



Tievalaistuksen tarveselvitys ja toimintalinjat

Pohjois-Pohjanmaa ja Kainuu



Tievalaistuksen tarveselvitys ja toimintalinjat

Pohjois-Pohjanmaa ja Kainuu

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus

Esipuhe

Tämä julkaisu on tekninen selvitys Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen hallinnoiman tievalaistuksen toimintalinjoista ja tavoitteista vuosille 2017–2032. Selvityksen tavoitteena on ohjata tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan toimintaa ja se toimii lähtökohtana, kun arvioidaan tievalaistuksien suunnittelua, rakentamista, saneeraustarvetta, kunnossapitoa sekä ohjausta. Yhtenäisten toimintalinjojen avulla pyritään varmistamaan yhdenmukaiset käytännöt tievalaistusasioissa koko ELY-keskuksen alueella.

Tässä työssä ei ole käsitelty kuntien omistuksessa ja kunnossapidettävänä olevia tievalaistuksia. Tämän julkaisun on laatinut työryhmä:

Jani Huttula	Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus
Markku Ijäs	Pirkanmaan ELY-keskus
Rainer Salonpää	Carement Oy
Marko Rantamölä	Dynniq Oy
Jani Karjalainen	Sito Oy
Minna Koukkula	Sito Oy
Martti Paakkinen	Sito Oy
Aleksanteri Ekrias	LiCon-AT Oy

Oulussa maaliskuussa 2017
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus

RAPORTTEJA 9 | 2017
TIEVALAISTUKSEN TARVESELVITYS JA TOIMINTALINJAT
POHJOIS-POHJANMAA JA KAINUU

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: Sito Oy
Kansikuva: LiCon-AT Oy
Kartat: pohjakartta © Karttakeskus, L4356

ISBN 978-952-314-554-2 (PDF)

ISSN-L 2242-2846
ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-554-2

www.doria.fi/ely-keskus

Sisällysluettelo

1 Johdanto	2
1.1 Lähtökohdat.....	2
1.2 Tavoitteet	2
2 Tievalaistuksen toimintalinjojen lähtökohdat	3
2.1 Standardit, kansalliset ohjeet ja aikaisemmat selvitykset	3
2.1.1 Standardit	3
2.1.2 Kansalliset ohjeet.....	3
2.1.3 Aikaisemmat selvitykset.....	4
2.2 Tievalaistuksen tarve	4
2.3 Tievalaistuksen nykytilanne.....	5
2.3.1 Tievalaistuksen määrä ja omistus	5
2.3.2 Valolaji	7
2.3.3 Rakennusvuosi	8
2.3.4 Pylväiden törmäysturvallisuus.....	9
2.3.5 Valaistusluokat.....	9
2.3.6 Rahoitus	10
2.4 Tievalaistuksen ohjauksen nykytilanne	10
2.4.1 Tievalaistuksen ohjausjärjestelmä	10
2.4.2 Tievalaistuksen ohjausperiaatteet.....	11
2.5 Liikenne-ennuste 2030.....	12
3 Valaistustekniikan kehittyminen lähitulevaisuudessa	13
3.1 Valonlähteet.....	13
3.2 Valaisimet	15
3.3 Elinkaarikustannusvertailut	18
3.3.1 Yleistä.....	18
3.3.2 Valaistusluokka M2.....	19
3.3.3 Valaistusluokka M3b.....	20
3.3.4 Valaistusluokka M5.....	21
3.3.5 Valaistusluokka P4	22
3.3.6 Valaisimen vaihto.....	23
4 Tievalaistuksen periaatteet.....	25
4.1 Valaistusluokan valinta	25
4.1.1 Autoliikenteen valaistusluokat.....	25
4.1.2 Jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistusluokat	26
4.2 Alenemakertoimen valinta.....	27
4.3 Valaistusperiaatteiden valinta.....	28
4.3.1 Valaistustapa ja -tyyppi.....	28
4.3.2 Valolaji	29
4.3.3 Asennuskorkeus	30
4.3.4 Valaistuslaitteet.....	30
4.4 Erikoisvalaistukset.....	33

4.5 Tievalaistuksen ohjaus	33
4.5.1 Tievalaistuksen ohjausperiaatteet.....	33
4.5.2 Vuorokausiliikennemäärät valaistuksen ohjausparametrina	34
4.5.3 Ennustettu liikennemäärä	36
4.5.4 Paikallinen ohjaus.....	36
4.5.5 Manuaalinen ohjaus.....	39
4.5.6 Valaistuksen sytytys ja sammutus	40
4.5.7 Yösammutukset.....	41
5 Tievalaistuksen toimintalinjat	42
5.1 Yleistä	42
5.2 Tievalaistuksen omistus	42
5.3 Tievalaistuksen tarve	42
5.3.1 Valaistavat kohteet	42
5.3.2 Nykyisen tievalaistuksen purku.....	44
5.3.3 Uuden tievalaistuksen rakentamistarve	44
5.3.4 Tievalaistuksen saneeraustarve	45
5.4 Tievalaistuksen ohjaus	50
5.4.1 Muuttuva tievalaistus	50
5.4.2 Yösammutukset.....	50
5.5 Tievalaistuksen kunnossapito	51
5.5.1 Verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmä.....	51
5.5.2 Kunnossapidon toimintaperiaatteet.....	51
6 Yhteenveto	53
7 Johtopäätökset	54
8 Liitteet	55

1 Johdanto

1.1 Lähtökohdat

Tievalaistuksen tarveselvitys ja toimintalinjat -hanke käynnistettiin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tievalaistusperiaatteiden ja toimintalinjojen ajantasaistamiseksi ja täydentämiseksi. Hankkeen tarkoituksena on saada aikaan yhtenäiset periaatteet ja vaatimukset tievalaistuksen uudisrakentamiselle ja saneeraukselle, tievalaistuksen ohjaamiselle sekä tievalaistuksen suunnittelulle ja kunnossapidolle. Hankkeen lähtökohdaksi on nykyisen tievalaistuksen laadun ja energiatehokkuuden tehostaminen sekä maanteiden liikenneturvallisuuden parantaminen uutta valaistusteknologiaa hyödyntämällä.

Tämän selvityksen tärkeimpinä lähteinä ovat julkaisut Oulun tiepiirin tievalaistuksen toimintalinjat ja kehittämistarpeet 2003 ja Oulun tiepiirin tievalaistushankkeiden hankeohjelma 2007 sekä Liikenneviraston ohje Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 2015. Työssä on käytetty lähtötietoina tievalaistusomaisuuden ja -toimenpiteiden hallintajärjestelmän Tietomekka Oy:n Autorin tietolajeja sekä niiden ominaisuustietoja.

1.2 Tavoitteet

Selvityksen tavoitteena on määrittellä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen hallinnoiman tievalaistuksen toimintalinjat ja tavoitteet vuosille 2017–2032. Selvityksen tarkoituksena on ohjata ELY-keskuksen ja sidosryhmien toimintaa niin, että maanteiden liikenneturvallisuus ja sujuvuus paranevat ja että uusissa tievalaistushankkeissa päästään mahdollisimman hyvään hyöty- ja kustannussuhteeseen. Lisäksi yhtenäisten toimintalinjojen avulla pyritään yhdenmukaistamaan ELY-keskuksen tievalaistusta koskevat ratkaisut.

Työssä esitellään tievalaistuksen kannalta olennaisimmat standardit ja kansalliset ohjeet sekä ohjeistetaan niiden käyttöä. Tavoitteena on määrittellä kansallisten ohjeiden pohjalta tievalaistuksen toimintalinjat ja periaatteet Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueelle. Valaistusperiaatteiden osalta kansallisia ohjeita täsmennetään ja laajennetaan vastaamaan Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tarpeita ja käytäntöjä.

Työssä pohditaan valaistusteknologian lähitulevaisuuden kehitystä ja esitetään ledeille tehtyjä ennustuksia ja kehitystavoitteita. Työn tavoitteena on kartoittaa uuden valaistusteknologian tarjoamia mahdollisuuksia tievalaistuksen energiatehokkuuden ja ohjauksen tehostamiseen. Lisäksi työssä arvioidaan miten ja miten laajasti uutta teknologiaa tulisi hyödyntää tievalaistuksessa. Työssä tarkastellaan myös uuden teknologian kustannusvaikutuksia perinteisiin valonlähteisiin verrattuna tekemällä elinkaarikustannusvertailuja eri valonlähteiden välillä. Elinkaarikustannusvertailujen pohjalta laaditaan ohjeet valolajin valinnalle tievalaistuksen saneerauskohteissa sekä uudisrakentamisessa.

Tievalaistuksen suunnittelua ja tievalaistusperiaatteiden valintaa ohjeistetaan, jotta suunnittelu- ja suunnitteluttamiskäytännöt olisivat mahdollisimman yhdenmukaiset koko Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella. Selvityksen tavoitteena on tuoda myös esille nykyisten tievalaistusten kehittämistarve. Selvitys toimii tievalaistustoimenpiteiden ohjelmoinnin ja päätöksenteon välineenä sekä valaistussuunnitelmien lähtökohtana, perusteina ja ohjauskeinona.

Työssä tutkitaan nykyisten tievalaistusten saneeraustarpeita sekä määrittellään saneerattaville tievalaistuksille toimintalinjat. Työn yhtenä lopputuotteena syntyy tievalaistuksen hankeohjelma, jossa on esitetty saneerattavat tievalaistukset toimenpideluokittain. Hankeohjelmalle laaditaan kustannusarvio ja hankkeet aikataulutetaan karkeasti. Työssä määrittellään myös yleiset periaatteet tievalaistuksen uudisrakentamiselle sekä tievalaistuksen ohjauksen toiminnallisia periaatteita. Liikennevirasto tulee kilpailuttamaan tievalaistuksen ohjausjärjestelmän palvelusopimuksen vuosina 2018–2019.

2 Tievalaistuksen toimintalinjojen lähtökohdat

2.1 Standardit, kansalliset ohjeet ja aikaisemmat selvitykset

2.1.1 Standardit

Tievalaistuksen kannalta tärkein standardisarja on **SFS-EN 13201 Tievalaistus**. Sarja pitää sisällään seuraavat osat:

- tekninen raportti CEN/TR 13201-1 Valaistusluokan valinta,
- standardi SFS-EN 13201-2 Valaistusteknilliset vaatimukset,
- standardi SFS-EN 13201-3 Valaistusteknilliset laskennat,
- standardi SFS-EN 13201-4 Valaistusteknilliset mittaukset ja
- standardi SFS-EN 13201-5 Energiatehokkuuden arviointimenetelmät.

Sarjan ensimmäinen osa CEN/TR 13201-1 on julkaistu tammikuussa 2015. Sarjan muut neljä osaa on julkaistu joulukuussa 2015. Tievalaistuksen kannalta toinen olennainen standardi on **SFS-EN EN 12464-2 Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 2: Ulkoalueiden työkohteiden valaistus**. Standardissa on esitetty mm. ulkoyöalueiden valaistusteknilliset vaatimukset sekä häiriövalon alueluokat ja niiden raja-arvot. Standardi on julkaistu maaliskuussa 2014.

Tievalaistuksien asennuksia koskevat Tukesin ohje Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit (S10-2015) sekä siinä mainitut standardisarjan SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset standardit. Lisäksi on lukuisia valaistuslaitteita koskevia standardeja.

2.1.2 Kansalliset ohjeet

Alla on esitetty tievalaistukseen liittyvät kansalliset ohjeet. Kyseisiin ohjeisiin on viitattu tässä selvityksessä aina tarvittavin osin. Liikenneviraston uudistettu tievalaistuksen suunnitteluohje **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** julkaistiin toukokuussa 2015. Ohje on neljäs painos tievalaistuksen uuden aikaisessa ohjesarjassa, joka alkoi 1983. Suunnitteluohjetta on tarkistettu eurooppalaisten standardien päivitystahdissa, joka noudattaa yleensä viiden vuoden sykliä. Liikenneviraston ohjeeseen on tuotu kohdassa 2.1.1. mainittujen standardien muutokset ja päivitykset.

Tämän selvityksen toimintalinjat ja tievalaistuksen periaatteet perustuvat Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** toimintalinjoihin ja periaatteisiin. Tässä työssä Liikenneviraston ohjeen valaistusperiaatteita on kuitenkin täsmennetty ja paranneltu vastaamaan paremmin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tarpeita. Selvitys poikkeaa Liikenneviraston julkaisusta erityisesti seuraavien asioiden osalta:

- liikennetaloudellisesti kannattavan tievalaistuksen liikennemäärätaulukkoa on täsmennetty korvaamalla liittymätiheydet käsitteillä "taajama" ja "taajaman ulkopuolella" (**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** ohjeen taulukko 1),
- valaistusluokan valintaa on täsmennetty. Valaistusluokan valinnan yhteydessä on esitetty myös muuttuvan valaistuksen valaistusluokat.

- Valaistusperiaatteiden valintaa on yksinkertaistettu ja periaatteet on muutettu vastaamaan paremmin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen nykyisiä toimintaperiaatteita.
- Alenemakertoimen valintaa on yksinkertaistettu.
- Tievalaistuksen ohjausperiaatteita on uusittu ja laajennettu. Tievalaistuksen ohjaukseen on laadittu uusi ohjaustaulukko.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella noudatetaan ensisijaisesti tässä selvityksessä mainittuja tievalaistuksen toimintalinjoja ja periaatteita. Muulloin noudatetaan Liikenneviraston ohjetta **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu**. Tievalaisimien laatuvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisimien laatuvaatimukset**. Ohjeesta on myös julkaistu englanninkielinen käännös **Quality requirements of road luminaires and lighting fixtures**. Liikenneviraston hyväksymät tievalaisimet on esitetty oppaassa **Hyväksytyt tievalaisimet**. Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**. Suomen markkinoilla olevista törmäysturvallisista valaisinpylväistä on koottu CE-merkintöjen perusteella opas **Markkinoilla olevia valaisinpylväitä**. Portaalien ja valaistuksen yhteensovittamista on käsitelty Liikenneviraston ohjeessa **Liikennemerkkien rakenne ja pystytys** (kohta 5.2.). Valaisimet, valaisinpylväät ja jalustat sekä niihin liittyvät sähkölaitteet asennetaan **InfraRYL 2006:n osan 2 Järjestelmät ja täydentävät osat** ja Liikenneviraston ohjeen **InfraRYL:n laatuvaatimusten soveltaminen tienpidossa** mukaisesti. Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset**. Tievalaistusta koskevat Liikenneviraston julkaisut löytyvät Liikenneviraston ohjeluetelosta **Tienpidon tekniset ohjeet** <http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluetelo>.

2.1.3 Aikaisemmat selvitykset

Alla on esitetty kaksi tähän selvitykseen liittyvää aikaisempaa selvitystä. Näistä ensimmäinen on toiminut tämän työn perustana. **Oulun tiepiirin tievalaistuksen toimintalinjat ja kehittämistarpeet** -selvitys julkaistiin 2003 ja se on tämän julkaisun edellinen versio. Tämän työn perusrakenne noudattaa suurelta osin vuoden 2003 julkaisua. Oulun tiepiiri julkaisi joulukuussa 2007 julkaisun **Oulun tiepiirin tievalaistushankkeiden hankeohjelma**. Julkaisussa vuoden 2003 hankeohjelma päivitettiin vastaamaan joulukuun 2007 tilannetta.

2.2 Tievalaistuksen tarve

Kotimaisten ja kansainvälisten tutkimusten mukaan tievalaistus vähentää maanteillä pimeän ajan onnettomuuksia tieluokasta riippuen alla esitetyn mukaisesti, kun samalla kertaa ei ole tehty muita liikenneturvallisuuksitoimenpiteitä:

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| • moottori- ja moottoriliikennetiet | 20 %, |
| • muut autoliikennetiet | 25 % ja |
| • sekaliikennetiet | 30 %. |

Tievalaistus vähentää eniten jalankulkijoihin ja pyöräilijöihin kohdistuvia onnettomuuksia. Niissä myös kuoleman tai vakavan loukkaantumisen riski on suurin. Tievalaistus parantaa liikenneturvallisuutta myös tieosuuksilla, joilla olosuhteet ovat poikkeukselliset (tunnelit, suuri liittymätiheys, monimutkaiset liikennejärjestelyt jne.). Lisäksi tievalaistus parantaa ajoneuvoliikenteen palvelutasoa, sujuvuutta, ajomukavuutta ja optista ohjausta, vähentää ajoneuvojen aiheuttamaa häikäisyä sekä lisää tieympäristön yleistä turvallisuutta. Tievalaistuksen vaikutukset liikenneonnettomuuksiin ovat pienemmät sään ollessa huono, esim. sumun, vesisateen tai lumisateen aikana, tienpinnan ollessa märkä, jäinen tai luminen, verrattuna hyvään säähän ja

kuivaan tienpintaan. Syinä tähän ovat heikentyneet näkemä- ja ajo-olosuhteet, ajoneuvojen aiheuttama suurempi häikäisy sekä tievalaistuksen ajonopeuksia nostava vaikutus.

Tievalaistuksen tarve määritellään liikennetaloudellisilla kannattavuuslaskelmilla. Lisäksi on teosuusia, joilla valaistus rakennetaan liikennemääristä riippumatta. Tievalaistuksen liikennetaloudellinen kannattavuus määritellään vertaamalla keskimääräisiä vuotuisia ajokustannussäästöjä tievalaistuksen rakennus- ja hoitokustannusten sekä pylväsonnettomuuskustannusten yhteisvaikutukseen. Suurin osa ajokustannussäästöistä on onnettomuuskustannussäästöjä, jotka ovat riippuvaisia liikennemääristä ja henkilövahinko-onnettomuusasteista.

Tievalaistuksen liikennetaloudelliset kannattavuustarkastelut on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kohdissa 1.2 ja 6.6.4.4. Kunnissa kaikki liikenneväylät ja talvikunnossapidossa olevat jalankulku- ja pyöräilyalueet yleensä valaistaan. Liikennetaloudellisia kannattavuustarkasteluja ei tehdä, vaan katuvalaistuksen tarve määräytyy muilla perusteilla.

2.3 Tievalaistuksen nykytilanne

2.3.1 Tievalaistuksen määrä ja omistus

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella on maanteitä yhteensä noin 12 795 km, joista noin 12 % on valaistu. Verrattuna koko Suomeen Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen maanteitä on valaistu hieman keskimääräistä vähemmän. Valtakunnallisesti maanteitä on yhteensä noin 78 050 km, joista valaistuja on noin 16 %. Ero johtuu siitä, että Pohjois-Pohjanmaan alueella vähäliikenteisen, alemman tieverkon osuus on keskimääräistä suurempi.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen maanteiden pituudet tieluokittain sekä eri tieluokkien valaistut osuudet on esitetty taulukossa 1. Vuonna 2016 valaistuja maanteitä oli yhteensä 1 568 km. Koska tievalaistuksen tarve määräytyy liikennetaloudellisten kannattavuus-tarkastelujen pohjalta, valaistuksien suhteellinen osuus on suurin valtateillä. Tievalaistuskeskuksia on yhteensä 632 kappaletta.

Taulukko 1. Valaistut maantiet tieluokittain Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa (Tietilasto 2014 ja Autori 2016).

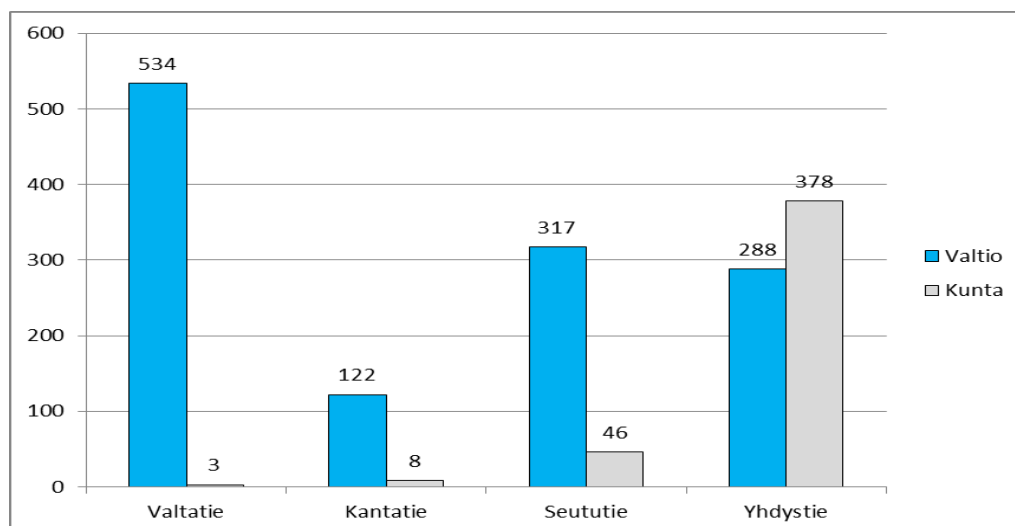
Tieluokka	Pituus (km)	Valaistu		Valaistu %
		Valtio (km)	Kunta (km)	
Valtatie	1 497	476	0	32 %
Kantatie	775	111	0	14 %
Seututie	2 374	291	45	14 %
Yhdystie	8 149	277	368	8 %
Yhteensä	12 795	1155	413	12 %

Taulukossa 2 on esitetty maanteiden yhteydessä olevien erillisten jalankulku- ja pyöräteiden pituudet sekä niiden omilla pylväillä valaistut osuudet. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella on maanteiden yhteydessä olevia erillisiä jalankulku- ja pyöräteitä yhteensä noin 601 km, joista noin 21 % on valaistu erillisellä tievalaistuksella (ei pääväylän tievalaistuksella). Yhteensä omilla erillisillä pylväillä valaistuja jalankulku- ja pyöräteitä oli vuonna 2016 noin 128 km.

Taulukko 2. Maanteiden yhteydessä olevat omilla pylväillä valaistut jalankulku- ja pyörätiet tieluokittain Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa (Tietilasto 2014 ja Autori 2016).

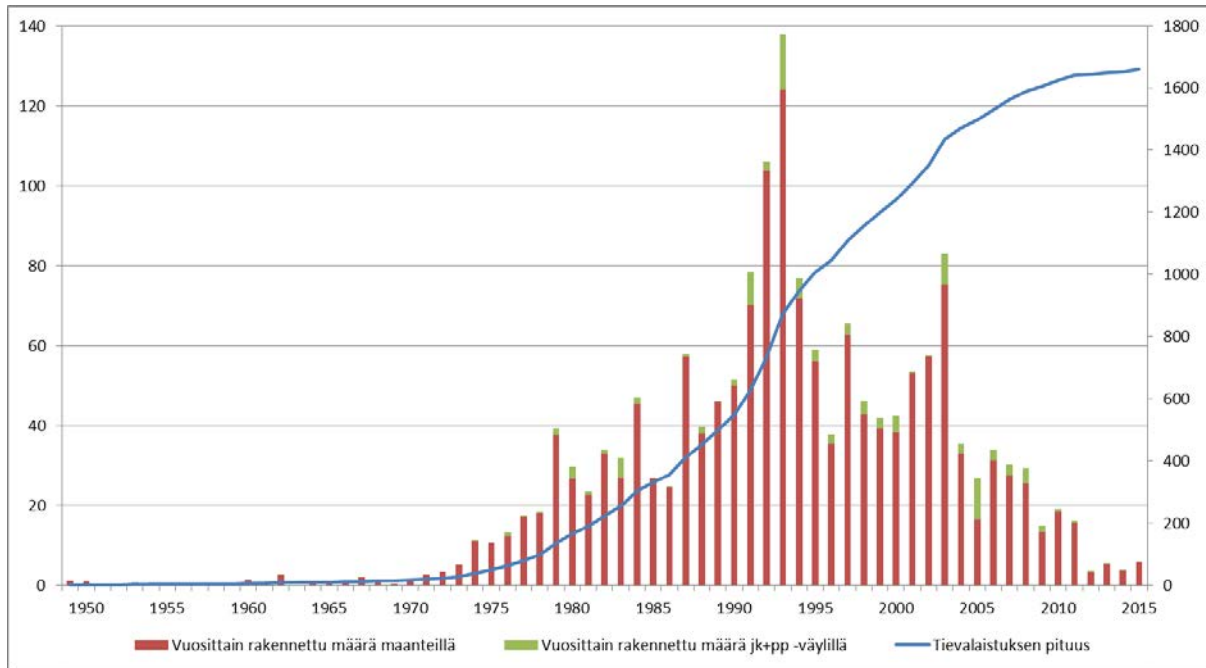
Tieluokka	Pituus (km)	Valaistu		Valaistu %
		Valtio (km)	Kunta (km)	
Jk+pp, valtatie	154	58	3	40 %
Jk+pp, kantatie	56	11	8	34 %
Jk+pp, seututie	156	26	1	17 %
Jk+pp, yhdystie	235	11	10	9 %
Yhteensä	601	106	22	21 %

Liitteessä 1 on esitetty Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen maanteiden tievalaistuksien omistajat. Liitteessä 2 on esitetty vastaavasti Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen maanteiden yhteydessä olevien jalankulku- ja pyöräteiden erillisten tievalaistuksien omistajat. Kaiken kaikkiaan Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen maanteiden ja niiden yhteydessä olevien erillisten jalankulku- ja pyöräteiden tievalaistuksista valtion omistuksessa on 1261 km (74 %) ja kuntien omistuksessa noin 435 km (26 %). Kuvassa 1 on esitetty valaistuksen omistajuus tieluokittain vuonna 2016. Valta- ja kantateiden tievalaistus on kokonaan valtion omistamaa, pois lukien pieni määrä jalankulku- ja pyöräteiden valaistusta. Seututeiden tievalaistuksista kuntien omistuksessa on noin 13 % ja yhdysteiden tievalaistuksista noin 57 %.

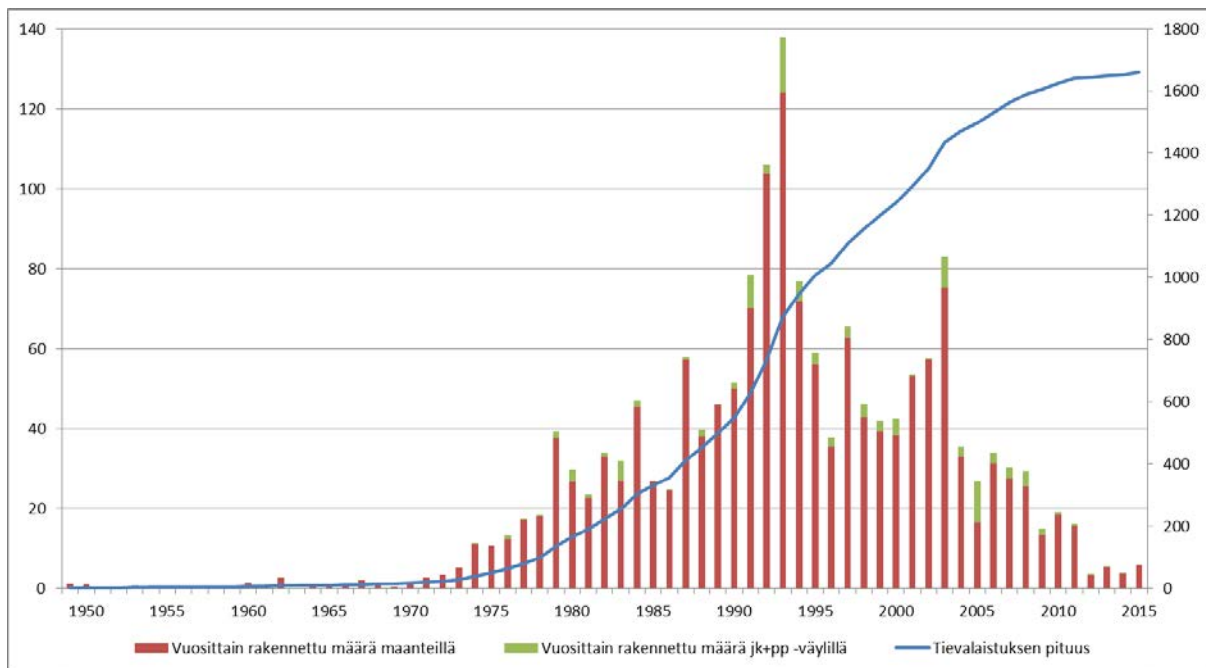


Kuva 1. Maanteillä ja niiden yhteydessä olevilla erillisillä jalankulku- ja pyöräteillä olevien tievalaistuksien omistajat tieluokittain Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa (Autori 2016).

Kuvissa 2 ja 3 on esitetty vuosittain rakennetun tievalaistuksen pituus sekä tievalaistuksen kokonaispituus kyseisenä vuonna. Rakennettu tievalaistus pitää sisällään sekä uudisrakentamisen että teiden parantamisen. Kuvassa 2 on esitetty valtion ja kuntien omistamat tievalaistukset ja kuvassa 3 pelkästään valtion omistuksessa olevat tievalaistukset. Kuvista ilmenee, että Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueelle on viimeisen neljän vuoden aikana rakennettu hyvin vähän uutta tievalaistusta uudisrakentamisen tai teiden parantamisen yhteydessä. Rakentamisen suurimmat huiput osuvat 1990- ja 2000-luvun alkuun. 1990-luvun alkupuolella tapahtunut kasvu johtuu Oulun kohdan moottoriväylän (Pohjantie) laajentamisesta. 2000-luvun alkupuolella tapahtunut kasvu johtuu mm. Pohjantien eteläisen jakson Haaransilta - Kiviniemi rakentamisesta moottoritieksi.



Kuva 2. Vuositain rakennetun tievalaistuksen pituus sekä tievalaistuksen kokonaispituus. Valtion ja kuntien omistamat maanteiden tievalaistukset Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. (Autori 2016).



Kuva 3. Vuositain rakennetun tievalaistuksen pituus sekä tievalaistuksen kokonaispituus. Valtion omistamat maanteiden tievalaistukset Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. (Autori 2016).

2.3.2 Valolaji

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen maanteillä oli vuoden 2017 alussa valtion omistamia tievalaisimia yhteensä 27 140 kpl. Valaisimien jakaumat valolajin mukaan on esitetty taulukossa 3. Melkein kaikki tievalaisimukset, noin 95 %, on toteutettu suurpainenatriumvalaisimilla. Ledivalaisimia on 4,7 % ja muita valaisimia noin 0,3 % kaikista tievalaisimista. Ledivalaisimien määrä on kasvussa.

Liitteessä 3 on esitetty Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tievalaisimien jakaumat valolajin mukaan. Liitteessä on esitetty ainoastaan valtion omistamat tievalaistukset. Tievalaistukset sisältävät maanteiden, erillisten jalankulku- ja pyöriteiden sekä sillanalusten valaistukset.

Taulukko 3. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen omistamien tievalaisimien jakaumat valolajin mukaan (Autori 2017).

Valolaji	Kpl	Osuus %
Suurpainenatrium	25 782	95,0 %
Monimetalli	39	0,1 %
LED	1 273	4,7 %
Tuntematon	46	0,2 %
Yhteensä	27 140	100 %

Nykyisistä tievalaisimista vain noin 20 % ovat himmennettäviä. Kyseinen osuus pitää sisällään kaikki ledivalaistukset ja uusimmat suurpainenatriumvalaistukset. Suurin osa valaistuksen ohjauksella saavutettava energiansäästöpotentiaalista on vielä saavuttamatta. Tievalaistusverkkoa saneerataan valtakunnallisesti noin 2-5 % vuodessa. Nykyisenkaltaisilla tievalaistuksien saneerausmäärillä voidaan olettaa, että yli 95 % kaikista valaistuksista on himmennettävissä vasta 2030-luvun puolessa välissä.

Tievalaistuksen pitkä elinkaari (yleensä 30–40 vuotta) ja suhteellisen hidas uusiutumissykli on otettu huomioon tämän selvityksen kohtaa 4.5 **Tievalaistuksen ohjaus** tarkasteltaessa. Uuden teknologian erittäin nopeasta kehityksestä ja sen tarjoamista mahdollisuuksista huolimatta, kyseisiä mahdollisuuksia ei aina voida soveltaa nykyiseen tievalaistusverkkoon ja vanhoihin tievalaistusasennuksiin. Näiden osalta ohjausvaihtoehtoiksi jäävät edelleen vain syyttäminen ja sammuttaminen, kunnes vähintään valaisimet on saneerattu.

2.3.3 Rakennusvuosi

Liitteessä 4 on esitetty Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistusasennusten jakaumat rakennusvuoden mukaan. Liitteessä on esitetty ainoastaan valtion omistamat tievalaistukset. Tievalaistukset sisältävät sekä maanteiden että erillisten jalankulku- ja pyöriteiden valaistukset. Jos valaistus on saneerattu rakentamisen jälkeen, liitteessä on esitetty saneerausvuosi. Näin olleen esim. vuonna 1985 rakennettu tievalaistus, jolle on tehty valaisinvaihto vuonna 2010, esitetään liitteessä merkinnällä 2010 ja uudempi. Maanteiden tievalaisimien määrät rakennus- tai saneerausvuosittain on esitetty taulukossa 4. Taulukko sisältää vain valtion omistamat tievalaistukset.

Tievalaistusverkon elinkaari on yleensä 30–40 vuotta. Suurin osa, yhteensä noin 66 %, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tievalaistuksista on toteutettu tai saneerattu 1990- ja 2000-luvulla. Tässä hankkeessa on tarkoitus tarkastella pääosin tievalaistusasennuksia, jotka on rakennettu ennen 1990-lukua ja joita ei ole rakentamisen jälkeen saneerattu. Tämä osuus pitää sisällään noin 8 % kaikista tievalaistuksista. Erityistä huomiota kiinnitetään tievalaistuksiin, jotka on rakennettu ennen 1980-lukua, yhteensä 2 % kaikista tievalaistuksista, ja jotka ovat jo elinkaarensa päässä.

Taulukko 4. Valaistut maantiet rakennus- tai saneerausvuosittain Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa (Autori 2016).

Rakennus- tai saneerausvuosi	Määrä (kpl)	Osuus %
≤ 1979	550	2,0 %
1980–1989	1 660	6,1 %
1990–1999	10 520	38,8 %
2000–2009	7 420	27,3 %

≥ 2010	6 420	23,7 %
Ei tiedossa	570	2,1 %
Yhteensä	27 140	100 %

2.3.4 Pylväiden törmäysturvallisuus

Valaisinpylväiden tulee olla törmäysturvallisia maanteillä, joilla nopeusrajoitus tai suunnittelunopeus on suurempi kuin 40 km/h. Poikkeuksena ovat vähäliikenteiset (KVL < 700 ajon./vrk) kapeat tiet, joilla pylväät sijaitaan sivuojan taakse ja pylväitä käytetään yhteiskäyttöpylväinä. Kaiteen takana voidaan käyttää myös jäykkiä pylväitä, jos kaiteen joustovara on riittävä. Erillisillä jalankulku- ja pyöräteillä käytetään jäykkiä pylväitä. Pylväiden toimintatapa ryhmitellään törmäysturvallisuuden perusteella seuraavasti:

- törmäysturvallinen energiaa vaimentava pylväs (HE),
- törmäysturvallinen, väistyvä pylväs (NE, jalustasta irtoava tai murtuva pylväs) ja
- jäykkä pylväs (JÄ).

Maanteillä nykyisin olevat jäykät pylväät on esitetty liitteessä 5. Liitteessä on esitetty valtion omistamat tievalaistukset maanteillä, joilla nopeusrajoitus on suurempi kuin 40 km/h. Myöskään kaiteen takana olevia jäykkiä pylväitä sekä jalankulku- ja pyöräteiden jäykkiä pylväitä ei ole esitetty liitteessä 5.

Tievalaistusomaisuuden ja -toimenpiteiden hallintajärjestelmän Autorin mukaan Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen maanteiden tievalaistuspylväistä noin 9,4 % on jäykkiä pylväitä, joita ei ole tehty muilla tavoilla turvallisiksi. Selvityksen ja hankeohjelman tavoitteena on parantaa maanteiden liikenneturvallisuutta muuttamalla kyseiset jäykät pylväät törmäysturvallisiksi. On hyvin todennäköistä, että saneerattavien jäykkien pylväiden määrä on todellisuudessa hallintajärjestelmän antamaa lukua pienempi. Tähän voivat olla syynä vanhentuneet ja puutteelliset tiedot (mm. tapaukset, joissa saneeraustiedot on unohdettu päivittää tai joissa törmäysturvallisuutta ei vaadita muiden rakenteiden takia). Saneerattavien jäykkien pylväiden todellinen määrä selviää vasta hankekohtaisten tarkastelujen pohjalta.

