjärjestelmää. Ohjausjärjestelmän ansiosta valaistusta tulisi voida ohjata portaattomasti LED-valaisimen oman 1 - 10 V tuloliitännän avulla, joka on jo nykyisin useissa eri LED-valaisinvalmistajien tuotteista. MESH-verkkoon pohjautuvaan järjestelmään kuuluu tievalokeskuksille sijoitettava ohjausjärjestelmän master-yksikkö sekä jokaiselle ohjattavalle LED-valaisimelle tai pylvälle asennettava slave-yksikkö, joka ohjaa LED-valaisimen tehoa valaisimen 1 - 10 V liitännän avulla. Valaistuksen ohjaustietoja muutettaessa master-yksikölle toimitetaan tarvittavat ohjaukset kuvan 14 mukaisesti internetrajapinnan yli ohjausjärjestelmältä. Master-yksikkö toimittaa ohjaustiedon langattomasti eteenpäin lähimmillä älykkäillä valaisimilla oleville slave-yksiköille, jotka jakavat ohjaustietoa eteenpäin seuraaville valaisimille.



KUVA 14. Älykkään valaistusohjauksen toiminta (Mattila 2008-8-6.)

Kyseisen ohjausjärjestelmän investointikustannuksiksi on vuoden 2016 tammikuussa arvioitu tievalokeskuksille sijoitettavien master-yksiköiden osalta noin 500 euroa / kappale ja slave-yksiköiden osalta 145 euroa / kappale. Edeltävissä kustannuksissa ei ole mukana kyseisten yksiköiden asennustöitä, jotka vaihtelevat asennuskohteittain. Perinteisessä maanteiden linjavalauksessa keskuksia joudutaan oikosulkuvirtojen takia sijoittamaan noin kahden kilometrin välein, jolloin kunkin keskuksen alueella sijaitsee vähimmilläänkin noin 40 tievalaisinta. Tällöin koko keskuksen alueen saattaminen langattoman ohjauksen piiriin maksaisi pelkkien ohjauskomponenttien osalta ilman asennustöitäkin noin 6 300 euroa.

Kun huomioidaan, että maantiekäyttöön tarkoitettut LED-valaisimet kuluttavat energiaa noin 120–140 wattia / tunti, voidaan todeta, että yllä mainitut investointikustannukset vastaisivat koko keskusalueen 13 kuukauden yhtämittaista energiakulutusta valaisimien palaessa kokoaikaisesti täysteholla. Ottaen huomioon että tievalaistus on käytössä noin 3 800 tuntia vuodessa, edellä mainituilla investointikustannuksilla katettaisiin kyseisen keskusalueen 2,5 vuoden energiankustannukset. Mikäli investointikustannuksiin huomioitaisiin edelleen järjestelmän asennuskulut, takaisinmaksuajan arvioidaan vielä lähes kaksinkertaistuvan, mikäli järjestelmä asennetaan jo olemassa olevaan valaistukseen. Perusteena tälle väitteelle on slave-yksiköiden vaatima viisijohtiminen valaisinkaapelointi, jota nykyisiltä valaisimilta ei pääsääntöisesti löydy, vaan tämä jouduttaisiin asentamaan pylvälle erillisenä työnä.

Langattoman ohjauksen, kuten langallisenkin ohjauksen, kustannuksia laskettaessa tulee huomioida se tosiasia, että suurinta osaa Suomen maantieverkolla olevista nykyisistä valaisimista ei pystytä ollenkaan tehon suhteen ohjaamaan. Uudemmissa valaisimissa, joilla tehonalennusmahdollisuus on, tehonpudotus on jo käytössä joko keskusohjattuna tai valaisinohjattuina valaisimiin sijoitettujen automaattireleiden välityksellä.

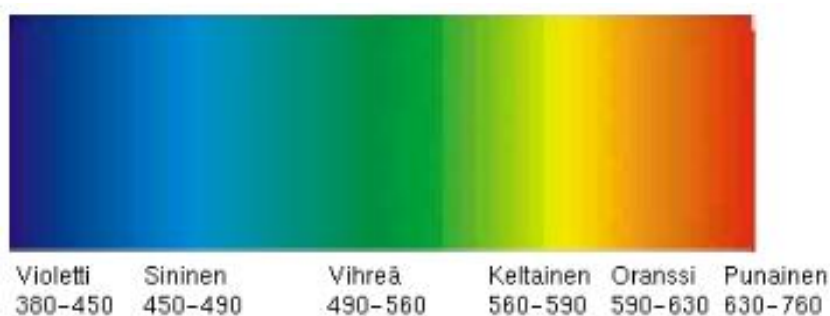
Edellä mainituin perustein voidaan vakuuttua, että nykyistä olemassa olevaa tievalaistusverkkoa ei erillisenä työnä ole taloudellisesti kannattavaa muuttaa langattoman tehonohjauksen, eikä edes perinteisen langallisen tehonohjauksen piiriin. Niillä kohteilla, joissa koko valaistus saneerataan totaalisesti, kannattaa tehon pudotuksen vaatimat toimenpiteet ottaa huomioon jo suunnittelun yhteydessä.

Mikäli Suomen maantieverkolle halutaan yhtenäinen langaton ohjausjärjestelmä, niin ennen järjestelmän hankintaa tulee tarkoin määritellä ohjausjärjestelmän rajapinnan sijainti nykyisen tievalaistuksen ohjausjärjestelmän kanssa. Mikäli keskuspuolella rajapinta tulee nykyisen tievalaistuksen ohjauspäätteen ja master-yksikön väliin, siten että langattoman järjestelmän toimittaja toimittaisi sekä master että slave-yksiköt, niin tällä ratkaisulla varmistettaisiin järjestelmän eri komponenttien välisen kommunikaation yhtenäisyys. Tässä tapauksessa tulee varmistaa, että master-yksiköt kykenevät välittämään tietoja nykyisten tievalaistuksen ohjauspäätteiden kanssa ja slave-yksiköt ovat yhteneviä valaisimien tehonohjausrajapinnan kanssa esimerkiksi 1-10 V:n liitännän kautta.

Älykkään valaistusohjauksen hankinnan rajapintoja voidaan myös miettiä siten, että kukin valaisin-toimittaja vastaisi omien valaisimiensa langattomasta ohjauksesta tietyllä keskusalueella. Tässä tapauksessa valaisintoimittajat pyrkivät suunnittelemaan tuotteensa siten, että valaisinpään tietoliikenneyksikkö, eli slave-yksikkö, on jo valmiiksi rakennettuna valaisimen sisään. Tämän valaisimen sisäänrakennetun tietoliikenneyksikön ansiosta erillistä ulkoista kaapelointia yksikön ja valaisimen välille ei tarvittaisi. Tässä tapauksessa tilaajan on kuitenkin syytä tarkastaa pystyykö kyseisen ohjausjärjestelmän välityksellä ohjaamaan myös muiden valaisintoimittajien valaisimia. Muussa tapauksessa ongelmana on, että tilaaja joutuisi julkisten hankintojen periaatteiden vastaisesti sitoutumaan kyseisellä keskusalueella ainoastaan ohjausjärjestelmän tarjoajan toimittamiin valaisimiin yhtenäisen valaistusohjauksen langattoman tietoliikennestandardin puuttuessa.

