

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infratekniikka, maa- ja kalliorakentaminen

Olga Joensuu

Uvilan kaupungin tievalaistuksen uusiminen

Opinnäytetyö 2012

Tiivistelmä

Olga Joensuu

Ulvilan kaupungin tievalaistuksen uusiminen, 46 sivua, 33 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikka

Infratekniikka, maa- ja kalliorakentaminen

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: teknisen osaston johtaja Juha Hjulgren, Ulvilan kaupunki,

yliopettaja Jorma Jaakkola, Saimaan ammattikorkeakoulu

EcoDesing-direktiivin asetusten seurauksena elohopeahöyrylamppujen markkinoille tuonti loppuu Euroopassa vuonna 2015. Näiden lamppujen tilalle on etsittävä korvaaja.

Opinnäytetyön aiheena oli laatia suunnitelma Ulvilan kaupungin tievalaistuksen uusimiseksi EcoDesign-direktiivin mukaisesti. Työ tehtiin Ulvilan kaupungin viraston teknisen osaston toimeksiannosta.

Tehtävänä oli kartoittaa Ulvilan kaupungin tievalaistuksen nykytilanne eli kaupungin omistaman ulkovalaistuksen määrää, eri lampputyyppeiden jakaumaa, energiankulutusta sekä kustannuksia. Lisäksi työssä tarkastellaan EcoDesign-direktiivin asetusten vaikutusta ulkovalaistukseen, pohditaan erilaisia menettelytapoja ja valaistustekniikoita elohopeahöyrylamppujen vaihtotyöhön. Lopuksi arvioidaan vaihdon aiheuttamia kustannuksia ja säästöjä Ulvilan kaupungille.

Tutkimusmenetelminä tässä työssä käytettiin Ulvilan kaupungista saatua tietoa, alan kirjallisuutta sekä valaistukseen keskittyvien yritysten suosituksia ja tarjouksia. Kartat laadittiin YTCAD-suunnitteluohjelmalla.

Lopputuloksena laadittiin tavoitteen mukaiset esimerkkiratkaisut Ulvilan kaupungin valaistusvaihtoehdosta sekä tehtiin ehdotus uusimisaikatauluksi ja -järjestykseksi, jotka ovat toimeksiantajan hyväksymät ja toteuttamiskelpoiset. Opinnäytetyötä voidaan käyttää tarkempien katukohtaisten suunnitelmien perustana suunnittelun edetessä lähemmäs toteutusvaihetta.

Asiasanat: Tievalaistus, katuvalaistus, EcoDesing-direktiivi, elohopeahöyrylamppu

Abstract

Olga Joensuu

Road lighting renewal in the city of Ulvila, 46 pages, 33 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Civil and construction engineering

Thesis 2012

Instructors: technical apartment manager Juha Hjulgren, Ulvila city,

lecturer Jorma Jaakkola, Saimaa University of Applied Sciences

Under the EcoDesign directives regulations, mercury-vapor lamps will no longer be imported into the European market in 2015. Therefore replacements have to be found for the current lamps under the regulations.

The objective of this study was to develop a plan for the renewal of road lighting in Ulvila, under the EcoDesign directive. The work was ordered by the Technical Department in Ulvila city.

The task was to find out the current situation with Ulvila city road lighting. The study looked at the different types of lamps that had to be identified, their distribution, energy consumption and expenditure. In addition, this study discusses the EcoDesign directive regulations on outdoor lighting, the various approaches and techniques to replace the mercury-vapor lamps. In conclusion the study estimates replacement costs and savings for the city of Ulvila .

The research information that was used in this study was information received from the city of Ulvila, literature and from lighting companies and their sales offers. Maps were drawn up by YTCAD design program.

As a result of this study a plan was made, that looked at the sequence and the time schedule that the lamps could be replaced. The plan was then approved by the city of Ulvila. The thesis can be used as a base for more accurate street-specific plans when the planning gets closer to the implementation phase.

Keywords: Road lighting, street lighting, EcoDesign directive, mercury-vapor lamp

Sisällys

1 Johdanto	6
1.1 Työn taustaa.....	6
1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset	6
1.3 Ulvilan kaupunki.....	7
2 EcoDesign-direktiivi	8
2.1 Asetuksen päätavoitteet.....	8
2.2 Direktiivin huomioon ottaminen kunnissa	9
2.3 Tehokkuusvaatimukset lamppuille	10
3 Lampputyypitarkastelu	12
3.1 Elohopeahöyrylamppu.....	15
3.2 Suurpainenatriumlamppu	16
3.3 Monimetallilamppu.....	17
3.4 Induktiolamppu.....	17
3.5 Led-lamppu	18
3.6 Yhteenveto lamppujen ominaisuuksista	18
4 Ulvilan tievalaistuksen nykytilanne	19
4.1 Valaisimien määrät ja lampputyypit.....	19
4.2 Valtion ja kaupungin omistama valaistus	22
4.3 Valaisinpylväät.....	23
4.3.1 Pylväitten sijainti	25
4.3.2 Pylväitten korkeus.....	26
4.4 Valaisimet	27
4.5 Ohjausjärjestelmä	29
4.7 Energiankulutus ja tievalaistuksen käyttötunnit.....	30
5 Valaistukset kohteittain	31
5.1 Maantievalaistus	32
5.2 Katuvalaistus	32
5.3 Yksityistievalaistus.....	33
5.4 Kevyen liikenteen väylien valaistus.....	34
5.5 Muut yleiset alueet (puistot).....	35
6 Korvaavat lamppuvaihtoehdot	35
7 Ehdotus uusimisaikatauluksi	36
8 Ehdotus uusimisjärjestykseksi	37
9 Kustannukset	38
9.1 Lamppujen vaihtokustannus.....	39
9.2 Valaisimen vaihtokustannus.....	40
9.3 Kustannus- ja energiankulutustarkastelu	40
10 Yhteenveto ja pohdinta	42
Kuvat	44
Taulukot	44
Lähteet	45

Liitteet

- Liite 1 Ulvilan valaistus
- Liite 2 Uusittava valaistus ja uusimisjärjestys
- Liite 3 Valaistuskeskukset

1 Johdanto

1.1 Työn taustaa

EU:n energiapalveludirektiivin mukaan Suomessa on saatava aikaan yhdeksän prosentin energiatehokkuuden parantuminen vuoteen 2016 mennessä verrattuna vuosien 2001 - 2005 energiankulutuksen keskiarvoon. Suomelle tämä tarkoittaa yhteensä 17 800 000 000 kilowattitunnin säästöä velvoittaen Suomea tehostamaan energiankäyttöään merkittävästi, jotta päästäisiin asetettuun säästötavoitteeseen. Suomi on toimittanut komissiolle oman energiatehokkuuden toimintasuunnitelmansa vuonna 2007. Suunnitelma pohjautuu vapaaehtoiseen energiatehokkuussopimukseen, jotka on solmittu myös kuntasektorin kanssa. (1.)

Suomen energian käytössä sähkön kysyntä on kaikkein nopeimmin kasvava energian loppukäytön muoto, ja sen ennustetaan kasvavan seuraavien 20 - 30 vuoden aikana entisestään. Kaikesta Suomessa käytetystä sähköstä yli kymmenesosa kuluu valaistukseen. Jotta asetettuun yhdeksän prosentin säästötavoitteeseen päästäisiin, merkitsee tämä ainakin valaistustekniikan uudistamista energiaa säästävempiin vaihtoehtoihin. (2.)

EU:n energiapalveludirektiivin eli EcoDesign-direktiivin asettamassa määräyksessä valaistukseen käytettävien elohopealamppujen tuonti markkinoille kielletään vuodesta 2015 alkaen (1). Suurin osa koko Suomen ja näin ollen Ulvilankin teistä, kaduista ja puistoista on valaistu kyseenomaisilla elohopeahöyrylamppuilla. Tämä velvoittaakin Ulvilan kuntaa merkittäviin toimenpiteisiin valaistuksen uusimisessa.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia suunnitelma Ulvilan kaupungin tievalaistuksen uusimiseksi energiatehokkaimmilla vaihtoehdoilla. Työssä perehdytään tarkemmin EcoDesign-direktiivin asetuksiin ja tehokkuusvaatimukseen sekä tutustutaan korvaaviin lampputyyppeihin. Tämän jälkeen kartoitetaan Ulvilan tievalaistuksen nykytilanne sekä käydään läpi yleispiirteittäin valaisinpylväät, valaisimet ja ohjausjärjestelmät. Lisäksi perehdytään

valaistukseen tietyypikohteittain ja suunnitellaan ehdotus tievalaistuksen uusimisaikatauluksi ja -järjestykseksi. Työssä ei oteta huomioon valaistusluokkia.

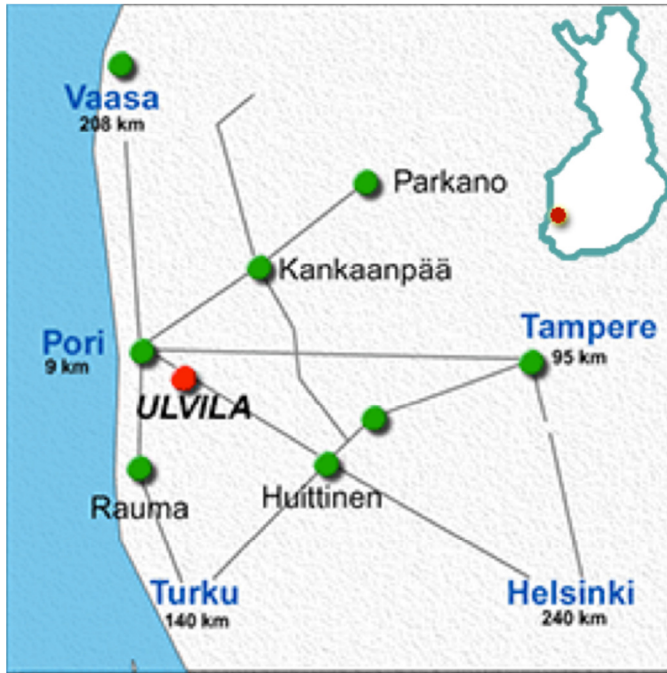
Lopuksi opinnäytetyössä tarkastellaan lamppujen ja valaisimien vaihtokustannuksia sekä tehdään suuntaa antava kustannus- ja energiankulutus-tarkastelu. Suunnitelmassa on otettava huomioon erilaiset valaistustekniikat ja niiden kustannukset siten, että kaupunki pystyy säästämään tulevaisuudessa käyttämäänsä sähköenergiaa ja osallistumaan näin omalta osaltaan ympäristön säästämiseen sekä kuormituksen vähentämiseen.

Työn tilaaja on Ulvilan kaupunginvirasto, tekninen osasto. Teknisen osaston tehtäväalueena on huolehtia kaupungin toimesta tapahtuvasta rakennuttamisesta, rakentamisesta sekä kunnossapito- ja käyttötehtävistä talonrakennuksen, kunnallistekniikan ja yleisten alueiden osalta. Lisäksi teknisen osaston tehtäviin kuuluu huolehtia kaupungin tiehallinnosta ja osaltaan liikenneolojen kehittämisestä kaupungissa kuten valaistuksen rakentamisesta. Tekniikan osaston lisäksi kaupunginvirastossa toimii maankäyttö-, sivistys-, talous- ja hallinto-osastot, joiden kanssa tein myös yhteistyötä aina työnkuvaani ja opinnäytetyöhöni liittyen.

1.3 Ulvilan kaupunki

Ulvila kuuluu Länsi-Suomen lääniin, Satakunnan maakuntaan ja Porin seutukuntaan. Ulvilan kaupunki sijaitsee aivan Porin naapurissa, Kokemäenjoen rannalla. (Kuva 1). Muita naapurikuntia ovat Harjavalta, Kokemäki, Kiikoinen, Lavia ja Nakkila. Kokemäenjoki halkaisee Ulvilan keskustaajamaan kahdeksi eripuolilla jokea sijaitseviksi taajamaiksi, itärannan Vanhakylä ja länsirannan Friitala. (3.)

Muut taajamaat ja kylät jotka kuuluvat Ulvilan kaupunkiin ovat mm. Harjunpää, Kaasmarkku, Ravani, Sunniemi, Suosmeri, Koski, Kangas, Leineperi, Levanpelto, Ahmaus, Järventausta, Palus ja Saarijärvi. Vuonna 2011 Ulvila on 13 692 asukkaan kaupunki, jolla on pitkä historia mm. Hansakauppiaiden kauppapaikkana. Ulvila lukeutuukin Turun ja Porvoon ohella maamme vanhimpiin kaupunkeihin. (3.)



Kuva 1. Ulvilan kaupungin sijainti (3, muokattu)

2 EcoDesign-direktiivi

Kioton ilmasopimuksen myötä energian kulutuksen vähentäminen on ollut yksi Euroopan Unionin tärkeimmistä tavoitteista vuodesta 1990. Tavoitteen saavuttamiseksi Euroopan Unionin parlamentti on säätänyt direktiivejä ja komissio on tehnyt niiden pohjalta suosituksia. Näistä direktiiveistä tievalaistuksen kannalta tärkein on EcoDesign-direktiivi.

2.1 Asetuksen päätavoitteet

EcoDesign-direktiivin tavoitteena on ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen ja elinkaariajattelu tuotteiden suunnitteluvaiheessa, koska energiaan liittyvillä tuotteilla on suuri osuus luonnonvarojen ja energian kulutuksessa yhteisössä. Direktiivi määrittelee energiaa käyttävien tuotteiden suunnittelun ja tuotekehityksen ekologiset vaatimukset. Direktiivillä pyritään edistämään pysyvää kehitystä parantamalla ympäristön suojelun tasoa ja energiatehokkuutta sekä samalla energiahuoltovarmuutta. Myös muita sähkölaitteiden ympäristövaikutuksia rajoittavia direktiivejä ja asetuksia on runsaasti, mutta ulkovalaistuksen kannalta tärkeimmät vaikutukset ulkovalaisinmarkkinoihin on koottu taulukkoon 1. (2; 4.)

Vuosi	Vaikutus purkauslamppujen markkinoihin
2010	Suurpainepurkauslamppujen tietyt tiedot pitää olla vapaasti saatavilla teknisissä dokumenteissa tai nettisivuilla
2012	Monimetalli- ja suurpainenatriumlamppujen valotehokkuusvaatimukset kiristyvät. Minimirajan alittavat vakiosuurpainenatriumlamput (Ra < 60) poistuvat markkinoilta
2015	Elohopealamput poistuvat markkinoilta Elohopealamppuja korvaavat suurpainenatriumlamput poistuvat markkinoilta
2017	Monimetallilamppujen valotehokkuusvaatimukset kiristyvät. Kvartsilasiset monimetallilamput poistuvat markkinoilta

Taulukko 1. EcoDesign-direktiivin tärkeimmät vaikutukset ulkovalaisinmarkkinoihin (4)

Uudistuksen myötä vähintään 60 % kuntasektorin ulkovalaistuksesta tulisi saneerata lähivuosina ja saneeraus kustannuksiksi on arvioitu 700 miljoonaa euroa aikavälillä 2012 - 2019. Tavoitteena on estää yleisvalaistuksen nykykehityksen mukainen kasvaminen ja vähentää energiankulutusta 20 % vuoteen 2020 mennessä. (5.)

Direktiivin soveltamisala on koko energian loppukäyttö pois lukien merenkulku, lentoliikenne ja päästökaupan piirissä oleva teollisuus. Asetuksen lähtökohtana on ollut nykyinen tie-, katuvalaistus ja toimistovalaistus, mutta se pyrkii ohjaamaan myös muiden kohteiden valaistusta siten, että kohteisiin valitaan kulloinkin käyttötarkoitukseltaan parasta mahdollista teknologiaa. (2.)

Tulevaisuudessa tilannetta saattaa muuttaa uusien valonlähteiden kehittyminen ja tuleminen markkinoille. Tätä varten direktiivissä on varattu mahdollisuus uuteen päivitykseen vuonna 2015.

2.2 Direktiivin huomioon ottaminen kunnissa

Julkinen sektori on merkittävä hankintojen tekijä, sillä julkiset hankinnat ovat Suomessa noin 20 - 30 miljardia euroa vuosittain eli noin 15 % bruttokansantuotteesta. Suurin osa tästä on kuntien, kuntayhtymien ja muiden kunnallisten organisaatioiden hankintoja. Direktiivi asettaakin julkiselle sektorille esimerkki-

aseman energiatehokkuuden edistämisessä. Myös valtioneuvoston helmikuussa 2010 julkistamassa periaatepäätöksessä energiatehokkuuden edistämistöiden tehostamisesta lähivuosina päätettiin energiasuunnitelman laatimisesta työ- ja elinkeinoministeriölle. (6.)

Kunnissa tehtävillä valinnoilla onkin täten merkittävä vaikutus tuotteiden ja palvelujen aiheuttamaan elinkaaren aikaiseen energiankulutukseen ja hiilidioksidipäästöihin, mutta myös energiakustannuksiin. Energiapalvelu-direktiivi velvoittaa kuntia ottamaan laitteita, rakennuksia ja ajoneuvoja hankittaessa huomioon energiatehokkuuden yhtenä valintakriteerinä, joten se sopii hyvin hankintakriteeriksi hinnan ja muiden perusteiden rinnalle. (6.)

2.3 Tehokkuusvaatimukset lamppuille

EcoDesign-direktiivin pohjalta tehty komission asetus N:o 245/2009 (7) antaa ohjeet palvelusektorin valaistustuotteiden ekologiselle suunnittelulle. Palvelusektorin valaistustuotteilla tarkoitetaan purkauslamppuja, kuten yksi- tai kaksikantaisia loistelamppuja ja suurpainepurkauslamppuja sekä näiden virranrajoittimia eli purkauslamppujen kuristimia ja muita liitäntälaitteita. Asetus sisältää myös valotehokkuusvaatimuksia, toiminnallisia vaatimuksia ja tuotetietovaatimuksia. Koska markkinoilla ei voida erotella, mikä valonlähde päättyy loppujenlopuksi kotitalous- tai palvelusektorikäyttöön, on asetukset annettu koskemaan valonlähteiden ja liitäntälaitteiden myyntiä riippumatta käyttökohteesta. (4, s.29; 7.)

Lamppujen tehokkuusvaatimukset kiristyvät 3-vaiheessa (välitarkastelu 2015):

Vaihe 1. alkaa huhtikuussa 2010. Hehkulamput poistuvat vaiheittain. Siinä annetaan määräyksiä eniten käytettyjen yksi- ja kaksikantaisten loistelamppujen valotehokkuuksista. Tässä vaiheessa markkinoilla ei tule suuria muutoksia loistelamppujen ja tievalaistuksen kannalta. (4.)

Vaihe 2. alkaa huhtikuussa 2012. Siinä annetaan suurpainenatrium- ja monimetallilamppujen valotehokkuudelle rajat sekä kiristetään loistelamppujen valotehokkuuksia. Halkaisijaltaan 38 mm:n lamput poistuvat. Värintoistoltaan ($R_a < 60$) alhaisten suurpainenatriumlamppujen valotehokkuusvaatimukset ovat

taulukossa 2. Monimetallilamppujen ja paremman värintoiston ($R_a > 60$) suurpainenatriumlamppujen vaatimukset on esitetty taulukossa 3. (4.)

Jotta monet ulkovalaistuksen parissa työskentelevät toimijat voisivat varautua uusiin määräyksiin, asetettiin muille suurpainepurkauslamppuille taulukon 4 mukaiset valotehokkuusvaatimukset astumaan voimaan vasta huhtikuusta 2015. Tämän asetuksen myötä elohopealamput poistuvat pysyvästi markkinoilta. (4.)

Vaihe 3. alkaa huhtikuussa 2017. Silloin annetaan uudet rajat monimetallilamppujen valotehokkuusvaatimuksiin, taulukko 5.

Kaikissa vaiheissa tulee vaatimuksia myös virranrajoittimille eli purkauslamppujen liitälaitteille. Direktiivin tarkoitus on siis poistaa markkinoilta kaikki energiatehottomat lamput ja myös valaisimet.

