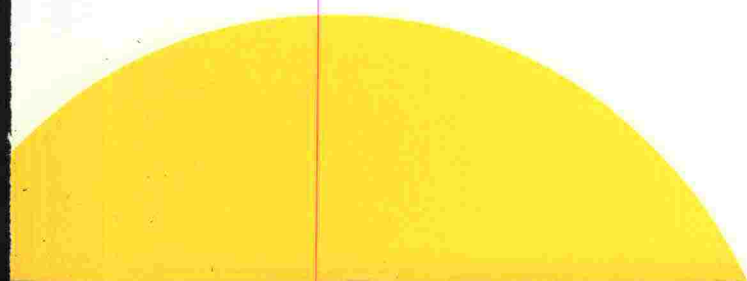
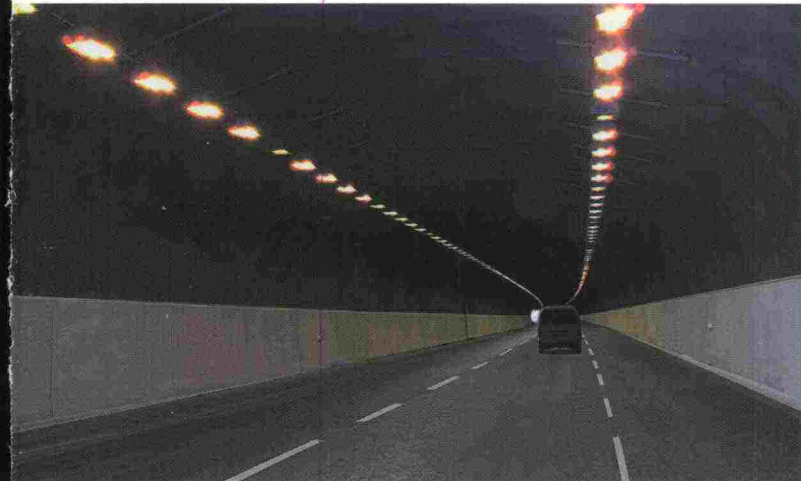
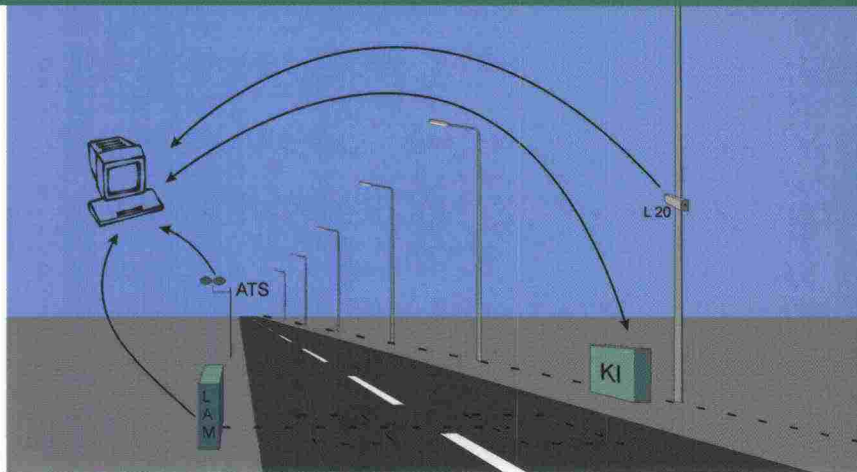


## Tievalaistuksen suunnittelu



# **Tievalaistuksen suunnittelu**

## **Suunnitteluvaiheen ohjaus**

*Kansikuva: Sito Oy*

ISBN 951-803-552-0  
TIEH 2100034-06

Verkkojulkaisu pdf ([www.tiehallinto.fi/julkaisut](http://www.tiehallinto.fi/julkaisut))  
ISBN 951-803-553-9  
TIEH 2100034-v-06

Edita Prima Oy  
Helsinki 2006

Julkaisua myy/saatavana:  
[asiakaspalvelu.prima@edita.fi](mailto:asiakaspalvelu.prima@edita.fi)  
Faksi 020 450 2470  
Puhelin 020 450 011



Painotuote

TIEHALLINTO  
Asiantuntijapalvelut  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelinvaihte 0204 22 11

**VASTAANOTTAJA**  
Tiepiirit

**SÄÄDÖSPERUSTA**  
Maantiel 109 §

**KOHDISTUVUUS**  
Tiehallinto

**ASIASANAT**  
Tievalaistus, suunnittelu

**KORVAAMUUTTA**  
Teiden suunnittelu V, 1. Tievalaistus TIEL 2140004  
Tievalaistuksen käsikirja TIEL 2140003  
Ohituskaistojen suunnittelu. Kappale 4.5 TIEH 2100021-03  
**VOIMASSA**  
1.5.2006 alkaen toistaiseksi

---

### **Tievalaistuksen suunnittelu (TIEH 2100034-06)**

Tätä julkaisua käytetään ohjeena tievalaistuksen tarpeen arvioinnissa ja tievalaistuksen suunnittelussa. Tätä voidaan käyttää laatuvaatimuksena urakassa, johon kuuluu tien tai tievalaistuksen suunnittelu ja rakentaminen.

Suurimmat muutokset aikaisempiin nyt kumottaviin ohjeisiin verrattuna ovat:

- Valaistuksen kannattavuuslaskelmat on päivitetty.
- Valaistusluokat on muutettu vastaamaan EN-standardeja.
- Häiriövalolle on annettu rajat.
- Eri poikkileikkauksille on esitetty valaistuksen perusratkaisut, joita voi käyttää laatuvaatimuksena valaistuksen hoitokustannusten osalta.
- Valaisimien ja pylväiden sijoittelua koskevia ohjeita on täsmennetty.
- Vaaleiden päällysteiden tuotekehittelyä varten on esitetty testimenettely.
- Sähkölaitteita koskevissa vaatimuksissa on otettu huomioon uudet määräykset ja SFS-standardit.
- Erityisesti on otettu huomioon rakennusurakka, joka sisältää suunnittelun, minkä vuoksi monet aikaisemmista suunnittelukriteerejä koskevista suosituksista on muutettu ohjeessa laatuvaatimuksen muotoon ja tilaajaa neuvotaan tuotevaatimuksen laadinnassa.

Valaisinpylväiden tarkemmat laatuvaatimukset esitetään julkaisussa Tievalaistus/sähkö tiedote 11 (uusin versio verkossa [www.tiehallinto.fi/thohje](http://www.tiehallinto.fi/thohje)). Julkaisussa on myös tietoja tuotteista. Myös perustusten laatuvaatimuksista tehdään erillinen julkaisu.

Asennustyön ja joidenkin tarvikkeiden laatuvaatimukset esitetään julkaisusarjassa Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset.

Yksikön päällikkö  
Tekniset palvelut



Matti Piispanen

Kehittämispäällikkö  
Tie- ja geotekniikka



Kari Lehtonen

TIEDOKSI

Tiensuunnittelukonsultit  
Oppilaitokset  
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Suomen Kuntaliitto  
Suomen Maarakentajien Keskusliitto SML  
SML:n yritysjäsenet ja piiriyhdistysten toimistot  
Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL  
Suomen Valoteknillinen Seura ry  
Kirjasto, ATP:n tiimit, ATS, PK

## ESIPUHE

Tievalaistuksen suunnitteluohje on uudistettu painos tievalaistuksen käsikirjasta (TIEL 2140003).

Tarkistuksen perusteita ovat vuoden 1991 ohjeiden käyttökokemukset, lisäantyneet CIE:n suositukset ja SFS-EN-standardit sekä muuttuneet hankintamuodot.

Ohjeesta ovat poissa oppikirjamaiset perustelut. Jäljelle ovat jääneet menettelytavat ja vaatimukset erilaisissa tie- ja liikenneympäristöissä olevien hankkeiden käsittelyä varten.

Konsultteina ovat olleet SITO Oy:n ulkovalaistusosasto valaistus- ja tietekniikan osalta sekä Projectus Team Oy sähkötekniikan alueella.

Tiehallinto  
Tekniset palvelut

## Sisältö

1	TIEVALAISTUKSEN TARVE	8
1.1	Tievalaistuksen vaikutukset	8
1.1.1	Liikenneturvallisuus	8
1.1.2	Valo tieympäristön osana	9
1.2	Valaistavat kohteet	10
1.3	Esimerkkejä valaistuksen rakentamisen kannattavuuslaskelmista	10
1.4	Tievalaistuksen saneeraus	12
1.5	Esimerkkejä saneerauksen kannattavuuslaskelmista	12
1.6	Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen	13
1.6.1	Kiinteä ohjaus	13
1.6.2	Älykäs tievalaistus	13
2	VALAISTUSTEKNILLISET VAATIMUKSET	14
2.1	Yleiset valaistusteknilliset perusteet	14
2.2	Valaistusteknilliset suureet	14
2.2.1	Luminanssi	14
2.2.2	Häikäisy	15
2.2.3	Valaistusvoimakkuus	16
2.3	Valaistusluokat	17
2.3.1	Yleistä	17
2.3.2	AL-luokat	17
2.3.3	AE-luokat	18
2.3.4	K-luokat	19
2.3.5	Lisäluokat	19
2.4	Valaistusluokan valinta	20
2.4.1	Autoliikenteen valaistusluokat	20
2.4.2	Kevyen liikenteen tiet	24
2.4.3	Älykkään tievalaistuksen valaistusluokka	24
2.5	Häiriövalo	25
2.6	Häiritsevää sivuvaloa	25
2.7	Maisema- ja julkisivuvalaistuksen suositukset	26
3	YLEISET TIET TAAJAMIEN ULKOPUOLELLA	28
3.1	Valaistusratkaisun valinta	28
3.2	Tievalaistuksen hoitokustannukset	28
3.3	Perusratkaisut	30
3.3.1	Kaksiajorataiset tiet	31
3.3.2	Yksiajorataiset tiet	34
3.3.3	Kevyen liikenteen tiet	40
3.4	Vähäliikenteiset tiet	41
3.5	Liittymät	41
3.5.1	Tasoliittymät	41
3.5.2	Kiertoliittymät	44
3.5.3	Eritasoliittymät	46
3.5.4	Vähäliikenteiset liittymät	54
3.5.5	Pysäköimis-, levähdys- ja palvelualueet	54
3.6	Ohituskaistatiet	55
3.7	Sopeutumisalueet	55
3.8	Suojatiet	56
3.9	Laiturit ja satama-alueet	56
3.10	Linja-autopysäkit	56
3.11	Tasoristeykset	56
3.12	Sillat	57
3.12.1	Risteyssillat	57
3.12.2	Kevyen liikenteen alikulkukäytävät	57
4	YLEISET TIET TAAJAMISSA	58
4.1	Yleistä	58
4.2	Lähtökohdat ja tavoitteet	58
4.3	Taajaman tie- ja katuverkko	59
4.4	Valaistustavat	60
4.4.1	Tievalaistus	60
4.4.2	Puistokatuvalaistus	60

4.4.3	Suuripiirteinen katuvalaistus	60
4.4.4	Pienipiirteinen katuvalaistus	60
4.5	Valaistustekniset vaatimukset	62
4.6	Valaistusrakenteet	62
5	<b>AUTOLIIKENNETUNNELIT</b>	67
5.1	Valaistuksen tarkoitus	67
5.2	Yleiset periaatteet	67
5.2.1	Olosuhteet	67
5.2.2	Tunnelin pituus	68
5.2.3	Sisäänajo-osuuden valaistustavat	68
5.3	Pitkän tunnelin valaistus	68
5.3.1	Yövalaistus	68
5.3.2	Päivävalaistus	68
5.4	Lyhyen tunnelin valaistus	73
5.4.1	Valaistustarve	73
5.4.2	Osittainen päivävalaistus	73
5.4.3	Täysi päivävalaistus	74
5.4.4	Yövalaistus	74
5.5	Poistumisalueen valaistus	74
5.6	Turvavalaistus	74
5.6.1	Varavalaistus	74
5.6.2	Poistumiskäytävien valaistus	74
5.6.3	Yhdyskäytävien valaistus	75
5.6.4	Pysähtymistaskujen valaistus	75
5.6.5	Poistumiskäytävän reunan merkitseminen	75
5.7	Optinen ohjaus	76
5.8	Valaisimet ja lamput	76
5.9	Kannatinrakenteet	76
5.10	Valaistuksen ohjaus	76
5.11	Sähköverkko	76
6	<b>SUUNNITTELU</b>	77
6.1	Yleistä	77
6.2	Valaistustekniikka	77
6.2.1	Yleistä	77
6.2.2	Lamput	77
6.2.3	Valaisimet	80
6.2.4	Optinen ohjaus ja ulkonäkö	82
6.2.5	Ajoradan päällyste	84
6.2.6	Valaistustekniset laskennat	85
6.3	Pylväät	86
6.3.1	Yleistä	86
6.3.2	Pylvään sijainti	87
6.4	Perustukset	88
6.5	Sähköjärjestelmät	90
6.5.1	Sähkölaitteet	90
6.5.2	Sähköverkko	96
6.6	Kustannuslaskenta	102
6.6.1	Yleistä	102
6.6.2	Taloudellisuustarkastelut	102
6.6.3	Rakennuskustannukset	104
6.6.4	Hoitokustannukset	105
6.6.5	Elinkaarikustannukset	107
7	<b>VALAISTUSSUUNNITELMAT</b>	111
7.1	Yleistä	111
7.2	Tievalaistuksen tarveselvitys	111
7.3	Tievalaistuksen yleissuunnitelma	112
7.4	Tiesuunnitelman valaistustiedot	113
7.5	Tievalaistuksen rakennussuunnitelma	113
8	<b>HANKINNAT</b>	114
8.1	Hankintatavat	114
8.2	Valaistusteknillisten ominaisuuksien osoittaminen	115
9	<b>LIITTEET</b>	116



# 1 TIEVALAISTUKSEN TARVE

## 1.1 Tievalaistuksen vaikutukset

### 1.1.1 Liikenneturvallisuus

Pimeän ajan onnettomuuksien lukumäärä on suhteellisesti suurempi ja vaikeusaste pahempi kuin valoisana aikana. Vaikka väsymys, kurittomuus ja alkoholi vaikuttavat tämän ongelman syntyymiseen, ratkaisevin tekijä on kuitenkin pimeys. Sillä on suuri vaikutus kuljettajan käyttäytymiseen ja suorituskykyyn.

Pimeällä tiellä ajettaessa heikentyneet näkemisedellytykset ovat osaltaan syynä siihen, että onnettomuusriski kasvaa 1,5...3 -kertaiseksi verrattuna valoisaan aikaan. Tievalaistuksen toteuttaminen perustuu pimeän ajan onnettomuuksien vähenemiseen.

Yleisillä teillä pimeän ajan (pimeä ja osa hämärän ajasta) liikenne on 30 % KVL:stä; liikenteen ennustetaan kasvavan tarkasteluajanjakson (20 a) aikana tieluokan mukaan 8...40 %. Pimeän ajan onnettomuudet ovat keskimäärin 30 % kaikista onnettomuuksista. Tielikenteen eräät onnettomuuslajit ovat selvästi yleisempiä pimeänä aikana kuin päivällä. Tavallisimpia pimeän ajan yksittäisonnettomuuksia ovat:

- jalankulkijaonnettomuus,
- törmäys pysähtyneeseen tai pysäköityyn ajoneuvoon,
- törmäys kiinteään esteeseen ajoradalla tai sen ulkopuolella ja
- eläinonnettomuus.

Kotimaisten ja kansainvälisten tutkimusten mukaan tievalaistus vähentää yleisillä teillä pimeän ajan onnettomuuksia keskimäärin 30 %:lla. Tievalaistus lievittää eniten vakavia onnettomuuksia. Vaikutus on suurin sekaliikenneteillä ja alenee tien standardin noustessa. Tässä ohjeessa käytetään seuraavia arvoja:

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

Tievalaistus parantaa liikenneturvallisuutta myös tieosuuksilla, joilla olosuhteet ovat poikkeukselliset (suuri liittymätiheys, sumuiset tienkohdat, monimutkaiset liikennejärjestelyt jne.), tasoittaa ja hieman lisää ajonopeuksia, parantaa ajoneuvoliikenteen palvelutasoa, sujuvuutta, ajomukavuutta ja optista ohjausta, vähentää ajoneuvojen häikäisyä sekä lisää tieympäristön yleistä turvallisuutta.

Tievalaistuksen kannattavuutta voidaan tarkastella ajokustannussäästöjen avulla. Näistä suurin osa (80...90 %) on onnettomuuskustannussäästöjä ja loput ajokustannussäästöjä. Onnettomuuskustannuksissa on otettu huomioon koko vuorokauden ajalta pylväisiin törmäämisistä aiheutunut lisä. Laskelmien perusteena käytetään seuraavia henkilövahinko-onnettomuusasteita:

- moottoritiet
  - keskikaista > 12 m 5,5 onn./10<sup>8</sup> ajon. km
  - keskikaista < 12 m 7

• moottoriliikennetiet	8	“
• keskikaiteellinen tie	8	“
• muut päätiet		
- liittymiä 2 kpl / km	10	“
- liittymiä 5 kpl / km	15	“
• muut maantiet		
- liittymiä 2 kpl / km	12	“
- liittymiä 5 kpl / km	20	“
• taajamatiet	20...40	“

Aikakustannussäästöjä syntyy liikenteen nopeuden palautumisesta lähes päivätilanteen mukaiseksi, jolloin matka-aika lyhenee. Nopeuden muutos on valaistun tieosan pituudesta, liikennemäärästä, tien luokasta, raskaiden ajoneuvojen osuudesta ja nopeusrajoituksista riippuen noin 1 km/h.

Tievalaistus vähentää hieman ajoneuvokustannuksia vähäisen liikenteen aikana. Kannattavan tievalaistuksen liikennemäärät ovat kuitenkin niin suuria, ettei taasaista ajonopeutta voida taata. Näin ollen ajoneuvokustannussäästöjä ei oteta huomioon.

### 1.1.2 Valo tieympäristön osana

Tievalaistuksen toteuttamisessa on liikenneturvallisuuden lisäksi monia muita samanaikaisesti tarkasteltavia näkökohtia. Tekniset ja toiminnalliset ominaisuudet voidaan esittää vaatimuksina, jotka ovat laskettavissa ja mitattavissa. Toisenlaisia keinoja ja arviointia tarvitaan, kun tarkastellaan tievalaistuksen vaikutusta yleiseen turvallisuuteen ja viihtyisyyteen, liikenneympäristön muodostumiseen ja vertailuun muihin tienpitotoimiin.

Tiet ja kadut vaikuttavat yhä monimutkaisemmilla tavoilla ympäristöönsä. Jatkuva kalusteiden ja menetelmien kehitys vaikuttaa valaistustapoihin ja -tyyppeihin sekä elinkaarikustannuksiin.

Valolla on kolme päätehtävää:

- näkyvyys - toimintojen valaiseminen
- hahmottaminen – tilan ja ympäristön muodostaminen
- ilmapiiri – varmuuden ja tunnelman synnyttäminen

Taajamissa tievalaistuksella on myös merkittävä vaikutus esteettömän liikkumisympäristön toteuttamisessa.

Tievalaistuksen äärirajat ovat: valaistus täysin liikenteen ehdoilla ja valaistus täysin ympäristön ehdoilla. Valolla, valaistustavalla ja valaistustyyppillä voidaan tukea liikenne- ja tieympäristöä sekä osoittaa niiden muutokset.

Valolla on myös haitallisia vaikutuksia. Häiriövalo on valaistavan alueen ulkopuolelle menevää valoa, joka määränsä, suuntansa tai spektrijakaumansa takia kasvattaa epämiellyttävyyttä, epä mukavuutta, hämmennystä tai rajoittaa oleellisen informaation näkymistä.

## 1.2 Valaistavat kohteet

Valaistavat kohteet on määritelty Tiehallinnon ohjeessa Tievalaistuksen toimintalinjat. Sen vuonna 2006 ilmestynyt versio TIEH 1000105-06 on tämän julkaisun liitteenä.

## 1.3 Esimerkkejä valaistuksen rakentamisen kannattavuuslaskelmista

Tievalaistuksen liikennetaloudellinen kannattavuus selvitetään vertaamalla keskimääräisiä vuotuisia ajokustannussäästöjä valaistusmenojen ja pylväsonnettomuuskustannusten yhteisvaikutukseen. Kannattavuuden liikennemääräraja saadaan selville tekemällä tarkastelu valaistuksen käyttöiän  $t$  puolivälissä (yleensä 10 vuotta), kaava (1).

$$KVL = \frac{10^8 \times [K_v + b \times n \times Onk_p (1 + r_1/100)^{t/2}] \times HK}{365 \times b \times [1,1 \times p \times d \times g \times Onk (1 + r_2/100)^{t/2} + Aik_s]} \quad (1)$$

jossa

KVL	on keskivuorokausiliikenne (ajon./d),
$K_v$	valaistuksen vuosikustannukset (€/km x a) kohdan 6.6.5.2 mukaisesti,
$b$	liikenteen kasvukerroin,
$n$	pylväiden lukumäärä (kpl/km),
$Onk_p$	pylväsonnettomuuden kustannus (€/kpl),
$r_1$	pylväsonnettomuuskustannuksen vuotuinen kasvu (%),
HK	hyötykustannussuhde,
$t$	valaistuksen käyttöikä (a),
$p$	pimeän ajan liikenteen osuus,
$d$	pimeän ajan onnettomuuksien vähenemä tievalaistuksen ansiosta,
$g$	tieosan henkilövahinko-onnettomuusaste (onn./10 <sup>8</sup> ajon.km),
Onk	henkilövahinko-onnettomuuden kustannus (€)
$r_2$	henkilövahinko-onnettomuuskustannuksen vuotuinen kasvu (%),
$Aik_s$	aikakustannussäästöt (€/ajon. km) kaavan (2) mukaan ja kerroin 1,1 omaisuusvahinkolisä

Kun tievalaistuksen tarve perustellaan vain liikennemäärällä, tien standardi oletetaan moitteettomaksi ja liikenneympäristö selkeäksi.

Lähtökohtana tievalaistuksen perustelemiseksi liikennemäärällä on kunkin tieluokan keskimääräinen henkilövahinko-onnettomuusaste. Se on ainoa peruste kaikilla teillä. Jos aikakustannukset otetaan huomioon, ne lasketaan kaavalla (2).

$$Aik_s = p \times Aik \times (1/v_1 - 1/v_2) (1 + r_3/100)^{t/2} \quad (2)$$

jossa

$p$	on pimeän ajan liikenteen osuus,
Aik	liikenteen ajan arvo (€/h)
$r_3$	liikenteen ajan arvon vuotuinen kasvu (%)
$v_1$	nopeus pimeänä aikana ennen tievalaistusta,
$v_2$	nopeus pimeänä aikana valaistuksen rakentamisen jälkeen ja
$1/v_1 - 1/v_2$	aikasäästö (h/ajon.km).

*Esimerkki 1.*

**Moottoritie**

Huomioon otetaan vain onnettomuuskustannussäästöt. Pylväsonnettomuus-  
kuluja ei tule, koska keskikaista-asennus on kaiteiden välissä.

$$\text{KVL} = \frac{10^8 \times 9630 \times 2}{365 \times 1,40 \times 1,1 \times 0,30 \times 0,20 \times 7 \times 386800 \times 1,02^{10}}$$

$$= 17302 \text{ ajon/ d}$$

*Esimerkki 2.*

**Muu kaksikaistainen päätie**

Tiellä on vain autoliikennettä ja sen liittymätiheys on 2 kpl/km. Onnettomuus- ja  
aikakustannussäästöt otetaan huomioon. Käytetään myötäviä pylväitä, joihin  
törmämisestä seuraa lievä onnettomuus ja sitä vastaava pienehkö kustannus.

$$\text{Aik}_s = 0,30 \times 12,32 \times (1/80 - 1/81) \times 1,02^{10} \times 10^8 = 69\,528 \text{ €}$$

$$\text{KVL} = \frac{10^8 \times (4620 + 1,40 \times 1000/56 \times 168 \times 1,02^{10}) \times 2}{365 \times 1,40 \times (1,1 \times 0,30 \times 0,25 \times 10 \times 386800 \times 1,02^{10} + 69000)}$$

$$= 8323 \text{ ajon/ d}$$

Vertailtaessa valaistuksen asentamista muihin liikenneturvallisuutta parantaviin  
toimenpiteisiin, valaistushankkeen ensimmäisen vuoden tuottokerroin lasketaan  
kaavalla (3).

$$e = \frac{365 \times \text{KVL} \times p \times [d \times g \times \text{Onk} + \text{Aik}(1/v_1 - 1/v_2)] - \text{Onk}_p \times 1000/S - K_{kk}}{K_r} \quad (3)$$

jossa

- e on ensimmäisen vuoden tuottokerroin,
- S pylväsväli,
- $K_{kk}$  ensimmäisen vuoden käyttö- ja kunnossapitokustannukset (€/km),
- $K_r$  valaistuksen rakennuskustannukset (€/km) ja muut merkinnät kuten kaavoissa (1) ja (2).

#### 1.4 Tievalaistuksen saneeraus

Tievalaistuksen saneeraus on määritelty Tiehallinnon ohjeessa Tievalaistuksen toimintalinjat, TIEH 1000105-06, josta seuraava ote on lainattu.

“Kaikki yli 20 vuotta vanhat tievalaistukset tarkastetaan ja niiden saneeraustarpeet todetaan. Uudempienkin valaistuksien osalta todetaan törmäysturvallisuus.

Tievalaistuksen saneeraus tulee kysymykseen, kun :

- valaistustaso on liian alhainen tieluokkaan nähden
- valaistus kuluttaa energiaa selvästi enemmän kuin nykyaikainen valaistus
- lamput ovat lyhytikäisempiä kuin vastaavat uudet tai valaisin on vikaherkkä
- tietä levennetään tai siirretään tai tielle tehdään kevyen liikenteen väylä
- pylväät eivät ole törmäysturvallisia
- halutaan erilainen ulkonäkö tai ilmajohdoista halutaan luopua.

Saneeraus tarkoittaa koko valaistuksen uusimista tai pienempiä valaisimeen, pylvääseen tms. kohdistuvia parannuksia.

Valaisinpylväät tulee muuttaa törmäysturvallisiksi vilkasliikenteisillä teillä (KVL > 800 ajon/d), joilla nopeusrajoitus on suurempi kuin 40 km/h, ellei pylväiden huono kunto ole esteenä tai kun pylväät ovat kaiteen tai sivuojan takana.“

#### 1.5 Esimerkkejä saneerauksen kannattavuuslaskelmista

Saneeraustarve voidaan tarkistaa seuraavan esimerkin mukaan.

Muu kaksikaistainen maantie, KVL 4000 ajon/d. Nykyinen elohopeavalistus QE-250, jonka jäykkien pylväiden väli on 36 m. Valaistus uusitaan kokonaan nykyaikaisilla suurpainenatriumvalaisimilla ST-250 käyttäen myötäviä pylväitä 56 m välein.

Nykyinen asennus

• hoitokustannukset	2 590	€/km x a
• törmäyskustannukset	9 800	“
	<u>12 390</u>	€/km x a

Saneeraus

• vanhan asennuksen purkaminen	3 360	€/km x a
• uuden valaistuksen rakentaminen	32 800	“
	<u>36 160</u>	€/km x a

Uusi asennus

• hoitokustannukset	1 800	€/km x a
• törmäyskustannukset	1 600	“
	<u>3 400</u>	€/km x a

Likimääräinen kuoletusaika

$$\frac{36\,160}{12\,390 - 3\,400} = 4 \text{ a}$$

Ensimmäisen vuoden tuottokerroin

$$e = \frac{\text{1. vuoden säästö}}{\text{saneerauskustannus}} = \frac{12\,390 - 3\,400}{36\,160} = 0,249$$

## 1.6 Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen

Tievalaistuksen himmennys- ja yösammutusperiaatteet on määritelty Tiehallinnon ohjeessa Tievalaistuksen toimintalinjat, TIEH 1000105-06, josta seuraava ote on lainattu.

“Himentäminen tulee kysymykseen, kun

- ajorata on pitkähkön ajan luminen,
- valaistus on rakennettu viihtyvyyden eikä liikenneturvallisuuden perusteella.

Valaistuksen yösammutus tulee kysymykseen, kun

- valaistus on rakennettu viihtyvyyden eikä liikenneturvallisuuden perusteella.

Osittainen tievalaistuksien sammuttaminen voi myös tulla harkintaan taloudellisista syistä, jos energiakustannukset vielä kasvavat.“

### 1.6.1 Kiinteä ohjaus

Tievalaistuksen ajoittaisen vähentämisen vaikutus liikenneturvallisuuteen on analysoitu tieluokittain. selvitys osoittaa yleisesti, että valaistuksen vähentämisen aiheuttama onnettomuuskustannusten lisäys on suurempi kuin sähkön säästö, jos alkuperäinen valaistushanke on ollut kannattava.

Niillä teillä, jotka on valaistu muilla kuin liikennetaloudellisilla perusteilla, valaistus voidaan öisin sammuttaa tai himmentää yleisen turvallisuuden ja viihtyvyyden salliessa liikennemäärän alittaessa seuraavat KVL:n arvot.

	Sammutus	Himmennys
Moottoritie	5 000	4 000
Valta- ja kantatie	1 000	2 000
Muu maantie ja paikallistie	1 000	1 500
Taajamatie	700	1 000

Kun ajorata on pitkähkön ajan luminen, himmentäminen ei lisää onnettomuuksia. Sammuttaminen lisää onnettomuuksia aina.

### 1.6.2 Älykäs tievalaistus

Älykäs tievalaistus sisältää monipuolisen ohjausjärjestelmän, joka muuttaa automaattisesti valaistuksen määrää ottaen huomioon vallitsevat tie- ja liikenneolot, tienpinnan ominaisuudet ja olotilan sekä lamppujen valovirran. Tiellä on muuttuvaa tarvetta vastaava luminanssi, joka tuotetaan minimisähkövirralla. Järjestelmä antaa palautetietoja toiminnan seurantaan ja hoitotöiden ohjelmointia varten.

Tiehallinto seuraa alan, kalusteiden ja ohjelmien kehitystyötä sekä valitsee harkinnan mukaan kulloiseenkin tarpeeseen sopivan toiminnoiltaan yksinkertaisen tai monipuolisen järjestelmän.

Toimivuus- ja tuotevaatimukset esitetään rakennussuunnitelmassa.

## 2 VALAISTUSTEKNILLISET VAATIMUKSET

### 2.1 Yleiset valaistusteknilliset perusteet

Valaistuksen on oltava tasoltaan sellainen, että tienkäyttäjä havaitsee ajoissa ajoradalla tai sen välittömässä läheisyydessä olevan esteen, saa oikean käsityksen omasta asemastaan, liikkeestään ja nopeudestaan tiehen sekä muihin tien käyttäjiin verrattuna. Edelleen tienkäyttäjän tulee saada oikea kuva tiestä ja sen jatkuvuudesta. Toisaalta valaistus ei saa häiritä kulkijoita tai oleskelijoita.

Kevyen liikenteen valaistusvaatimukseen kuuluu myös autoilijoiden tarve nähdä jalankulkijat ja pyöräilijät.