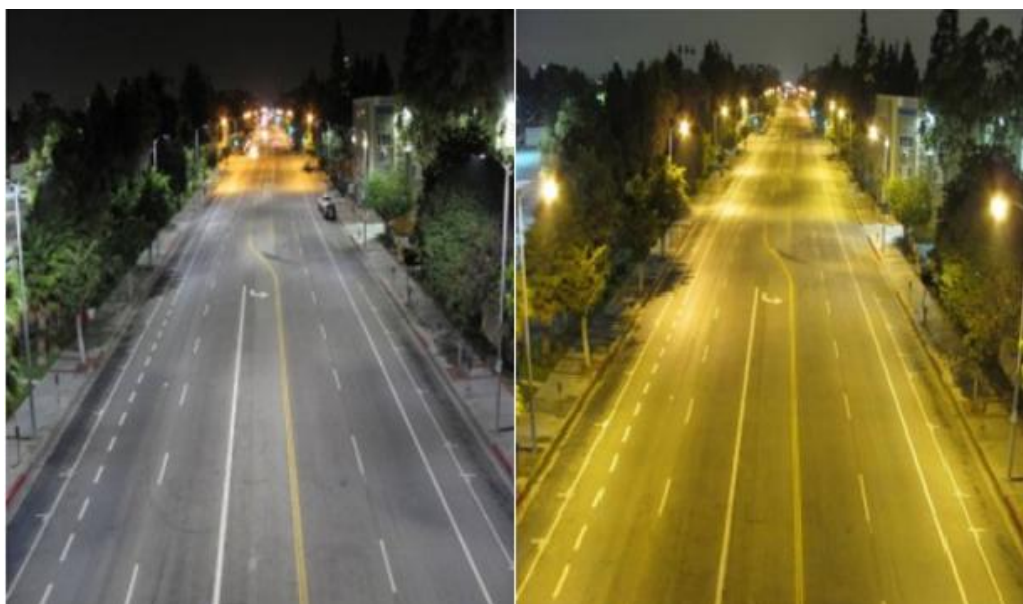
4.5.2 Valaistuksen luonnollinen värintoisto

Luonnonvalon yhteydessä puhutaan usein valkoisesta valosta. Valkonen valo muodostuu valon eri aallonpituuksista, joista ihmissilmä kykenee erottamaan aallonpituudet välillä 380 - 760 nanometriä. Koska eri aallonpituuksilla olevat valon sävyt ovat kuva 15 mukaisesti kaikki erivärisiä, voidaan todeta että luonnonvalo muodostuu todellisuudesta monesta erivärisestä valon sävystä. Luonnonvalon tavoin LED-valaistuksen valonspektri muodostuu kaikista näkyvistä valon aallonpituuksista, jolloin LED-valaistuksen valonväri on päivänvaloa vastaavaa. Tämän seurauksena LED-valaistuksen tuottama valo ei vääristä katsojan silmissä kohteiden luonnollisia värejä, vaan näyttävät kohteet vastaavan värisinä, kuin luonnonvalokin. (Puolakka 2013-1-16.)



KUVA 15. Ihmissilmän erottamat valon aallonpituudet (Ilmatieteen laitos 2016.)

Tievalaistuksen yhteydessä valkoista valoa tuottavilla LED-valaisimilla saavutetaan keltaista valoa tuottavia suurpainenaatriumvalaisimia luonnollisemman näköinen valaistus. Tämän valaistuksen ominaisuuden ansiosta tienkäyttäjä näkee valaistut kohteet näiden luonnollisessa värissä, jolloin kohteiden erottelukyky tienkäyttäjän nähden helpottuu. Kuvassa 16 on esitetty tievalaisimien vaikutus värintoistoon. Kuvan oikeassa reunassa tie on valaistus perinteisillä keltaista valoa tuottavilla purkauslampuilla ja kuvan vasemmassa reunassa sama kohde valaistuna LED-valaisimin.



KUVA 16. Valaistusteknologian vaikutus ulkovalaistuksen värintoistoon (Gerdes 2013-7-31.)

Kuvasta 16 voidaan nähdä, että LED-valaisimien tuottama valo korostaa ympäristön luonnollisia värejä. Kun taas purkauslamppujen tuottama keltainen valo näyttää valaistavat kohteet keltaisen värin eri sävyissä, jolloin eri kohteiden erottelukyky vaikeutuu.

4.5.3 Valaistuksen värilämpö

Valaistusta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon valaistavan kohteen luonne ja valaistuksen käyttötarkoitus. Tievalaistuksen yhteydessä yksi LED-valaistukseen liittyvä ominaisuus on valon värilämpö. LED-valaisimien valkoisen valon väri on perinteisesti jaettu kolmeen eri ryhmään valon värilämmön perusteella: (Lamminmäki 2016.)