Lampun nimellisteho P (W)	Valotehokkuus (lm/W), Kirkkaat lamput	Valotehokkuus (lm/W), Muut kuin kirkkaat lamput
$P \leq 45$	≥ 60	≥ 60
$45 < P \leq 55$	≥ 80	≥ 70
$55 < P \leq 75$	≥ 90	≥ 80
$75 < P \leq 105$	≥ 100	≥ 95
$105 < P \leq 155$	≥ 110	≥ 105
$155 < P \leq 255$	≥ 125	≥ 115
$255 < P \leq 605$	≥ 135	≥ 130

Taulukko 2. Suurpainenatriumlamppujen ($R_a \leq 60$) valotehokkuusvaatimukset (7)

Lampun nimellisteho P (W)	Valotehokkuus (lm/W), Kirkkaat lamput	Valotehokkuus (lm/W), Muut kuin kirkkaat lamput
$P \leq 55$	≥ 60	≥ 60
$55 < P \leq 75$	≥ 75	≥ 70
$75 < P \leq 105$	≥ 80	≥ 75
$105 < P \leq 155$	≥ 80	≥ 75
$155 < P \leq 255$	≥ 80	≥ 75
$255 < P \leq 405$	≥ 85	≥ 75

Taulukko 3. Monimetallilamppujen ($R_a < 80$) ja suurpainenatriumlamppujen ($R_a > 60$) valotehokkuusvaatimukset (7)

Lampun nimellisteho P (W)	Valotehokkuus (lm/W)
$P \leq 40$	≥ 50
$40 < P \leq 50$	≥ 55
$50 < P \leq 70$	≥ 65
$70 < P \leq 125$	≥ 70
$125 < P$	≥ 75

Taulukko 4. Muiden suurpainepurkauslamppujen valotehokkuusvaatimukset (7)

Lampun nimellisteho P (W)	Valotehokkuus (lm/W), Kirkkaat lamput	Valotehokkuus (lm/W), Muut kuin kirkkaat lamput
$P \leq 55$	≥ 70	≥ 65
$55 < P \leq 75$	≥ 80	≥ 75
$75 < P \leq 105$	≥ 85	≥ 80
$105 < P \leq 155$	≥ 85	≥ 80
$155 < P \leq 255$	≥ 85	≥ 80
$255 < P \leq 405$	≥ 90	≥ 85

Taulukko 5. Monimetallilamppujen valotehokkuusvaatimukset (7)

3 Lamputyyppitarkastelu

Ulkovalaistuksessa pääasiallisesti käytettyjä valonlähteitä ovat kaasupurkaustekniikkaan perustuvat lamput, kuten elohopeahöyrylamppu, suurpainenat-

riumlamppu ja monimetallilamppu. Kaikilla purkauslamppuilla on yhteistä pitkä syttymisaika ja sammuttuaan ne eivät heti syty uudestaan.

Lukumäärältään nykyisin eniten käytössä on vielä elohopeahöyrylamppuja, kun huomioidaan myös puistot sekä erilliset kevyenliikenteenraitit mukaan. Ulvilassa on kuitenkin vuodesta 2006 asti elohopeahöyrylamput korvattu energiatehokkaimmilla suurpainenatriumlampuilla. Ulvilan kaupungissa on myös koekäytössä Led-valaisimia, jotka ovat varteen otettava vaihtoehto tievalaistuksessa.

Euroopan komission asetukset tuovat mukanaan vaatimuksia myös valonlähteiden toiminnalle ja valon laadulle. Määräyksiä on annettu muun muassa lamppujen polttoajalle, syttymisajalle, valonvirran alenemalle ja ennenaikaiselle vikaantumiselle. (7.)

Lamppujen tärkeimmät ominaisuudet tievalaistuksen kannalta ovat:

- valotehokkuus (lm/W)
- valovirta (lm)
- hyötypolttoikä (h)
- valovirran alenema
- värintoistoindeksi (Ra)
- väriämpötila (K)
- hinta.

Valotehokkuus kertoo, kuinka suuri osa lampun käyttämästä sähköenergiasta muuttuu valoksi. Se ilmaistaan lampun säteilytehon eli valovirran (lumen, lm) suhteesta käytettyyn sähkötehoon (watti, W), joka on suoraan verrannollinen valaistuksen energiatehokkuuteen. Esimerkiksi 125 W HQL lampun (elohopeahöyrylamppu) valotehokkuus on $6800 \text{ lm}/125 \text{ W} = 54,4 \text{ lm/W}$. Taulukosta 4 voidaan nähdä, että tämän tehoiselle lampulle raja-arvo on 75 lm/W. Vertailuna paras suurpainenatriumlamppu on 70 W, jonka valotehokkuus on $6600 \text{ lm}/70 \text{ W} = 95 \text{ lm/W}$. Taulukosta 3 nähdään, että raja-arvo on 70 W lamppuille 70 lm/W. Energian kulutuksen kannalta vielä merkittävämpää on, että käyttöön otettavan lampun teho on oikea ja sitä ei polteta turhaan. Mitä suurempi valotehokkuus on, sen energiatehokkaampi lamppu on, eli se on hyötysuhteeltaan parempi. (8.)

Valovirta, jonka yksikkö on lumen (lm), kuvaa valonlähteen voimakkuutta. Valovirta ilmaisee valonlähteestä tietyssä ajassa virtaavan valon määrän. Lumen-lukua tullaan jatkossa käyttämään näkyvämmiin ilmaisemaan eri lamppujen voimakkuutta aikaisemman lampun tehomerkinän eli lampun käyttämän energian määrän ilmaiseman watti-luvun sijaan. Lampulle ilmoitettu valovirta on mitattu uudella lampulla, jota on poltettu 100 tuntia. (9.)

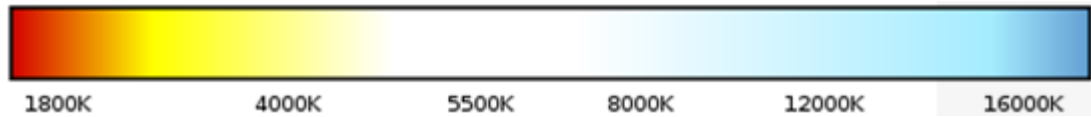
Hyötypolttoikä (h) ilmoitetaan lampun polttotuntimäärä, jolloin lampun kokonaisvalovirrasta on tavallisesti jäljellä enää 80 % johtuen lamppujen loppuun palamisesta ja valovirran alenemasta. Valovirran alenemakerroin on silloin 80 %. Kaikki lamput eivät saavuta täyttä valotehoaan välittömästi sytyttämisen jälkeen. Syttymisaika on määritelty asetuksissa aikana, jolloin lamppu saavuttaa tietyn tason maksimivalontuotosta. (9.)

Värintoistoindeksi (Ra) ilmoitetaan lukuarvon välillä 0 - 100 ja se kuvaa valonlähteen kykyä toistaa värejä. Mitä suurempi arvo on, sitä luonnollisimpina värit toistuvat (päivänvalo = 100).

Taulukko 6. Värintoistoindeksi (10, muokattu)

Luokka	Värintoistoindeksi	Värintoisto-ominaisuudet
1A	$90 < Ra$	Erittäin hyvät
1B	$80 < Ra < 90$	Hyvin hyvät
2	$60 < Ra < 80$	Hyvät
3	$40 < Ra < 60$	Tyydyttävät
4	$20 < Ra < 40$	Välttävät

Väriämpötila kertoo puolestaan minkä väristä valoa lamppu tuottaa (Kuva 2) ja se ilmoitetaan Kelvin-asteikolla. Lämmin valkoinen valo on noin 3000 K (2700 - 3500 K), neutraalin valkoinen valo on noin 4000 K ja kylmän valkoinen valo on noin 5000 - 8000 K.



Kuva 2. Värilämpötila (11)

3.1 Elohopeahöyrylamppu

Elohopeahöyrylamput ovat vanhin purkauslampputyyppejä, joka on tievalaistuksessa yleisin käytetty valonlähde, mutta poistuu käytöstä EU:n alueella lampun heikemmän valotehokkuuden myötä (jolloin niitä ei enää asenneta uusiin tievalaistuskohteisiin.). Se on lampputyypeistä edullisin, mutta samalla myös tehottomin ja eniten energiaa kuluttava. Niiden valotehokkuus on vaatimaton muihin purkauslamppuihin verrattuna, vain noin 40-54 lm/W. Elohopeahöyrylamppuja käytetään yleisesti:

- alempiluokkaisilla teillä ja kaduilla
- kevyen liikenteen väylillä
- pysäköimis- ja levähdysalueilla
- kokooja- ja tonttikaduilla
- puistoissa
- liikennemerkkien valaisemisessa (10; 12.)

Elohopeahöyrylamppuissa käytettyjä lampputehoja ovat 50 W, 80 W, 125 W ja 250 W. Ulvilassa on käytössä katuvalaistuksessa sekä muilla vähemmän valotehoa tarvitsevilla osuuksilla HQL 125 W lamput ja enemmän liikennettä olevilla teillä HQL 250 W lamput (HQ = valmistajan valonlähteestä käyttämä lyhenne).

Elohopeahöyrylamppun keskimääräinen elinikä on pitkä, jopa 16000 tuntia. Lampun valontuotto kuitenkin huononee elinkaaren aikana merkittävästi, minkä vuoksi lamppujen vaihtoväli ei ole yhtä pitkä. Lampun värinointo riittää juuri ja juuri luokkaan hyvä, värinointoindeksi $R_a = 60$. Värinointo huononee lampun eliniän aikana. Elohopealamppujen hankintahinta on edullinen, mutta suuren energiakulutuksen vuoksi niiden käyttäminen ei ole kustannustehokasta. (9.)

3.2 Suurpainenatriumlamppu

Suurpainenatriumlamppu on tällä hetkellä markkinoiden valotehokkain ja luotettavin valonlähde tie- ja katuvalaistukseen. Sillä on suuri valontuotto ja luotettava elinikä verrattuna halpaan hankintahintaan. Lampun hyvänä puolena on myös pakkasen kestävyys ja elektronisten liitäntälaitteiden moitteeton toiminta kylmissäkin olosuhteissa. (10.)

Suurpainenatriumlampun tunnistaa helposti sen tuottamasta kellertävästä (värilämpötila noin 2 200 K) valosta, joka samalla vääristää ympäristön värejä. Värintoistoindeksi (Ra) on 20 luokkaa, eli melko huono. Se rajaakin lamppujen käyttöä alueilla, joilla värivaikutelmalla ja toistolla on suuri merkitys. Suurpainenatriumlampuista on tarjolla myös värikorjattuja versioita, joiden värintoisto ylittää luokkaan hyvä, värintoistoindeksi Ra = 65. Näiden lamppujen valontehokkuus on kuitenkin pienempi ja polttoikä lyhyempi kuin tavallisilla suurpainenatriumlampuilla. Tavallisilla suurpainenatriumlampuilla valotehokkuus on noin 80 - 130 lm/W, joka on purkauslamppujen keskitehoa ja jo kaksi kertaa parempi kuin elohopeahöyrylamppuilla. Suurpainenatriumvalaisimia käytetään yleisesti:

- yleisillä vilkasliikenteisillä teillä ja kaduilla
- eritasoliittymissä
- kevyen liikenteen väylillä
- tunneleissa
- sillanalusvalaistuksessa (10; 12.)

Katu- ja tievalaistuksessa yleisimmin käytettyjä lampputehoja ovat 70 W, 100 W, 150 W ja 250 W. Paras energiatehokkuus on suuritehoisilla lamppuilla, pienitehoisilla se on vastaavaa monimetallilamppua huonompi. Pienempien 50 W:n tehoisten suurpainenatriumlamppujen valontuotto riittää erinomaisesti tonttikatujen ja kevyenliikenteen raittien valaistukseen. Maanteiden valaistuksessa lamppujen tehoksi riittää 100 ja 150 W. Valta- ja moottoriteiden valaistuksessa käytetään jo 250 W:n lamppuja. Suurpainenatriumlamppujen keskimääräinen polttoikä on todella pitkä, noin 24 000 - 32 000 tuntia. (10.)

Ulvilan kaupungin teiden valonlähteinä käytetään SON 70 W ja SON 100 W suurpainenatriumlamppuja. Näiden osuus tievalaistuksessa on yhteensä 28% koko Ulvilan kaupungin omistamasta valaistuksesta.

3.3 Monimetallilamppu

Monimetallilamput ovat periaatteeltaan hyvin samankaltaisia kuin elohopeahöyrylamput, mutta niiden ominaisuuksia on paranneltu käyttämällä purkausputkissa useita eri metalleja, johon nimikin jo viittaa. Monimetallilampun valotehokkuus on huomattavasti elohopeahöyrylamppua parempi, noin 70 - 115 lm/W. Ulkovalaistuksessa käytettyjä lampputehoja ovat 35 W, 50 W, 70 W, 100 W, 150 W ja 250 W. Ulvilan kaupungissa ei ole käytössä yhtään monimetallilamppua. (9; 10.)

Monimetallilamppujen valon värintoisto-ominaisuudet ovat purkauslamppuista parhaimmat, värintoistoindeksi $R_a = 70-90$. Valkoisen valon värisävyjä on tarjolla aina lämpimän valkoisesta kylmään valkoiseen. Uudemman tekniikan mukaiset, keraamiset monimetallilamput säilyttävät valontuotonsa ja värintoistonsa hyvin koko elinikänsä ajan. Keskimääräinen polttoikä on pitkä, noin 12 000 - 20 000 tuntia. Monimetallilampun hankintahinta on melko korkea, noin 2,5-kertainen suurpainenatriumlamppuun verrattuna. Valmistajat ovat lupailleet lamppujen hintojen laskevan, kun lampputyypin käyttö yleistyy. (9.)

3.4 Induktiolamppu

Induktiolampun elinikä on pitkä, mutta sen valotehokkuus on alhaisempi kuin muiden lamppujen. Jos valitaan valaistus induktiolampulla, kannattaa suunnittelussa ottaa huomioon induktiolampun suuri valovirran alenema sekä alhainen valontuotto ja ylivoimainen valaistus. Hyvänä puolena lampussa voidaan pitää sen värintoistoa, joka on 80 R_a . Se on ulkokäyttöön erinomainen ja kestääkin kovia pakkasia ilman syttymisongelmia. Induktiolamppu sopiikin hyvin esimerkiksi puistoihin ja niiden raitteihin. Lamppujen etuna on erittäin pitkä polttoikä, jopa 60 000 tuntia ja värilämpötila 2 700 - 4 000 K. Lampputehot ovat tievalaistuksessa 70 - 150 W ja lamppujen valotehokkuus 80 - 93 lm/W. Vaikka tämän lampun myötä kunnossapitokustannukset pienenevät, energiakustannuksia syntyy moninkertaisesti säästyneisiin huoltokustannuksiin verraten. (9.)

Induktiolamppuja on Suomessa käytössä laajemmin vain Espoossa, mutta niitä on asennettu elohopeahöyrylampun vaihtourakan yhteydessä mm. pääkaupunkiseudulle puistoihin, pyöräteille ja asuntokaduille.

3.5 Led-lamppu

Led-lamput eli ledit ovat tällä hetkellä nopeimmin kehittyvä valonlähdelaji. Niiden uskotaan valtaavan alaa myös yhä enevin määrin katu- ja tievalaistuksessa. Eri valmistajien valaisimissa on kuitenkin hyvin suuria laadullisia eroja, ja esimerkiksi valonjaon tuottama häikäisy on useiden valaisinmallien kohdalla suuri ongelma. Ledien värintoisto-ominaisuudet vaihtelevat suuresti tuotekohtaisesti, värintoisto on tavallisesti välillä hyvä ja erittäin hyvä, Ra = 60 - 95. Ledien etu on pitkä polttoikä, jopa 100 000 tuntia ja niiden valotehokkuus on hyvä, 20 - 100 lm/W. Ei siis ihme, että Led-valaistuksen suosio on karttunut hyvää vauhtia, mutta niiden hankintahinnat ovat kaksi-, kolme- tai jopa nelinkertaisia purkauslamppuvalaisinten hintoihin verrattuna. (13.)

Ulvilan kaupungissa on otettu koekäyttöön noin 10 kpl Led-tievalaisinta. Ledien käytöstä tie- ja katuvalaistuksessa on vasta vähän käyttökokemuksia, joten suurempiin hankintoihin ei ole vielä uskallettu ryhtyä.

3.6 Yhteenveto lamppujen ominaisuuksista

Taulukossa 7 on yhteenveto ulkovalaistuksessa käytettyjen lamppujen ominaisuuksista. Valovirran alenemalla tarkoitetaan polttotuntien lopulla lampun uusarvosta jäljellä olevaa valovirtaa prosentteina. Sovellussarakkeessa esitettävät arvot kertovat eräitä tyypillisiä valaistuskohteita, joissa kysessä olevaa lampua käytetään. Säädettyvyysarake kertoo, onko lamppu säädettävissä, esimerkiksi induktiolamppua ei voida himmentää taulukon mukaan.

Lamppu	Poltto- tunnit x1000 h	Valovir- ran ale- nema %	Värin- toisto in- deksi Ra	Väriämpö- tila [K]	Tehot [W]	Valotehok- kuus lm/W	Sovellukset	Säädettä- vyys
ST/SE suurpainena- trium	24-32	90	20	2 200 kellertävä	50-250 (1 000)	80-130	Tie-, katu- ja aluevalaistus	kyllä, suh- teellisen laaja
MT/ME monime- talli	12-20	75-70	70-90	2 800-4 200 valkoinen	15-250 (2 000)	70-115	Taajamakadut, alueet ja ken- tät korostusva- laistus	kyllä rajoi- tettu
QL Induktio	45-60	70-65	80	2 700-4 000 valkoinen	55-165	80-93	Puistot, pienet alueet ja eri- koisvalaisimet	ei
Led	50-100	70-50	60-95	3 000-6 500 valkoinen	1-153	20-100	Kadut, puistot, erikois- ja ko- rostusvalaistus	kyllä, suh- teellisen laaja

Taulukko 7. Lamppujen ominaisuuksia (10)

4 Ulvilan tievalaistuksen nykytilanne

4.1 Valaisimien määrät ja lampputyypit

Ulvilan kaupunki omistaa ja ylläpitää yhteensä 3 677 ulkovalaisinta, joista 68 on kaksivartisia valaisinpylväitä eli yhteensä 3 745 valaisinta ja lamppua. Nämä kattavat tie-, katu-, kevytliikenneväylien sekä muiden yleisten alueiden valaistuksen. Kaupungin kiinteistöiden pihavalaisuksia ei ole otettu tässä työssä huomioon. Ulkovalaisimista 28 % on suurpainenaatriumlamppuja ja loput uusittavia markkinoilta poistuvia elohopeahöyrylamppuja. Kaupunki on ottanut myös katuvalaistukseen koekäyttöön 10 kappaletta Led-valaisimia, jotka täyttävät voimaantulevan direktiivin vaatimukset.

Liitteessä 1 sivulla 1 on merkitty kaikki Ulvilan alueet, joihin on rakennettu tievalaistusta kaupungin omistukseen. Taulukossa 8 on esitetty alueittain tarkemmin Ulvilan kaupungin valaisimet sekä erikseen eritelty pääteiden ja kevytliikenneväylien/puistojen lamppujen määrät. Taulukossa 9 on kerrottu lamppujen tehot ja niiden arvioidut osuudet Ulvilassa.

ULVILAN KAUPUNGIN LAMPUT				
<i>Alue / Lamputyyppi</i>	Elohopeahöyry-lamppu	Suurpainenatrium-lamppu	Led-lamppu	<i>Lamput yhteensä</i>
Friitala, Vanhakylä	1452	474	9	1935
Kullaa	253	187		440
Harjunpää, Sunniemi, Suosmeri	246	42		288
Kaasmarkku, Leineperi	110	40		150
Päätiet	376	256		632
Kevytliikenneväylät, puistot	265	34	1	300
<i>Kaikki yhteensä</i>	2702	1033	10	3745

Taulukko 8. Ulvilan kaupungin lamput vuonna 2011

lamppu	lukumäärä (kpl)	osuus (%)
HQL 125 W	2 304	62 %
HQL 250 W	398	10 %
SON 70 W	777	21 %
SON 100 W	256	7 %
LED 41 W	10	0,3 %
<i>Yhteensä</i>	3 745	

Taulukko 9. Ulvilan kaupungin lamppujen tehot ja niiden arvioitu lukumäärä ja osuus vuonna 2011

HQL = Elohopeahöyrylamppu
SON = Suurpainenatriumlamppu
LED = Led-lamppu

Taulukon 8 *Friitala* ja *Vanhakylä* kaupunginosat muodostavat Ulvilan kaupungin keskustaajaman, jossa valaistuksen tarve on huomattavasti suurempi kuin muilla alueilla yhteensä. Suurin osa kevytliikenneväylien ja puistojen valaistuksesta sijaitsee myös keskustaajamaan alueella. Liitteessä 1 sivulla 2 on

kartassa esitetty Friitalan ja Vanhakylän valaistut tieosuudet sekä lampputyypit. Kartasta käy ilmi myös tieosuudet joiden valaistusta ylläpitää Liikenneviraston alaisuudessa oleva Varsinais-Suomen ELY-keskus.

Kullaan alue (Liite 1: sivut 6 – 11) kattaa kokonaisuudessaan: Paluksen, Kankaan, Kosken, Levanpellon, Järventaustan ja Saaren kaupunginosien yhteenlasketun lamppujen määrät, sekä lisäksi Harjulantielle vuonna 2009 rakennetun uuden valaistuksen lamppujen määrän. Kaupunginosat ovat melko pieniä noin 230 – 1 700 asukkaan kyliä. Näillä osuuksilla valaistus on keskittynyt lähinnä kaupunginosien asustuskeskuksiin ja tieosuuksille joissa valaistus on nähty turvallisuuden ja viihtyvyyden kannalta tarpeelliseksi. Myös lisärakentamisen myötä on tullut tarve rakentaa ja saneerata vanhoja valaisimia nykykehityksen mukaan. Ulvilassa onkin käytetty vuodesta 2006 asti saneeramisessa sekä uusien valaisimien rakentamisessa energiadirektiivin täyttäviä suurpainenatriumlamppuja.

Harjunpää, Sunniemi ja Suosmeri (Liite 1: sivu 3) sijaitsee Friitalan ja Vanhakylän pohjoispuolella. Suosmeren- ja Harjunpääntie on jo kokonaan uusittu suurpainenatriumlampuilla, mutta edelleen vanhoja elohopeahöyrylamppuja on kaupunginosan tiheimmin asutuilla alueilla.