Ajoradalla tai sen vieressä olevan esteen tai esineen voi havaita silloin, kun taustan ja esteen välillä on riittävä luminanssikontrastiero. Ajoneuvojen valot valaisevat suoraan estettä, jolloin se erottuu vaaleana tummaa taustaa vasten. Tievalaistuksessa havaitsemistilanne vaihtelee, kohde erottuu joko vaaleana tummaa tai tummana vaaleata taustaa vasten.

Koska näkemisvaatimukset vaihtelevat erilaisissa liikenneolosuhteissa, on valaistustason muututtava samassa suhteessa. Käytännön suunnittelua varten valaistus jaetaan luokkiin, jotka määritellään valaistusteknillisten perusteiden avulla. Tällöin näitä luokkia voidaan käyttää sopivasti vaihdellen eritasoisilla teillä ja kaduilla.

Heikkonäköiset kärsivät häikäisystä ja tarvitsevat muita paremman kontrastin.

Tämän luvun valaistusteknilliset vaatimukset ovat standardin SFS-EN 13201-2 mukaiset.

### 2.2 Valaistusteknilliset suureet

#### 2.2.1 Luminanssi

Keskimääräinen luminanssi  $L$  ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) osoittaa, miten valoisalta tien pinta näyttää. Se on koko ajoradan luminanssiarvojen aritmeettinen keskiarvo. Havaittaja sijoitetaan jokaisen kaistan keskelle, ja pienin arvo on mitoittava.

Keskimääräisen luminanssin nostaminen pidentää näköetäisyyttä, parantaa havaitsemista, lyhentää reaktioaikaa ja suhteellisen liikkeen arviointia.

Jotta luminanssi ei alittaisi vaatimuksia ennen huoltoa, laskennassa käytetään alenemakerrointa. Valaisimen likaantuminen riippuu rakenteesta, asennuskorkeudesta, ilman kosteudesta ja epäpuhtauksista. Tieympäristön puhtaus riippuu liikenteen määrästä, koostumuksesta ja virran laadusta, ilmastosta, tuulisuudesta, tien sijainnista yleensä jne. Ellei kaikkien tekijöiden vaikutusta tunneta, käytetään taulukon 1 mukaista perusarvoa. Jos tarkempia arvoja halutaan käyttää, tieympäristön laatu on todettava tiesuunnitelman valaistustiedoissa ja hankekohtaisissa tuotevaatimuksissa.

Taulukko 1. Alenemakerroin.

Kotelointiluokka	Perusarvo	Liikenneympäristö	
		Puhdas	Likainen
IP 6X	0,80	0,85	0,70
IP 5X	0,70	0,75	0,60
IP 4X	0,60	0,65	0,50

Yleistasaisuus  $U_0$  vaikuttaa näkösuorituskykyyn. Se lasketaan koko ajoradan pienimmän ja keskimääräisen luminanssin osamääränä jokaiselle kaistalle. Pienin arvo on mitoittava.

Pitkittäistasaisuus  $U_l$  on merkittävä ajo- ja näkömukavuuden kannalta. Se lasketaan kunkin kaistan keskellä ja samassa kohdassa olevan havaitsemispisteen kautta kulkevalla suoralla olevien pienimmän ja suurimman luminanssin osamääränä. Pienin arvo on mitoittava.

### 2.2.2 Häikäisy

Häikäisynrajoituksen tunnusluku  $G$  kuvaa epämukavuuden tunteena koettavaa kiusahäikäisyä. Tätä ei käytetä tie- ja katuvalaistuksessa.

Estohäikäisyn näkemistä heikentävä vaikutus on mitattavissa silmän kontrastinerotuskyvyn muuttumisena  $TI$  (%). Se lasketaan uusilla lampuilla (alenemakerroin 1,0) jokaiselle kaistalle, ja suurin arvo on mitoittava.



### 2.2.3 Valaistusvoimakkuus

#### *Vaakatason valaistusvoimakkuus*

Vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus  $E_m$  (lx) on valovirta pinta-alayksikköä kohti. Se on ajoradan pinnan tasolle laskettujen valaistusvoimakkuuksien aritmeettinen keskiarvo.

Valaistusvoimakkuuksia käytetään tievalaistuksen laadunvalvonnassa. Luminanssi ja valaistusvoimakkuus lasketaan samoissa pisteissä. Jos vastaavissa pisteissä mitatut valaistusvoimakkuusarvot ovat samat kuin lasketut arvot, voidaan luminanssinkin olettaa täyttävän vaatimukset.

#### *Pystytason valaistusvoimakkuus*

Pystytason valaistusvoimakkuus  $E_n$  (lx) on valovirta pinta-alayksikköä kohti.

#### *Puolipallovalaistusvoimakkuus*

Puolipallovalaistusvoimakkuus  $E_{hs}$  (lx) on pienen pallonpuolikkaan pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus. Se on merkittävä kolmiulotteisten kohteiden: esteiden, kohoutumien, kolojen yms. havaitsemisen kannalta.

#### *Puolisylinterivalaistusvoimakkuus*

Puolisylinterivalaistusvoimakkuus  $E_{sc}$  (lx) on pystyssä olevan pienen sylinterinpuolikkaan pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus. Kasvojen korkeudella mitattuna se on vaikuttava tekijä tunnistamisen kannalta.

#### *Ympäristön valaistus*

Suhdeluku SR on ajoradan vieressä olevan puolen ajoradan levyisen kaistan valaistusvoimakkuus jaettuna lähimmän ajokaistan valaistusvoimakkuudella.

#### *Yläpuolinen valo*

Valaisimien yläpuolinen käyttöhyötysuhde (ULR) on vaakatason yläpuolelle menevän valovirran osuus koko valaisimen lähettämästä valovirrasta. Sitä käytetään tarkasteltaessa tie- ja aluevalaistuksen tuottamaa häiriövaloa.

Ylä- ja alapuolinen käyttöhyötysuhde ilmoitetaan tie- ja puistovalaisimien valonjako-ominaisuuksien mittaustuloksissa. Valonheitinasennuksissa on laskettava erikseen ylä- ja alapuoliset valaistusvoimakkuusarvot sekä niistä yläpuolinen käyttösuhte.

## 2.3 Valaistusluokat

### 2.3.1 Yleistä

Tie- ja katuvalaistuksen liikenneturvallisuutta ja ympäristöä parantavat vaikutukset saadaan aikaan sopivan valaistusluokan avulla. Valaistus pysyy luokassaan, kun valaistustekniset ominaisuudet täyttävät näkemisen ja havaitsemisen edellyttämät vaatimukset ja ovat keskenään oikeassa suhteessa. Autoilijat arvostavat ominaisuuksia järjestyksessä luminanssin tasaisuus, keskimääräinen luminanssi ja häikäisyn rajoitus.

### 2.3.2 AL-luokat

AL-luokat on tarkoitettu kuivalla ja märällä päällysteellä moottoriajoneuvon kuljettajille teillä ja kaduilla, joilla ajonopeus on korkeahko tai suuri, vähintään 50 km/h.

Yleisillä teillä käytetään näitä luminanssiin perustuvia luokkia. Valaistustekninen laskenta on tehtävä ohjelmalla, joka täyttää standardin SFS-EN 13201-3 vaatimukset. Mitoitettava kuiva päällyste on R2 (SMA, Ab, PaB) ja märkä W3. Jos kohteessa käytetään edellisestä poikkeavaa (vaaleusaste ja peilimäisyys) hankekohtaisesti valittua päällystettä, sen heijastusominaisuudet mitataan luvun 6 mukaan. Valaistustekninen mitoitus ja laskenta on esitetty tarkemmin luvussa 6.

Jos mitoitus tehdään ainoastaan kuivan päällysteen perusteella, on käytettävä standardin SFS-EN 13201-2 taulukon 1a mukaisia vaatimuksia: ME1, ME2, ME3a, ME4a ja ME5. Pitkittäistasaisuuden  $U_i$  arvot tällöin 0,5...0,7.

Taulukko 2. AL-luokat.

Luokka	Kuivan ja märän ajoradan luminanssi				Esto- häikäisy	Ympäristön valaistus
	Kuiva			Märkä		
	$L_m$ cd/m <sup>2</sup> , min	$U_o$ min	$U_i$ min	$U_o$ min	Tl % max	SR min
AL1	2,0	0,4	0,6	0,15	10	0,5
AL2	1,5	0,4	0,6	0,15	10	0,5
AL3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,5
AL4a	1,0	0,4	0,4	0,15	15	0,5
AL4b	0,75	0,4	0,4	0,15	15	0,5
AL5	0,5	0,4	0,4	0,15	15	0,5

### 2.3.3 AE-luokat

AE-luokat on tarkoitettu yleisillä teillä moottoriajoneuvon kuljettajille ja muille tienkäyttäjille konfliktialueilla, kiertoliittymissä ja mutkikkaissa tasoliittymissä yms. alueilla, missä luminanssiin perustuva tarkastelu ei ole käyttökelpoinen. Tämä toteutuu, kun näkyvissä olevan, säännöllisen ajoradan osan pituus on alle 60 m.

Taulukko 3. AE-luokat.

Luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	$E_m$ lx, min	$U_o$ min
AE 0	50	0,4
AE 1	30	0,4
AE 2	20	0,4
AE 3	15	0,4
AE 4	10	0,4
AE 5	7,5	0,4

Taulukko 4. Luminanssi- ja valaistusvoimakkuusluokkien vastaavuus.

Luminanssi	Valaistusvoimakkuus
AL 1	AE 1
AL 2	AE 2
AL 3	AE 3
AL 4a	AE 3
AL 4b	AE 4
AL 5	AE 5

### 2.3.4 K-luokat

K-luokat on tarkoitettu jalankulkijoille ja pyöräilijöille jalkakäytävillä, jalankulku- ja muilla alueilla ajoradan vieressä sekä asunto- ja pihakaduille, jalankulkukaduille, pysäköintialueille ja pihaille.

Taulukko 5. K-luokat.

Luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	Em <sup>1)</sup> lx, min	E lx, min
K1	15	5
K2	10	3
K3	7,5	1,5
K4	5	1
K5	3	0,6
K6	2	0,6

1) Riittävän tasaisuuden vuoksi hankekohtainen keskiarvo ei saa ylittää 1,5-kertaista luokan edellyttämää keskiarvon minimiä

Yleisiin teihin liittyvillä kevyen liikenteen väylillä käytetään K-luokkia. Jos vaakatason valaistusvoimakkuuden sijasta halutaan käyttää vaihtoehtoisesti puolipallovalaistusvoimakkuutta, luokka valitaan standardin SFS-EN 13201-2 taulukosta 4 ja esitetään rakennussuunnitelmassa.

### 2.3.5 Lisäluokat

Jos jalankulkijoille tarkoitetuilla alueilla halutaan vähentää rikollisuutta ja turvattomuuden tunnetta, vaakatason valaistusvoimakkuuden lisäksi käytetään puolisylinterivalaistusvoimakkuutta. Luokka valitaan standardin SFS-EN 13201-2 taulukosta 5 ja esitetään rakennussuunnitelmassa.

Jos pystysuoria pintoja halutaan korostaa, suunnittelussa käytetään lisäksi pystytason valaistusvoimakkuutta. Luokka valitaan standardin SFS-EN 13201-2 taulukosta 6 ja esitetään rakennussuunnitelmassa.

Sellaisissa tilanteissa, missä estohäikäisyn rajoittamiseksi TI-arvoa ei voida laskea, suunnittelu tehdään valovoiman määrän ja suuntauksen avulla. Perusteena käytetään standardin SFS-EN 13201-2 liitettä A ja tulos esitetään rakennussuunnitelmassa.

## 2.4 Valaistusluokan valinta

### 2.4.1 Autoliikenteen valaistusluokat

#### 2.4.1.1 Tiet

Valaistusluokka riippuu väylän ja liikenteen ominaisuuksista. Yleisten teiden tyyppisimmät valaistusluokat ovat taulukon 6 mukaiset.

Jos yleinen tie on taajaman sisäisen liikenneverkon osa, valaistustaso valitaan katuluokituksen avulla taulukosta 7.

Taulukko 6. Yleisten teiden valaistusluokat.

Toiminnallinen luokka	Poikkileikkaus	Liikenne	Ajo- nopeus	Liittymät	Valaistusluokka	
					Valoisa	Pimeä ymp
Moottoriväylät	2x12,50/7,50+15,00 	M	≥ 80	Eritaso	AL2	AL3
	2x12,50/7,50+4,50 	M				
	12,50/7,50 	M				
Päätiet	2x9/7+4,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Taso Eritaso	AL1	AL2
		M+E(Pp+Jk)			AL2+K2	AL3+K4
	17,50/14,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Taso	AL1	AL2
		M+E(Pp+Jk)			AL2+K2	AL3+K4
	10,50/7,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Taso	AL4a	AL4a
	8/7 	M+E(Pp+Jk)			AL4a+K4	AL4b+K6
Muut tiet	8/7 	M+Pp+Jk	< 60	Taso	AL4a	AL4b
		M+E(Pp+Jk)			AL4b+K6	AL4b+K6
	7/6 	M+Pp+Jk	< 60	Taso	AL4b	AL4b
	4...6 	M+Pp+Jk	< 40		AL4b	AL4b
	Laiturit 				AL1	AL2

M=moottoriajoneuvoliikenne

Jk=jalankululiikenne

Pp=polkupyöräliikenne

E=erillinen liikenne

Ympäristö on valoisa, jos tien ulkopuolelta tulee häiritsevää valoa esim. läheisestä toisesta tie- tai katuvälästä, huoltoasemilta, pysäköintialueilta, urheilukentiltä, julkisivuvalaistuksista, mainosvaloista, valotaideteoksista yms..

Taulukko 7. Katujen valaistusluokat.

Toiminnallinen luokka	Poikkileikkaus	Liikenne	Nopeusrajoitus	Liittymät	Valaistusluokka
Pääkadut					AL2+K2
Keskustassa		M+E(Pp+Jk)	50	Taso	AL2+K2
					AL1+K1
Muilla alueilla		M+E(Pp+Jk)	80 60	Eritaso Taso	AL2+K2 AL3+K4
		M+Pp+Ejk	50	Taso	AL4a+K4
Kokoojakadut		M+E(Pp+Jk)			AL3+K4
Keskustassa		M+Pp+Ejk	50	Taso	AL3+K4
Muilla alueilla		M+E(Pp+Jk)	60	Taso	AL4a+K6
		M+Pp+Ejk	50		AL4b+K6
Tonttikadut		M+Pp+Ejk	50	Taso	AL4a+K4
Keskustassa					
Muilla alueilla		M+Pp+Ejk	40	Taso	AL4b+K6
		M+Pp+Jk	30		AL5

M=moottorijoneuoliikenne

Jk=jalankululiikenne

Pp=polkupyöraliikenne

E=erillinen liikenne

### 2.4.1.2 Tasoliittymät

Valaistun tien tasoliittymän valaistuksen mitoituksen ja suunnittelun lähtökohtana on sama valaistusluokka kuin päätien linjalla.

Jos vain liittymä valaistaan, valaistusluokan tulee olla AL3, kun nopeusrajoitus on  $\geq 80$  km/h. Jos nopeusrajoitus on  $\leq 60$  km/h, valaistusluokka on AL4b.

### 2.4.1.3 Kiertoliittymät

Kiertoliittymän valaistusluokan on oltava vähintään sama kun korkein liittyvien teiden valaistusluokista. AL- ja AE-luokkien vastaavuus on taulukossa 6.

### 2.4.1.4 Eritasoliittymät

Eritasoliittymien ramppien valaistusluokat valitaan taulukon 8 avulla.

*Taulukko 8. Eritasoliittymän ramppien valaistusluokka.*

Päätie	Sivutie	Rampit
AL1	AL1	AL1
	AL2	AL2
	AL3	AL3
	AL4a	AL4a
	AL4b	AL4a
AL2	AL1	AL2
	AL2	AL2
	AL3	AL3
	AL4a	AL4a
	AL4b	AL4a
AL3	AL1	AL3
	AL2	AL3
	AL3	AL3
	AL4a	AL4a
	AL4b	AL4a
AL4a	AL1	AL4a
	AL2	AL4a
	AL3	AL4a
	AL4a	AL4a
	AL4b	AL4b
AL4b	AL1- AL4b	AL4b
valaisematon	AL1-AL4b	AL4b

#### **2.4.1.5 Sopeutumisalueet**

Sopeutumisalueen keskimääräisen luminanssin tulee olla 15-25 % tien valaistusluokan arvosta.

#### **2.4.1.6 Linja-autopysäkit**

Valaistun tien linja-autopysäkeillä käytetään samaa valaistusluokkaa kuin tielinjalla.

Jos valaisemattoman tien pysäkit valaistaan erikseen, valaistusluokka on AE 5.

#### **2.4.1.7 Pysäköimis-, levähdys- ja palvelualueet**

Valaistuun tiehen välittömästi liittyvät, lisäkaistamaiset alueet saavat riittävästi valoa päätien valaisimista. Erillisten alueiden valaistusluokat valitaan tasoliittymien periaatteiden mukaan.

Valaistun moottoritien palvelualueiden ramppien valaistusluokka valitaan kuten eritasoliittymässä. Pysäköintialueiden valaistusluokka on AE 3. Keskeisten toiminta-alueiden valaistusluokka on käyttötarkoituksen mukaan AE 2-AE 0 kuten standardissa SFS-EN 12464-2 tarkemmin esitetään.

Jos valaisemattoman tien liitännäisalueet valaistaan, luokka on AE 5.



### 2.4.2 Kevyen liikenteen tiet

Kevyen liikenteen väylien ja alueiden valaistusluokkien valintaperiaatteet ovat taulukossa 9.

Taulukko 9. Erilaisilla kevyen liikenteen väylillä ja alueilla käytettävät valaistusluokat.

VÄYLÄ TAI ALUE	VALAISTUSLUOKKA
<b>KÄVELYKADUT</b>	
Kaupungin keskusta	
- vain kevytliikenne	K2
- huoltoajo sallittu	K1
Kaupungin muut alueet	
- vain kevytliikenne	K3
- huoltoajo sallittu	K2
<b>Maaseututaajamat</b>	
- vain kevytliikenne	K3, K4
- huoltoajo sallittu	K2
<b>HIDAS- JA PIHAKADUT</b>	
- vilkkaat	K2
- vähätoimintaiset	K4, K5
<b>JALANKULKUALUEET</b>	
KESKUSTASSA,	K1, K2
TORIT JA AUKIOT	
<b>PYSÄKÖINTIALUEET</b>	
- vilkkaat	K3
- vähäliikenteiset	K4
<b>ULKOILUTIET</b>	
- puistokäytävät	K3
- hiihtoladut, pururadat	K4
<b>ERILLISET KEVYEN</b>	
<b>LIIKENTEEN TIET</b>	
- vilkkaat	K4
- vähäliikenteiset	K6

### 2.4.3 Älykkään tievalaistuksen valaistusluokka

Niillä teosilla, joille rakennetaan älykäs tievalaistus (ks. kohta 1.6.2) valaistusluokka valitaan kohdan 2.4.1 mukaan. Ajouradan luminanssia muutetaan liikennemäärän funktiona rakennussuunnitelmassa esitettävien toimivuus- ja laatuvaatimusten mukaan.

## 2.5 Häiriövalo

Tievalaistuksen haitallisten vaikutusten arvioinnissa käytetään kansainvälisen valaistuskomission suositusta CIE 150:2003. Raja-arvot ovat standardin SFS-EN 12464-2 mukaiset. Mahdolliset toimenpiteet esitetään rakennussuunnitelmassa tai sopimuskohtaisissa tuotevaatimuksissa. Maaseudulla, asemakaavan ulkopuolella, suunnittelussa ja valaisimien valinnassa käytetään alueen E2 vaatimuksia. Sen vaatimukset täyttyvät, kun käytetään tavallisia kupuvalaisimia, joiden kallistuskulma on enintään 5 astetta.

Taajamateiden tiesuunnitelmassa on esitettävä, miten raja-arvot ylittäviä valaisimia sallitaan kohteen eri osilla. Kevyen liikenteen väylien valaisimista vain pallovalaisimet eivät täytä luokan E3 vaatimusta ylöspäin suuntautuvan valon (ULR) osalta. Valaistusvoimakkuus ikkunoissa ja seinäpintojen luminanssi on tarkistettava tapauskohtaisesti valaisimen sijainnin mukaan.

Häiriövalon tarkastelua varten alueet jaotellaan ympäristön ja valoisuuden mukaan, taulukko 10.

Taulukko 10. Aluejako.

Alue	Ympäristö	Valoisuus	Esimerkkejä
E1	Luonnontila	Pimeä	Kansallispuisto
E2	Maaseutu	Vähäinen aluevalaistus	Teollisuus- tai asuinalueet
E3	Esikaupunki	Kohtalainen aluevalaistus	Teollisuus- tai asuinalueet
E4	Kaupungin keskusta	Voimakas aluevalaistus	Keskustat tai kauppa-alueet

Valaistusteknisissä tarkasteluissa käytetään taulukon 11 arvoja.

Taulukko 11. Häiriövalon raja-arvot.

Ympäristön alue	Asennuksen yläpuolinen valo ULR %	Valaistusvoimakkuus ikkunoissa		Valaisimen valovoima kohteen suuntaan		Rakennusten luminanssi	
		$E_v$		$I$		$L_m$	$L_{max}$
		lx		kcd		cd/m <sup>2</sup>	cd/m <sup>2</sup>
		Ilta	Yö	Ilta	Yö	Ilta	
E1	0	2	1	2,5	0,5	0	0
E2	5	5	1	7,5	0,5	5	10
E3	15	10	2	10	1	10	60
E4	25	25	5	25	2,5	25	150

## 2.6 Häiritsevä sivuvalo

Tien vieressä olevilta alueilta ja laitoksista voi tulla häiritsevää sivuvaloa, esimerkiksi mastovalaisimista, joka vähentää tien jatkuvuuden ja esteiden havaitsemista. Tätä valoa tulee vähentää Tiehallinnon käytettävissä olevilla keinoilla, jotta välttyttäisiin tien valaistustason nostamiselta.

## 2.7 Maisema- ja julkisivuvalaistuksen suositukset

Rakennusten ja siltojen julkisivujen, monumenttien, patsaiden, istutusten, vesiaiheiden jne. valaisemisen tavoitteena on iltanäkymien parantaminen, viihtyisyyden lisääminen ja historiallisen tai taiteellisen arvon korostaminen.

Valontarve riippuu ympäristöstä ja kohteen materiaalista. Tumma pinta vaatii enemmän valoa kuin vaalea pinta. Pimeässä ympäristössä kohde näkyy heikostikin valaistuna. Valoisassa ympäristössä, kaupungissa tai taajamassa, valoa on oltava runsaasti, jotta kohde erottuisi ympäristöstä. Taulukossa 12 on kansainvälisen valaistusjärjestön CIE:n suosittamat valaistusvoimakkuuden arvot erilaisia pintamateriaaleja ja tilanteita varten.

Maisemateosten ja tietäiteen sijoittamisesta annetaan erilliset ohjeet.

Taulukko 12. Eri pintamateriaalien vaatimia valaistusvoimakkuuksia CIE:n suosituksen mukaan. Arvoja on korotettava 30 %:lla, jos valaistava kohde on kaukana katsojista.

Valaistava pintamateriaali	Suositeltava valaistusvoimakkuus (lx)			Korjauskertoimet				
	Ympäristön valoisuus			Lampputyyppi		Pinnan likaisuusaste		
	Hämärä	Melko valoisa	Valoisa	Elohopea Monimetalli	Natrium	Melko puhdas	Likainen	Hyvin likainen
Vaalea kivi, valkoinen marmori	20	30	60	1	0,9	3	5	10
Keskivaalea kivi, sementti(rappaus) Lievästi värillinen marmori	40	60	120	1,1	1	2,5	5	8
Tumma kivi, harmaa graniitti Tumma marmori	100	150	300	1	1,1	2	3	5
Vaalean keltainen tiili	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5	8
Vaalean ruskea tiili	40	60	120	1,2	0,9	2	4	7
Tumman ruskea tiili Vaaleanpunainen graniitti	55	80	160	1,3	1	2	4	6
Punainen tiili	100	150	300	1,3	1	2	3	5
Tumma tiili	120	180	360	1,3	1,2	1,5		
Arkkitehtoninen betoni	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2	3
Kauppalaatu-alumiini Polttolakkakäsittely	200	300	600	1,2	1	1,5	2	2,5
Tummat värit (ρ = 10 %) Punainen-ruskea-keltainen Sininen-vihreä	120	180	360	- 1,3 1	- 1 1,3	1,5	2	2,5
Keskivaaleat värit (ρ= 30-40 %) Punainen-ruskea-keltainen Sininen-vihreä	40	60	120	- 1,2 1	- 1 1,2	2	4	7
Pastellivärit (ρ = 60-70 %) Punainen-ruskea-keltainen Sininen-vihreä	20	30	60	- 1,1 1	- 1 1,1	3 - -	5 - -	10 - -

### 3 YLEISET TIET TAAJAMIEN ULKOPUOLELLA

#### 3.1. Valaistusratkaisun valinta

Valaistuslaitteet valitaan ja sijoitetaan siten, että valaistuslaitteiden rakennuskustannusten ja hoitokustannusten 20 vuoden nykyarvon summa tulee mahdollisimman pieneksi ja, että kohteeseen valitun valaistusluokan vaatimukset ja muut toimivuuteen, turvallisuuteen ja kestävyYTEEN liittyvät vaatimukset täyttyvät.

#### 3.2 Tievalaistuksen hoitokustannukset

Hoitokustannukset sisältävät kaksi osaa: energiakustannukset ja kunnossapitokustannukset.

Kun tätä ohjetta käytetään laatuvaatimuksena urakassa, johon kuuluu valaistuksen suunnittelu ja rakentaminen, kohteessa käytettävän ratkaisun laskennalliset valaistuksen hoitokustannukset eivät saa ilman tilaajan lupaa tulla yli 15 % korkeammiksi kuin seuraavissa referenssityypeiksi merkityissä perusratkaisuissa.

Toteutettavan tievalaistuksen laskennalliset hoitokustannukset ( $K_L$  €/km) määritellään kaavalla (4), ja ne esitetään tilaajan suunnitelmassa.

$$K_L = \frac{1000}{S} \cdot (A + B) \quad (4)$$

- S pylväsväli (m),  
 A energiakustannusten nykyarvo 20 vuodelta (€/poikkileikkauksen valaisimet),  
 B valaisimien kunnossapitokustannusten nykyarvo 20 vuodelta (€/poikkileikkauksen valaisimet) ja  
 a vuosi

Toteutettavan tievalaistuksen energiakustannusten nykyarvo lasketaan kaavalla (5).

$$A = 1,15 \cdot \text{poikkileikkauksen nimellisteho } kW \cdot 0,12 \frac{\text{€}}{kWh} \cdot 11,5a \cdot 4000 \frac{h}{a}$$

$$= 6348 \cdot \text{poikkileikkauksen nimellisteho } [kW] \text{€} \quad (5)$$

Kerros 1,15 sisältää häviöt. Termi 11,5 a sisältää 20 vuoden ajalta 6 % korolla lasketun nykyarvon.

Valaisimien kunnossapitokustannusten nykyarvo lasketaan kaavalla (6).

$$B = \left( \frac{n \cdot H_l}{t_2} + 0,15 \cdot n \cdot H_{ly} + m \cdot C \right) \cdot 11,5 \quad (6)$$

- n valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa (yleensä 1 tai 2)  
 $H_l$  lampun ryhmävaihdon hinta (€/kpl) taulukosta 13  
 $t_2$  lampun polttoikä, taulukosta 13  
 $H_{ly}$  lampun yksittäisvaihdon hinta (€/kpl) taulukosta 13  
 m pylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa ja  
 C kiinteät kustannukset 34 €/pylväs

Taulukko 13. Kaavassa 6 käytettävät lampunvaihtojen hinnat ja polttoiät.

Lamppu W	Polttoikä a	Ryhmävaihto €/kpl	Yksittäisvaihto €/kpl
QE-100, -125	3	10	24
SE/ST-70	4	19	33
SE/ST-100...250	4	24	37
SE/ST-400	4	26	39

Referenssityypit ja niiden laskennalliset hoitokustannukset ovat valaistustyyppiä esittävisä kuvissa.

Tässä luvussa esitettyjä perusratkaisuja leveämpien poikkileikkausten osalta on tilaajan alustavaan suunnitelmaan laskettava uusi perusratkaisu. Yleisten teiden liittymäosuudet siltä osin kuin poikkileikkaus poikkeaa linjaosuuden vakio-poikkileikkauksesta sekä liittyvien teiden valaistukset rajataan arvonvähennyslaskelman ulkopuolelle.

Hankintojen kaupallisiin asiakirjoihin suositellaan seuraavaa arvonvähennyslaskelmaa.

Arvonvähennys määritellään kahdella tavalla tarkastelemalla hoitokustannuksia ja valaistusteknillisiä suureita seuraavasti:

1. Arvonvähennys on toteutettavan kohteen valaistustyyppin hoitokustannukset vähennettynä 1,15-kertaisilla referenssityypin laskennallisilla hoitokustannuksilla.
2. Valaistusteknillisten suureiden osalta arvonvähennys on taulukon 14 mukainen. Arvonvähennyslaskennan ulkopuolelle voidaan jättää enintään 15 % tiepituudesta, esim. tasoliittymäalueet ja lyhyellä matkalla normaalia leveämmän välikaistan takana oleva kevyen liikenteen väylä.

Taulukko 14. Valaistusteknillisten suureiden arvonvähennys.

Suure	Arvonvähennys	Hylkäysraja
Autoliikenteen tiet		
- keskimääräisen luminanssin alitus	4000€/0,01 cd/m <sup>2</sup> /tiekm	0,03 cd/m <sup>2</sup>
- yleistasaisuuden alitus	4000 €/0,01/tiekm	0,02
- pitkittäistasaisuuden alitus	4000 €/0,01/tiekm	0,02
- estohäikäisyn ylitys	4000 €/0,5%-yks./tiekm	1%-yksikkö
Kevyen liikenteen tiet		
- keskimääräisen valaistusvoimakkuuden alitus	4000 €/0,5lx/tiekm	1 lx
- yleistasaisuuden alitus	4000 €/0,1lx/tiekm	0,2lx

Puupylväsasennuksissa arvonvähennys on 3000 euroa/yksikkö

Arvonvähennys voi koskea yhtä tai useampaa suurta samanaikaisesti. Hylkäysraja ei saa kuitenkaan alittua. Arvonvähennystarkastelun ulkopuolelle jäävillä teiosilla valaistus on mitoitettava ohjeiden mukaan, vaikka arvonvähennystä ei lasketa.

### 3.3 Perusratkaisut

Jäljempänä olevissa kuvissa tai taulukoissa on esitetty tietyypeittäin yleiset perusratkaisut, jotka osoittavat:

- valaistusluokan,
- lampun lajin ja tehon,
- pylväsvälin,
- nimellistehon pituusyksikköä kohti,
- referenssintyyppin ja
- laskennalliset hoitokustannukset.

Kuvien 1-7 pylväsvälit ovat yhdellä valaisintyyppillä laskettuja käytännöllisiä enimmäisarvoja, joilla valaistusteknilliset vaatimukset täyttyvät. Hankekohtainen mitoitus on kuitenkin aina tarkistettava valaistusteknillisillä laskelmilla käyttäen kohteeseen valittua valaisinta.