Uusi valtakunnallinen verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmä on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2017 aikana. Järjestelmän käyttöönoton yhteydessä toteutetaan tievalaistusverkon nykyisten kaapeleiden inventointi. Nykyisten jäykkien pylväiden tarkempi inventointi voitaisiin toteuttaa saman inventoinnin yhteydessä.

2.3.5 Valaistusluokat

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen nykyisten tievalaistuksien M-valaistusluokat on esitetty liitteessä 6 ja P-luokat liitteessä 7. M-valaistusluokat on tarkoitettu moottoriajoneuvojen käyttämille maanteille ja P-valaistusluokat jalankulku- ja pyöräilyalueille. Liitteissä 6 ja 7 on esitetty valtion omistamat tievalaistukset. Maanteiden sekä erillisten jalankulku- ja pyöräteiden valaistuksien pituudet valaistusluokittain on esitetty taulukossa 5. Valaistusluokkien valaistustekniset vaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kohdassa 2.3.

Maanteiden nykyiset tievalaistukset kuuluvat pääsääntöisesti valaistusluokkiin M3b ja M5. Valta- ja kantateilla yleisin valaistusluokka on M3b, seutu- ja yhdysteillä M5. Valaistusluokkaa M4 on käytetty hyvin vähän. Tässä selvityksessä maanteiden valaistusluokan valintaa ohjeistetaan niin, että valaistusluokkien käyttö säilyy nykyistä vastaavana. Valaistusluokan M4 käyttöä pyritään lisäämään nykyisestä. Tavoitteena on, että yksiajorataisilla valta- ja kantateilla käytettäisiin pääsääntöisesti valaistusluokkia M3b ja M4 ja seutu- ja yhdysteillä valaistusluokkia M4 ja M5.

Taulukko 5. Valtion omistama tievalaistus valaistusluokittain maanteillä sekä erillisillä jalankulku- ja pyöräteillä Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa (Autori 2016).

Maantiet	Pituus km	Jalankulku- ja pyörätiet	Pituus km
M1	1	P1	5
M2	7	P2	-
M3a	60	P3	1
M3b	579	P4	32
M4	45	P5	57
M5	437	P6	3
Ei tiedossa	26	Ei tiedossa	8
Yhteensä	1 155	Yhteensä	106

Jalankulku- ja pyöräteillä yleisemmin käytetyt valaistusluokat ovat P4 ja P5. Tässä selvityksessä jalankulku- ja pyöräteiden valaistusluokan valintaa pyritään ohjeistamaan niin, että valaistusluokkien käyttö säilyy pääosin nykyistä vastaavana. Valaistusluokan P1 käytöstä pyritään luopumaan. Tavoitteena on, että jalankulku- ja pyöräteillä käytettäisiin pääsääntöisesti valaistusluokkia P4 ja P5.

2.3.6 Rahoitus

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistuksien energiakustannukset ovat nykyisin noin 2 000 000 € vuodessa. Tievalaistuksien kunnossapitokustannukset ovat 500 000 € – 700 000 € vuodessa ja ohjausjärjestelmän kustannukset noin 200 000 € vuodessa. Tähän mennessä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistussaneerauksiin käytetty budjetti on ollut vuosittain 300 000 €. Tievalaistuksen uudisrakentaminen tapahtuu lähes yksinomaan tienrakennushankkeilla.

2.4 Tievalaistuksen ohjauksen nykytilanne

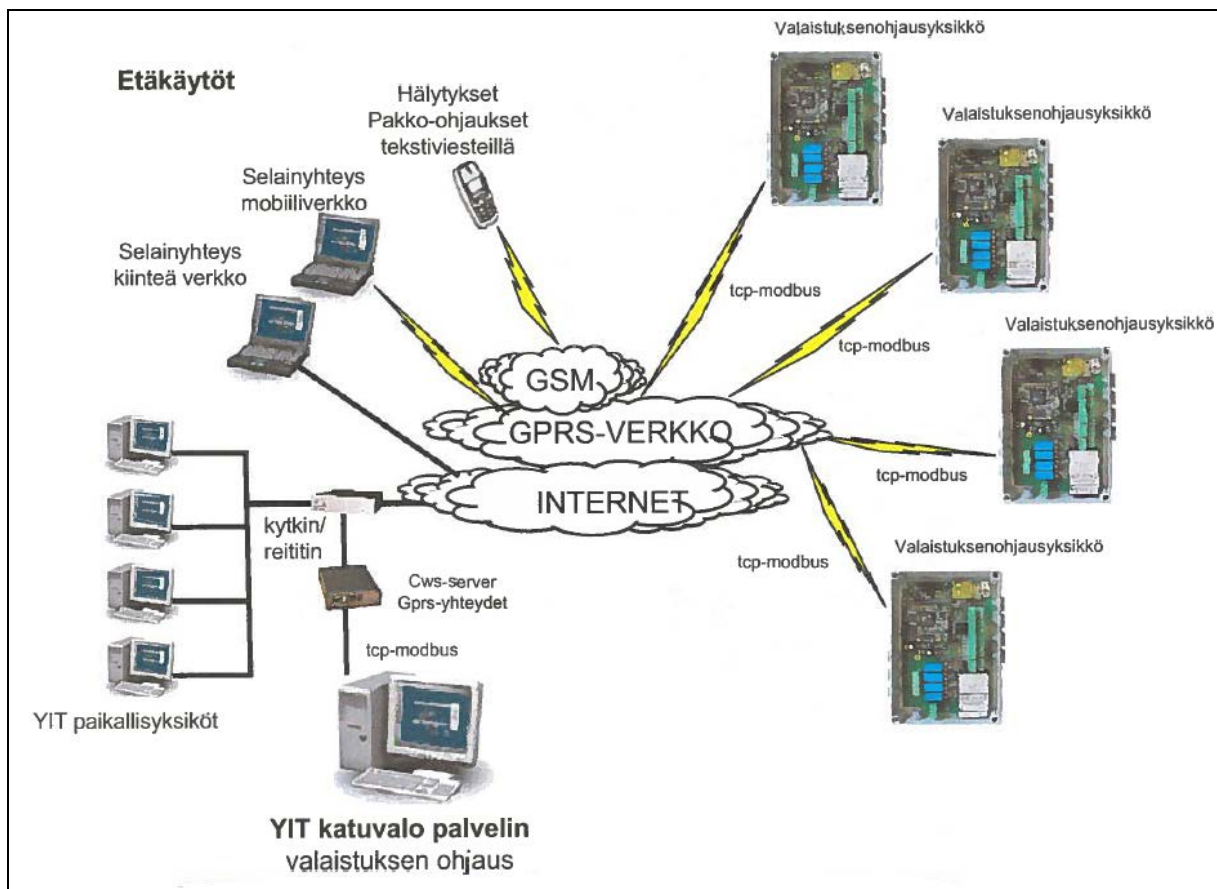
2.4.1 Tievalaistuksen ohjausjärjestelmä

Kuvassa 4 on esitetty Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen nykyisen tievalaistuksen ohjausjärjestelmän toimintakaavio. Tievalaistuksen ohjausjärjestelmä on valtakunnallinen ja ohjausjärjestelmän palveluntarjoajana on Caverion Oyj. Nykyinen ohjausjärjestelmän palvelusopimus on kokonaispalvelusopimus, jossa palveluntuottaja vastaa ohjausjärjestelmästä kokonaisuutena. Palvelusopimuksen kesto on 10 vuotta ja se päättyy 31.12.2019. Liikennevirasto tulee kilpailuttamaan tievalaistuksen ohjausjärjestelmän palvelusopimuksen vuosina 2018–2019.

Nykyisen tievalaistuksen ohjausjärjestelmän keskipisteenä on tietojärjestelmä, jonka kautta tieto kulkee valaistuslaitteiden ja käyttäjien välillä molempiin suuntiin. Ohjausjärjestelmään on kytketty suurin osa tievalaistuskeskuksista ja tievalaistuksen ohjaus on hajautettu. Ohjausjärjestelmän tiedonsiirto tapahtuu langattomasti palvelimen ja tievalaistuskeskuksissa olevien alueellisten ohjausyksiköiden välillä mobiiliverkkoja pitkin salatus 3G tai GPRS (General Packet Radio Service) -yhteyden avulla. Ohjausjärjestelmää hallinnoidaan karttapohjaisella web-käyttöliittymällä.

Ohjausjärjestelmän käyttöliittymä toimii tietojärjestelmän ja käyttäjien välisenä rajapintana. Sen avulla käyttäjien, mm. tilaajan, kunnossapitourakoitsijan ja palveluntuottajan on mahdollista seurata tievalaistusverkon tilaa ja tarvittaessa ohjata valaistusta manuaalisesti. Ohjauslaitteita voidaan ohjata myös paikallises-

ti. Järjestelmän tuottamien raporttien käsittely tapahtuu käyttöliittymän avulla. Ohjausjärjestelmä tuottaa myös vikatiedot käyttäjille kunnossapitotoimenpiteitä varten.



Kuva 4. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tievalaistuksen nykyisen ohjausjärjestelmän toimintakaavio.

2.4.2 Tievalaistuksen ohjausperiaatteet

Nykyisen tievalaistuksen ohjaus Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella tapahtuu pääosin keskuskohtaisesti (71 % kaikista tievalaistuskeskuksista, noin 450 kpl). Tällöin jokaisessa tievalaistuskeskuksessa sijaitsee oma ohjauslaite, joka ohjaa tievalaistuksen päälle ja pois valoantureilta järjestelmään saatavan tiedon perusteella. Vyöryntäohjaus on käytössä 27 % kaikista tievalaistuskeskuksista (noin 170 kpl). Vyöryntäohjauksessa tievalaistuskeskus saa syttymis- ja sammumiskäskyt edelliseltä keskukselta, jossa sijaitsee oma ohjauslaite ja joka saa syttymis- ja sammumiskäskyt ohjausjärjestelmältä.

Tievalaistuksen ohjausalueita on neljä; Pohjois-Pohjanmaa etelä, Pohjois-Pohjanmaa pohjoinen, Koillismaa ja Kainuu. Näillä ohjausalueilla syttymisen raja-arvona on 20 lx ja sammutuksen 17 lx. Edellä mainittujen alueiden lisäksi Oulunsalo-Hailuoto -lauttarannat, Alassalmi-Manamansalo -lossirannat sekä Vartiuksen ja Kuusamon raja-asetat muodostavat omat ohjausalueensa. Lautta- ja lossirannoilla syttymisen raja-arvona on 50 lx ja sammutuksen 40 lx, raja-asetilla vastaavasti 100 lx ja 90 lx. Jokaisella ohjausalueella on kaksi valoanturia ohjaamassa valaistuksen syttymistä ja sammutusta.

Tievalaistuksen ohjauksessa käytetään yöhimmennystä tai yösammutusta. Liikennevirasto on edellyttänyt vuodesta 2009 lähtien, että kaikkiin uusiin tievalaisimiin asennetaan vähintään kaksitehokuristimet ja automaattiohjausreleet. Toistaiseksi ainoa laajasti käytössä ollut tievalaistuksen ohjausparametri on ollut aika. Tievalaisimien himmennys toteutetaan pääosin ohjelmoimalla himmennysprofiilit valaisimien liitäntälaitteisiin ennakoon (ledivalaisimet) tai käyttämällä ennakoon ohjelmoitua kaksitehokuristinta (purkaus-

lamppuvalaisimet). Yhdessä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen pilottikohteessa tievalaisimien himmennystä ohjataan keskuskohtaisesti ohjausjärjestelmällä.

Suurpainenaatriumvalaisimien himmennys toteutetaan yleensä kaksitehokuristimella ja automaattiohjausreleellä. Himmennys alkaa 2h ennen ja loppuu 5h jälkeen pimeän ajan keskipisteen. Ledivalaisimilla himmennysajat ovat vaihdelleet 8-10 tunnin välillä. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella muuttamalla vuonna 2016 käyttöön otetussa kohteessa on käytetty Liikenneviraston ohjeen **Tien valaisimien laatuvaatimukset** liitteen 3 himmennystaulukkoa, joka perustuu valaistuksen ohjaukseen valaistusluokkien avulla.

Liikennevirastoon ohjeen **Tievalaistuksen yösammutus ja muita energiansäästökeinoja** pohjalta Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueelle määriteltiin vuonna 2012 yösammutustavoite, joka piti sisälleen 26 % kaikista alueen valaistusta maanteista eli noin 330 km. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus esitti sammutettavaksi tavoitetta laajemman kokonaisuuden: 35 % kaikista alueen valaistusta maanteista eli noin 440 km. Yösammutukset otettiin täysimittaisesti käyttöön 1.8.2013. Sammutusaikavälinä on käytetty klo 00-05. Yösammutuksen piirissä on yhteensä noin 250 tievalaistuskeskusta. Yösammutuksilla on toistaiseksi saavutettu noin 220 000 € vuosittaiset energiakustannussäästöt. Säästöt vastaavat n. 8–9 % Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tievalaistuksen energiakustannuksista verrattuna tilanteeseen ennen yösammutusten aloittamista. Yösammutuksista on saatu toistaiseksi hyvin vähän kielteistä palautetta kansalaisilta.

2.5 Liikenne-ennuste 2030

Liikennevirasto on laatinut vuonna 2014 valtakunnallisen tieliikenne-ennusteen vuodelle 2030. Ennuste on tarkoitettu käytettäväksi laajoissa alueellisissa tarkasteluissa. Valtakunnallinen tieliikenne-ennuste sisältää sekä henkilö- että tavaraliikenteen ja siinä on huomioitu kaikkien keskeisten liikennemuotojen kehitys. Julkaisussa on määritelty kaikkien maakuntien tieluokkien liikennemäärien kasvukertoimet maanteiden liikennemääräennusteiden laatimista varten.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen koko tieverkolle laskettiin liikennemääräennusteet Liikenneviraston julkaisun **Valtakunnallinen tieliikenne-ennuste 2030** mukaisesti. Laskennan lähtöarvoina käytettiin tierekisterissä ilmoitettuja vuoden 2012 jaksokohtaisia keskimääräisiä vuorokausiliikennemääriä. Liikennemääräennusteet toimivat lähtötietoina kohdan 5 tievalaistuksen toimintalinjoille sekä kohdan 6.1 hankeohjelmalle. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tieverkon liikennemääräennusteet vuodelle 2030 on esitetty liitteessä 8. Liitteessä on esitetty nykyinen vuoden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (tierekisteritieto pv. 31.3.2016, sinisellä), laskennallinen liikennemääräennuste vuodelle 2030 (keskimäinen arvo) sekä vuoden 2005 liikennemäärä (tierekisteritieto pv. 31.12.2005, alin arvo). Termi KVL on lyhenne ja se tarkoittaa vuoden keskimääräistä vuorokausiliikennettä (ajoneuvoa vuorokaudessa) molemmissa ajosuunnissa yhteensä.

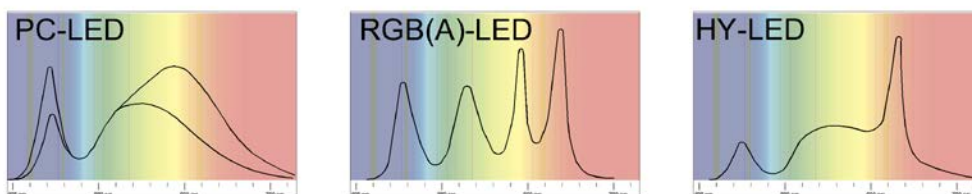
3 Valaistustekniikan kehittyminen lähitulevaisuudessa

3.1 Valonlähteet

Valaisimissa käytetyt valonlähteet perustuvat yhä kasvavassa määrin puolijohdetekniikkaan. Näistä suurin osa on ledejä. Esimerkiksi vuonna 2015 itsenäinen tutkimusorganisaatio VITO- Flemish Institute for Technological Research on ennustanut, että ledilamppujen myynti Euroopassa kasvaa 375 miljoonaan yksikköön (noin 22 % kaikista myydyistä lampuista). Vuonna 2015 kaikista Euroopan sisä- ja ulkovalaistusasennuksista noin 8 % oli toteutettu ledilampuilla, ledivalaisimilla tai joillakin muilla puolijohdetekniikkaan perustuvilla ratkaisuilla. Vastaavat luvut vuodelle 2020 ovat VITO:n ennusteiden mukaan 42–46 % ja vuodelle 2025 70–86 %. Ennusteiden perusteella muutos kohti ledivalaistusta on koko valaistusalalla melko kokonaisvaltaista seuraavan kymmenen vuoden aikana. Kaikkien käytettävien valaisimien keskimääräinen valotehokkuus kasvaa vuoden 2015 arvosta 65 lm/W VITO:n ennusteiden mukaan 34–44 % vuoteen 2020 mennessä ja 73–160 % vuoteen 2025 mennessä. Arvojen suuri hajonta valotehokkuuden osalta kertoo, että uuden tekniikan käyttöönoton ennustaminen on haastavaa ja ennusteisiin tulee suhtautua varauksella.

Vuonna 2013 ulkovalaistuskäyttöön myydyistä valaisimista noin 14 % oli ledivalaisimia. Vuonna 2017 myytävien ledivalaisimien määrän ennustetaan olevan jo yli puolet kaikista myydyistä ulkovalaisimista. Ledivalaistuksen lopullisen läpimurron ennustetaan tapahtuvan vuoden 2022 kohdilla, jolloin jo yli 95 % myydyistä ulkovalaisimista on ledivalaisimia (lähde Navigant Consulting inc.)

Ledisirun säteilemä valo on lähes aina monokromaattista valoa ja valon väri riippuu ledin valmistusmenetelmästä. Valkoinen valo tuotetaan kolmella eri menetelmällä. Yleisimmin käytössä oleva menetelmä perustuu fosforikonversioon, missä osa sinisen ledin säteilystä muunnetaan vihreän ja punaisen valon säteilyalueelle fosforoivien aineiden avulla. Näitä ledejä kutsutaan **PC-ledeiksi**. Toinen tapa valmistaa ns. valkoista valoa, on yhdistää eriväristä valoa säteileviä ledejä keskenään. Tästä menetelmästä tunnetuin on **RGB-ledit**. RGB-yhdistelmään voidaan lisätä myös muita värejä kuten kellertävää (amber). Valkoista valoa saadaan myös edellä mainitun kahden menetelmän yhdistelmänä, jossa PC-ledin punainen fosfori korvataan punaista valoa säteilevällä ledillä. Yhdistelmää kutsutaan hybridiledeiksi eli **HY-ledeiksi**. Kuvassa 5 on esitetty eri menetelmillä tuotetun valkoisen valon spektrit. Spektrien piikit kuvaavat suoraan ledistä saatua spektrin osuutta ja tasaisemmat osuudet fosforikonversion kautta muunnettua spektrin osaa.



Kuva 5. Eri menetelmillä toteutettujen valkoista valoa säteilevien ledien spektrejä

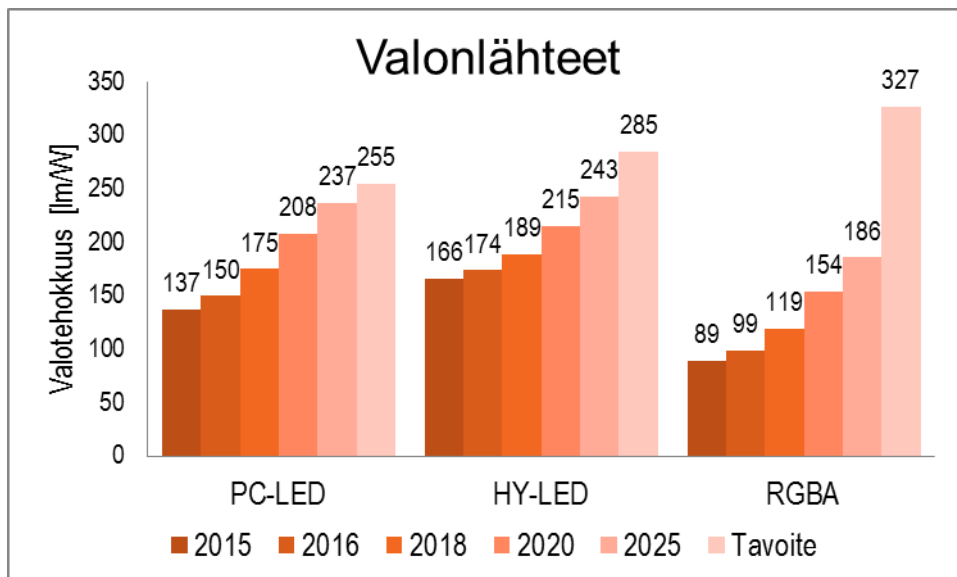
Kaikkien edellä mainittujen menetelmien käytölle löytyy perustelunsa, mutta myös omat haasteensa. PC-ledien suurin haaste on fosforikonversion hyötysuhde, jossa varsinkin lämpimämpiin värisävyihin (3000 K) pyrittäessä häviöt ovat melko suuret, vähintään 20 %. RGB-ledien haasteena on ledien huono säteilyhyötysuhde, esimerkiksi punaisella 0,44, vihreällä 0,24 ja keltaisella 0,08. Vastaavasti sinisen ledin säteilyhyötysuhde on 0,66. Säteilyhyötysuhteella tarkoitetaan, sitä kuinka suuri osa sähkötehosta muuttuu

ledissä säteilytehoksi. Loppuosa sähkötehosta muuttuu sirussa lämmöksi, joka pitää poistaa sirusta jäähdytyksen avulla. Punaisen ja vihreän ledin huonot hyötysuhteet vaikuttavat heikentävästi RGB-ledien valotehokkuuteen. Lisäksi eri valmistusmenetelmiin perustuvia ledejä esim. sinistä ja punaista sekoitettaessa on syytä varautua ledien erilaisten ominaisuuksien eriaikaisiin muutoksiin tuotteen elinkaaren aikana. Valaisimen sähkötekninen ja optinen suunnittelu sekä toteutus ovat helpointa, kun kaikki komponentit ovat samantyyppisiä. Nykyisin lähes kaikki ulkovalaisimet, joitakin erikoisvalaistuksia lukuun ottamatta, perustuvat PC-LED -tekniikkaan.

Valkoisen valon säteilyn maksimivalotehokkuus, missä sähkö muuttuu säteilytehoksi ilman häviöitä, riippuu siitä millä menetelmällä valkoista valoa tuotetaan. Valkoisen valon spektrillä, väriämpötilalla sekä värintoistoindeksillä on vaikutusta maksimivalotehokkuuteen. Valkoisen valon säteilyn maksimivalotehokkuus on suurimmillaan noin 450 lm/W, kun sen väriämpötila on noin 2500 K ($R_a=70$). Säteilyn valotehokkuus pienenee melko lineaarisesti noin 20 lm/W, aina kun valon väriämpötila kasvaa 1000 Kelviniä. Vastaavasti värintoistoindeksin R_a -arvoa kasvatettaessa 10 yksikköä, laskee säteilyn valotehokkuus noin 20–25 lm/W. Yllä esitettyjen valkoisen valon tuottamismenetelmien avulla valkoiselle valolle voidaan saavuttaa parhaimmillaan seuraavat säteilyn valotehokkuuden arvot:

- PC-LED 380 lm/W,
- HY-LED 380 lm/W ja
- RGBA-LED 400 lm/W.

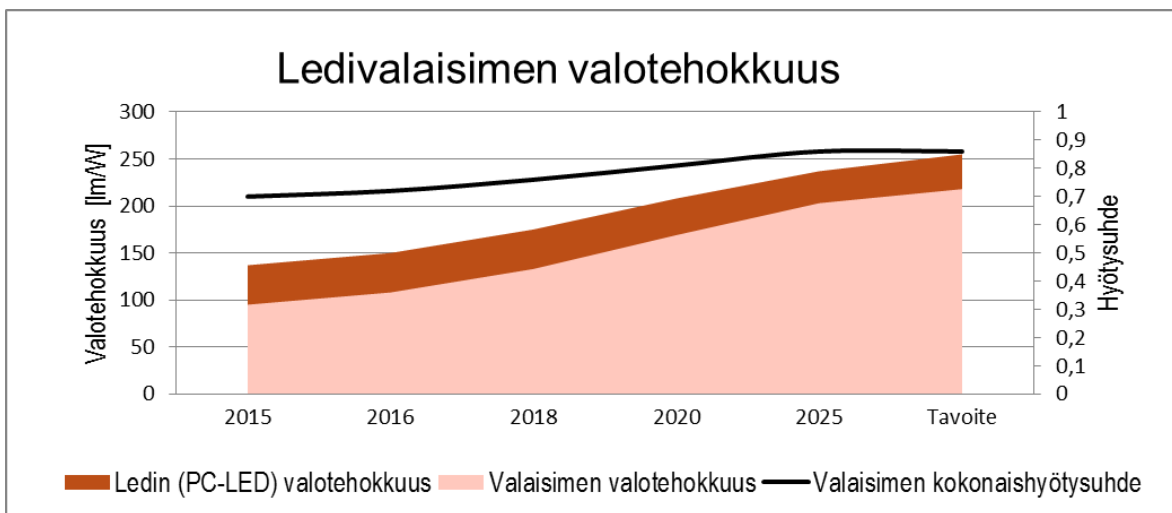
Yhdysvaltain energiaviraston teettämässä raportissa (SSL R&D plan, 2016) on esitetty ennusteet valkoisen valon valotehokkuuden kehityksestä tulevaisuudessa. Ennusteet perustuvat arvoihin, jotka on mitattu hallituissa olosuhteissa 25 °C ympäristön lämpötilassa, virran tiheyden ollessa 35 A / cm². Näiden ennusteiden perusteella voidaan päätellä, että lediteknikan oletetaan edelleen kehittyvän hyvin nopeasti. Kuvassa 6 on esitetty ennuste siitä, miten eri tavoilla tuotetun valkoisen valon valotehokkuus kasvaa lähitulevaisuudessa. Tavoitetilanteessa kaikki lediteknologiaan liittyvät sähkö- ja lämpötekniset sekä spektriset haasteet on ratkaistu ja hyötysuhteet on maksimoitu, kukin oman potentiaalinsa mukaisesti.



Kuva 6. Ennuste valonlähteen valotehokkuuden kehityksestä eri menetelmien avulla. PC-LED: sininen ledi + fosfori HY-LED: sinisen ledin ja fosforin sekä punaisen ledin yhdistelmä, RGBA: punaisen, vihreän, sinisen ja kellertävän (amber) ledin yhdistelmä.

3.2 Valaisimet

Ledien valotehokkuuden kehityksen lisäksi myös ledivalaisimien tutkimus- ja tuotekehitystyön ennustetaan tehostavan ulkovalaistuksen kokonaishyötysuhdetta. Ulkovalaistuksessa käytettäville ledivalaisimille tehdyt ennusteet osoittavat, että valaisimien hyötysuhteita ja valaisimien valotehokkuuksia on mahdollista kehittää nykyisestä merkittävästi paremmiksi. Kuvassa 7 on esitetty ennusteet PC-ledin ja ledivalaisimen valotehokkuuksille sekä valaisimen kokonaishyötysuhteelle. Kuvan 7 ennusteessa on käytetty valonlähteenä kohdassa 3.1 esitettyä PC-ledin valotehokkuuden ennustetta. Esitetty kokonaishyötysuhde muodostuu termisen-, rakenteellisen-, optisen- sekä sähköisen hyötysuhteen tulona.



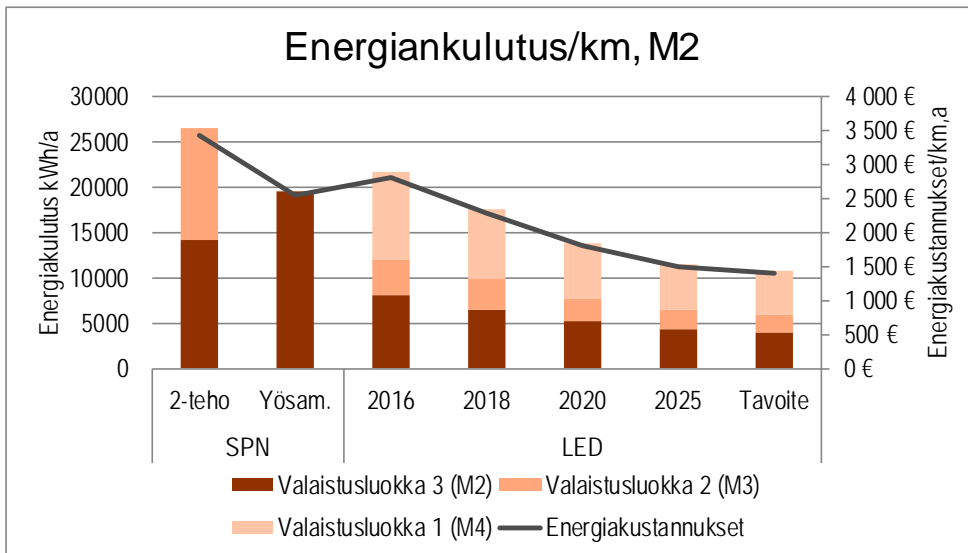
Kuva 7. Ennuste ledivalaisimen valotehokkuuden ja kokonaishyötysuhteen kehityksestä (PC-LED).

Kuvassa 7 esitettyä valaisimen valotehokkuuden ennustetta on verrattu nykyisin käytössä oleviin, laskentatulokseltaan parhaimpiin suurpainenatriumvalaisimiin. Kuvissa 8-11 on esitetty, miten tievalaistuksen energiakustannukset voisivat muuttua, mikäli edellä esitetyt ennusteet valaisimien ja ledien valotehokkuuksien kehityksestä toteutuisivat myös tievalaisimille. Liitteen 16 taulukoissa on tietyypeittäin laskettu nykyisten, laskennallisesti pisimpiin pylsäväleihin pääsevien suurpainenatriumasennusten valonlähte- ja valaisinkohtaiset valovirrat ja valotehokkuudet. Suurpainenatriumlamppujen ja -valaisimien valotehokkuudet perustuvat vertailuissa käytettyjen valaisimien valonjakotiedoista otettuihin mittaustietoihin. Alenemakerroin on määritelty kaikille valaisimille samaksi (0,80) riippumatta valonlähteestä. Valovirtojen ja valotehokkuusennusteiden avulla on laskettu, miten valaisimen teho muuttuu, mikäli edellä esitetyt ennusteet toteutuvat. Tievalaistusasennukselle on lisäksi laskettu valaistuksen vuotuinen tehonkulutus kilometrille.

Merkittävä osa energiakustannussäästöihin liittyvästä potentiaalista on tievalaistuksen himmentämisessä. Kuvassa 8 on esitetty himmentämisen vaikutus energiakustannuksiin. Tässä tarkastelussa himmennys perustuu vain ajalliseen tarkasteluun liitteessä 10 esitettyjen ohjausprofiilien mukaisesti. Ohjausprofiilissa esitetty alin valaistusluokka on käytössä 22–5 välisenä aikana ja ylin 6–20 välisenä aikana. Kaksitehokurittimellinen suurpainenatriumvalaisin on himmennetty 22–5 välisenä aikana. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella tievalaistuksen polttoaika on noin 3600 tuntia vuodessa. Arvo perustuu Caverion Oyj:ltä saatuun Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen nykyiseen vuotuiseseen polttoaikaan. Liitteessä 10 esitettyjen ohjausprofiilien aikoja noudattaen ylin valaistusluokka on käytössä 24,8 %, keskimääräinen valaistusluokka 16,5 % ja alin valaistusluokka 58,7 % koko vuoden polttoajasta. Tarkastelussa on huomioitu valaistavan ajan pituus eri vuodenaikoina. Tarkastelun perusteella tievalaistus voi olla himmennetty 75,2 % vuotuisesta valaistavasta ajasta.

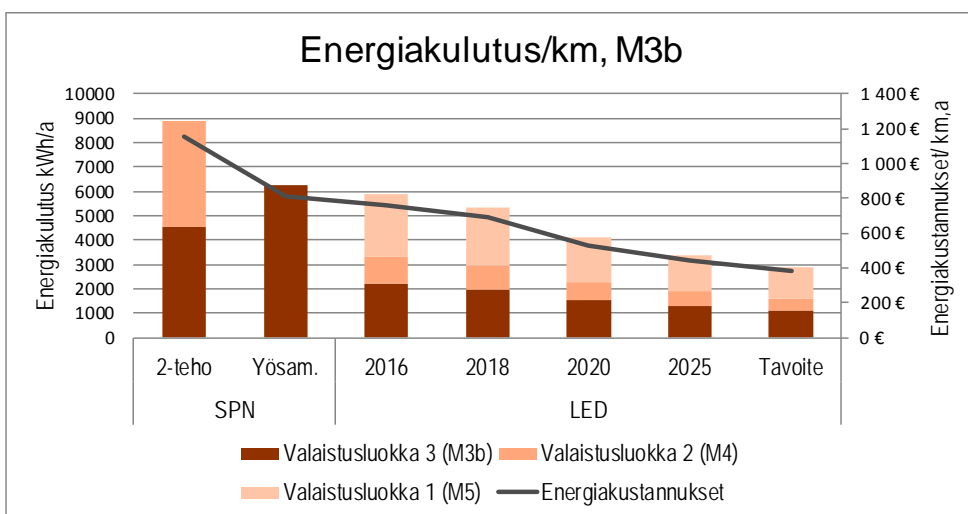
Yösammutukseen perustuva suurpainenatriumvalaistus on esitetty alla kuvissa 8-11 merkinnällä "SPN/Yösamm". Yösammutus tapahtuu kello 23–04 välisenä aikana ja sen vaikutuksesta valaistuksen vuotuinen polttoaika laskee 3600 tunnista noin 2000 tuntiin.

Kuvassa 8 on esitetty moottoritien tievalaistuksen vuotuiset energiakustannukset kilometriä kohden olettaen, että sähkön hinta on 0,13 €/kWh. Tien valaistusluokka on M2. Tie on nelikaistainen keskialueellinen moottoritie, jonka ajorata on 7,5 metriä ja keskialueen leveys 6,5 metriä. Tievalaisimien asennuskorkeus on 12 metriä ja valaistustyyppinä on 2-rivinen keskiasennus varsipylväin. Laskennallinen pylväsväli on 58 metriä. Suurpainenatrium-valaisimien ST-250 teho on liitäntälaitteineen 276 W. Energiakustannuksia laskettaessa on otettu huomioon myös himmennyksestä syntyvät säästöt.



Kuva 8. Moottoritien tievalaistuksen vuotuinen energiakulutus ja -kustannukset per kilometri. Valaisimina ST-250/150 2-tehokuristimella, ST-250 yösammutuksella sekä ennusteen mukaiset ja valovirraltaan suurpainenatriumvalaisimia vastaavat ledivalaisimet.

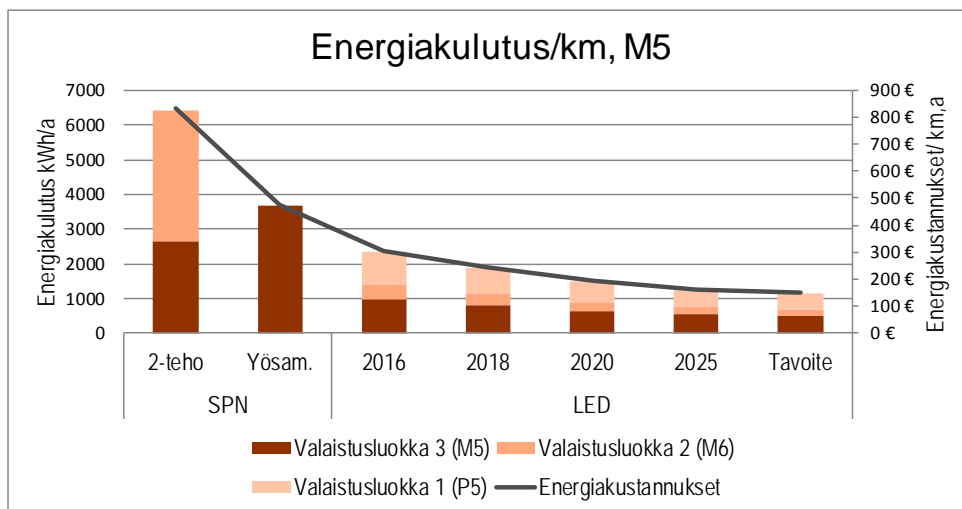
Kuvassa 9 on esitetty vastaavasti yksiajorataisen valta- tai kantatien tievalaistuksen vuotuiset energiakustannukset kilometriä kohden. Tien valaistusluokka on M3b ja tie on kaksikaistainen, ajoradan leveyden ollessa 7 metriä. Tievalaisimien asennuskorkeus on 10 metriä ja valaistustyyppinä on 1-rivinen reunasijoitus. Laskennallinen pylväsväli on 55 metriä. Suurpainenatriumvalaisimien ST-150 teho on liitäntälaitteineen 167 W. Energiakustannuksia laskettaessa on otettu huomioon myös himmennyksestä syntyvät säästöt.