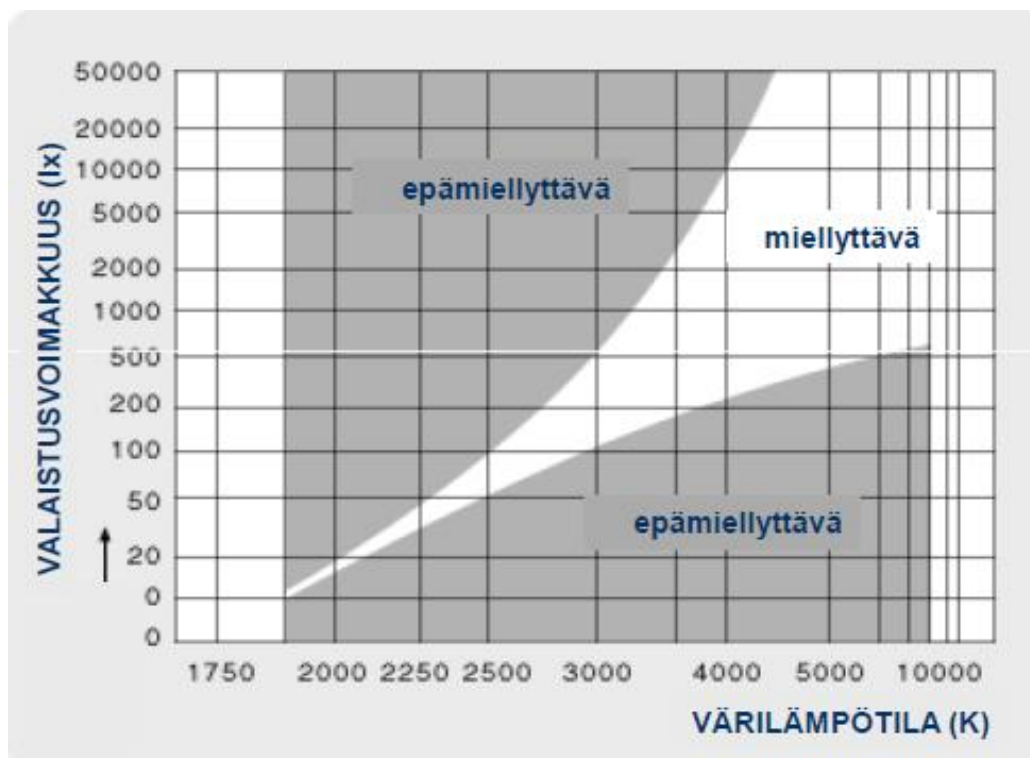
- kylmä valkoinen (cool white)
- neutraali valkoinen (neutral white)
- lämmin valkoinen (warm white).

Kylmä, värilämmöltään yli 4500 kelvinin, väri on aallonpituuksiltaan lyhempää sinertävää valoa. Kun taas lämpimämpi alle 3500 kelvinin väri sisältää enemmän punaisia aallonpituuksia, jolloin ne korostavat lämpimiä sävyjä kuvan 17 mukaisesti. Neutraalina valkoisena värinä pidetään edellä mainittujen aallonpituuksien välissä olevia noin 4000 kelvinin värilämpötiloja. (Osram 2016.)



KUVA 17. Valkoisen valon eri sävyt (Osram 2016.)

Valkoisen valon eri värisävyjen koettu miellyttävyys riippuu valaistavasta kohteesta ja valaistusvoimakkuudesta. Kohteissa joissa valaistusvoimakkuus on suuri, valaistuksen värilämmöltään korkeat sinertävät valon aallonpituudet koetaan miellyttäväksi. (Kuvio 9.)



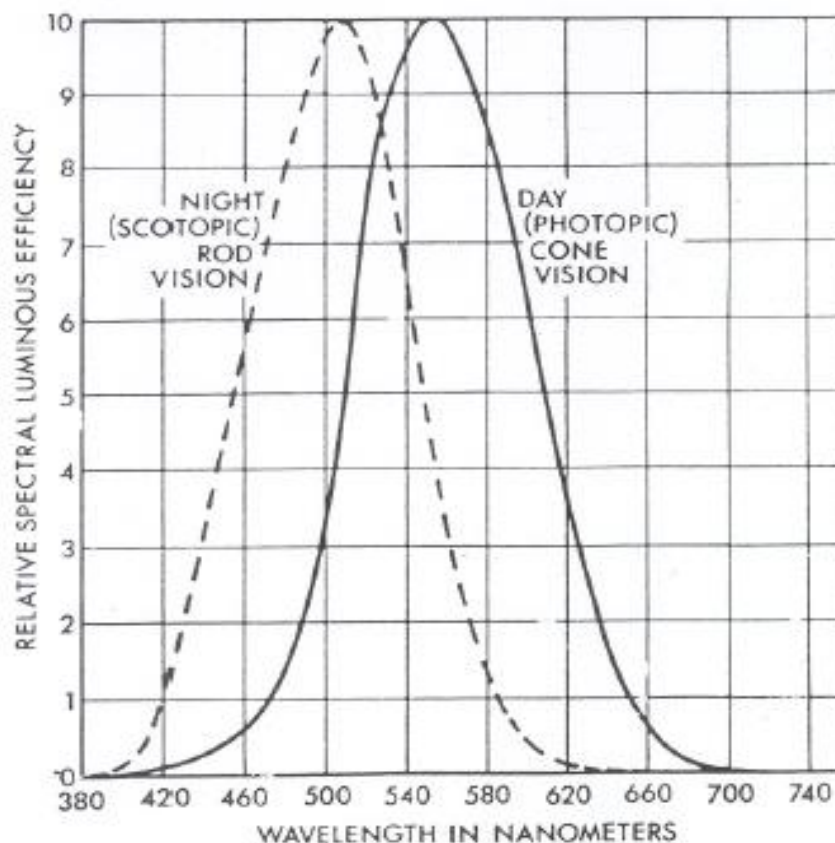
KUVIO 9. Valon värielämpötila ja sen miellyttävyys (Osram 2016.)

Suoman maanteiden tievalaistuksen yhteydessä valaistuksen värielämpötila on haluttu rajata 4000 kelviniin, jolloin LED-valaisimien väri koetaan neutraalin valkoiseksi. Tehdyn rajauksen takia LED-valaisimien sallimia maksimaalisia pylväsvälejä on jouduttu lyhentämään, joka taas on vaikuttanut LED-valaisimien kustannustehokkuuteen maanteiden valaistuksen yhteydessä.

Värielämmöltään yli 4000 kelvinin valon sävyjä voidaan kuitenkin hyödyntää kohteilla, joissa valaistuksen avulla halutaan korostaa sinertäviä sävyjä. Tämän tyyppisiä kohteita voivat olla esimerkiksi maanteiden varsilla olevat valaistavat taideteokset ja siltojen maisemavalaukset.

4.5.4 Mesooppinen valaistusmittaus

Nykyisin käytössä olevan fotooppinen valaistusmittaus pohjautuu vuonna 1924 kansainvälisen valaistuskomission (CIE) julkaisemaan kuviossa 10 esitettyyn päivänäkemisen spektriherkkyyssäyrään. Vuonna 1951 CIE julkaisi päivänäkemisen spektrikäyrän rinnalle kuviossa 10 esitetyn hämäränäkemisen spektrikäyrän, mutta tätä ei kuitenkaan otettu mukaan kansainvälisiin valaistusmitoitusohjeisiin. (CIE 2015-10-1.)



KUVIO 10. Päivä- ja hämäränäkemisen alueet (Kallasjoki 2010-4-21.)

Päivänäkemisen spektri perustuu ihmissilmän tappisolujen värinäkemisen alueeseen yli 5 cd/m^2 ja hämäränäkemisen spektri ihmissilmän sauvasolujen harmaasävyjen näkökykyyn matalilla alle $0,005 \text{ cd/m}^2$ valaistusvoimakkuusalueilla. Mesooppinen valaistusmittaus täydentää vuonna 1924 voimaan tullutta fotooppista mittausta ottamalla huomioon kuviossa 10 ja kuvassa 18 esitetyn ihmissilmän päivä- ja hämäränäkemisen alueiden väliin jäävän mesooppisen alueen. (Puolakka 2013-1-16, 5-6.)