Kaasmarkku (Liite 1: sivu 4) ja *Leineperi* (Liite 1: sivu 5) kaupunginosat ovat valtatie 11 eteläpuolella sijaitsevat 600 ja 250 asukkaan maaseutukylät. Valaisimia näissä kaupunginosissa on yhteensä 150, joista suurpainenatriumlamppujen osuus on 40 kappaletta. Vaihdeettavaksi jää tällöin 110 elohopeahöyrylamppua uusiin energiadirektiivin täyttäviin vaihtoehtoihin.

Päätiät on tässä taulukossa puolestaan huomioitu erikseen, koska ne kulkevat alueiden läpi ja kattavat melko suuren osan Ulvilan valaistuksesta, sekä ovat teholuokaltaan suurempia 250 W (elohopeahöyrylamput) ja 100 W (suurpainenatriumlamput) lamppuja. Pääteihin lukeutuvat tarkemmin ottaen Satakunnan-, Ravanin-, Kaasmarkun-, Leineperin-, Kullaan-, Harjunpään-, Suosmeren-, Lattomerin- ja Pitkärannantiet. Valaistusta näillä tieosuuksilla on yhteensä 632 lamppua, joista melkein puolet on jo määräyksen täyttäviä suurpainenatriumlamppuja.

Kevytliikenneväylillä sekä *puistojen* valaisemisessa ei vielä ole päästy yhtä pitkälle. Yhteensä 300 valaisimesta 34 on suurpainenaatriumlamppuja sekä yksi Led-valaisin joka on käytetty puiston valaistukseen sijaitsee Kosken kaupunginosassa (Liite 1 sivu 7).

Suuremmilta tehoiltaan olevat lamput HQL 250 W ja SON 100 W (taulukko 9) ovat pääteiden valaistuksessa käytettyjä lamppuja. Pienempitehoisempia lamput HQL 125 W, SON 70 W ja LED 41 W käytetään pääasiallisesti muilla, liikennemääriltään pienemmillä teillä, sekä kevytliikenneväylillä ja puistoissa.

4.2 Valtion ja kaupungin omistama valaistus

Valtio ja kaupunki vastaavat pääsääntöisesti omistamansa valaistuksen parantamis- ja uusimiskustannuksista. Jos kaupungin omistama valaistus on tarpeellinen ja sijaitsee maantietäsi jääväällä väylällä, se otetaan valtion omistukseen. Valtio vastaa maanteiden valaistuksen rakentamisesta, ylläpidosta ja kustannuksista silloin, kun se katsoo sen olevan tarpeellista ympäristön ja liikenneturvallisuuden kannalta. Täten Ulvilan kaupungin ei tarvitse ottaa huomioon valaistuksen uusimisessa valtion omistamia tievalaisimia. (14.)

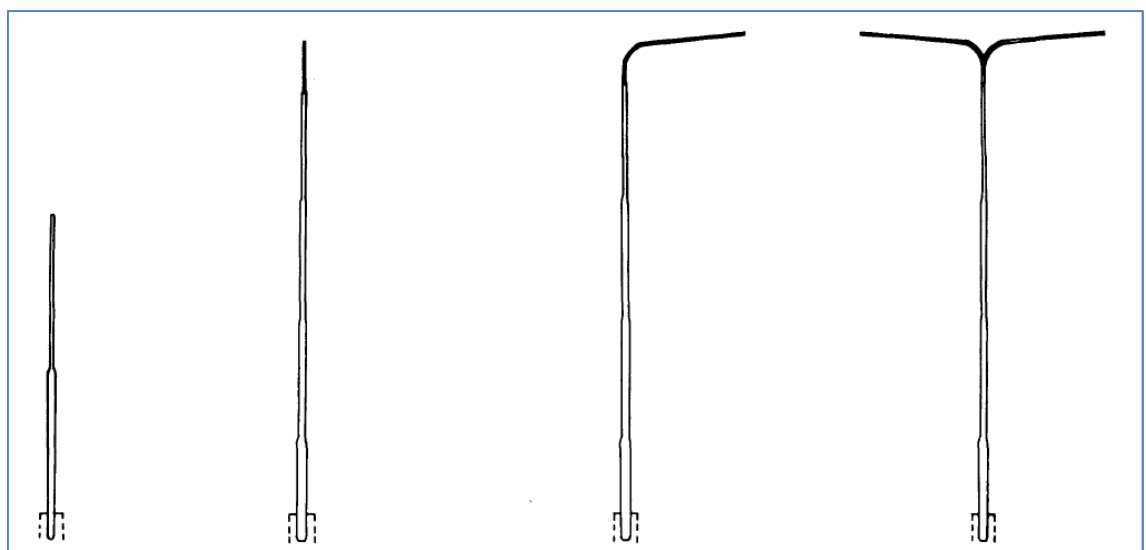
Tievalaistuksen työnjako perustuu Suomen Kuntaliiton ja Tiehallinnon vuonna 2001 solmittuun periaatesopimukseen, joka on ajantasaistettu vuonna 2010 Suomen Kuntaliiton ja Liikenneviraston toimesta lainsäädännön ja valtion tienpidosta vastaavien organisaatioiden muutosten vuoksi. Tästä on tehty erillinen suositus ”Kunnan ja valtion kustannusvastuun periaatteet maantien pidossa” (15). Tämän mukaan kunta voi halutessaan rakentaa valaistuksen valtion luvalla, jos kunta haluaa korkealuokkaisemman tai laajemman valaistuksen kuin mitä on Liikenneviraston ohjeiden mukaan tarpeen. Valtio voi rahallisesti avustaa kunnan omistaman valaistuksen ylläpitoa, jos se katsotaan liikenneturvallisuuden kannalta tarpeelliseksi.

Valaistuksen tarpeellisuus, parantamis- tai uusimistarve sekä omistusoikeuden siirtoon liittyvät asiat todetaan kunnan ja tienpitoviranomaisen edustajien yhteisessä, kunnan esityksestä tehtävässä katselmuksessa. Valtion tienpitoviranomaisena Suomessa toimii Liikennevirasto, joka on Liikenneministeriön hallinnonalalla toimiva virasto. Ulvilassa valtion omistamaa tievalaistusta

rakentaa ja ylläpitää Varsinais-Suomen ELY-keskus, joka on osa Liikennevirastoa. ELY:n valaisemat tieosuudet näkyvät liitteessä 1. (15.)

4.3 Valaisinpylväät

Ulvilassa on käytössä neljä erilaista valaisinpylvästyppiä, jotka on esitetty kuvassa 3. Nämä pylvästyypit ovat myös koko Suomessa yleisemmin käytettyjä pylvästyyppejä ulkovalaistuksessa.



A

B

C

D

Kuva 3. Valaisinpylväitten perustyypit (16, s. 2)

Edellä olevassa kuvassa 3 valaisinpylväitten perustyypit ovat:

A = Varreton valaisinpylväs (esim. A106S)

B = Pystyvartinen valaisinpylväs (esim. S100B110)

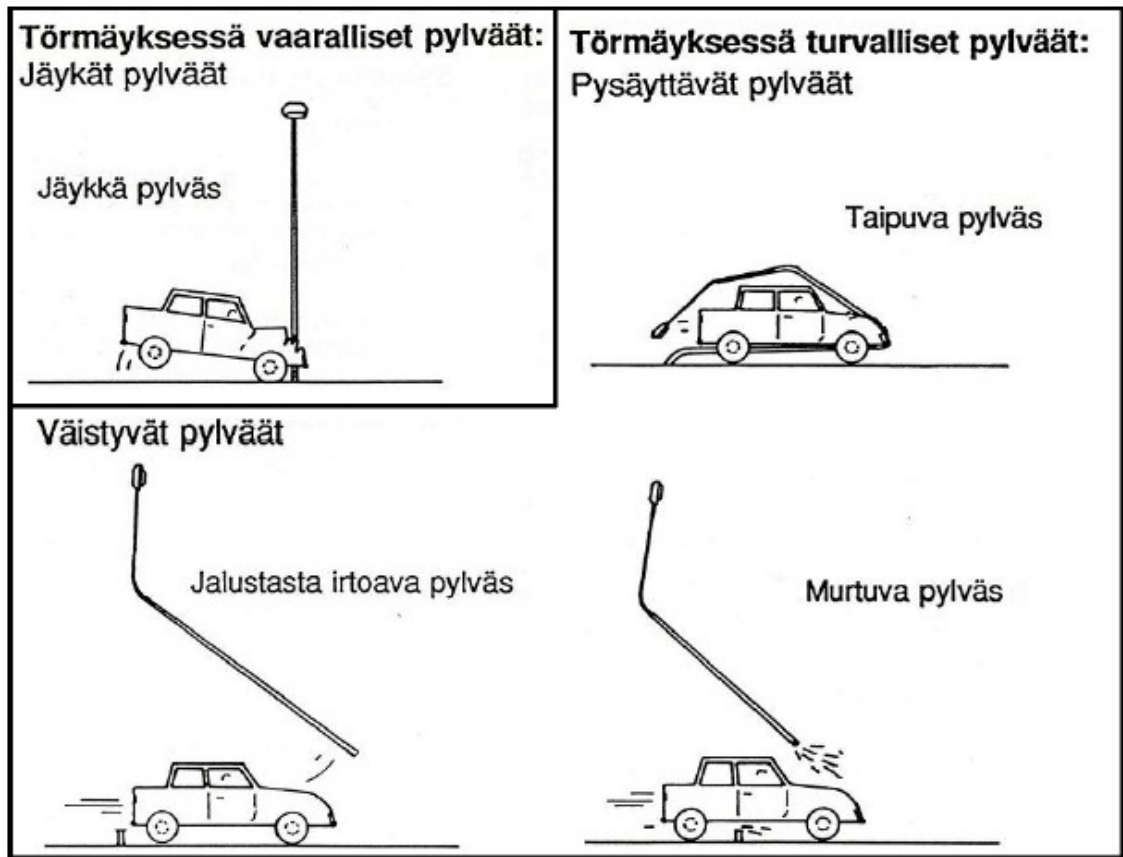
C = Yksivartinen valaisinpylväs (esim. P125B110)

D = Kaksivartinen valaisinpylväs (esim. T225B210)

Materiaalina valaisinpylväitä Ulvilassa on kahta eri tyyppiä, metallipylväitä ja puupylväitä. Lähinnä maisemallisista syistä valitaan metallipylväitä käytettäväksi taajamassa luomaan kaupunginomaista tunnelmaa ja puupylväitä taajamien ulkopuolella sulautumaan enemmän luonnonmukaisempaan maisemaan. Kui-

tenkin yhä enemmän on siirrytty metallipylväisiin niiden kestävyys ja asennuksen helppouden vuoksi.

Pylväiden toimintatapa ryhmitellään törmäysturvallisuuden perusteella seuraavasti (Kuva 4):



Kuva 4. Pylväiden toimintaperiaate (17, s. 13)

1. Törmäyksessä jäykkä pylväs (vasen yläkulma)
2. Turvallisesti pysäyttävä, taipuva pylväs (oikea yläkulma)
3. Törmäyksessä väistyvä, jalustasta irtoava tai katkeava pylväs (vasen alakulma)
4. Törmäyksessä väistyvä, kokonaan murtuva pylväs (oikea alakulma)

Toimintatapa 2 sopii kaikkialle ja onkin Ulvilan kaupungissa käytetty pylvästyyppi metallipylväille. Tavat 3 ja 4 eivät sovi tiiviisti rakennetulle kaupunkialueelle eikä paikkoihin, missä sekundäärinen onnettomuuden riski on olemassa. (18, s. 24.)

Toimintapaa 1 käytetään lähinnä paikoissa, joissa ei ole kovin suurta törmäysmahdollisuutta esimerkiksi alueella, jossa nopeusrajoitus on enintään 50 km/h eikä alue ole erityisen suistumisaltis. Myös paikoissa, joissa jäykkä pylväk on sijoitettu niin, että se on suojassa kaiteen takana riittävän joustovaran päässä, sivuojan takana tai yhteiskäyttöpylväkänä, johon kiinnitetään paljon johtoja. (19, s. 86.)

4.3.1 Pylväkitten sijainti

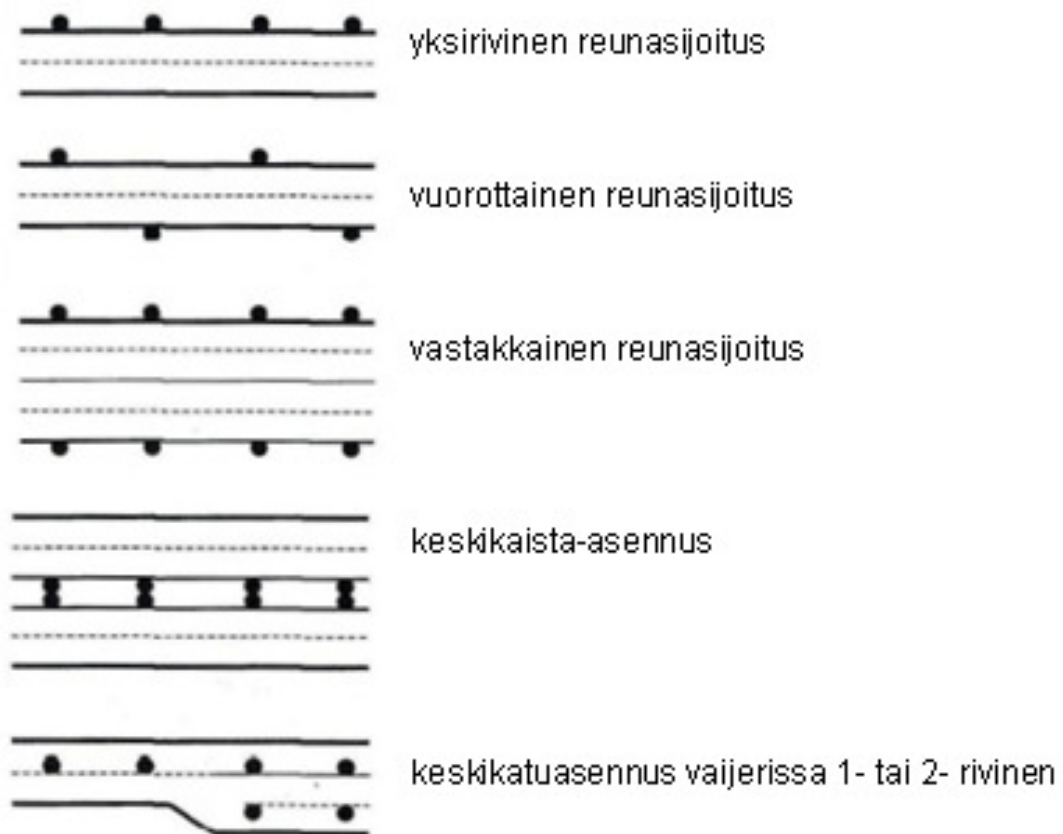
Tievalaistuksen suunnitteluohjeen (19) mukaan tien ulkoreunalla pylväk keskikohdan etäisyys pientareen reunasta on yleensä 1,6 metriä. Tällöin jyrkkäluiskaisellakin kaiteellisella penkereellä voidaan käyttää samaa pylväk-pituutta kuin loivaluiskaisella osuudella. Sivuojan pohja siirretään mahdollisuuksien mukaan vähintään 0,5 metrin päähän pylvästä.

Poikkeava etäisyys on tarpeen seuraavissa tapauksissa:

- ahtaat paikat ja tien leventäminen, jolloin voidaan hyväksyä 0,8 m etäisyys
- pohjavesisuojausalueet, jolloin pylväk sijoitetaan vähintään 1 m etäisyydelle ojan pohjasta, koska läpivienneistä ei saada täysin vesitiiviitä
- kapeat alle 3 m levyiset välikaistat, jolloin pylväk sijoitetaan yleensä välikaistan keskelle, ei kuitenkaan alle 0,5 m etäisyydelle ojan pohjasta.

Valaisimille lasketaan aina hankekohtaisesti pylväkväli, millä saavutetaan haluttu valaistusluokka, ja laskennassa otetaan huomioon, miten valaisimet on sijoitettu tien poikkileikkaukseen (kuva 5). Pylväkväli tien pituus suunnassa niin kuin sivusuunnassakin riippuu valaisimien asennuskorkeudesta sekä valonjaosta ja myöskin päällysteen heijastusominaisuuksista. (20, s. 140 - 143.)

Ulvilassa pylväkvälinä on käytetty valtaosalla tieosuuksista 50 metriä. Kuitenkin pienimmillä sekä mutkaisimmilla kaduilla on käytetty lyhyempää väliä, jopa 20 - 30 metriä.



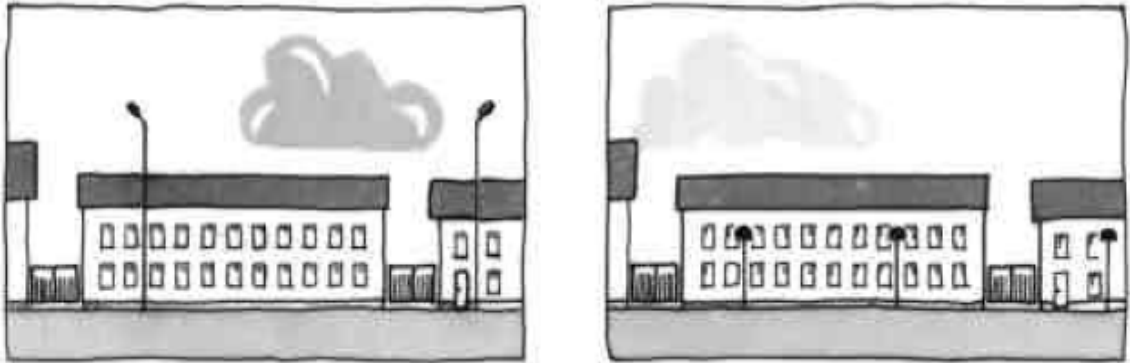
Kuva 5. Tyypillisimmät tievalaistuksen sijoitusperiaatteet (20, s. 141)

4.3.2 Pylväitten korkeus

Pylväitten korkeus Ulvilan kaupungin alueella ovat 8 m, 10 m ja 12 m. Pylväitten korkeus riippuu valaistavasta alueesta, valaisimista ja valaistuksen tarpeesta. Kustannustehokkaaseen tievalaistukseen pyrittäessä on kannattavaa käyttää suhteellisen korkeita (10 - 12 m) valaisinpylväitä, jolloin voidaan käyttää suuria lampputehoja ja saavuttaa mahdollisimman pitkä pylväsväli ja tasainen valaistus. Tuloksena on tällöin enemmän maantiemäinen visuaalinen vaikutelma. (20.)

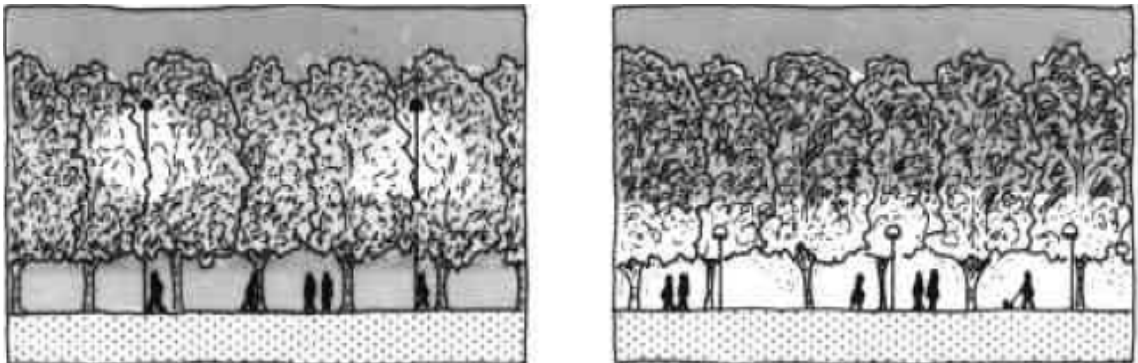
Kaupunkiympäristössä tavoitteena on kustannus- ja energiatehokkuuden ohella synnyttää myös jalankulkijan mittakaavasta miellyttävää ympäristöä. Matalammalle sijoitettu valaistus luo katu ympäristöön kaupunkimaisemman tunnelman. Valaisinpylväiden korkeudet on myös hyvä suhteuttaa katutiloja rajaavien rakennusten mittakaavaan (kuva 6). Kerrostaloalueella 8 - 10 m korkuinen pylväs näyttää vielä luontevalta, mutta pientaloalueella ehdottomasti suositelta-

vampi korkeus on 6 - 8 metriä, joka sopii paremmin jalankulkijan mittakaavaan. (12; 20.)



Kuva 6. Asennuskorkeus rakennuksiin nähden (19, s. 65)

Puistojen valaisu katujen tapaan liian korkealta estää valon pääsyn lehvistön läpi puistokäytävälle. Matalammat pylväät ja oikea valaisin ohjaavat valon tarkemmin sinne mistä siitä on hyötyä jalankulkijoille (Kuva 7).