Kuva 9. Valta- tai kantatien tievalaistuksen vuotuinen energiakulutus ja -kustannus per kilometri. Valaisimina ST-150/100 2-tehokuristimella, ST-150 yösammutuksella sekä ennusteen mukaiset ja valovirraltaan suurpainenatriumvalaisimia vastaavat ledivalaisimet.

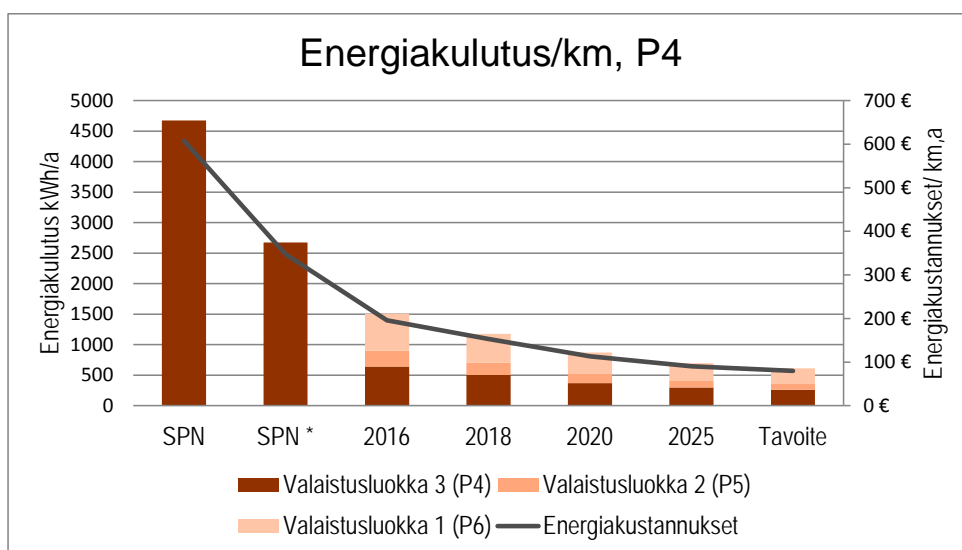
Kuvassa 10 on esitetty yhdyntien tievalaistuksen vuotuiset energiakustannukset kilometriä kohden olettaen, että sähkön hinta on 0,13 €/kWh. Tien valaistusluokka on M5 ja tie on kaksikaistainen. Ajorata on 6 metriä leveä. Tievalaisimien asennuskorkeus on 8 m ja valaistustyyppinä on 1-rivinen reunasijoitus. Laskennallinen pylväsväli 47 metriä. Suurpainenatriumvalaisimien ST-70 teho liitäntälaitteineen on 80 W. Energiakustannuksia laskettaessa on otettu huomioon myös himmennyksestä syntyvät säästöt.

Kuvassa 10 esitetty energiakustannusten muutos, siirtyessä nykyisestä suurpainenatriumvalaistuksesta lähitulevaisuuden ledivalaistukseen, on huomattavasti suurempi kuin moottori-, valta- ja kantateillä. Tämä johtuu pienitehoisten suurpainenatriumlamppujen huonosta valotehokkuudesta verrattuna suurpainenatrium-lampun isompiin tehoihin, ks. myös liite 16.



Kuva 10. Yhdyntien tievalaistuksen vuotuinen energiakulutus ja -kustannus per kilometri Valaisimina ST-70/50 2-tehokuristimella, ST-70 yösammutuksella sekä ennusteen mukaiset ja valovirraltaan suurpainenatriumvalaisimia vastaavat ledivalaisimet.

Kuvassa 11 on esitetty jalankulku- ja pyörätien erillisen tievalaistuksen vuotuiset energiakustannukset kilometriä kohden olettaen, että sähkön hinta on 0,13 €/kWh. Väylän valaistusluokka on P4, ja väylän leveys on 4 m. Laskennallinen pylväsväli on 47 m ja tievalaisimien asennuskorkeus on 6 m. Suurpainenatriumvalaisimien ST-50 teho on liitäntälaitteineen 61 W. Suurpainenatriumvalaisinta ei himmennetä ollenkaan, jolloin ledi-valaistuksen energiakustannukset ovat suurpainenatriumvalaistusta selkeästi pienemmät.



Kuva 11. Jalankulku- ja pyörätien erillisen tievalaistuksen vuotuinen energiakulutus ja -kustannukset per kilometri. Valaisimina ST-50, ST-50 yösammutuksella sekä ennusteen mukaiset ja valovirraltaan suurpainenatriumvalaisimia vastaavat ledivalaisimet.

Kuvien 8-11 perusteella voidaan todeta, että mitä pienempi on tievalaistuksessa käytetyn suurpainenatriumvalaisimen teho, sitä suurempi on tievalaistusasennuksen suhteellinen energiakustannussäästö ledivalaisimella. Toisaalta isojen tehojen osalta pienemmät suhteelliset energiakustannussäästöt voivat johtaa suurimpiin kokonaiskustannussäästöihin, tievalaistusasennuksen kokonaiskulutuksen ollessa paljon suurempi.

Himmennyksen vaikutus energiakustannuksiin on huomattava. Moottoritieasennusta (M2) lukuun ottamatta kaikissa muissa tievalaistusasennuksissa nykypäivän ledivalaisimet (2016) olivat energiakustannuksiltaan kannattavampia kuin vastaavat suurpainenatriumasennukset himmennyksellä tai yösammutuksella. Erot kasvavat entisestään lähitulevaisuuden ennusteisiin siirryttäessä.

Tämän selvityksen laskennoissa tievalaistuksen ohjaus perustui aikaan ja liitteen 10 mukaisiin ohjausprofiileihin. Mikäli tievalaistuksen ohjausta tehostetaan siirtymällä esim. paikalliseen ohjaukseen tai liikennemääriin perustuvaan reaaliaikaiseen ohjaukseen tievalaistuksen energiakustannussäästöt saattavat olla vieläkin suurempia. Samalla kuitenkin valaisinkohtaiset rakennus- ja kunnossapitokustannukset kasvavat.

Yllä esitetyt kuvat ja tulokset pohjautuvat melko optimistisiin arvioihin ledien ja ledivalaisimien kehityksestä lähitulevaisuudessa. Markkinoilla olevien ledivalaisimien välillä on erittäin suuria eroja, eikä näitä ole otettu huomioon tässä selvityksessä. Lisäksi täytyy ottaa huomioon, että tievalaistusasennusten elinkaarikustannukset muodostuvat energiakustannusten lisäksi rakennuskustannuksista ja kunnossapitokustannuksista. Näitä on käsitelty seuraavassa luvussa.

Ohjattavalla ledivalaistuksella ja liitteen 10 mukaisella ohjausprofiililla tievalaistuksen hoitokustannuksia voidaan alentaa huomattavasti. Erityisesti alemmalla tieverkolla sekä jalankulku- ja pyöräteillä tievalaisimien teho laskee ennusteiden perusteella melko nopeasti tasolle, jossa energiakustannussäästöjen vaikutus tievalaistusasennuksen elinkaari-kustannuksiin on valotehokkuuden kasvaessa suhteellisen pieni. Näin ollen kyseisten teiden valaistuksen saneeraus ledivalaistuksiksi on jo nykypäivänä melko kannattavaa.

3.3 Elinkaarikustannusvertailut

3.3.1 Yleistä

Tämän selvityksen elinkaarikustannuslaskelmissa on käytetty Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** luvussa 6.6 esitettyjä kaavoja ja menetelmiä. Kustannuksia on vertailtu nykyarvomenetelmän avulla 30 vuoden laskenta-ajalle. Vertailuissa kaikki muut rakennuskustannukset, paitsi valaisimesta aiheutuvat kustannukset, pysyivät samoina valolajista riippumatta. Elinkaarikustannusvertailuihin on valittu neljä eri valaistusluokkaa M2, M3b, M5 sekä P4. Elinkaarikustannuksia laskettaessa muuttuvina parametreina ovat olleet:

- valaisimen hinta
- valaisimen teho
- pylväsväli
- tievalaisimien ohjaus

Tievalaisimien ohjaus on otettu vertailuissa huomioon liitteen 10 ohjausprofiilien mukaisesti:

- ledivalaisimilla 2-portainen himmennys valaistusluokan mukaan ja
- suurpainenatriumvalaisimella kaksitehokuristimeen perustuva 1-portainen himmennys tehojen mukaan.

Ledi- ja suurpainenatriumvalaisimien hinnat perustuvat viime aikoina rakennettujen tievalaistuksien kustannusarvioihin. Tievalaisimien hinnat on arvioitu tietyypeittäin. Selvityksessä ledivalaisimen hinnan on oletettu pysyvän lähitulevaisuudessa vakiona suhteessa valaisimen tuottamaan valovirtaan. Todellisuudessa

voidaan kuitenkin olettaa, että ledivalaisimen hinta tuotettua kiloluumenia kohden tulee lähitulevaisuudessa jonkin verran laskemaan, jonka jälkeen se hiljalleen vakiintuu.

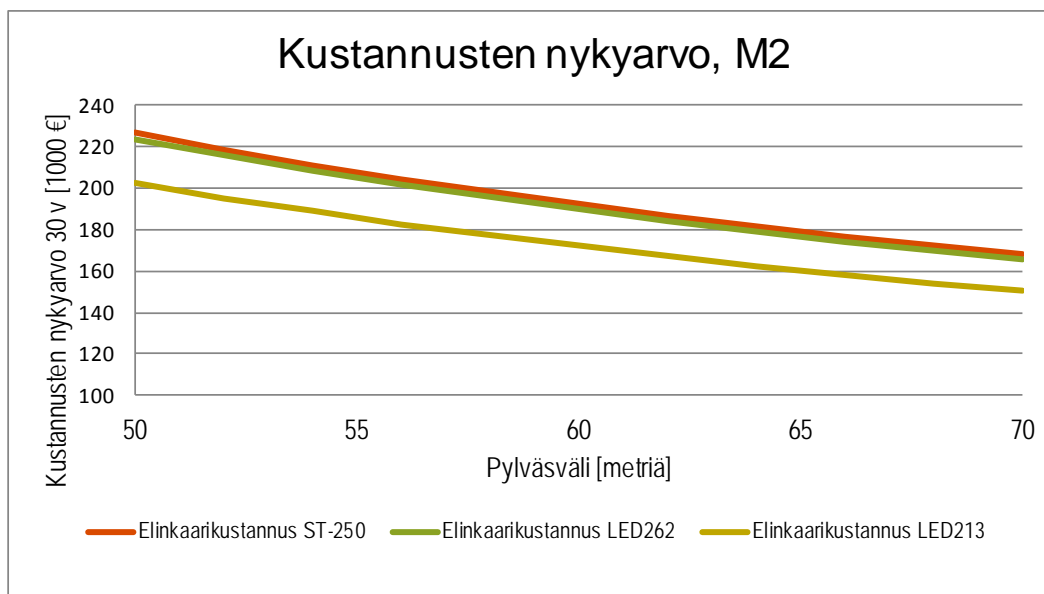
Ledivalaisimien kunnossapitokustannuksiin on määritelty 30 vuoden tarkastelujakson aikana yksi ryhmävaihto, josta aiheutuva kustannus on 40 % valaisimen alkuperäisestä hinnasta plus sen asennuskustannukset. Valaisimen elinikä on määritelty niin, että ryhmävaihto ajoittuu laskenta-ajan puoliväliin 15 vuoden kohdalle. Ledivalaisimien yksittäisvaihtojen määräksi on oletettu 2 % vuodessa. Ledivalaisimien yksittäisvaihdosta aiheutuva kustannus on määritelty 150 euroon valaisintyyppistä riippumatta. Kustannus on vakio ja se perustuu siihen oletukseen, että yksittäisvaihdossa ei välttämättä uusita koko valaisinta, vaan esim. pelkkä liitäntälaitte. Lisäksi osa yksittäisvaihdosta ovat takuun piirissä. Suurpainenatriumvalaisimilla lampujen yksittäis- ja ryhmävaihdot on määritelty Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** mukaisesti.

Tarkasteltaessa eri valolajien elinkaarikustannuksia huomattiin, että suhteelliset kustannuserot pysyivät vastaavina pylväsvälistä riippumatta. Esimerkiksi ST-250 (276 W, M2) suurpainenatriumvalaisimen kustannukset pysyivät samoina suhteessa ledivalaistuksen kustannuksiin pylväsvälin ollessa 65 m tai 55 m, kunhan pylväsväli oli sekä suurpainenatriumvalaistuksessa- että ledivalaistuksessa sama. Tällöin eritehoisien ja valolajiltaan erilaisten tievalaisimien elinkaarikustannuksia voidaan vertailla keskenään pylväsvälistä riippumatta, kunhan pylväsväli on molemmissa vaihtoehdoissa sama.

3.3.2 Valaistusluokka M2

Kuvassa 12 on esitetty elinkaarikustannusten nykyarvovertailu nelikaistaiselle keskialueelliselle moottoritiele. Tien valaistusluokka on M2. Tievalaisimien asennuskorkeus on 12 metriä ja valaistustyyppinä on 2-rivinen keskiasennus varsipylväin. Sähkön hinta on 0,13 €/kWh. Vertailussa on esitetty, nykyarvomenetelmää käyttäen, 30 vuoden aikana syntyvät kustannukset eri pylväsväleille. Vertailuvalaisimeksi on valittu ST-250 suurpainenatriumvalaisin, jonka teho liitäntälaitteineen on 276 W. Suurpainenatrium-valaistuksen lisäksi kuvassa 12 on esitetty nykyarvion sekä vuodelle 2018 tehdyn ennusteen mukaisten ledivalaisimien elinkaarikustannukset. Valovirraltaan suurpainenatriumvalaisinta vastaavan valaisimen teho ovat nykyarvion mukaiselle ledivalaisimelle 262 W ja vuoden 2018 ennusteelle 213 W.

Kuvassa 12 on verrattu 262 W ledivalaisinta ST-250 suurpainenatriumvalaisimeen. Elinkaarikustannuksia laskettaessa on ledivalaisimen hinta määritelty noin 2,5-kertaiseksi suurpainenatriumvalaisimen hintaan nähden. Laskentatulosten perusteella voidaan karkeasti todeta, että nykypäivänä M2-valaistusluokassa ledivalaistuksen elinkaarikustannukset ovat suurpainenatriumvalaistusta pienemmät, kun ledivalaisimen hinta on alle kaksi kertaa suurpainenatriumvalaisimen hinta. Vaikka rakennuskustannukset ledivalaisimilla ovatkin suurpainenatriumvalaisimia korkeammat, kompensoivat noin 10 % pienemmät hoitokustannukset tätä riittävästi. Hoitokustannuksissa säästöjä saadaan mm. useampaan portaaseen jaetun himmennuksen avulla. Vertailujen perusteella voidaan todeta, että ledi- ja suurpainenatriumvalaistuksien elinkaarikustannukset määräytyvät suurissa teholuokissa pääasiassa valaistuksen energiakustannuksista.



Kuva 12. Elinkaarikustannusten nykyarvot nelikaistaiselle keskialueelliselle moottoritiele. Valaistusluokka on M2 ja tievalaisimien asennuskorkeus on 12 m.

Vertailuissa käytetyn ST-250 suurpainenatriumlampun valotehokkuus on noin 130 lm/W ja valaisimen noin 100 lm/W. Nykyisten ledivalaisimien valotehokkuus on jo tätä suurempi, jolloin valovirralla vastaavia valaisimia olisi mahdollista saada jo nykyään samoissa tai tätä pienemmissä teholuokissa. Suuritehoisilla valaisimilla ongelmaksi tulee toistaiseksi vielä valaisimen hinta sekä valaisimella saavutettava laskennallinen enimmäispylväsväli. Jos ledivalaisimen hinta olisi noin kaksinkertainen suurpainenatriumvalaisimen hintaan nähden ja sillä päästäisiin vastaavaan tai tätä pidempään pylväsväliin samassa teholuokassa, olisi myös moottoriteille kannattavaa jo valita tällainen ledivalaisin. Ledivalaisimien valotehokkuuden ja valaisimien teknisten ominaisuuksien parantuessa lähitulevaisuudessa, tulee ledivalaisin olemaan kannattava vaihtoehto myös moottoriteille, taulukko 6.

Taulukko 6. Ennusteiden (2016, 2018, 2020, 2025, tavoite) mukaisten ledivalaisimien suhteelliset kustannukset verrattuna ST-250 suurpainenatriumvalaisimen kustannuksiin. Valaistusluokka on M2 ja tievalaisimien asennuskorkeus on 12 m.

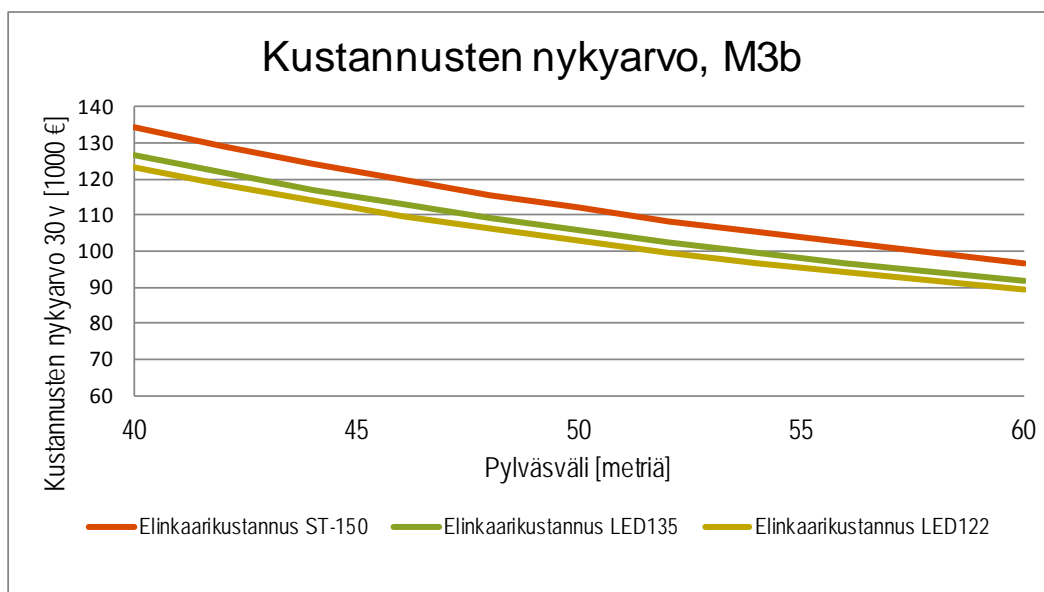
Valolaji	ST-250	LED262	LED 213	LED167	LED139	LED130
Hoitokustannukset	100,0 %	87,7 %	74,7 %	62,5 %	55,1 %	52,7 %
Elinkaarikustannukset	100,0 %	98,7 %	89,5 %	80,9 %	75,7 %	74,0 %

3.3.3 Valaistusluokka M3b

Kuvassa 13 on esitetty elinkaarikustannusten nykyarvovertailu kaksikaistaiselle yksiajorataiselle valta- tai kantatielle. Tien valaistusluokka on M3b. Tievalaisimien asennuskorkeus on 10 metriä ja valaistustyyppinä on 1-rivinen reunasijoitus. Sähkön hinta on 0,13 €/kWh. Vertailussa on esitetty, nykyarvomenetelmää käyttäen, 30 vuoden aikana syntyvät kustannukset eri pylväsväleille. Vertailuvalaisimeksi on valittu ST-150 suurpainenatriumvalaisin, jonka teho liitäntälaitteineen on 169 W. Suurpainenatrium-valaistuksen lisäksi kuvassa 13 on esitetty nykyarvion sekä vuodelle 2018 tehdyn ennusteen mukaisten ledivalaisimien elinkaarikustannukset. Valovirrallaan suurpainenatriumvalaisinta vastaavan valaisimen teho on nykyarvion mukaiselle ledivalaisimelle 135 W ja vuoden 2018 ennusteelle 122 W. Elinkaarikustannuksia laskettaessa on ledivalaisimien hinta määritelty noin 2,5-kertaiseksi suurpainenatriumvalaisimen hintaan nähden.

Vertailujen perusteella voidaan todeta, että ledivalaisimien elinkaarikustannukset ovat selkeästi pienemmät kuin ST-150 suurpainenatriumvalaisimen elinkaarikustannukset. Vaikka rakennuskustannukset

ledivalaisimella ovatkin korkeammat, kompensoivat pienemmät hoitokustannukset tätä riittävästi. Hoitokustannuksissa lisäsäästöjä saadaan suurpainenatriumvalaistusta energiatehokkaammalla ohjauksella.



Kuva 13. Elinkaarikustannusten nykyarvot kaksikaistaiselle, yksiajorataiselle valta- tai kantatielle. Valaistusluokka on M3b ja tievalaisimien asennuskorkeus on 10 m.

Vertailussa käytetyn ST-150 suurpainenatriumvalaisimen valotehokkuus on noin 90 lm/W. Nykyisten ledivalaisimien valotehokkuus on 100–140 lm/W, jolloin valovirralla vastaavia valaisimia saa jo nykyään selvästi alle 150 W teholuokissa. Mikäli ledivalaisimen hinta on alle kolminkertainen suurpainenatriumvalaisimen hintaan nähden ja sillä päästään vastaavaan tai tätä pidempään pylväsväliin, on valta- ja kantateillä kannattavaa käyttää tällaista ledivalaistusta, taulukko 7.

Taulukko 7. Ennusteiden (2016, 2018, 2020, 2025, tavoite) mukaisten ledivalaisimien suhteelliset kustannukset verrattuna ST-150 suurpainenatriumvalaisimen kustannuksiin. Valaistusluokka on M3b ja tievalaisimien asennuskorkeus on 10 m.

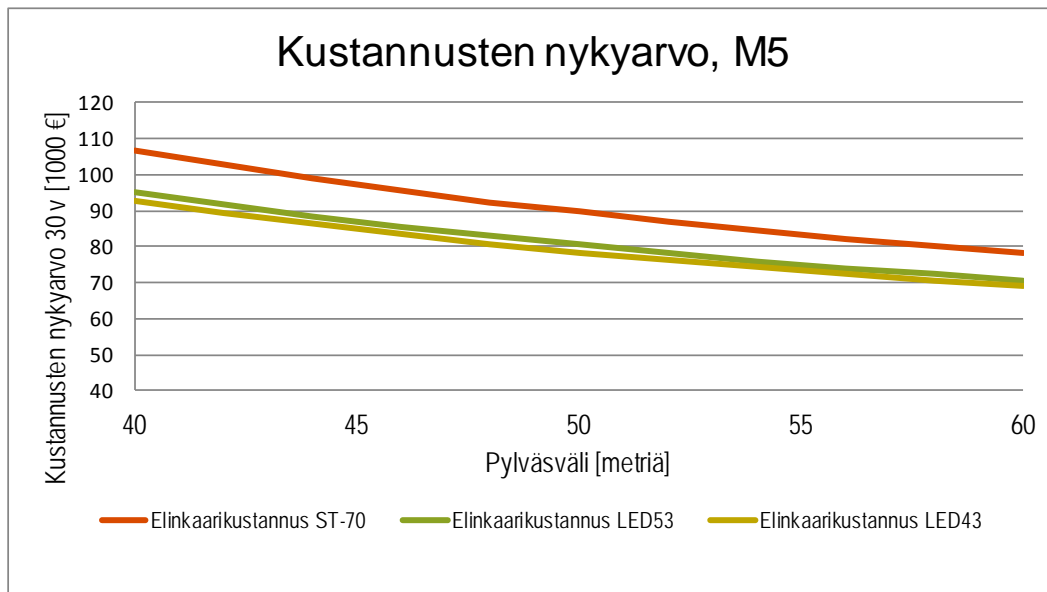
Valolaji	ST-150	LED135	LED122	LED94	LED78	LED67
Hoitokustannukset	100,0 %	79,0 %	74,7 %	65,4 %	60,1 %	56,5 %
Elinkaarikustannukset	100,0 %	94,6 %	92,2 %	87,0 %	84,0 %	82,0 %

3.3.4 Valaistusluokka M5

Kuvassa 14 on esitetty elinkaarikustannusten nykyarvovertailu kaksikaistaiselle yksiajorataiselle yhdystielle. Tien valaistusluokka on M5. Tievalaisimien asennuskorkeus on 8 m ja valaistustyyppinä on 1-rivinen reunasijoitus. Sähkön hinta on 0,13 €/kWh. Vertailussa on esitetty, nykyarvomenetelmää käyttäen, 30 vuoden aikana syntyvät kustannukset eri pylväsväleille. Vertailuvalaisimeksi on valittu ST-70 suurpainenatriumvalaisin, jonka teho liitännälaitteineen on 80 W. Suurpainenatriumvalaistuksen lisäksi kuvassa on esitetty nykyarvion sekä vuodelle 2018 tehdyn ennusteen mukaisten ledivalaisimien elinkaarikustannukset. Valovirrallaan suurpainenatriumvalaisinta vastaavan valaisimen teho on nykyarvion mukaiselle ledivalaisimelle 53 W ja vuoden 2018 ennusteelle 43 W.

Taulukon 8 suhteellisia kustannuksia kuvaavasta kaaviosta nähdään, että ledivalaisimilla päästään samoihin pylväsväleihin kuin suurpainenatriumvalaisimilla huomattavasti pienemmillä tehoilla. 70 W suurpainenatriumvalaisimien valotehokkuus on noin 70 lm/W. Nykyisten ledivalaisimien valotehokkuus on

100–140 lm/W. Tästä johtuen yhdysteillä on kannattavaa käyttää jo nyt ledivalaisimia, varsinkin kun tähän teholuokkaan on saatavilla hinnaltaan melko kilpailukykyisiä valaisimia.



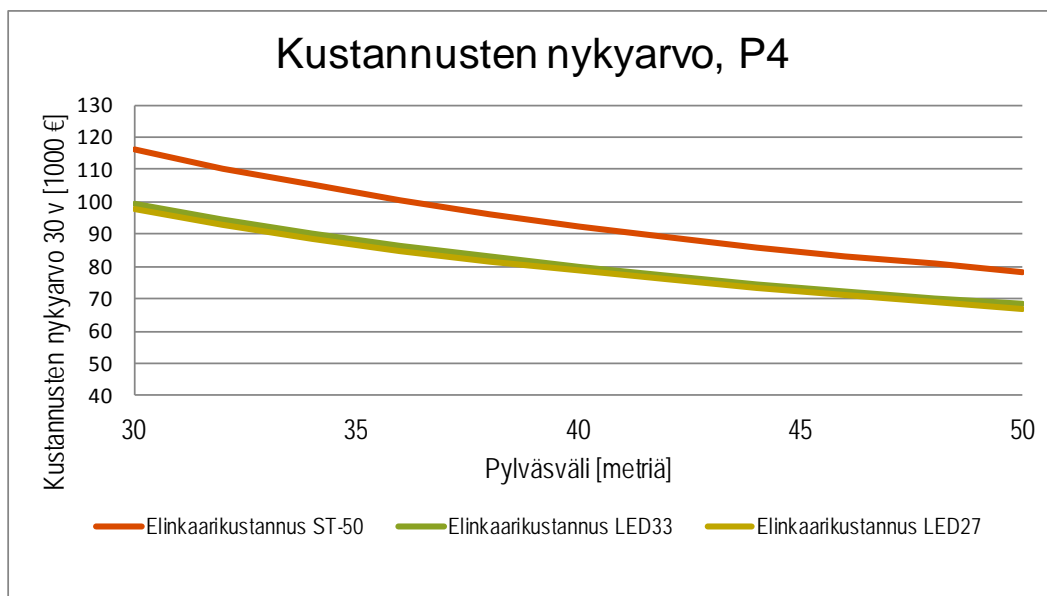
Kuva 14. Elinkaarikustannusten nykyarvot kaksikaistaiselle, yksiajorataiselle yhdystielle. Valaistusluokka on M5 ja tievalaisimien asennuskorkeus on 8 m.

Taulukko 8. Ennusteiden (2016, 2018, 2020, 2025, tavoite) mukaisten ledivalaisimien suhteelliset kustannukset verrattuna ST-70 suurpainenatriumvalaisimen kustannuksiin. Valaistusluokka on M5 ja tievalaisimien asennuskorkeus on 8 m.

Valolaji	ST-70	LED53	LED43	LED34	LED28	LED26
Hoitokustannukset	100,0 %	70,3 %	66,0 %	62,3 %	59,6 %	58,8 %
Elinkaarikustannukset	100,0 %	90,3 %	88,2 %	86,4 %	85,2 %	84,8 %

3.3.5 Valaistusluokka P4

Kuvassa 15 on esitetty jalankulku- ja pyörätien erillisen tievalaistuksen elinkaarikustannusten nykyarvovertailu. Sähkön hinta on 0,13 €/kWh. Jalankulku- ja pyörätien valaistusluokka on P4. Tievalaisimien asennuskorkeus on 6 m ja valaistustyyppinä on 1-rivinen reunasijoitus. Vertailussa on esitetty, nykyarvomenetelmää käyttäen, 30 vuoden aikana syntyvät kustannukset eri pylväsväleille. Vertailuvalaisimeksi on valittu ST-50 suurpainenatrium-valaisin, jonka teho liitäntälaitteineen on 61 W. Suurpainenatriumvalaistuksen lisäksi kuvassa on esitetty nykyarvion sekä vuodelle 2018 tehdyn ennusteen mukaisten ledivalaisimien elinkaarikustannukset. Valovirraltaan suurpainenatriumvalaisinta vastaavan valaisimen teho on nykyarvion mukaiselle ledivalaisimelle 33 W ja vuoden 2018 ennusteelle 27 W.



Kuva 15. Elinkaarikustannusten nykyarvot jalankulku- ja pyörätielle. Valaistusluokka on P4 ja tievalaisimien asennuskorkeus on 6 m.

Taulukosta 9 nähdään, että ledivalaisimilla päästään jalankulku- ja pyöräteillä samoihin pylväsväleihin kuin suurapainenatriumvalaisimilla jo huomattavasti pienemmillä tehoilla. Ledivalaistuksen osalta tehojen pienentyessä alle 25 W hoito- ja elinkaarikustannukset laskevat vain hieman tehojen laskiessa. 50 W suurapainenatriumvalaisimien valotehokkuus on noin 59 lm/W. Nykyisten ledivalaisimien valotehokkuus on 100–140 lm/W, jolloin valovirraltaan vastaavia ledivalaisimia saa nykyään selvästi alle 30 W teholuokassa. Tästä johtuen jalankulku- ja pyöräteillä on kannattavaa käyttää jo nyt ledivalaisimia, varsinkin kun tähän teholuokkaan on saatavilla hinnaltaan melko kilpailukykyisiä valaisimia.

Taulukko 9. Ennusteen (2016, 2018, 2020, 2025, tavoite) mukaisten ledien suhteelliset kustannukset verrattuna 50 W suurapainenatriumvalaisimella tehtyyn valaistukseen, valaistusluokka P4, pylväskorkeus 6 metriä.

Valolaji	ST-50	LED33	LED27	LED21	LED18	LED16
Hoitokustannukset	100,0 %	68,5 %	65,6 %	62,7 %	61,0 %	60,4 %
Elinkaarikustannukset	100,0 %	86,5 %	84,9 %	83,4 %	82,5 %	82,2 %

3.3.6 Valaisimen vaihto

Ledivalaisimien valotehokkuuden kehittyessä myös nykyisten tievalaistuksien saneeraus valaisimia vaihtamalla voi olla hyvä keino tievalaistuksen hoitokustannusten vähentämiseksi. Taulukossa 10 on esitetty tarkastelujakson aikaisen keskimääräisen vuosikustannuksen avulla laskettu takaisinmaksuaika valaisimen vaihdolle. Valaisinvaihdon takaisinmaksuaika perustuu hoitokustannussäästöihin. Rakennuskustannukset ovat ledivalaisimia ja niiden asennusta lukuun ottamatta 0 €. Takaisinmaksuaika perustuu keskimääräisissä vuosikustannuksissa tehtyihin säästöihin, kun hallinnollisesti määrätty laskentakorko on 5 % ja energiakustannusten vuotuinen kasvu on 6 %. Takaisinmaksuaika ei ole riippuvainen tievalaistusasennuksen pylväsvälistä, koska hoitokustannussäästöt ja valaisimien vaihtokustannukset muuttuvat samassa suhteessa pylväsvälin muuttuessa.

Taulukko 10. Valaisinvaihtojen takaisinmaksuajat eri suurpainenatriumvalaisimien lampputehoilla.

	TAKAISINMAKSUAIKA					Hinta
Valaisinvaihto ST-250 -> LED	250 W	225 W	200 W	175 W	150 W	650 €
Takaisinmaksuaika [vuotta]	17,5	11,5	8,7	6,9	5,8	
Valaisinvaihto ST-150 -> LED	140 W	130 W	120 W	110 W	100 W	600 €
Takaisinmaksuaika [vuotta]	13,0	11,2	9,8	8,8	7,9	
Valaisinvaihto ST-100 -> LED	90 W	80 W	70 W	60 W	50 W	500 €
Takaisinmaksuaika [vuotta]	9,8	8,7	7,8	7,1	6,5	
Valaisinvaihto ST-70 -> LED	60 W	50 W	40 W	30 W	20 W	400 €
Takaisinmaksuaika [vuotta]	7,8	6,9	6,2	5,6	5,2	
Valaisinvaihto ST-50 -> LED	35 W	30 W	25 W	20 W	15 W	300 €
Takaisinmaksuaika [vuotta]	6,3	5,9	5,5	5,2	4,9	

Tievalaistuksissa, joissa valaisintekniikka on vanhaa ja pylväsväli on valaisimien tehoon nähden lyhyt, voidaan oikealla valaisinvalinnalla saada riittävä valaistus suurpainenatrium-valaisinta huomattavasti pienemmillä valovirran arvoilla. Oikealla optiikalla ja valaisinvalinnalla on mahdollista pienentää tarvittavaa tehoa niin, että valaisin maksaa itsensä takaisin melko lyhyessäkin ajassa. Suurpainenatriumvalaisimien valotehokkuus kasvaa tehon kasvaessa, jolloin pienitehoisten ST-100, ST-70 ja ST-50 valaisimien vaihtaminen ledivalaisimeksi maksaa itsensä takaisin lähes varmasti alle 10 vuodessa. Mitä suuremmaksi valaisimen teho kasvaa sitä haastavampaa on lyhyen, alle 10 vuoden takaisinmaksuajan saavuttaminen.

4 Tievalaistuksen periaatteet

4.1 Valaistusluokan valinta

4.1.1 Autoliikenteen valaistusluokat

Valaistusluokka riippuu tien ja liikenteen ominaisuuksista. Tievalaistuksen uudisrakentamisen tai teiden parantamisen osalta käytetään taulukossa 11 esitettyjä valaistusluokkia. Valaistusluokan valinta perustuu Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kohtaan 2.4. Tässä selvityksessä valaistusluokan valintaa on kuitenkin täsmennetty Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tarpeisiin. Valaistusluokan valinnan yhteydessä on esitetty myös muuttuvan valaistuksen valaistusluokat.

Saneerattavissa tievalaistuskohdeissa nykyinen valaistusluokka säilyy, ellei tämä poikkea taulukon 11 arvosta selkeästi. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen nykyisten tievalaistuksien M-valaistusluokat on esitetty liitteessä 6. Jos kohteen nykyinen valaistusluokka poikkeaa taulukon 11 arvosta kaksi valaistusluokkaa tai enemmän, valaistusluokaksi valitaan taulukon 11 arvo, kuitenkin niin, että kokonaisuus säilyy johdonmukaisena.

Taulukon 11 mitoittavaa valaistusluokkaa käytetään tievalaistuksen suunnittelussa ja valaistusteknillisissä laskennoissa enimmäispylväsväliä ja valaistusperiaatteita määritettäessä. Muuttuvan tievalaistuksen valaistusluokat kuvaavat tievalaistuksen ohjauksessa käytettäviä valaistusluokkia, ks. myös kohta 4.5. Muuttuvan tievalaistuksen alhaisin valaistusluokka kuvaa valaistuksen vähimmäistasoa, jonka alle tievalaistusta ei saa himmentää. Ledivalaistuksessa tulee aina käyttää 2-portaista ohjausta. Jos vain liittymä valaistetaan, valaistusluokan tulee olla M3b, kun nopeusrajoitus on ≥ 80 km/h. Jos nopeusrajoitus on ≤ 60 km/h, valaistusluokka on M4. Liittymien muuttuva tievalaistus toteutetaan valaistusluokkien avulla, vastaavalla tavalla kuin on esitetty taulukossa 11.