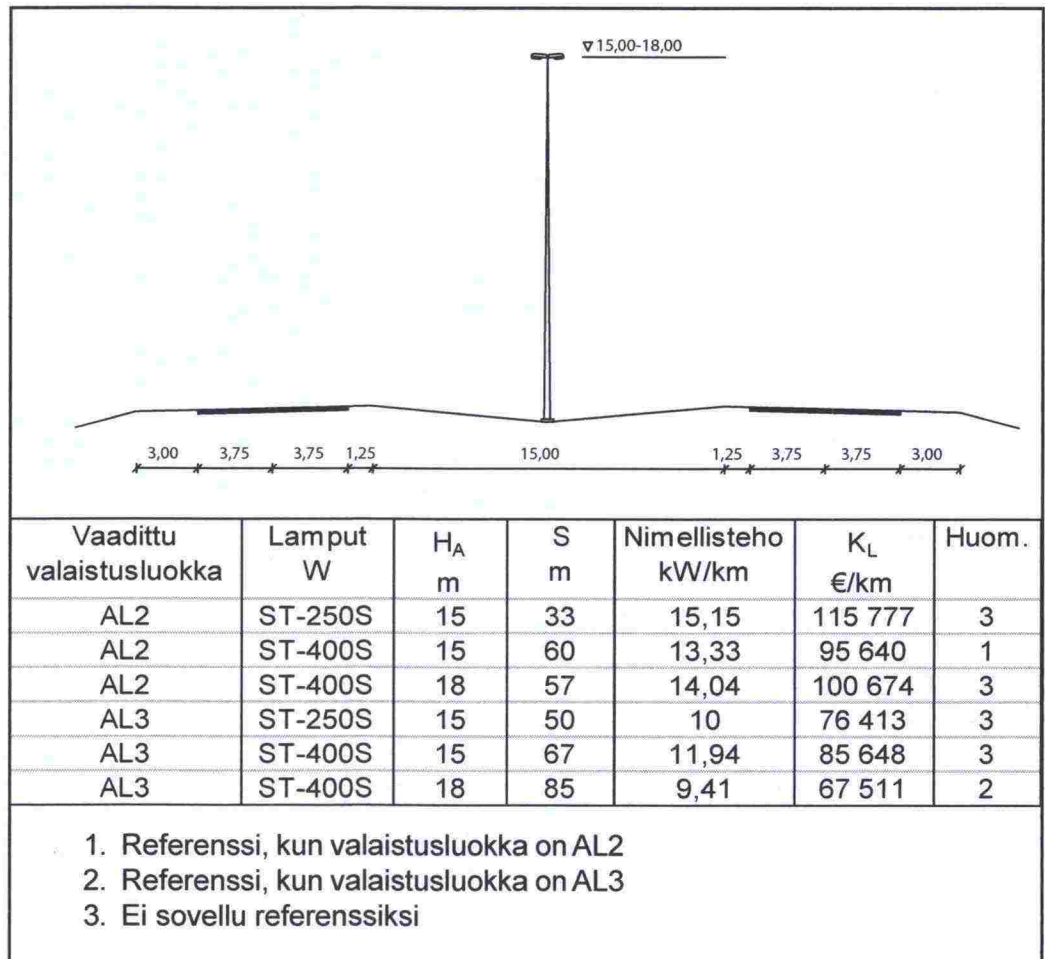
Rakennussuunnitelmaa laadittaessa sovittaminen aloitetaan pakkopisteistä sijoittamalla pylväät liittymiin sekä siltojen, johtojen, putkien ja rumpujen läheisyyteen. Tämän jälkeen jatketaan vapailla tieosilla siten, että pylväsväli on mahdollisimman lähellä teoreettista arvoa. Näin syntyneillä toteutuneilla pylväsväleillä tehdään lopullinen valaistusteknillinen mitoitus valaisimien valintaa ja valmistuneen asennustyön laadunvalvontaa varten. Jos pylväsväli lyhenee paljon, luminanssin liiallinen nousu estetään lampputehoa pienentämällä tai mitoittamalla kokonaan uudestaan.

Pienisäteisessä kaarteessa teoreettista pylväsväliä lyhennetään kohdan 3.5.3 mukaan.

Sopeutumisalueet suunnitellaan kohdan 3.6 mukaan.

### 3.3.1 Kaksiajorataiset tiet

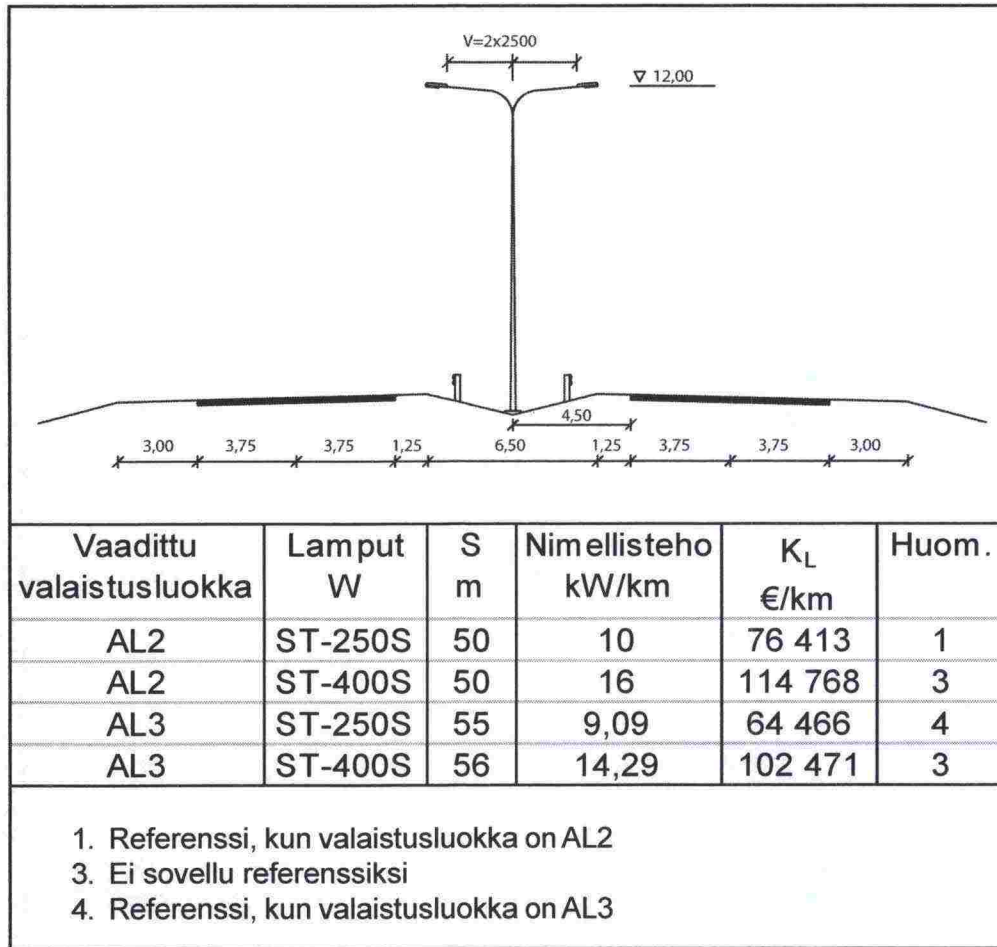
Kaksiajorataisen tien valaistustyyppinä käytetään ensisijaisesti keskikaista-asennusta. Kuvassa 2 on kaksi valaistustyyppiä perinteellistä poikkileikkausta varten. Kuvassa 1 on valaistustyyppi, kun keskikaista on hyvin leveä.



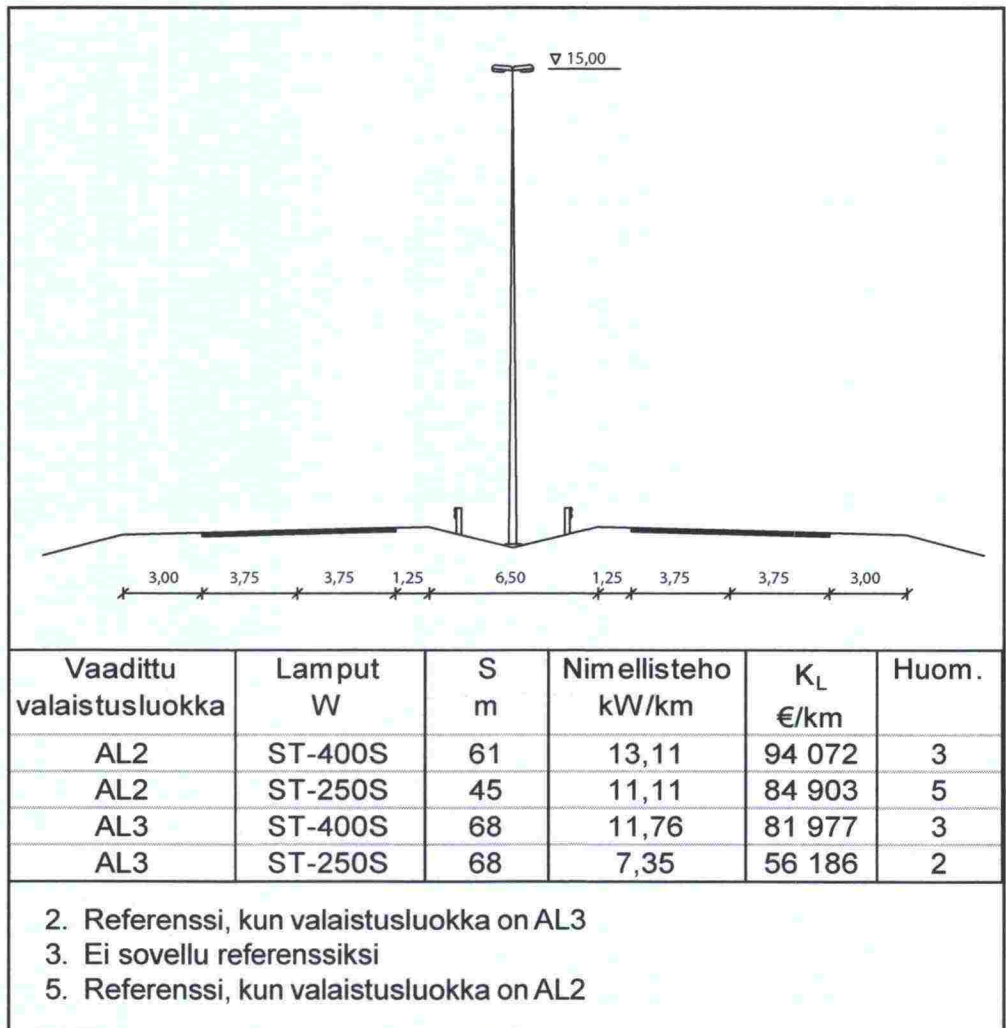
Kuva 1. Kaksiajorataisen tien valaistustyyppi, kun ajoratojen väli on 17,50 m.

Sopeutumisalueet suunnitellaan kuten kohdassa 3.6 on esitetty.





Kuva 2a. Kaksiajorataisen tien valaistustyyppi varsipylyväin, kun ajoratojen väli on 9,00 m.

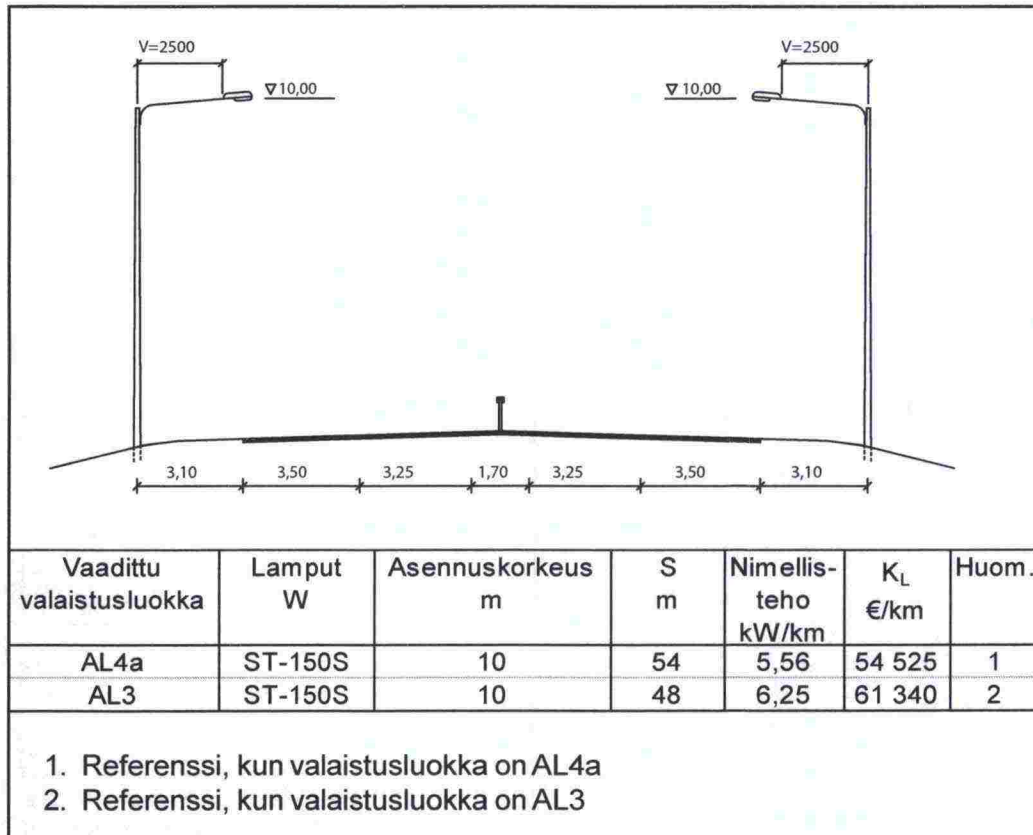


Kuva 2b. Kaksiajorataisen tien valaistustyyppi varrettomin pylväin, kun ajoratojen väli on 9,00 m.

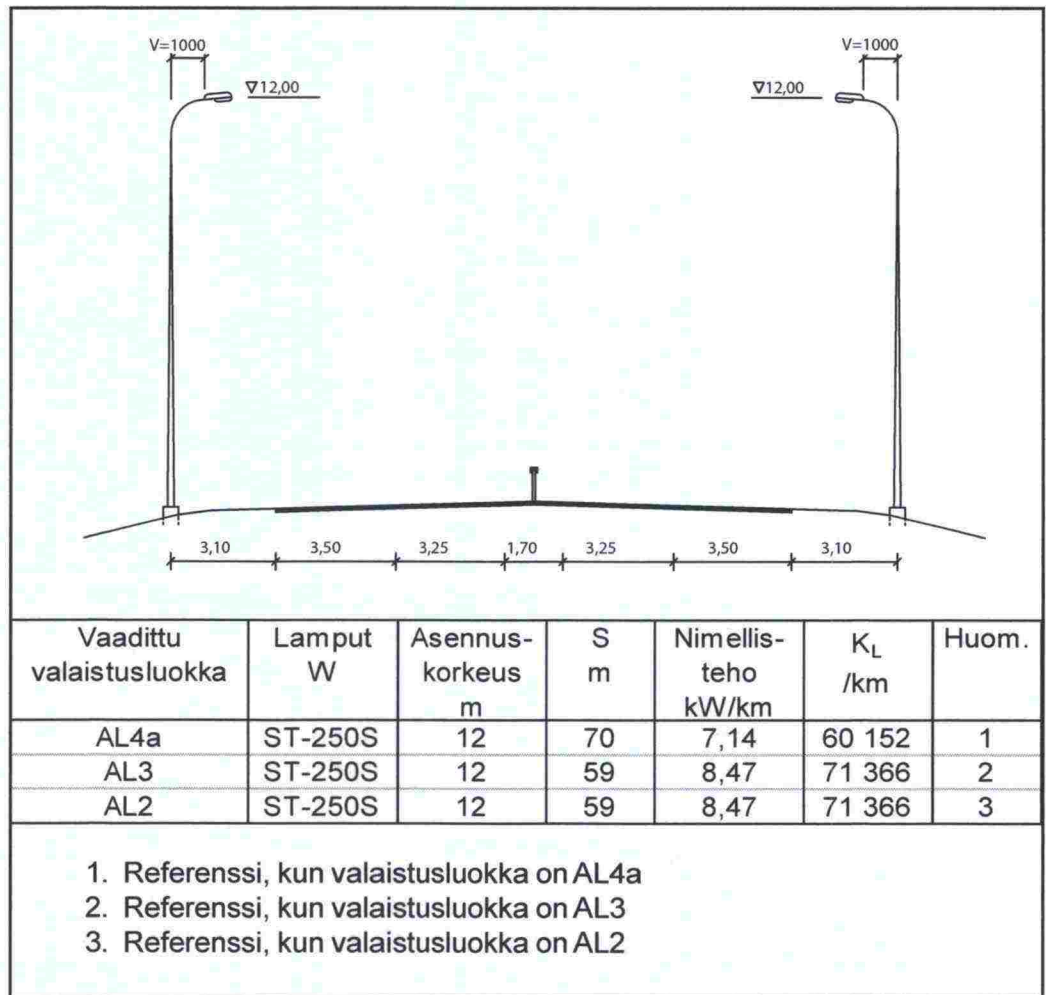
### 3.3.2 Yksiajorataiset tiet

Ensisijainen valaistustyyppi yksiajorataisella tiellä on yksirivinen reunasijoitus, joka toteutetaan varsipylväillä.

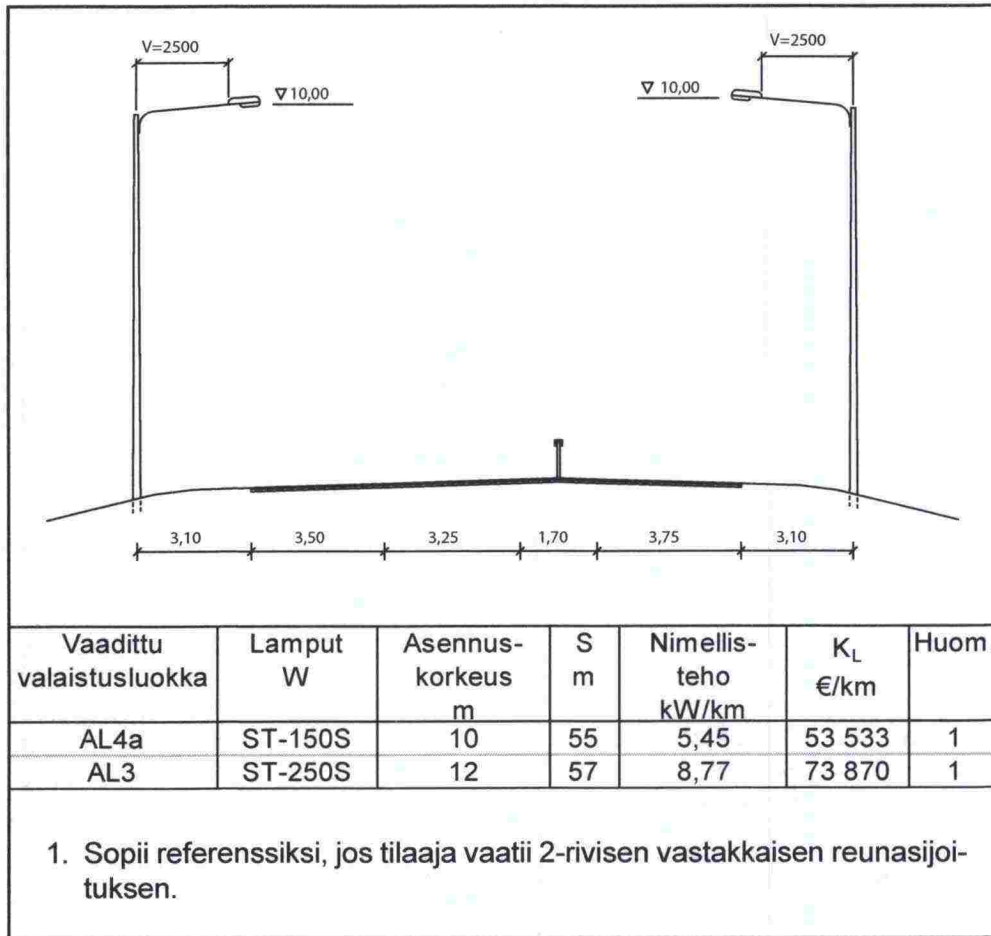
Kuvissa 3-6 on yksiajorataisen tien valaistustyyppiä.



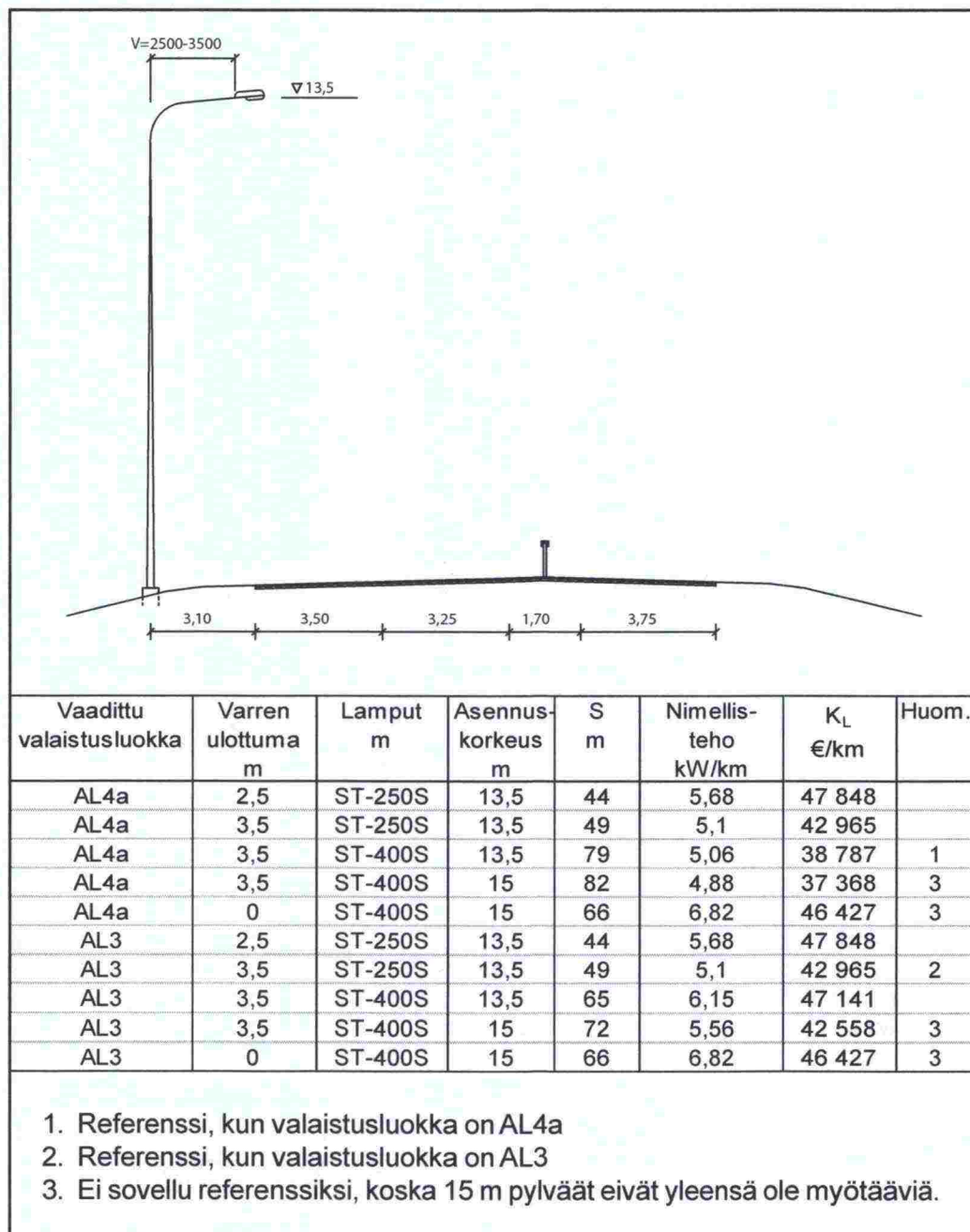
Kuva 3a. Kapean nelikaistaisen ohitusosuuden valaistustyyppi, asennuskorkeus 10 m.



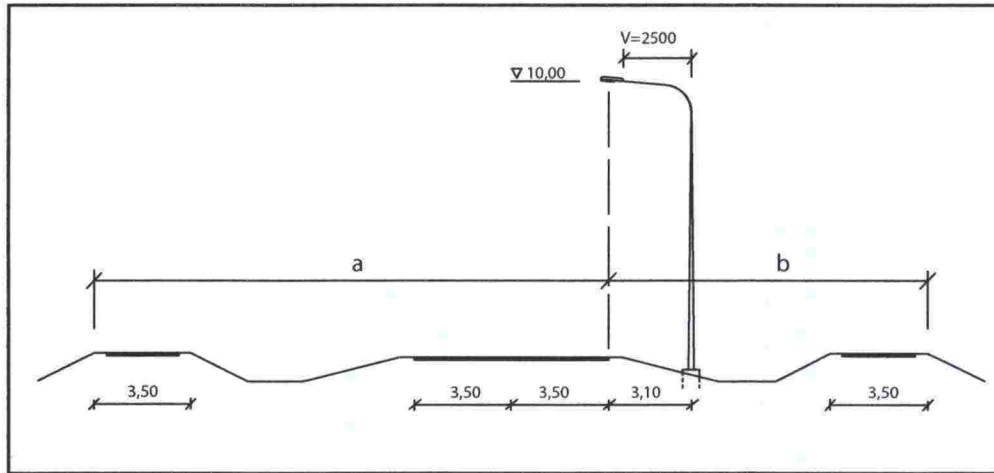
Kuva 3b. Kapean nelikaistaisen ohitusosuuden valaistustyyppi, asennuskorkeus 12 m.



Kuva 4. Ohituskaistatien 2-rivinen valaistustyyppi.



Kuva 5. Ohituskaisiatien 1-rivinen valaistustyyppi.



Kuva 6. Yksiajorataisen tien valaistustyyppi

Taulu 6.1 Päätien vaadittu valaistusluokka AL4a, kun tilaaja on edellyttänyt pylväät sijoitettavaksi eri puolelle kuin kevyen liikenteen tie.

Lamput W	S m	Nimellisteho kW/km	a m	Kevyen liikenteen tien valaistusluokka	$K_L$ €/km	Huom.
ST-150S	43	3,49	18,5	K6	34 236	1
			17,0	K5	34 236	1
			16,0	K5	34 236	1
ST-250S	54	4,63	14,0	K4	34 236	1
			18,5	K5	38 987	2
			17,0	K4	38 987	2
			16,0	K4	38 987	2
			14,0	K2	38 987	2

1. Normaalireferenssi, riippuu välikaistan leveydestä. Sopii myös silloin, kun kevyen liikenteen väylää ei ole
2. Referenssi, jos kevyen liikenteen väylällä on normaalireferenssiä tiukempi valaistusluokkavaatimus

Taulu 6.2 Päätien vaadittu valaistusluokka AL4b, kun tilaaja on edellyttänyt pylväät sijoitettavaksi eri puolelle kuin kevyen liikenteen tie.

Lamput W	S m	Nimellisteho kW/km	a m	Kevyen liikenteen tien valaistusluokka	$K_L$ €/km	Huom.
ST-150S	53	2,83	18,5	-	27 777	1
			17,0	K6	27 777	1
			16,0	K5	27 777	1
SE-150S	47	3,19	14,0	K5	27 777	1
			18,5	-	31 323	3
			17,0	K6	31 323	3
			16,0	K6	31 323	3
			14,0	K5	31 323	3

1. Normaalireferenssi, riippuu välikaistan leveydestä. Sopii myös silloin, kun kevyen liikenteen väylää ei ole
3. Ei sovi referenssiksi

*Taulu 6.3 Päätien vaadittu valaistusluokka AL4a, kun tilaaja on edellyttänyt pylväät sijoitettavaksi samalle puolelle kuin kevyen liikenteen tie tai kun valinta on vapaa.*

Lamput W	S m	Nimellisteho kW/km	b m	Kevyen liikenteen tien valaistusluokka	K <sub>L</sub> €/km	Huom.
ST-150S	43	3,49	11,5	K6	34 236	1
			10,0	K5	34 236	1
			9,0	K5	34 236	1
			7,0	K4	34 236	1
ST-250S	54	4,63	11,5	K5	38 987	2
			10,0	K4	38 987	2
			9,0	K4	38 987	2
			7,0	K3	38 987	2

1. Normaalireferenssi, riippuu välikaistan leveydestä. Sopii myös silloin, kun kevyen liikenteen väylää ei ole
2. Referenssi, jos kevyen liikenteen väylällä on normaalireferenssiä tiukempi valaistusluokkavaatimus

*Taulu 6.4 Päätien vaadittu valaistusluokka AL4b, kun tilaaja on edellyttänyt pylväät sijoitettavaksi samalle puolelle kuin kevyen liikenteen tie tai kun valinta on vapaa.*

Lamput W	S m	Nimellisteho kW/km	a m	Kevyen liikenteen tien valaistusluokka	K <sub>L</sub> €/km	Huom.
ST-150S	53	2,83	18,5	-	27 777	1
			17,0	K6	27 777	1
			16,0	K5	27 777	1
SE-150S	47	3,19	14,0	K5	27 777	1
			18,5	-	31 323	3
			17,0	K6	31 323	3
			16,0	K6	31 323	3
			14,0	K5	31 323	3

1. Normaalireferenssi, riippuu välikaistan leveydestä. Sopii myös silloin, kun kevyen liikenteen väylää ei ole
3. Ei sovi referenssiksi

Jos tilaaja ei ole hankekohtaisesti muuta päättänyt, kuvan 6 tapauksissa:

- Maaseudulla ja tilapäisasennuksissa käytetään ilmajohtoja; taajamissa ja eritasoliittymissä käytetään maakaapeleita. Pylvään rakennelaji valitaan kohdan 6.3 mukaan.
- Valaistun tiejakson tasoliittymissä ei erittäin vähäliikenteisten sivuteiden haaroja valaista, vaikka liittyvä tie olisi yleinen tie.