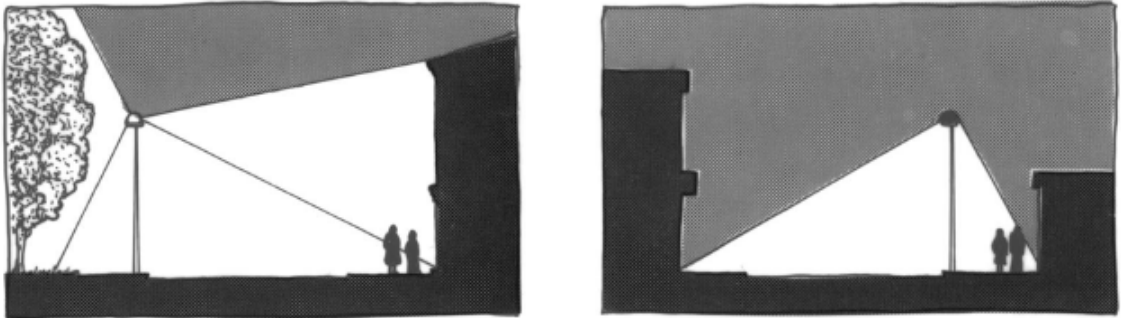


Kuva 7. Liian korkea ja sopiva puistovalaisuus (19, s. 65)

4.4 Valaisimet

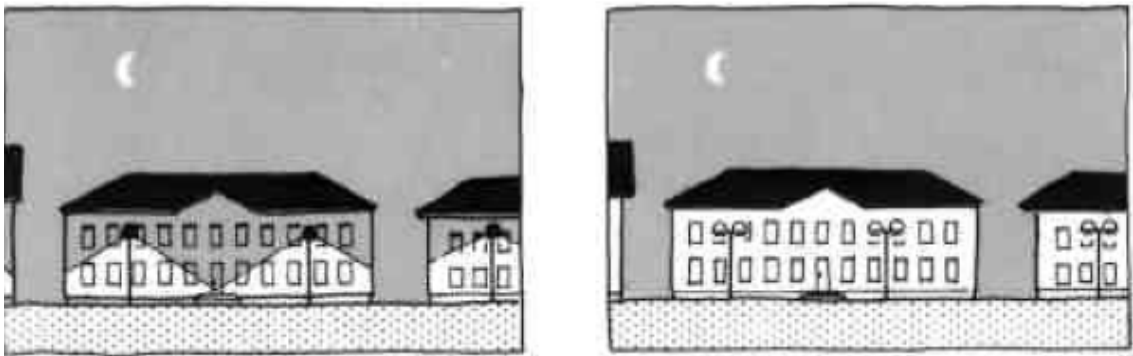
Valaisimen tulee olla CE-merkittyjä, sekä tilaajan hyväksymiä. Hyväksynnässä tarkastetaan mm. valonjako-ominaisuudet, huollettavuus ja rakenne. Valaisimet ovat metallikuorisia ja kotelointiluokaltaan vähintään IP65. Valaisintyypit valitaan siten, että valaistustekniset vaatimukset täytetään ja valaisimien valonjako-luokka soveltuu taloudellisella tavalla kohteen valaistukseen. Valaisimen tulee kestää muuttuvassa ympäristössä 25 - 30 vuotta niin teknisesti kuin myös muotoilultaan. (21, s. 179).

Valaisimen tehtävänä on suojata lamppua ympäristön rasituksilta kuten saasteilta, likaantumiselta, ilkivallalta ja sateelta sekä ohjata lampun tuottama valo mahdollisimman tehokkaasti haluttuun suuntaan. Esimerkiksi valaisin, jonka kupu läpäisee valoa, antaa pääosan valosta ajoradalle, mutta valaisee myös ympäröiviä rakennuksia ja/tai puustoa. Umpikupuinen, 8 metrin korkeuteen asennettu valaisin, jonka valo on suunnattu ajoradalle, muodostaa katukuvassa valoketjun, mutta ei korosta ympäristöä (Kuva 8).



Kuva 8. Valoa läpäisevä kupu ja umpikupuinen valaisin (19, s. 66)

Kaupunkikuvan kannalta yleensä arvokkaiden rakennusten yhteydessä käytetään valaisimia, jotka samalla valaisevat rakennuksen julkisivua (Kuva 9). Valaistuksella voidaan myös korostaa yksityiskohtia, jotka päiväsaikaan jää vaille huomiota sekä yhtenäistää sekalaista kaupunkikuvaa.



Kuva 9. Valaistu katu ja valaistu katu sekä rakennus (19, s. 65)

Oikean valotekniikan lisäksi valaisinta valittaessa on otettava huomioon valaisimien:

- helppo huollettavuus
- vähäinen likaantuminen
- mekaaninen lujuus ja ilkivallankestävyys

- tärinän kestävyys
- sään- ja korroosionkestävyys
- pieni tuulikuorma.

4.5 Ohjausjärjestelmä

Tievalot on tavallisesti Suomessa kuten myös Ulvilassa ryhmitelty alueittain tietyn kokoisiksi tievalopiireiksi. Kullakin tievalopiirillä on oma valaistuskeskuksensa, josta löytyvät piiriä koskevat ohjaustiedot.

Ulvilassa on käytössä valaistuksen sammuttamiseen ja päälle kytkemiseen Theben kellokytkin. Theben kellokytkin toimii niin kutsutun astronomisen kellojärjestelmän mukaisesti joka sammuttaa ja kytkee valaistuksen päälle kesä- ja talviasettelun mukaisesti auringon lasku- ja nousuaikoihin perustuen. Tällöin lamput sammuvat sekä syttyvät jokaisena päälläolopäivänä eri aikaan. Muita yleisiä tapoja valaistuksien ohjaamiseen on esimerkiksi ajastus, hämäräkytkin ja älykäs ohjausjärjestelmä.

Hämäräkytkimellä voidaan valaistusta ohjata hämäryyden mukaan eli valot ovat päällä silloin, kun niitä tarvitaan. Yleensä hämäräkytkimen parina on kello, jonka avulla valot voidaan sammuttaa tietyinä aikana. Säästö riippuu siitä, miten paljon valaistusta rajoitetaan kellon avulla. (22, s. 26.)

Älykäs ohjausjärjestelmä on nykyaikaisempia järjestelmiä. Valaistuskeskukseen on asennettu ohjausyksikkö, joka voi toimia esimerkiksi GSM-puhelinverkon avulla, lähettäen virta- ja jännitetietoja keskusjärjestelmälle. Ohjausjärjestelmä muuttaa automaattisesti valaistuksen määrää ottaen huomioon vallitsevan liikenne- ja tieolot, tienpinnan ominaisuudet sekä lamppujen valovirran. Tiellä on muuttuvaa tarvetta vastaava luminanssi, joka tuotetaan minimisähkövirralla. Järjestelmä antaa palautetietoja toiminnan seurantaan ja hoitotöiden ohjelmointia varten. (19, s. 13.)

4.6 Valaistuskeskukset

Valaistuskeskukset hoitavat tievalaistusverkon sähköistämisen, ja ne ovat omalla sähköliittymällä ja –mittarilla varustettuja sähkökeskuksia. Keskus voi sisältää myös valaistuksen ohjaukseen liittyviä komponentteja, kuten

hämäräkytkimen, erillisen ohjauslaitteen tai kellokytkimen kuten Ulvilan kaupungin valaistuskeskuksissa. Keskus sijoitetaan normaalisti ulos tien/kadun varteen tai pylvääseen, mutta taajama-alueella on mahdollista, että keskus sijoitetaan sopivan kiinteistön sisään tai muuntamokaappiin.

Ulvilan kaupungin alueella valaistuskeskuksia on yhteensä 71 kappaletta.

4.7 Energiankulutus ja tievalaistuksen käyttötunnit

Ulvilan kaupungin vuoden 2010 toteutumavertailun mukaan tievalaistuksen vuotuisesta energiankulutuksesta aiheutui maksettavaksi 160 219,15 €. Viime vuonna kaupungille myydyn sähkön hinta oli 0,0425 €/kWh ja siirtohintaa 0,0193 €/kWh eli yhteensä 0,0618 €/kWh. Tällä sähköhinnalla jaetaan vuosikustannus jolloin saadaan selville kaupungin käyttämä energiankulutus koko vuotena. Näin ollen tievalaistuksen energiankulutus vuonna 2010 oli 2 592 542,9 kWh/a eli pyöristettynä 2 600 MWh/a.

Energiankulutuksen säästämiseksi on Ulvilan kaupunki sammuttanut koko tievalaistuksen kesäaikana vajaan kolmen kuukauden ajaksi. Valaistus sammutetaan toukokuun puolestavälistä (noin 15.5.) elokuun alkupuolelle asti (noin 10.8.). Pimeimpään aikaan talvella valaistus on päällä iltapäivästä seuraavan päivän aamuun noin kello 16.30 - 8.30 välisen ajan. Valoisampaan aikaan mentäessä toukokuun puolenvälin tienoilla, ennen kuin valaistus sammutetaan kokonaan kesäajaksi, lamput palavat noin kello 22.30 - 4.30 välisen ajan. Tarkkaa aikaa on hankala määritellä, koska valaistus toimii kappaleen 3.7 mainitun astronomisen kellon mukaan. Ohessa kuitenkin taulukko 10, josta käy selville, montako tuntia katuvalot on päällä jokaisena kuukautena. Tämä tieto on ajalta, jolloin sytytysignaalin lähetti Fortum jokaisessa katuvalokeskuksessa olevaan verkkokäskylaitteeseen. Sama palamisaika pitää varmasti edelleen paikkansa, koska käytössä on edelleen astronominen kello. Tievalaistuksen käyttötunnit on saatu haastatteleamalla Ulvilan kaupungin vastaavaa sähkömiestä, joka hoitaa tievalaistukseen liittyviä tehtäviä. (23.)

kuukaudet	tunnit (h)
tammi	512
helmi	391
maalis	342
huhti	260
touko	55
kesä	-
heinä	-
elo	113
syys	284
loka	396
marras	477
joulu	527
YHTEENSÄ	3 357

Taulukko 10. Ulvilan kaupungin tievalaistuksen käyttötunnit

Yhden käyttötunnin hinta valaistuksen ollessa päällä pystytään laskemaan vuotuisen energiakustannuksen ja käyttötuntien avulla:

$$160\,219,15 \text{ €} / 3\,357 \text{ h} = 47,7 \text{ €/h (sisältäen perusmaksun ja verot)}$$

$$134\,000 \text{ €} / 3\,357 \text{ h} = 39,9 \text{ €/h (ilman perusmaksua ja veroja)}$$

5 Valaistukset kohteittain

Tie- ja katuvalaistuksella tarkoitetaan tien viereen sijoitettuja valaisimia, jotka valaisevat tietä tai muita haluttuja kohteita kuten rakennusten julkisivuja, muistomerkkejä ja puistoja. Tien valaiseminen voi tapahtua kannattavuuslaskelmien tai tapauskohtaisen tarkastelun perusteella. Kannattavuuslaskelmissa otetaan huomioon tien liikennemäärä sekä onnettomuusaste. Laskelmista huolimatta aina valaistavia kohteita ovat tunnelit, lossi- ja lauttalaiturit, avattavat sillat ja raja-asetat. (14.)

5.1 Maantievalaistus

Maantielaissa (MTL) liikenteellisen merkityksensä mukaan maantiet ovat valtateitä, kantateitä, seututeitä tai yhdysteitä (MTL 4 §). Ulvilan kaupungissa Tiehallinto omistaa valaistuksen valta- ja kantateillä. Seutu- ja yhdysteiden valaistuksen omistaa joko Tiehallinto tai kaupunki, riippuen siitä, pitääkö Tiehallinto valaistusta tarpeellisena vai ei. Valaistus on tarpeellinen, jos joku seuraavista ehdoista täyttyy:

- KLV (kokonaisvuorokausiliikenne) on vähintään 3000 autoa/vrk
- valaistulla osuudella sijaitsee koulu tai muu vastaava laitos
- valaistulla osuudella on runsaasti kevyttä liikennettä tai vieressä alle 8 m päässä on säännöllisesti koulu-tai työmatkoihin käytettävä kevyen liikenteen väylä
- valaistulla osuudella jossa kevyt liikenne on runsasta, mutta kevyen liikenteen väylää ei voida rakentaa
- ympäristössä on muuta valaistusta niin, että häikäisyn mahdollisuus on suuri (14.)

Kiertoliittymässä kiertotila ja saareke ovat osa sen kautta kulkevaa maantietä ja niiden kunnossapidosta vastaa valtio. Jos maantie päättyy kiertoliittymään, vastaa kiertoliittymän kunnossapidosta kaupunki.

5.2 Katuvalaistus

Kadunpidon järjestäminen kuuluu MRL 84 §:n 2 momentin mukaan kunnalle. Katuvalaistuksen perustavoitteena on turvallisuuden ja turvallisuudentunteen lisääminen sekä suunnistautumisen helpottaminen. Katuvalaistuksen avulla vaikutetaan positiivisesti myös katu ympäristön viihtyvyyteen, kaupungin tai alueen identiteettiin. Valaistus rakennetaan yleensä ilman erillisiä perusteluja taulukko 11:ssä oleviin kohteisiin. X:ien lukumäärä kuvaa kyseisen ominaisuuden merkittävyyttä kunkin kohteen valaistusratkaisuja etsittäessä.

		Toiminnallinen			Esteettinen		Emotionaalinen	
		Turvalli- suus	Turvalli- suuden tunne	Suunnis- tautu- minen	Iden- titeetti	Kaupunki- kuva	Viihty- vyys	Tunnel- ma
Sisääntuloväylät		xxx	x	xxx	(x)			
Keskusta Kanta- kaupunki	Pääkatu	xxx	x	xx	x	xx		
	Kokoojakatu	xxx	xx	x	x	xx		x
	Tonttikatu	xx	xxx		x	x	xx	xx
	Pihakatu	xx	xxx		xxx	xx	xxx	xxx
	Kävelykatu	x	xx	x	xxx	xxx	xxx	xxx
Pientalo- alueet	Pääkatu	xxx	xx	xxx	xx	x	x	x
	Kokoojakatu	xx	xx	x	x	x	x	xx
	Tonttikatu	x	xxx		x	x	xxx	xxx
Julkiset alueet/ -tilat / -kohteet	Aukiot	xx	xxx	x	xxx	xxx	xx	xx
	Puistot	x	xxx	xx	x	x	xxx	xx
	Monumentit			x	xxx	xxx	x	xx
	Rakennukset		x	x	xxx	xxx	x	xx
	Vesiaiheet				xxx	xx	x	xx
Teollisuusalueet		xxx	xx	xxx	x			

Taulukko 11. Ulkovalaistuksen tarpeet erilaisissa valaistustilanteissa. (20, s. 140)

Ulvilan kaupungissa valaistaan käytännössä kaikki tiet ja kadut, jotka ovat moottoriajoneuvojen yleisessä käytössä ja joissa valaistuksella saadaan parannettua liikenneturvallisuutta. Tällainen tapaus voi olla esimerkiksi vilkkaan kevyen liikenteen väylän sijainti tai jos kevyt liikenne kulkee muun liikenteen seassa. Myös tärkeät liittymät on valaistu. Taajama-alueella valaistuksessa pyritään jatkuvuuteen, joten alle 500 metrin valaisemattomat osuudet valaistujen välissä tulee valaista (24).

5.3 Yksityistievalaistus

Yksityisteitä on Suomessa paljon ja ne kattavatkin noin kolme neljäsosaa Suomen koko tieverkosta. Yksityisteiden käyttöoikeuden perusteena on yleensä kiinteistön hyväksi toisen kiinteistön alueella perustettu tieoikeus. Tietä käyttävien kiinteistöjen omistajat ovat kyseisen yksityistien tieosakkata, jotka vastaavat tienpidosta yhdessä. Vaikka tieosakkaat vastaavat lähtökohtaisesti tienpidon kustannuksista itse, voivat he hakea erilaisia avustuksia mm. elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksilta sekä myös omalta kunnalta. (25.)

Kuitenkin avustaminen yksityisteiden rakentamisesta, ylläpidosta, hoidosta ja valaistuksesta on kunnille harkinnanvarainen tehtävä. Ulvilan kaupungissa on päätetty antaa vuosittain avustuksia yksityistien ylläpidon ja hoidon

kustannuksiin, lisäksi yksityisteiden valaistuksen omistus ja ylläpito kuuluu kokonaan Ulvilan kaupungille. Yksityistiet valaistaan samalla periaatteella kuin kadut, mutta myös tapauskohtaisesti tieosakkaiden anomuksesta.

5.4 Kevyen liikenteen väylien valaistus

Yleensä kevyen liikenteen väylä sijoitetaan niin lähelle autoliikenteen ajorataa, että kumpikin voidaan valaista samalla valaistuksella (Kuva 10). Yhteinen valaistus on yleensä riittävä kevyen liikenteen väylälle, varsinkin jos kevyt liikenne on vähäistä tai painottuu lähinnä kesä- ja päiväsaikaan.



Kuva 10. Kevyen liikenteen väylän ja ajoradan valaistus, Ulvilan kaupunki

Erikseen valaistava kevyen liikenteen väylä tulee kysymykseen kun ajoradan valaistus ei ole riittävä kevyen liikenteen väylälle. Tällöin valaistus ei saa olla haitaksi päätien käyttäjille. (24.)

5.5 Muut yleiset alueet (puistot)

Puistovalaisimissa noudatetaan soveltuvien osien tie- ja katuvalaisimia koskevia vaatimuksia. Puistoissa valo ei saa jäädä vain puistopolulle vaan sen tulee tuoda esiin puistoa laajemmin. Samoin myös tärkeät julkiset rakennukset on hyvä tuoda esiin oikealla valaistuksella jotta ihmiset erottavat julkisen ja puolijulkisen tilan yksityisestä, kaupunkiaukion piha-alueesta. Valaistus ohjaa, minne olisi hyvä mennä ja missä tuntuu luontevalta oleskella, näin auttaen kaupunkilaisia tuntemaan olonsa kotoisaksi ja turvalliseksi. Esimerkiksi puistoympäristössä voidaan valaista kohteita varsinaisen valaistun reitin ulkopuolelta tuomaan lisää turvallisuuden tunnetta pimeinä talvi-iltoina. Puistojen valaisussa on otettava huomioon myös puiston ilmaisullinen luonne ja sille suunniteltu maisema-arkkitehtoinen kokonaisuus. Yleensä puistot, isot julkiset rakennukset, vesistö, patsaat ja monumentit muodostavat kaupungin identiteetin ja tunnettavuuden. (9.)

6 Korvaavat lamppuvaihtoehdot

Korvaavia lamppuvaihtoehtoja nykyisen elohopeahöyrylampun tilalle on markkinoilla useita. Tällä hetkellä kustannustehokkuudeltaan paras tapa korvata elohopeahöyrylamppu on vaihtaa tilalle suurpainenaatrium- tai monimetallilamppu, jotka sopivat suoraan elohopeahöyrylampun tilalle. Elohopeahöyrylampun korvaavissa suurpainenaatriumlamppumalleissa teho on tyypillisesti ollut hiukan pienempi kuin vastaavassa elohopeahöyrylampussa, mutta valon- tuotto on ollut puolestaan noin kaksinkertainen. Induktiolamppu olisi valotehonsa puolesta varteenotettava vaihtoehto alue- ja puistovalaisukseen. Edellämainituissa lampuissa vaihto onnistuu pelkän lampun vaihtamisella, jolloin vanhaa valaisinta ei tarvitse uusia. Tämä olisi suuri kustannussäästö kaupungille. (23.)

Ohessa Lem-Kem Oy:n antama tarjous sopivista lamppuvaihtoehdoista korvaamaan Ulvilan kaupungin elohopeahöyrylamput (26.)

250 W elohopeahöyrylamppuja korvaavat tuotteet:

- Suurpainenatriumlamppu NH220FLX myyntihinta 34 € / kpl. Sopii suoraan vanhaan elohopeahöyryvalaisimeen.
- Monimetallilamppu MF250LSH/U myyntihinta 55,00 € / kpl. Sopii suoraan vanhaan elohopeahöyryvalaisimeen.

125 W elohopeahöyrylamppuja korvaavat tuotteet:

- Suurpainenatriumlamppu NH110FLX myyntihinta 25 € / kpl. Sopii suoraan vanhaan elohopeahöyryvalaisimeen.
- Monimetallilamppu CM70FLS myyntihinta 44 € / kpl. Vaatii liukukuristimen, jossa tehoalueet 80/120 W myyntihinta 18,90 € / kpl
- Induktiolamppu JX-40W/840 myyntihinta 52 € / kpl. Vanhaan elohopeahöyryvalaisimeen asennettuna kuristin pitää ohittaa tässä tapauksessa.

Yllä olevat elohopeahöyrylamppujen korvaavat vaihtoehdot täyttävät vuonna 2015 voimaan tulevan EcoDesign-direktiivin vaatimukset täysin.

7 Ehdotus uusimisaikatauluksi

Uusimisaikataulun ehdotuksen tavoitteena on kaikkien elohopeahöyrylamppujen vaihtaminen ja poistaminen Ulvilan kaupungin tievalaistusverkosta 5 tai 10 vuotissuunnitelman mukaisesti. Uusiminen aloitettaisiin viimeistään vuonna 2015 ja näin ollen lamput olisi uusittu viimeistään vuoteen 2025 mennessä.