Kiertoliittymien osalta käytetään C-valaistusluokkia. Kiertoliittymän valaistusluokan on oltava vähintään sama kuin korkein liittyvien teiden valaistusluokista. M- ja C-valaistusluokkien vastaavuus on esitetty Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** taulukossa 5. Konfliktialueilla, joilla käytetään C-valaistusluokkia, muuttuva valaistus toteutetaan vastaavalla tavalla kuin M-valaistusluokissa. Eritasoliittymien ramppien valaistusluokat valitaan Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** taulukon 10 avulla. Ramppien muuttuva tievalaistus toteutetaan valaistusluokkien avulla, vastaavalla tavalla kuin on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Maanteiden M-valaistusluokat. Pääväylän yhteydessä olevien jalankulku- ja pyöräteiden valaistusluokat on esitetty M-luokkien perässä (+PX).

TIELUOKKA	MITOITTAVA VALAISTUSLUOKKA	MUUTTUVA TIEVALAISTUS AJORATA	MUUTTUVA TIEVALAISTUS JALANKULKU- JA PYÖRÄTIE
Kaksiajorataiset valta- ja kantatiet			
Nelikaistainen keskialueellinen tai keskikaiteellinen moottoritie			
Taajamassa (ohi- tai läpikulkutie) *	M2	M4-M3-M2	-
Taajaman ulkopuolella	M3a	M5-M4-M3	-
Keskikaiteellinen ohituskaistatie			
Taajaman ulkopuolella	M3b	M5-M4-M3	
Nelikaistainen keskialueellinen tie			
Taajamassa (ohi- tai läpikulkutie) *	M2+P2	M4-M3-M2	P4-P3-P2
Taajaman ulkopuolella	M3a+P3	M5-M4-M3	P5-P4-P3
Kaksikaistainen keskikaiteellinen tie			
Taajaman ulkopuolella	M3b	M5-M4-M3	
Yksiajorataiset tiet			
Valta- ja kantatiet			
Taajamassa (ohi- tai läpikulkutie) *	M3b+P4	M5-M4-M3	P6-P5-P4
Taajaman ulkopuolella, KVL \geq 7 000 ajon/d **	M3b+P4	M5-M4-M3	P6-P5-P4
Taajaman ulkopuolella, KVL $<$ 7 000 ajon/d **	M4+P4	M6-M5-M4	P6-P5-P4
Seutu- ja yhdystiet			
Taajamassa *	M4+P4	M6-M5-M4	P6-P5-P4
Taajaman ulkopuolella, KVL \geq 2 500 ajon/d **	M4+P4	M6-M5-M4	P6-P5-P4
Taajaman ulkopuolella, KVL $<$ 2 500 ajon/d **	M5+P5	P5-M6-M5	P6-P5

* Taajama-alueet Suomen ympäristökeskuksen rajauksen mukaisesti

** Liikennemääränä käytetään liikennemääräennustetta vuodelle 2030, liite 8.

4.1.2 Jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistusluokat

Jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistuksen uudisrakentamisen osalta käytetään taulukossa 12 esitettyjä valaistusluokkia. Saneerattavissa tievalaistuskohdeissa nykyinen jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistusluokka säilyy, ellei tämä poikkea taulukon 12 arvosta selkeästi. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen nykyisten erillisten jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistuksien valaistusluokat on esitetty liitteessä 7. Jos kohteen nykyinen valaistusluokka poikkeaa taulukon 12 arvosta kaksi valaistusluokkaa tai enemmän, valaistusluokaksi valitaan taulukon 12 arvo, kuitenkin niin, että kokonaisuus säilyy johdonmukaisena.

Taulukon 12 mitoittavaa valaistusluokkaa käytetään tievalaistuksen suunnittelussa ja valaistusteknillisissä laskennoissa enimmäispylväsväliä ja valaistusperiaatteita määrittettäessä. Muuttuvan tievalaistuksen valaistusluokat kuvaavat tievalaistuksen ohjauksessa käytettäviä valaistusluokkia, ks. myös kohta 4.5. Muuttuvan tievalaistuksen alhaisin valaistusluokka kuvaa valaistuksen vähimmäistasoa, jonka alle tievalaistusta ei saa himmentää. Ledivalaistuksessa tulee aina käyttää 2-portaista ohjausta, poikkeuksena jalankulku- ja pyöräilyalueet, joiden mitoittava valaistusluokka on P5.

Taulukko 12. Jalankulku- ja pyöräilyalueilla käytettävät valaistusluokat.

JALANKULKU- JA PYÖRÄILYALUE	MITOITTAVA VALAISTUS-LUOKKA	MUUTTUVA TIEVALAISTUS
Erilliset jalankulku- ja pyörätiet		
Vilkkoot	P4	P6-P5-P4
Vähäliikenteiset, ei sekaliikennettä	P5	P6-P5
Pysäköintialueet		
Vilkkoot	P2	P4-P3-P2
Vähäliikenteiset	P4	P6-P5-P4
Linja-autopysäkit		
Valaistu tie	sama kuin tien val. luokka	sama kuin tien val. luokka
Ei valaistu tie	P4	P6-P5-P4
Levähdysalueet		
Valaistu tie	C4	P4-C5-C4
Ei valaistu tie	P4	P6-P5-P4
Alikulkukäytävät		
Vilkkoot	C4	P4-C5-C4
Vähäliikenteiset	P4	P6-P5-P4

4.2 Alenemakertoimen valinta

Valaistussuunnittelun valaistusteknisissä laskennoissa tulee aina käyttää alenemakerointa. Alenemakeroimella varmistetaan, että tievalaistusasennus täyttää kaikki valaistustekniset vaatimukset asennuksen koko elinkaaren aikana ottaen huomioon suunnitellut kunnossapitotoimenpiteet.

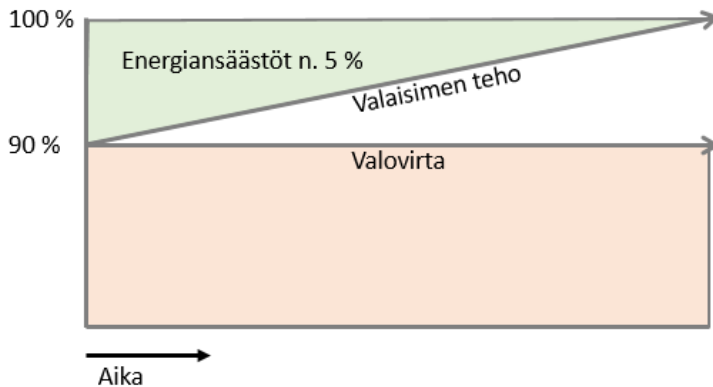
Alenemakeroin määräytyy valituista valaistuslaitteista ja niiden ominaisuuksista, asennusympäristöstä sekä määritetystä valaisimien elinkaaresta. Valaisimia koskevat suorituskykyvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisimien laatuvaatimukset**. Valaisimen likaantuminen riippuu sen ominaisuuksista, asennuskorkeudesta, ilman kosteudesta ja liikenneympäristön puhtaudesta. Liikenneympäristön puhtaus riippuu liikenteen määrästä ja koostumuksesta, ilmastosta, tuulisuudesta, kohteen sijainnista yleensä jne. On suositeltavaa määritellä oikeat alenemakeroimet hankekohtaisesti ja selvittää kaikkien edellä mainittujen tekijöiden, erityisesti valaisimien ominaisuuksien (mm. valovirran alenema, koteloitiluokka jne.), vaikutukset. Hankekohtaisesti määritelty alenemakeroin tulee aina hyväksyttäväksi tilaajalla. Ellei kaikkien alenemakeroimeen vaikuttavien tekijöiden vaikutuksia tunneta tai kyetä luotettavasti osoittamaan, tievalaistuksen osalta tulee käyttää taulukon 13 mukaisia perusarvoja. Alenemakeroin tulee aina esittää valaistussuunnitelman mukana toimitettavien valaistusteknisien laskentojen yhteydessä.

Taulukko 13. Alenemakeroimet valonlähdeyyteittäin koteloitiluokan ollessa vähintään IP65.

Valonlähde	Maantiet, tunneleiden kynnys- ja siirtymä-alueet	Tunneleiden sisäalueet, alikulut
Suurpainenatrium 50 - 400 W	0,80	0,75
Monimetalli, keraaminen	0,70	0,65
LED, arvoille L ₉₀ B ₁₀ lämpötilassa t _a = 25 °C	0,80	0,75

Valaisimien osalta voidaan käyttää vakiovalovirtaohjausta (CLO), jotta valovirran aleneman aiheuttama alkuvaiheen valaistustason ylitys saadaan minimoiduksi. Vakiovalovirta-ohjauksessa valovirta pyritään pitämään samana koko valaisimen elinkaaren aikana ja valaisimen tehoa lisätään valonlähteen vanhetessa. Vakiovalovirtaohjaus vaikuttaa valaistusasennuksen hoitokustannuksiin, ei enimmäispylväsväliin.

Vakiovalovirtaa käytettäessä on suositeltavaa, että valaisimen nimellisteho saavutetaan vasta elinkaaren lopussa, ks. kuva 16. Elinkaaren alussa, valovirran aleneman ollessa hyvin vähäinen, valaisin on himmennetty eli valovirta on pienempi kuin ilman vakiovalovirtaohjausta. Vakiovalovirtaohjauksella päästään keskimäärin pienempään tehonkulutukseen valaisimen koko elinkaaren aikana.



Kuva 16. Esimerkki vakiovalovirran toiminnasta ledivalaisimelle ja arvoille $L_{90}B_{10}$.

Purkauslamppuvalaisimien valaistusteknillisten laskentojen alenemakerroin valitaan taulukon 13 avulla, ellei tilaaja ole edellyttänyt, että alenemakerroin määritellään hankekohtaisesti. Ledivalaisimien valaistusteknillisten laskentojen alenemakerroin valitaan seuraavasti:

- valmistaja ilmoittaa valaisimen eliniän arvoille $L_{90}B_{10}$ sekä C_{10} . Pienin elinikäarvo on mitoittava.
- Tilaaja määrittää käytetäänkö valaisimissa vakiovalovirtaohjausta.
- Jos vakiovalovirtaohjausta ei käytetä:
 - alenemakerroin on taulukon 13 mukainen (0,80 tai 0,75), ellei tilaaja ole edellyttänyt, että alenemakerroin määritellään hankekohtaisesti.
- Jos vakiovalovirtaohjausta käytetään:
 - valaistusteknillisissä laskennoissa käytetään valmistajalta saatua valonjakotiedostoa tai valovirta-arvoa, jossa vakiovalovirtaohjaus on otettu huomioon sekä likaantumisen aiheuttama alenemakerroin 0,83 alikuluissa ja tunneleiden sisäalueilla sekä 0,89 muualla, ellei tilaaja ole edellyttänyt, että alenemakerroin määritellään hankekohtaisesti.
 - Valmistaja toimittaa valaisimen eliniän alussa ja eliniän lopussa verkosta ottaman tehon. Vakiovalovirtaohjauksen ohjelmoinnissa otetaan huomioon valmistajan määrittelemä elinikä.

Erikoisvalaistuksien alenemakerroin määritellään aina hankekohtaisesti.

4.3 Valaistusperiaatteiden valinta

4.3.1 Valaistustapa ja -tyyppi

Tässä selvityksessä esitetyt ohjeet valaistusperiaatteiden valinnasta perustuvat Liikenneviraston ohjeeseen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu**. Tässä julkaisussa valaistusperiaatteiden valintaa on kuitenkin yksinkertaistettu sekä muutettu vastaamaan paremmin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen nykyisiä toimintaperiaatteita.

Tievalaistus toteutetaan pääsääntöisesti vakiovalmisteisilla valaistuslaitteilla. Taajamissa kaupunkikuvallisista syistä voidaan käyttää esim. maalattuja sekä muotoiltuja rakenteita ja kalusteita. Näistä on aina sovittava hankekohtaisesti tilaajan kanssa. Maalatuista sekä muotoilluista rakenteista ja kalusteista aiheutuvista lisäkustannuksista vastaa lähtökohtaisesti kunta. Alueilla, joilla täydennetään nykyistä valaistusta tai joille on ominaista tietäntyyppinen valaistustapa, käytetään nykyistä vastaavia valaistusperiaatteita. Suunnittelijan tulee ottaa huomioon suunniteltavan valaistuksen liittyminen suunnittelualueen ulkopuoliseen nykyiseen valaistukseen. Uuden ja nykyisen valaistuksen liittymiskohdista ja kokonaisuudesta on tultava yhtenäinen.

Tievalaisimet tulee pyrkiä sijoittamaan ensisijaisesti yhteen pylväsjonoon (yksirivinen reunasijoitus, keskiasennus). Jos on käytettävä kaksirivistä reunasijoitusta, valitaan vastakkainen sijoitus ennen vuoroittaista. Suojateiden kohdalla tievalaistusta voidaan tehostaa liikenneturvallisuuksista sijoittamalla valaisinpylväs ajoradan molemmin puolin ennen suojatietä ottaen huomioon ajosuunnat, ks. myös Liikenneviraston ohje **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** (kohta 3.7.). Jalankulku- ja pyörätiet valaistetaan ensisijaisesti pääväylän valaisimilla ja vain tarvittaessa erillisillä valaisimilla. Jos jalankulku- ja pyörätie sijaitsee pääväylän ajoradan läheisyydessä (välialue ≤ 5 m), se saa yleensä riittävästi valoa pääväylän valaisimista. Kaukana pääväylästä olevalla jalankulku- ja pyörätiellä käytetään erillistä valaistusta ja yksirivistä reunasijoitusta.

Valaistustapa- ja tyyppi, valolaji, asennuskorkeus ja valaistuslaitteet valitaan siten, että 30 vuoden elinkaarikustannusten nykyarvo on mahdollisimman pieni ja, että kohteeseen valitun valaistusluokan vaatimukset ja muut toimivuuteen, turvallisuuteen ja kestävyteen liittyvät vaatimukset täyttyvät. Valaistusvaihtoehtojen kokonaistaloudellisen vertailun kaavat ja esimerkit on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kohdassa 6.6. Lisäksi tulee ottaa huomioon valaistuslaitteiden ilkkivalta-kestoisuus.

4.3.2 Valolaji

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen maanteillä valaistussaneeraukset ja uudisrakentaminen toteutetaan:

- kaksi- ja yksiajorataisten valta- ja kantateiden osalta ledi- tai suurpainenatriumvalaisimin,
- seutu- ja yhdysteiden osalta pääosin ledivalaisimin ja poikkeustapauksissa suurpainenatriumvalaisimin sekä
- jalankulku- ja pyöräilyalueiden osalta ledivalaisimin.

Valolaji on valittava siten, että 30 vuoden elinkaarikustannusten nykyarvo on mahdollisimman pieni. Esimerkiksi seutu- ja yhdysteillä suurpainenatriumvalaistus voi olla kokonaistaloudellisesti kannattavin valaistusratkaisu, jos pääväylän yhteydessä kulkee rinnakkainen tai rinnakkaiset jalankulku- ja pyörätiet. Valolajin valinnassa tulee pyrkiä selkeisiin kokonaisuuksiin. Valolajin tarpeetonta vaihtoa lyhyille tieosuuksille tulee välttää, ellei ole tiedossa, että myös suunnittelualueen ulkopuoliset osuudet tullaan lähivuosina saneeraamaan. Tienrakennustoimenpiteiden yhteydessä esim. kanavoitavan liittymän valolaji voi poiketa muusta tiejaksosta.

Tie-, sillanalus- ja tunnelivalaistuksessa ledivalaisimen värilämpötilana tulee ensisijaisesti käyttää 4000 K ($3985 \text{ K} \pm 275 \text{ K}$). Tätä korkeampia värilämpötiloja ei saa käyttää, ellei hankkeessa sitä erityisesti edellytetä. Taajama-alueilla, poikkeustapauksissa voidaan käyttää myös värilämpötilaa 3000 K ($3045 \text{ K} \pm 175 \text{ K}$). Kyseisen värilämpötilan käytöstä on aina sovittava tilaajan kanssa. Ledivalaisimen värinvalon tulee olla $R_a \geq 70$ (nimellinen arvo). Taajama-alueilla, poikkeustapauksissa voidaan käyttää myös värinvalon $R_a \geq 80$ (nimellinen arvo). Kyseisen värinvalon käytöstä on kuitenkin aina sovittava tilaajan kanssa.

4.3.3 Asennuskorkeus

Taulukossa 14 on esitetty suositeltavat asennuskorkeudet tieluokittain. Asennuskorkeuden valinnan tulee ensisijaisesti perustua kustannustehokkuuteen, ellei hankkeessa ole muuta edellytetty. Valaistusteknillisesti ja ulkonäkösyistä asennuskorkeus on yleensä samaa suuruusluokkaa kuin valaistavan tien leveys. Käytettävän valaisimen koon tulee olla suhteessa asennuskorkeuteen: suositeltava asennuskorkeuden ja valaisimen pituuden tai halkaisijan suhde on 1 m / 7-10 cm.

Uuden ja nykyisen tievalaistuksen liittymiskohdat tulee suunnitella niin, että samalla osuudella olevilla tievalaistuksilla on sama asennuskorkeus. Optisen ohjauksen takia sekä ulkonäkösyistä asennuskorkeuden muutokset suositellaan toteutettavaksi esim. liittymien tai siltojen kohdalla.

Taulukko 14. Suositeltavat asennuskorkeudet tieluokittain.

Tieluokka	Asennuskorkeus H_A m
Nelikaistainen keskialueellinen tai keskikaiteellinen moottoritie	12, 15, (18*)
Keskikaiteellinen ohituskaistatie	10, 12
Nelikaistainen keskialueellinen tie	10, 12
Kaksikaistainen keskikaiteellinen tie	10, 12
Valta- ja kantatiet	10, 12
Seutu- ja yhdystiet	10
Jalankulku- ja pyörätiet	6
Pysäköinti- ja levähdysalueet	8, 10

* Keskialueellisilla moottoriteilla voidaan käyttää myös 18 m asennuskorkeutta, jos tämä osoittautuu selkeästi kokonaistaloudellisesti kannattavimmaksi valaistusratkaisuksi, eikä se poikkea liian paljon suunnittelualueen ulkopuolisten teosuuksien asennuskorkeuksista.

4.3.4 Valaistusratkaisut

4.3.4.1 Valaisimet

Maanteillä käytettävien tievalaisimien, sillanalusvalaisimien ja tunnelivalaisimien tulee täyttää Liikenneviraston ohjeen **Tien valaisimien laatuvaatimukset** vaatimukset. Maanteillä käytettävien tievalaisimien, sillanalusvalaisimien ja tunnelivalaisimien tulee olla Liikenneviraston tyyppihyväksymiä. Liikenneviraston hyväksymät tievalaisimet on esitetty oppaassa **Hyväksytyt tievalaisimet**. Kunnossapitosyistä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella käytettävien erilaisten valaisintyyppien määrä tulee pitää mahdollisimman vähäisenä. Alueilla, joille on ominaista tietty valaisintyyppi, pyritään käyttämään vastaavaa ratkaisua. Käytettävät valaisimet tulee aina hyväksyttää tilaajalla. Rautatiealueilla sekä yli- ja alikulkusilloilla sijaitsevien tievalaisimien tulee olla suojaluokkaa II.

4.3.4.2 Pylväät

Metallipylväitä ja maakaapelia käytetään kaikilla maanteillä taajamissa. Taajaman ulkopuolella metallipylväitä ja maakaapelia käytetään mm. kaksiajorataisilla valta- ja kantateilla sekä jalankulku- ja pyöräteillä. Metallipylväitä ja maakaapelia käytetään myös, kun vaaditaan törmäyksessä energiaa vaimentavia (HE) pylväitä. Puupylväs ja ilmajohto -ratkaisua voidaan käyttää maanteillä taajamien ulkopuolella kustannussyistä, kun

halutaan käyttää maakaapelia halvempaa ilmajohtoa. Liikenneviraston ohjeen **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** mukaisesti puupylväiden upottamista maahan ei sallita, koska perinteiset puunkyllästysaineet on kielletty, ja nykyisin sallittujen kyllästysaineiden vaikutusta puun kestoikään maakosketuksessa ei tunneta. Maakosketus sallitaan ainoastaan korvattaessa yksittäisiä törmättyjä puupylväitä kunnossapidon yhteydessä. Valta- ja kantateiden ylityksiä ilmajohtolla tulee välttää. Seutu- ja yhdysteillä ylitykset voidaan kuitenkin sallia hankekohtaisesti kustannus- tai yhteiskäyttösyistä.

Maanteillä käytettävien valaisinpylväiden laatuvaatimukset ovat esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**. Törmäysturvallisten pylväiden valintaa ja tyypittämistä suunnitelmiin on opastettu Liikenneviraston ohjeessa **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kohdassa 6.3.1 ja ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**. Puupylväsasennuksessa käytetään törmäysturvallisia (toimintatapa 3) pylväitä. Puupylväiden kyllästys tehdään standardin SFS-EN 351: P8/UC4 ja NTR A-luokan vaatimusten mukaisesti. Kyllästysaineena käytetään kupariseosta.

Törmäyksessä energiaa vaimentaviin (HE) valaisinpylväisiin ei saa kiinnittää liikenteenohjaus-, mainos- tai muita laitteita. Poikkeuksena ovat ne laitteet, joille on suoritettu hyväksytyt törmäykestit. Testin tulee osoittaa, että laite ei vaikuta heikentävästi pylvään törmäysturvallisuuteen. Suositeltavat valaisinvarsipituudet on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15. Suositeltavat valaisinvarsipituudet eri asennuskorkeuksille puu- ja metallipylväille.

Asennuskorkeus H _A m	Valaisinvarren ulottuma (w) metallipylväs dm	Valaisinvarren ulottuma (w) puupylväs dm
6	0	-
8	0, 10	5, 10
10	0, 2*, 10, 15, 25	10, 15
12	0, 2*, 10, 15, 25	10, 15
15	0, 2*	-
18	0, 2*	-

* 200 mm valaisimen sovitekappale

Valtatiellä 4 välillä Haaran silta–Räinänperä, valtatiellä 20 välillä Oulu–Korvenkylä ja valtatiellä 22 välillä Oulu–Heikkilänkangas käytetään erikoisvartta mallia Oulun kaarivarsi.

Hankkeen valaistusta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon suunnittelualueen ulkopuolelle jäävien nykyisten tievalaistuksien valaisinvarsipituudet. Uuden ja nykyisen tievalaistuksen liittymiskohdista ja kokonaisuudesta on tultava yhtenäinen.

Pylväät on merkittävä liitteen 9 mukaisella kilvellä. Kaupungin tai kunnan kunnossapitoon tulevilla pylväissä teksti ELY korvataan tekstillä Kaupunki / Kunta.

4.3.4.3 Jalustat

Maanteillä käytettävien valaisinpylväiden jalustojen laatuvaatimukset ovat esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**. Jalustojen valintaa ja tyypittämistä suunnitelmiin on opastettu Liikenneviraston ohjeessa **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** (kohta 6.4.). Korotetuilla jalankulku- ja pyöriteillä olevien valaisinpylväiden jalustat varustetaan aina terässuojalla. Jalustoja terässuojalla voidaan käyttää myös taajamaosuuksilla ulkonäkösyistä ja kunnossapitokaluston aiheuttamien vaurioiden ehkäisemiseksi. Terässuojalla varustettujen jalustojen käytöstä on aina sovittava tilaajan kanssa. Pysäköinti- ja levähdysalueilla pysäköintiruutujen välittömässä läheisyydessä olevat valaisinpylväät varustetaan törmäyssuojilla. Törmäyssuojien käytöstä on aina sovittava tilaajan kanssa.

4.3.4.4 Silta- ja sillanalusvalaistukset

Siltavalaisuksien pinta-asennuksissa ryhmä- ja valaisinjohtot asennetaan alumiiniputkeen (ryhmäjohto JAPP50 ja valaisinjohto JAPP25) ja uppoasennuksissa teräsputkeen (ryhmäjohto JP50 ja valaisinjohto JP25). Valaisinpylväiden kiinnityslaitteiden osalta pyritään ensisijaisesti käyttämään jo olemassa olevia tyyppiirustuksia.

Sillanalusvalaistuksessa pyritään mahdollisuuksien mukaan uppoasennukseen. Uppoasennukset toteutetaan ensisijaisesti jo olemassa olevien tyyppiirustuksien mukaisesti. Asennuskaapelina on yleensä muovivaippakaapeli MMJ, joka asennetaan pinta-asennuksissa alumiiniputkeen JAPP25 ja uppoasennuksissa teräsputkeen JP50. Alikulkujen sillanalusvalaisimessa tulee olla ilkivaltasuoja.

Siltakeskusten nousukaapelina käytetään MCMK 4x10+10 -maakaapelia. Jos siltojen syöttö otetaan suoraan valaisinpylvästä ilman, että välissä on siltakeskusta, käytetään kaapelina MCMK 4x2,5+2,5-maakaapelia ja sulakesuojattuja kytkentäkalusteita.

4.3.4.5 Maakaapelit ja ilmajohtot

Maakaapeleina käytetään AMCMK-kaapelia poikki-pinnan ollessa 25 tai 35 mm². Maakaapelit päätetään ja haaroitetaan tievalaistuskeskuksilla ja pylväillä kutistemuovipäätteillä. Ilmajohtoina tulee käyttää riippukierrejohtoa, jossa on teräksinen kannatusvaijeri (AMKA), johdon poikki-pinnan ollessa 25 tai 35 mm².

4.3.4.6 Kaapelinsuojaputket

Tievalaistuksen maakaapelin suojaputkena käytetään B-luokan MP75-putkea. Suojaputket voidaan asentaa auraamalla maaperän sen salliessa. Kaikki teiden alitukset toteutetaan A-luokan kaapelinsuojaputkella MP110. Varalle jäävien kaapelinsuojaputkien päät tulpataan.

4.3.4.7 Valaisinjohtot

Maakaapeli-metallipylväsasennuksissa valaisinjohtona käytetään ensisijaisesti kaapelityyppiä MMJ 5x1,5S. Muissa tapauksissa käytetään ensisijaisesti kaapelityyppiä MPK 4x2,5S.

4.3.4.8 Maadoitukset

Tievalaistuksessa maadoitusjohtimena käytetään 16 mm² kirkasta kupariköyttä tai puupylväsasennuksissa kuparisauvoja. Cu16-köyden pituus on oletusarvoisesti 25 m. Maadoitus suunnitellaan Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kohtien 6.5.1.3 ja 6.5.2.2 mukaisesti.

Ryhmäjohtoon PEN-johdin on maadoitettava enintään 200 m etäisyydellä verkon syöttöpisteestä ja jokaisen yli 200 m pituisen johdon tai johtohaaran loppupäässä tai enintään 200 m:n etäisyydellä loppupäästä. Maadoituselektrodien maadoitusimpedanssin tulee olla, mikäli maadoitusolosuhteet sen sallivat, pienempi kuin 100 Ω.

Rautatiealueilla sekä yli- ja alikulkusilloilla maadoitukset on tehtävä Liikenneviraston ohjeiden **Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu ja Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen** sekä muiden B-julkaisusarjan voimassa olevien julkaisujen vaatimusten mukaan. Ylikulkusiltojen valaisinpylväät maadoitetaan sillan maadoituspotentiaaliin. Kaapelin PEN-johdinta ei saa kytkeä pylvääseen.

4.3.4.9 Tievalaistuskeskukset

Tievalaistuskeskus asennetaan maajakokaappiin, keskuksen takaosa tien puolelle. Keskus asennetaan ensisijaisesti takaluiskan taakse tien haltuunottoalueelle. Keskusta ei saa asentaa tien sisäluiskaan kuin

poikkeustapauksessa, jolloin asiasta on sovittava tilaajan kanssa ennen keskuksen asentamista. Keskuksen asennuspaikan valinnassa on otettava huomioon kunnossapidettävyyden liittyen mm. aurauslumikuorma ja sivuojan vedenvirtaukseen. Keskuksen ulkopuolelle asennetaan liitteen 9 mukainen tunnuskilpi, jonka tulee olla tieltä luettavissa. Ryhmäjohtot on merkittävä säänkestävällä tavalla esim. ns. maalikynää käyttäen. Merkinnästä on käytävä ilmi:

- ryhmän numero sekä
- kaapelityyppi ja poikkipinta.

Uusiin keskuksiin varataan asennustila 280 mm x 175 mm ohjausyksikköä varten. Ohjausyksikön toimittaa Caverion Oyj (31.12.2019 saakka) ja sen asentaa keskusvalmistaja. Jakokaapin tulee olla standardin SFS 2533 mukainen kaapelijakokaappi ja jalustan tulee täyttää standardin SFS 2534 vaatimukset. Jakokaapin avaimen tulee olla standardin SFS 2851 mukainen tai vastaava tilaajan hyväksymä avainlukkoyhdistelmä. Jakokaapin ovissa tulee olla nivelhaat ja pitkäsulki. Ovet tulee pystyä avaamaan vähintään 90 asteen kulmaan. Jakokaapin sisällä olevan varsinaisen tievalaistuskeskuksen kotelointiluokan tulee olla vähintään IP34 (roiskevedenpitävä) jakokaapin ovi avattuna ja sen sisällä olevat kojeet ja laitteet tulee koteloida. Kotelot valmistetaan sinkitystä (ja maalatusta) teräslevystä, muovista tai silumiinista. Tievalaistuskeskus tulee kiinnittää kaapelijakokaappiin sidekiskojen avulla.

4.4 Erikoisvalaistukset

Erikoisvalaistuksien käytöstä on aina sovittava hankekohtaisesti tilaajan kanssa. Taajamakohteissa erikoisvalaistuksien rakentamisesta ja kunnossapidosta aiheutuvista lisäkustannuksista vastaa lähtökohtaisesti kunta.

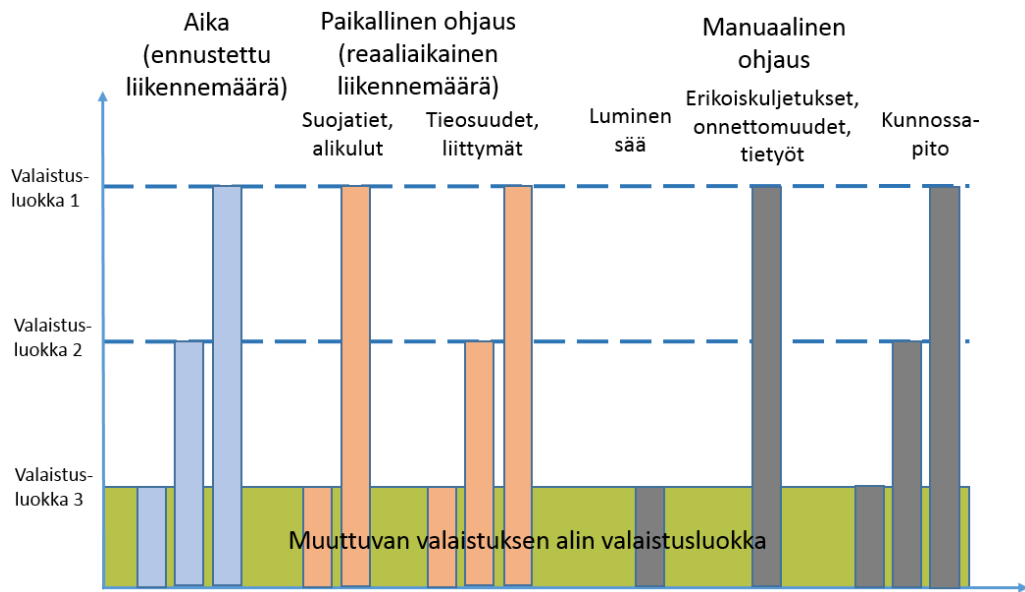
Maahan upotettavia ratkaisuja ei saa käyttää, ellei hankkeessa sitä erityisesti edellytetä. Vilkkuvia tai muuten nopeasti valovoimaansa muuttavia erikoisvalaistuksia ei saa käyttää. Erikoisvalaistuksissa käytetään pääsääntöisesti valkoista valoa. Valkoisesta valosta valitaan sopivin sävy (lämmin, neutraali tai kylmä) valaistavan kohteen värityksen ja materiaalien mukaan. Erikoisvalaistuksien valaistusteknilliset periaatteet on aina esitettävä tilaajalle. Ratkaisusta tulee ilmetä miten ilkivalta, kuljettajille aiheutuva häikäisy sekä häiriövalo on otettu huomioon erikoisvalaistuksen suunnittelussa.

Vaativasta erikoiskohteesta tai kohteesta, jota ei muuten pystytä luotettavasti mallintamaan, voidaan tehdä koevalaistusasennus ennen lopullisten rakennussuunnitelmien luovuttamista. Erikoisvalaistuksien osalta tulee aina varmistaa, että rakennuskustannukset, erityisesti valaistuksen sähköverkon rakennuskustannukset, ovat kohtuulliset. Kohtuullisuuden määrittää aina tilaaja. Kuntien tarpeesta lähtevien erikoisvalaistusten (esim. jouluvalaistukset) toteutuksesta laaditaan aina erillinen sopimus.

4.5 Tievalaistuksen ohjaus

4.5.1 Tievalaistuksen ohjausperiaatteet

Tievalaistuksen ohjauksen tavoitteena on, että valaistus muutetaan vastaamaan tien tai jalankulku- ja pyöräilyalueen liikennemääriä sekä alueella vallitsevia olosuhteita. Nykyaikaiset ohjausjärjestelmät ja valaistuslaitteet mahdollistavat lähes rajattoman tievalaistuksen ohjauksen, jolloin se voi perustua tarpeen mukaiseen valaistuksen lisäämiseen. Tällöin, tievalaistus voidaan pitää muuttuvan valaistuksen alimmalla tasolla, josta sitä nostetaan tarvittaessa ylöspäin ennakkoon määritetyille tasoille. Kuvassa 17 on esitetty esimerkki tievalaistuksen ohjauksen periaatteista.



Kuva 17. Tievalaistuksen ohjaukset periaatteet eri ohjausparametrien avulla.

Kuvassa 17 esitetyt ohjauseriaatteen poikkeavat jonkin verran nykypäivän yleisesti käytössä olevista kansainvälisistä ja kansallisista tievalaistuksen ohjauseriaatteen. Näissä valaistuksen ohjaus esitetään yleensä mitoittavasta valaistusluokasta alaspäin himmennettävänä valaistuksena, ks. Liikenneviraston ohje **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** ja tekninen raportti **CEN/TR 13201-1 Valaistusluokan valinta**. Tässä selvityksessä lähtökohtana on valaistuksen lisääminen tarpeen mukaan alimmasta tasosta ylöspäin valaistusluokkien muodostamissa portaissa. Tievalaistuksen ohjauksessa käytettäviksi ohjausparametreiksi soveltuvat parhaiten:

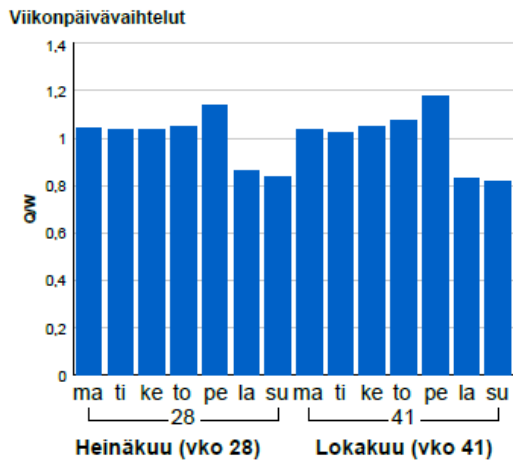
- ennustettu liikennemäärä (aika)
- reaaliaikaiseen liikennemäärään ja käyttöön perustuva paikallinen ohjaus, (mm. tietyt maantiesuudet, liittymät, suojatiet, alikulut)
- manuaalinen ohjaus (mm. sää, kunnossapito, erikoiskuljetukset, onnettomuudet, tietyöt)

Tievalaistuksen ohjaus toteutetaan yleensä joko ajan, reaaliaikaisen liikennemäärän tai muun paikallisen ohjauksen mukaan. Tällöin, käytössä olevia ohjausparametreja on yleensä yksi. Tiellä tai jalankulku- ja pyöräilyalueella kulloinkin vallitseva valaistusluokka määräytyy käytettävän ohjausparametrin raja-arvojen perusteella. Lisäksi käytössä on aina manuaalinen ohjaus. Manuaalinen ohjaus on aina määräävä ja sillä ohitetaan muut ohjausparametrit.