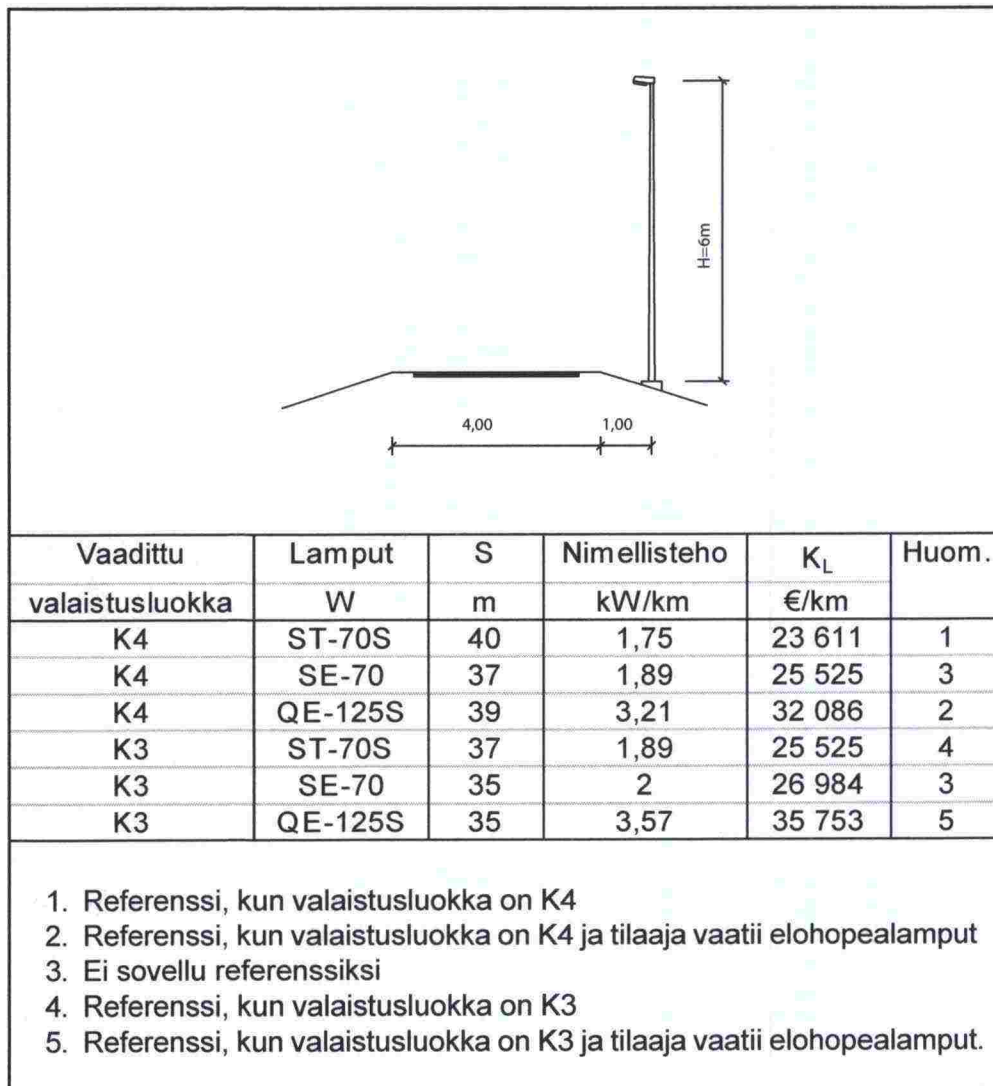


### 3.3.3 Kevyen liikenteen tiet

Jalankulkutiet ja polkupyörätiet valaistaan joko päätien valaisimilla tai erillisillä valaisimilla. Jos kevyen liikenteen väylä sijaitsee välittömästi päätien ajoradan vieressä, se saa yleensä riittävästi valoa päätien valaisimista.

Kuva 6 osoittaa, miten ajoradan läheisyydessä olevat kevyen liikenteen tiet saavat valoa päätien valaisimista. Matalalle asennetut lisävalaisimet laskisivat kevyen liikenteen tien valaistusluokkaa lisääntyvän epätasaisuuden takia.

Kaukana päätiestä olevalla kevyen liikenteen tiellä käytetään yksirivistä reuna-sijoitusta, kuvan 7 mukaan. Puupylväsasennuksessa on 0,5 -1,0 m:n varret ja metallipylväsasennuksessa käytetään varrettomia pylväitä. Pylväs sijoitetaan enintään 1 m etäisyydelle tien reunasta. Valaisimien tulee olla tievalaisinoptiikalla varustettuja.



Kuva 7. Erillisen kevyen liikenteen tien valaistustyyppi.

### 3.4 Vähäliikenteiset tiet

Jos vähäliikenteinen tie erikoistapauksena valaistaan, ratkaisu on samanlainen kuin kaukana päätiestä olevalla kevyen liikenteen tiellä, ks. 3.3.

Asennuskorkeus on 8 tai 10 m. Rakenteiden, kalusteiden ja lampputehon valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta vuotuiset kokonaiskustannukset olisivat mahdollisimman pienet.

### 3.5 Liittymät

Liittymien valaistusta suunniteltaessa on seuraavat yleiset näkökohdat otettava huomioon:

- päätien optisen ohjauksen on oltava hyvä liittymän läpi ja tien käyttäjän on saatava oikea käsitys liittymän muodosta ja sen järjestelyistä,
- tien käyttäjän on saatava oikea käsitys sivutien tai ramppien suuntauksesta ennen liittymäkohtaa ja
- erillisessä liittymävalaistuksessa on sivutiellä ja päätiellä käytettävä kohdassa 3.6 esitettyjä sopeutumisalueita.

#### 3.5.1 Tasoliittymät

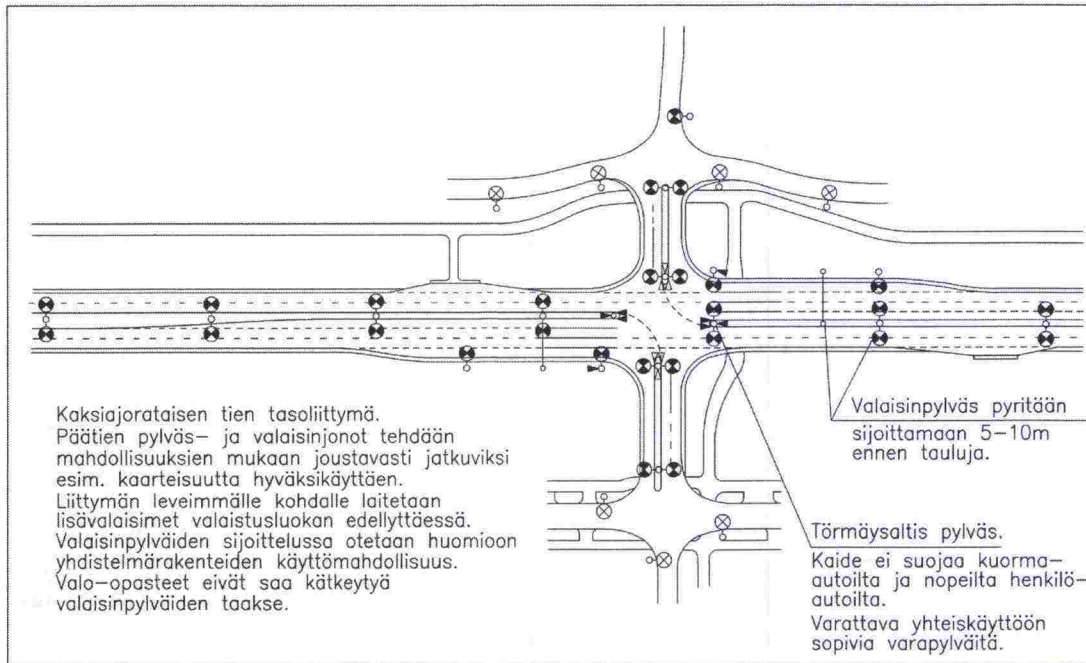
Liittymävalaistuksen suunnittelun lähtökohtana on sama valaistusluokka kuin tielinjalla. Valaisinsijoittelun pakkopisteiden takia luminanssi nousee hieman liittymän keskiosalla.

Liittymävalaistuksen yleisten näkökohtien lisäksi on otettava huomioon:

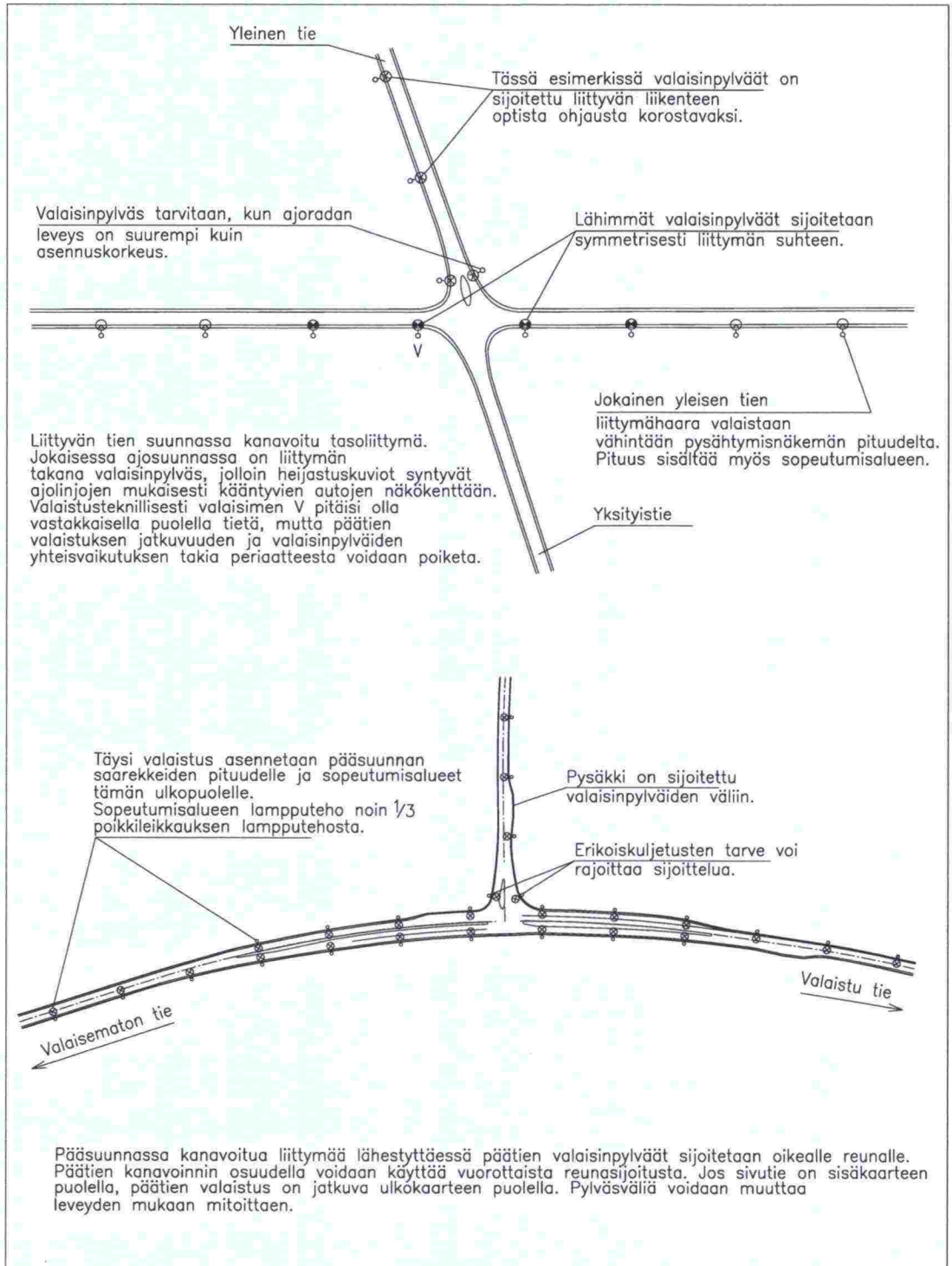
- liittymähaaran valaistuksen tulee olla vähintään pysähtymisnäkemän pituinen,
- liittymävalaistuksen pituus sisältää myös sopeutumisalueet,
- pääsuunnassa kanavoidussa liittymässä täysi valaistus laitetaan saarekkeiden alueelle sekä sopeutumisalueet näiden jälkeen
- valaisimet sijoitetaan siten, että heijastuskuviot täyttävät mahdollisimman hyvin liittymäalueet,
- jokaisessa ajosuunnassa tulee liittymän takana olla yksi valaisin, jonka valossa risteävä ajoneuvo näkyy ja kääntyvän ajoneuvon kuljettaja näkee liittymän takaosan,
- valaisinjonot muotoillaan liittymäalueella juoheasti teiden suuntaa seuraten, mahdollisuuksien mukaan myös linja-autopysäkkien kohdalla,
- jos liittymä on tieosia leveämpi, sijoitetaan valaisinjonot liittymän laajimmalla kohdalla limittäin, jolloin syntyy kaksirivinen vastakkainen tai vuoroittainen valaistustyyppi,
- keskikaista-asennuksessa voidaan liittymän leveimmälle kohdalle tarvittaessa asentaa lisäksi yksivartiset pylvääät reunoille,
- jos liittymä on pitempi kuin pylväsväli, voidaan lisäpylvääät sijoittaa isoihin saarekkeisiin tai tulppiin; pylväiden sijainti ei kuitenkaan saa häiritä näkyvyyttä,
- tarvittaessa voidaan liittymästä varoittaa muuttamalla valaistustyyppiä ja
- mastovalistus on valaistusteknillisesti käyttökelpoinen, jos se kustannusvertailussa osoittautuu kannattavaksi.

Liittymän, liittymään tulevien liikennemerkkien, portaalien, valo-ohjauksen jne. suunnittelu on suoritettava samanaikaisesti valaistussuunnittelun kanssa, tai se huomioon ottaen, tarkoituksenmukaisen valaistustyyppin aikaansaamiseksi ja muiden laitteiden yhteensovittamiseksi.

Kuvissa 8-9 on esimerkkejä yleisimmistä tasoliittymien valaistusratkaisuista.



Kuva 8. Esimerkki monikaistaisten teiden tasoliittymän valaistusratkaisusta.



Kuva 9. Esimerkkejä tasoliittymän valaistuksesta.

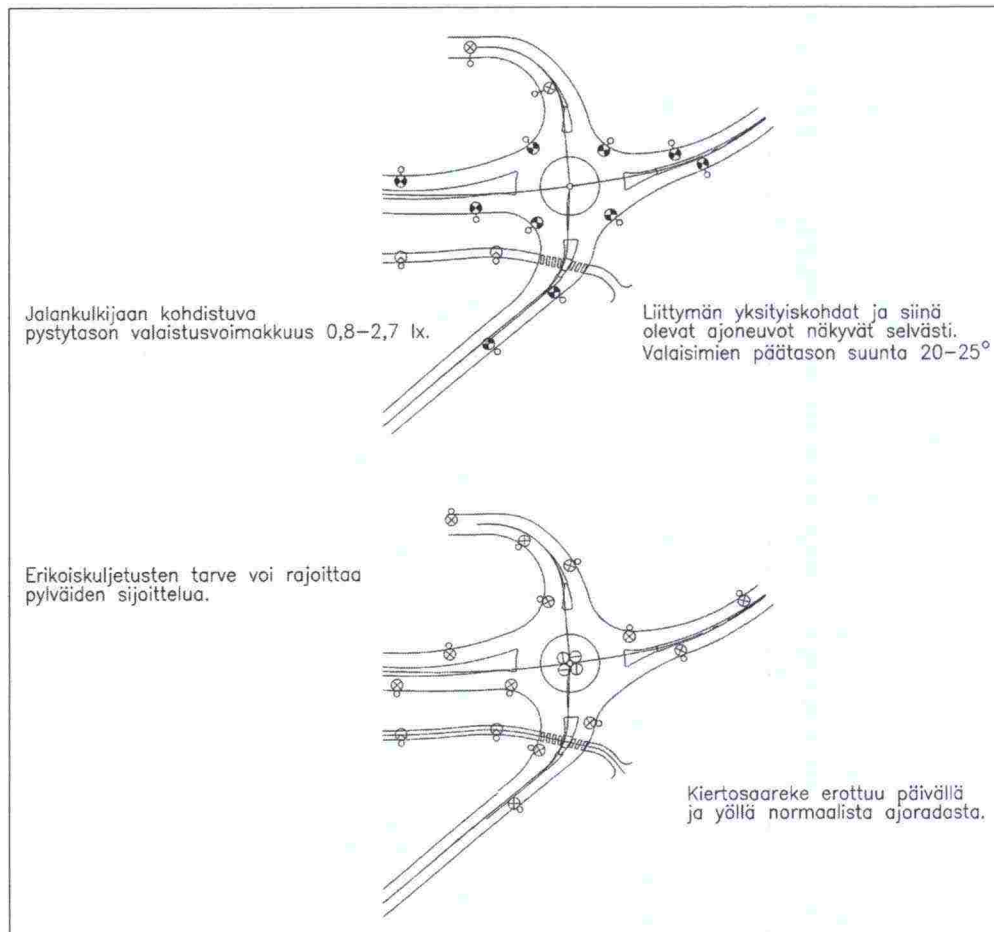
### 3.5.2 Kiertoliittymät

Kiertoliittymä valaistaan aina. Tielinjalla käytetty luminanssiperiaate ei ole käyttökelpoinen valaistustason laskentaperuste, koska liittymässä on useita havaitsemisuuntia, katseluetäisyydet ovat lyhyitä ja kohteet yleensä suoraan näkyvissä (ei silhouetteina).

Ajoradan valaistusluokka määritellään vaakatason valaistusvoimakkuuden avulla. Keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla kiertoliittymässä kohdan 2.4.1.3 mukainen.

Suunnittelussa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- maaseutuoloissa liittymään tullessa on liittymän ja varsinkin kiertosaarekkeen erotuttava myös pimeällä selvästi normaalista ajoradasta.
- tien käyttäjän on saatava oikea käsitys liittymän muodosta, saarekkeista, ajoratamaalauksista ja reunatuista sekä nähtävä jalankulkijat, ajoneuvot ja näiden liikkeet.
- valaisimien sijoittelu ja valonjako-ominaisuudet vaikuttavat ratkaisevasti edellisiin (päätasen suunta 20-25 °)
- taivutetun tulosuunnan valaisimet eivät saa olla suorassa linjassa.
- liittyvät tiet valaistaan vähintään pysähtymisnäkemän matkalla liikennesaarekkeen ulommasta päästä mitattuna. Valaistuun alueeseen kuuluu valaistusluokan edellyttämä sopeutumisalue.



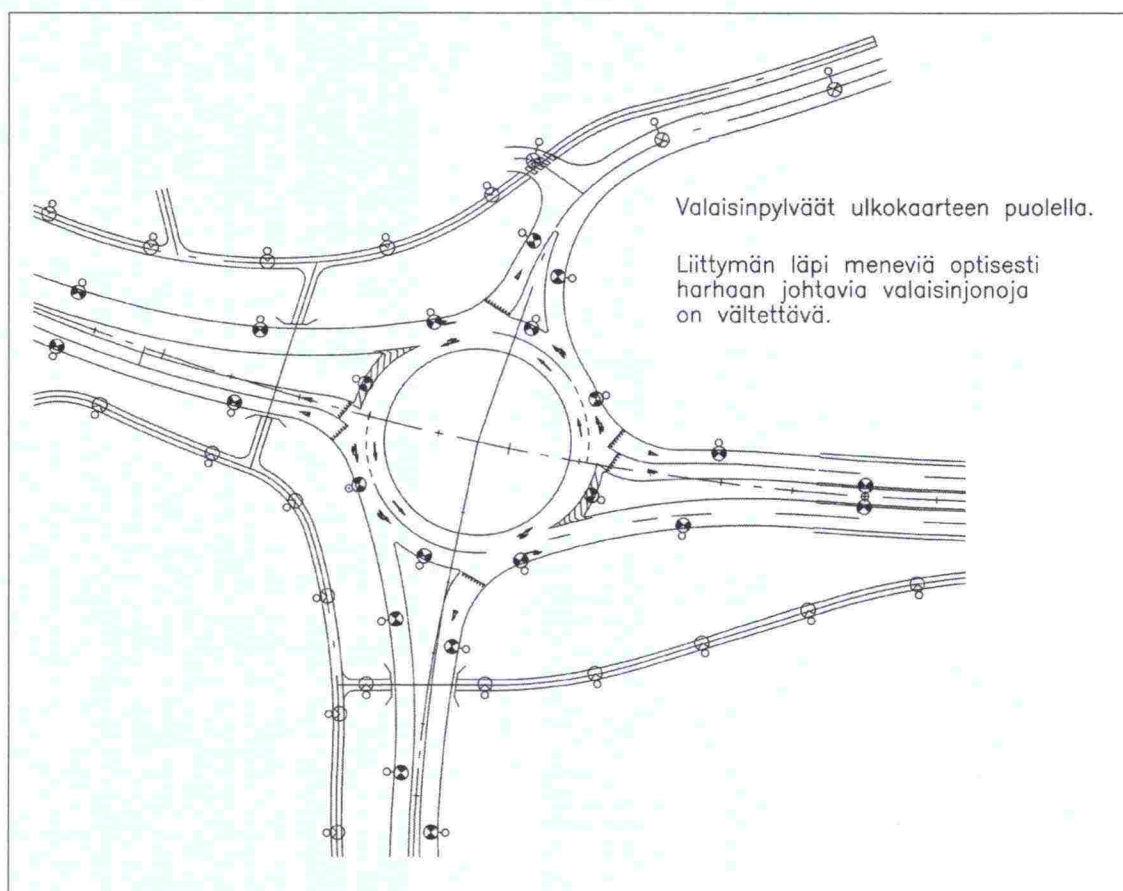
Kuva 10. Pienen kiertoliittymän valaistus.

- jokaisen liittymähaaran läheisyydessä on oltava valaisin, jotta liittymään saapuva ajoneuvo näkyy ja kuljettajat näkevät liittymäalueen yksityiskohdat selvästi.
- suojateiden läheisyydessä valaisimet sijoitetaan siten, että jalankulkijoihin kohdistuva pystytason valaistusvoimakkuus on havaitsemisen kannalta riittävä (0,8-2,7 lx).
- tarvittaessa liittymästä voidaan varoittaa muuttamalla valaistusrakenteita tai valon väriä.
- ulkonäkösyistä tulisi käyttää varrettomia pylväitä.

Jos liittymä on erikoiskuljetusten reitillä, tämä on otettava huomioon pylväiden sijoittelussa.

Liittymä, liikenteen ohjaus, valaistus, liikenneympäristö ja mahdollinen tetaide on suunniteltava samanaikaisesti tasapainoisen kokonaisuuden aikaansaamiseksi.

Kuvissa 10-11 on esimerkkejä kiertoliittymien valaistuksesta.



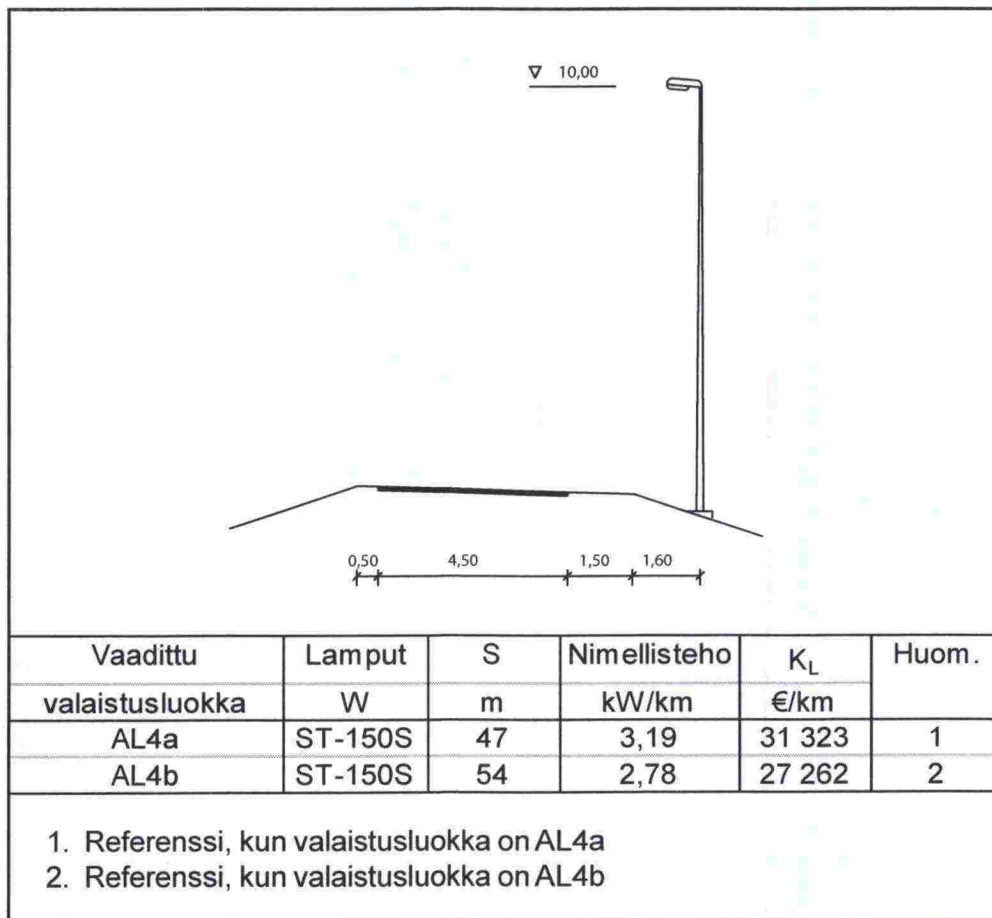
Kuva 11. Ison kiertoliittymän valaistus.

### 3.5.3 Eritasoliittymät

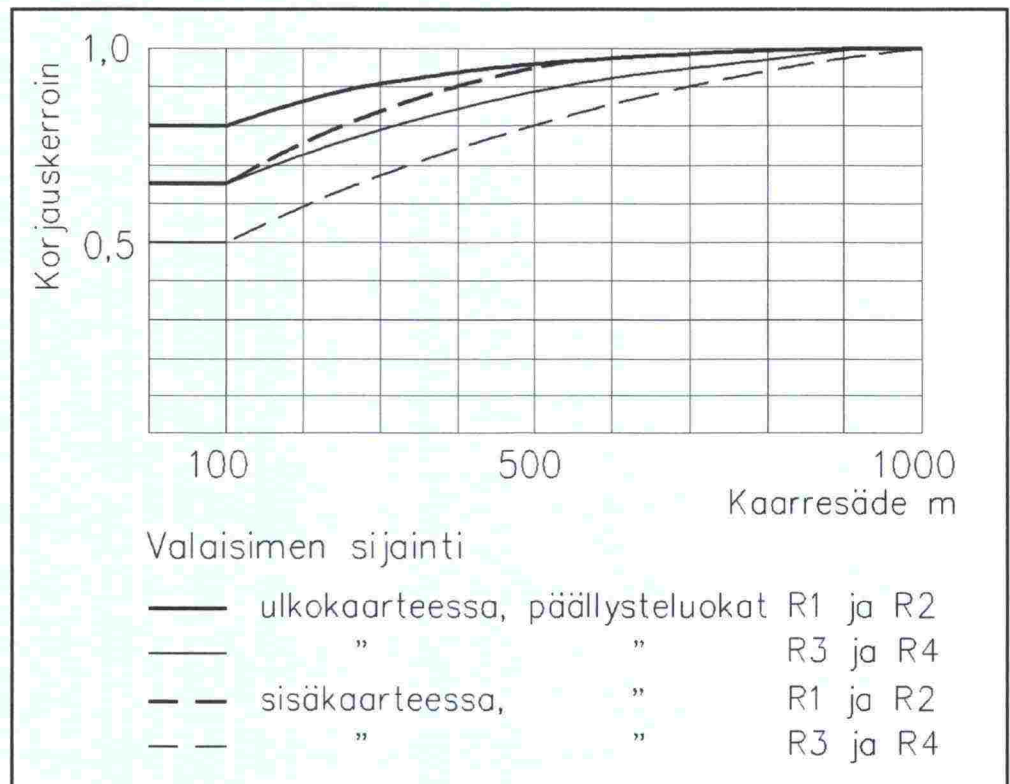
Valaistun tien eritasoliittymän rampin valaistusluokka valitaan kohdan 2.4.1.4 mukaan. Päätien sekä ramppien erkanemis- ja liittymiskaistojen pylvässijoittelun takia tulee ramppien päiden kohdille enemmän valoa, jolloin liikenneturvallisuus samalla paranee. Erkanemisrampin ensimmäinen valaisin sijoitetaan ennen tieteknillistä nokkapistettä ja liittymisrampin viimeinen valaisin tieteknillisen nokkapisteen jälkeen.

Valaisemattomalla moottoritieellä eritasoliittymän rampit valaistaan korkeintaan luokan AL4b mukaan. Erkanemisrampille sijoitetaan kolme valaisinta ennen tieteknillistä nokkapistettä. Liittymiskaistan tasalevyinen osuus valaistaan koko pituudeltaan. Moottoriliikennetiellä valaistaan myös päätie nokkapituuden osuudella korkeintaan luokan AL 3 mukaisesti. Vastaavasti edellistä alempien toiminnallisten luokkien yksiajorataisilla, liittymäkaistallisilla menetellään samoin mutta valaistusluokka valitaan tieluokan mukaan.

Kuvassa 12 on yksiajorataisen suoran rampin valaistustyyppi. Pienisäteisessä kaarteessa pylväsväliä lyhennetään kuvan 13 mukaan.



Kuva 12. Yksiajorataisen rampin valaistustyyppi.



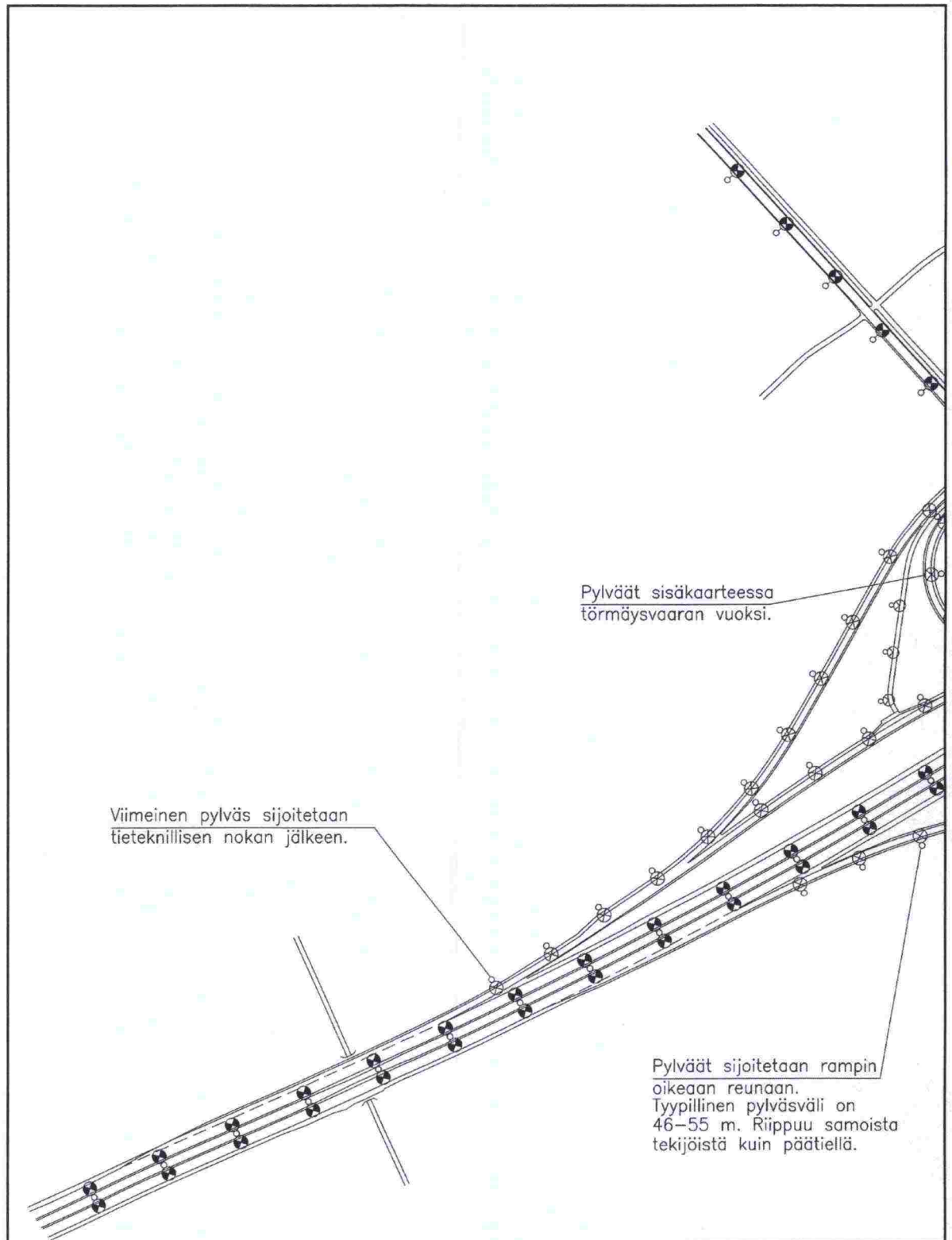
Kuva 13. Pylväsvälin korjauskerroin.