5 vuoden vaihto-ohjelman mukaan lamppuja täytyisi uusia keskimäärin 540 kpl vuodessa, jolloin kaikki lamput olisi vaihdettu vuoteen 2020 mennessä. Tällöin ei tarvitsisi ottaa huomioon elohopeahöyrylamppujen varastoimista niin suurissa määrin, koska vaihto uusiin direktiivin mukaisiin lamppuihin on melko tiuha.

Pidemmän 10 vuoden vaihto-ohjelman mukaan osuus olisi 270 vaihdettavaa lamppua vuodessa. Tällöin olisi otettava huomioon uusittavien elohopeahöyrylamppujen riittävä varastoiminen, jotta elohopeahöyrylamppujen tullessa käyttö-

ikänsä loppuun, se voidaan korvata uudella elohopeahöyrylampulla. Niiden varastointi pitää ottaa huomioon ennen lamppujen vaihtamisen aloitusta, koska lamppuja ei pystytä enään ostamaan vuoden 2015 jälkeen.

8 Ehdotus uusimisjärjestykseksi

Uusimisjärjestyksen suunnitelmassa kaupunki on jaettu pienempiin osaluokkiin. Osa-alueet ovat suuntaa-antavia ja niiden uusimisjärjestyksestä on mahdollista muuttaa tarvittaessa. Uusimisjärjestys aloitettaisiin Friitalan ja Vanhakylän pääteistä, jolloin päästäisiin ensimmäiseksi eroon energiasyöpöistä 250 W elohopeahöyrylamppuista (liite 2 sivu 2).

Friitalan ja Vanhakylän pääteihin jotka ovat valaistu 250 W elohopeahöyrylamppuilla kuuluvat seuraavat tieosuudet:

- Satakunnantie 64 kpl
- Ravanintie 123 kpl
- Kaasmarkuntie 50 kpl
- Pitkärannantie 57 kpl
- Haistilantie 38 kpl.

Yllä mainittujen valaisimien kokonaismäärä on 332 kpl ja niiden vaihto suoritettaisiin heti vuonna 2015. Muita pääteitä, joissa käytetään 250 W elohopeahöyrylamppuja, ovat:

- Leineperintie 40 kpl (Kaasmarkku – Leineperi)
- Kullaantie 26 kpl (Palus).

Näiden valaisimien kokonaismäärä on 66 kpl, mutta kyseiset lamput vaihdetaan samalla kun Kaasmarkun, Leineperin ja Paluksen alueitten 125 W elohopeahöyrylamput uusitaan. Alueiden lamppujen uusimisjärjestys käy esille taulukosta 12 sekä liitteestä 2 sivut 3 - 11.

Alue	Kaupunginosa	Elohopeahöyry- lamput, kpl	Vaihtovuosi (5 v. vaihto- ohjelma)	Vaihtovuosi (10 v. vaihto- ohjelma)
1	Keskusta, Rantavainio	159	2015	2016
2	Hannula	65		
3	Suurpää	78	2016	2016 - 2017
4	Uotila	65		
5	Pappilanlampi	70		
6	Loukkura	67		
7	Mukulamäki	57		
8	Palovainio, Hormisto	162		
9	Nummela, Hakanpää	143		
10	Nahkuri, Vainiola	172	2017	2019
11	Sahamäki, Valtavainio	19		
12	Rantala, Pitkäranta	104		
13	Palonpää	109		
14	Krapisto	124	2018	2020
15	Mynsteri	238		
16	Kirkkojuopa	42		
17	Harjunpää, Sunniemi, Suosmeri	246	2018 - 2019	2022
18	Kaasmarkku	106	2019	2023
19	Leineperi	53		
20	Koski, Kangas	216		
21	Levanpellontie (Kullaa)	11		
22	Palus	48		
23	Järventausta	10		
24	Saarijärvi	6		

Taulukko 12. Uusimisjärjestys: elohopeahöyrylamppujen määrät ja vaihtovuosi alueittain

9 Kustannukset

Tärkeimpänä asiana on saada selville muutoskustannukset, jotka aiheutuvat EU:n asettamasta energiasäästädirektiivistä. Kustannusarvio on ohjeellinen, koska tarkkojen kustannuksien selvittämiseksi täytyy laatia tarkat suunnitelmat kaduittain.

9.1 Lamppujen vaihtokustannus

Pelkän lampun vaihtaminen vanhoihin valaisimiin toisi vähemmän kustannuksia kuin uuden valaisimen ja lampun vaihto. Tämä vaihtoehto ei ole kuitenkaan täysin mahdollinen jokaisessa elohopeahöyryvalaisimessa, johtuen valaisimien huonosta kunnosta. Tällöin on aiheellista katsoa koko valaisimen ja lampun vaihtoa. Ohessa on laskettu kuitenkin tapaus jossa riittäisi pelkän lampun vaihto vanhaan elohopeahöyryvalaisimeen. Lem-Kemiltä saadun tarjouksen (26) perusteella kustannukset koostuisivat seuraavasti:

- 398 kpl 250 W elohopeahöyrylamppuja korvataan 220 W suurpainenatriumlampuilla.

Lamppujen hankintahinta yhteensä: $398 \text{ kpl} \cdot 34 \frac{\text{€}}{\text{kpl}} = 13532 \text{ €}$

- 2 304 kpl 125 W elohopeahöyrylamppuja korvataan 110 W suurpainenatriumlampuilla.

Lamppujen hankintahinta yhteensä: $2304 \text{ kpl} \cdot 25 \frac{\text{€}}{\text{kpl}} = 57600 \text{ €}$

Huomioon on otettava myös lamppujen vaihtokustannukset. Oletetaan, että lampunvaihtajan ja nostinauton vuokraus on 50 €/h (perustuen Ulvilan kaupungin tämänhetkisiin hintoihin) ja arvioidaan, että yhden lampun vaihtamiseen menee n. $\frac{1}{2}$ h. (Huomioon ei oteta liikennevaroitusta järjestelyihin kuluvaan aikaan.) Tällöin yhden lampun hintaan tulisi 25 € lisää asennuskustannuksia. Tämä tekisi yhteensä: $25 \text{ €} \cdot (398 + 2304) \text{ kpl} = 67550 \text{ €}$

Yhteensä elohopeahöyrylamppujen vaihto asennuskustannuksineen tekisi arvion mukaan noin: $13532 \text{ €} + 57600 \text{ €} + 67550 \text{ €} = 138682 \text{ €}$

9.2 Valaisimen vaihtokustannus

Kuitenkin jos päädytään elohopeahöyrylamppeja korvattaessa koko valaisimen vaihtoon, jonka arvioitu vaihtamiskustannus suurpainenatriumvalaisimeen ja lamppuun on noin 300 €, kustannukset koostuisivat seuraavasti:

- Vaihdeettavia valaisimia yhteensä 2 702 kpl jolloin valaisimien hankintahinta olisi $2702 \text{ kpl} \cdot 300 \frac{\text{€}}{\text{kpl}} = 810600 \text{ €}$.

Nyky aikaisten valaisimien vaihtohelpouden takia voidaan vaihtokustannukset (67 550 €) pitää samana kuin pelkän lampun vaihdossakin. Yhteensä elohopeahöyryvalaisimien vaihto asennuskustannuksineen tekisi arvion mukaan noin: $810600 \text{ €} + 67550 \text{ €} = 878150 \text{ €}$.

9.3 Kustannus- ja energiankulutustarkastelu

Ulvilan kaupungin vuotuinen ulkovalaistuksen energiankulutus on noin 2 600 MWh vuodessa kuten luvussa 4.7 mainittiin. Pelkät elohopeahöyrylamput kuluttavat tästä sähköenergiasta lamppumäärien ja ottotehon perusteella arvioiden noin 1 900 MWh vuodessa. Suurpainenatriumlamput puolestaan loput noin 700 MWh vuodessa. Led-lamppujen sähköenergiankulutusta ei oteta tässä huomioon niiden vähäisen määrien ja energiankulutuksen vuoksi.

Jokaisen elohopeahöyrylampun korvaaminen energiatehokkaammalla valonlähteellä säästää energiaa noin 35 – 60 %. Ulvilassa tämä tekisi vuosisäästönä 665 – 1 140 MWh. Vuoden 2012 sähkönhinnan mukaan kustannuksissa päätäisiin 48 000 – 83 000 € pienempään vuosikustannukseen. Pienenevät valaistuksen energiakustannukset tulevat maksamaan pääosan uusimiskustannuksista takaisin pitkällä ajanjaksolla. Samalla valaistuksen laatu paranee huomattavasti.

Kannattavuuslaskelmaesimerkkinä voidaan laskea, jos 125 W elohopeahöyrylamput korvattaisiin pääsääntöisesti esimerkiksi jo osaa Ulvilaa käytössä olevilla 70 W suurpainenatriumlampuilla. Elohopeahöyrylampun ottoteho on 160 W ja suurpainenatriumlampun 80 W. Todellinen energiansääs-

tö 50 % eli 80 W/valaisin. Katuvalot palavat vuodessa 3 357 h ja vuonna 2012 energian hinta on noin 0,0728 €/kWh. Saavutettu säästö yhdellä lampulla olisi 20 €/vuosi. Lampun vaihtokustannus on arviolta noin 50 €, jolloin pelkän lampun vaihto maksaa itsensä takaisin 2,5 vuodessa.

Koko valaisimen, lampun ja liitäntälaitteiden vaihtokustannus on arviolta noin 325 €, jolloin valaisimen vaihto maksaa itsensä takaisin 16 vuodessa.

Toisena esimerkkilaskelmana on taulukko 13 joka on otettu Valopää led-valaisimien elinkaarikustannus tarkastelusta (27). Kyseessä on Valopäitten tekemä laskelma, jossa on syytä huomata että kustannukset saattavat vaihdella toimittajasta riippuen, mutta laskelmien pitäisi antaa riittävän tarkkuuden arvioida ledien kokonaiskustannuksia vanhoihin teknologioihin verrattuna. Esimerkissä sähkönhinta on 0,1 €/kWh ja valaisimien vuotuinen käyttöaika on 4500 h.

Valopään 35 W lediä on verrattu tyyppisiin tievalaistuksessa käytettyihin valaisimiin; elohopeahöyrylamppu 125 W, suurpainenaatriumlamppu 70 W ja monimetallilamppu 50 W. Taulukosta voi huomata, että hyvän led-valaisimen hankinnan jälkeiset vuotuiset kustannukset ovat huomattavan alhaiset suhteessa muihin verrattuihin valaisimiin.

	HQL-125W	SPNa-70W	Monim. 50W	Valopaa LED 35W
Ottoteho (KW)	0,16	0,08	0,058	0,035
Hankintahinta ja asennus (€)	0	140	165	330
Energiakustannus vuodessa (€)	72	36	26	16
Ryhmänvaihto (€/vuosi)	12	10	20	0
Korjauskustannus (€/vuosi)	10	10	15	3
Hankintahetken kustannus (€)	0	140	165	330
Kustannukset x-vuoden jälkeen (€)	1	94	196	226
	2	188	252	287
	3	282	308	348
	4	376	364	409
	5	470	420	471
	6	564	476	532
	7	658	532	593
	8	752	588	654
	9	846	644	715
	10		700	776
	20		1260	1387
	30		1820	2003

Taulukko 13. Kokonaiskustannuksien arvio jossa hinta- ja kustannustiedot perustuvat keskimääräiseen, asiakkailta saatuun tietoon (27)

Vaikka led-valaisimet eivät ole tällä hetkellä kustannuksiltaan yhtä edullisia kuin esimerkiksi suurpainenatrium- ja monimetallilamput, mutta niiden pitkä elinikä, koko ajan kasvava valotehokkuus ja hyvä värintoisto kannattavaa ottaa huomioon valaistusta valittaessa. Ledien käyttö maksaa itsensä takaisin pitkällä aikavälillä pienempinä huolto- ja kunnossapitokustannuksina.

10 Yhteenveto ja pohdinta

Ulvilan kaupunki käyttää vuoteen 2015 saakka joka vuosi 40 000 € tievalaistuksen huolto- ja uusimiskustannuksiin investointiohjelman mukaisesti, kunnes 2015 aloitetaan tievalaistuksen uusiminen alustavan 5 vuotisen vaihto-ohjelman mukaisesti. Vanhat elohopeahöyrylamput olisi näin ollen vaihdettu vuoteen 2020 mennessä. Ennen uusimista on tehtävä alueittain suunnitelmat siitä uusitaanko pelkät lamput, lamput ja valaisimet vai koko valaistusrakenne. Koko

valaistusrakenteen uusimiseen kuuluu myös sähkökaapeloinnin uusiminen, jolloin vanhat ilmakaapelit vaihdetaan maakaapeleiksi.

Tievalaistuksen käyttö aiheuttaa aina kustannuksia, joten nämä kustannukset on suhteutettava saatuun hyötyyn ja tarkasteltava näin tievalaistuksen tarvetta tietyllä tieosuudella. Tievalaistuksesta aiheutuvia kustannuksia ovat investointikustannukset, energian kulutus sekä huolto- ja kunnossapitokustannukset. Tämän takia on syytä tarkastella valaistuksen uudistamisessa alueiden yksittäisten katujen tai teiden valaistuksen tarpeellisuutta ja pohtia, uusitaanko valaistusta lainkaan, jos kadun tai tien valaistus vaatisi koko valaistusrakenteen uusimista.

Nykyisin käytössä olevia tievalaisimia ja lamppeja on kehitelty jo vuosikymmeniä. Näistä suurpainenatriumlamppu on tällä hetkellä suosituin elohopeahöyrylampun korvaaja, koska sen hankinta- ja käyttökustannukset ovat pienet. Monimetalli- ja induktiolamppuja asennetaan kohteisiin, joihin halutaan valkoista valoa tai hyvää värintoistoa. Huomioon kannattaa kuitenkin ottaa, että Led-valaisimien tuotekehitykseen on viimeisten vuosien aikana panostettu paljon. Led-valaisimien ominaisuuksien kehittyessä nykyisellä vauhdilla ne tulevat yleistymään kasvavin määrin 5 - 10 vuoden kuluessa. Tällöin hintakaan ei tule olemaan esteenä, sillä nykyään suurin syy Led-tievalaisimien korkeaan hintaan on niiden alhaiset valmistusmäärät. Led-valaisimien kehittyessä ja massavalmistuksen myötä niiden hinta on mahdollista saada nykyisten valaisin-tyyppien tasolle.

Kuvat

- Kuva 1. Ulvilan kaupungin sijainti (3, muokattu), s. 8
- Kuva 2. Väriämpötila (11), s. 15
- Kuva 3. Valaisinpylväitten perustyytit (16, s. 2), s. 23
- Kuva 4. Pylväiden toimintaperiaate (17, s. 13), s. 24
- Kuva 5. Tyypillisimmät tievalaistuksen sijoitusperiaatteet (20, s. 141), s. 26
- Kuva 6. Asennuskorkeus rakennuksiin nähden (19, s. 65), s. 27
- Kuva 7. Liian korkea ja sopiva puistovalaistus (19, s. 65), s. 27
- Kuva 8. Valoa läpäisevä kupu ja umpikupuinen valaisin (19, s. 66), s. 28
- Kuva 9. Valaistu katu ja valaistu katu sekä rakennus (19, s. 65), s. 28
- Kuva 10. Kevyen liikenteen väylän ja ajoradan valaistus, Ulvilan kaupunki, s.34

Taulukot

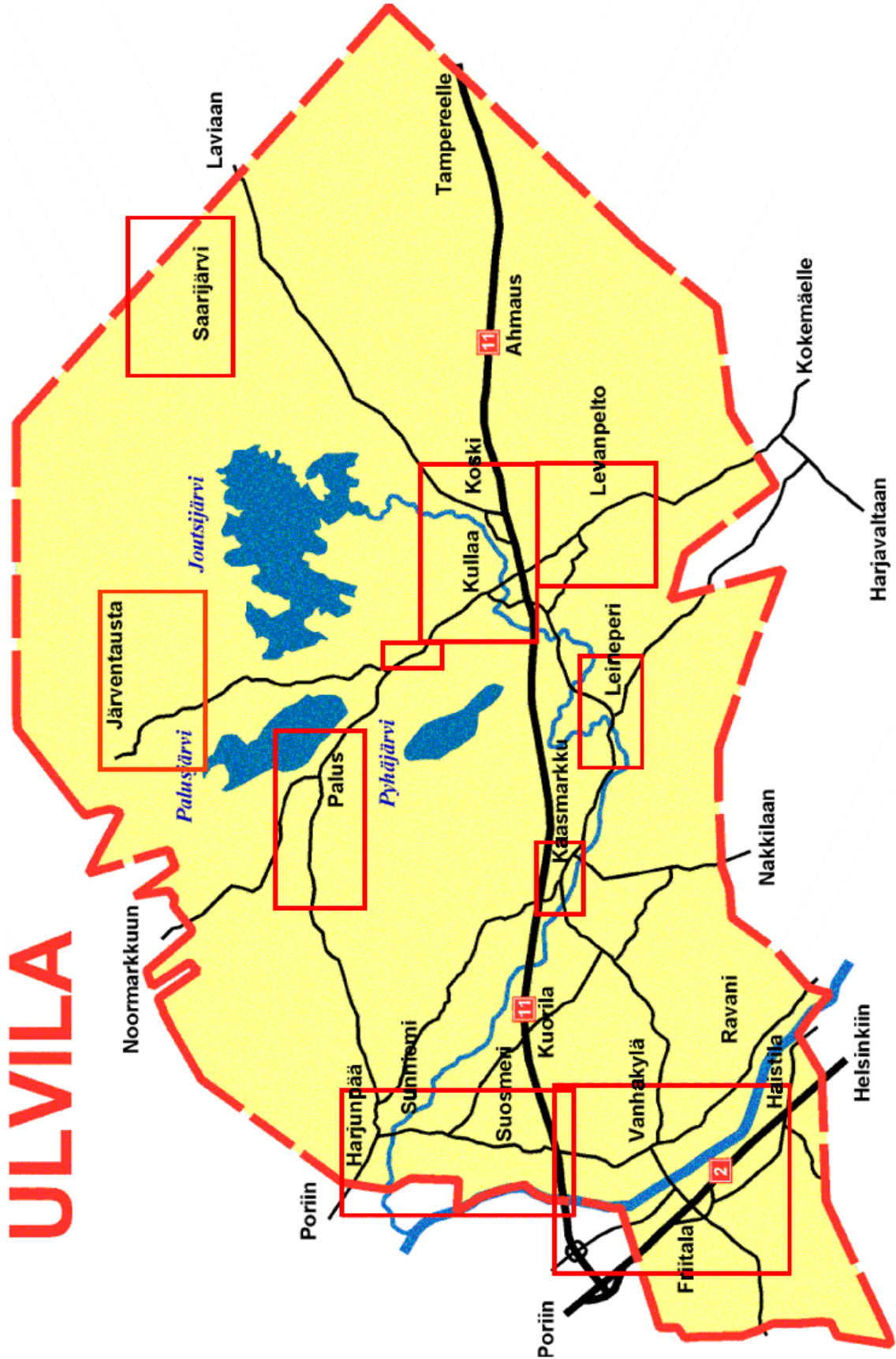
- Taulukko 1. EcoDesign-direktiivin tärkeimmät vaikutukset ulkovalaisinmarkkinoihin (4), s. 9
- Taulukko 2. Suurpainenatriumlamppujen ($Ra \leq 60$) valotehokkuusvaatimukset (7), s. 11
- Taulukko 3. Monimetallilamppujen ($Ra < 80$) ja suurpainenatriumlamppujen ($Ra > 60$) valotehokkuusvaatimukset (7), s. 12
- Taulukko 4. Muiden suurpainepurkauslamppujen valotehokkuusvaatimukset (7), s. 12
- Taulukko 5. Monimetallilamppujen valotehokkuusvaatimukset (7), s. 12
- Taulukko 6. Värintoistoindeksi (10, muokattu), s. 14
- Taulukko 7. Lamppujen ominaisuuksia (10), s. 19
- Taulukko 8. Ulvilan kaupungin lamput vuonna 2011, s. 20
- Taulukko 9. Ulvilan kaupungin lamppujen tehot ja niiden arvioitu lukumäärä ja osuus vuonna 2011, s. 20
- Taulukko 10. Ulvilan kaupungin tievalaistuksen käyttötunnit, s. 31
- Taulukko 11. Ulkovalaistuksen tarpeet erilaisissa valaistustilanteissa. (20, s.140), s. 33
- Taulukko 12. Uusimisjärjestys: elohopeahöyrylamppujen määrät ja vaihtovuosi alueittain, s. 38
- Taulukko 13. Taulukko 13. Kokonaiskustannuksien arvio jossa hinta- ja kustannustiedot perustuvat keskimääräiseen, asiakkailta saatuun tietoon (27), s. 42