4.5.2 Vuorokausiliikennemäärät valaistuksen ohjausparametrina

Muuttuvan tievalaistuksen tärkein ohjausparametri on liikennemäärä. Tievalaistusta voidaan lisätä ennakkoon ohjelmoituna liikennemallien tuottamien liikennemäärätietojen tai reaaliaikaisesti liikenteen automaattisten mittausasemien (LAM) tuottamien liikennemäärätietojen perusteella muuttuvan valaistuksen alimmas-ta valaistusluokasta määritellylle tasolle. Molemmissa tapauksissa käytetään 2-portaista valaistuksen ohjausta (esim. valaistusluokat M4-M3-M2).

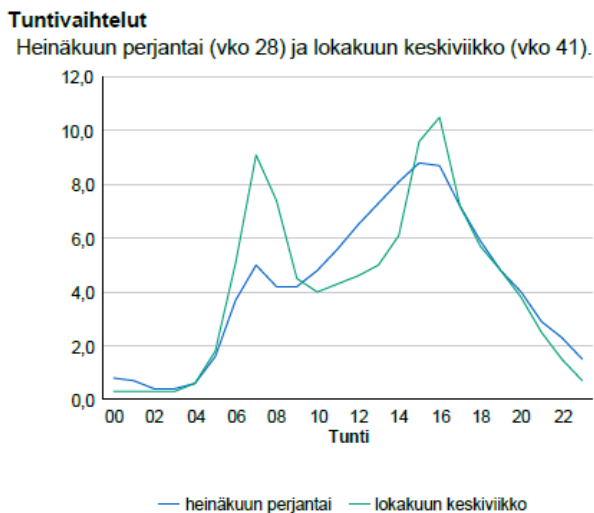
Liikennemääräperusteinen valaistuksen ohjaus perustuu liikenteellisiin ominaisuuksiin, kuten liikenteen viikonpäivä- ja tuntivaihteluihin. Liikenteen viikonpäivävaihtelu tarkoittaa vuorokausiliikennemäärän vaihtelua eri viikonpäivien välillä. Maanantain ja torstain välillä liikennemäärät ja niiden jakaumat ovat hyvin samankaltaista ja vuorokausiliikennemäärä pysyy jokseenkin vakiona. Perjantai on yleensä viikon vilkkain päivä ja tällöin liikennemäärät ovat suurimmat. Viikonloppuna liikennemäärä on yleensä pienempi kuin arkipäivinä. Kuvassa 18 on esitetty esimerkki liikenteen viikonpäivävaihtelusta.



Kuva 18. Esimerkki vuorokausiliikennemäärän suhteellisesta vaihtelusta eri viikonpäivien välillä. Valtatie 20 Kiiminki, 2015.

Liikenteen tuntivaihtelu tarkoittaa yhden vuorokauden sisällä tapahtuvaa liikennemäärän tuntikohtaista vaihtelua. Liikenteen tuntivaihtelu on erilaista arkipäivinä ja viikonloppuna. Arkipäivinä liikenne on tyypillisesti vilkkainta aamulla klo 6.00–9.00 välillä ja iltapäivällä klo 14.00–17.00 välillä. Viikonloppuna liikenne on vilkkainta klo 12.00–18.00 välillä. Kuvassa 19 on esitetty esimerkit liikenteen tuntivaihtelusta lokakuun keskiviikkona, joka vastaa tyypillistä arkipäivää ja heinäkuun perjantaina, joka vastaa tyypillistä viikonloppupäivää, pyhää tai lomakauden päivää.

Vuorokausiliikennemäärä tarkoittaa tien poikkileikkausliikennemäärää vuorokauden aikana. Ajosuunta-kohtaista liikennemäärää suositellaan käytettäväksi tievalaistuksen ohjauksessa vain kaksiajorataisilla valta- ja kantateillä. Liikenteen tuntivaihtelu yhdessä keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän kanssa toimii liikennemääräperusteisen tievalaistuksen ohjausparametrina. Kun liikennemäärä ylittää vuorokausiliikenteen raja-arvon tievalaistusta lisätään yhdellä valaistusluokalla koko ohjausalueen osuudella. Vastaavasti kun liikennemäärä alittaa vuorokausiliikenteen raja-arvon tievalaistusta vähennetään yhdellä valaistusluokalla.



Kuva 19. Esimerkki liikennemäärän suhteellisesta vaihtelusta vuorokauden aikana arkipäivänä ja lomapäivänä. Vt 4 Mäntylä, Oulu, 2015.

2-portaisessa tievalaistuksen ohjauksessa valaistusluokkaa nostetaan tai lasketaan yhdellä, kun vuorokauden suhteutettu keskimääräinen liikennemäärä ylittää tai alittaa 2 % KVL:stä. Vastaavasti valaistusluokkaa nostetaan tai lasketaan yhdellä, kun vuorokauden suhteutettu keskimääräinen liikennemäärä ylittää tai alittaa 4 % KVL:stä. 1-portaisessa tievalaistuksen ohjauksessa valaistusluokkaa nostetaan tai lasketaan kahdella, kun vuorokauden suhteutettu keskimääräinen liikennemäärä ylittää tai alittaa 2 % KVL:stä. Termi KVL on lyhenne ja se tarkoittaa vuoden keskimääräistä vuorokausiliikennettä (ajoneuvoa vuorokaudessa) molemmissa ajosuunnissa yhteensä.

4.5.3 Ennustettu liikennemäärä

Liikennemallien tuottamia liikennemäärätietoja käytettäessä valaistuksen ohjaus perustuu ennakkoon ohjelmoituihin ohjausprofiileihin ja ennustettuun liikennemäärätietoon. Liikennemallit laaditaan liikennelaskennoista ja liikenteen automaattisista mittausasemista (LAM) saatavien liikennemäärätietojen perusteella. Liikennemallit antavat hyvän kuvan teiden liikennemäärästä ja niiden avulla voidaan ennustaa liikennemääriä myös teillä, joissa reaaliaikainen liikenteen seuranta ei ole mahdollista. Liikennemallin avulla voidaan ennustaa tien vuorokausiliikennemäärä, jota käytetään tievalaistuksen ohjauksessa yhdessä tiedossa olevan liikennemäärän tuntivaihtelun kanssa. Liitteessä 10 on esitetty maanteillä sekä jalankulku- ja pyöräilyalueilla käytettävien tievalaisimien ohjauseriaatteet ennakkoon ohjelmoidussa ohjauksessa. Tämä on jatkossa ensisijainen ohjaustapa kaikilla Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen maanteillä sekä kaikilla jalankulku- ja pyörätiealueilla.

Ennakkoon ohjelmoitu ohjaus voidaan toteuttaa ohjelmoimalla tievalaisimille ohjausprofiilit tievalaistuksen ohjausjärjestelmään tai tievalaisimien liitäntälaitteisiin. Tällä hetkellä suurin osa tievalaistuksen ohjauksista tehdään jälkimmäisellä tavalla, ohjelmoimalla tievalaisimien liitäntälaitteet ennakkoon. Uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän kilpailutuksen myötä tavoitteena on siirtyä yhä enemmän valaisinkohtaiseen ohjaukseen ja tievalaisimien ohjaukseen valtakunnallisen ohjausjärjestelmän avulla. Liikennemalleihin perustuva ennakkoon ohjelmoitu ohjaus toimii myös varajärjestelmänä reaaliaikaiselle ohjaukselle (ks. kohta 4.5.4.2.).

Ennakkoon ohjelmoidussa ohjauksessa todellisena ohjausparametrina toimii aika. Liitteen 10 kellonajat ja ohjausprofiilit perustuvat LAM-asemilta saatuihin keskimääräisiin liikennemäärä- ja tuntivaihtelutietoihin eri tyytyypeille sekä kohdan 4.5.2. suhteutetun keskimääräisen liikennemäärän raja-arvoihin. Ohjaustaulukon kellonajat ja ohjausprofiilit perustuvat ensisijaisesti arkipäivän tuntivaihtelutietoihin, mutta viikonloppupäivien, pyhien ja lomakauden päivien tuntivaihtelut on otettu huomioon siirtämällä kellonaikoja illan osalta hieman myöhemmäksi arvoihin 20.00 ja 22.00.

Valaistuksen lisääminen tai vähentäminen toteutetaan samassa tiepoikkileikkauksessa aina valaistusluokkien mukaisesti. Esimerkiksi taajamassa olevan kantatien, jonka valaistusluokka on M3b+P4 ja jonka molemmin puolin ovat jalankulku- ja pyörätiet on valaistu erillisillä tievalaisimilla, tievalaistusta ohjataan poikkileikkauksessa seuraavasti:

- jalankulku- ja pyörätie, P-valaistusluokkien mukaan, P6-P5-P4,
- ajorata, M-valaistusluokkien mukaan, M5-M4-M3 ja
- jalankulku- ja pyörätie, P-valaistusluokkien mukaan, P6-P5-P4.

4.5.4 Paikallinen ohjaus

4.5.4.1 Yleistä

Paikallisella ohjauksella ohjataan yleensä muusta kokonaisuudesta riippumatonta, selkeästi rajattua paikallista ohjausaluetta. Tällainen alue voi olla esimerkiksi maantien tietty tieosuus, yksittäinen alikulku, tai yksit-

täinen liittymä. Paikallisen ohjauksen ohjausalue tulee aina määritellä hankekohtaisesti tievalaistuksen rakennussuunnitelmassa. Paikallisessa ohjauksessa olevan tievalaistuksen sytytys- ja sammutusperiaatteet noudattavat Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistuksen yleisiä periaatteita ja ovat kohtien 2.4.2 ja 4.5.6 mukaiset.

4.5.4.2 Liikennemääriin perustuva reaaliaikainen ohjaus

Reaaliaikaista tievalaistuksen ohjausta käytettäessä valaistuksen ohjaus perustuu reaaliaikaiseen liikennemäärätietoon. Reaaliaikaisen liikenteen seurannan avulla tiedetään ajantasainen liikennetilanne, jolloin kohteessa pystytään ottamaan huomioon todelliset liikenteen viikonpäivä- ja tuntivaihtelut sekä tarvittaessa myös ajosuuntakohtaiset liikennemäärävaihtelut.

Reaaliaikainen liikenteen seuranta on mahdollista teillä, joilla on LAM-pisteitä. Reaaliaikainen valaistuksen ohjaus toteutetaan mittaamalla reaaliaikaisesti liikennettä LAM-pisteissä. Kun liikennemäärä kyseisessä referenssipisteessä ylittää tai alittaa vuorokauden suhteutetut keskimääräiset liikennemääräraja-arvot lisätään tai lasketaan valaistusluokkaa koko ohjausalueen osuudella. Reaaliaikaisessa valaistuksen ohjauksessa ehdotetaan käytettäväksi 10 minuutin reaaliaikaista liikenteen seurantaa, jolloin liikenteen hetkelliset vaihtelut eivät aiheuta valaistustason vaihtelua. Tällöin valaistuksen ohjaus tapahtuu enintään 10 minuutin tarkkuudella. Tievalaistuksen ohjaus toteutetaan määrittelemällä raja-arvoiksi ajoneuvomäärät, jotka on suhteutettu ottaen huomioon tarkastelu-aika, raja-arvoprosentit sekä kohteen KVL. Ohjaus tapahtuu automaattisesti tievalaistuksen ohjausjärjestelmän avulla.

Liikennemääriin perustuvaa reaaliaikaista ohjausta suositellaan käytettäväksi valta- ja kantateillä, joilla on käytössä liikenteen automaattisia mittaussasemia (LAM). Reaaliaikaisen ohjauksen ohjausalueena toimii tieosuus, jolla liikennemäärän ja vuorokausiliikennemäärän vaihtelun oletetaan noudattavan kyseisen tien LAM-asemalta saatavia liikennemäärätietoja. Liikennemääriin perustuvan reaaliaikaisen ohjauksen käytöstä on aina sovittava hankekohtaisesti tilaajan kanssa. Ohjausalue (tieosuus) sekä ohjausperiaatteet tulee aina määritellä tievalaistuksen rakennussuunnitelmassa. Reaaliaikaisen ohjauksen alueella sijaitsevat valaisinpylväät varustetaan kahdella kytkentäluukulla.

4.5.4.3 Suojatiet

Suojateiden kohdalla tievalaistus tulee ensisijaisesti suunnitella Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kohdan 3.7 mukaisesti. Poikkeustapauksissa, esim. vaaralliseksi todettujen tai koulujen, palvelukeskusten ja päiväkotien lähellä olevien suojateiden valaistus voidaan varustaa paikallisella ohjauksella. Paikallinen ohjaus voidaan toteuttaa alla olevien vaihtoehtojen mukaisesti.

- Suojatiealueen tievalaistuksen osalta käytetään tiukempia raja-arvoja: 2-portaisessa tievalaistuksen ohjauksessa valaistusluokkaa nostetaan yhdellä, kun suhteutettu keskimääräinen liikennemäärä ylittää 1 % KVL:stä ja toisella, kun suhteutettu keskimääräinen liikennemäärä ylittää 3 % KVL:stä. Tämä on ensisijainen tapa toteuttaa suojateiden paikallista ohjausta.
- Suojatie varustetaan liiketunnistimilla. Kun liikettä havaitaan, suojatien valaistukseen tarkoitetut erilliset valaisimet ohjataan ylimmälle valaistustasolle (esim. 20 % → 100 %). Valaisimet sijoitetaan niin, että jalankulkijoihin ja pyöräilijöihin kohdistuva pystytason valaistusvoimakkuus on mahdollisimman suuri. Tavoiteltava pystytason keskimääräinen valaistusvoimakkuus on 20 lx ajosuunnassa, suojatien keskellä, ajosuunnan ajokaistojen koko leveydeltä, 1 m korkeudelta. Tällöin suojatiellä oleva jalankulkija tai pyöräilijä muodostaa riittävän positiivisen luminanssikontrastin taustaan nähden. Liiketunnistimilla varustettu paikallinen ohjaus tulee toteuttaa niin, että myös pyöräilijöiden tunnistamisen on mahdollista riittävällä tarkkuudella. Tämä yleensä edellyttää leveämpiä välialueita. Suojatien erillisten valaisimien paikallisen ohjauksen kesto on 2 min. Valaistuksen lisäyksen ja vähentämisen tulee tapahtua 3–4 s ajanjaksolla, niin ettei äkkinäistä, kuljettajaa säikäyttävää valaistustason nousua tai laskua esiinny. Tämä on toissijainen tapa toteuttaa suojateiden paikallista ohjausta.

Suojateiden valaistuksen ohjausperiaatteet on esitetty liitteessä 11. Suojateiden paikallisen ohjauksen käytöstä on aina sovittava hankekohtaisesti tilaajan kanssa. Ohjausalue sekä ohjausperiaatteet tulee aina määrittellä tievalaistuksen rakennussuunnitelmassa.

4.5.4.4 Liittymät

Liittymien tievalaistus tulee ensisijaisesti suunnitella Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kohdan 3.4 mukaisesti. Poikkeustapauksissa, esim. vaaralliseksi todetuilla liittymäalueilla tai energiansäästösyistä liittymäalueiden tievalaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa esim. alla olevien vaihtoehtojen mukaisesti.

- **Valaistu maantie:** Liittymäalueen tievalaistuksen osalta käytetään tiukempia raja-arvoja liikenneturvallisuussyistä: 2-portaisessa tievalaistuksen ohjauksessa valaistusluokkaa nostetaan yhdellä, kun suhteutettu keskimääräinen liikennemäärä ylittää 1 % KVL:stä ja toisella, kun suhteutettu keskimääräinen liikennemäärä ylittää 3 % KVL:stä.
- **Ainoastaan liittymä on valaistu:** Liittymäalueen kaikki tulosuunnat varustetaan esim. tutkilla tai liiketunnistimilla. Liittymäalueen valaistusta ohjataan esim. seuraavasti:
 - Vilkkaan liikenteen aikana, klo 06–20:
 - Yksikään tutkista tai liiketunnistimista ei havaitse liikettä: liittymäalueen valaisimet ovat ohjattuna 50 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta.
 - Joku tutkista tai tunnistimista havaitsee liikettä: liittymäalueen valaisimet ohjataan 100 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta. Tämän jälkeen, jos liikettä ei havaita, valaistus putoaa takaisin 50 %:iin 60 sekunnin päästä.
 - Kaikissa tapauksissa 2 ensimmäistä valaisinta joka tulosuunnalla ovat ohjattu 30 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta.
 - Hiljaisen liikenteen aikana, klo 05–06 ja 20–22:
 - Yksikään tutkista tai tunnistimista ei havaitse liikettä: liittymäalueen valaisimet ovat ohjattuna 30 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta.
 - Joku tutkista tai tunnistimista havaitsee liikettä: liittymäalueen valaisimet ohjataan 75 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta. Tämän jälkeen, jos liikettä ei havaita, valaistus putoaa takaisin 30 %:iin 60 sekunnin päästä.
 - Kaikissa tapauksissa 2 ensimmäistä valaisinta joka tulosuunnalla ovat ohjattu 30 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta.
 - Erittäin hiljaisen liikenteen aikana, klo 22–05:
 - Yksikään tutkista tai tunnistimista ei havaitse liikettä: liittymäalueen valaisimet ovat ohjattuna 10 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta.
 - Joku tutkista tai tunnistimista havaitsee liikettä: liittymäalueen valaisimet ohjataan 50 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta. Tämän jälkeen, jos liikettä ei havaita, valaistus putoaa takaisin 10 %:iin 60 sekunnin päästä.
 - Kaikissa tapauksissa 2 ensimmäistä valaisinta joka tulosuunnalla ovat ohjattu 10 %:iin mitoittavasta valaistusluokasta.
 - Valaistuksen lisäyksen ja vähentämisen tulee tapahtua 3–4 s ajanjaksolla. Tutkien tai tunnistimien tulee pystyä erottamaan liittymästä lähtevä ja liittymään saapuva liikenne.

Liittymäalueiden tievalaistuksen ohjausperiaatteet on esitetty liitteessä 11. Liittymäalueiden paikallisen ohjauksen käytöstä on aina sovittava hankekohtaisesti tilaajan kanssa. Ohjausalue sekä ohjausperiaatteet tulee aina määrittellä tievalaistuksen rakennussuunnitelmassa.

4.5.4.5 Alikulut

Energiansäästösyistä alikulut voidaan varustaa paikallisella, liikkeentunnistukseen perustuvalla ohjauksella. Liikkeentunnistimet asennetaan alikulun sisäänmenoaukkojen alueelle, mutta kuitenkin vähintään 10 m ennen alikulun suuaukkoa. Valaistus ohjataan alimmasta valaistustasosta ylimmälle tasolle, kun liikettä havaitaan (esim. 40 % → 100 %). Alikulun paikallisen ohjauksen kesto on 2 min. Valaistuksen lisäyksen ja vähentämisen tulee tapahtua 3–4 s ajanjaksolla. Alikulun muuttuvan valaistuksen alimman tason tulee olla $E_{hm} \geq 2,0$ lx, jotta jalankulkijat ja pyöräilijät uskaltaisivat käyttää kyseistä alitusta. Alikulkujen valaistuksen ohjausperiaatteet on esitetty liitteessä 11.

4.5.5 Manuaalinen ohjaus

4.5.5.1 Yleistä

Tievalaistusta on pystyttävä ohjaamaan erillisten, ns. manuaalisten käskyjen perusteella, jotka eivät ole riippuvaisia järjestelmän yleisestä toiminnasta, kuten esim. tievalaistuksen syttyminen ja sammuminen raja-arvojen perusteella. Tämä tarkoittaa sitä, että aikaprofiileihin perustuvan tai paikallisen ohjauksen lisäksi käytössä on aina manuaalinen ohjaus. Manuaalinen ohjaus on aina määräävä ja sillä ohitetaan muut ohjausparametrit (aika tai paikallinen ohjaus). Yleisin syy manuaalisen ohjauksen käytölle on kunnossapito.

Manuaalinen ohjaus tapahtuu tievalaistuksen ohjausjärjestelmän avulla ja manuaalisella ohjauksella voidaan ohjata kaikkia Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistuksia. Tievalaistuskohdeissa, joiden ohjausprofiileja (valaistustason muutosta) ei voida ohjata ohjausjärjestelmän avulla, manuaalisella ohjauksella tarkoitetaan tievalaistuksen keskuskohtaista ohjausta päälle/pois. Tällaisia tievalaistuksia ovat

- nykyiset asennukset, joita ei voi himmentää,
- asennukset, joiden valaisimien liitäntälaitteet ovat ennakkoon ohjelmoitu tai jotka on varustettu automaattisilla releillä sekä
- paikallisessa ohjauksessa olevat asennukset.

Tievalaistuskohdeissa, joiden ohjausprofiileja voidaan ohjata ohjausjärjestelmän avulla, manuaalisella ohjauksella tarkoitetaan sekä tievalaistuksien ohjausta päälle/pois, että tievalaistuksien valaistustason ohjausta poikkeustilanteissa. Tällaisia poikkeustilanteita ovat luminen sää, kunnossapitotoimenpiteet, erikoiskuljetukset, onnettomuudet, tietyt jne.

4.5.5.2 Ohjaus lumisena aikana

Tievalaistus voidaan ohjata manuaalisesti muuttuvan valaistuksen alimmalle valaistusluokalle, kun valaistava alue on pitkähkön ajan luminen ja valaistus on ohjattavissa riittävän laajalla osuudella tievalaistuksen ohjausjärjestelmän avulla. Maantien ajoradan ollessa lumen peitossa luminanssi kohoaa yleensä moninkertaiseksi paljaaseen ja kuivaan ajorataan verrattuna. Vaikka ajorata olisi lumeton, jo pelkkä tien ympäristön lumisuus nostaa ajoradan keskimääräistä luminanssia 1 - 2 valaistusluokkaa ylöspäin. Luminanssin yleistsaisuudet sekä pitkittäistasaisuudet laskevat yleensä jonkin verran. Yleisesti voidaan olettaa, että lumisena aikana luminanssit säilyvät liikenneturvallisuuden kannalta riittävinä, vaikka tievalaistus ohjataan muuttuvan valaistuksen alimmalle valaistusluokalle.

Tievalaistus suositellaan ohjattavaksi manuaalisesti muuttuvan valaistuksen alimmalle valaistusluokalle, kun tien luiskat ja tien välitön lähiympäristö ovat lumen peittämät ja ajoradan pinta on pääosan ajasta kuiva tai luminen. Ohjaus lumisena aikana tulee toteuttaa riittävän pitkissä ajanjaksoissa. Ohjaus voidaan aloittaa, kun maassa on lunta ja lämpötila laskee alle -3 °C. Lumisen ajan ohjausta ei lopeteta hetkellisen suojasään takia. Jos sää on pitkään yli 0 °C, lumisen ajan ohjaus keskeytetään. Lumisen ajan ohjaus on määräävä ja sillä ohitetaan muut ohjausparametrit mm. aika.

4.5.5.3 Ohjaus sateen aikana tai ajoradan ollessa märkä

Maantien ajoradan ollessa märkä sen keskimääräiset luminanssit ovat yleensä moninkertaisia kuivaan ajorataan verrattuna. Märän ajoradan pinnan haasteina ovat kuitenkin huonot yleis- ja pitkittäistasaisuudet sekä peiliheijastuminen. Lisäksi märkä ajorata on ohjausparametrina hyvin epävakaa, ajokaistojen joko tullessa märemmäksi tai kuivussa.

Yleensä voidaan olettaa, että sateen aikana tai ajoradan ollessa märkä kuljettajien havaitseminen heikenee jonkin verran. Toisaalta tievalaistuksen vaikutukset liikenneonnettomuuksiin ovat pienemmät sään ollessa huono esim. sumun, vesisateen tai lumisateen aikana ja ajoradan pinnan ollessa märkä, jäinen tai luminen verrattuna hyvään säähän ja kuivaan ajoradan pintaan. Edellä olevien perusteella sateen aikana tai ajoradan ollessa märkä käytössä olevaa tievalaistuksen ohjausta ei suositella muutettavaksi ja kyseistä säätilaa ei suositella käytettäväksi tievalaistuksen ohjausparametrina.

4.5.5.4 Kunnossapito

Tievalaistuksen normaali ohjaus (ohjaus päälle/pois ja valaistusluokkien mukaiset ohjausprofiilit) tulee pystyä manuaalisesti ohittamaan kunnossapitotoimenpiteiden ajaksi riippumatta normaalien ohjauksen tyypistä sekä ajankohdasta.

Tievalaistuskohdeissa, joiden ohjausprofiileja (valaistustason muutosta) ei voida ohjata ohjausjärjestelmän avulla, manuaalisella ohjauksella tulee pystyä ohjamaan tievalaistukset päälle/pois keskuskohtaisesti kunnossapitotoimenpiteitä varten. Tievalaistusta tulee pystyä ohjaamaan ohjausjärjestelmän avulla toimistokäyttöliittymällä sekä paikallisesti mobiilikäyttöliittymällä.

Tievalaistuskohdeissa, joiden ohjausprofiileja voidaan ohjata ohjausjärjestelmän avulla, manuaalisella ohjauksella tulee pystyä ohjamaan tievalaistukset päälle/pois sekä muuttaa tievalaistuksien valaistustasoa keskuskohtaisesti tai valaisinkohtaisesti kunnossapito-toimenpiteitä varten. Tievalaistusta tulee pystyä ohjaamaan ohjausjärjestelmän avulla toimistokäyttöliittymällä sekä paikallisesti mobiilikäyttöliittymällä.

4.5.5.5 Häiriötilanteet

Tievalaistuskohdeissa, joiden ohjausprofiileja voidaan ohjata ohjausjärjestelmän avulla, manuaalisella ohjauksella tulee pystyä ohjamaan tievalaistuksien valaistustasoa yleisistä ohjausprofiileista poiketen liikenteen häiriötilanteiden ajaksi. Häiriötilanteita voivat olla esimerkiksi alla esitetyt tilanteet.

Erikoiskuljetus: Poikkeuksellisen suurten tai muusta syystä vaativien erikoiskuljetusten tapauksessa tievalaistus voidaan ohjata muuttuvan valaistuksen ylimmälle valaistusluokalle kuljetuksen ajaksi. Valaistustason nosto voidaan toteuttaa koko erikoiskuljetusreitillä osuudelle tai vain haastavimpien ja vilkkaasti liikennöityjen liittymien osuuksille.

Onnettomuus: Onnettomuuden sattuessa, alueen tievalaistus voidaan ohjata muuttuvan valaistuksen ylimmälle valaistusluokalle poikkeavien liikennejärjestelyjen ajaksi. Tievalaistuksen ohjaus tulee toteuttaa riittävän laajalla osuudella, esim. 500 m ennen ja jälkeen onnettomuuspaikan.

Tietyöt: Vilkkaasti liikennöityjen maanteiden tietyöosuuksilla tievalaistus voidaan ohjata muuttuvan valaistuksen ylimmälle valaistusluokalle koko tietyön ajaksi tai ajaksi, jolloin se on tietöiden puitteissa mahdollista. Tievalaistuksen ohjaus tulee toteuttaa riittävän laajalla osuudella, esim. tietyöalueen lisäksi 300 m ennen ja jälkeen tietyöosuuden.

4.5.6 Valaistuksen sytytys ja sammutus

Uuden valtakunnallisen tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä (vuosina 2019–2020) tievalaistuksen sytytyksen ja sammutuksen raja-arvot suositellaan tarkistettavaksi nykyisistä arvoista. Lisäksi tarkastusten yhteydessä suositellaan selvitettäväksi mahdollisuutta käyttää eri raja-arvoja eri vuoden-

ajoille. Raja-arvot määrittävät ajankohdan jolloin tievalaistus syttyy ja sammuu. Kun päivänvalon mitattu keskimääräinen (kaksi valoanturia) valaistusvoimakkuus laskee raja-arvon alapuolelle, tievalaistus syttyy ja kun päivänvalon mitattu keskimääräinen valaistusvoimakkuus ylittää raja-arvon, tievalaistus sammuu.

Tievalaistuksen sytytyksen ja sammutuksen ohjausalueet suositellaan jätettäväksi nykyiselleen. Siinä vaiheessa, kun yli 70 % kunkin ohjausalueen tievalaistuksista on toteutettu ledivalaisimin, sytytyksen raja-arvot suositellaan muutettaviksi aluekohtaisesti seuraavasti:

- Pohjois-Pohjanmaa etelä, Pohjois-Pohjanmaa pohjoinen, Koillismaa ja Kainuu:
 - sytytys: 17 lx
 - sammutus: 17 lx
- Oulunsalo-Hailuoto -lauttarannat, Alassalmi-Manamansalo -lossirannat:
 - sytytys: 40 lx
 - sammutus: 40 lx
- Vartiuksen ja Kuusamon raja-asetat:
 - sytytys: 90 lx
 - sammutus: 90 lx

Uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä (vuosina 2019–2020) jokaiselle ohjausalueelle suositellaan asennettavaksi kolmas valoanturi. Kolmen valoanturin tuloksista muodostetaan keskiarvo, jota verrataan määritettyihin sytytys- ja sammutusraja-arvoihin. Valoanturin antaessa poikkeavia arvoja se määritellään vioittuneeksi ja sitä ei käytetä keskiarvon muodostamiseen. Samoin toimitaan, jos anturin tiedonsiirrossa on ongelmia. Uuden menetelmän etuna on parempi toimintavarmuus ja se, että se perustuu häiriöiden sattua edelleen reaaliaikaisiin mittaustuloksiin.

4.5.7 Yösammutukset

Liitteessä 10 on esitetty ohjausperiaatteet yösammutusten piirissä oleville tievalaistuksille. Yösammutusten piirissä olevat tievalaistukset on esitetty liitteessä 12. Uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä (vuosina 2019–2020) yösammutusten piirissä olevat tievalaistuskohdeet suositellaan tarkistettavaksi.

Purkauslamppuvalaisimilla toteutettujen tievalaistuksien nykyinen sammutusaikaväli on klo 00-05. Purkauslamppuvalaisimilla toteutettujen tievalaistuksien sammutusaikaväli suositellaan muutettavaksi ajankohdaksi klo 23–04 uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä (vuosina 2019–2020). Yösammutusten piirissä olevat ledivalaisimilla toteutetut tievalaistukset suositellaan ohjattavaksi seuraavalla profiililla:

- klo 20-22 60 % mitoittavasta valaistusluokasta
- klo 22-05: 20 % mitoittavasta valaistusluokasta
- klo 05-06 60 % mitoittavasta valaistusluokasta

Ledivalaistuksien yösammutuksia ei suositella, ellei tievalaisimien ohjausta toteuteta ohjausjärjestelmällä. Yösammutukset sekoittavat liitäntälaitteisiin ennakoon ohjelmoitujen ohjausprofiilien toimintaa.

5 Tievalaistuksen toimintalinjat

5.1 Yleistä

Tätä selvitystä noudatetaan arvioitaessa Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistuksien rakentamista, saneeraustarvetta, kunnossapitoa sekä ohjausta. Tievalaistuksen valaistusperiaatteet määritellään tämän selvityksen mukaisesti käytettynä yhdessä Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kanssa. Tievalaistuksen suunnittelu tehdään ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** mukaan tässä selvityksessä esitetyin tarkennuksin.

5.2 Tievalaistuksen omistus

Liikenneviraston ja kuntien työnjako maanteiden tievalaistusasioissa perustuu Suomen Kuntaliiton ja Liikenneviraston kesken laadittuun periaatesopimukseen kustannusvastuusta tienpidossa. Maanteiden tievalaistukset omistaa joko valtio tai kunta. Tievalaistuksen valta- ja kantateillä omistaa aina valtio. Seutu- ja yhdysteillä tievalaistuksen omistus on valtiolla silloin, kun se voidaan todeta tarpeelliseksi kohdan 5.3.1 mukaisesti. Jos valtio ei pidä tievalaistusta tarpeellisena, niin seutu- ja yhdysteille rakennetut tievalaistukset omistaa lähtökohtaisesti kunta.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen nykyisistä tievalaistuksista, jotka täyttävät tämän selvityksen ja Liikenneviraston vaatimukset, suurin osa on jo siirretty valtion omistukseen. Tarpeita omistuksien lisäharmonisointiin on kuitenkin vielä olemassa. Mahdollisista uusista kohteista tehdään omistusoikeuden siirtoa koskeva sopimus. Siinä määritellään:

- noudatettavat ohjeet
- asian valmisteluvastuu
- valaistuslaitteiden ja -kalusteiden saneeraus
- vastuu erikoisvalaistuksien lisäkustannuksista
- yhteiskäyttösopimusten käsittely
- tarvittavat suoritemäärät sekä kustannukset
- kustannusten jako
- aikataulu

Jos kunnalta valtiolle tai päinvastoin siirtyvä tievalaistus todetaan yhteisesti huonokuntoiseksi, neuvotellaan parantamiskustannusten jakamisesta valtion ja kunnan kesken. Jos kunnan omistukseen jäävä valaistus katsotaan tarpeelliseksi muuttaa törmäysturvalliseksi, jaetaan kustannukset valtion ja kunnan kesken tasan. Omistus- ja kunnossapitorajat tulee pyrkiä määrittelemään mahdollisimman yhtenäisiksi, laajoiksi kokonaisuuksiksi kustannustehokkuussyistä.

5.3 Tievalaistuksen tarve

5.3.1 Valaistavat kohteet

Tämän selvityksen toimintalinjat tievalaistuksen tarpeesta perustuvat Liikenneviraston ohjeeseen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu**. Tässä työssä toimintalinjoja on kuitenkin karsittu ja tarken-

nettu koskemaan Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tarpeita. Liikenneviraston ohjeen valaistavat kohteet on koottu kahdeksi alla esitetyksi luetteloksi. Lisäksi Liikenneviraston suunnitteluohjeen liikennetaloudellisesti kannattavan tievalaistuksen liikennemäärätaulukkoa on täsmennetty liittymätiheyksien osalta.

Liikennemäärästä riippumatta tievalaistus rakennetaan seuraavissa tapauksissa:

- tunnelit ja muut katetut tieosat, tunneleiden lähestymisalueet
- moottoriteiden aloituskohdat, rampit
- moottoritieosuudet, joilla liittymien nokkaväli on alle 2000 m
- satama-alueet ja laiturit, lautta- ja lossirannat
- raja-asetat
- maantiet asemakaava-alueella ja valta- ja kantatiet taajamissa
- jalankulku- ja pyörätiet, jos pääväylä on valaistu ja sen valaistus ei ole riittävä jalankulku- ja pyöräteille
- alle 500 m pituiset valaistujen osuuskien tai valaistujen liittymien väliset osuudet, moottoriteillä vastavasti alle 1500 m pituiset osuudet
- vilkasliikenteisten valta- ja kantateiden keskinäiset liittymät rampeineen sekä muut tärkeät liittymät (vilkasliikenteiselle tielle, sairaalaan, kouluun tms.)
- liikennevaloilla ohjatut liittymät ja kiertoliittymät sekä korokkeella kanavoidut liittymät
- kaksiajorataisella tiellä keskikaiteen tai keskialueen aloituskohdat ja tasoliittymät, joissa vasemmalle liittyminen on sallittu, jos valaistuksen rakennuskustannukset ovat kohtuulliset. Jos aloituskohtia ei valaista, niiden näkyminen tulee varmistaa hyvin näkyvillä liikennemerkeillä ja aloittamalla kaide näkyvyyden ja ajolinjojen kannalta mahdollisimman hyvällä tiegeometrialla ohjeen **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** mukaan.

Liikennemäärästä riippuen tievalaistuksen rakentaminen on kannattavaa seuraavissa tapauksissa:

- osuudet, joilla liikennemäärä ylittää taulukossa 16 annetun arvon
- osuudet, joilla liikennemäärä on vähintään 60 % taulukon 16 arvosta, mutta erityiset syyt (huono suuntaus, kapeus, useat suojatiet, hyvin valoisa ympäristö, läheinen koulu tai päiväkotitms.) puoltavat valaisemista, tai arvioinnissa halutaan ottaa huomioon ajomukavuus.