KUVA 18. Ihmissilmän näkemisen eri alueet (Puolakka 2013-1-16, 5.)

Mesooppinen valaistusmittaus on vielä kansainvälisissä tutkimuksissa oleva uuden tyyppinen valaistusmittauspa, joka suosii valkoista valoa tuottavaa LED-valaistusta. Mesooppinen valaistusmittaus pohjautuu CIE:n raporttiin mesooppisesta fotometriasta, joka antaa lähtökohdat matalien valaistus- tasojen valaistuksen mitoittamiseen. (CIE 2015-10-1.) CIE näkee raportissaan (2015-10-1) mesooppi- sen valaistusmittauksen eduksi sen, että mesooppisessa mitoituksessa huomioidaan ihmissilmän eri näköalueiden yhteisvaikutus visuaaliseen näkemiseen. Samaan aikaan, kun fotooppisessa mitoituksessa huomioidaan vain silmän tappisolujen havaitsema värillinen päivänäön alue.

Mesooppisen valaistusmitoituksen avulla voidaan optimoida valaisimien valontuottoa sekä näkemisen että energiatehokkuuden kannalta. Valopää Oy:n Pasi Korhonen (2015-10-21) arvioi mesooppisen mittaustavan vähentävän LED-valaisimien energiantarvetta noin 20 prosenttia fotometrisen mitoituksen mukaisesta tehontarpeesta saman valaistusluokan saavuttamiseksi. Korhosen arvion mukaan mesooppinen mittaustapa kasvattaa vastaavasti perinteisten suurpainenatriumvalaisimien tehontarvetta noin 15 prosenttia fotooppiseen mitoitukseen nähden. Korhosen mukaan LED-valaisimen ja suurpainenatriumvalaisimen täyttäessä saman valaistusluokan fotooppisella mittaustavalla, LED-valaistus näyttäisi tienkäyttäjän silmissä lähes 60 prosenttia kirkkaammalta.

Liikenneviraston valaistuksen mitoitusohjeet noudattavat nykyisin käytössä olevaa fotooppista mittaustapaa, koska se on toistaiseksi virallinen valaistuksen mitoitus tapa. Mesooppista valaistusmitoitusta ei ole tarkasteluhetkellä hyväksytty kansainväliseksi valaistuksen mitoitus tavaksi. Tämän seurauksena mesooppisesta mitoituksesta saatavia energiasäästöjä ei voida vielä tarkasteluhetkellä hyödyntää LED-valaisimien mitoituksessa ja valaistuksen suunnittelussa.

4.6 LED-valaistuksista saatuja kokemuksia

Tämän opinnäytetyön yhteydessä kerättyjen tietojen pohjalta näyttää siltä, että LED-valaistus on pian syrjäyttämässä perinteiset suurpainenatriumvalaisimet. Tästä viestivät myös eri valaisinvalmistajat, jotka ovat siirtäneet tuotekehityksen pääpainonsa suurpainenatriumvalaisimista LED-valaisimiin. Tämän seurauksena perinteisiä suurpainenatriumvalaisimia aletaan poistaa markkinoilta ja tilalle tuodaan energiatehokkaampia LED-valaisimia.

Tämän työn yhteydessä eri kunnilta kerätyt mielipiteet osoittavat, että kunnat ovat alkaneet suosimaan LED-katuvalaistuksia näiden pienemmän energiankulutuksen ja kasvaneen toimintavarmuuden seurauksena. LED-valaistuksen toimintavarmuuden kasvun myötä saatavat hyödyt korostuvat varsinkin kohteissa, joissa valaistuksen hoitaminen on vaikeaa. Tällaisia kohteita ovat muun muassa vilkkaat taajamat ja tunnelit, joissa huoltotöiden vaatiman liikenteenohjauksen kustannukset nousevat merkittävästi huoltotöiltään helpompiin kohteisiin nähden.

LED-valaistuksen suunnittelussa tulee huomioida LED-valaisinten vähäinen hukkavalon tuotto. LED-valaistuksen yhteydessä valaisimien tuottamaa hukkavaloa on pyritty optisen suunnittelun avulla minimoimaan ja kaikki valaisimen tuottama valo on pyritty suuntaamaan valaistavaan kohteeseen. Kyseinen eri valaisimien välinen ominaisuusero korostuu varsinkin kohteissa, joissa LED-valaisimet vaihdetaan vanhojen purkausvalaisinten tilalle. Ennen valaisinvaihtoja vanhoista valaisimista syntynyt hukkavalon on kohdistunut itse valaistavan kohteen lisäksi myös muualle valaistavan kohteen ympärille valaisten samalla ympäröivää aluetta. Vähemmän hukkavaloa tuottavien LED-valaisimien vaihdon jälkeen tämä valaistavan kohteen ulkopuolinen alue jää lähes valaisematta. Usein tämä valaistuksen tarkempi kohdentaminen on erittäin järkevää, koska hukkavalosta syntyy aina taloudellisia kuluja. On kuitenkin olemassa kohteita, joissa vanhojen valaisimien hukkavalon on otettu hyötykäyt-

töön ja hukkavalon ansiosta on pystytty valaisemaan esimerkiksi tienvarrella kulkeva kevyen liikenteen väylä. Tällaisilla kohteilla uusien energiatehokkaampien valaisimien myötä voi syntyä tilanne, jossa valoa ei riitä enää entiseen tapaan kevyen liikenteen väylän riittävään valaisuun. Kuitenkin monissa tilanteissa LED-valaisimien optiikkaa pystytään jo tehtaalla säätämään siten, että myös kevyen liikenteen väylälle riittää jatkossakin valoa. Edellyttäen että tämä asia on huomioitu jo valaistuksen suunnittelussa.