Lähteet

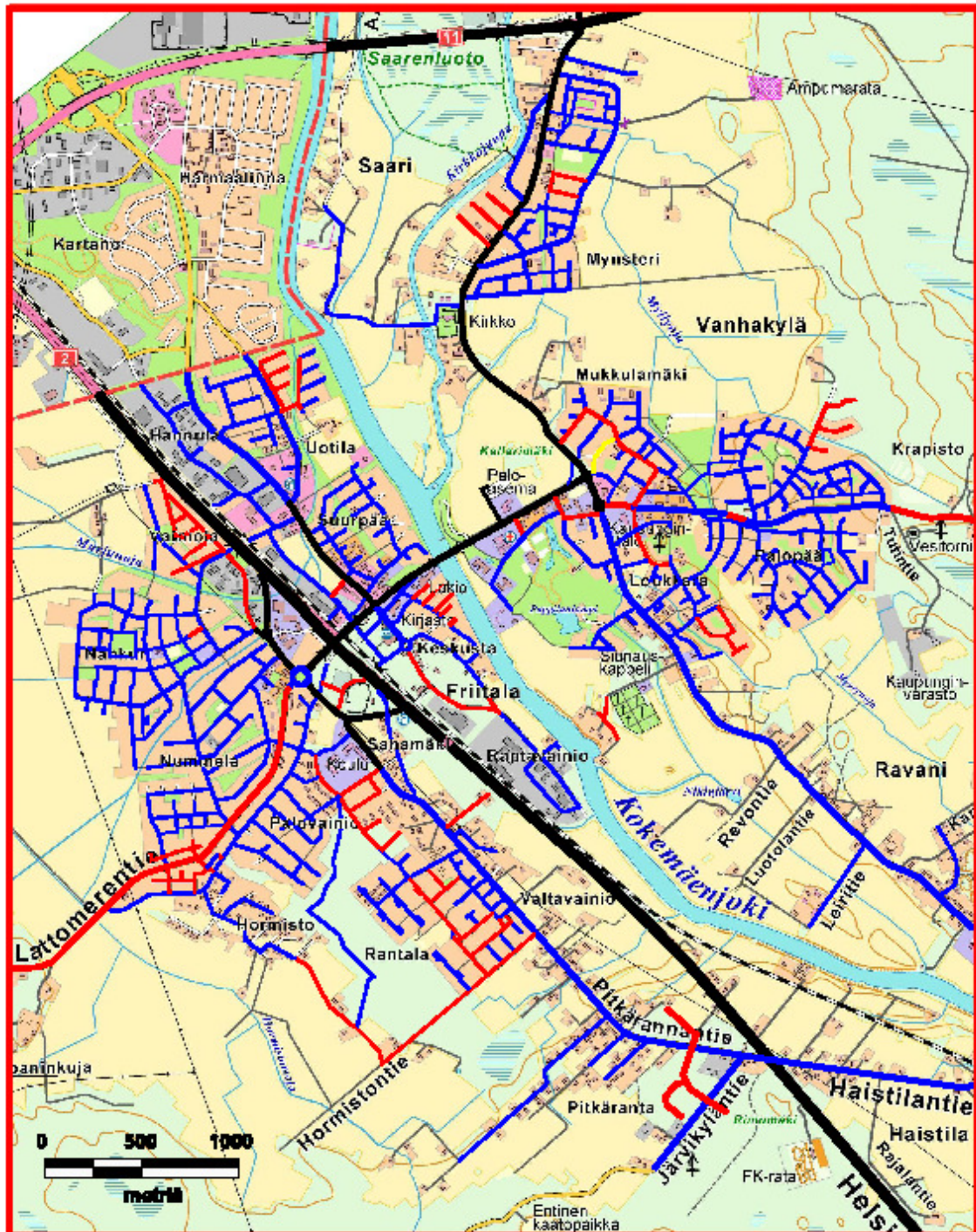
1. Motiva Oy & STEK. 2009. Valaistusta on uusittava-opas. Helsinki: Suomen Graafiset Palvelut Oy Ltd
2. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/125/EY. Euroopan unionin virallinen lehti. Energiaan liittyvien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:FI:P-DF>. Luettu 29.5.2011
3. Ulvilan kaupunki. 2011. Ulvila pähkinänkuoressa. <http://www.ulvila.fi/ulvila.asp?lang=fi&menu=%7B1AD925E4%2D100E%2D4122%2D9C15%2D8358EE7EE0CD%7D&url=talous/ulvilapahkinankuoressa.xml>. Luettu 15.6.2011
4. Sippola, V. 2010. Eco-design-direktiivin täytäntöönpanotoimenpiteiden vuoksi poistuvien lamppujen korvaaminen ulkovalaistuksessa. Diplomityö. Aalto-yliopisto. Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta.
5. Valoa Design. 2009. Ramboll-seminaari. http://projektit.ramboll.fi/nakokulma-seminaari/2009/esitykset/huomisen_rakennettu_ymparisto/roope_siirainen_valaistus_esteettisyytta_tekniikkaa_ja_energiasaastoa.pdf. Luettu 1.6.2011
6. Työ- ja elinkeinoministeriö. 2008. Työ- ja elinkeinoministeriön ohjeita energiatehokkuuden huomioon ottamiseksi julkisissa hankinnoissa.
7. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2005/32/EY. Euroopan unionin virallinen lehti. Täytäntöönpanemisesta loistelamppujen, joissa ei ole sisäistä virranrajoitinta, suurpaineipurkauslamppujen sekä virranrajoittimien ja valaisimien, joissa voidaan käyttää tällaisia lamppuja, ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2000/55/EY kumoamisesta. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0017:0044:Fi:PDF>. Luettu 1.6.2011
8. Junttila, I. 2011. Naantalin kaupungin katuvalaistuksen inventointi. Naantalin energia Oy. <http://aleksis.naantali.fi/poytakirjat/kokous/20111520-8-3158.PDF>. Luettu 15.6.2011
9. Oulun kaupungin valaistuksen yleissuunnitelma. 2010. Oulu. Tekninen keskus. http://oulu.ouka.fi/tekninen/Suunnitelmat/Nayta_Liite.asp?ID=2139&Liite=Oulun. Luettu 30.6.2011
10. Tiensuu, A. 2010. Uusi valaistuskirja. VYL julkaisu 48. Viherympäristöliitto ry.

11. Tetri, E., Raunio, J. & Halonen, L. 2011. Lamppuopas. Aalto-yliopisto. Sähkötekniikan korkeakoulu. Espoo.
<http://lightinglab.fi/ekovalo/News/lamp-puopas.pdf>. Luettu 25.8.2011
12. Junttila, U-K. & Koivistoinen, M. 2011. Katuympäristön suunnitteluopas. Suomen kuntatekniikan yhdistys ry & Viherympäristöliitto ry.
13. Hakkarainen, H. 2010. Ledien käyttömahdollisuudet tievalaistuksessa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma.
14. Tievalaistuksen toimintalinjat. 2006. Tiehallinto.
<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/1000105-v-06tievtoimlinj.pdf>. Luettu 20.6.2011
15. Kunnan ja valtion kustannusvastuun periaatteet maantien pidossa. 2006. Kuntaliiton verkkojulkaisu. Helsinki: Kuntatalon paino. http://www.ely-keskus.fi/fi/Liikenne/tiehankeet/uusimaa/Klaukkalan_ohikulkutie/Documents/kunnan_osuus.pdf. Luettu 15.7.2011
16. SFS-käsikirja 5269. 1989. Valaisinpylväät. Tyyppipylyväät. Helsinki: SFS
17. Tievalaistus. 1991. Teiden suunnittelu V Tiehen kuuluvat laitteet 1. Tielaitos. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
18. Ulkovalaistuksen tarveselvitys. 2002. Suomen kuntaliitto. Helsinki.
19. Tievalaistuksen suunnittelu. 2006. Tiehallinto. http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist_suunn.pdf. Luettu 15.6.2011
20. Katu 2002. Kadunrakennuksen tekniset ohjeet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
21. Infra RYL 2006. Väylät ja alueet. Rakennustieto.
22. Kivelä, J. 2009. Hehkulamppujen kieltämisen vaikutukset energian käytössä. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma.
23. Jaakkola Kai, sähkömies. Keskustelut 2011. Ulvilan kaupunginvirasto. Ulvila.
24. RIL 165-2- 2006. Liikenne ja väylät II. Helsinki: Otava
25. Tiekuunta ja tieosakas, 2007. <http://www.tieyhdistys.fi/binary/file/-/id/3/fid/105>. Luettu 30.8.2011
26. Lahtinen Kristian. Tarjouspyyntö, Lem-Kem Oy. 2011. Kristian.Lahtinen@lemkem.fi
27. Valopää. 2011. Tie- ja katuvalaistus. <http://www.valopaa.com/index.php?366>. Luettu 15.8.2011

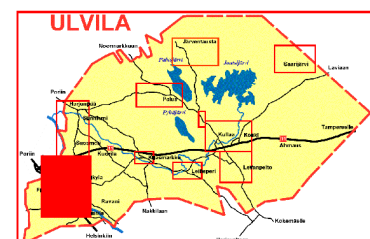
ULVILAN VALAISTUS



Friitala, Vanhakylä







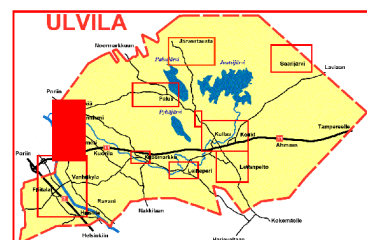
- Suurpainenatriumvalaisin
- Elohopeahöyryvalaisin
- Led-valaisin
- Tiehallinnon valaisimet



Harjunpää







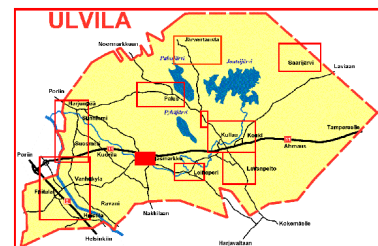
-  Suurpainenatriumvalaisin
-  Elohopeahöyryvalaisin
-  Led-valaisin
-  Tiehallinnon valaisimet



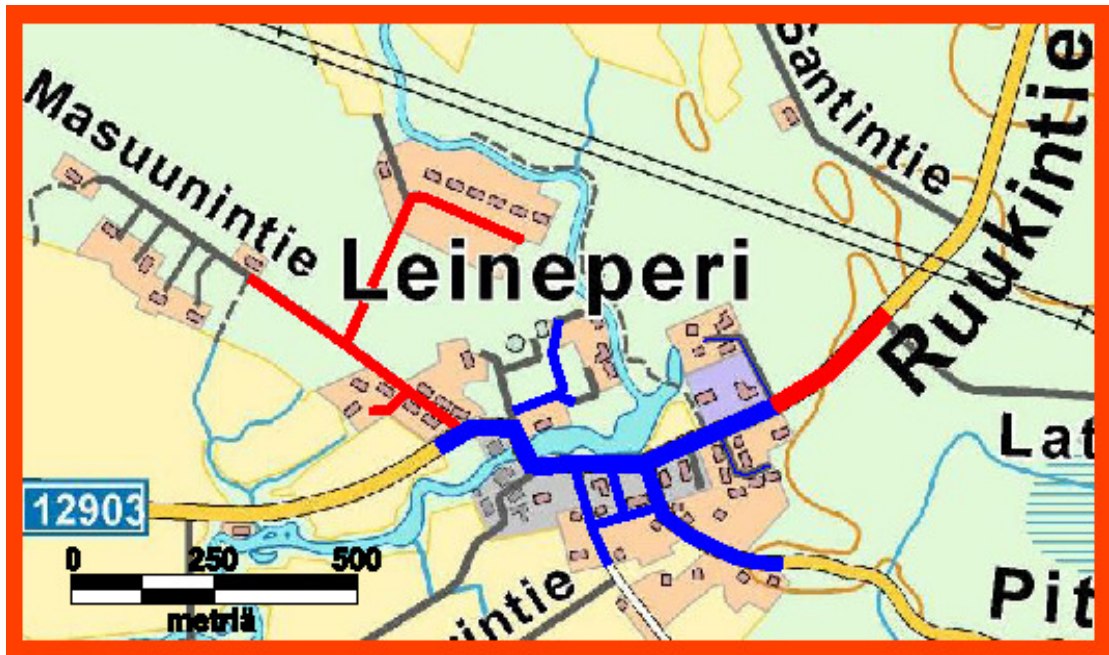
Kaasmarkku







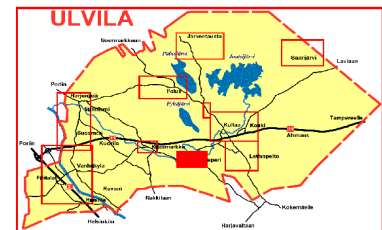
-  Suurpainenatriumvalaisin
-  Elohopeahöyryvalaisin
-  Led-valaisin
-  Tiehallinnon valaisimet

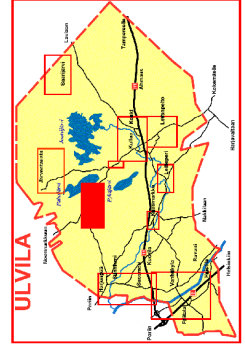
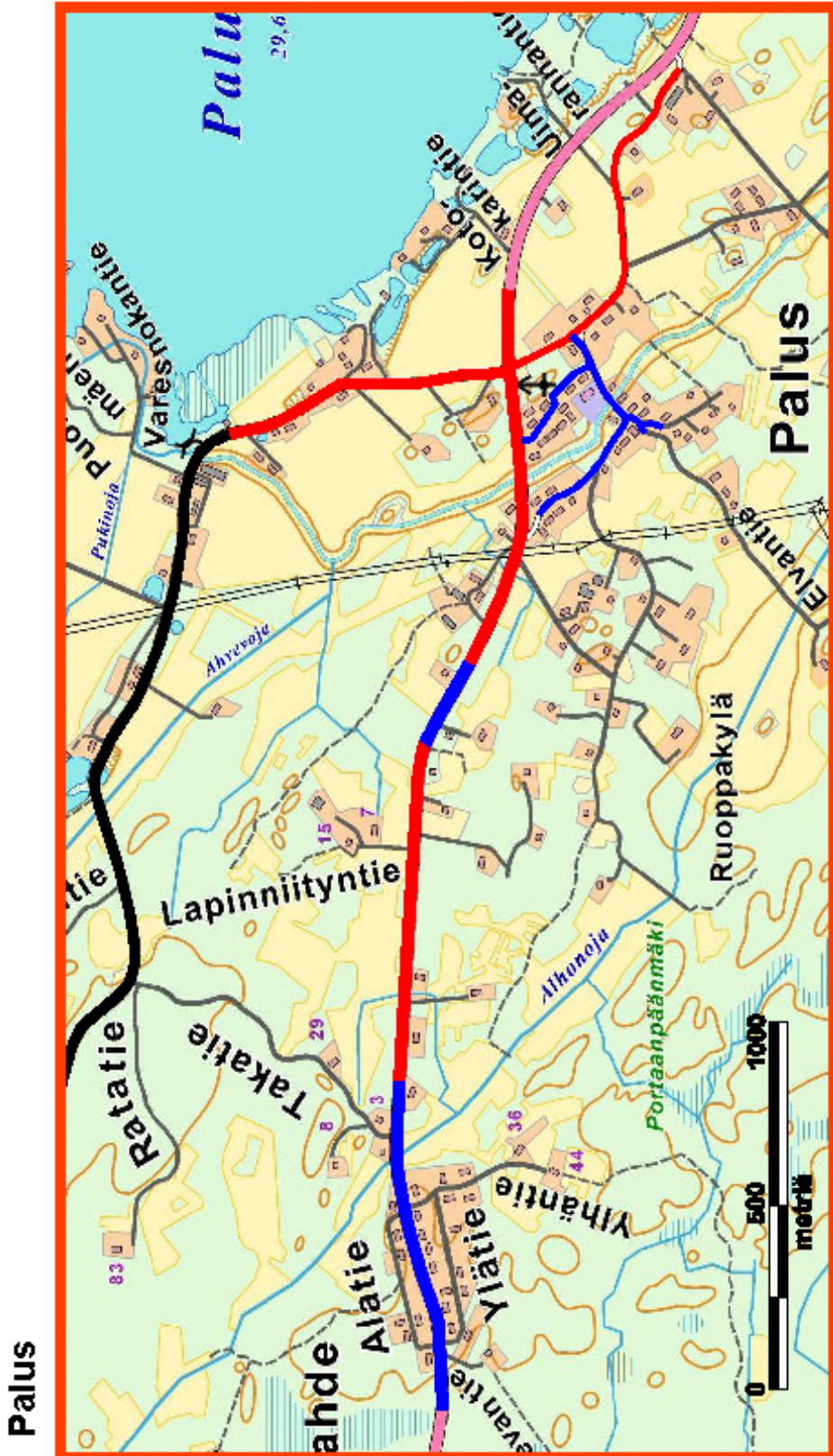


Leineperi

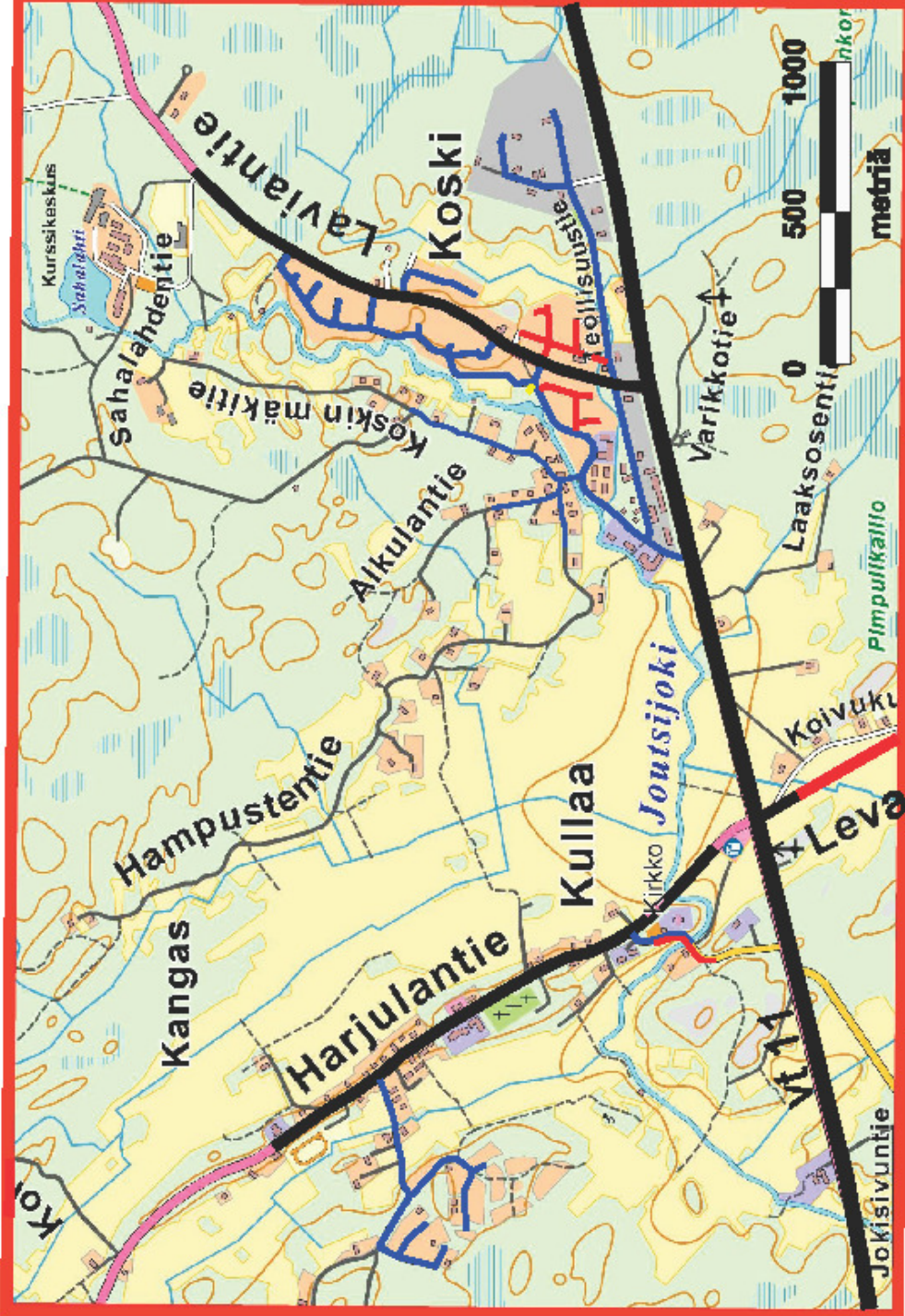






-  Suurpainenaatriumvalaisin
-  Elohopeahöyryvalaisin
-  Led-valaisin
-  Tiehallinnon valaisimet

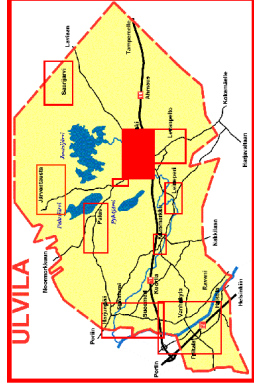




Kangas, Koski







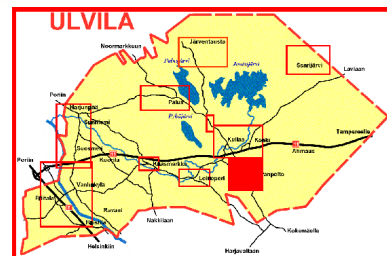
-  Suurpainenatriumvalaisin
-  Elohopeahöyryvalaisin
-  Led-valaisin
-  Tiehallinnon valaisimet