Joidenkin tieosuuksien valaiseminen voi olla joissakin tapauksissa tarpeellista myös muista syistä kuin liikennetaloudellisen kannattavuuden perusteella tai edellä mainittujen erityisyyden takia (mm. liikenneturvallisuussuunnitelmasta nousut valaistustarve, liite 14). Tällöin tievalaistuksen kustannuksia voidaan tarvittaessa pienentää esim. valitsemalla alhaisempi valaistusluokka, ks. kohta 4.1. Kyseisissä tapauksissa tulee aina varmistaa, että tievalaistuksen rakennuskustannukset, erityisesti tievalaistuksen sähköverkon rakennuskustannukset ovat kohtuulliset. Kohtuullisuuden määrittää aina tilaaja.

Taulukko 16. Liikennetaloudellisesti kannattavan tievalaistuksen liikennemäärät. Liikennemääränä käytetään liikennemääräennustetta vuodelle 2030, liite 8.

TIELUOKKA	KVL (ajon/d)	
Kaksiajorataiset valta- ja kantatiet		
Moottoritie	40 000	
Nelikaistainen keskialueellinen tie tasoliittymin	20 000	
Nelikaistainen keskikaiteellinen tie	34 000	
Keskikaiteellinen ohituskaitatie	23 000	
Yksiajorataiset tiet	Taajaman ulkopuolella *	Taajamassa *
Valta- ja kantatie	7 000	3 000
Seutu- ja yhdystie	2 500	1 500

* Taajama-alueet Suomen ympäristökeskuksen rajauksen mukaisesti

5.3.2 Nykyisen tievalaistuksen purku

Maanteillä olevien nykyisten tievalaistuksien purkaminen tulee selvittää, kun

- keskimääräisen vuorokausiliikenteen (KVL:n) arvioidaan olevan < 300 ajon/d vuonna 2030 ja
- kyseessä ei ole tieosuus, joka valaistaan kohdan 5.3.1. mukaisesti liikennemäärästä riippumatta tai
- kyseessä ei ole liittymähaaran pysähtymisnäkemän pituinen tieosuus tai
- muita erityisiä syitä tien valaisemiseen (huono suuntaus, kapeus, useat suojatiet, läheinen koulu tai päiväkotiki, liikenneturvallisuussuunnitelmasta noussut valaistustarve tms.) ei ole.

Liitteessä 13 on esitetty punaisella värillä valaistut tieosuudet, joiden KVL:n on arvioitu olevan alle 300 ajon/d vuonna 2030. Muut valtion omistamat tievalaistukset on esitetty keltaisella värillä. Liitettä 13 ja yllä esitettyjä periaatteita suositellaan käytettäväksi tarkastellessa saneerattavana olevan tievalaistuksen purkutarvetta. Purettavat tievalaistusosuudet määritellään aina hankekohtaisesti. Jos kohde täyttää yllä esitettyt purkuvaatimukset, mutta sitä ei tästä huolimatta haluta purkaa, kohteen tievalaistus voidaan esittää siirrettäväksi kunnan omistukseen.

Tievalaistuksen saneerausmäärärahan niukkuudesta johtuen huonokuntoisia tievalaistuksia voidaan mahdollisesti joutua purkamaan myös alemman tieverkon kohteissa, joiden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä on merkittävästi edellä esitettyä arvoa < 300 ajon/d suurempi.

5.3.3 Uuden tievalaistuksen rakentamistarve

Uusien maanteiden osalta tievalaistuksen tarve ja valaistavat osuudet määritellään kohdan 5.3.1 mukaisesti. Kohteissa, joissa nykyistä maantietä parannetaan, valaistavat osuudet määritellään seuraavasti:

- selvitetään kohteen nykyisen tievalaistuksen laajuus
- selvitetään kohteen liittyminen suunnittelualueen ulkopuoliseen nykyiseen valaistukseen
- selvitetään kohteen liikennemääräennuste vuodelle 2030, liite 8
- määritellään tievalaistuksen tarve kohdan 5.3.1. avulla ja lopuksi
- määritellään valaistavat osuudet käyttäen apuna liitettä 14 ja siinä esitettyjä liikenneturvallisuussuunnitelman valaistustarpeita.

Liitteessä 14 on esitetty mustalla viivalla liikennetaloudellisesti kannattava tievalaistus taulukon 16 keskimääräisten vuorokausiliikennemäärien perusteella. Liikennemäärästä riippumatta rakennettavia tai erityisesti syistä rakennettavia tievalaistuksia ei ole otettu liitteessä 14 huomioon. Valtion omistamat tievalaistukset on esitetty keltaisella värillä ja kunnan tai muun tahon omistamat valaistukset oransilla värillä. Liikenneturvallisuus-suunnitelman valaistustarpeet on esitetty punaisella värillä.

Liite 14 osoittaa, että valtion omistamat tievalaistukset sijaitsevat suurimmaksi osaksi vilkkaasti liikennöidyillä maanteillä, joilla tievalaistuksen rakentaminen on liikennetaloudellisesti kannattavaa. Liitteestä 14 käy myös ilmi, että valtateillä 4, 8, 20 ja 27 tievalaistus olisi kannattavaa rakentaa huomattavasti nykyistä laajemmille osuuksille. Tämä ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita sitä, että kyseiset osuudet tulee valaista, vaan ainoastaan sen, että kyseisillä osuuksilla tievalaistuksella saavutettavat keskimääräiset vuotuiset ajokustannussäästöt olisivat todennäköisesti suurempia kuin tievalaistus- ja pylväsonnettomuuskustannukset yhteensä.

5.3.4 Tievalaistuksen saneeraustarve

5.3.4.1 Hankeohjelma

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistukset on jaettu kahdeksaan toimenpideluokkaan seuraavasti:

1. erilliset jalankulku- ja pyörätievalaistukset, jotka on toteutettu 100 W suurpainenatriumvalaisimilla
2. tievalaistukset, jotka on rakennettu ennen 1980-lukua, joille ei ole tehty saneeraustoimenpiteitä ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 1
3. tievalaistukset, jotka on toteutettu jäykällä valaisinpylväillä ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 2
4. erilliset jalankulku- ja pyörätievalaistukset, jotka on toteutettu 70 W ja 50 W suurpainenatriumvalaisimilla ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 2
5. alemman tieverkon tievalaistukset, jotka on toteutettu 250 W suurpainenatriumvalaisimilla ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 2 ja 3
6. ylemmän tieverkon tievalaistukset, jotka on toteutettu 250 W suurpainenatriumvalaisimilla ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 2 ja 3
7. tievalaistukset, jotka on rakennettu 1980-luvulla, joille ei ole tehty saneeraustoimenpiteitä ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 1-6
8. muut jäljelle jäävät tievalaistukset

Toimenpideluokat ja niiden keskinäinen tärkeysjärjestys on määritelty energiansäästöpotentiaalain, liikenneturvallisuuden, tien luokituksen sekä tievalaistuksen iän perusteella. Taulukossa 17 on esitetty yhteenveto toimenpideluokkien 1-8 tievalaistuksien tievalaisinmääristä tieluokittain. Taulukossa 17 on esitetty vain valtion omistuksessa ja kunnossapidossa olevat tievalaistukset.

Ensimmäisessä toimenpideluokassa ovat erilliset jalankulku- ja pyörätievalaistukset, jotka on toteutettu 100 W suurpainenatriumvalaisimilla. Näitä on yhteensä 1 129 tievalaisinta. Kyseisten tievalaistuksien energiatehokkuutta voidaan parantaa merkittävästi vaihtamalla suurpainenatriumvalaisimet ledivalaisimiin. Ensimmäisen toimenpideluokan valaistukset on esitetty liitteessä 17. Ensimmäisessä toimenpideluokassa olevien tievalaistuksien osalta ensisijainen saneeraustoimenpide on valaisimien vaihto. Saneeraustoimenpiteenä valaisinvaihto on edullinen ja nopea ja sen takaisinmaksuaika on lyhyt.

Taulukko 17. Eri toimenpideluokkien tievalaistuksien tievalaisinmäärät tieluokittain.

Toimenpide- luokka	Valtatie sis. rampit	Kantatie	Seututie	Yhdystie	Jk+pp	Yhteensä	Osuus %
1	-	-	-	-	1 129	1 129	4,2 %
2	182	83	45	113	-	423	1,6 %
3	139	28	583	1 672	-	2 422	8,9 %
4	-	-	-	-	1 423	1 423	5,2 %
5	-	-	1 327	652	-	1 979	7,3 %
6	7 593	1 832	-	-	-	9 425	34,7 %
7	91	38	109	69	-	307	1,1 %
8	2 176	349	3 950	3 426	131	10 032	37,0 %
Yhteensä	10 181	2 330	6 014	5 932	2 683	27 140	100 %

Toisessa toimenpideluokassa ovat tievalaistukset, jotka on rakennettu ennen 1980-lukua, joille ei ole tehty minkäänlaisia saneeraustoimenpiteitä (mahdollista valaisinvaihtoa lukuun ottamatta) ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 1. Näitä on yhteensä 423 tievalaisinta. Kyseiset tievalaistukset ovat elinkaarensa päässä, niiden pylväsväli on yleensä lyhyt, pylvääät jäykkiä pylviäitä ja tievalaisimet hyvin vanhaa tekniikkaa.

Toisen toimenpideluokan valaistukset on esitetty liitteessä 18. Toisen toimenpideluokan saneerauskohteissa nykyinen tievalaistus uusitaan lähtökohtaisesti kokonaan (valaisimet, pylväät, jalustat ja kaapelointi). Tievalaistuksen saneerausten yhteydessä mahdollisista yhteiskäytöistä luovutaan.

Kolmannessa toimenpideluokassa ovat tievalaistukset, jotka on toteutettu jäykällä valaisinpylväillä ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 2. Näitä on yhteensä 2 422 tievalaisinta. Kyseiset tievalaistukset tulee muuttaa törmäysturvalliseksi joko muuttamalla nykyiset valaisinpylväät myötäväiksi tai saneeraamalla tievalaistus kokonaan. Tievalaistuksen saneerausten yhteydessä mahdollisista yhteiskäytöistä luovutaan. Kolmannen toimenpideluokan valaistukset on esitetty liitteessä 19.

Neljännessä toimenpideluokassa ovat erilliset jalankulku- ja pyörätievalaistukset, jotka on toteutettu 70 W ja 50 W suurpainenatriumvalaisimilla, ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 2. Näitä on yhteensä 1 423 tievalaisinta. Kuten toimenpideluokassa 1 myös toimenpideluokassa 4 olevien tievalaistuksien energiatehokkuutta voidaan parantaa merkittävästi vaihtamalla suurpainenatriumvalaisimet ledivalaisimiksi. Energiansäästö-potentiaali on kuitenkin toimenpideluokan 1 jalankulku- ja pyörätievalaistuksia pienempi. Neljännessä toimenpideluokassa olevien tievalaistuksien ensisijainen saneeraustoimenpide on valaisimien vaihto.

Viidennessä toimenpideluokassa ovat alemman tieverkon tievalaistukset, jotka on toteutettu 250 W suurpainenatriumvalaisimilla ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 2 ja 3. Näissä kohteissa huonon energiatehokkuuden omaavat suurpainenatriumvalaistukset saneerataan ledivalaistuksilla energiatehokkaammiksi. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella alemman tieluokan tievalaistuksia, jotka on toteutettu 250 W suurpainenatriumvalaisimilla, on yhteensä 1 979 tievalaisinta. Näistä saneerattaviksi soveltuvat kohteet, jotka kuluttavat energiaa selvästi enemmän kuin uudet ledivalaisimilla toteutetut tievalaistukset ja joiden pylväiden, jalustojen ja sähkönjakolaitteiden voidaan arvioida kestävän vielä vähintään 15 vuotta. Viidennessä toimenpideluokassa olevien tievalaistuksien ensisijainen saneeraustoimenpide on valaisimien vaihto. Kohteiden todellinen määrä ja laajuus selviävät toimintasuunnitelmavaiheessa tehtävien tarkempien inventointien yhteydessä.

Kuudennessa toimenpideluokassa ovat ylemmän tieverkon tievalaistukset, jotka on toteutettu 250 W suurpainenatriumvalaisimilla ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 2 ja 3. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella ylemmän tieverkon tievalaistuksia, jotka on toteutettu 250 W suurpainenatriumvalaisimilla, on yhteensä 9 425 valaisinta. Näiden osalta sovelletaan vastaavia saneerausperiaatteita kuin toimenpideluokassa 5. Kohteiden todellinen määrä ja laajuus selviävät toimintasuunnitelmavaiheessa tehtävien tarkempien inventointien yhteydessä.

Ensimmäisessä, neljännessä, viidennessä ja kuudennessa toimenpideluokassa valaisinvaihdon yhteydessä uusitaan aina myös valaisinjohto liittimiseen. Puupylväsasennuksissa valaisinvarsi uusitaan aina kun:

- valaisinvarren halkaisija on alle 60 mm tai
- valaisinvarsi tai sen kiinnitykset ovat huonokuntoiset.

Puupylväsasennuksissa yli 2 m valaisinvarret, joita ei uusita, lyhennetään 1 m tai 1,5 m pituisiksi.

Seitsemännessä toimenpideluokassa ovat tievalaistukset, jotka on rakennettu vuosina 1980–1989, joille ei ole tehty minkäänlaisia saneeraustoimenpiteitä (mahdollista valaisinvaihtoa lukuun ottamatta) ja jotka eivät kuulu edellisiin toimenpideluokkiin. Näitä on yhteensä 307 tievalaisinta. Kyseiset tievalaistukset tulevat elinkaarensa päähän 2020-luvun aikana ja ne tulee saneerata noudattaen vastaavia periaatteita kuin toimenpideluokassa 2. Seitsemännen toimenpideluokan saneerauskohteissa nykyinen tievalaistus uusitaan lähtökohtaisesti kokonaan (valaisimet, pylväät, jalustat ja kaapelointi). Tievalaistuksen saneerausten yhteydessä mahdollisista yhteiskäytöistä luovutaan.

Kahdeksannessa toimenpideluokassa ovat kaikki muut jäljelle jääneet tievalaistukset, mutta joista yhteensä 10 032 tievalaisimelle ei ensisijaisesti tehdä mitään saneeraustoimenpiteitä. Näitä ovat mm.

- kaikki ledivalaistukset
- kaikki aikaisemmin saneeratut suurpainenatriumvalaistukset, joilla on vielä jäljellä riittävän pitkä elinkaari ja jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 1 ja 3-6
- kaikki vuoden 1989 jälkeen rakennetut tievalaistukset, jotka eivät kuulu toimenpideluokkaan 1 ja 3-6

- tievalaistukset, joista ei ollut saatavilla riittävästi tietoa verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmässä (näiden määrä on suhteellisen pieni)

5.3.4.2 Hankeohjelman kustannusarviot

Taulukossa 18 on esitetty kaikkien toimenpideluokkien arvioidut rakennuskustannukset sekä hoitokustannussäästöt tieluokittain. Kustannusarviot perustuvat viime aikoina rakennettujen tievalaistuksien kustannusarvioihin. Hinnat ovat kohdan 3 elinkaarilaskennoissa käytettyjä hintoja vastaavia. Rakennuskustannusten osalta on oletettu, että ylemmän tieverkon uusi tievalaistus toteutetaan metallipylväillä, maakaapelilla ja ledivalaisimilla (50 000 €/ km). Alemman tieverkon uuden tievalaistuksen osalta on oletettu, että 50 % tievalaistuksista toteutetaan puupylväillä, ilmajohdolla ja ledivalaisimilla (35 000 €/ km) ja 50 % metallipylväillä, maakaapelilla ja ledivalaisimilla (45 000 €/ km). Kokonaan saneerattavien tievalaistuksien rakennuskustannuksiin sisältyvät kaikki valaistuslaitteet ja työkustannukset.

Taulukko 18. Toimenpideluokkien 1-7 rakennuskustannukset sekä saneerauksilla saavutettavat hoitokustannussäästöt tieluokittain.

Toimenpide- luokka	Tieluokka	Tie- valaisimet kpl	Rakennus- kustannukset €	Hoitokustannus- säästöt €/a
1	Jk + pp	1 129	339 000 €	47 000 €
2	Valtatie sis. rampit	182	410 000 €	18 000 €
	Kantatie	83	187 000 €	8 000 €
	Seututie	45	72 000 €	4 000 €
	Yhdystie	113	181 000 €	11 000 €
	Yhteensä	423	850 000 €	41 000 €
3	Valtatie sis. rampit	139	313 000 €	13 000 €
	Kantatie	28	63 000 €	3 000 €
	Seututie	583	933 000 €	50 000 €
	Yhdystie	1 672	2 676 000 €	140 000 €
	Yhteensä	2 422	3 985 000 €	206 000 €
4	Jk + pp	1 423	427 000 €	36 000 €
5	Seututie	1 327	531 000 €	97 000 €
	Yhdystie	652	261 000 €	48 000 €
	Yhteensä	1 979	792 000 €	145 000 €
6	Valtatie sis. rampit	7 593	5 316 000 €	615 000 €
	Kantatie	1 832	1 008 000 €	149 000 €
	Yhteensä	9 425	6 324 000 €	764 000 €
7	Valtatie sis. rampit	91	205 000 €	9 000 €
	Kantatie	38	86 000 €	4 000 €
	Seututie	109	175 000 €	10 000 €
	Yhdystie	69	111 000 €	6 000 €
	Yhteensä	307	577 000 €	29 000 €
1-7	Yhteensä	17 108	13 294 000 €	1 268 000 €

Valaisinvaihtojen osalta on oletettu, että kaikki uudet tievalaisimet ovat ledivalaisimia. Lisäksi on oletettu, että valaisinvaihtojen yhteydessä 30 % kaikista valaisinvarsista joudutaan vaihtamaan tai lyhentämään kohdassa 5.3.4.1 esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Valaisinvaihtojen osalta on käytetty seuraavia rakennuskustannuksia:

- jalankulku- ja pyörätiet 300 €/ kpl
- alempi tieverkko 400 €/ kpl
- 1-ajorataiset päätiet 550 €/ kpl
- 2-ajorataiset päätiet 700 €/ kpl

Rakennuskustannuksiin sisältyvät kaikki valaistuslaitteet ja työkustannukset. Hoitokustannussäästöt on laskettu saneerattujen tievalaistuksien ensimmäiselle vuodelle nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Hoitokustannussäästöissä on otettu huomioon uusien ledivalaisimien ohjaus sekä nykyisin tehtävät yösammutukset.

5.3.4.3 Aikataulu

Taulukossa 19 on esitetty hankeohjelman aikataulu sekä kustannusjako. Tievalaistuksien saneeraukset on suositeltava aloittaa heti tänä vuonna ensimmäisen toimenpideluokan valaisinvaihoilla, joiden kustannusarvio on noin 340 000 €. Saneeraukset kannattaa aloittaa valaisinvaihoilla, koska ne eivät edellytä laajempaa valaistussuunnittelua, niiden rakennuskustannukset ovat kohtalaisien pienet ja niiden takaisinmaksuaika on lyhyt. Ennen valaisinvaihtoja tulee laatia toimintasuunnitelma, joka perustuu toimenpideluokassa 1 olevien tievalaistuksien tarkempaan inventointiin sekä tämän selvityksen valaistus-periaatteisiin ja toimintalinjoihin.

Vuosien 2017–2018 aikana kannattaa myös laatia toimintasuunnitelma toimenpideluokassa 2 oleville tievalaistuksille sekä mahdollisimman monen tievalaistussaneerauksen valaistussuunnitelmat niin, että vuosina 2018–2020 kaikki toimenpideluokan 2 tievalaistukset saataisiin saneerattua. Näiden hankkeiden suunnittelussa tulee varautua uuden valtakunnallisen ohjausjärjestelmän käyttöönottoon vuosina 2019–2020. Toimenpideluokassa 2 olevien tievalaistuksien saneerauskustannukset ovat noin 850 000 €. Toimintasuunnitelmassa määritellään tarkennettu hankekohtainen luettelo saneerattavista tievalaistuksista. Hankkeiden osalta toimintasuunnitelmassa määritellään:

- hankkeen aikataulu ja kiireellisyysluokka
- hankkeen laajuus
- tarkennetut rakennuskustannukset
- omistus- ja kunnossapitorajat
- tievalaistuksien nykytilanne
- nykyisten valaistuslaitteiden (valaisimet, valaisinvarret, pylvää, jalustat, kaapelointi, keskuskeskukset) kunto ja hyödyntämismahdollisuudet
- tarkennetut määrät
- mahdolliset yhteiskäytöt
- suoritettavat saneeraustoimenpiteet (voidaanko saneerata vain osittain)
- alustavat valaistusperiaatteet (mm. valolaji, valaistustekniset vaatimukset, valaistustavat ja -tyypit, asennuskorkeudet, valaistuslaitteet jne.)
- tievalaistuksen ohjausperiaatteet.

Toimintasuunnitelman laadinnassa on suositeltava hyödyntää uuden valtakunnallisen verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmän tietoja. Tavoitteena on, että toimintasuunnitelman pohjalta voitaisiin valmistella saneeraushankkeiden (vaiheiden ja kokonaisuuksien) suunnittelua ja toteutusta koskevat tarjouspyyntöasiakirjat.

Toisen toimenpideluokan tievalaistukset ovat jo elinkaarensa lopussa ja näiden saneeraaminen kokonaan vuosina 2018–2020 on välttämätöntä tievalaistusverkon kunnossapitämiseksi. Saneeraukset kannat-

taa toteuttaa aloittaen valta- ja kantateistä ja siirtyen lopuksi seutu- ja yhdysteihin. Tällöin ensisijaiset järjestyksen määräävät parametrit ovat tieluokka ja liikennemäärä.

Taulukko 19. Hankeohjelman aikataulu sekä kustannusjako.

Vuosi	Toimenpideluokka	Rahoitus- tarve M€	Suoritettavat toimenpi- teet
2017–2018	1. Erilliset jalankulku- ja pyörätie- valaistukset, Sp-Na 100 W	0,34 M€	Toimintasuunnitelma ja valaisinvaihdot
2017–2018	2. Tievalaistukset, jotka on rakennettu ennen 1980-lukua	-	Toimintasuunnitelma ja valaistussuunnitelmat
2017–2018	3. Tievalaistukset, jotka on toteutettu jäykällä valaisinpylväillä	-	Inventointi
2018–2020	3. Tievalaistukset, jotka on toteutettu jäykällä valaisinpylväillä	-	Toimintasuunnitelma ja valaistussuunnitelmat
2018–2020	2. Tievalaistukset, jotka on rakennettu ennen 1980-lukua	0,85 M€	Saneeraukset
2021–2022	4. Erilliset jalankulku- ja pyörätie- valaistukset, Sp-Na 70 W ja 50 W	-	Toimintasuunnitelma
2021–2022	5. Alemman tieverkon tievalaistukset, Sp-Na 250 W	-	Toimintasuunnitelma
2021–2022	6. Ylemmän tieverkon tievalaistukset, Sp-Na 250 W	-	Toimintasuunnitelma
2021–2024	3. Tievalaistukset, jotka on toteutettu jäykällä valaisinpylväillä	3,99 M€	Saneeraukset *
2025–2026	4. Erilliset jalankulku- ja pyörätie- valaistukset, Sp-Na 70 W ja 50 W	0,43 M€	Valaisinvaihdot *
2025–2026	5. Alemman tieverkon tievalaistukset, Sp-Na 250 W	0,79 M€	Valaisinvaihdot *
2025–2030	6. Ylemmän tieverkon tievalaistukset, Sp-Na 250 W	6,32 M€	Valaisinvaihdot *
2029–2030	7. Tievalaistukset, jotka on rakennettu 1980-luvulla	-	Toimintasuunnitelma ja valaistussuunnitelmat
2031–2032	7. Tievalaistukset, jotka on rakennettu 1980-luvulla	0,58 M€	Saneeraukset

* Edellyttää valatakunnallista teemarahoitusta.

Kolmannen toimenpideluokan tievalaistuksien jäykkien pylväiden inventoinnit kannattaa suorittaa jo vuosina 2017–2018 verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmän kaapelointien kartoittamisen yhteydessä. Kolmannen toimenpideluokan tievalaistuksien saneeraus kannattaa käynnistää heti, kun toisen toimenpideluokan tievalaistukset on saatu saneerattua. Jäykkien pylväiden muuttaminen törmäysturvalliseksi pyritään ensisijaisesti toteuttamaan nykyisiä pylväitä heikentämällä rakennuskustannusten alentamiseksi. Taulukoissa 18 ja 19 esitetyt rakennuskustannukset 3 990 000 € perustuvat kuitenkin oletukseen, että kaikki kolmannen toimenpideluokan tievalaistukset joudutaan saneeraamaan kokonaan. Kolmannen toimenpideluokan tievalaistuksien saneeraukset kannattaa toteuttaa aloittaen valta- ja kantateistä ja siirtyen lopuksi seutu- ja yhdysteihin.

Neljännän, viidennen ja kuudennen toimenpideluokan tievalaistuksien valaisinvaihtojen toimenpidesuunnitelmat kannattaa laatia 2020-luvun alussa. Valaisinvaihtojen ajankohdat määräytyvät käytettävissä olevien määrärahojen perusteella. Tievalaisimien vaihdot kannattaa aloittaa jalankulku- ja pyöräteistä siirtyen yhdys- ja seututeihin ja lopuksi kanta- ja valtateihin. Näin saadaan vaihdettua mahdollisimman suuret

tievalaisnäärät mahdollisimman pienillä rakennuskustannuksilla ja päästään mahdollisimman nopeasti suuriin energiansäästöihin. Tällöin ensisijainen järjestyksen määräävä parametri on kustannustehokkuus.

Myös vuosina 1980–1989 rakennettujen seitsemännen toimenpideluokan tievalaistuksen saneeraus pitäisi pääosin toteuttaa 2020-luvun aikana niiden tullessa elinkaarensa päähän. Saneerausten ajankohta on kuitenkin riippuvainen toimenpideluokkien 1-6 aikatauluista.

5.4 Tievalaistuksen ohjaus

5.4.1 Muuttuva tievalaistus

Kaikilla Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen maanteilla sekä kaikilla jalankulku- ja pyörätiealueilla käytetään ensisijaisesti kohdan 4.5.3 ja liitteen 10 mukaisia ohjausperiaatteita sekä Liikenneviraston valtakunnallista ohjausjärjestelmää.

Liikennemääriin perustuvaa reaaliaikaista ohjausta voidaan käyttää Oulun kohdan moottoritieillä sekä muilla vilkasliikenteisimmillä valtateilla, joilla on käytössä liikenteen automaattisia mittausasemia (LAM). Ohjausperiaatteet on esitetty kohdassa 4.5.4.2. Ennen liikennemääriin perustuvan reaaliaikaisen ohjauksen laajempaa käyttöönottoa sen toimivuutta testataan koeasennusten avulla. Muutamia koeasennuksia on tällä hetkellä käynnissä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen sekä muiden ELY-keskusten alueilla. Lisäksi esimerkiksi valtatie 4 Oulun kohdan parannushankkeeseen sisältyy ehdollisena kohtana muuttuvan tievalaistuksen ohjaus ja maantiellä 815 Oulussa käynnistetty keuhdella 2017 liiketunnistukseen perustuvan tievalaistuksen ohjauksen koeasennus.

Liittymäalueiden, alikulkujen sekä suojateiden paikallista ohjauksen käyttöä voidaan testata koeasennusten avulla pienessä mittakaavassa ennen niiden mahdollista laajempaa käyttöönottoa. Ohjausperiaatteet on esitetty kohdassa 4.5.4 ja liitteessä 11. Liittymäalueen paikallisen ohjauksen koeasennus on tällä hetkellä käynnissä kantatien 58 ja maantien 658 liittymässä Haapajärvellä.

Nykyinen tievalaistuksen ohjausjärjestelmä on valtakunnallinen ja ohjausjärjestelmän palveluntarjoajana toimii Caverion Oyj. Nykyisen ohjausjärjestelmän palvelusopimuksen kesto on 10 vuotta ja se päättyy 31.12.2019. Liikennevirasto tulee kilpailuttamaan tievalaistuksen ohjausjärjestelmän palvelusopimuksen vuosina 2018–2019. Uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton jälkeen tavoitteena on laajentaa valaisinkohtaisen ohjauksen käyttöä ja tievalaisimien valaistustason ohjausta ohjausjärjestelmän avulla.

Uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä (vuosina 2019–2020) tievalaistuksen sytytyksen ja sammutuksen raja-arvot suositellaan tarkistettavaksi nykyisistä arvoista. Lisäksi tarkastusten yhteydessä suositellaan selvitettäväksi mahdollisuutta käyttää eri raja-arvoja eri vuodenaajoille.

Tievalaistuksen sytytyksen ja sammutuksen ohjausalueet suositellaan jätettäväksi nykyiselleen. Uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä (vuosina 2019–2020) jokaiselle ohjausalueelle suositellaan asennettavaksi kolmas valoanturi. Siinä vaiheessa kun yli 70 % kunkin ohjausalueen tievalaistuksista on toteutettu ledivalaisimin, sytytyksen raja-arvot suositellaan muutettaviksi ohjausaluekohtaisesti kohdan 4.5.6. mukaisesti.

5.4.2 Yösammutukset

Nykyisiä yösammutusperiaatteita noudatetaan vuoteen 2020 saakka. Jos yösammutuksen piirissä olevan kohteen tievalaistus saneerataan ledeillä ennen vuotta 2019, ohjataan ledivalaisimet liitteen 10 ja kohdan 4.5.7 mukaisesti. Uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä (vuosina 2019–2020) yösammutusten piirissä olevat tievalaistuskohdeet suositellaan tarkistettavaksi.

Uuden tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä purkauslamppuvalaisimilla toteutettujen tievalaistuksien sammutusaikaväli suositellaan muutettavaksi ajankohtaan klo 23–04. Yösammutusten piirissä olevat ledivalaistukset suositellaan ohjattavaksi myös uuden ohjausjärjestelmän käyttöönoton jälkeen liitteen 10 ja kohdan 4.5.7 mukaisesti.

5.5 Tievalaistuksen kunnossapito

5.5.1 Verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmä

Liikennevirasto on käynnistänyt kolmivuotisen digitalisaatiohankkeen. Hankkeen yhtenä osana Liikennevirasto on kilpailuttanut tievalaistuksen verkkotieto- ja omaisuudenhallinta-järjestelmän vuonna 2016. Palveluntuottajaksi valittiin KeyPro Oy. Sopimuksen kesto on 5 vuotta ja siihen sisältyy 3 vuoden optio. Uusi valtakunnallinen verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmä on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2017 aikana. Hankinnan myötä kaikki ELY-keskusten 17 urakka-alueen tievalaistusta koskevat tiedot saatetaan nykyisiä järjestelmistä yhteen järjestelmään ja yhtenäiseen muotoon. Tällä hetkellä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tievalaistuksen palvelusopimus-urakoitsijoilla on vielä käytössä verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmänä Tietomekka Oy:n Autori.

5.5.2 Kunnossapidon toimintaperiaatteet

Tievalaistuksen kunnossapidon tehtäviin kuuluvat mm. valonlähteiden ryhmä- ja yksittäisvaihdot, ledivalaisimien puhdistukset, valaistuslaitteiden ja valaistuksen sähköverkon vikojen korjaukset sekä tievalaistuksen ohjauksen toimivuuden tarkkailu. Lisäksi huoltokierrosten yhteydessä seurataan pylväiden, jalustojen, valaistuskeskusten ja muiden valaistuslaitteiden kuntoa. Tievalaistusverkon toimivuutta seurataan myös tievalaistuksen ohjausjärjestelmän tuottamien raporttien avulla.

Valonlähteiden ryhmävaihdot tehdään alueellisesti jaettuna, valonlähteiden elinikään perustuen, liite 15. Suurpainenatriumlamppujen ryhmävaihtoväli on nykyisin 5 vuotta. Ledivalaisimien puhdistusväli on vastavasti 5 vuotta, jolloin ne saadaan ryhmitettyä alueittain suurpainenatriumvalaisimien kanssa. Lisäksi vuosittain suoritetaan 5 kpl huoltokierroksia, joiden aikana korjataan kaikki tievalaistuksen viat. Huoltokierrosten välillä vikoja korjataan sopimusasiakirjojen laatuvaatimusten mukaisesti. Tällä tavalla saadaan varmistettua tievalaistuksen toimivuus ja vaatimustenmukaisuus sekä saadaan hyvät tiedot tievalaistuksen kunnosta, mikä mahdollistaa varautumisen tuleviin saneeraustarpeisiin.

Valonlähteen vaihdon yhteydessä valaisimet puhdistetaan ja niiden tiiveys ja johdotuksien kunto tarkistetaan. Lisäksi suoritetaan rikkoutuneiden komponenttien vaihto sekä valaisinvarren ja sen kiinnityksen kunnan ja valaisimen suuntauksen (kallistus-, kääntö- ja kiertokulmat) tarkistukset. Valonlähdettä vaihdettaessa on varmistettava siitä, että vaihdettava valonlähdetyyppi on oikea niin sähkö- kuin valaistusteknisesti.

Ledivalaisimet puhdistetaan ulkoa. Lisäksi suoritetaan rikkoutuneiden komponenttien vaihto sekä valaisinvarren ja sen kiinnityksen kunnan ja valaisimen suuntauksen (kallistus-, kääntö- ja kiertokulmat) tarkistukset. Huoltokierrosten yhteydessä tehdään havaittujen puutteiden korjaukset kuntotarkastuksineen. Toimenpiteitä ovat:

- oikaistaan pylväät
- oikaistaan valaisinvarret ja valaisimet sekä kiristetään kiinnityspultit
- korjataan ilmajohtojen eristeviat
- korjataan harukset
- tehdään työstä raportti, johon merkitään mm. huonokuntoiset pylväät ja korjaamattomat puutteet esim. vaurioituneet maalipinnat

Säännöllisten huoltokierrosten lisäksi palveluntuottajalla tulee olla valmius tehdä sähkö- ja liikenneturvallisuuteen liittyviä kriittisiä valaistusta koskevia toimenpiteitä päivystysluonteisesti. Tällaisia toimenpiteitä ovat esim. liikenneturvallisuutta vaarantavat kolarien aiheuttamat vahingot. Lisäksi palveluntuottajalta edellytetään vähemmän kriittisten poikkeamien ja vikojen kuntoon saattaminen palvelusopimuksessa esitettyjen toimenpideaikojen sisällä. Tällaisia tehtäviä ovat mm. valaistuksen toimintakuntoon saattaminen ilkvallan jäljiltä tai routa-aikaan keskeneräisiksi jääneiden tai tilapäisesti korjattujen kohteiden kuntoon saattaminen. Myös valaistuksen ohjaus edellyttää kunnossapitoa. Esim. valoanturit tulee puhdistaa ja niiden säätö tarkastaa vähintään vuosittain.

6 Yhteenveto

Selvityksen tavoitteena oli määritellä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistuksen toimintalinjat ja tavoitteet vuosille 2017–2032. Yhtenäisten toimintalinjojen avulla pyritään varmistamaan tievalaistuksen yhdenmukaiset käytännöt koko ELY-keskuksen alueella. Selvityksen tarkoituksena on ohjata tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan toimintaa ja se toimii lähtökohtana, kun arvioidaan tievalaistuksien suunnittelua, rakentamista, saneeraustarvetta, kunnossapitoa sekä ohjausta.

Työssä on esitetty tievalaistuksen kannalta olennaisimpia standardeja ja kansallisia ohjeita sekä ohjeistettu niiden käyttöä. Työssä on myös pohdittu valaistusteknologian lähitulevaisuuden kehitystä ja esitetty ledeille tehtyjä ennusteita ja kehitystavoitteita. Työssä tehtyjen elinkaarikustannuslaskelmien pohjalta Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen maanteillä valaistussaneeraukset ja uudisrakentaminen toteutetaan jatkossa:

- kaksi- ja yksiajorataisten valta- ja kantateiden osalta ledi- tai suurpainenatriumvalaisimin
- seutu- ja yhdysteiden osalta pääosin ledivalaisimin ja poikkeustapauksissa suurpainenatriumvalaisimin
- jalankulku- ja pyöräilyalueiden osalta ledivalaisimin.

Tievalaistuksen valaistusperiaatteet määritellään tämän selvityksen mukaisesti käytettynä yhdessä Liikenneviraston ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** kanssa. Tievalaistuksen suunnittelu tehdään ohjeen **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu** mukaan tässä selvityksessä esitetyin tarkennuksin.

Kaikilla Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen maanteillä sekä kaikilla jalankulku- ja pyörätiealueilla käytetään ensisijaisesti työssä määritellyjä tievalaistuksen ohjausperiaatteita. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen nykyiset tievalaistuksen ohjausalueet säilytetään ja tievalaistusta ohjataan pääasiallisesti Liikenneviraston valtakunnallisella ohjausjärjestelmällä. Ennen paikallisen ohjauksen käyttöönottoa sen toimivuutta testataan koeasennusten avulla.