Rautalammin LED-pilottikohteen valmistumisen jälkeen saatiin Rautalammin kunnalta palautteita rakennetusta LED-valaistuksesta. Saaduissa kommentteissa todettiin valaistuksen visuaalisen ilmeen parantuneen valkoista valoa tuottavien valaisimien myötä. Valkoisen valon koettiin korostavan keskusta-alueen ilmettä. LED-valaisimien tuottama valaistusvoimakkuus koettiin vastaavan pilottikohteen ulkopuolella olevan suurpainenatriumvalaistuksen valon määrää, jolloin valaistuksien välillä ei nähty ongelmia aiheuttavaa valaistuksen voimakkuuden muutosta. LED-valaistuksen yhdeksi havaituksi ongelmaksi ilmoitettiin valaistuksen toimivuus sumuisella kelillä ja lumisateella. Rautalammin kunnassa tarkasteluhetkellä teknisenä johtajana toimineen Hannu Poussun (2015-12-3) palautteen mukaisesti LED-valaisinten tuottama valo ei huonolla kelillä riittäisi valaisemaan tietä samoin kuin suurpainenatriumvalaistus. Toiseksi LED-valaistuksen ongelmaksi Poussu mainitsi ikäihmisten kokeman LED-valaistuksen määrän. Tämä asia oli noussut esiin iäkkäiden ihmisten antamissa palautteissa, joiden perusteella he olivat kokeneet LED-valaistuksen suurpainenatriumvalaistusta pimeämmäksi.

5 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli kehittää tievalaistuksen hoidon palvelusopimusten hankinta-asiakirjoja ja tutkia LED-valaistuksen kustannustehokasta hyödyntämistä maanteiden valaistuksessa. Työssä käytiin läpi tievalaistuksen hoidon hankinta-asiakirjamallit ja tehtiin ELY-keskusten yhteiselle sähköverkolle esitys hankinta-asiakirjojen muutoksista. Lisäksi työssä kyseltiin tievalaistuksen palveluntuottajilta hankinta-asiakirjoihin liittyviä kehittämisajatuksia ja vietiin nämä soveltuvilta osin mukaan ELY-keskuksille tehtyyn esitykseen. Työssä käytiin läpi hankintalain julkiselle kilpailutukselle asettamat vaatimukset ja tunnistettiin lain vaatimusten edellyttämät korjaustarpeet tievalaistuksen palvelusopimusten hankinta-asiakirjoihin. Lainsäädännöstä tulevien veloitteiden lisäksi työssä selvitettiin Liikenneviraston täydentyneiden ohjeistusten vaikutusta hankinta-asiakirjoihin. ELY-keskuksille tehdyn hankinta-asiakirjojen muutosesityksen hyväksymisen jälkeen esitetyt muutokset vietiin valtakunnallisiin tievalaistuksen palvelusopimusten hankinta-asiakirjamalleihin.

Työn yhteydessä seurattiin tehtyjen asiakirjamuutosten vaikutusta loppuvuodesta 2015 käynnistettyihin Länsi-Uudenmaan ja Lapin tievalaistuksen hoidon kilpailutuskierroksiin. Tehtyjen kilpailutusten ja saatujen tarjousten perusteella voitiin todeta, että tehdyillä asiakirjamuutoksilla ei ollut merkittävää vaikutusta tarjoushintoihin ja tarjoushalukkuuteen. Tehdyistä kilpailutuksista ei myöskään jätetty markkinaoikeuteen valituksia. Saatujen tulosten seurauksena vakuututtiin siitä, että kyseisiä asiakirjamalleja kannattaa hyödyntää myös tulevaisuudessa tievalaistuksen palvelusopimushankinnoissa. Omana kantamani voin lisäksi todeta, että laadittujen asiakirjamallien käyttöä kannattaa soveltuvilta osin laajentaa myös muihin ELY-keskusten palvelusopimushankintoihin, kuten pumppaamoiden hoidon palvelusopimuksiin.

Tievalaistuksen yhteydessä käytettyjen LED-valaisimien suurimpana ongelmana on pitkään ollut näiden valaistustehottomuus. Kuitenkin viime vuosien merkittävän LED-valaisimien kehitystyön ansiosta LED-valaisimien kustannustehokas käytettävyys maanteiden valaistuksessa on parantanut huomattavasti. Tässä opinnäytetyössä vertailtiin Liikenneviraston hyväksymien LED-tievalaisimien elinkaarikustannuksia nykyisin käytössä olevien suurpainenatriumvalaisimien elinkaarikustannuksiin. Tehtyjen laskelmien pohjalta voitiin todeta, että LED-valaisimien valotehokkuus on kehittynyt jo sille tasolle, että näitä voidaan alkaa hyödyntämään perinteisten suurpainenatriumvalaisimien rinnalla maanteiden valaistuksessa. LED-valaisimien 30 vuoden elinkaarikustannukset ovat työssä tehtyjen laskelmien pohjalta lähes identtiset perinteiseen maantievalaistukseen nähden.

LED-valaisimien kustannustehokkuuden lisäksi tässä työssä selvitettiin LED-valaisimien hyödyntämistä ja saatuja kokemuksia katu- ja tievalaistuksissa eri puolella Suomea ja maailmalla. Työn yhteydessä tutkittiin LED-valaistuksen eri ominaisuuksia ja vaikutusta maanteiden valaistukseen. Tehtyjen selvitysten pohjalta voitiin todeta, että valkoista valoa tuottavilla LED-valaisimilla on luonnollisen värintoiston lisäksi etuna mesoopin mittaustavan tulevaisuudessa tuomat energiasäästöt. Työn yhteydessä selvitetyle valaisimista erillään olevalla älykkäälle valaistuksenohjaukselle ei työssä löydetty järkeviä kustannustehokkaita ratkaisuja. Älykkään valaistusohjauksen hyödyt nähtiin tässä työssä

tehtyjen selvitysten pohjalta realisoituvan vasta siinä vaiheessa, kun valaistuksen ohjaukselle saadaan yleinen standardi, jonka pohjalta eri valaisimia voidaan ohjata yhdellä käyttöliittymällä.