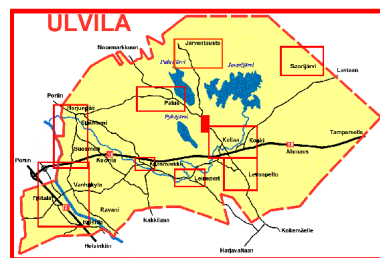
Levanpellontie (Kullaa)







-  Suurpainenaatriumvalaisin
-  Elohopeahöyryvalaisin
-  Led-valaisin
-  Tiehallinnon valaisimet

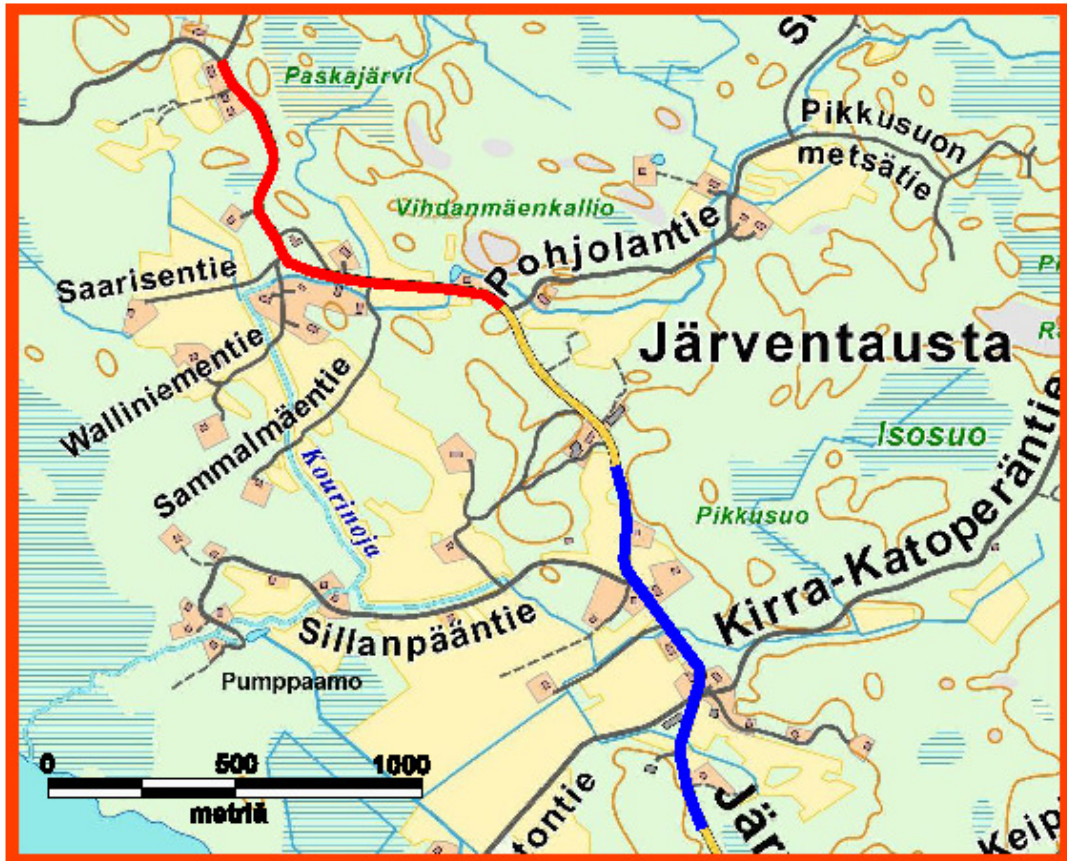






Harjulantie (Kullaa)

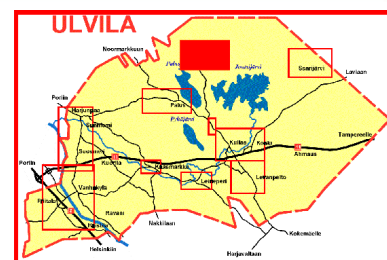


-  Suurpainenaatriumvalaisin
-  Elohopeahöyryvalaisin
-  Led-valaisin
-  Tiehallinnon valaisimet

Järventausta







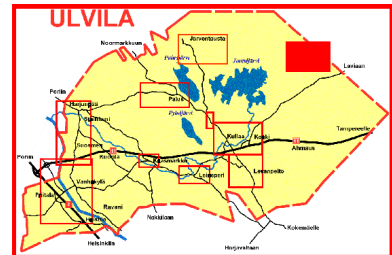
-  Suurpainenatriumvalaisin
-  Elohopeahöyryvalaisin
-  Led-valaisin
-  Tiehallinnon valaisimet



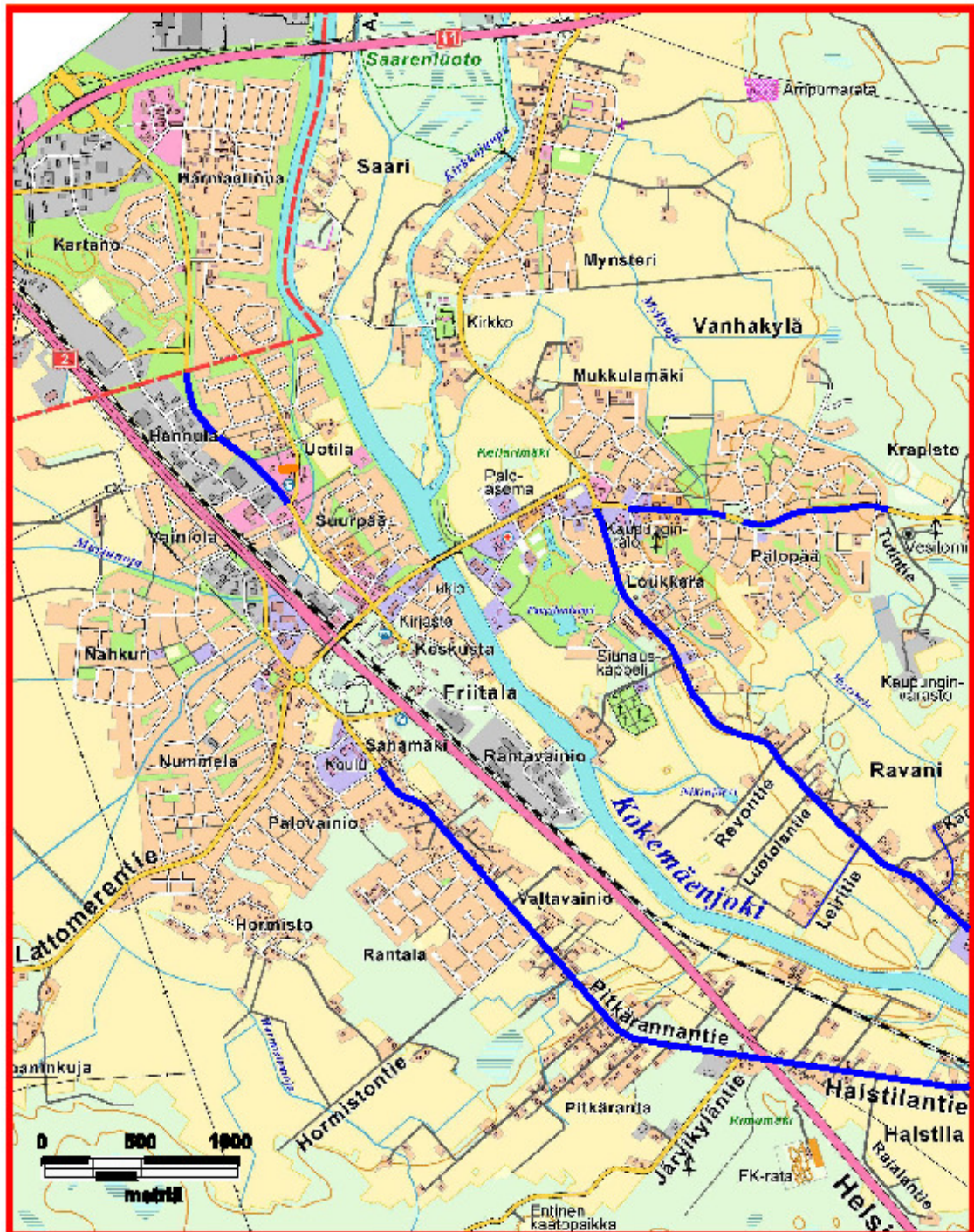
Saarijärvi



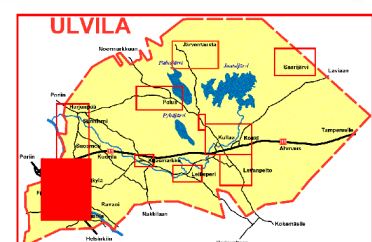
-  Suurpainenatriumvalaisin
-  Elohopeahöyryvalaisin
-  Led-valaisin
-  Tiehallinnon valaisimet



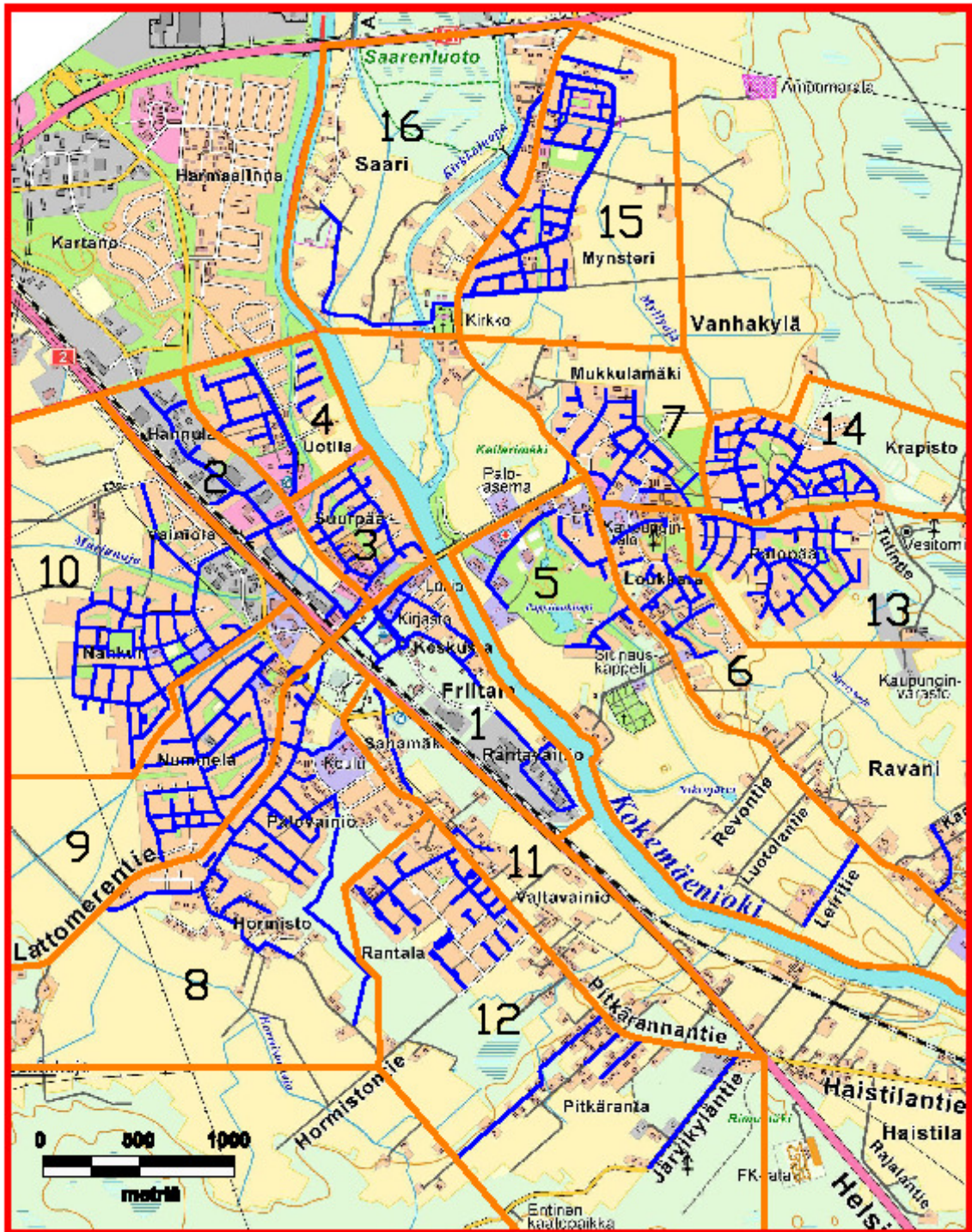
Friitala, Vanhakylä (pääties)



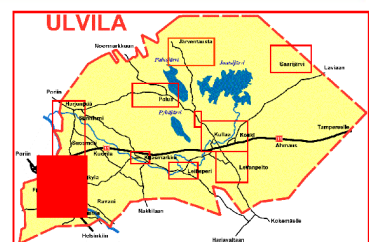
-  Alueen raja
-  Uusittava elohopeahöyryvalaisin



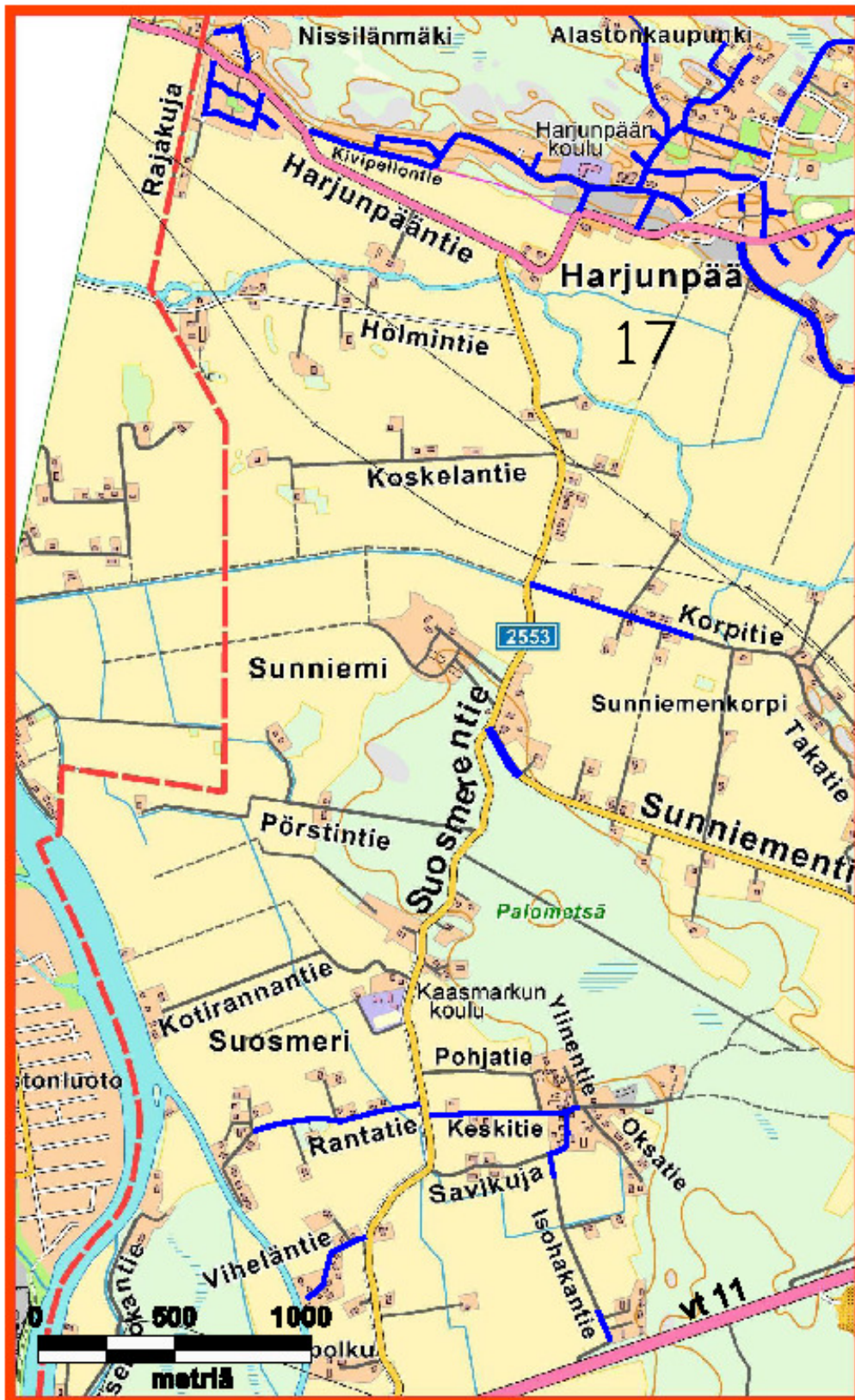
Friitala, Vanhakylä



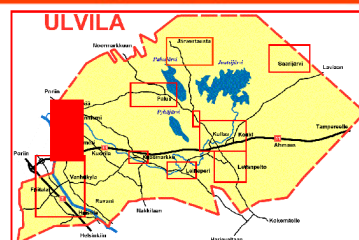
- Alueen raja
- Uusittava elohopeahöyryvalaisin



Harjunpää





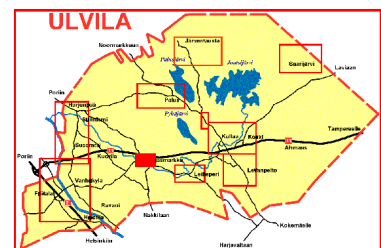
-  Alueen raja
-  Uusittava elohopeahöyryvalaisin



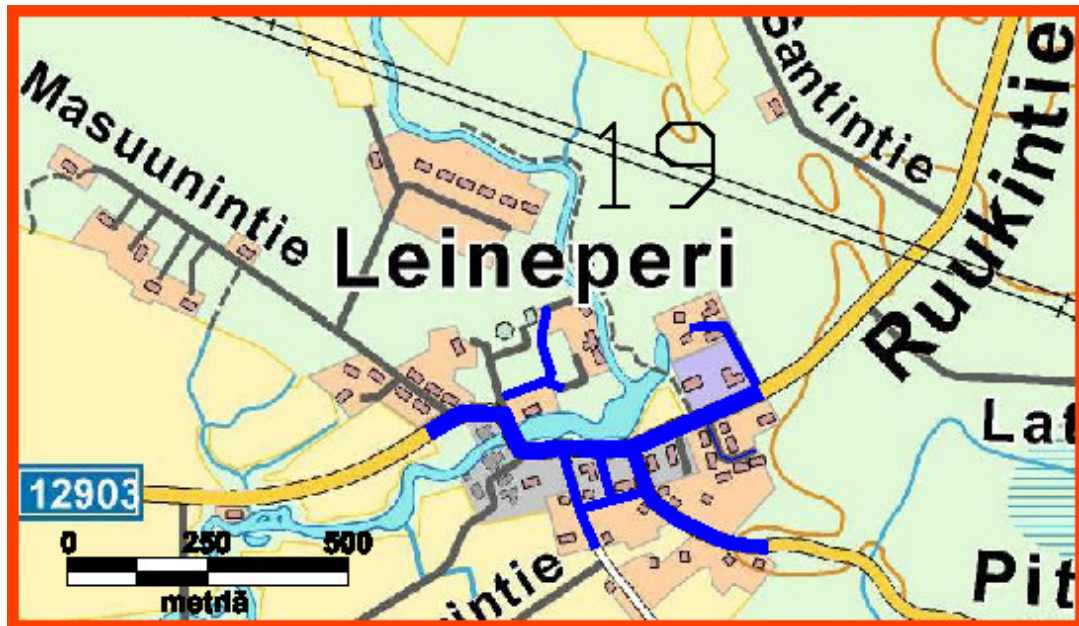
Kaasmarkku





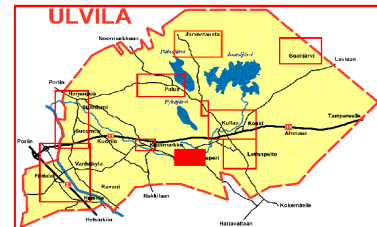
-  Alueen raja
-  Uusittava elohopeahöyryvalaisin