Uuden valtakunnallisen tievalaistuksen ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä vuosina 2019–2020 tievalaistuksen sytytyksen ja sammutuksen raja-arvot suositellaan tarkistettavaksi nykyisistä arvoista. Lisäksi tarkastusten yhteydessä suositellaan selvittäväksi mahdollisuus käyttää eri raja-arvoja eri vuodenaikojille.

Selvityksen perusteella tievalaistuksen saneeraustarve tulee lisääntymään nykyisestä sekä ikääntyvän tievalaistuksen että uuden teknologian tuoman hyödyn takia. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistuksen ikärakenne vanhenee nykyisellä saneeraustahdilla jatkuvasti. Sekä valaistustekniikan että tievalaistuksen ohjausjärjestelmätekniiikan kehittyessä hyvin nopeasti voidaan tievalaistukseen sijoitettavia rakennuskustannuksia kompensoida saatavien ylimääräisten energiasäästöjen avulla.

7 Johtopäätökset

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen tievalaistuksen korjausvelka on tällä hetkellä hieman yli 13 miljoonaa euroa, joka pitäisi kuolettaa reilun 15 vuoden aikana vuoteen 2032 mennessä. Nykyinen tievalaistuksen saneerauksiin käytetty rahoitus, noin 300 000 € vuodessa, ei mahdollista hankeohjelman toteuttamista tievalaistusten elinkaaren edellyttämässä aikataulussa, vaan nykyinen rahoitus pitäisi pystyä kolminkertaistamaan. Tievalaistusten korjausvelan kuolettaminen edellyttää valtakunnallista teemaohjelmaa ja siihen tarkoitukseen myönnettyä lisärahoitusta.

Vaihtoehtoisesti korjaustarpeen vähentäminen edellyttäisi tievalaistuksen suunnitteluohjeiden ja toimintalinjausten muuttamista merkittävästi siten, että valaistavien teiden määrää vähennettäisiin merkittävästi nykyisestä. Tässä yhteydessä on otettava huomioon, että tievalaistusten purkaminen lisää aina onnettomuuksia. Lisäksi tievalaistusten purkaminen saattaa lisätä turvattomuutta ja ilkeävaltaa sekä vähentää kuljettajien ajomukavuutta ja liikenteen sujuvuutta. Tievalaistuksien purkaminen aiheuttaa myös kustannuksia sekä arvostelua eri tienkäyttäjien ja sidosryhmien taholta.

Työssä ei ole arvioitu digitalisaation vaikutuksia maanteiden valaistustarpeeseen. Digitalisaation on yleisesti arveltu vähentävän ihmisten liikkumistarvetta tulevaisuudessa.

Tievalaistuksen omaisuudenhallinta on Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella varsin hyvässä tilassa. Työn aikana rekisteritietojen paikkansapitävyydessä havaittiin kuitenkin tiettyjä puutteita, jotka on syytä saattaa ajan tasalle inventointien ja hankeohjelman saneerausten yhteydessä.

Tämän tarveselvityksen pohjalta suositellaan laadittavaksi mahdollisimman nopeasti toimintasuunnitelmat 1. ja 2. toimenpideluokan tievalaistuksien saneerauksista. Kyseiset saneeraukset on suositeltava aloittaa heti tänä vuonna 1. toimenpideluokan valaisinvaihdoilla. Vuosien 2017–2018 aikana kannattaa myös laatia mahdollisimman monen 2. toimenpideluokan saneerauksen valaistussuunnitelmat. Myös 3. toimenpideluokan tievalaistuksien inventoinnit kannattaa suorittaa vuosina 2017–2018 verkkotieto- ja omaisuudenhallintajärjestelmän kaapelointien kartoittamisen yhteydessä.

Saneerausohjelman pituus määräytyy käytettävissä olevien määrärahojen perusteella. Nykyisellä vuosittaisella rahoituksella toimenpideluokissa 1 ja 2 olevat tievalaistukset saadaan saneerattua seuraavan 4 vuoden kuluessa, mutta maanteillä jäljellä olevien jäykkien pylväiden saneeraus veisi koko 2020-luvun. 4., 5. ja 6. toimenpideluokan tievalaistuksien valaisinvaihdot joudutaan lykkäämään 2030- ja 2040-luvuille. Lisäksi toimenpideluokan 7 saneeraukset pitäisi käynnistää 2020-luvun aikana niiden tullessa elinkaarensa päähän. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että nykyisellä vuosittaisella rahoituksella saneerausvelka tulee kasvamaan lähivuosina merkittävästi.

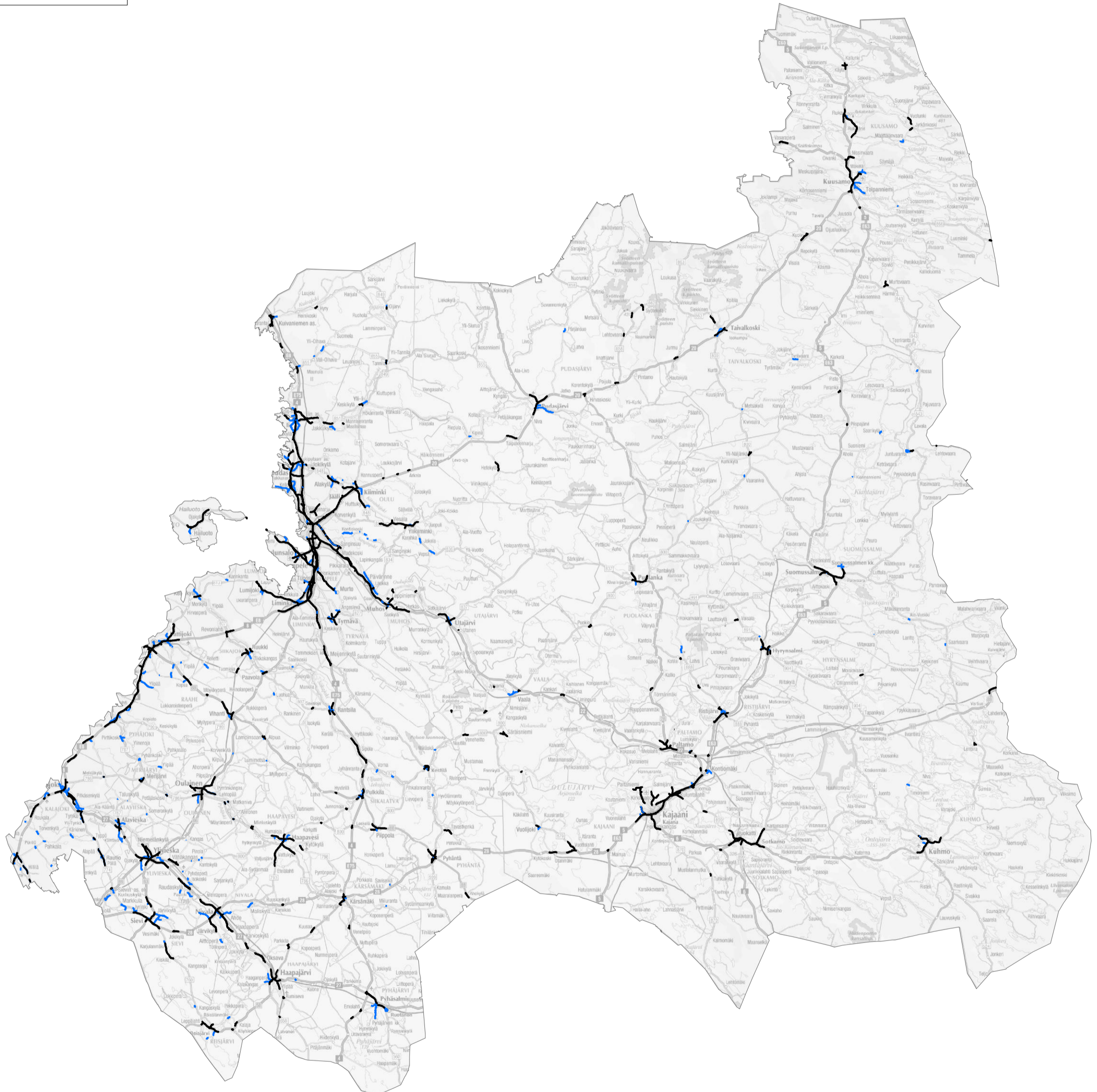
8 Liitteet

- Liite 1 Maanteiden valaistuksien omistajat
- Liite 2 Jalankulku- ja pyöriteiden valaistuksien omistajat
- Liite 3 Tievalaisimien jakaumat valolajin mukaan
- Liite 4 Tievalaistuksien rakennus- tai saneerausvuosi
- Liite 5 Kaiteella suojaamattomat jäykät pylväät ajoradoilla
- Liite 6 M-valaistusluokat
- Liite 7 P-valaistusluokat
- Liite 8 Liikennemääräennuste 2030
- Liite 9 Keskuksien ja pylväiden merkitseminen, tievalaistus
- Liite 10 Tievalaistuksien ohjaustaulukko
- Liite 11 Paikallinen ohjaus
- Liite 12 Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun tievalaistuksen yösammutuskohteet
- Liite 13 Valaistut tieosuudet, joiden KVL on alle 300
- Liite 14 Liikennetaloudellisesti kannattava tievalaistus
- Liite 15 Ryhmävaihtovuodet
- Liite 16 Valaistuksen energiakustannukset ja ennusteet
- Liite 17 Toimenpideluokan 1 tievalaistukset
- Liite 18 Toimenpideluokan 2 tievalaistukset
- Liite 19 Toimenpideluokan 3 tievalaistukset



Maanteiden valaistuksen omistajat

- Valtion omistama tievalaistus
- Kunnan tai muun tahon omistama valaistus



**Jalankulku- ja pyöräteiden
valaistuksen omistajat**

- Valtion omistama tievalaistus
- Kunnan tai muun tahon omistama valaistus

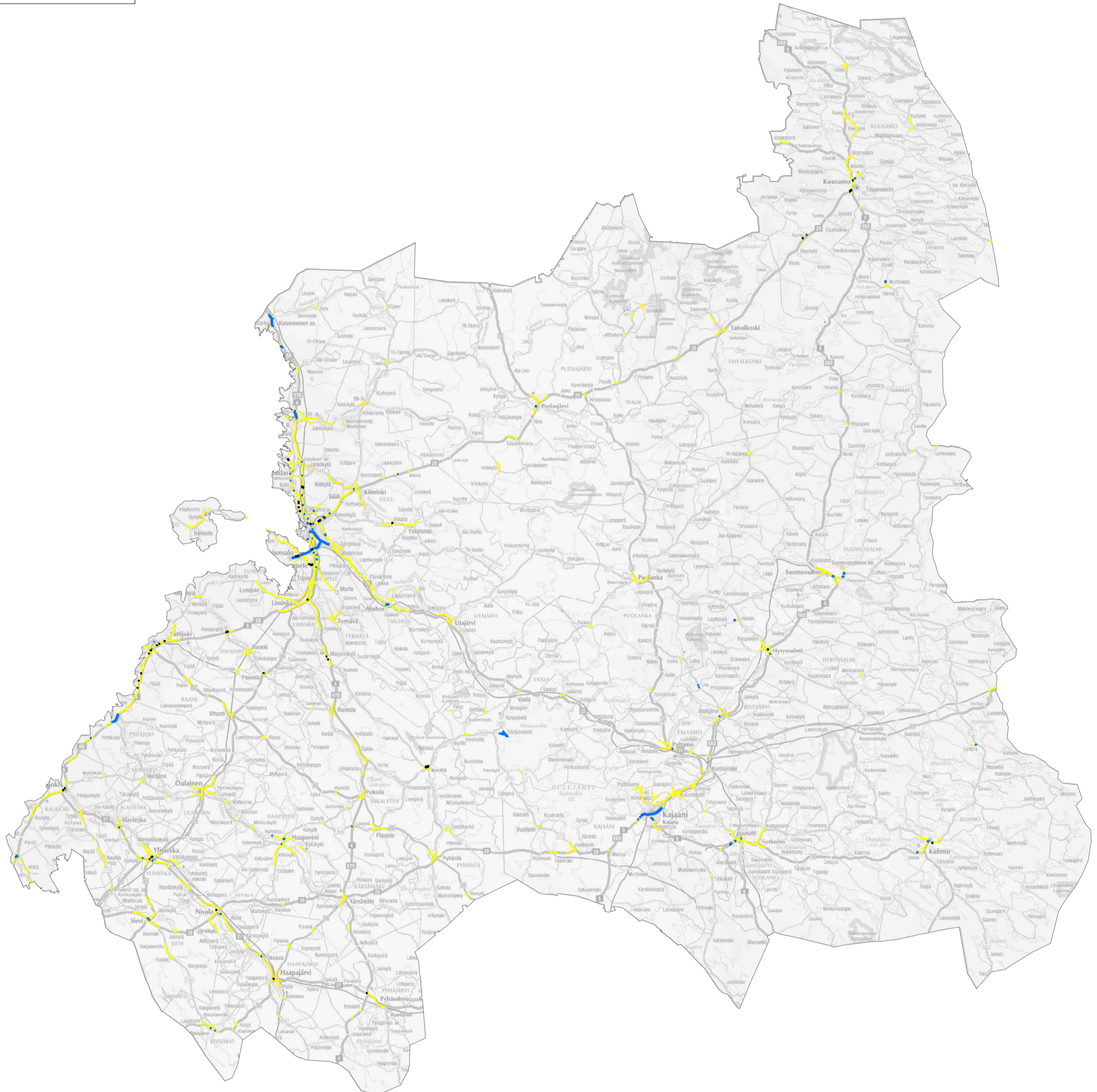
Lite 2 Jalankulku- ja pyöräteiden valaistuksen omistajat



Tievalaisimien jakaumat valolajin mukaan

- Suurpainatrium
- LED
- Muu lampputyyppi

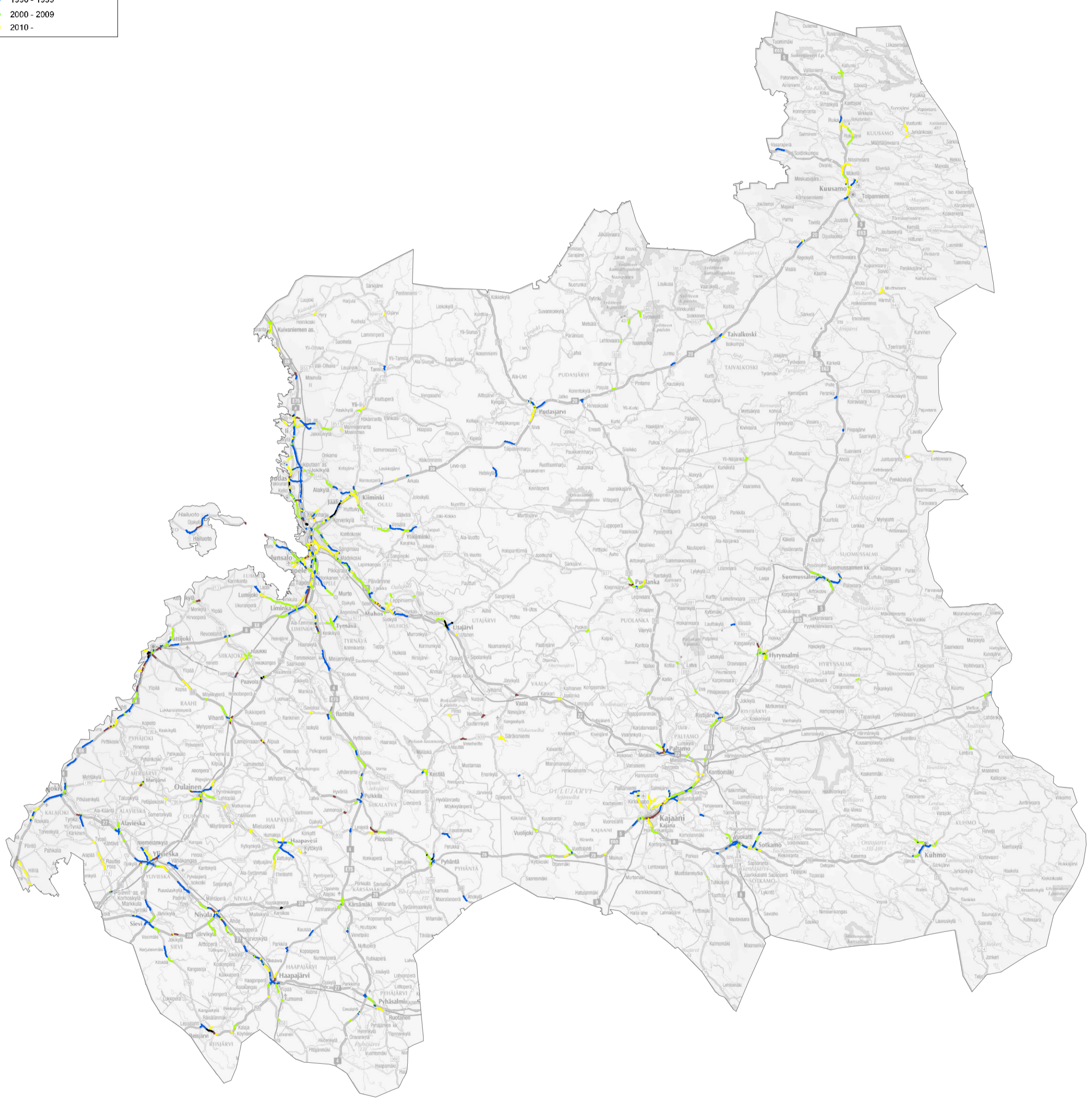
Liite 3 Tievalaisimien jakaumat valolajin mukaan



Rakennus- tai saneerausvuosi

- Ei tietoa
- - 1979
- 1980 - 1989
- 1990 - 1999
- 2000 - 2009
- 2010 -

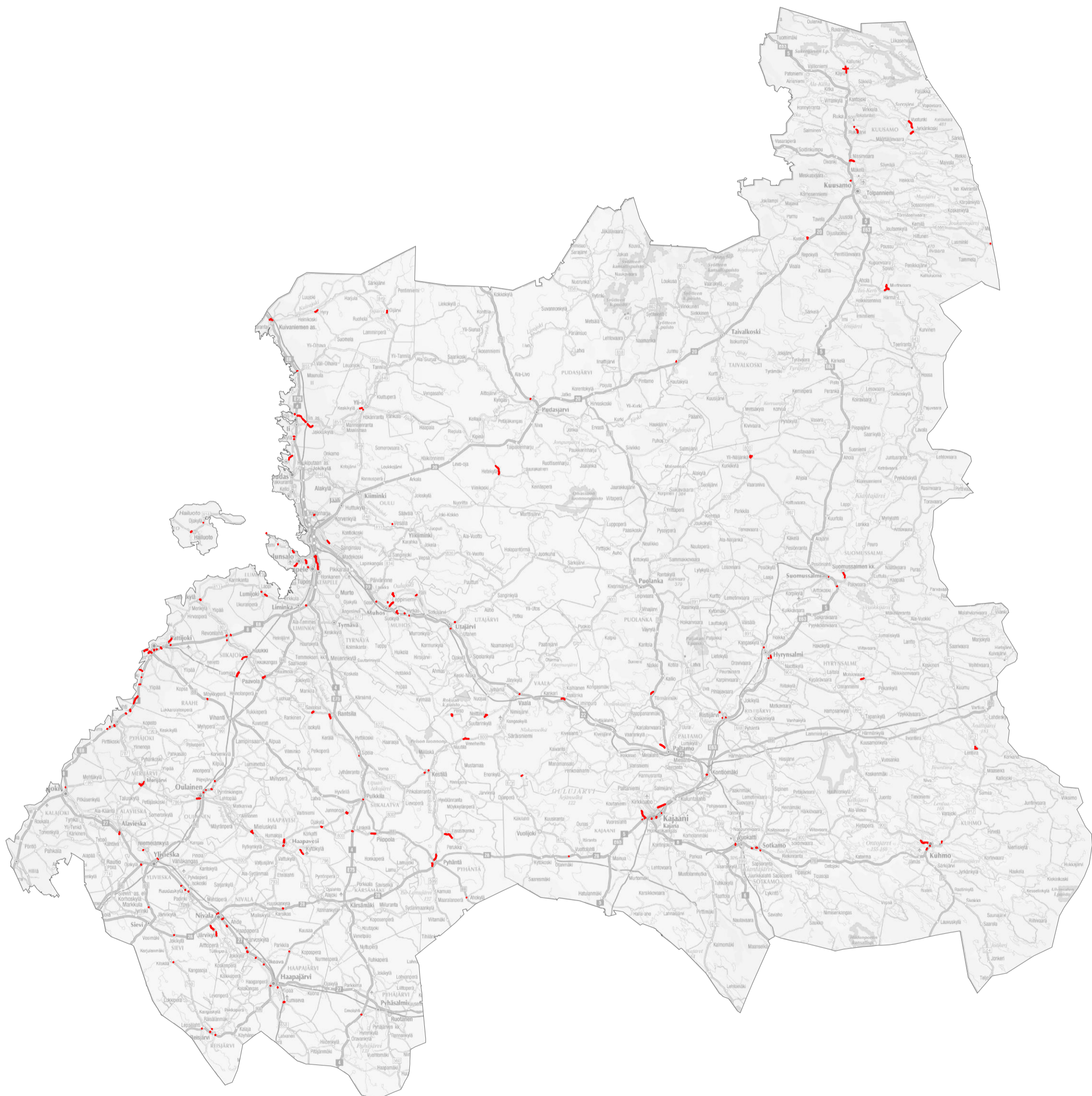
Liite 4 Tievalaistuksen rakennus- tai saneerausvuosi



Kaiteella suojaamattomat jäykät pylväät ajoradoilla, kun nopeusrajoitus on yli 40 km/h

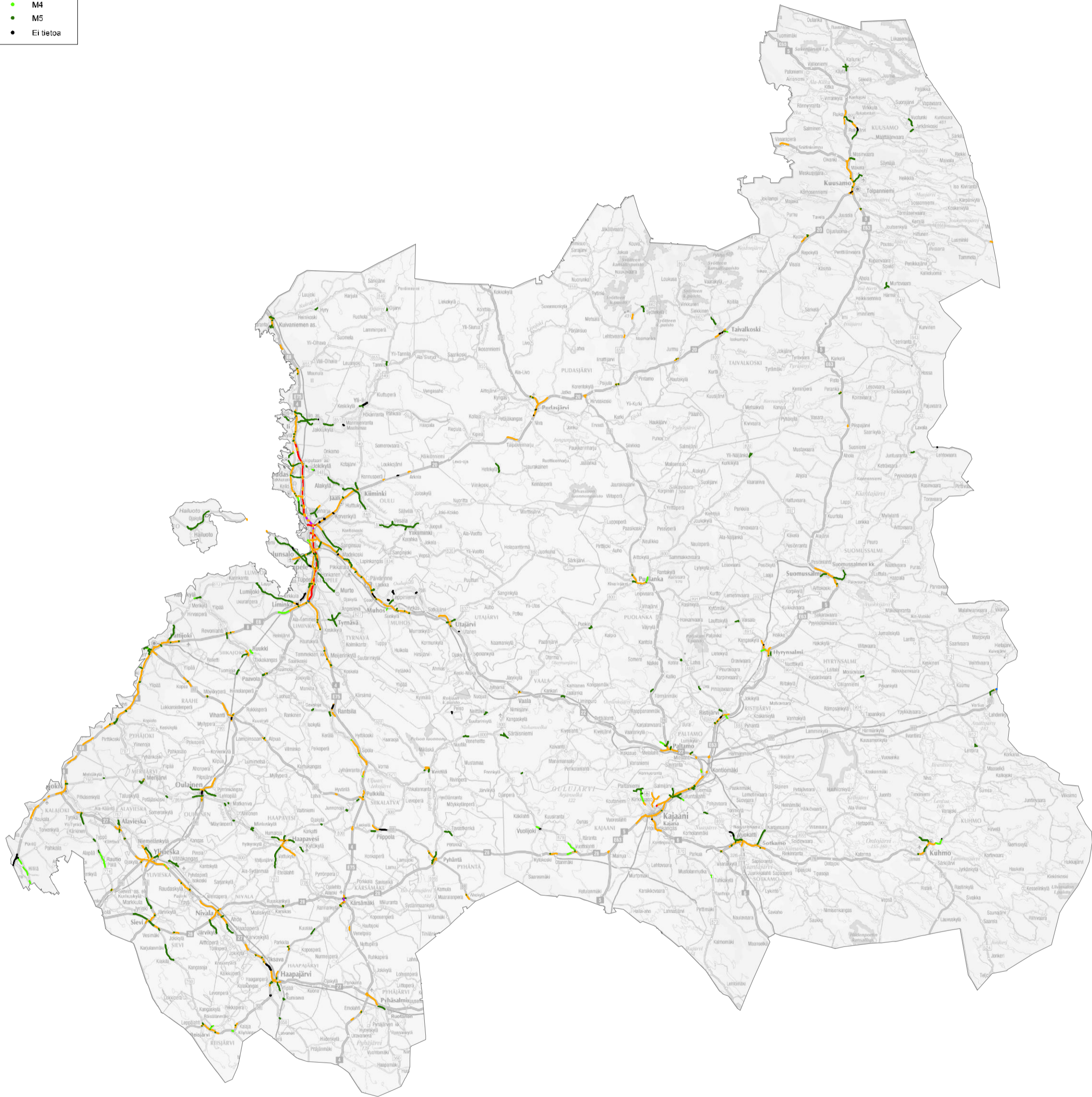
● Jäykkä pylväs

Lite 5 Kaiteella suojaamattomat jäykät pylväät ajoradoilla





- M-valaistusluokat**
- M1
 - M2
 - M3a
 - M3b
 - M4
 - M5
 - Ei tietoa



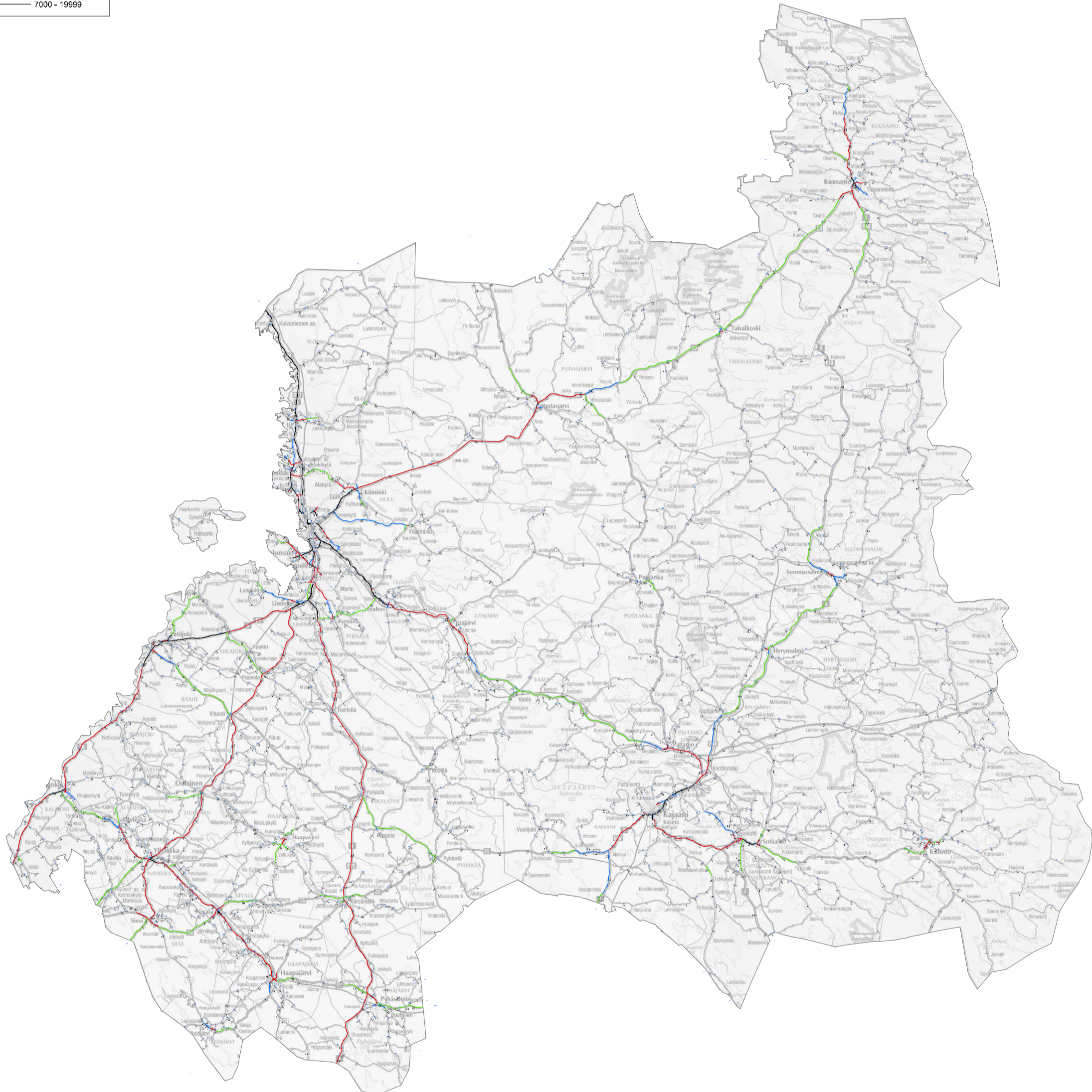
- P-valaistusuokat**
- P1
 - P3
 - P4
 - P5
 - P6



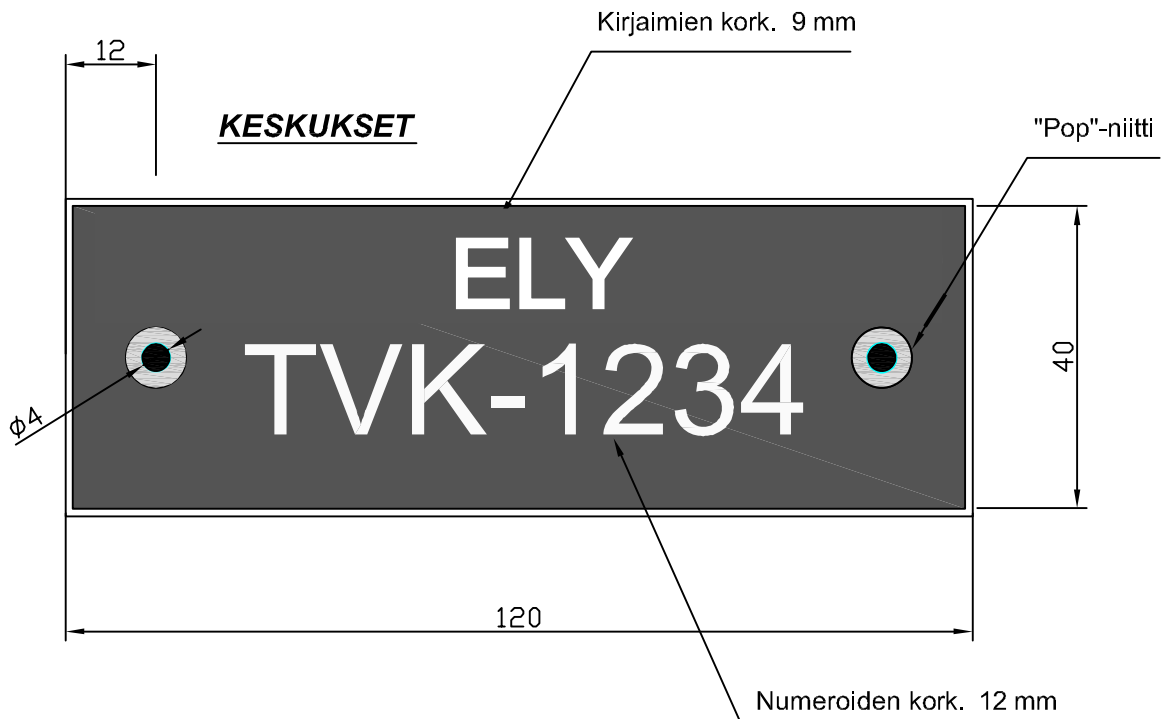
Liikennemäärä 2030

- Alle 1500 ajon./vrk.
- 1500 - 2499
- 2500 - 2999
- 3000 - 6999
- 7000 - 19999

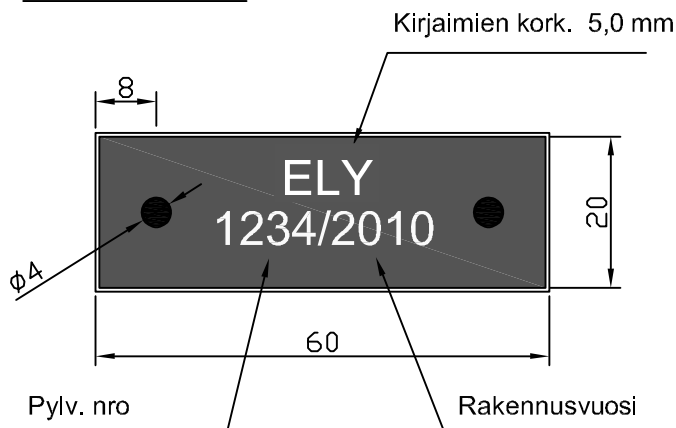
KVL 31.3.2016 (Liikenneviraston latuspalvelu)
KVL 2030
KVL 2005



LIIKENNEVIRASTON TIEVALAISTUSKESKUKSIEN SEKÄ VALOPISTEIDEN MERKITSEMINEN 2010



VALOPISTEET



Kilpi : Kaksikerrosmuovia, musta pohja / valkoiset kirjaimet
"Keskustunnuskilpien kiinnitystä täydennetään pika-liimalla"

Liite 10. Tievalaistuksen ohjaustaulukko

Ledivalaisimet

Ledivalaisimien ohjaus toteutetaan 2-portaisesti alla olevien kellonaikojen ja valaistusluokkien mukaan. Kellonajat ovat viitteellisiä. Valaisinkohtaisissa, ennakkoon ohjelmoiduissa valaistuksissa, kellonajat määräytyvät yleensä pimeään ajan keskipisteen mukaan, joka vaihtelee paikkakunnittain (keskimäärin n. 00:20). C-luokissa (AE-luokat) käytetään luminanssi- ja valaistusvoimakkuusluokkien vastaavuustaulukkoa. Ohjaus toteutetaan M-luokkien mukaisesti.

		Kellonaika, alkava tunti																		
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Mitoittava valaistusluokka	Muuttuvan tievalaistuksen valaistusluokat	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi %																		
M1 (AL1), C0 ja C1	M1 – M2 – M3 – M2 – M1	100	100	100	100	100	75	75	50	50	50	50	50	50	50	75	100	100	100	100
M2 (AL2), C2	M2 – M3 – M4 – M3 – M2	100	100	100	100	100	75	75	50	50	50	50	50	50	50	75	100	100	100	100
M3a (AL3), C3	M3 – M4 – M5 – M4 – M3	100	100	100	100	100	75	75	50	50	50	50	50	50	50	75	100	100	100	100
M3b (AL4a)	M3 – M4 – M5 – M4 – M3	100	100	100	100	100	75	75	50	50	50	50	50	50	50	75	100	100	100	100
M4 (AL4b), C4	M4 – M5 – M6 – M5 – M4	100	100	100	100	100	60	60	40	40	40	40	40	40	40	60	100	100	100	100
M5 (AL5), C5	M5 – M6 – P5 – M6 – M5	100	100	100	100	100	60	60	40	40	40	40	40	40	40	60	100	100	100	100
		Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen valaistusvoimakkuus %																		
P1 (K1)	P1 – P2 – P3 – P2 – P1	100	100	100	100	100	75	75	50	50	50	50	50	50	50	75	100	100	100	100
P2 (K2)	P2 – P3 – P4 – P3 – P2	100	100	100	100	100	75	75	50	50	50	50	50	50	50	75	100	100	100	100
P3 (K3)	P3 – P4 – P5 – P4 – P3	100	100	100	100	100	60	60	40	40	40	40	40	40	40	60	100	100	100	100
P4 (K4)	P4 – P5 – P6 – P5 – P4	100	100	100	100	100	60	60	40	40	40	40	40	40	40	60	100	100	100	100
P5 (K5)	P5 – P6 – P5	100	100	100	100	100	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	100	100	100	100

Purkauslamppuvalaisimet

Purkauslamppuvalaisimien ohjaus toteutetaan 1-portaisesti kaikissa valaistusluokissa alla olevan taulukon mukaisesti.