LÄHTEET

- AEC 2015. Italo 3 LED-valaisin [verkkajulkaisu]. Technical data sheet. [Viitattu 2016-3-1.] Saatavissa: http://www.aecilluminazione.com/download_file/ProdottoDown/254/italo-3-technical-folder/title/titulo
- CIE 2015-10-1. CIE AND MESOPIC PHOTOMETRY [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2016-3-22.] Saatavissa: <http://www.cie.co.at/index.php/LEFTMENU/About+us/CIE+Newsletter/Artikel+1+Oktober>
- EEVA, Toni 2015. Kt69 valaistuksen saneeraus Rautalammin kohdalla, valaistuslaskennat. Saatavissa: Kuopio: Pohjois-Savon ELY-keskus. Arkisto.
- ELY-KESKUS 2016. Tievalaistuksen palvelusopimusten vuoden 2016 hankinta-asiakirjat [verkkoinen]. Sijainti: Kuopio: Pohjois-Savon ELY-keskuksen verkkolevy [ei saatavissa julkisesti].
- EKRIAS, Aleksanteri 2015-11-25. Uutta ulkovalaistuksessa [verkkoinen]. [Viitattu 2016-2-28] Saatavissa: https://www.oulunenergia.fi/sites/default/files/attachments/aleksanteri_ekrias_-_uutta_ulkovalaistuksessa.pdf
- GERDES, Justin 2013-7-31. Los Angeles Completes World's Largest LED Street Light Retrofit [verkkajulkaisu]. Forbes / Green Tech. [Viitattu 2015-10-10.] Saatavissa: <http://www.forbes.com/sites/justingerdes/2013/07/31/los-angeles-completes-worlds-largest-led-street-light-retrofit/#5a82bcbb4b54>
- GLAMOX 2013-9-26. Kymmenen asiaa, jotka sinun tulee tietää ledeistä [verkkajulkaisu]. Glamox Luxo Lighting. [Viitattu 2016-3-1.] Saatavissa: http://www.glamox.com/upload/2013/09/26/fi_sing-lepages-2.pdf
- HAKKARAINEN, Henri 2009. Ledien käyttömahdollisuudet tievalaistuksessa. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. [Viitattu 2016-2-28.] Saatavissa: https://webhotel2.tut.fi/units/set/opetus/pdf%20julkiset%20dyot/Hakkarainen_Henri_julk.pdf
- HARJULA, Esa 2016-2-29. Pohjois-Savon ELY-tievalaistuksen paloajat vuosina 2014-2015 [sähköpostiviesti.] Vastaanottaja Mikko Laitinen. Sijainti: Kuopio: Mikko Laitisen kokoelmat.
- HE 50/2006 vp. Hallituksen esitys Eduskunnalle laeiksi julkisista hankinnoista sekä vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2015-12-20.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2006/20060050.pdf>
- HEISKALA, Piia 2015-10-22. Lakimies. [Videoneuvottelu.] Helsinki: Liikennevirasto.
- HILMA 2015. Hankintojen ilmoitusmenettely [verkkoinen]. [Viitattu 2015-09-22.] Saatavissa: <http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/docs/ilmoitusmenettely>
- ILMATIETEEN LAITOS 2016. Valo ja spektri [verkkoinen]. [Viitattu 2016-3-12.] Saatavissa: <http://www.geo.fmi.fi/oppimateriaali/envisat/valonsade/spektri.html>
- JUHTA 2007. JHS 165 Tietojärjestelmän vaatimusten määrittely osana järjestelmän hankintaa [verkkoinen]. JHS-suositukset. [Viitattu 2014-09-29.] Saatavissa: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS165/JHS165.pdf>
- JUHTA 2008. JHS 167 Neuvottelumenettelyjen käyttö ICT-hankinnoissa [verkkoinen]. JHS-suositukset. [Viitattu 2014-09-27.] Saatavissa: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS167/JHS167.html>
- KALLASKOKI, Tapio 2010-4-21. Valaistuksen vaikutukset [verkkoinen]. Metropolia ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2016-3-21.] Saatavissa: http://www.museoliitto.fi/doc/tapio_kallasjoki.pdf
- KANKAINEN, Jouko JA JUNNONEN, Juha-Matti 2001. Rakennuttaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- KORHONEN, Pasi 2015-10-21. Mesooppinen näkeminen. [sähköpostiviesti]. Valopää Oy. Vastaanottaja Mikko Laitinen. Saatavissa: Kuopio: Mikko Laitisen kokoelmat.
- LAITINEN, Kalevi 2016-3-1. Aluemyyntipäällikkö. [Puhelinhaastattelu.] Valopää Oy.

- LAKI JULKISISTA HANKINNOISTA. L 348/2007. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-9-21.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070348>
- LAPIN ELY-KESKUS 2015a. Hankintailmoitus, Tievalaistuksen palvelusopimus 2016–2021, Lappi [verkkojulkaisu]. Hankintailmoitukset. [Viitattu 2015-12-21.] Saatavissa: www.hankintailmoitukset.fi
- LAPIN ELY-KESKUS 2015a. Hankintapäätös, Tievalaistuksen palvelusopimus 2015–2020, Lappi. Lappi ELY-keskus. Sijainti: Rovaniemi: Lapin ELY-keskus. Arkisto.
- LAPIN ELY-KESKUS 2016. Tarjousten avaus- ja käsittelykokouksen pöytäkirja, Tievalaistuksen palvelusopimus 2016–2021, Lappi. Sijainti: Rovaniemi: Lapin ELY-keskus. Arkisto.
- LIIKENNEVIRASTO 2014a. Hyväksytyt tievalaisimet 1.1.2014. [verkkojulkaisu]. Opas. [Viitattu 2015-12-12.] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/opas_2014_hyvaksytyt_tievalaisimet_web.pdf
- LIIKENNEVIRASTO 2014b. Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset, 1.11.2014 [verkkojulkaisu]. Liikenneviraston ohje. [Viitattu 2016-3-8.] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/ohje_2014_valaistusteknilliset_laadunvalvontamittaukset_web.pdf
- LIIKENNEVIRASTO 2015a. Tierekisteri [online-tietokanta]. [Viitattu 2015-12-14.] Sijainti: Helsinki: Liikennevirasto [extranet]. Väylätieto.
- LIIKENNEVIRASTO 2015b. Hankinnan ohjeistus [verkkoinaisto]. [Viitattu 2015-11-19.] Sijainti: Helsinki: Liikennevirasto [extranet].
- LIIKENNEVIRASTO 2015c. Hyväksytyt tievalaisimet 1.9.2015 [verkkojulkaisu]. Opas. [Viitattu 2015-12-12.] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/opas_2014_hyvaksytyt_tievalaisimet_web.pdf
- LIIKENNEVIRASTO 2015d. Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu [verkkojulkaisu]. Liikenneviraston ohjeita 16/2015. [Viitattu 2016-2-1.] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/opas_2014_hyvaksytyt_tievalaisimet_web.pdf
- LIIKENNEVIRASTO 2016. Vt 19 Seinäjoen itäinen ohikulkutie [verkkoinaisto]. Hankkeen verkkosivut. [Viitattu 2016-3-1] Saatavissa: <http://www.liikennevirasto.fi/seinajoenitainenohikulkutie#.VtbGpqNf2Uk>
- LIUKSIALA, Aaro 2004. Rakennussopimukset, käytännön käsikirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- MARKKINAOIKEUS 2010-5-6. MAO:197/10 [verkkoinaisto]. Markkinaoikeuden päätöksiä. [Viitattu 2016-2-15.] Saatavissa: <https://www.edilex.fi/mao/20100197?allWords=mao%3A197%2F10&offset=1&perpage=20&sort=relevance&searchSrc=1&advancedSearchKey=481465>
- MARKKINAOIKEUS 2015-9-30. MAO 2015/130 [verkkoinaisto]. Ratkaistut hankinta-asiat. [Viitattu 2015-11-1.] Saatavissa: <http://www.markkinaoikeus.fi/fi/index/paatokset/hankintaasiat/hankintaasiat/1444378892301.html>
- MATTILA, Ari 2015-8-6. Älykäs ohjausjärjestelmä [sähköpostiviesti]. Valopää Oy. Vastaanottaja Mikko Laitinen. Saatavissa: Kuopio: Mikko Laitisen kokoelmat.
- MYLLYLÄ, Anna 2015-10-28. Hankintajuristien ja hankinnan ohjaus –yksikön tilannekatsaus [esitysaineisto]. Sijainti: Helsinki: Liikennevirasto.
- NORDBERG, Carl-Johan 2008-12-4. Valtaosa hankintaprosessin ongelmista markkinatiedon puutetta [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2016-1-20.] Saatavissa: <http://www.hankinnat.fi/fi/malleja-ja-lainsaadantoa/hankintauutisia/kolumnit/valtaosa-hankintaprosessin-ongelmista-markkinatiedon-puutetta/Sivut/default.aspx>
- OSRAM 2015. Ledin historia [verkkoinaisto]. Uutiset & tiedot. [Viitattu 2015-11-13.] Saatavissa: http://www.osram.fi/osram_fi/uutiset--tiedot/led/ammattitietoa/led-perusteet/led-historia/index.jsp