Ramppien pylvässijoittelussa noudatetaan liikenneturvallisuussyistä ja aluevalaistusvaikutuksen takia pääasiassa sisäkaariperiaatetta. Suurisäteisissä kaarteissa voidaan pylväät myös sijoittaa ulkokaarteeseen.

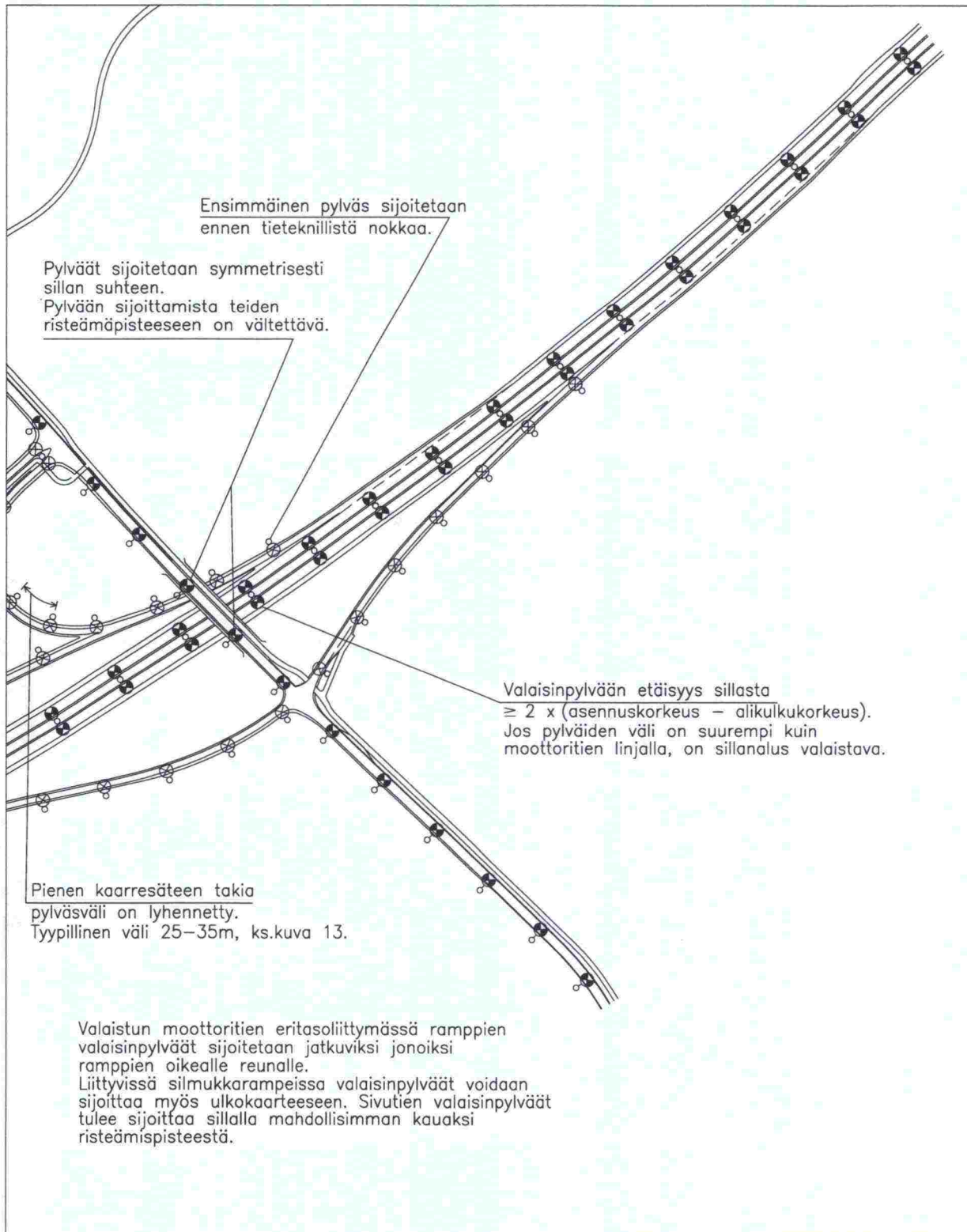
Suurien eritasoliittymien valaistuksessa on ulkonäkösyistä harkittava myös mastovalaistusta. Mastot ovat 20 - 40 m korkeita ja niihin asennetaan useita valonheittäimiä. Asennustasot muodostavat säännöllisen pinnan, joka noudattaa koko esitasoliittymän päämuotoa. Valonheittäimien kunnossapito on otettava huomioon mastojen sijoittelussa ja rakenteen suunnittelussa.

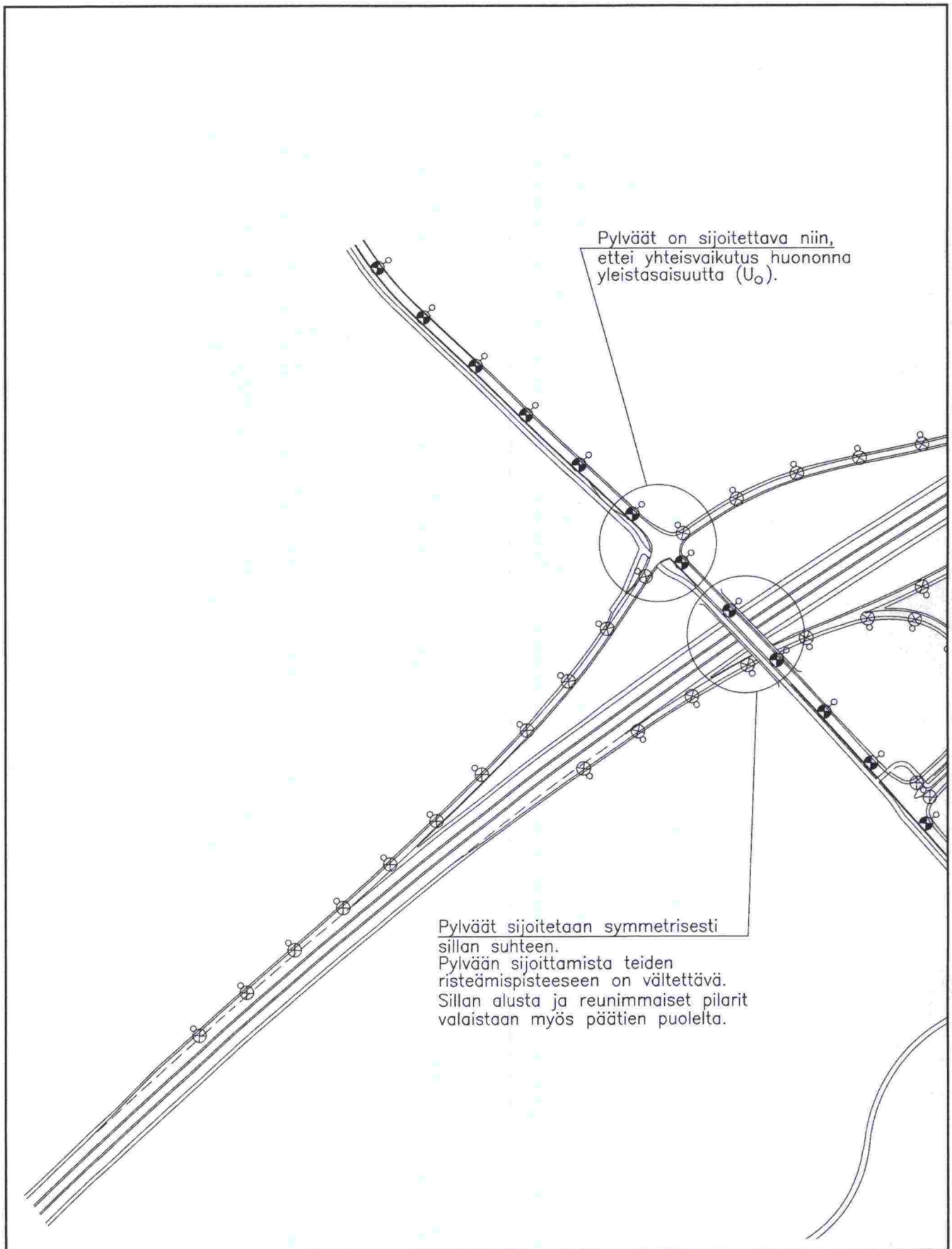
Kuvissa 14-17 on esimerkkejä eritasoliittymien yleisimmistä valaistusratkaisuista.



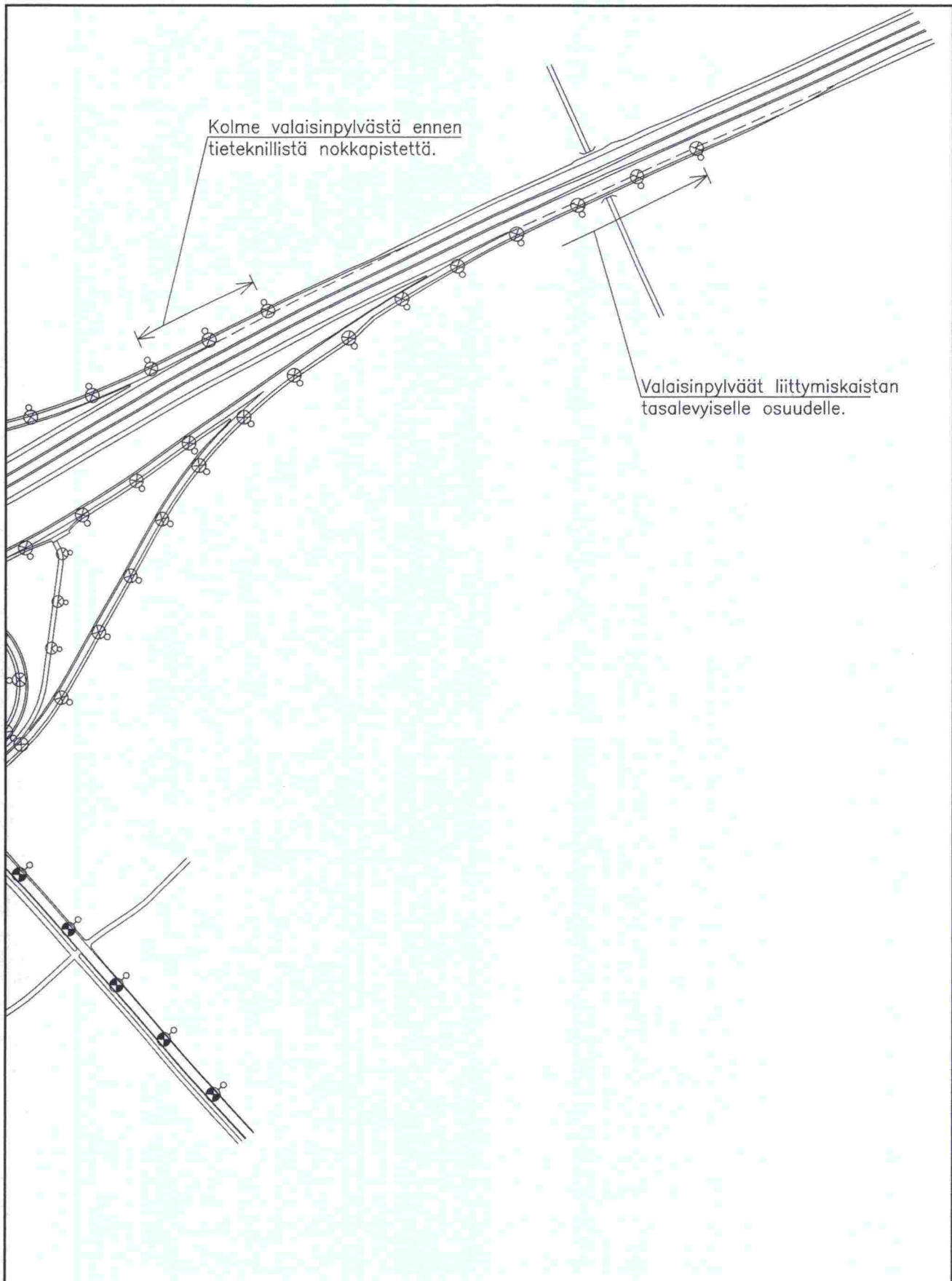


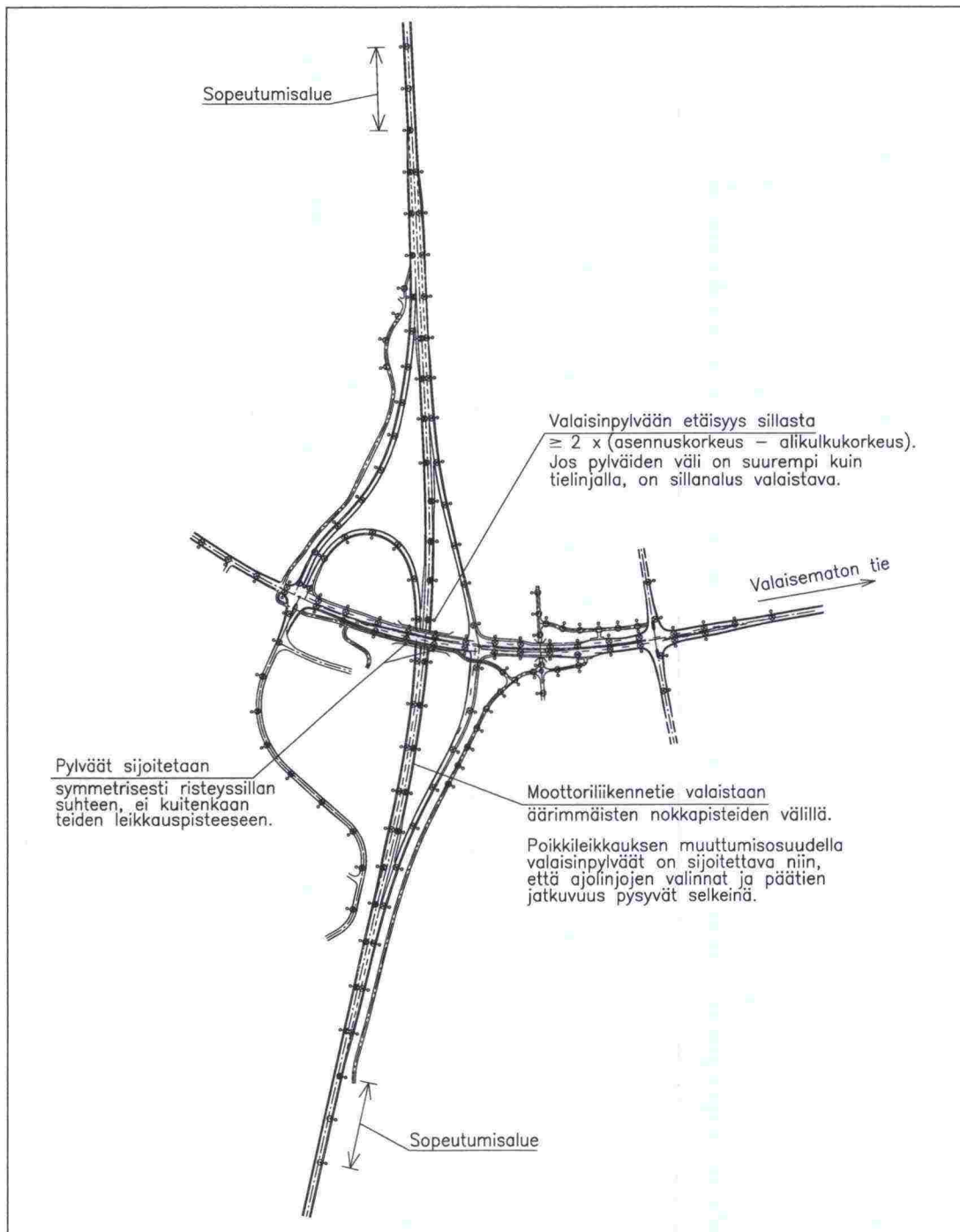
Kuva 14. Valaistun moottoritien eritasoliittymä.



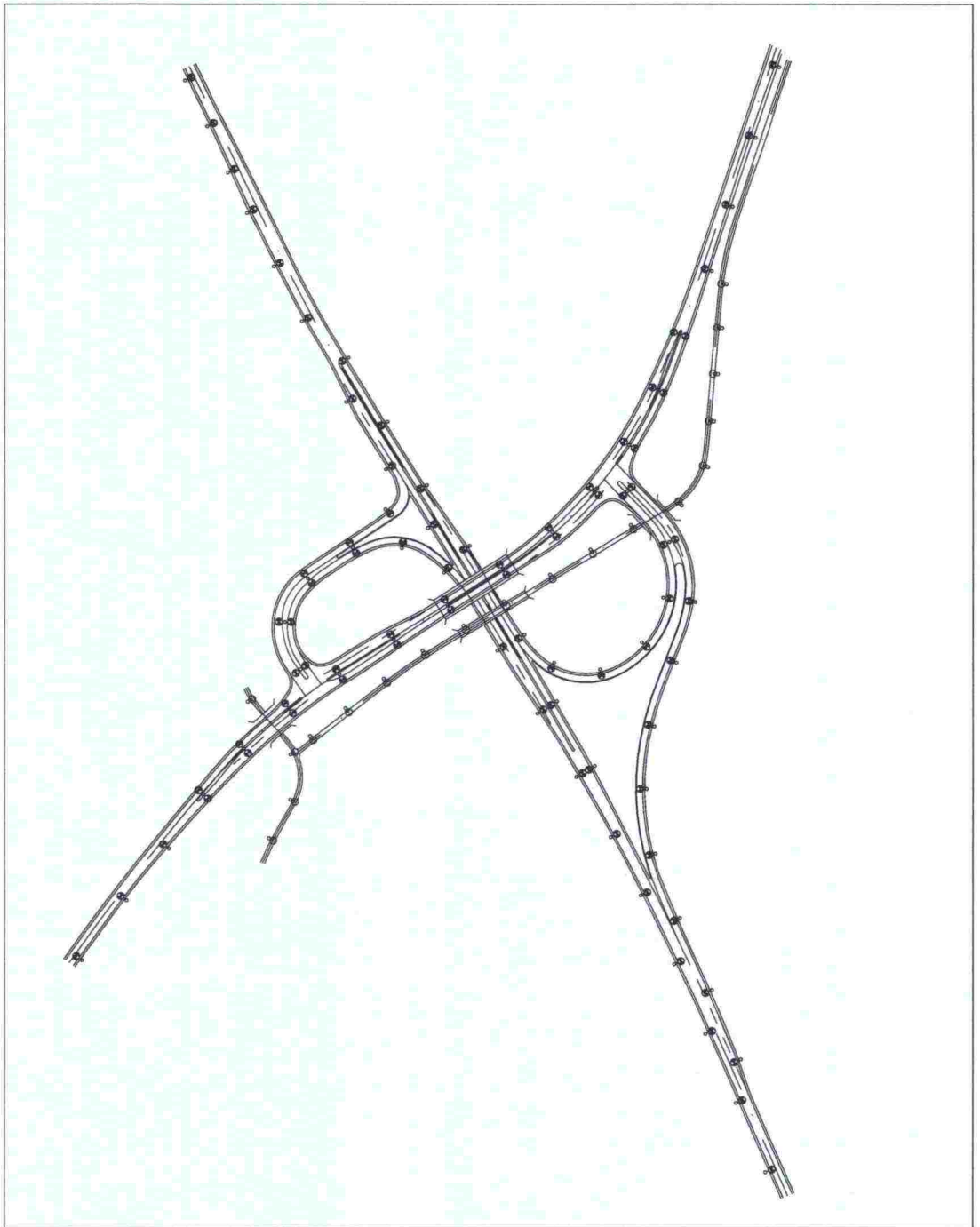


Kuva 15. Valaisemattoman moottoritien eritasoliittymä.





Kuva 16. Moottoriliikennetien tai leveäkaistatien eritasoliittymän valaistus.

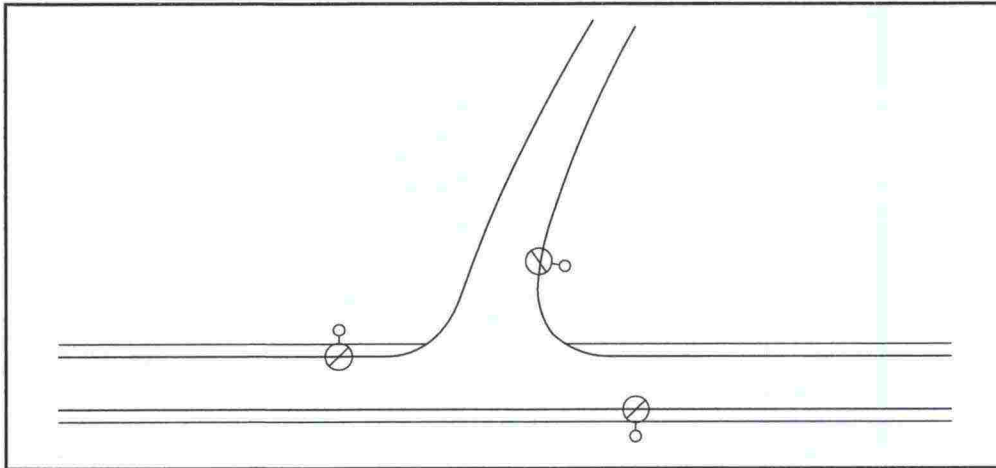


Kuva 17. Perusverkon eritasoliittymän valaistus.

### 3.5.4 Vähäliikenteiset liittymät

Alimpien toiminnallisten luokkien teillä, joilla on alhainen ajonopeus ja pieni liikennemäärä, vähäliikenteinen liittymä voidaan joutua valaisemaan muista syistä kuin liikennetaloudellisen kannattavuuden perusteella.

Tällöin liittymä voidaan valaista kuvan 18 periaatteella valaistusluokan ollessa enintään K4.



Kuva 18. Vähäliikenteisen tasoliittymän valaistus.

### 3.5.5 Pysäköimis-, levähdys- ja palvelualueet

Valta- ja kantateillä olevia pysäköimis- ja levähdysalueita ei yleensä valaista. Valaistulla tiellä päätien valaistus on yleensä riittävä, mutta viihtyisyyden ja valvonnan takia tai alueen koosta riippuen voidaan alueelle asentaa muutamia kevyen liikenteen tien valaisimia.

Jos pimeiden valta- ja kantateiden yhteydessä ovat palvelualueet valaistaan erikseen, valaistus on keskitettävä oleskelualueille. Valaisimien tulee olla rajoitettua säteileviä (esim. tasolasi) ohiajavia häiritsevän valon ja häikäisyn välttämiseksi.

Valaistulla moottoriväylällä levähdys- ja palvelualueen erkanemis- ja liittymisrampit valaistaan kuten eritasoliittymissä ja itse alue, sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tyypillä ja valolajilla.

Moottoriväylien palvelualueiden pysäköimis- ja huoltoasema-alueilla käytetään tähän ympäristöön ja toimintaan sopivia valaisimia.

Jos moottoriväylä on valaisematon, voidaan ramppien ja palvelualueen valaistusta laskea tai alueen käytöstä riippuen jättää valaisematta.

### 3.6 Ohituskaistatiet

Eriluokkaisilla teillä olevien ohituskaistaosuuksien valaistustarve määritellään Tievalaistuksen toimintalinjat -ohjeen taulukon 1 avulla.

Jos koko osuus valaistaan, aloitusosan valaistustyyppi suunnitellaan kuten pääsuunnassa kanavoidussa liittymässä, ks. kuva 9.

Jos ohituskaistaosuuden valaistus ei ole tarpeellinen mutta sillä on keskikaide, aloitus- ja lopetusosuudet valaistaan aina. Valaistuksen tyyppi ja sen pituus vaihtelee (200-400 m) kaistojen lukumäärän ja keskinäisen sijainnin mukaan.

Valaisemattomalla osuudella keskikaiteet merkitään heijastimilla tai reunapaluilla.

### 3.7 Sopeutumisalueet

Sopeutumisalueet tarvitaan valaistusluokissa AL1 - AL4a. Alue sijoitetaan suoralle tieosalle tai kaarteeseen, jonka säde on vähintään 1,5 x mitoitusnopeuden edellyttämä minimisäde. Jos kaarresäde on pienempi, tulee sopeutumisalue järjestää kaarteeseen jälkeen tai alueen pituuden verran ennen kaarretta.

Sopeutumisalueiden teoreettinen pituus on esitetty taulukossa 15. Käytännössä pituus voi ylittyä pylväsvälin mukaan.

Taulukko 15. Sopeutumisalueen pituus (m).

Valaistusluokka	Mitoitusnopeus				
	120	100	80	60	50
AL1	225	175	125	75	50
AL2	200	150	100	50	-
AL3, AL4a	150	100	60	-	-

Yksirivisen sopeutumisalueen valaistustyyppi on sama kuin valaistulla tieosuudella. Valaistusta vähennetään pienentämällä lampputehoa niin, että kohdan 2.4.1.5 mukainen luminanssivaatimus täyttyy. Yleensä lampputeho on kolmasosa poikkileikkauksen täyden valaistuksen arvosta.

Kaksirivisessä tyypissä jätetään valaistulta osuudelta tultaessa oikealta puolelta valaisimet pois ja vasemmalla puolella pienennetään lampputehoa, jos luminanssivaatimus sitä edellyttää.



### 3.8 Suojatiet

Valaistun päätien valaistuksen tulisi olla 50 m suojatien molemmin puolin vähintään valaistusluokan AL3 mukainen. Jos valaistusluokka on alempi, parannetaan suojatien valaistusta lyhentämällä pylväsväliä tai asentamalla erillinen epäsymmetrinen suojatievalaistus erikoisohjeiden mukaisesti. Valaisemattomalla tiellä erillisen suojatien valaistuksen on myös ulotuttava 50 m:n päähän suojatiestä. Valaistusluokkana käytetään K2, jos ajonopeus on 80 km/h ja K3, jos nopeus on 50 km/h. Suojatien kohdalla voidaan poiketa tien tavanomaisesta valon väristä, jos paikkakunnalla käytetään johdonmukaista valon väriin perustavaa suoja-ten merkitsemistapaa.

Jos useamman suojatien väli on pienempi kuin 100 m, parannetaan koko tien valaistus AL3-luokan mukaiseksi, tutkitaan ovatko muut kevyen liikenteen järjestelyt tarpeen tai voidaanko osa suojateistä poistaa.

### 3.9 Laiturit ja satama-alueet

Lossi- ja lauttalaitureihin välittömästi liittyvien tieosien luokka on AL3 sekä laiturin matkustaja- ja lastausalueella AE0. Valaistustyyppi on sama kuin vastaavan tien yhteydessä. Valaisemattomilla, laitureihin liittyvillä teillä käytetään lisäksi kohdassa 3.7 kuvattuja sopeutumisalueita. Valaistusta toteutettaessa on otettava huomioon vesiliikenteen häikäisyvaara ja opastuslaitteet.

Suurilla satama-alueilla käytetään yleensä mastovalaistusta. Jos alueella on myös rautatieliikennettä, on rautateiden valaistusvaatimukset otettava huomioon.

### 3.10 Linja-autopysäkit

Valaistulla tiellä linja-autopysäkit saavat yleensä riittävästi valoa päätien valaistuksesta ilman lisävalaisimia. Tällöin on tarkistettava, että pysäkin valaistustaso on luokan K4 mukainen. Jos päätien valaisimet ovat tien vastakkaisella reunalla, voidaan pysäkin viereen asentaa tarvittaessa kaksi jalankulkutien valaisinta, jotta pysähtynyt auto ei aiheuttaisi varjoja.

Jos valaisemattoman tien pysäkit valaistaan, käytetään valaistusluokkaa K5. Pysäkki valaistaan yleensä, jos valaistu kevyen liikenteen väylä kulkee sen kautta, pysäkki on suojatien yhteydessä tai runsasta henkilöliikennettä synnyttävän laitoksen läheisyydessä (teollisuuslaitos, koulu jne.)

### 3.11 Tasoristeykset

Tien ja rautatien risteyskohdassa tie valaistaan tavanomaisella tievalaistuksella, ottaen huomioon rautatien opastinlaitteiden näkyvyys ja valonvärit. Risteysalueen valaistus on aina suunniteltava yhteistyössä Ratahallintokeskuksen kanssa.

### 3.12 Sillat

#### 3.12.1 Risteyssillat

Siltojen valaistuksessa noudatetaan samoja ohjeita kuin tievalaistuksessa. Risteävien teiden optiseen ohjaukseen ja valaistukseen ei saa syntyä epäjatkuvuuskohtia. Lisäksi siltavalauksen on oltava sopusuhtainen ympäristöön ja itse siltarakenteeseen nähden.

Sillan alitse kulkevan tien valaisimet saattavat aiheuttaa sillan kannelle häiritsevää ja häikäisevää valoa. Pylvään ja sillan vähimmäisetäisyys määritellään niin, että tievalaisimen maksimi valovuo alittaa reunapalkin. Leveän sillan alittavalle tielle voi muodostua varjoja. Näiden poistamiseksi ja sivusteiden (pilarit, maatuet) korostamiseksi sijoitetaan pilareiden väliin, reunimmaisten pilareiden eteen ja maatuken kohdalle tien valaistukseen sopiva valaistus. Sillan ollessa niin leveä, ettei tien jatkuvuus ole selvä, siltaa on käsiteltävä lyhyenä tunnelina, ks. luku 5.

Ylittävän tien siltavalauksen ei yleensä vaikuta alittavan tien oloihin. Suunnittelussa on kuitenkin otettava huomioon seuraavat seikat:

- alittavan tien optinen ohjaus ei saa häiriintyä.
- pylväiden sijoittamista lyhyille silloille on vältettävä.
- pitkällä silloilla pylväät sijoitetaan sillan pilareiden kohdalle tai symmetrisesti maatuken suhteen.
- valaisimet tulee sijoittaa mahdollisimman kauaksi teiden risteämispisteestä.