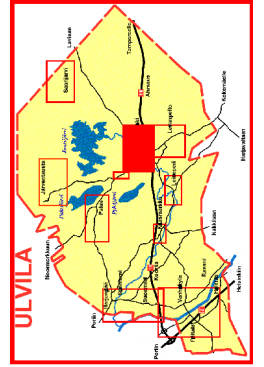
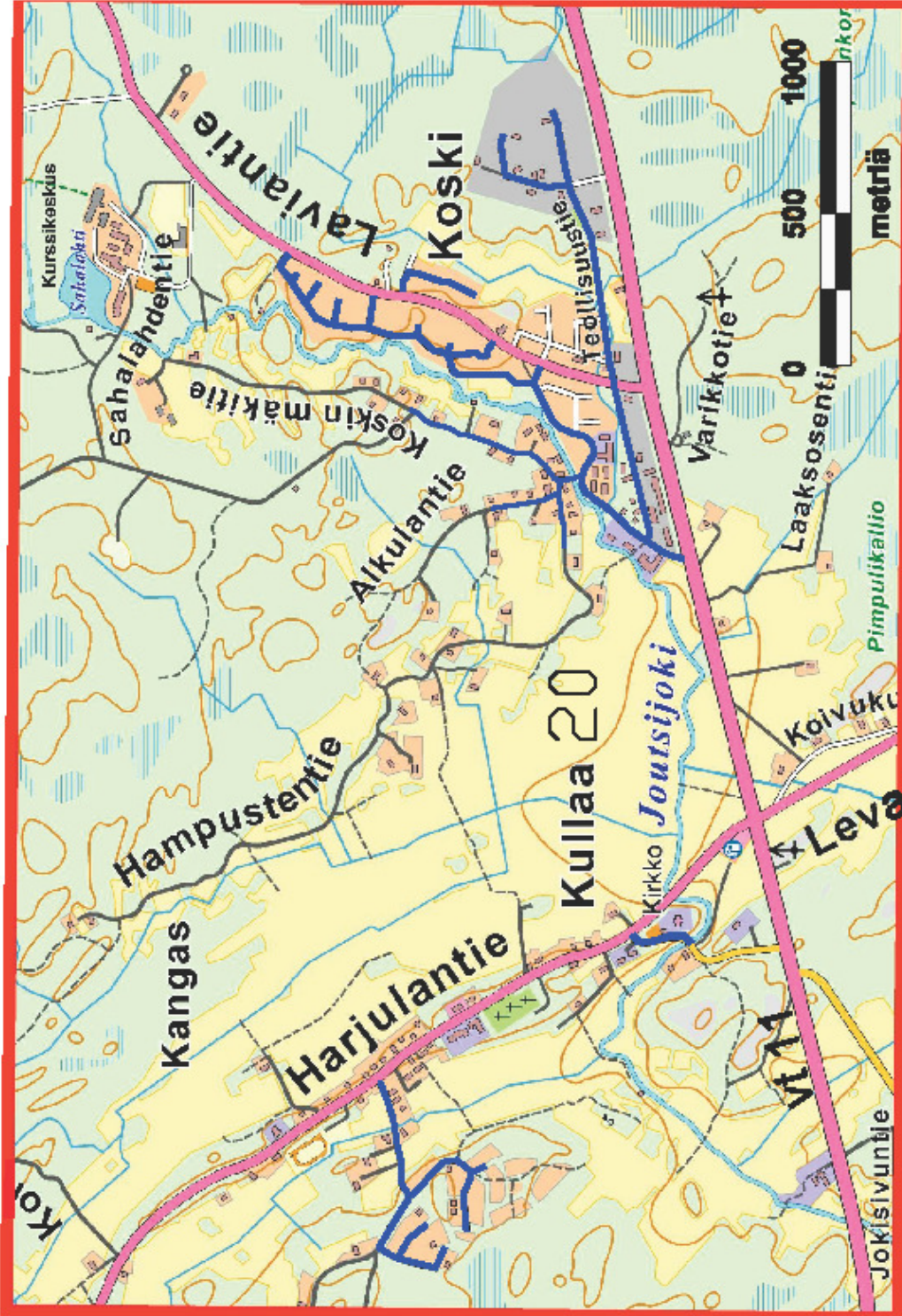
Leineperi



-  Alueen raja
-  Uusittava elohopeahöyryvalaisin





Kangas, Koski

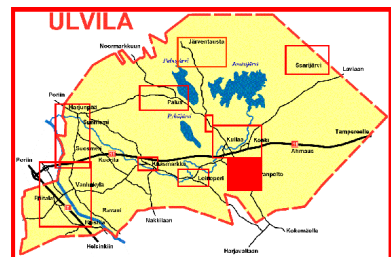


-  Alueen raja
-  Uusittava elohopeahöyryvalaisin

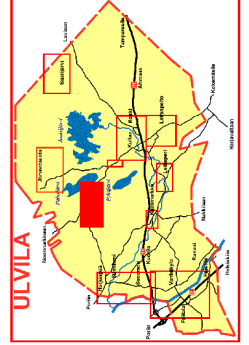
Levanpellontie (Kullaa)





-  Alueen raja
-  Uusittava elohopeahöyryvalaisin



Palus

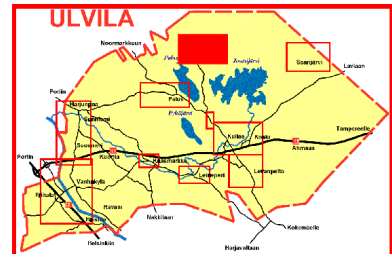


-  Alueen raja
-  Uusittava elohoipeahöyryvalaisin

Järventausta





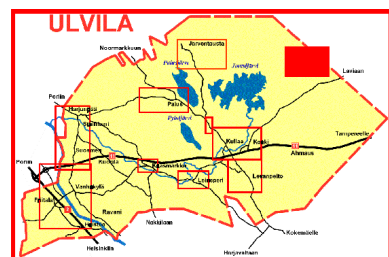
- Alueen raja
- Uusittava elohopeahöyryvalaisin



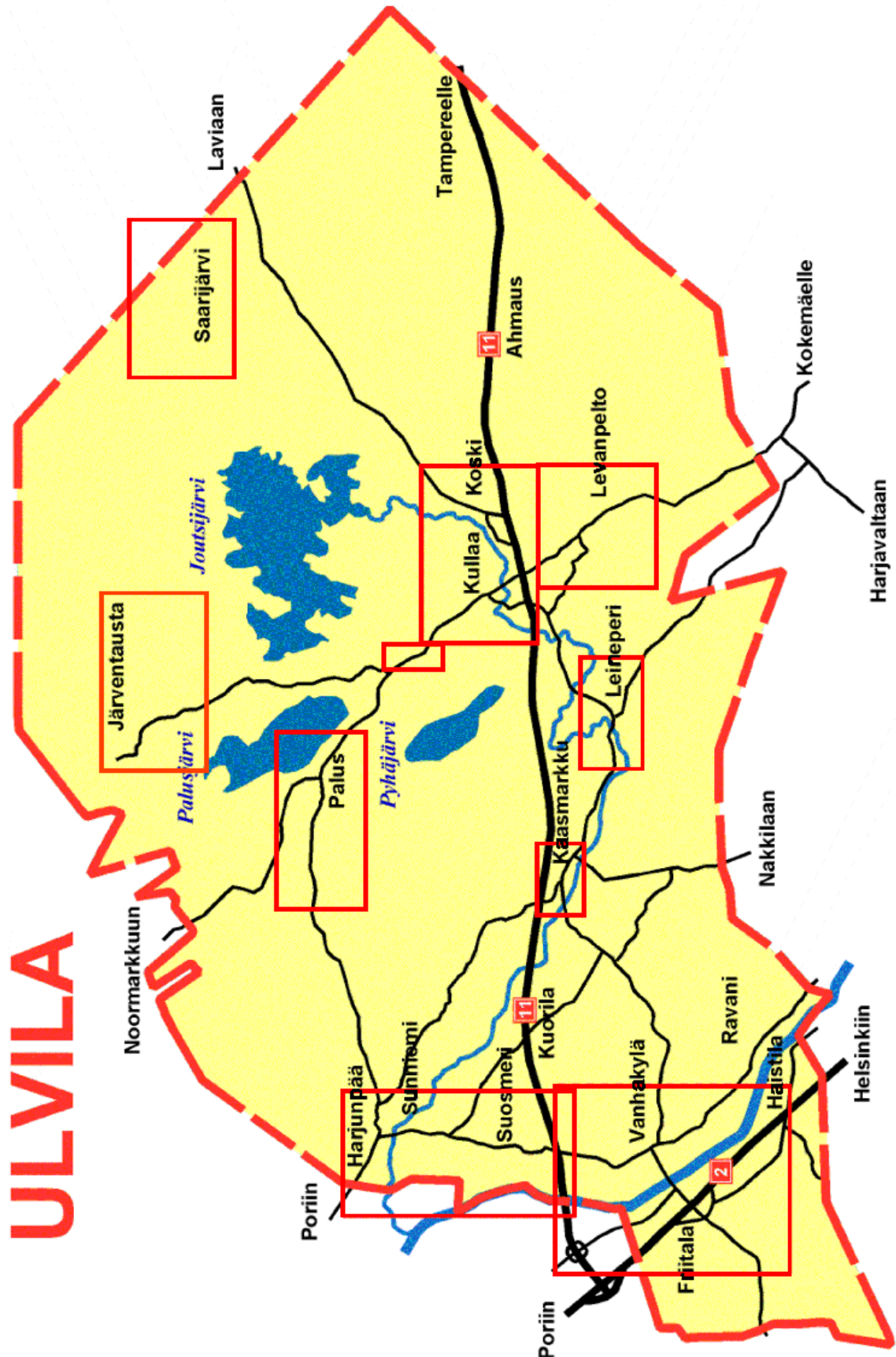
Saarijärvi



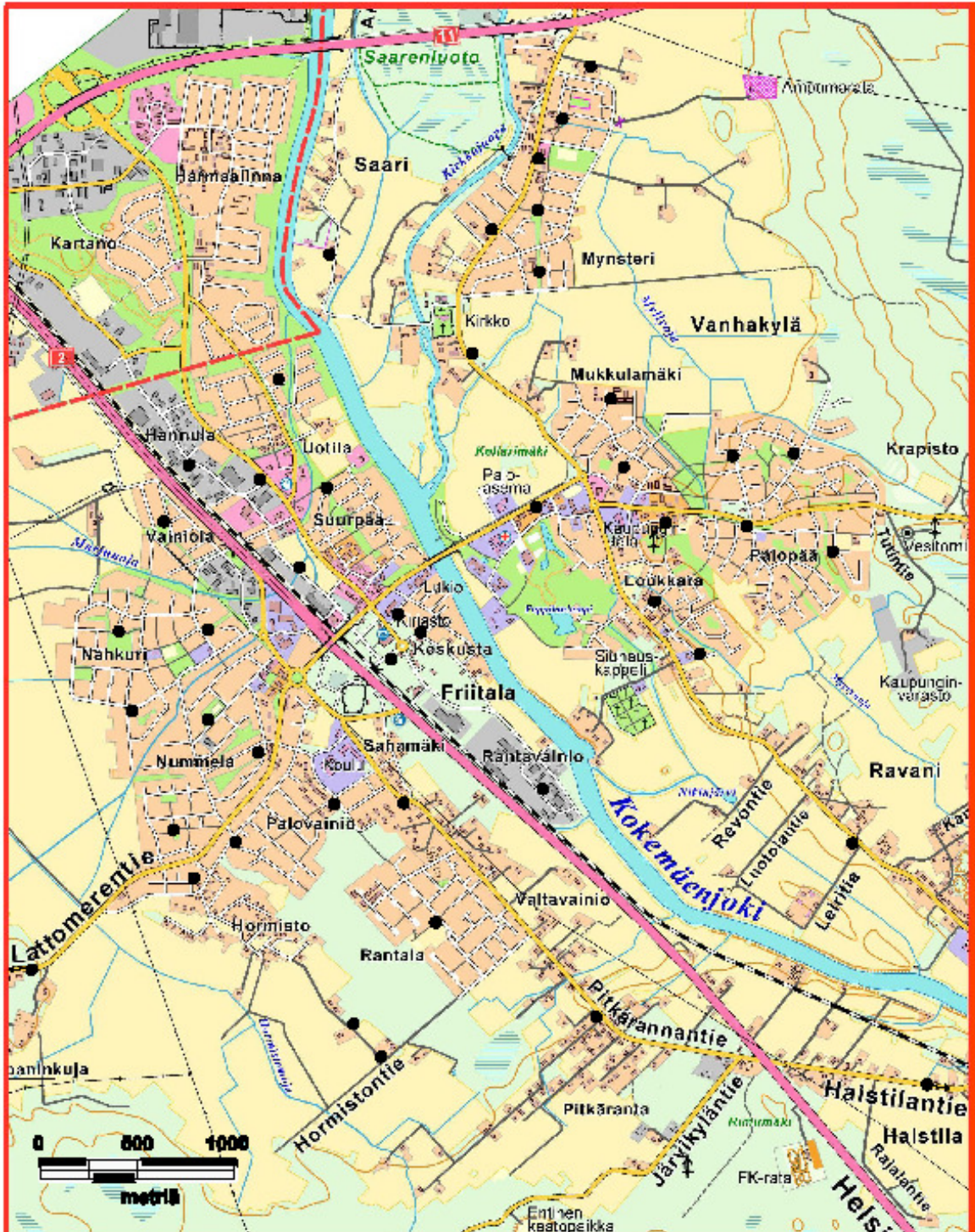
-  Alueen raja
-  Uusittava elohopeahöyryvalaisin



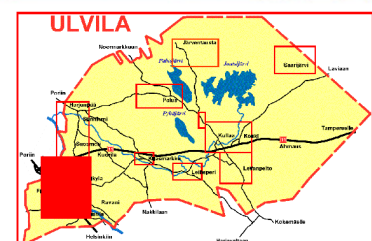
VALAISTUSKESKUKSET



Friitala, Vanhakylä



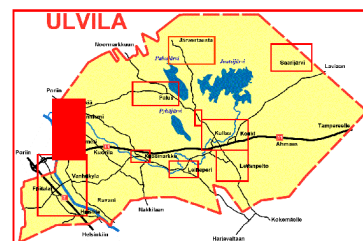
● Valaistuskeskus



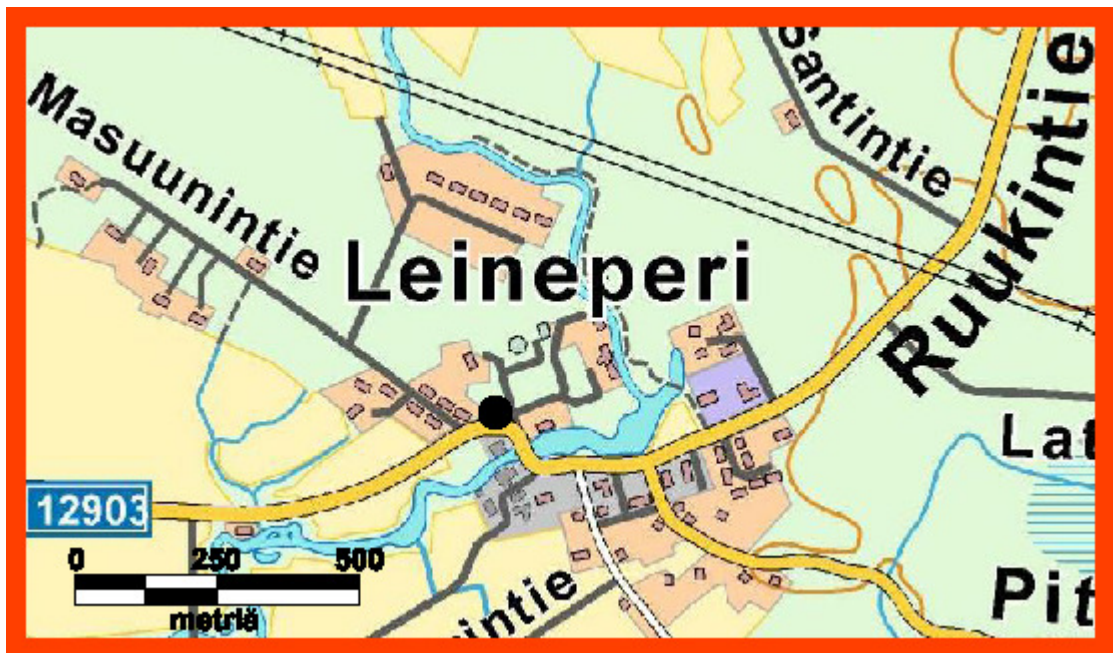
Harjunpää



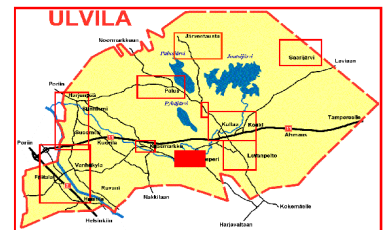
● Valaistuskeskus



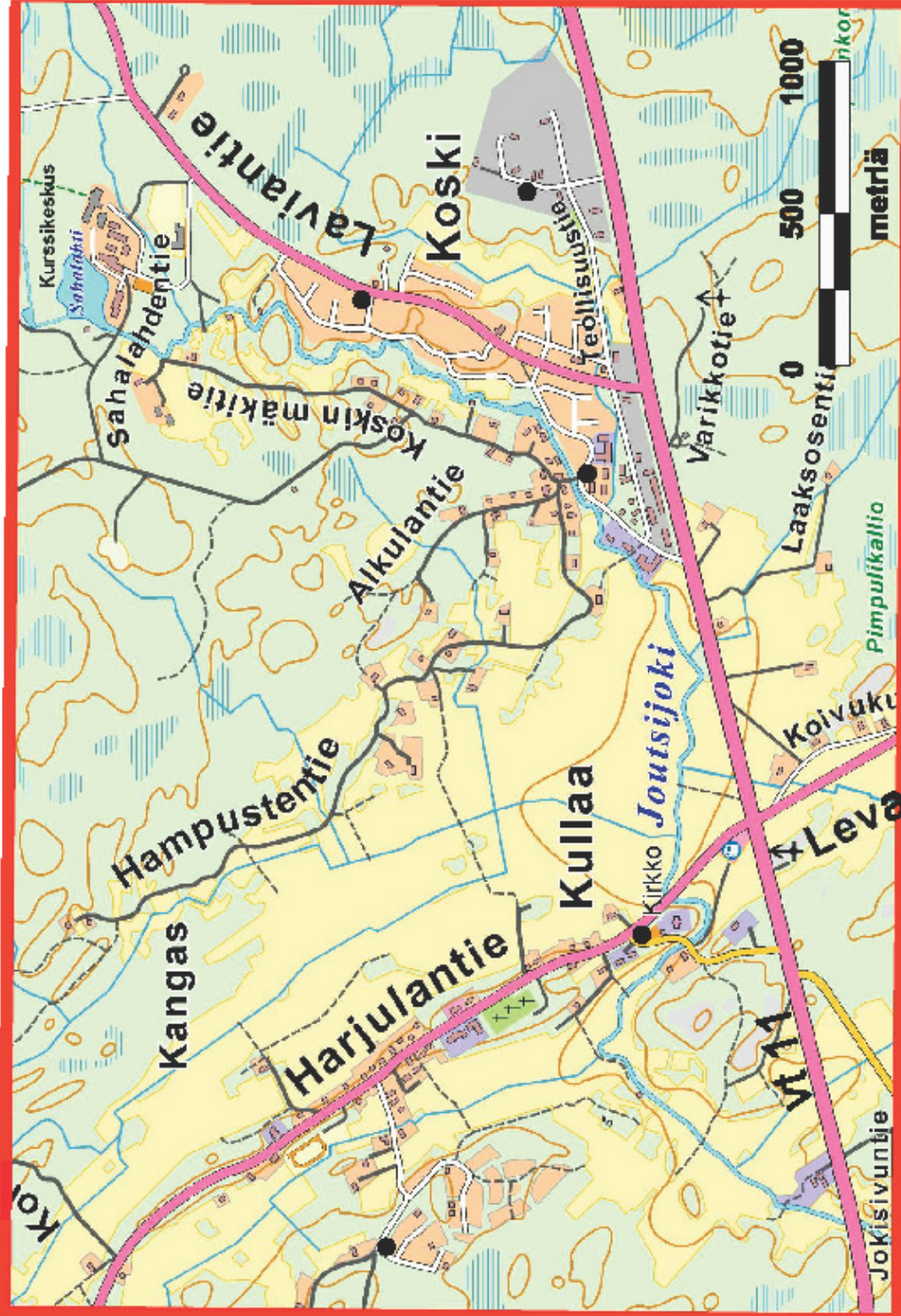
Leineperi



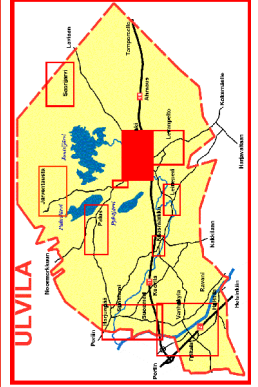
- Valaistuskeskus



Kangas, Koski



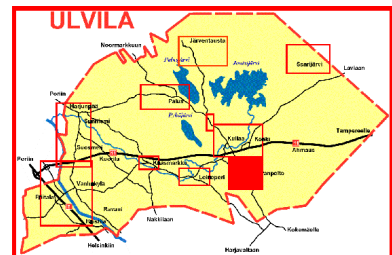
● Valaistuskeskus



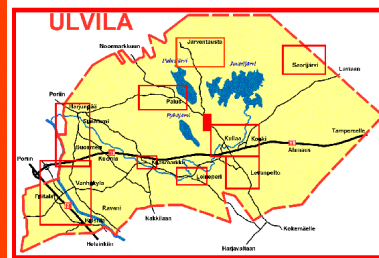
Levanpellontie (Kullaa)



- Valaistuskeskus



Harjulantie (Kullaa)

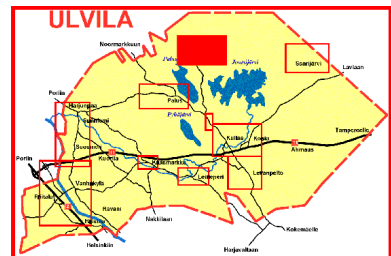


- Valaistuskeskus

Järventausta



- Valaistuskeskus



Saarijärvi



- Valaistuskeskus