- OSRAM 2016. Light is Osram [verkkoaineisto]. [Viitattu 2016-3-18.] Saatavissa: http://www.jedu.fi/c/document_library/get_file?uuid=ef6be381-023e-4d52-a0aa-63de3774e664&groupId=12015
- PHILIPS 2015a. SpeedStar BGP323 LED-valaisin [verkkojulkaisu]. Technical data sheet. [Viitattu 2016-3-2.] Saatavissa: http://download.p4c.philips.com/lfb/c/comf-1187/comf-1187_pss_en_aa_001.pdf
- PHILIPS 2015b. Iridium SGS453 SpNa-valaisin [verkkojulkaisu]. Technical data sheet. [Viitattu 2016-3-1.] http://download.p4c.philips.com/lfb/c/comf-2344/comf-2344_pss_en_aa_001.pdf
- POHJONEN, Mika 2011. Julkisten rakennushankintojen kilpailuttamisopas. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- POUSSU, Hannu 2015-12-3. Tekninen johtaja. [Haastattelu.] Rautalampi: Tekninen virasto.
- PUOLAKKA, Marjut 2013-1-16. Mesooppinen valaistus [esitysaineisto]. Sijainti: Espoo: Aalto yliopisto. Valaistusyksikkö.
- RIL 2006. Urakkaohjelman asema ja laadinta. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL.
- SALMIKUUKKA, Simo 2015-9-26. Kokemuksia LED-valaistuksesta [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Mikko Laitinen. Saatavissa: Kuopio: Mikko Laitisen kokoelmat.
- RT 1982. Rakennusalan urakkakilpailun periaatteet, RT16-10182. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- LAMMINMÄKI, Tuomas 2016. Making LED lighting solutions simple [verkkoaineisto]. [Viitattu 2016-3-17.] Saatavissa: http://www.valosto.com/tiedostot/LED_perusteet_ja_edut.pdf
- SUOMEN YRITTÄJÄT 2012. Julkiset hankinnat - opas yrittäjälle. 3. painos. Helsinki: Suomen yrittäjät ry.
- UUDENMAAN ELY-KESKUS 2016. Hankintapäätös, Tievalaistuksien ja sulkupuomien palvelusopimus 2016–2021, Länsi-Uusimaa. Sijainti: Helsinki: Uudenmaan ELY-keskus. Arkisto.
- VALOPÄÄ 2015. Pieksämäen keskuskadun LED-valaistus [digikuva]. Sijainti: Helsinki: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- VALOPÄÄ 2016. VP2221 led-valaisin [verkkoaineisto]. LED-valaisimet. [Viitattu 2016-3-2.] Saatavissa: http://www.valopaa.com/led-valaisimet/led-kattovalaisimet/vp2221_led-valaisin
- VALTION INSINÖÖRI 2015. Valtionhallinnon insinöörit Ry:n julkaisu 2/2015. Turku: Valtionhallinnon insinöörit, VHI ry.
- VIHERMÄKI, Mikko 2016-2-18. Projektipäällikkö. [Haastattelu.] Helsinki: Uudenmaan ELY-keskus.
- VIRTANEN, Pertti 2009. Lausunto luonnonkivitoimialan hankintamenettelyn ongelmista [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-12-10]. Saatavissa: http://www.suomalainenkivi.fi/wp-content/uploads/2014/06/Kivitoimiala_hankintamenettelyn_ongelmia_lopullinen_lausunto.pdf.
- VIRTUAALI AMK 2015. Nykyarvomenetelmä [verkkoaineisto]. Investointilaskentapohja ja -sanasto. [Viitattu 2016-2-28.] Saatavissa: <http://www2.amk.fi/digma.fi/eetu/www.amk.fi/opintojak-sot/500/1138278559722/1138279515236/1138279720180/1138284629391.html>
- YHDYSVALTOJEN SUURLÄHETYSTÖ 2013-5-23. Meidän on muutettava suhdettamme energiaan – vaikka vaihtamalla lamppu kerrallaan [tiedote]. Yhdysvaltojen Helsingin suurlähetystön julkaisema mediatiedote. [Viitattu 2016-3-3.] Saatavissa: http://photos.state.gov/libraries/finland/788/pdfs/green_cities_press_release_finnish_.pdf
- YHDYSVALTOJEN SUURLÄHETYSTÖ 2013. Green Cities [verkkoaineisto]. Other Embassy Initiatives. [Viitattu 2016-2-3.] Saatavissa: http://finland.usembassy.gov/green_cities.html
- YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 2013-6-4. LED-katuvalojen mahdollisuudet esillä seminaarissa [verkkojulkaisu]. Ympäristöministeriön uutisia. [Viitattu 2016-3-3.] Saatavissa: [http://www.ymp.fi/fi-FI/Ajan-kohtaista/LEDkatuvalojen_mahdollisuudet_esilla_sem\(10632\)](http://www.ymp.fi/fi-FI/Ajan-kohtaista/LEDkatuvalojen_mahdollisuudet_esilla_sem(10632))

YSE 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, RT16-10660, Helsinki: Rakennustieto Oy.

LIITE 1: TIEVALAISTUKSEN HOIDON PALVELUNTUOTTAJILLE TEHDYN KYSELYN YHTEENVETO

Vastauksia saatiin yhteensä viideltä eri tievalaistuksen hoidon palveluntuottajalta. Kysely suoritettiin maalisi- ja huhtikuussa 2015. Kaikilla vastaajilla on useamman vuoden kokemus tievalaistuksen palvelusopimuksista.