Jos silta ylittää laivaväylän, on huolehdittava valaistuksen häikäisynestosta ja selvitettävä muut vesiliikenteen vaatimukset valaistuksen suhteen. Avattavien siltojen liikkuviin osiin ei saa laittaa valaisinpylväitä. Pylväät voidaan sijoittaa maan puolelle tai sillan kiinteisiin osiin ja asentaa lisävalaisimia viimeisiin pylväisiin ennen liikkuvaa osaa. Avattavissa silloissa on otettava huomioon samat näkökohdat kuin laitureiden valaistuksessa.

#### 3.12.2 Kevyen liikenteen alikulkukäytävät

Kevyen liikenteen alikulkukäytävät valaistaan pimeään aikaan aina, kun käytävän pituus on suurempi kuin 7 m ja se liittyy valaistuun kevyen liikenteen väylään. Valaistusluokka on sama kuin avoimella tiellä mutta kuitenkin vähintään AE 4.

Alikulkukäytävän valaistuksen on toimittava päivisin, jos käytävän pituus on vähintään kuusi kertaa leveys tai yli 25 m. Tätä lyhyemmät käytävät valaistaan, jos silta on kaareva, alikulkukorkeus pieni tai seinät hyvin tummat. Jos alikulkukorkeus on poikkeuksellisen suuri, valaistus tarvitaan vasta edellistä pitemmissä käytävissä. Keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla  $100 \geq I_x$  ja yleistasaisuuden  $U_0 \geq 0,4$ .

## 4 YLEISET TIET TAAJAMISSA

### 4.1 Yleistä

Suurin osa taajamien yleisistä teistä, kaavateistä ja kaupunkien kaduista valaistaan perinteellisillä perustyypeillä ja vakiokalusteilla. Näillä valaistuslaitteet sulautuvat turvallisesti ympäristöönsä, eivät kiinnitä tarpeetonta huomiota, mutta tuottavat valaistukselta odotetut vaikutukset.

Pienukkoilla, rajatuilla alueilla: historialliset alueet, vanhat korttelit sekä hallinto- ja liikekeskukset, valikoidut katujaksot, voidaan valaistus toteuttaa yhtenä monista katutilan osista seuraavia periaatteita soveltaen. Samoin menetellään monumentaalikohteissa, esim. isot sillat läheisine katuosineen.

Tällaisten alueiden valaisemista varten ei ole olemassa ihanteellista, kaikkia ryhmiä tyydyttävää ratkaisua tai mallia. Erikoisuuksien tavoittelussa ei pidä liioitella valaistuksen ympäristöä luovaa vaikutusta.

### 4.2 Lähtökohdat ja tavoitteet

Taajaman ulkopuolella yleisen tien pinta valaistaan autonkuljettajan näkemisvaatimusten takia. Kadun liikenneympäristössä on monia valaistavia pintoja ja kohteita sekä useita havaitsoja eri suunnista.

Kadulla on runsaasti liikenteen lajeja ja tapahtumia. Liikenteessä olevat arvioivat helposti väärin toistensa tarkoituksia, varsinkin kun jalankulkijat ja pyöräilijät voivat liikkua arvaamattomasti. Edelleen kevyellä liikenteellä on varsin pieni näkyvä pinta. Kevyen liikenteen väylän valaiseminen perustuu myös autoilijan tarpeeseen nähdä jalankulkijat ja pyöräilijät. Valaistus on myös esteettömyyden vähentämistä poistamiskeino erilaisilla liikennepaikoilla ja heikkonäköisen jalankulkijan turvallisuutta lisäävä toimi.

Taajama- ja kaupunkikuva ei ole pelkkä esteettinen käsite. Johdonmukainen ja selkeä katuverkko, julkiset rakennukset, eri katujen ja kaupunginosien omaleimaisuus auttavat suunnistamista. Mielenkiintoiset rakennukset, näkymät ja taideteokset antavat virikkeitä ja vetävät puoleensa. Historialliset rakennukset, puistot ja rannat vetoavat tunteisiin. Kaikkien tekijöiden kauneus ja sopeutuminen toisiinsa luovat esteettistä mielihyvää.

Kaupunkivalaistuksen ensisijainen tehtävä on taata sellaiset edellytykset, että katu toimii turvallisena kulkuväylänä ja työpaikkana myös pimeänä aikana. Turvallisuuteen ja orientoitavuuteen liittyvät tekijät eivät ole vähäisimpinä öisessä kaupungissa, mutta myös esteettiset ja kaupunkikuvan arvot ovat merkittäviä. Valaistuksella voidaan korostaa katunäkymiä. Sillä annetaan luonnollinen ja oikea kuva liikenne- ja katutilasta valaisemalla sopivasti rakennusten moni-ilmeisiä julkisivuja, siltoja, puistoja ja ympäristöä. Näiden lisäksi katuvalaistuksella on monia muita vaikutuksia, jotka ovat tarkoituksellisia tai tahattomia. Esim. valaisinjonot auttavat suunnistautumaan pimeässä. Valaisimien sijainti korkealla tai matalalla, samoin valon värit luovat erilaisia tunnelmia, jotkut rakennukset näkyvät ja toiset jäävät pimentoon.

Päiväsaikaan valaisimia ei tarvita. Niiden lukumäärä, koko ja muoto on huomiota herättävä, joskus häiritseväkin tekijä kaupunkikuvassa. Erityisesti vanhan kaupunginosan mittakaava ja tyyli asettavat omat vaatimuksensa valaistukselle ja valaisimille. Valaisimien sijainti, asennuskorkeus ja luonne vaikuttavat oleellisesti kaupunkikuvaan. Oikealla valaistuksella tavoitetaan torien muoto, rakennusten mittakaava ja eriluokkaisten katujen toiminnallinen tehtävä. Pää-, kokooja- ja tonttikatujen valaistustarpeet ovat kaupunkikuvan kannalta täysin erilaiset; samoin liike- ja kävelykatujen.

Valaistus on vain osa kokonaisuutta, johon kuuluvat muut kadun kalusteet, saarekkeet, istutukset, päällysteet, liikenteenohjauslaitteet, pysäkit, katokset, kioskit yms. Kaikkien osien suunnittelulla on samat lähtökohdat ja yhteiset tavoitteet. Tasapainoinen ratkaisu syntyy osien yhteisvaikutuksesta - ei yhden hallitsemasta korostamisesta.

### **4.3 Taajaman tie- ja katuverkko**

Liikenneväylät voidaan ryhmitellä useisiin erilaisiin tyypeihin yhteystarpeen (valtakunta, seutu, paikallinen), hallinnollisten seikkojen (kuka vastaa ja maksaa) tai teknillisten ominaisuuksien perusteella. Tienkäyttäjä ei ymmärrä eikä välitä näistä. Autonkuljettaja tarkastelee väyliä näiden palvelutehtävän (akselilla liikkuminen, maankäytön liittyminen, eteneminen) ja liikenteen perusratkaisujen (liittymien toimintatapa, liikennerajoitukset) mukaan. Tätä palvelee toiminnallinen luokitus; sen ominaisuuksia käytetään hyväksi verkkokokonaisuuksia tai liikennekäytäviä suunniteltaessa. Verkon käyttö, ajokäyttäytyminen ja liikennesäännöt perustuvat myös toiminnalliseen luokitukseen.

Useimmissa taajamissa ja kaupungeissa riittää perusverkko: tonttikadut, kokoojakadut ja pääkadut.

Valaistuksen keinoilla: valon määrä ja väri sekä valaistustapa ja -tyyppi voidaan tukea tie- ja katuverkon toiminnallista luokitusta.

#### 4.4 Valaistustavat

Valaistustapa valitaan liikenne- ja tieympäristön mukaan. Valaistustavalla tuetaan tie- ja katuverkon toiminnallista luokitusta. Valaistustapa osoittaa autoilijalle tietyyppin ja liikenneympäristön muutokset. Kuvassa 19 on periaate-esimerkkejä.

##### 4.4.1 Tievalaistus

Yleisin valaistustapa, joka toteutetaan perinteellisillä perustyypeillä. Tarveselvityksen mukaan tämä voidaan tarvittaessa jakaa kahteen osaan. Peruslaatu tuotetaan täysin standardikalustein ja korkea laatu, jossa käytetään esim. maalattuja sekä hieman muotoiltuja rakenteita ja kalusteita.

##### 4.4.2 Puistokatuvalaistus

Valaistustyyppi on yleensä samanlainen kuin edellisessä kohdassa. Puistoympeäristö vaikuttaa tien tai kadun muihin osiin: luiskiin, ojiin, maastonmuotoiluun ja istutuksiin. Kuvien 3) ja 5) pallovalaisimet eivät täytä häiriövaatimuksia.

Tie- ja katualue muodostaa puistoalueen kanssa yhtenäisen kokonaisuuden, johon valaistuslaitteet asettuvat tasapainoisena osana.

Puiston maastonmuodot, puut, kadun asema maanpintaan nähden yms. määrittelevät valaistustavan- ja tyyppin. Se voi olla samantapainen kuin tievalaistuksessa tai pienipiirteisessä katuvalaistuksessa.

##### 4.4.3 Suuripiirteinen katuvalaistus

Näyttävillä kalusteilla, suurehko asennuskorkeus, pitkät pylväsvälit, toteutettu valaistustapa. Se soveltuu erityisesti solmukohtien jälkeisille katuosuuksille osoittamaan liikenneympäristön muuttumisen.

##### 4.4.4 Pienipiirteinen katuvalaistus

Tiheästi rakennettuun ympäristöön sovitettu valaistustapa. Sen ominaisuuksia ovat: rakennusten korkeuteen suhteutettu, matalahko asennuskorkeus, valaisimien hallittu päivänäkö, pylväiden tilataide, puurivistöjen korostaminen, katutilan hahmottaminen seiniä valaisemalla, liikennetilän näkymien avaaminen häikäisyä ja valottuneita pintoja pienentämällä.



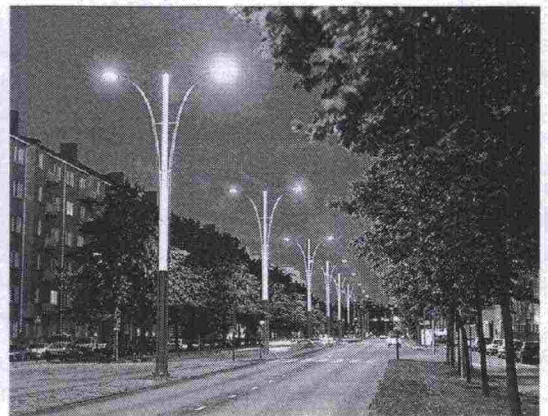
1) Tievalaistus. Puupylväät ja ilmajohto



2) Tievalaistus. Metallipylväät ja maakaapeli



3) Puistokatuvalaistus



4) Suuripiirteinen katuvalaistus



5) Pienipiirteinen katuvalaistus

*Kuva 19. Valaistustavat.*

#### 4.5 Valaistusteknilliset vaatimukset

Taajamassa sijaitsevan yleisen tien, kaupungin kadun ja kevyen liikenteen alueiden valaistusteknilliset vaatimukset ja valaistusluokan valinta on esitetty luvussa 2. Näiden lisäksi valaistustason on oltava sellainen, että jalankulkijat ja pyöräilijät pystyvät tunnistamaan toisensa, kadunnimikilvet voidaan lukea, vieraat löytävät reittinsä jne.

#### 4.6 Valaistuslaitteet

Valaistustyyppi, asennuskorkeus, rakenteet ja kalusteet valitaan kohteen olosuhteisiin ja mittoihin sopiviksi. Ulkonäköseikkoihin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Historiallisten kaupunginosien ja vanhojen keskustakortteleiden valaistuksessa ei tarvitse käyttää antiikkisia kalusteita. Toisaalta jokaiseen kohteeseen ei voida keksiä omia valaisimia nostamatta kustannustasoa. Nykyaikaista tekniikkaa edustavia, vakiotuotannossa olevia monimuotoisia valaisimia, erilaisia pylväsrunkoja ja varsia yhdistelemällä saadaan aikaan suuri joukko ratkaisuja, joista löytyy vaihtoehtoja useimpiin tarpeisiin.

Suunnittelussa on tuotettava selkeitä kokonaisuuksia, joissa on yhtenäinen tyyli ja kalusteet. Keskellä katuosuutta ei pidä äkisti käyttää vakiovalikoimasta täysin poikkeavia kalusteita. Uusien ideoiden tulvassa on oltava vakuuttunut siitä, että tuote olisi muutakin kuin ohimenevä muoti-ilmiö.

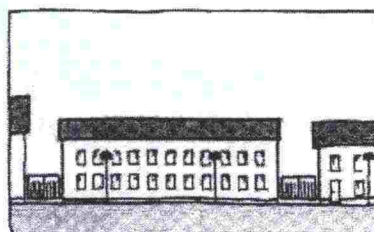
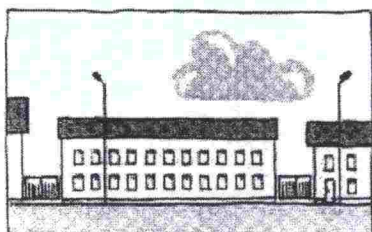
Yksittäinen valaisin voi olla puoleensavetävä ja kaunis, mutta pitkänä jonoina ja ryhminä nähtynä yltäkylläisyys vaikuttaa päinvastoin kuin oli alunperin tarkoitettu. Tällaiset valaisimet sopivat hyvin rajatulle, pienehkölle alueelle, jossa niillä on pysyvä symboliarvo. Valaisimen ulkomuodon tulee kestää 30 vuoden aikana tapahtuvat ympäristön arkkitehtoniset muutokset.

Valonjako-ominaisuudet valitaan kohteen mukaan. Kun vain ajoradat valaistaan, käytetään katuvalaisinoptiikkaa. Jos valoa tarvitaan seinille ja puihin, valitaan valaisin, joka säteilee valoa vaakatason yläpuolelle (5-10 % kokonaisvalovirrasta), tai jonka kupu toimii valontaittimena. Viimemainittu sopii erityisesti vanhojen ja tunnettujen lyhtyjen autenttisiin kopioihin.

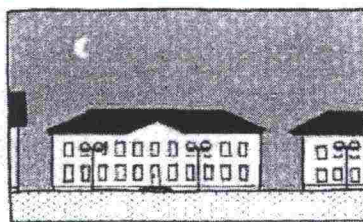
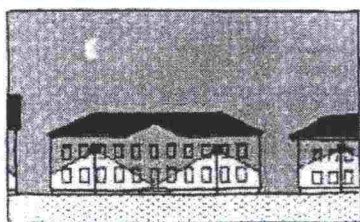
Hyvin alhaalle asennettavia valaisimia käytettäessä on huolehdittava siitä, että turvallinen ja riittävä valaistus saavutetaan siedettävillä kustannuksilla.

Valaisimet valitaan ja sijoitetaan siten, että talojen sisälle vaikuttava häikäisy on olematonta. Valolajin tulee olla miellyttävä ja tyydyttää kaikkien liikennelajien tarpeet sekä sopia eri vuodenaikojen olosuhteisiin.

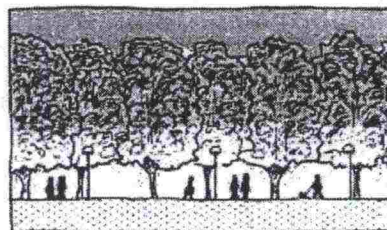
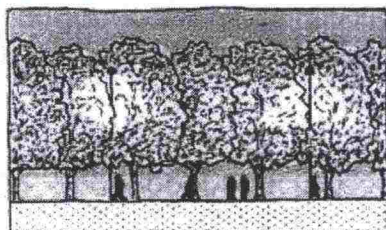
Yleisiä suunnitteluperiaatteita on kuvissa 20-25.



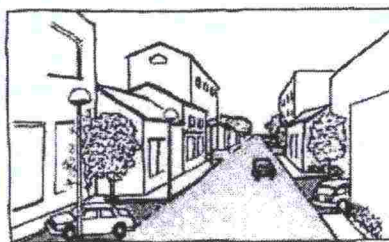
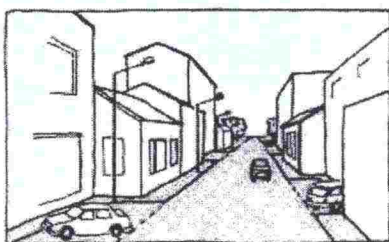
Asennuskorkeuden tulee olla sopusoinnussa rakennusten korkeuden kanssa.



Kaupunkikuvan kannalta arvokkaiden rakennusten yhteydessä käytetään valaisimia, jotka samalla valaisevat rakennuksen julkisivua.



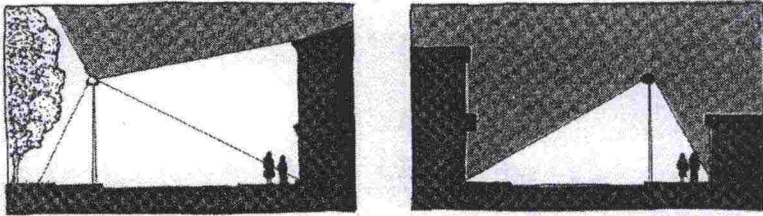
Puistojen valaisu katujen tapaan korkealta estää valon pääsyn lehvistön läpi puistokäytävälle. Toisaalta puut muodostavat umpinaisessa kaupunkirakenteessa tärkeän pehmentävän kontrastin, jota valon avulla tulisi korostaa.



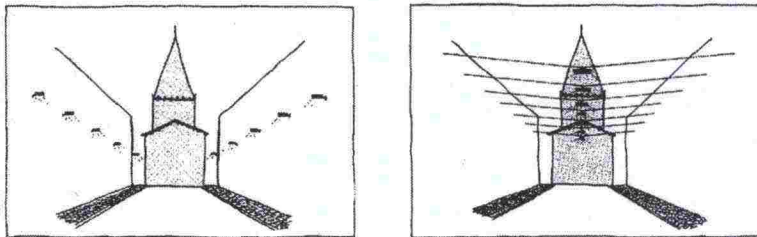
Epäyhtenäistä kaupunkikuvaa voidaan korjata sijoittamalla uudet, selkeämuotoiset valaisimet vanhaan katulinjaan. Samalla voidaan tehdä myös muita katu ympäristöä parantavia toimenpiteitä, kuten päällysteiden ja reunakivien uusimisia, puiden istutusta jne.

*Kuva 20. Valaistus ja kadun mittasuhteet.*

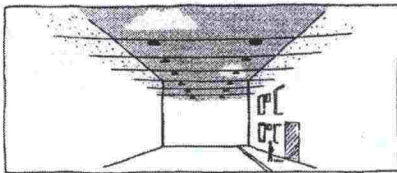




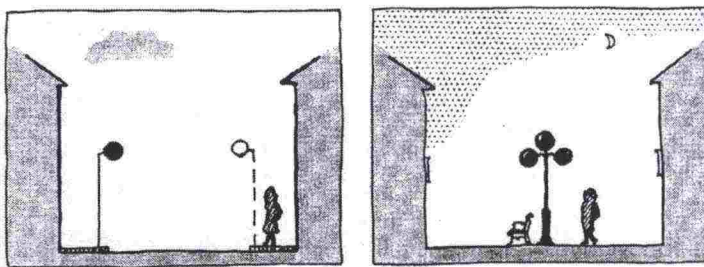
Valaisin, jonka kupu läpäisee valoa, antaa pääosan valosta ajoradalle, mutta valaisee myös ympäröiviä rakennuksia ja/ tai puustoa. Umpikupuinen, 6 metrin korkeuteen asennettu valaisin, jonka valo on suunnattu ajoradalle, muodostaa katukuvassa valo-  
ketjun, mutta ei korosta ympäristöä.



Kadun pääteenä olevaa, kaupunkikuvan kannalta merkittävää rakennusta ei saa piilottaa valaisimien taakse.

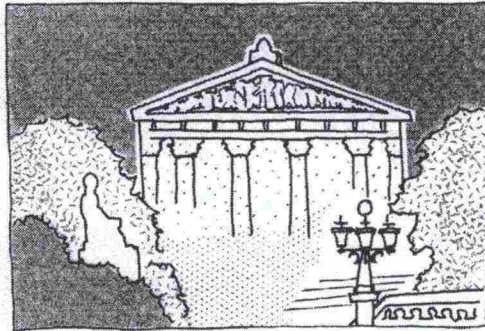


Katutilaa ei saa kattaa valaistuslaitteilla, jotka samalla estävät taivasnäkyvän.

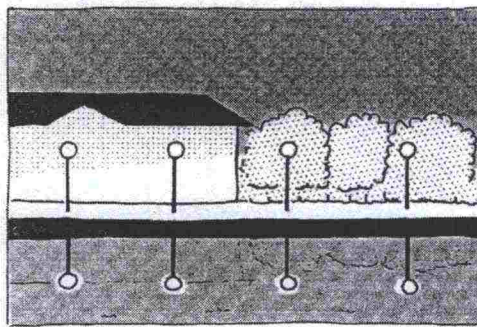


Yksirivinen reunasijoitus on taloudellinen ja ulkonäöltään siisti; vuorottainen valaistustyyppi on vaihtoehto. Vapaasti säteilevät valaisintertut antavat kävelykadulle juhlaivan vaikutelman; seinille lankeaa sopivasti valoa.

Kuva 21. Valaistus ja katunäkymät.

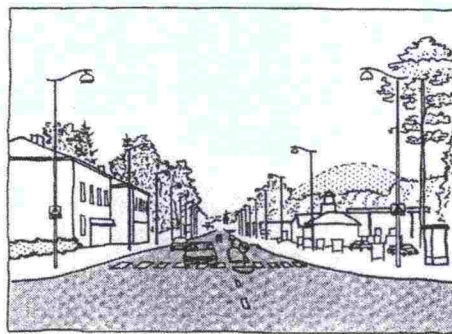


Pimeän aikana voidaan kaupunkikuvassa korostaa yksityiskohtia, jotka päiväsaikaan jäävät vaille huomiota.



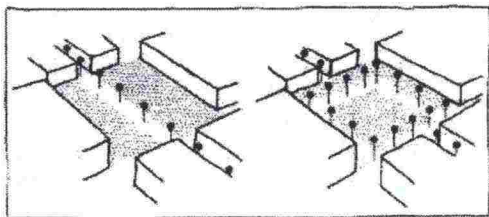
Vesielementti on kaupunkikuvassa tärkeä tekijä, koska se antaa omaleimaisuutta ja tuo tunnelmaa. Erityisesti veden heijastusvaikutusta tulisi käyttää hyväksi.

*Kuva 22. Yksityiskohtien korostaminen*

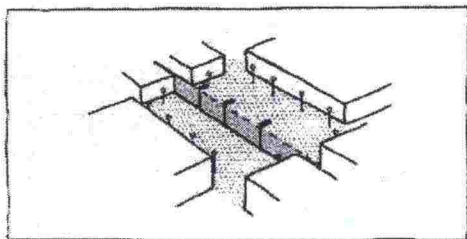


Valaisinvarret voidaan muotoilla esim. paikkakunnan tunnusmerkkinä olevan tunturin rinteeseen mukaan.

*Kuva 23. Laitteiden muodot.*

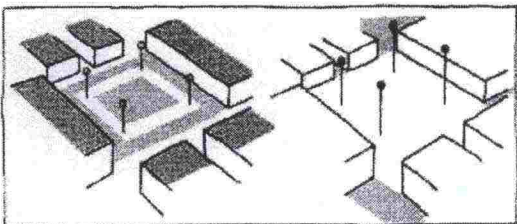


Katujen ja aukkioiden vaihtelun tulee näkyä myös pimeällä. Aukion keskellä tarvitaan yleensä vähemmän valoa kuin sen laitamilla.

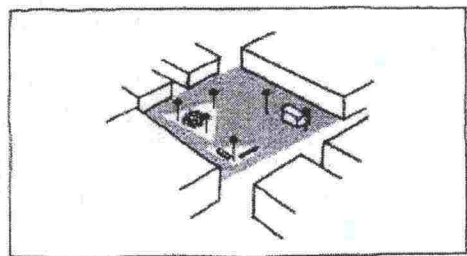


Jos pääkatu ylittää torin, autoliikennealue on valaistava aukiovalaistuksesta selvästi poikkeavilla kalusteilla.

*Kuva 24. Valaistus ja torin liikenne*



Valaistuksen tulee korostaa aukion muotoa, ja sen tulee sopeutua ympäröivien rakennusten mittakaavaan. Suuri asennuskorkeus voi aiheuttaa aukean tilan vaikutelman, elleivät rakennukset ole korkeita ja niiden seinät saa valoa.



Valo on keskitettävä toimintojen, istutusten, patsaiden yms. Läheisyyteen.

*Kuva 25. Valaistus ja aukion toiminnat.*

## 5 AUTOLIIKENNETUNNELIT

### 5.1 Valaistuksen tarkoitus

Direktiivissä on määritelty autoliikennetunnelin yleiset lähtökohdat. Tunnelissa pitää olla normaalivalaistus, joka takaa riittävän näkyvyyden päivällä ja yöllä. Turvalaistuksessa on oltava kaksi osaa: varavalaistus ja evakuointivalaistus.

Valaistuksen tarkoitus on taata päivällä ja yöllä sellaiset olosuhteet, että ajoneuvot voivat lähestyä tunnelia, ajaa sen sisälle ja ulos tie- tai katuluokan edellyttämällä nopeudella liikenneturvallisuuden ja ajomukavuuden ollessa mahdollisimman lähellä avoimen väylän ominaisuuksia. Tällaiset olot vallitsevat, kun kuljettaja näkee pysähtymismatkan etäisyydellä ajoradan, sillä olevat toiset ajoneuvot ja niiden liikkeet.

Tunnelivalaistuksen tärkeimmät valotekniset tekijät ovat:

- ajoradan ja seinien alaosan luminanssitaso,
- luminanssin tasaisuus
- häikäisyn rajoitus
- vilkkumisen välttäminen

Tunnelin valaistuksessa on kolme tilannetta:

- yövalaistus, joka toteutetaan samoilla periaatteilla kuin tievalaistus,
- päivävalaistus
  - täysi päivävalaistus, jolle on tyypillistä korkeat ulkopuolisesta luonnonvalosta riippuvat luminanssitasot sisäänajo-osuudella
  - osittainen päivävalaistus
- turvalaistus, jolla erilaisissa häiriötilanteissa taataan normaalitoiminta tai osoitetaan poistumisreitti

### 5.2 Yleiset periaatteet

#### 5.2.1 Olosuhteet

Tunnelissa vallitsevat tie- ja liikenneolot poikkeavat avoimesta tilanteesta. Nämä vaikuttavat liikenneturvallisuuteen ja sitä kautta valaistuksen tarpeeseen sekä valaistustapaan ja -tyyppiin.

## 5.2.2 Tunnelin pituus

Eripituisten tunneleiden valaistusvaatimukset riippuvat siitä, missä määrin lähes-tyvän auton kuljettaja näkee tunnelin lävitse. Valaistuksen kannalta tunnelit ovat:

- geometrisesti pitkiä
- optisesti pitkiä
- lyhyitä

Riippuen tunnelin sijainnista, ajoratojen luvusta, niiden pituuskaltevuudesta sekä liikenteen määrästä ja nopeudesta päivällä, valaisemattoman tai osittain valaistun tunnelin pituus vaihtelee 25 - 200 m.

## 5.2.3 Sisäänajo-osuuden valaistustavat

Sisäänajo-osuuden (kynnys- ja siirtymäalue yhteensä) valaistus voidaan hoitaa joko sähkö- tai päivänvalolla.

Päivänvalontapauksessa valoa ohjataan ajoradan yläpuolelle asennetuilla ritaloilla. Näiden käyttöä ei kuitenkaan suositella.

## 5.3 Pitkän tunnelin valaistus

### 5.3.1 Yövalaistus

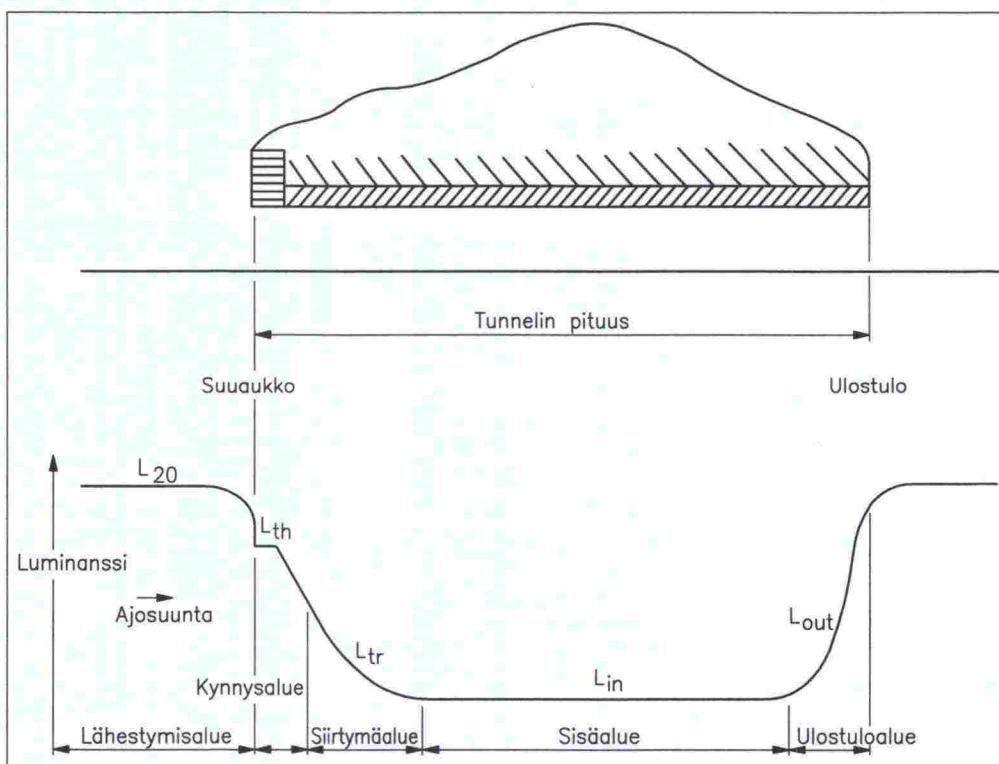
Tunnelivalaistus suunnitellaan samoilla periaatteilla kuin tievalaistus. Yön aikana tunnelissa käytetään vähintään samaa valaistusluokkaa kuin vapaalla tieosalla mutta kuitenkin vähintään puolet sisäosan päivävalaistuksen luminanssivaatimuksesta. Jos tieosa on valaisematon tai yöportaan ja tievalaistuksen luminanssiero on liian suuri, molemmin puolin olevat tunnelin lähialueet käsitellään luvun 5.5 mukaan.

### 5.3.2 Päivävalaistus

#### 5.3.2.1 Lähtökohdat

Tunnelivalaistuksella vähennetään tai poistetaan visuaalisen sopeutumistason erot, jotta kuljettaja pystyy näkemään tarkasti ajoradan tunnelin ulko- ja sisäpuolella. Tilanne on kriittisin päivällä, koska silmät eivät voi samanaikaisesti aistia kirkkaassa päivänvalossa ja tunnelin pimeydessä olevia liikennetilän yksityiskohtia. Toisaalta ihmissilmä sopeutuu varsin suuriin ympäristön valoisuuden muutoksiin, mutta tasoerosta riippuvan ajan kuluessa. Tunneliin ajettaessa tämä edellyttää nopeudesta ja luminanssitasoista määräytyvää matkaa ennen kuin kuljettajan silmät ovat tottuneet sisäosan valoisuuteen.