		Kellonaika, alkava tunti																			
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	
Valaistustyyppi		Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen lum. tai valaistusv. %																			
Tievalaistus, elektroninen liitäntälaite		100	100	100	100	100	100	100	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	
Tievalaistus, perinteinen liitäntälaite *		100	100	100	100	100	100	100	Tehonpudotusjakso							100	100	100	100	100	100

* Valaistuksen ohjaus toteutetaan kaksitehokuristimella ja automaattiohjausreleellä. Himmennys alkaa 2h ennen ja loppuu 5h jälkeen pimeään ajan keskipisteen.

Yösammutus

		Kellonaika, alkava tunti																		
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Valaistustyyppi		Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen lum. tai valaistusv. %																		
Tievalaistus, purkauslamppuvalaisimet, kaikki val.luok.**		100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
Tievalaistus, ledivalaisimet, kaikki valaistusluokat **		100	100	100	100	100	60	60	20	20	20	20	20	20	20	60	100	100	100	100

** Yösammutuksen piirissä olevat kohteet on esitetty liitteessä 12.

Liite 11. Paikallinen ohjaus



28.2.2017

Suojatiet

Vaaralliseksi todettujen tai koulujen, palvelukeskusten ja päiväkotien lähellä olevien suojateiden valaistus voidaan toteuttaa alla olevien vaihtoehtojen mukaisesti.

Erillisen suojatievalaistuksen ohjaus perustuu liiketunnistimiin.

	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Tievalaistus, ei erillistä suojatievalaistusta	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi %																		
Tievalaistus suojatiealueen ulkopuolella *	100	100	100	100	100	XX	XX	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	XX	100	100	100	100
Tievalaistus suojatiealueella, 2-portainen ohjaus *	100	100	100	100	100	100	100	XX	XX	YY	YY	YY	YY	XX	100	100	100	100	100

* Jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi määräytyy valaistusluokan mukaan, ks. liite 10

	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Erillinen suojatievalaistus	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi %																		
Suojatiealueen tievalaistus **	100	100	100	100	100	XX	XX	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	XX	100	100	100	100
	Jäljelle jäävä keskimääräinen valaistusvoimakkuus %																		
Suojatien erillinen valaistus, paikallinen ohjaus, ei aktivoitu	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Suojatien erillinen valaistus, paikallinen ohjaus, aktivoitu	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

** Jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi määräytyy valaistusluokan mukaan, ks. liite 10

Liittymät

Vaaralliseksi todetuilla liittymäalueilla tai energiansäästösyistä liittymäalueiden tievalaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa alla olevien vaihtoehtojen mukaisesti.

	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Liittymäalueen tievalaistus, valaistu maantie	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi %																		
Tievalaistus liittymäalueen ulkopuolella ***	100	100	100	100	100	XX	XX	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	XX	100	100	100	100
Tievalaistus liittymäalueella, 2-portainen ohjaus ***	100	100	100	100	100	100	100	XX	XX	YY	YY	YY	YY	XX	100	100	100	100	100

*** Jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi määräytyy valaistusluokan mukaan, ks. liite 10

	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Liittymäalueen tievalaistus, ei valaistu maantie	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi %																		
Liittymäalueen tievalaistus, paikallinen ohjaus, ei aktivoitu	50	50	50	50	50	30	30	10	10	10	10	10	10	10	30	50	50	50	50
Liittymäalueen tievalaistus, paikallinen ohjaus, aktivoitu	100	100	100	100	100	75	75	50	50	50	50	50	50	50	75	100	100	100	100

Alikulut

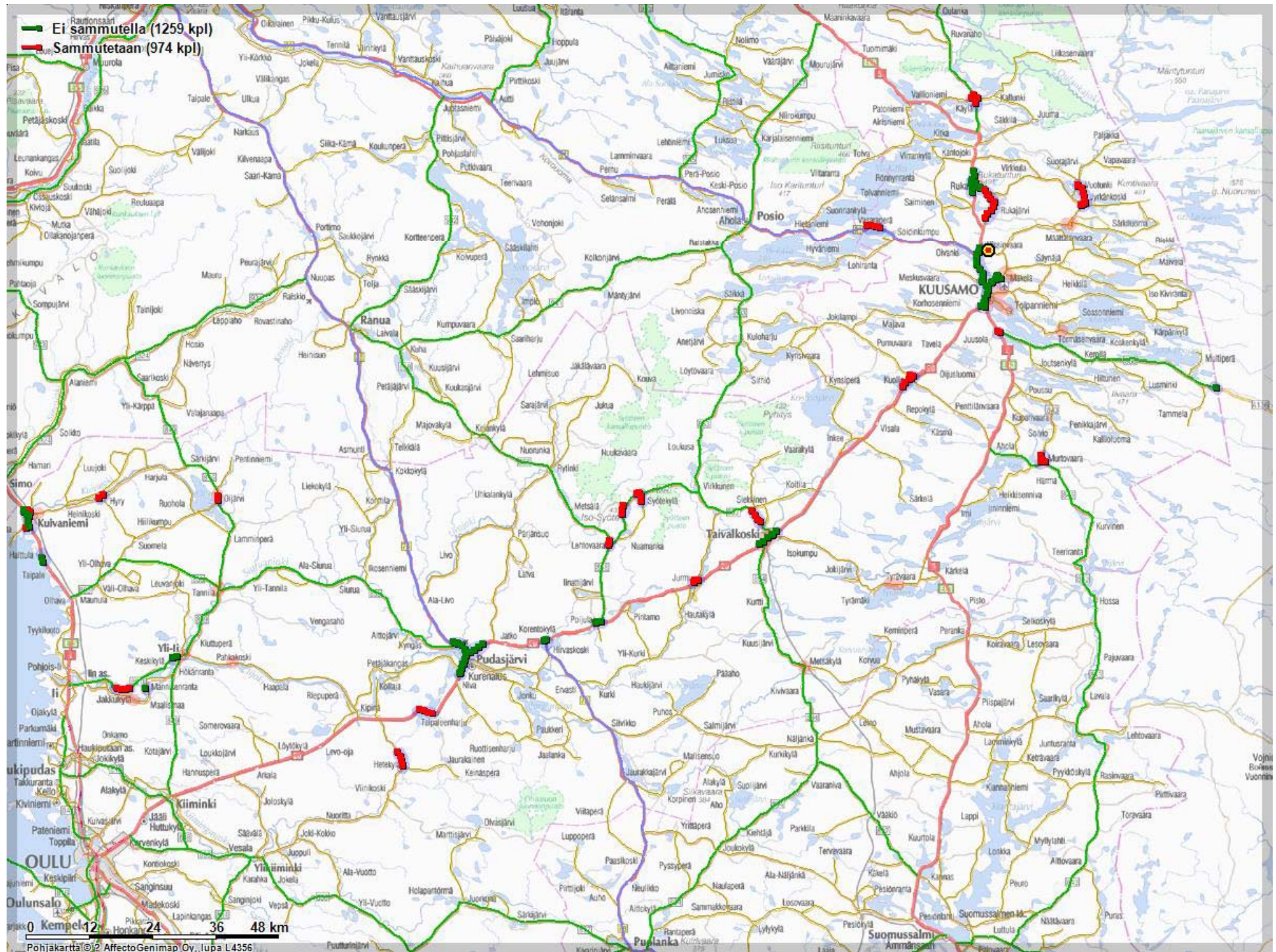
Alikulut voidaan varustaa paikallisella, liiketunnistukseen perustuvalla ohjauksella. Liiketunnistimet asennetaan alikulun sisäänmenoaukkojen alueelle.

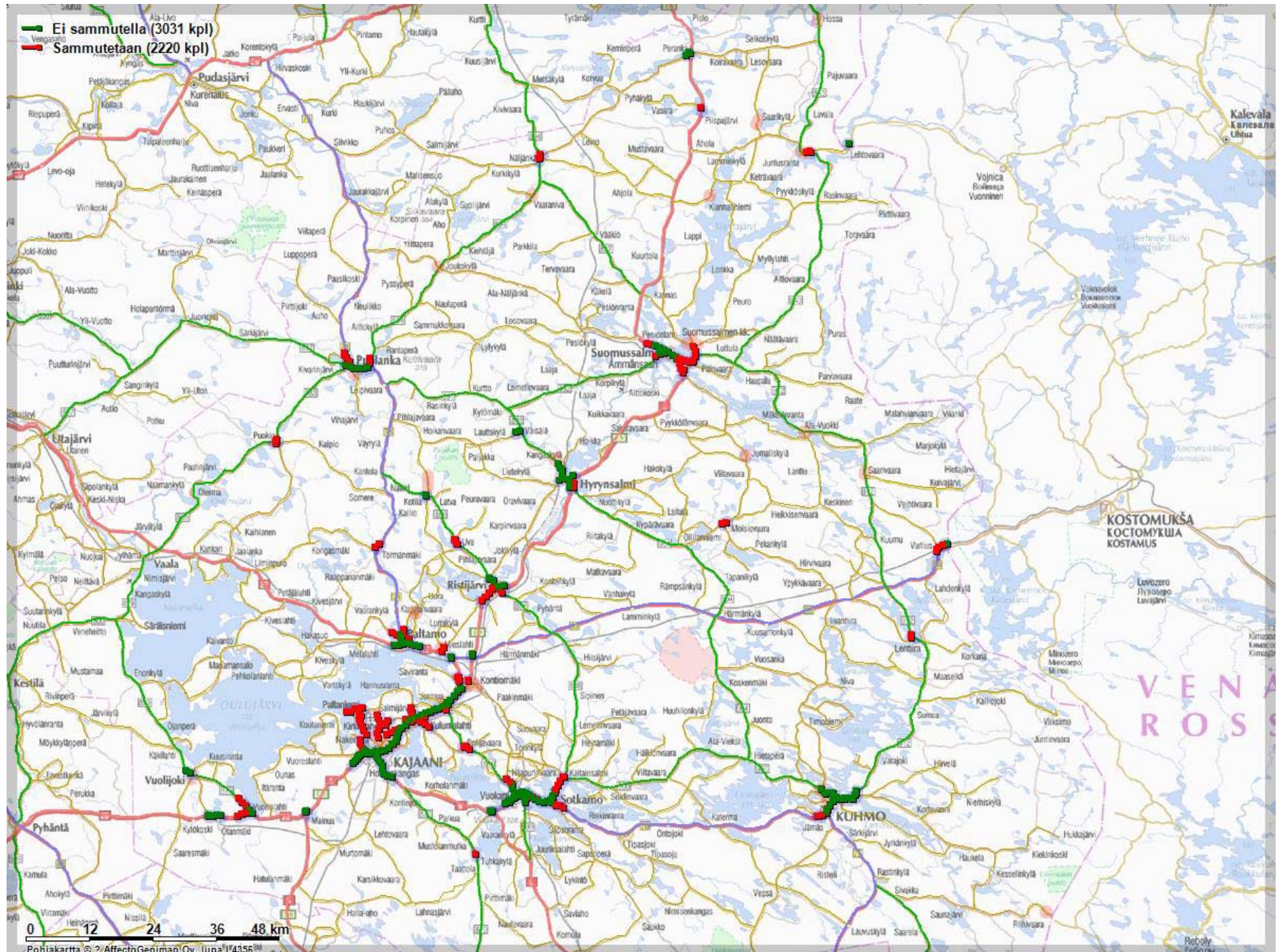
	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Alikulun valaistus	Jäljelle jäävä keskimääräinen valaistusvoimakkuus %																		
Jalankulku- ja pyörätievalaistus alikulun ulkopuolella ****	100	100	100	100	100	XX	XX	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	XX	100	100	100	100
Alikulun valaistus, paikallinen ohjaus, ei aktivoitu	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Alikulun valaistus, paikallinen ohjaus, aktivoitu	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**** Jäljelle jäävä keskimääräinen valaistusvoimakkuus määräytyy valaistusluokan mukaan, ks. liite 10

Liite 12 Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun tievalaistuksen yösammutuskohteet



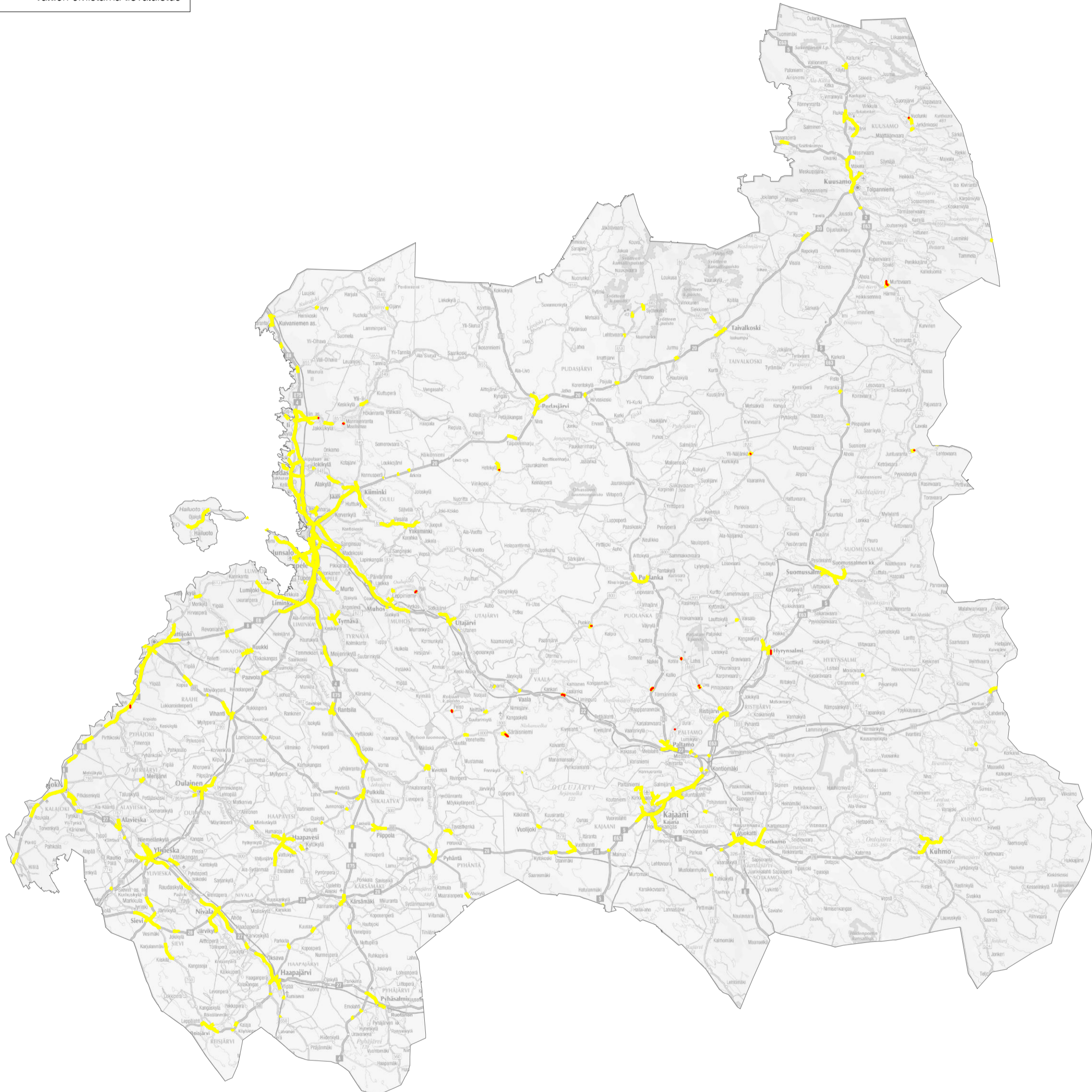






Valaistut tieosuudet

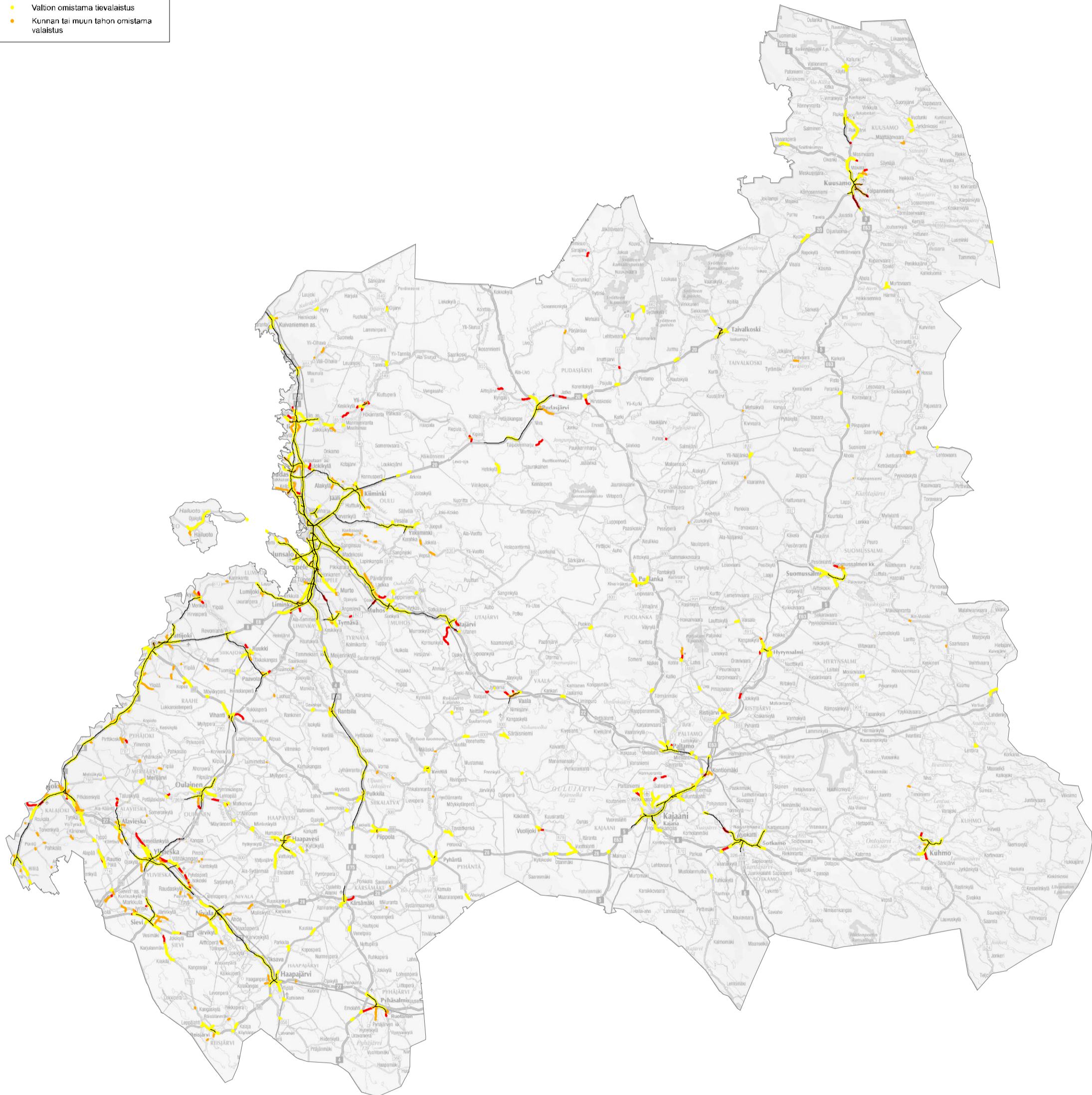
- Valaistut tieosuudet, joiden KVL on alle 300 ajon/vrk.
- Valtion omistama tievalaistus





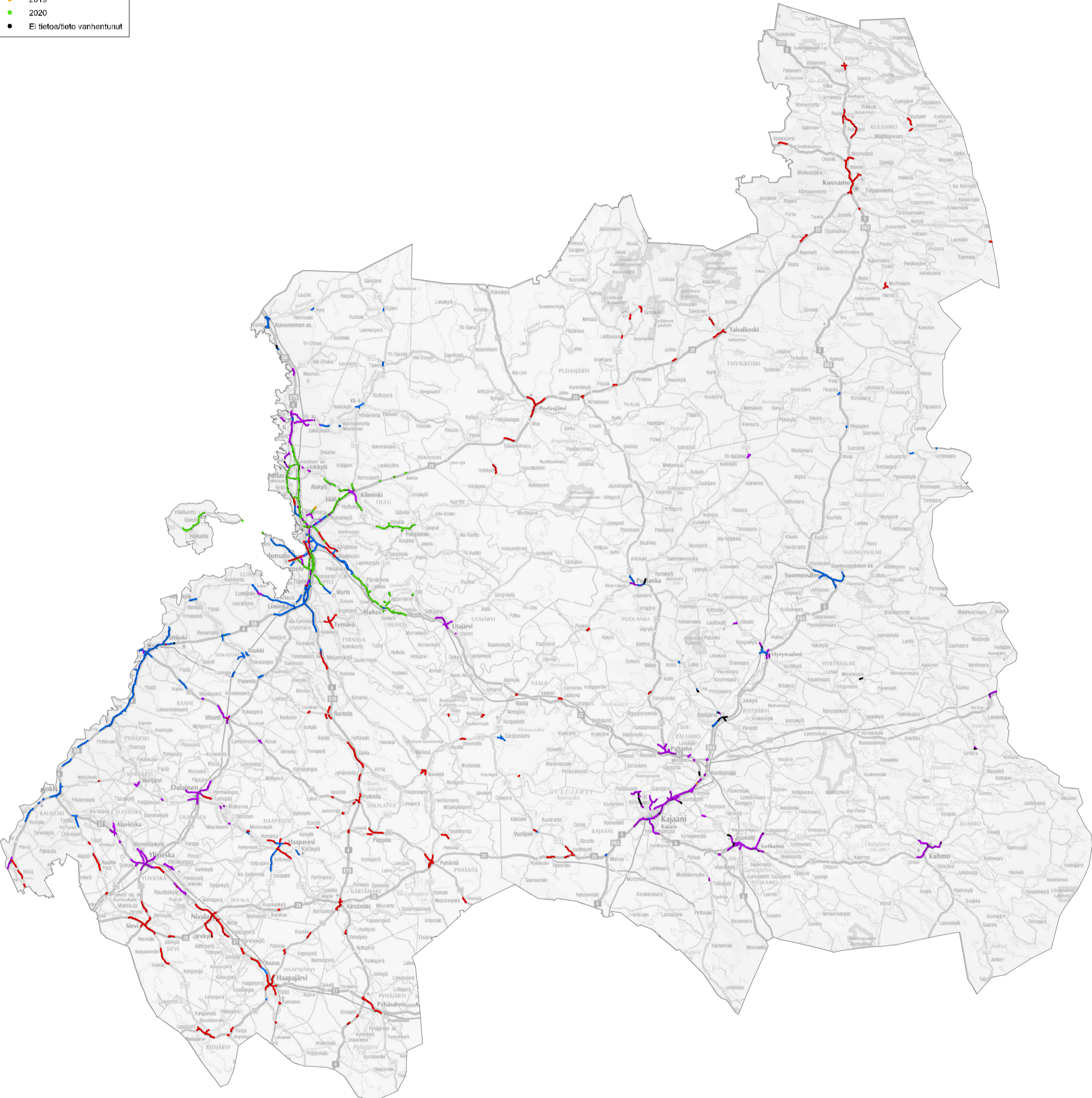
Liikennetaloudellisesti kannattava tievalaistus

- Liikennetaloudellisesti kannattava tievalaistus
- Liikenneturvallisuussuunnitelmasta nousut valaistustarve
- Valtion omistama tievalaistus
- Kunnan tai muun tahon omistama valaistus





- Maanteiden valaistuksen
lamppujen ryhmävaihtovuosi**
- 2016
 - 2017
 - 2018
 - 2019
 - 2020
 - Ei tietoa/tieto vanhentunut



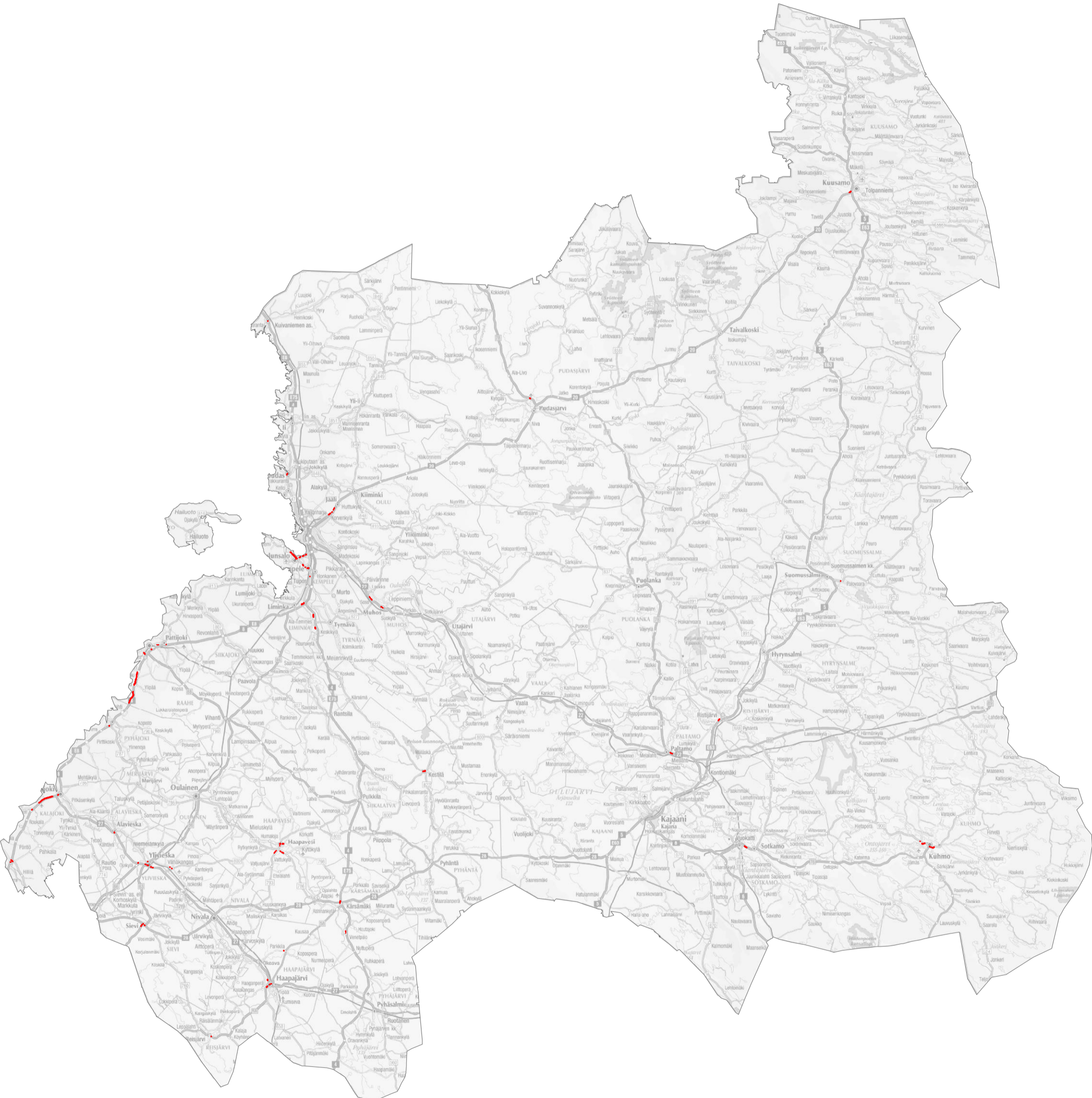
LIITE 16, Valaistuksen energiakustannukset ja ennusteet

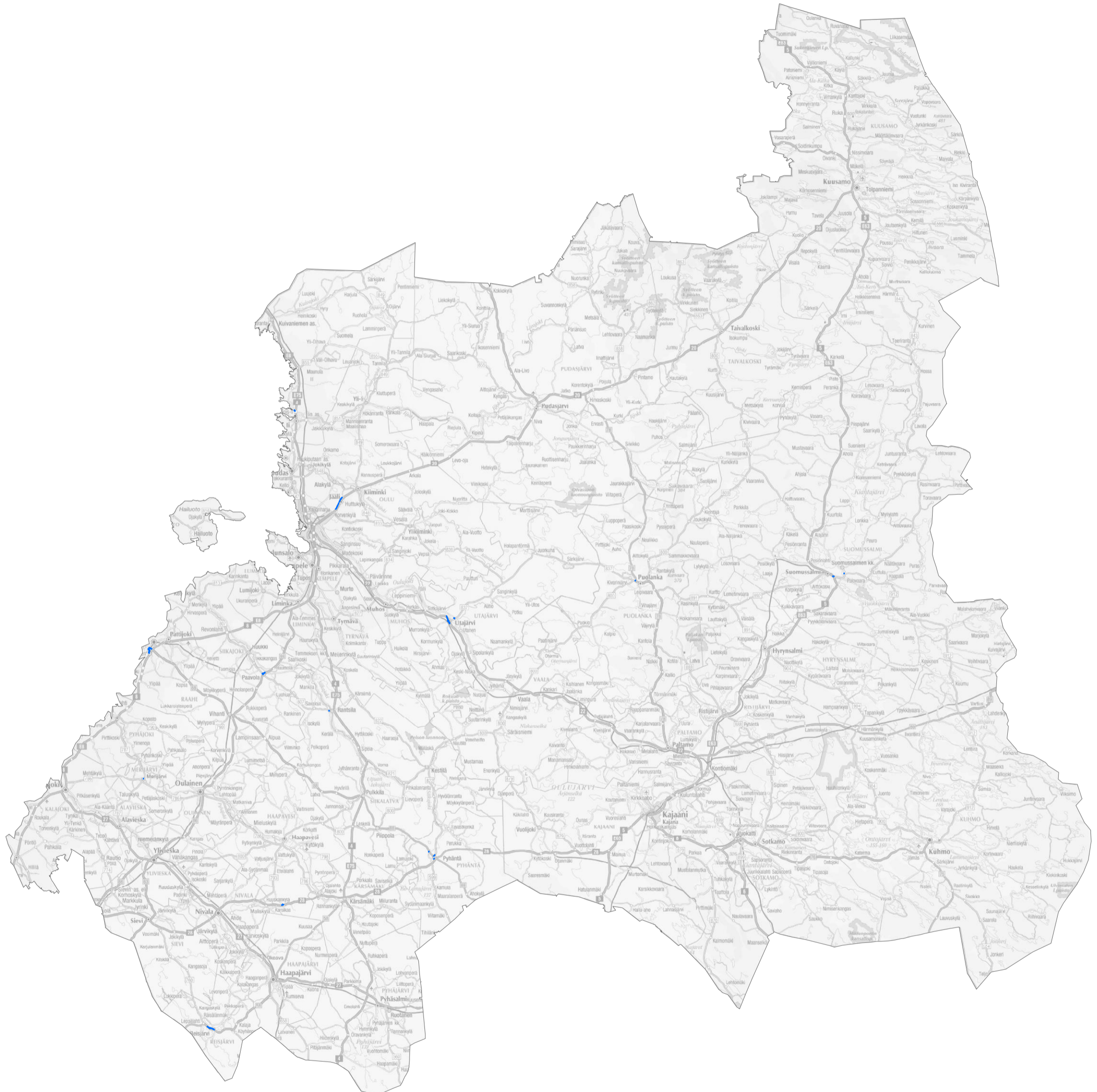
M2	SPN		LED				
	2-teho	Yösam.	2016	2018	2020	2025	Tavoite
Valotehokkuus [lm/W]							
Valonlähde	133,2	133,2	150,0	175,0	208,0	237,0	255,0
Valaisin	101,3	101,3	108,0	133,0	169,0	203,0	218,0
Teho [W]	276	276	262	213	167	139	130
Alenemakerroin	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Valaisimen valovirta [lm]	27972	27972	27972	27972	27972	27972	27972
Asennus							
Valaisinta / km (2x58m)	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5
Teho / km [W]	9517,2	9517,2	9037,4	7338,6	5775,4	4808,1	4477,2
Energian kulutus [kWh/a]							
Valaistusluokka 3 (M2)	14162	19606	8066	6550	5155	4291	3996
Valaistusluokka 2 (M3)	12308	0	4036	3278	2579	2147	2000
Valaistusluokka 1 (M4)	0	0	9543	7750	6099	5077	4728
YHTEENSÄ							
Kulutus [kWh]	26470	19606	21646	17577	13833	11516	10724
Energiakustannukset	3 441 €	2 549 €	2 814 €	2 285 €	1 798 €	1 497 €	1 394 €
Muutos	100 %	74 %	82 %	66 %	52 %	44 %	41 %

M3b	SPN		LED				
	2-teho	Yösam.	2016	2018	2020	2025	Tavoite
Valotehokkuus [lm/W]							
Valonlähde	116,7	116,7	150,0	175,0	208,0	237,0	255,0
Valaisin	83,9	83,9	108,0	133,0	169,0	203,0	218,0
Teho [W]	167	167	135	122	94	78	67
Alenemakerroin	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Valaisimen valovirta [lm]	14175	14175	14175	14175	14175	14175	14175
Asennus							
Valaisinta / km (55 m)	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2
Teho / km [W]	3036,1	3036,1	2454,3	2218,0	1708,9	1418,0	1218,1
Energian kulutus [kWh/a]							
Valaistusluokka 3 (M3b)	4518	6254	2190	1980	1525	1266	1087
Valaistusluokka 2 (M4)	4377	0	1096	991	763	633	544
Valaistusluokka 1 (M5)	0	0	2592	2342	1805	1497	1286
YHTEENSÄ							
Kulutus [kWh]	8895	6254	5878	5312	4093	3396	2917
Energiakustannukset	1 156 €	813 €	764 €	691 €	532 €	442 €	379 €
Muutos	100 %	70 %	66 %	60 %	46 %	38 %	33 %

M5	SPN		LED				
	2-teho	Yösam.	2016	2018	2020	2025	Tavoite
Valotehokkuus [lm/W]							
Valonlähde	94,3	94,3	150,0	175,0	208,0	237,0	255,0
Valaisin	67,7	67,7	108,0	133,0	169,0	203,0	218,0
Teho [W]	80,0	80,0	50,1	40,7	32,0	26,7	24,8
Alenemakerroin	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Valaisimen valovirta [lm]	5412	5412	5412	5412	5412	5412	5412
Asennus							
Valaisinta / km (2x45 m)	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2
Teho / km [W]	1777,8	1777,8	1113,6	904,3	711,6	592,4	551,7
Energian kulutus [kWh/a]							
Valaistusluokka 3 (M5)	2645	3662	994	807	635	529	492
Valaistusluokka 2 (M6)	3755	0	398	323	254	212	197
Valaistusluokka 1 (P5)	0	0	941	764	601	500	466
YHTEENSÄ							
Kulutus [kWh]	6400	3662	2333	1894	1491	1241	1156
Energiakustannukset	832 €	476 €	303 €	246 €	194 €	161 €	150 €
Muutos	100 %	57 %	36 %	30 %	23 %	19 %	18 %

P4	SPN		LED				
	2-teho	Yösam.	2016	2018	2020	2025	Tavoite
Valotehokkuus [lm/W]							
Valonlähde	72,0	72,0	72,0	175,0	208,0	237,0	255,0
Valaisin	59,1	59,1	108,0	133,0	169,0	203,0	218,0
Teho [W]	61,0	61,0	33,8	27,5	21,6	18,0	16,8
Alenemakerroin	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Valaisimen valovirta [lm]	3652	3652	3652	3652	3652	3652	3652
Asennus							
Valaisinta / km (47 m)	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3
Teho / km [W]	1298,1	1298,1	719,6	562,0	416,0	333,0	293,0
Energian kulutus [kWh/a]							
Valaistusluokka 3 (P4)	4673	2674	642	502	371	297	262
Valaistusluokka 2 (P5)	0	0	257	201	149	119	105
Valaistusluokka 1 (P6)	0	0	608	475	351	281	248
YHTEENSÄ							
Kulutus [kWh]	4673	2674	1507	1177	871	698	614
Energiakustannukset	608 €	348 €	196 €	153 €	113 €	91 €	80 €
Muutos	100 %	57 %	32 %	25 %	19 %	15 %	13 %







RAPORTEJA 9 | 2017
TIEVALAISTUKSEN TARVESELVITYS JA TOIMINTALINJAT
POHJOIS-POHJANMAA JA KAINUU

Pohois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-554-2 (PDF)

ISSN-L 2242-2846
ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-554-2

www.doria.fi/ely-keskus | www.ely-keskus.fi