Mikä on palveluntuottajan yleinen mielipide sopimuksen hankinta-asiakirjoista?

- Yleisenä vastauksena kaikilta urakoitsijoilta saatiin että asiakirjat ovat melko selkeitä ja kattavia.
- Yleisellä tasolla kilpailutusasiakirjoihin toivottiin edelleen selkeytystä eri urakoiden yleisten ja sopimuskohtaisten asiakirjojen välille. Palveluntuottajilta tuli toive, että yleiset asiakirjat eri urakoiden välillä olisivat keskenään täysin samanlaisia.
- Todettiin, että uudemmilla palveluntuottajilla on haastetta hahmottaa asiakirjojen perusteella sopimuksen kokonaisuutta ja kaikkia tilaajan asettamia vaatimuksia.

Millaisena palveluntuottaja näkee asiakirjojen kehityssuunnan?

- Suurin osa vastaajista totesi, että asiakirjojen kehityssuunta on ollut positiivinen ja asiakirjat ovat selkeytyneet.
- Kilpailutusasiakirjoihin tulleet vaatimusten lisäykset koettiin kuitenkin negatiivisena varsinkin pienempien urakoitsijoiden kohdalla. Myös asiakirjojen laajuuden kasvaminen herätti vastaajissa jonkin verran vastustusta.

Mitä kehitystarpeita näette asiakirjoissa?

- Itse kilpailutusasiakirjoissa nähtiin kehityttävänä yleisten ja sopimuskohtaisten asiakirjojen selkeämpi jako omiin nippuihinsa sekä dokumenttien määrän vähentäminen.
- Kehitettävää nähtiin vastaajien kesken myös kolarikorjausten hinnoittelussa. Toivottiin, että tarjouslomakkeella olisi eri korjaushinnat liikennemäärältään erityyppisille teille.
- Kehitettävää nähtiin myös sopimuksen jälkeisten takuutöiden määrittelyssä uuden ja vanhan urakoitsijan välillä.
- Myös merkittävimpien laatuasioiden määrittelyyn toivottiin tarkennusta kilpailutusasiakirjoihin.
- Kokonaishintaisten hinnanosien määrittämiseen toivottiin edelleen tarkennusta.

Millaisena näette sopimuksen mukaisen huoltokierrosten ja ryhmävaihtojen mitoituksen?

- Kaikki vastaajat totesivat, että nykykäytännön mukainen mitoitus on hyvä.
- Kuitenkin ryhmävaihtoon toivottiin lisääntymistä siten, että huhtikuun huoltokierroksen voisi jättää väliin ja ryhmävaihdon voisi aloittaa jo huhti-toukokuussa.

Ovatko sopimusalueiden maantieteelliset koot sopivia vai pitäisikö näitä suurentaa tai pienentää jatkossa?

- Noin puolet palveluntuottajista totesi, että isommat urakka-alueet olisivat urakoitsijan kannalta parempia, koska tällöin sopimusten yleiskulut saataisiin jaettua lähes saman suuruisina

isommalle alueelle. Kuitenkin toinen puolikas vastaajista totesi, että sopimusalueiden kasvataminen toisi ongelmia maantieteellisesti laajan alueen hoitamisessa, jota seuraisi laadun lasku ja hintojen nousu.

- Todettiin myös, että mikäli nykyisiä urakka-alueita yhdistetään, niin olisi huomioitava että alueet ja näiden liikenne eivät poikkeaisi suuresti toisistaan. Mikäli alueen liikenneolosuhteet vaihtelevat suuresti, tämä tuottaa ongelmia kaluston mitoituksessa eri alueilla esimerkiksi ryhmävaihdossa ja kolarivaurioiden korjauksissa.
- Todettiin, että suuremmat urakka-alueet suosisivat suurempia yrityksiä tarjoajina.

Mikä on palveluntuottajan mielipide seuraavien vuonna 2015 alkaneiden palvelusopimusten hankinta-asiakirjoihin tehtyihin muutoksiin verrattuna aikaisempien vuosien kilpailutusasiakirjoihin?

Sopimuksen keston jatkaminen kuuteen vuoteen Pohjois-Karjalan tievalaistuksen palvelusopimuksessa?

- Noin puolet vastaajista piti pidempikestoisia sopimuksia parempina ja turvallisempina palveluntuottajan kannalta.
- Kuitenkin toinen puoli oli nykyisten viiden vuoden sopimusten kannalla.
- Viittä vuotta lyhemmät sopimukset eivät saaneet vastanneiden kesken kannatusta.

Lamppujen takuuajan pidentäminen viiteen tai kuuteen vuoteen

- Lamppujen takuuajan kasvatus ei ole vastanneiden mielestä järkevää. Eniten huolta aiheutti epäily markkinoille tulleiden 6Y lamppujen kestävydestä.
- Osa vastaajista totesi kuitenkin, että viiden vuoden takuu-aika olisi kuitenkin hyväksyttävissä.

Yksikköhintaluetteloihin tehdyt täydennykset

- Kaikki vastanneet pitivät yksikköhintojen lisäyksiä positiivisena ja asioita selkeyttävänä. Todettiin, että eri yksikköhintaisia komponentteja voisi olla enemmänkin.

LIITE 2: RAUTALAMMIN LED-VALAISTUKSEN LAADUNVALVONTAMITTAUKSET

		mittaus- pisteen si- jainti (m)			Vasen reunaviiva			Ajokaistaviiva			Oikea reunaviiva			
		mit.	lask.	ero-%	mit.	lask.	ero-%	mit.	lask.	ero-%	mit.	lask.	ero-%	
Pylväs 149	Pylväsväli: 44m	4,4	23,0	33,0	-30 %	23,6	21,0	12 %	38,4	23	67 %			
		10,3	24,5	24,0	2 %	21,6	21,0	3 %	22,5	20	13 %			
		16,2	26,0	20,0	30 %	23,2	19,0	22 %	20	22	-9 %			
		22	18,3	18,0	2 %	20,5	19,0	8 %	23,1	22	5 %			
		27,9	18,5	20,0	-8 %	20,0	19,0	5 %	21	22	-5 %			
		33,8	23,0	24,0	-4 %	20,1	21,0	-4 %	17,6	20	-12 %			
		39,7	24,5	33,0	-26 %	21,6	21,0	3 %	22,5	23	-2 %			
Pylväs 150	Ehmp Up		22,5	24,6	-8 %	21,5	20,1	7 %	23,6	21,7	9 %			
			0,81	0,73	11 %	0,93	0,94	-1 %	0,75	0,92	-19 %			
						Ehm	22,5	22,1	2 %					
						Uo	0,78	0,81	-4 %					