Käytännössä tunnelin valaistus järjestetään viiden alueen avulla, kuva 26.



Kuva 26. Tunnelivalaistuksen alueet.

### 5.3.2.2 Lähestymisluminanssi

Lähestymisalue on välittömästi suuaukon ulkopuolella sijaitseva tieosa, jolta kuljettajan on pystyttävä näkemään tunnelin sisälle.

Kun ajoneuvo lähestyy päivänvalossa tunnelia, kuljettajan näkökentässä vallitseva luminanssi riippuu erilaisten pintojen valoisuudesta, ympäristön heijastusominaisuuksista, näkyvässä olevasta taivaan osuudesta sekä tunnelin sijainnista ja suunnasta. Samanaikaisesti tapahtuva valon sironta ilmassa ja hajonta tuulilasisissa synnyttävät harsoluminanssin, joka vähentää kontrastia. Tämä vaikeuttaa näkemistä ja havaitsemista.

Lähestymisluminanssi voidaan määrittää useilla tavoilla CEN:n raportin CR 14380:2003 mukaan.

Yleisillä teillä olevissa tunneleissa lähestymisluminanssi määritellään  $L_{20}$  -menetelmällä. Tämä tarkoittaa pysähtymismatkan etäisyydelle ennen suuaukkoa asetetun  $20^\circ$  näkökartion sisällä vallitsevaa luminanssia, joka voidaan laskea tai mitata.

Perspektiivikuvaan tai valokuvaan piirretystä  $L_{20}$  -ympyrästä mitataan taivaan, tien ja ympäristön osuudet.

Luminanssi lasketaan kaavalla (7) käyttäen erilaisten alueiden kokemusperäisiä arvoja, taulukko 16.

$$L_{20} = \gamma L_C + \rho L_R + \varepsilon L_E + \tau L_{th} \quad (7)$$

jossa

$\gamma$	on taivaan,
$\rho$	tien,
$\varepsilon$	ympäristön ja
$\tau$	tunnelin suuaukon osuus näkökentän pinta-alasta;
$L_C$	taivaan,
$L_R$	tien
$L_E$	ympäristön luminanssi ja
$L_{th}$	kynnysalueen luminanssi

Kertoimien  $\gamma$ ,  $\rho$ ,  $\varepsilon$  ja  $\tau$  summan tulee olla yksi.

Taulukko 16. Näkökentän osien keskimääräinen luminanssi ( $kcd/m^2$ ).

Ajosuunta	$L_C$	$L_R$	$L_E$			
			kallio	rakennukset	lumi	nurmikko
Pohjoiseen	8	3	3	8	15	2
Länteen tai itään	12	4	2	6	15	2
Etelään	16	5	1	4	15	2

Lähestymisluminanssiin voidaan vaikuttaa tien suuntauksella ja rakennusteknillisin keinoin. Luminanssia on pyrittävä pienentämään rajoittamalla päivänvalon pääsyä lähestymisalueelle ja vähentämällä lähiympäristön pintojen valoisuutta.

Käyttökelpoisia rakenteita ovat:

- tumma ja karkea ajoradan päällyste
- tummat ja karkeat leikkausluiskat, tukimuurit, esim. puut, pensaat ja maalaus
- mahdollisimman kapea ja jyrkkäluiskainen leikkaus
- tumma ja karkea tunnelin suuaukon ympäristö
- tunnelin suuaukon suuntaus sekä sen ympäristön muotoilu ja käsittely siten, ettei alhaalla oleva aurinko tai kirkas taivas tule taustaksi
- korkea tunnelin tai ritiläkaton suuaukko

### 5.3.2.3 Kynnysalueen luminanssi

$L_{20}$ -menetelmää käytettäessä kynnysalueen alkuosalla tarvittava luminanssi lasketaan kaavalla (8).

$$L_{th} = k \times L_{20} \quad (8)$$

jossa

$L_{th}$	on kynnysalueen luminanssi,
$L_{20}$	lähestymisalueen luminanssi ja
$k$	luminanssikerroin.

Luminanssikerroin (k) lasketaan seuraavasti. Liikenneolot jaetaan kolmeen osaan taulukon 17 mukaan. Näiden ja liikenteen koostumuksen perusteella tunneliluokka valitaan taulukosta 18.

Taulukko 17. Liikennemääräluokka.

Liikennemääräluokka	Yksisuuntainen (ajon./h kaista)	Kaksisuuntainen (ajon./h kaista)
Suuri	>1500	> 400
Kohtalainen	500-1500	100-400
Pieni	< 500	< 100

Taulukko 18. Tunneliluokka.

Liikennemääräluokka	Suuri		Kohtalainen		Pieni	
Liikenteen koostumus	M	A	M	A	M	A
Tunneliluokka	4	3	3	2	2	1

A vain autoliikenne  
M sekaliikenne

Luminanssikerroin valitaan tunneliluokan arvoilla taulukosta 19.

Taulukko 19. Luminanssikerroin.

Tunneliluokka	Pysähtymismatka (m)		
	60	100	160
4	0,05	0,06	0,1
3	0,04	0,05	0,07
2	0,03	0,04	0,05
1	Ei vaatimuksia		

Kynnysalue on pysähtymismatkan pituinen. Kynnysalueen alkupuoliskolla keskimääräisen luminanssin on oltava täydessä arvossaan. Tämän jälkeen sitä voidaan vähentää kuvan 27 käyrää noudattaen. Luminanssin tulee täyttää vaatimukset koko tien (ajorata ja pientareet) leveydellä.

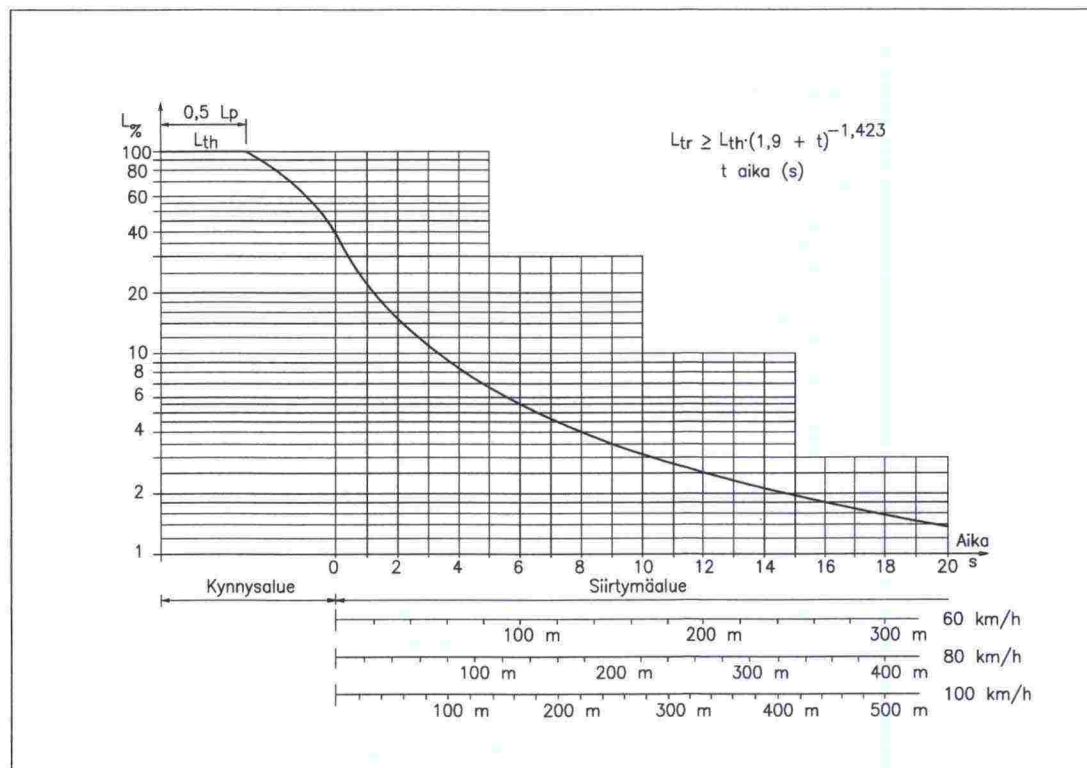
#### 5.3.2.4 Siirtymäalueen luminanssi

Siirtymäalueella olevat esteet näkyvät, jos sopeutuminen alenevaan luminanssiin tapahtuu kuvan 27 käyrän mukaan. Luminanssia vähennetään portaittain (suhteessa 3:1) tai portaattomasti niin, että arvo ei missään kohdassa tule käyrän alapuolelle.

Siirtymäalue päättyy siinä kohdassa, missä luminanssi on 1,5 -kertainen sisäalueen arvo.

Luminanssin tulee täyttää vaatimukset koko tien (ajorata ja pientareet) leveydellä.





Kuva 27. Siirtymäalueen luminanssi.

### 5.3.2.5 Sisäalueen luminanssi

Sisäalueen keskimääräisen luminanssin tulee olla vähintään kaksinkertainen tunneliin johtavan tien keskimääräiseen luminanssiin verrattuna.

Luminanssin tulee täyttää vaatimukset koko tien (ajorata ja pientareet) leveydellä. Seinän ja tienpinnan välisen kontrastin lisäämiseksi tien reunassa ja ajoradalla saa kuitenkin olla noin 0,5 m levyinen tummempi päällystekaista, jolla luminanssiarvoa ei tarvitse saavuttaa.

Tarvittavan valomäärän vähentämiseksi tulee tunnelin sisäosan heijastusominaisuuksien olla mahdollisimman hyvät. Tämä saadaan aikaan käyttämällä vaaleita ja karkeita tienpäällysteitä sekä seinien vaaleata ja tasaista pintakäsittelyä.

### 5.3.2.6 Ulostuloalueen luminanssi

Ulostuloalue valaistaan yleensä samalla tavalla kuin sisäalue. Jos vilkasliikenteisen tunnelin ulostuloaukon läheisyydessä on tavallista suurempi onnettomuusriski, luminanssia voidaan päivällä lisätä pysähtymismatkan pituudella portaittain (3:1) tai portaattomasti niin, että se saavuttaa viisinkertaisen sisäalueen arvon 20 m ennen suuaukkoa.

### 5.3.2.7 Tasaisuus

Luminanssin yleistasaisuuden  $U_0$  tulee olla kaikilla alueilla vähintään 0,4 ja pitkittäistasaisuuden  $U_1$  vastaavasti vähintään 0,6.

### 5.3.2.8 Häikäisy

Estohäikäisy on rajoitettava päivällä kaikilla alueilla paitsi ulostulo-osuudella niin, että  $TI \leq 15\%$ . Yöllä vaatimusten tulee täyttyä koko tunnelin pituudella.

Estohäikäisy lasketaan kaavoilla (9) ja (10)

$$TI = 65 \times (L_v/L_r^{0,8}), \text{ kun } L_r \leq 5 \text{ cd/m}^2 \quad (9)$$

$$TI = 95 \times (L_v/L_r^{1,05}), \text{ kun } L_r \geq 5 \text{ cd/m}^2 \quad (10)$$

joissa

$L_r$  on ajoradan keskimääräinen luminanssi ja

$L_v$  on näkökentässä olevien valaisimien aiheuttama harsoluminanssi

### 5.3.2.9 Vilkkuminen

Samanaikaisesti palavat valopisteet on sijoitettava sellaiselle etäisyydelle toisistaan, että mitoitusnopeudella ajettaessa vaihtelevan luminanssin taajuuksia 4-11 Hz ei esiinny eikä vilkkumisen kesto ole yli 20 s. Tämä tarkoittaa sitä, että 100 km/h nopeudessa on vältettävä valaisinväliä 2,5...7 m, kun matkan pituus on yli 550 m. Nopeudella 80 km/h vastaavat luvut ovat 2...5,5 m ja 450 m sekä nopeudella 120 km/h 3...8 m ja 650 m.

### 5.3.2.10 Seinien luminanssi

Tunneliluokassa 4 tulee seinien keskimääräisen luminanssin olla 2 m korkeuteen sama kuin ajoradalla. Luokissa 3 ja 2 vastaava arvo on 60 %. Luokassa 1 ei ole luminanssivaatimuksia mutta seinien luminanssin tulisi olla 25 % ajoradan arvosta.

## 5.4 Lyhyen tunnelin valaistus

### 5.4.1 Valaistustarve

Valaistustarve riippuu siitä, kuinka suuren osan ulostuloaukko muodostaa mustan kehksen määrittelemästä alueesta.

Menetelmä on selostettu CEN- raportissa CR 14380: 2003, liite A5

### 5.4.2 Osittainen päivävalaistus

Osittainen päivävalaistus tarvitaan, jos tunnelin sisälle pääsevä luonnonvalo ei ole riittävä silhuettivaikutusta varten. Luonnonvalon pääsyä auttaa, jos tunneli on avara ja korkea, seinät ovat peilimäiset tai katossa on aukko. Tällainen valaistustarve syntyy aamun sarastuksen jälkeen, ennen iltahämärää ja pilvisenä päivänä.

Ajoradan keskimääräisen luminanssin tulee olla vähintään 15 cd/m<sup>2</sup>.

### 5.4.3 Täysi päivävalaistus

Jos lyhyessä tunnelissa tarvitaan jatkuva päivävalaistus, se mitoitetetaan kuten pitkässä tunnelissa ja pidetään vakiona koko tunnelin pituudella.

### 5.4.4 Yövalaistus

Valaistulla tiellä oleva yli 25 m tunneli valaistetaan aina öisin. Keskimääräisen luminanssin tulee olla vähintään sama mutta enintään kaksinkertainen avoimen tien arvo.

## 5.5 Poistumisalueen valaistus

Jos tunneli on valaisemattomalla tiellä ja käyttönopeus on  $\geq 50$  km/h, ulostulosuaukon jälkeen tie valaistetaan kaksinkertaisen pysähtymismatkan, mutta enintään 200 m pituudelta.

Keskimääräinen luminanssi on vähintään kolmasosa yöportaan arvosta. Jos se on  $\geq 1 \text{ cd/m}^2$ , on poistumisalueen loppuun järjestettävä sopeutumisalue kuten tievalaistuksessa.

## 5.6 Turvavalistus

### 5.6.1 Varavalistus

Jos normaali sähkönsyöttö katkeaa, osan valaistuksesta on pysyttävä toiminnassa. Tällä vähennetään paniikkia, taataan vähimmäisvalaistus nopeusrajoituksen aikana ja tuetaan huoltotöitä.

Varavalistus syttyy katkeamattomaksi 15 min ajaksi. Luminanssin tulee olla  $L_m \geq 1 \text{ cd/m}^2$  ja yleistasaisuuden  $U_o \geq 0,1$ . Yleensä osa sisäalueen valaistusportaan valaisimista muodostavat varavalaisuksen.

Varavalaisusta ei tarvita, jos vähintään toinen suuaukko on näkyvissä.

### 5.6.2 Poistumiskäytävien valaistus

Poistumisvalaistuksella näytetään poistumiskäytävä tulipalo- ja tarvittaessa muissa onnettomuustilanteissa. Myös sähkökatkoksen aikana, jos varavalaisusta ei ole.

Vaakatason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla  $E_m \geq 1,0 \text{ lx}$  1 m levyisen poistumiskäytävän pinnalla. Yleistasaisuuden tulee olla  $U_o \geq 0,20$  ja pitkittäistasaisuuden keskilinjalla  $U_l \geq 0,025$ .

Lamppujen värintoistoindeksi tulee olla  $R_a \geq 60$ .

Estohäikäisy tarkastellaan ja sallitut arvot määritellään standardin SFS-EN 1838 mukaan.

Puolet valaistusvoimakkuudesta on saavutettava 5 sekunnin ja täysi arvo 60 sekunnin sisällä. Poistumisvalaistuksen tulee toimia katkeamattomana 60 min.

Valaisimet asennetaan yhdyskäytävän puoleiselle seinälle enintään 1,5 m korkeudelle.

### 5.6.3 Yhdyskäytävien valaistus

#### 5.6.3.1 Ajoneuvokäytävät

Vaakatason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden ja yleistasaisuuden tulee olla sama kuin tunnelin sisäalueen valaistuksessa.

Valaistuksen tulee toimia katkeamattomasti käytävän avaamisen jälkeen.

#### 5.6.3.2 Jalankulkukäytävät ja turvatilat

Jalankulkukäytävän ja turvatilan vaakatason valaistusvoimakkuuden tulee olla  $E_m \geq 150$  lx ja yleistasaisuuden  $U_o \geq 0,20$ .

Lamppujen värintoistoindeksi tulee olla  $R_a \geq 60$ .

Valaistuksen tulee toimia katkeamattomasti.

#### 5.6.3.3 Jalankulkukäytävien ovien valaiseminen

Oven ja aukon jälkeen 2 m matkalla seinien pystytason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla  $E_v \geq 100$  lx. Yleistasaisuuden tulee olla  $U_o \geq 0,60$ .

Lamppujen värintoistoindeksi tulee olla  $R_a \geq 60$ .

Ovivalaistus toimii aina. Oven avaamisen jälkeen käytävässä oleva valaistus toimii katkeamattomasti.

Oviaukko merkitään opastein (valovoima  $I \geq 150$  cd joka suuntaan), jotka vilkkuvat ohjaustilanteessa taajuudella 1-2 Hz. Opastevalonlähteiden värintoistoindeksi tulee olla  $R_a \geq 60$ .

### 5.6.4 Pysähtymistaskujen valaistus

Pysähtymistaskujen vaakatason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla vähintään kolminkertainen viereisen ajoradan arvo. Yleistasaisuus on sama kuin ajoradalla.

Valaisimet toimivat katkeamattomasti.

### 5.6.5 Poistumiskäytävän reunan merkitseminen

Valaistussuunnitelman mukaan poistumiskäytävien ajoradan puoleiset reunat voidaan merkitä erivärisillä paluuheijastimilla, LED-valaisimilla tai vastaavilla.

### 5.7 Optinen ohjaus

Valaisimet tulee sijoittaa siten, että ne parantavat tunnelin näkymistä ja selventävät tien suuntausta.

Valaisimet tulisi sijoittaa yhtenäisiksi jonoiksi, jotka näkyvät etäältä ennen tunnelia.

### 5.8 Valaisimet ja lamput

Lamput ja valaisimet valitaan luvussa 6 esitetyillä periaatteilla.

Valaisimien tulee olla lujia, tiiviitä, korroosionkestäviä sekä helposti asennettavia ja huollettavia, kotelointiluokka IP 65 (pölyn ja suihkuveden pitävä).

Valonjako-ominaisuudet tulee valita ottaen huomioon valaisimien sijainti (katto tai seinä) sekä päällysteen ja seinien heijastusominaisuudet. Valaisimien valonjako voi olla liikenteen suuntaan nähden symmetrinen tai asymmetrinen, vastatai myötävaloperiaatteella toimiva.

Valaisimet voidaan sijoittaa kattoon yhteen tai useampaan riviin taikka seiniin.

Vastavaloperiaatteella toimivat valaisimet voidaan sijoittaa vain kattoon.

### 5.9 Kannatinrakenteet

Tunnelin katosta tai seinästä ulkonevien rakenteiden kuormat määritellään tapauskohtaisesti ottaen huomioon kalusteiden oman painon lisäksi liikenteen aiheuttamat painekuormat.

Tunnelivalaisimet asennetaan yleensä kaapelihyllyihin. Tällaiset yhtenäiset rakenteet mitoitetaan staattiselle liikkuvalla vähimmäiskuormalle 1 kN/m.

Varusteet sekä niiden ankkurointi ja ripustukset on mitoitettava niin, että yhden ankkurin vaurioituminen tai pettäminen ei aiheuta asennusten sortumista.

Lujuustekninen mitoitus on esitetty tietunnelin suunnitteluohjeessa.

### 5.10 Valaistuksen ohjaus

Tunnelivalaistusta ohjataan enintään kuudessa portaassa. Rakennussuunnitteluvaiheessa vertaillaan kustannusten avulla, mitä tapaa käytetään (sytytys ja sammutus porras kerrallaan, tehonvaihtajat, himmentimet).

### 5.11 Sähköverkko

Sähköverkko suunnitellaan ja mitoitetaan luvun 6 mukaan.

## 6 SUUNNITTELU

### 6.1 Yleistä

Tievalaistuksen suunnittelussa määritellään oikea ja kokonaisvaikutuksiltaan edullisin valaistusratkaisu ottaen huomioon edellä esitetyt näkökohdat valaistusteknisistä vaatimuksista ja valaistusperiaatteista (luvut 2...5). Suunnittelu-prosessi sisältää peräkkäisiä osavaiheita ja tehtäviä sekä eriasteisia suunnitelmia. Suunnitelmat liittyvät kiinteästi muuhun tiensuunnitteluun tai ne laaditaan olemassa olevalle tielle erillistä valaistushanketta varten.

### 6.2 Valaistustekniikka

#### 6.2.1 Yleistä

Valaistuslaitteita ovat kaikki valaistuksessa tarvittavat kiinteät rakenteet, laitteet ja kalusteet kuten lamput, valaisimet, pylväät, valaisinvarret, perustukset, sähkönjakelulaitteet sekä johtoverkko. Lisäksi ajoradan päällyste toimii välillisenä valaistuselementtinä.

#### 6.2.2 Lamput

Tievalaistuksen yleisimpinä valonlähteinä käytetään erilaisia kaasupurkauslamppuja niiden suuren valotehokkuuden ja pitkän polttoajan takia:

Lamppujen tärkeimmät ominaisuudet valaistuksen kannalta ovat:

- valovirta,
- valotehokkuus (lm/W liitäntälaitteineen),
- hyötypolttoikä (h),
- kuolleisuus,
- valovirran alenema (%),
- valon väri ja värintoisto,
- valon suunnattavuus sekä
- hinta.

Hyötypolttoikä saavutetaan sillä hetkellä, kun valaistusvoimakkuus on lamppujen vuoksi laskenut 30 % (esim. valovirran alenema n. 20 % ja kuolleisuus n. 10 %). Loppuunpalamisikä on saavutettu, kun 50 % lamppuista on palanut loppuun.

Muita huomioon otettavia ominaisuuksia ovat valaisimien liitäntäteho (nimellisteho + liitäntälaitteiden tehohäviöt), syttymiseen ja palamiseen tarvittavat lisälaitteet, syttymis- ja uudelleensyttymisaika, lämpötilavaihtelujen ja värinän kestävyys, kuvun lasin ominaisuudet jne.

Pieni nimellisteho ja valovirta vaativat paljon valopisteitä, mikä vaikuttaa lisäävästi rakennus- ja kunnossapitokustannuksiin. Suuri valotehokkuus, pitkä polttoikä ja pieni valovirran alenema vähentävät kustannuksia.

Valon värillä on merkitystä pääasiassa ympäristön viihtyisyyden sekä jossakin määrin havaitsemisen ja häikäisyn kannalta. Luvussa 4. käsitellään valonkäyttöä taajama- ja kaupunkivalaistuksessa. Elohopea- ja monimetallilampun valo on

valkoista, suurpainenatriumlampun vaalean keltaista ja pienpainenatriumlampun keltaista. Valon väriä voidaan käyttää jossakin määrin opastuksen apuna korostamaan väylien luonnetta.

Tievalaistuksessa käytettävien lamppujen ja muiden valonlähteiden ominaisuuksia ja käyttökelpoisuutta erilaisissa ympäristöissä voidaan arvioida taulukon 20 avulla. Valonlähteet kehittyvät kuitenkin nopeasti, joten ajankohtaiset tiedot on hankittava aina valmistajalta.

Taulukko 20. Valonlähteiden ominaisuudet.

Valonlähde	Valotehokkuus lm/W	Polttoikä 1000 h	Värintoisto- indeksi $R_a$	Väriämpötila K
Suurpainenatrium	70-120	12-22	20-65	2000-2200
Monimetalli, keraaminen	80-95	5-12	80-95	3000-4200
Elohopea	40-55	12-16	50-60	3200-4200
Loistelamppu	60-100	11-40	80-90	2700-4000
Pistokantaloistelamppu	60-80	8-12	80-90	2700-4000
Induktiolamppu	60-80	60	80	2700-4000
LED	Useita tyyppisiä, värejä ja arvoja			

K	Valon väri
3000	lämmin valkoinen
4000	valkoinen
5000	päivänvalo

$R_a$	Värintoisto
> 90	erittäin hyvä
80-60	hyvä
0	olematon

Valon laji ja väri määritellään tie- ja katuvalaistuksen tarveselvityksessä tai tiesuunnitelman valaistustiedoissa. Edelliseen perustuen yleis- ja rakennussuunnittelussa lampputyyppi, lampun nimellisteho ja valovirta valitaan valaistavasta hankkeesta riippuen siten, että valaistustekniset vaatimukset täyttyvät mahdollisimman taloudellisella tavalla.

Suurpainenatriumlamppuja käytetään yleisesti kaikilla teillä ja kaduilla. Ne kelpaavat kaikkiin kohteisiin, ellei Tiehallinnon yleis- tai tiesuunnitelma muuta edellytä. Niiden valo on kellertävää, jossa kohteiden värit väristyvät, mutta tavalliset esteet voidaan havaita yhtä hyvin kuin valkoisessa valossa.

Elohopealamput ovat tuntuvasti halvempia hankintahinnaltaan, mutta ne ovat lyhytikäisempiä ja ne kuluttavat enemmän sähköä saman valovirran tuottamiseen kuin suurpainenatriumlamput. Tiehallinnon suunnitelmassa voidaan valita elohopealamput esimerkiksi erilliselle kevyen liikenteen väylälle, kun halutaan varmistaa, että autoilijat erottavat rampit ja kevyen liikenteen väylät toisistaan, tai kun taajamassa on tärkeää nähdä värit oikein.

Monimetallilamput ovat selvästi kalliimpia ja lyhytikäisempiä kuin suurpainenatriumlamput. Niitä voidaan käyttää:

- haluttaessa erittäin hyvää värintoistoa,
- monumentaalikohteissa,
- toreilla ja aukiolla sekä
- julkisivuvalaistuksessa.

Valokuidulla valo viedään ilman varsinaista valaisinta kohteeseen joko sellaisenaan tai tarpeellisella kalusteella varustettuna. Valo on hyvin suunnattua ilman sähkövirtaa tai lämpöä. Kuitu on ohut, se voidaan helposti taivuttaa ja liittää luontevasti erilaisiin rakenteisiin. Valaistusjärjestelmät ovat helposti huollettavia ja ilkkivaltaa kestäviä.

Valokuituja voidaan käyttää:

- kohdevalaistuksessa,
- valotaide- ja maisemavalauksessa sekä
- muuttuvissa liikennemerkeissä.

LED-valaistuksen valonlähde on:

- värinän ja iskunkestävä,
- pienikokoinen ja kevyt,
- lämmöntuotoltaan alhainen,
- kirkas ja valonjakaumaltaan helposti säädettävissä,
- sopiva mille tahansa valaisimien muodolle ja materiaalille,
- erittäin pitkäikäinen,
- tehonkulutukseltaan alhainen ja
- lähes huoltovapaa.

LED:jä voidaan käyttää valo-ohjauksessa ja valotaideteoksissa, tievalaisinsovellus on odotettavissa.

Hehkulamppuja käytetään vain valo-ohjauksessa.

Loistelamput ovat harvinaisia ulkovalaistuksessa.

Rakennettaessa uutta valaistusta olemassa olevan jatkeeksi tai väliin, on koko jakson tavoite otettava huomioon. Tällöin voidaan vaiheittain rakennettaessa käyttää esim. sellaisia suurpainenatriumlamppuja, jotka voidaan vaihtaa elohopealamppujen tilalle muuttamatta liitäntälaitteita. Vanhan valaistuksen saneeraus-  
rauksen kannattavuus on myös tarkistettava.



### 6.2.3 Valaisimet

Valaisimen tehtävä on valon suuntaaminen hyvällä hyötysuhteella lampusta ajoradalle ja sen lähiympäristöön sekä lampun suojaaminen erilaisilta rasituksilta: likaantuminen, sään vaihtelu, tärinä, korroosio, pöly, ilkivalta, ilman epäpuhtaudet yms. Valaisimen tulee olla helppo huoltaa ja muodoltaan sellainen, että tuulikuorma on mahdollisimman pieni (muotokerroin  $< 1,2$ ).

#### 6.2.3.1 Valonjako-omaisuudet

Valaistusteknillisten suureiden laskemista varten on tunnettava valaisimen valonjako-omaisuudet eli valovoima eri suuntiin.

Valovoima,  $\text{cd}/1000 \text{ lm}$ , mitataan ja määritellään C-g-järjestelmässä. Koordinaatiston origo on valaisimen optiikan keskipisteessä, C-tasot kiertyvät valaisimen kautta kulkevan pystyakselin ympäri ja C-tasolla olevat korkeuskulmat ilmoitetaan kulmalla g.

Valovoiman jakautuma esitetään seuraavilla tavoilla.

##### 1. Numeerisesti

Valaistusteknillisten suureiden laskeminen tietokoneella edellyttää valaisimien valovoiman mittaamista  $5^\circ$  välein C-tasoilla, joilla korkeuskulma g muuttuu  $2^\circ$  välein alueella  $0 \dots 180^\circ$  sekä tulosten tallentamista digitaalisessa muodossa.

##### 2. Valonjakokäyrillä

Valaisimien tyypillisimpiä valonjako-omaisuuksia voidaan tarkastella silmämääräisesti valonjakokäyristä, joissa valovoiman jakautuma on piirretty napa-koordinaatistoon seuraavasti:

- päätaso (C-taso, jossa on maksimivalovoima),
- tiensuuntainen taso ( $C=0^\circ$ ) ja
- poikittainen taso ( $C=90^\circ$ ).

#### 6.2.3.2 Valaisintyypit ja niiden valinta

Valaisintyypit valitaan siten, että valaistusteknilliset vaatimukset täyttyvät ja valaisimen valonjako-omaisuudet soveltuvat hankkeeseen mahdollisimman taloudellisella tavalla.

Valaisimen hyötysuhteen (valaisimen antaman ja lampun valovirran suhdeluku) ja lampun valovirran aleneman (likaantuneen ja puhdistetun valaisimen valovirran suhdeluku) tulisi olla mahdollisimman korkea. Valovirran pysyvyyssasteen pitää olla vähintään taulukon 1 mukainen huoltoajanjakson lopussa. Valaisimen kupu ei saa kellastua tai harmaantua. Ulkoisten rasitusten kestävyys tulee olla hyvä, erityisesti kevyen liikenteen väylien, liikennemerkkien, tunneleiden ja tärinäalttiiden paikkojen valaisimissa, minkä vuoksi yleisillä teillä käytetään suljettuja valaisimia. Valaisimen tulee soveltua valittuun lampputyyppiin ja asennustapaan. Lisäksi tulee valaisimen koon olla oikeassa suhteessa muihin tien rakenteisiin nähden.

Valaisimissa tulee käyttää sellaisia materiaaleja ja komponentteja, jotka tuottavat edulliset elinkaarikustannukset. Valaisimien rakennevaatimukset esitetään tievalaistustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa.

### 6.2.3.3 Valaisimien sijainti

Tieosilla ja yleensä myös tiehen kuuluvilla alueilla valaisimet sijoitetaan yhteen pylväsjonoon (yksirivinen reunasijoitus, keskikaista-asennus). Jos on käytettävä kaksirivistä reunasijoitusta, valitaan vastakkainen sijoitus ennen vuoroittaista. Yleisperiaatteista voidaan poiketa liittymissä tai alueilla, joissa ajorata on lyhyellä matkalla tyyppipoikkileikkausta leveämpi.

Niillä alueilla, joilla häiriövaloa on rajoitettava (ks. kohta 2.5), käytetään valaisimia, jotka rajoittavat ylöspäin tai esimerkiksi ikkunoihin suuntautuvaa valoa.

Valaisimet tulee sijoittaa kohtisuoraan tietä vastaan. Valaisimet sijoitetaan siten, että heijastuskuviot tulevat pääosin ajoradalle. Heijastuskuvio on lyhyt ja leveä, jos päällyste on karkea sekä pitkä ja kapea, jos päällyste on peilimäinen (sileäksi kulunut tai märkä). Kaikkien valaisimien aiheuttamat heijastuskuviot muodostavat yhdessä ajoradalle luminanssimallin, joka riippuu myös katselijan paikasta. Kun valaisimet sijoitetaan ulkokaarteeseen, heijastuskuviot tulevat ajoradalle. Sen sijaan suoralla tiellä kauaksi ajoradan ulkopuolelle tai pienisäteiseen sisäkaarteeseen asennettujen valaisimien heijastuskuviot lankeavat pääosin ajoradan ulkopuolelle.

Valaistusteknillisesti ja ulkonäkösyistä asennuskorkeus on yleensä samaa suuruusluokkaa kuin valaistavan tien leveys. Tarkempi korkeus valitaan laskelmien perusteella.

Taajamateillä asennuskorkeuden tulee olla oikeassa suhteessa viereisten rakennusten keskimääräiseen korkeustasoon. Erikoistilanteissa, esim. suurjännitelinjojen läheisyydessä, kiitoratojen jatkeella, asennuskorkeutta on muutettava kohteen mukaan.

Suosittelvat varsipituudet ovat taulukossa 21.

Taulukko 21. Suositellavat varsipituudet.

Asennuskorkeus ( $H_A$ ) m	Varren ulottuma ( $V_u$ ) m
6	0
8	0; 1,5
10	0; 1,5; 2,5
12	0; 1,5; 2,5; 3,0
13,5	0; 1,5; 2,5; 3,5
15	0
18	0
20	0

Mitä suurempi asennuskorkeus sitä kauempana ajoradan ulkopuolella valaisin voi olla. Mitä symmetrisempi valonjako sitä keskemällä tietä valaisimen on oltava. Peilimäisillä päällysteillä valaisimen tulee olla lähempänä ajoradan keskilinjaa. Sisäkaarteissa olevat valaisimet tulee sijoittaa lähemmäksi keskilinjaa kuin ulkokaarteissa olevat.

Nykyaikaiset valaisimet on suunniteltu yleensä enintään 5° kulmalle. Lisäksi on varren pysyvät muodonmuutokset otettava huomioon.

#### 6.2.4 Optinen ohjaus ja ulkonäkö

Tievalaistuksen suunnittelussa on valaisimien ja pylväiden sijoituksen oltava sellainen, että tienkäyttäjä saa pimeällä oikean käsityksen tiestä ja sen lähiympäristöstä, tien jatkuvuudesta, kaarteista ja tasauksesta, ja että häntä varoitetaan liittymistä ja liikenteen järjestelyistä (suojatiet, saarekkeet jne.). Lisäksi pyritään valaistustyyppin valinnalla korostamaan erilaisten teiden toiminnallista luokkaa. Valaistuksen päättymiskohdissa on valaistuksen ja tien linjauksen oltava johdonmukaisesti suunniteltu ja tien jatkuvuutta on korostettava reunapaaluilla. Optisen ohjauksen kannalta epäilyttävissä kohdissa pylväiden sijainti tulee tutkia perspektiivikuvien avulla.

Yleisiä suunnitteluperiaatteita ovat:

- Valaisimien ja pylväiden muodostamat jonot ovat yhdensuuntaisia tielinjan kanssa. Lyhyisiin ajoradan levennyksiin; esim. pysäkit, kohdalle ei yleensä sijoiteta pylväitä.

Valaisimet ja pylväät on sijoitettava siten, että valaisinjonot syntyvät mahdollisimman vähän ja että ne erottuvat selvästi toisistaan.

- Kun kaarresäde on alle 500 m, valaisimet ja pylväät sijoitetaan ulkokaarteeseen (1-rivinen ja vuoroittainen reunasijoitus). Peräkkäisissä lyhyissä kaarteissa, joissa tarvitaan enintään kolme pylvästä, valaisinjonot ei ulkonäön takia siirretä ulkokaarteeseen. Tällaisella kohdalla ja keskikaista-asennuksessa tulee ulkokaarteeseen tarvittaessa laittaa reunapaaluja. Eritasoliittymissä otetaan huomioon ramppien vaikutus toisiinsa. Samassa toiminnallisessa luokassa olevilla teillä tulee käyttää yhtenäisiä tai samankaltaisia periaatteita.
- Optinen varoittaminen voidaan järjestää liittymiin esim. katkaisemalla valaistustyyppin jatkuvuus.
  - siirrytään keskikaista-asennuksesta 2-riviseen reunasijoitukseen,
  - siirrytään 1-rivisestä vuoroittaiseen tai vastakkaiseen reunasijoitukseen,
  - lisätään asennuskorkeutta tai
  - käyttämällä erivärisiä valoja. Yleensä riittää, jos liittyvillä teillä on erivärinen valo - päätie jatkuu yhtenäisenä.
- Tievalaistusta ei lopeteta pienisäteisen kaaren osuudella, jyrkässä mäessä tai juuri ennen liittymää.
- Valaisimia ei saa siirtää toiselle puolelle tietä kaarteissa tai optisen ohjauksen kannalta harhaanjohtavissa paikoissa.
- Valaisin- ja pylväsjonon on oltava juohea sekä olla sopusoinnussa tien linjan ja tasauksen kanssa.

Ulkonäön kannalta tievalaistus on suunniteltava siten, että se täyttää tien käyttäjän ja ympäristön esteettisyysvaatimukset, ja että se sulautuu tien lähiympäristöön valoisana ja pimeänä aikana. Suunnittelussa huomioon otettavat esteettisyyskriteerit ovat:

- Valaistuslaitteet eivät saa tulla korostetusti esiin valoisana aikana. Järeät pylvää ja suuret valaisimet antavat raskaan vaikutelman.
- Tievalaistus ei saa häiritsevästi valaista lähellä olevia rakennuksia ja asuntoalueita, ellei ole kyse taajamaympäristön korostamisesta.
- Erityyppisten valaisimien ja pylväiden käyttöä samalla tieosuudella on vältettävä.
- Siltojen kohdalla alittavan tien valaisimien etäisyys sillasta on vähintään 2 x (asennuskorkeus – alikulkukorkeus). Ylittävän tien valaisinpylväät sijoitetaan symmetrisesti teiden risteämispisteen suhteen.
- Valon väriä ei saa muuttaa yhtenäisellä tiejaksolla lukuun ottamatta erikoiskäsiteltyjä suojateitä, kohta 3.8.
- Kallistuskulma on tavallisesti 5°. Sen ylittäminen on sallittu vain poikkeustapauksessa. Häikäisyn ja häiriövalon rajoittamiseksi ulkonäkösyistä käytetään tasolasivalaisimia ja 1-2° kallistuskulmaa.
- Ilmajohdot sopivat parhaiten maaseutu ympäristöön tai tummaa taustaa vasten.
- Kuumasinkitty pylvä voidaan erikoistapauksessa joutua maalaamaan ulkonäkösyistä.
- Ilmajohdotasennuksessa hyvin pitkää (> 56 m) pylväsväliä on vältettävä.

### 6.2.5 Ajoradan päällyste

Ajoneuvon kuljettajan valaistusta ajoradasta ja sillä olevista kohteista saama kuva riippuu ajoradan pinnalle tulevan valaistusvoimakkuuden lisäksi myös ajoradan päällysteen heijastusominaisuuksista. Valaistusvoimakkuus ja heijastusominaisuudet määräävät yhdessä ajoradan pinnan luminanssin.

Normaalia vaaleampaa päällystettä käytettäessä valaistus voidaan suunnitella vaalean päällysteen mukaan, jos sen pysyvään käyttöön voidaan sitoutua.

Ajoradan päällysteen heijastusominaisuudet riippuvat seuraavista tekijöistä:

- päällysteen rakenne (kiviaines, sideaine, valmistusmenetelmä)
- fysikaalinen tila (pinnan puhtaus, kosteus)
- pinnalle tulevan valon tulokulma ja ajoneuvon kuljettajan havaintokulma.

Päällysteen kiviaineksen ja mahdollisten lisäaineiden valinnalla voidaan parantaa pinnan heijastusominaisuuksia ja siten vähentää valaistuskustannuksia. Uudelleen päällystämisen ja lamppujen ryhmävaihdon tulisi tapahtua samaan aikaan.

Ajoradan luminanssin ja sen tasaisuuden laskemista varten on tunnettava päällysteen heijastusominaisuudet: vaaleusaste ja peilimäisyys. Nämä ominaisuudet vaihtelevat päällysteen laadun, iän ja olotilan mukaan. Kulumisen ja pinnan rakenteen muuttuminen vaikuttavat kuivan päällysteen vaaleusasteeseen ja peilimäisyyteen. Märällä päällysteellä vaaleat lisäaineet vähentävät peilimäisyyttä ja parantavat paluuheijastavuutta.

Koska päällystetyyppejä on runsaasti, ne on ryhmitelty valaistussuunnittelua varten kolmella tavalla, neliluokkaiseen R- N ja W-järjestelmiin sekä kaksijakoiseen C-järjestelmään. Tiehallinto käyttää R- ja W-luokkia. Jokaista kuivan ja märän päällysteen luokkaa varten on määritelty teoreettinen standardipäällyste, joka kuvaa laskelmissa riittävällä tarkkuudella kaikkia tähän luokkaan kuuluvia päällysteitä. Jos todellisia arvoja ei tunneta, käytetään luokkia R2 ja W3. Jos Tiehallinto tai urakoitsija sitoutuu käyttämään vaaleata päällystettä, mitoitus tehdään luokkien R1 ja W2 avulla tai päällystetyyppikohtaisten arvojen avulla.

Laboratoriossa suoritettavissa mittauksissa pyritään jäljittelemään tiellä vallitsevaa valaistustilannetta, jossa luminanssikerroin  $q$  mitataan eri valon tulokulmien  $\gamma$  ja  $\beta$  arvoilla päällystenäytteistä, joka edustaa sitä tilaa, joka sillä on suurimman osan käyttöajastaan. Näytteitä otetaan vähintään kahdesta poikkileikkauksesta. Kummastakin otetaan kaksi ajourasta, yksi ajourien välistä ja yksi reunaviivan vierestä. Näyte otetaan, kun tiessä on vähintään 2 mm kuluma alkuuran lisäksi ja sen jälkeen siinä on ajettu ilman nastoja vähintään kuukausi. Näytteen tulee olla pinta-alaltaan niin suuri, että mittaus voidaan tehdä noin 100 cm<sup>2</sup> alueelta; laboratoriot käyttävät yleensä halkaisijaltaan 100 mm näytteitä. Kosteaa tila päällysteelle saadaan aikaan sadettamalla näytettä keinotekoisella 5 mm/h -sateella niin kauan, kunnes näyte on täysin kastunut. Mittaus suoritetaan 30 minuutin kuluttua sadetuksen päättymisestä huonetilan lämpötilan ollessa 25°C ja suhteellisen kosteuden 50 %. Mittaus saa kestää ainoastaan 5 minuuttia, ja sen jälkeen näytettä on sadettettava uudestaan, jos mittausta pitää jatkaa. Tuloksista lasketaan keskiarvo valaistusteknillisiä laskentoja varten. Tulos koskee vain kyseistä massatyyppeä ja kiviainesta.

Jos näytteet tehdään laboratoriossa tai otetaan aivan uudesta päällysteestä, niitä on kulutettava tulevaa käyttötilaa vastaavien ominaisuuksien aikaansaamiseksi esim. PRALL-menetelmällä 3 minuutin ajan. Tulosta voi käyttää tilapäisesti kunnes oikeat tienäytteet saadaan.

Päällysteen heijastusominaisuudet määritellään mittaamalla parametrit vaaleusaste  $Q_o$  sekä peilimäisyysasteen suuret  $S1$  ja  $S2$ . Ajouradan luminanssilaskelmia varten päällysteet jaetaan luokkiin parametrin  $S1$  avulla, taulukko 22.

Taulukko 22. Kuivien ( $R$ ) ja märkien ( $W$ ) päällysteiden luokittelu.

Luokka	S1:n alue	Nimellisarvo	
		S1	$Q_o$
R1	$S1 < 0,42$	0,25	0,1
R2	$0,42 < S1 < 0,85$	0,58	0,07
R3	$0,85 < S1 < 1,35$	1,11	0,07
R4	$1,35 < S1$	1,55	0,08
W1	$S1' < 9,6$	5,8	0,088
W2	$9,6 < S1' < 26,5$	16	0,091
W3	$26,5 < S1' < 73$	44	0,097
W4	$73 < S1' < 200$	121	0,104

### 6.2.6 Valaistusteknilliset laskennat

Kaikki valaistusteknilliset laskennat tehdään standardin SFS-EN 13201-3 mukaan.

Havaintija sijoitetaan vuorotellen jokaisen kaistan keskelle. Keskimääräinen luminanssi, yleis- ja pitkittäistasaisuus sekä estohäikäisy lasketaan koko ajoradalle jokaisella havaintijan paikalla. Mitoittava tapaus on pienin arvo muiden tekijöiden osalta ja estohäikäisyn suurin arvo. Estohäikäisy lasketaan uusilla lampuilla (alennemakerroin = 1).

Laskentaohjelman on toimittava em. standardin SFS-EN 13201-3 mukaan.

## 6.3 Pylväät

### 6.3.1 Yleistä

Uusien valaistusten osalta pylväiden perustyyppi päätetään tievalaistuksen yleissuunnitelmassa tai tiesuunnitelman valaistustiedoissa seuraavasti:

1. Metallipylväät ja maakaapeli
2. Puupylväät ja maakaapeli
3. Puupylväät ja ilmajohto.
4. Metallipylväät ja ilmajohto.

Metallipylväät ja maakaapeli- ratkaisua käytetään ulkonäkösyistä taajamien katu- maisilla väylillä ja vilkasliikenteisimmillä teillä ja niiden rampeilla. Muoviset pylväät rinnastetaan metallipylväisiin. Kun ei tarvita energiaa vaimentavia pylväitä, Tiehallinto voi päättää, että maaseutumaisen kaksiajorataisen tien keskikaistalla tai vastaavan tien reunassa voidaan käyttää metallipylväiden sijasta puupylväitä, joissa on samanlainen yläpää ja varret kuin metallipylväissä.

Metallipylväät ja maakaapeli valitaan usein muulloinkin, kun vaaditaan törmäyksessä energiaa vaimentavia (HE) pylväitä. Tosin myös ilmajohto on mahdollinen joillakin pylvästyypeillä.

Puupylväät ja maakaapeli- ratkaisua käytetään usein ilmajohtoratkaisun sijaan liittymissä ja välikaistoilla kaarteissa, joissa tarvittaisiin harus tai tukipylväs, mutta tilaa on vähän tai tukipylväät haittaisivat liikaa näkemiä, tai kun ilmajohto edellyttäisi arvokkaiden puiden rajua leikkaamista.

Puupylväät ja ilmajohto- ratkaisua käytetään yleensä muissa tapauksissa. Ulkonäöltään puupylväitä vastaavat muovi- ja metallipylväät rinnastetaan puupylväisiin.

Metallipylväät ja ilmajohto tulee kysymykseen silloin, kun halutaan energiaa vaimentavat pylväät, mutta halutaan maakaapelia halvempi ilmajohto.

Uusiin tievalaistuksiin valitaan normaalisti törmäysturvalliset pylväät. Poikkeuksia ovat:

1. Pylväs tulee kaiteen taakse, ja kaiteen ja pylvään välissä on riittävä joustovara.
2. Pylväs tulee vähäliikenteisellä (KVL alle 700) kapealla tiellä sivuojan taakse tai kysymyksessä on yhteiskäyttöpylväs, johon tulee paljon johtoja.
3. Alueen nopeusrajoitus on enintään 50 km/h, ja yli 60 km/h ajonopeudet ovat harvinaisia eikä kysymyksessä ole erityisen suistumisaltis kohta.

Energiaa vaimentavia (HE) törmäysturvallisia pylväitä käytetään:

- a) Vilkasliikenteisellä tiellä, kun pylvään takana on paljon käytetty kevyen liikenteen väylä
- b) Vilkasliikenteisimmillä teillä, kun pylväiden takana melko lähellä on metsä, kallioleikkaus tai vastaava vaarallinen este suurella osalla valaistavan tieosan pituudesta.
- c) Mahdollisuuksien mukaan estämään suora törmäys kapealla keskikorokkeella olevaan portaaliin.

Pylvästyyppejä ei vaihdeta häiritsevän usein. Vanhan valaistuksen täydentämisessä käytetään normaalisti ulkonäöltään samanlaisia pylväitä kuin aikaisemmin on käytetty.

Vanhojen valaisinpylväiden muuttamista törmäysturvallisiksi on käsitelty erillisissä ohjeissa.

Normaalisti Tiehallinto päättää pylväiden perustyyppin: metalli (= metalli tai muovi, joiden yläpää kaartuu varreksi) vai puu sekä johdon tyyppin: ilmajohto vai maakaapeli sekä törmäysturvallisuuden: jäykkä, törmäysturvallinen tai energiaa vaimentava (= HE).

Leveän (15 m) keskikaistan keskellä voidaan käyttää myös osittain törmäysturvallisia 15... 18 m pylväitä (Näitä ei ole testattu törmäyskokein mutta rakenne on sama kuin törmäysturvalliseksi osoitetuissa normaalikokoisissa pylväissä).

Tarkempia pylväiden laatuvaatimuksia ja hintoja on esitetty Tievalaistus/sähkö-tiedotteissa.

### 6.3.2 Pylvään sijainti

Tien ulkoreunalla pylvään keskikohdan etäisyys pientareen reunasta on yleensä 1,6 m. Tällöin jyrkkäluiskaisella kaiteellisella penkereellä voidaan käyttää samaa pylväspituutta kuin loivaluiskaisella osuudella. Sivuojan pohja siirretään mahdollisuuksien mukaan vähintään 0,5 m päähän pylvästä.

Poikkeava etäisyys on tarpeen seuraavissa tapauksissa:

- Ahtaissa paikoissa ja levennettäessä tietä voidaan hyväksyä 0,8 m etäisyys.
- Pohjavesisuojausalueella pylväät sijoitetaan vähintään 1 m etäisyydelle ojan pohjasta, koska läpivienneistä ei saada täysin vesitiiviitä.
- Kapeilla alle 3 m levyisillä välikaistoilla pylväät sijoitetaan yleensä välikaistan keskelle, ei kuitenkaan alle 0,5 m etäisyydelle ojan pohjasta.

Keuyen liikenteen väylän kohdalla pylvään keskikohdan etäisyys väylän reunasta on normaalisti 1 m. Ahtaissa paikoissa riittää 0,5 m. Suositeltava etäisyys on kuitenkin 2... 3 m alamäen jälkeen.

Kaksiajorataisella tiellä pylväät sijoitetaan keskikaistan keskelle ja sivuojan pohjaa siirretään hiukan sivuun.

Kaiteen ja törmäysturvallisen pylvään väliin tulisi järjestää mahdollisuuksien mukaan vähintään 1 m joustovara. Ahtaissa paikoissa voidaan hyväksyä 0,5 m.

Joustovara mitataan kaiteen etureunasta valaisinpylvään etureunaan. Kaiteen etureuna tulee yleensä 0,25 m päähän normaalista pientareen reunasta ulospäin, kallionleikkauksissa usein 0,5 m päähän, leveäpientareisella (yli 1,5 m) tiellä ehkä aivan pientareen ulkoreunaan. Joustovaraksi tulee 1,2 m, jos kaiteen etureuna on 0,25 m ja pylvään etureuna 1,45 m päässä pientareen reunasta (vastaa pylvään keskikohdan etäisyyttä 1,6 m).



Kaiteen ja jäykän valaisinpylvään välissä tarvittava joustovara riippuu tien liikennemäärästä ja nopeustasosta sekä kaidetyypistä. Mitat on esitetty Tietoa tiensuunnitteluun numerossa 61 ja 62 sekä TYLT:n osassa Kaiteet. Esimerkiksi moottoreilla ja vastaavilla (KVL > 6000 ja nopeus 100 km/h) vilkasliikenteisillä teillä ohjeen mukainen etäisyysvaatimus Ty 3/51 kaiteella on 2,1 m (4 m pylväsväli) tai 1,7 m (2 m pylväsväli), mutta toissijaisesti voidaan hyväksyä 1,5 m (4 m pylväsväli) tai 1,2 m (2 m pylväsväli). Jälkimmäiset arvot riittävät muilla vilkasliikenteisillä teillä. Tarvittaessa käytetään jäykempää kaidetyyppeä. Vähintään 0,5 m, mahdollisuuksien mukaan 1 m, joustovara riittää, kun liikennemäärä on alle 1500 ja nopeus enintään 80 km/h.

Pylväät voidaan sijoittaa myös betonikaiteeseen, jolloin joustovaravaatimusta ei ole.

Silloilla valaisinpylväs sijoitetaan 0,2 m etäisyydelle teräksisen sillankaiteen taakse.

#### 6.4 Perustukset

Pylväsperustus on rakennustyönä vähäinen eikä sitä yleensä tehdä hankekohdaisesti pohjasuhteiden mukaan mitoitettuna. Pylväiden perustuksia suunniteltaessa käytetään valmiiksi mitoitettuja jalustatyypppejä, joista valitaan olosuhteisiin sopiva.

Perusvaatimuksena on, että pylväs ei kallistu ulkonäköä haittaavasti pohjamaan painumisen, ympäristäytön tiivistymisen, roudan tms. syyn takia.

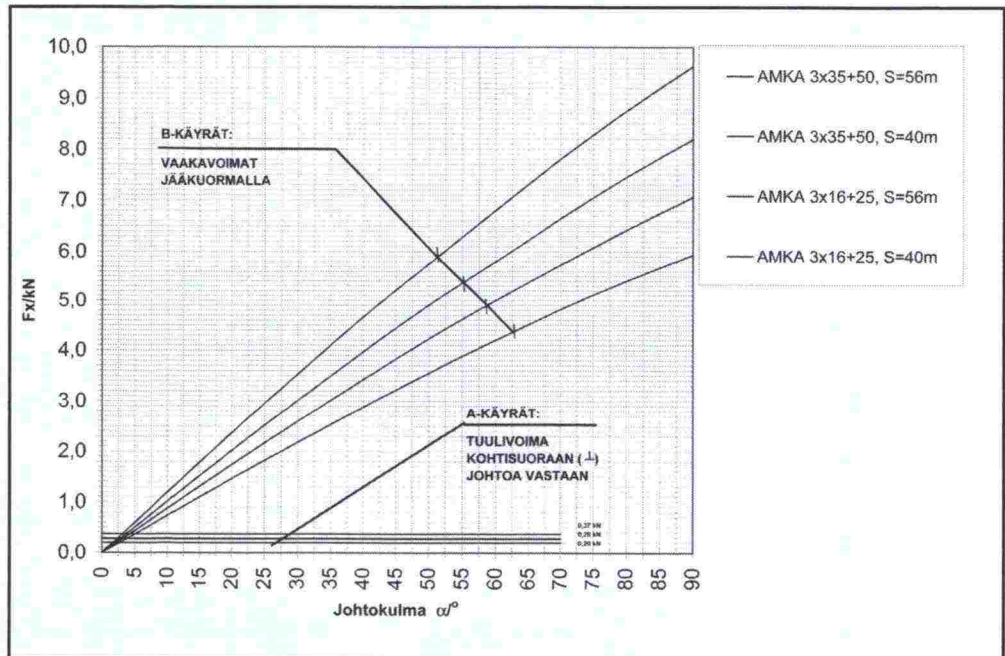
Pilariperustukset suunnitellaan ja valitaan julkaisun TIEH 2100006-01 "Sivukuormitetut pilariperustukset" mukaan. Erikokoisten teräspylväiden momentit ja leikkausvoimat ovat taulukossa 23.

Laattaperustukset suunnitellaan ja mitoitetaan julkaisun RIL 121-2004 "Pohjarakennusohjeet" mukaan.

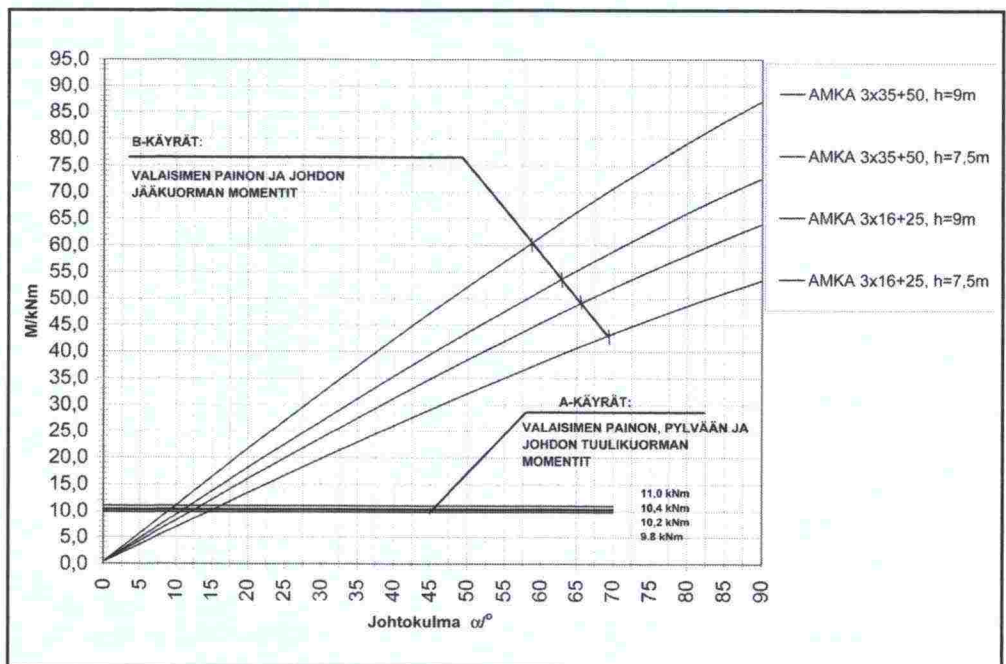
*Taulukko 23. Tuulen aiheuttama momentti ja resultantin etäisyys (e) jalustan yläpinnasta. Mitoitus standardien EN 40-3-1 ja 40-3-3 mukaan. Maastoluokka II. Osavarmuusluvut: luokka IA, tuulikuorma 1,4 ja oma paino 1,2. Valaisimen massa 15 kg ja tuulipinta 0,15 m<sup>2</sup>.*

Pylvään korkeus m	Tyvihalkaisija mm	Varren ulottuma m	Momentti kNm	e m
8	150	P 2,5	5,8	4,17
10	172	P2,5	9,8	5,25
10	188	P 4,0	12,6	5,68
10	172	T 2,5	11,7	5,88
12	194	S0	9,3	5,87
12	194	P 2,5	14,9	6,4
12	210	P 4,0	18,6	6,91
12	194	T 2,5	18,6	7,23
13,5	243	P3,5	21,7	8,45
15	210	T0	21,8	7,79

Ilmajohdtopylvään vaakavoimat, momentit ja johtokulmat määritellään kuvien 28 ja 29 avulla.



Kuva 28. Ilmajohdon pylvääseen ja koukkuun kohdistama tietä vastaan kohtisuora vaakavoima, kun pylväsväli on 40 m tai 56 m.



Kuva 29. Pylvään tyveen kohdistuva kaatava momentti eri kuormitustapauksissa, kun pylväsväli on 56 m, valaisimen asennuskorkeus 10 m, varsi 2,5 m ja valaisimen massa 15 kg. Jos kaatava momentti on suurempi kuin valmistajan ilmoittama sallittu momentti, pylväs on harustettava.

## 6.5 Sähköjärjestelmät

### 6.5.1 Sähkölaitteet

Sähkölaitteina käytetään vain tuotteita, jotka ovat sertifioituja suomalaisia olosuhteita varten tai tuotteita, joilla on voimassaoleva, eurooppalaisten esikuvastandardien mukainen sellainen sertifiointi, jossa on otettu huomioon suomalaiset asennus- yms. olosuhteet. Käytettävien sähkölaitteiden tulee täyttää standardin SFS 6000 asettamat vaatimukset.

#### 6.5.1.1 Peruskäsitteet

Sähkönkäytön kannalta olennaisia perusmääritelmiä ja -toimintoja ovat:

##### *Sähkölaitos*

Sähkölaitos on yritys tai laitos, joka tuottaa tai siirtää sähköä taikka toimittaa sitä muuhun kuin omaan käyttöön.

##### *Valaistuksen ohjaus*

Ohjauksen tulee toimintojen ja teknillisten ratkaisujen puolesta olla tiepiirin vaatimusten mukainen.

Ohjaus toteutetaan joko paikallisesti hämäräkytkimin ja kellolaittein tai keskitetysti, jolloin ohjaukset välitetään tievalaistusverkon, yleisen sähköverkon tai erillisen viestiverkon kautta.

##### *Ohjaustavat*

- Paikallisohtaus  
Ohjaustapa tulee kysymykseen, kun valaistavana on pienehkö, erillinen alue, eikä verkkokäskyjärjestelmää ole käytettävissä. Ohjaukset annetaan hämäräkytkimen ja kellon avulla.
- Ketjuttaminen  
Ketjutus on yksinkertainen ja halpa ohjausmenetelmä. Keskukset ovat yhteydessä toisiinsa erillisten ohjauskaapeleiden (maakaapeliverkko) välityksellä tai ohjaus otetaan välisulakkeen kautta lähimmästä naapurikeskuksen valaisinpylvästä. Menetelmän heikkoutena on vian monistuminen ohjauksen sarjakytkennän luonteen takia.
- Erillinen viestiverkko  
Keskuksesta toiseen kulkeva viestiverkko muodostuu käytännössä ketjumaiseksi, joten se on sarjakytkennän takia altis vioille. Ketjumaisuutta voidaan vähentää esimerkiksi käyttämällä hyväksi puhelinverkkoa.

- **Keskitetty ohjaus**  
Alueilla, joissa tievalaistusverkko on yhtenäinen, ohjauksen tulee olla keskitetty, jotta välttyttäisiin häiritseviltä eriaikaisilta syttymis- ja sammumisajankohdilta. Ohjaustapa on varmatoimisin eri ohjausvaihtoehdoista, mutta kaikilla sähkölaitoksilla ei ole tarjota valaistuksen verkkokäskeyhystä. Tämä ohjaustapa on myös kallis.
- **Älykäs tievalaistus**  
Älykäs tievalaistus on monipuolinen ohjaustapa. Tieto liikkuu järjestelmässä esim. korkeataajuisena signaalina ryhmäjohtoja pitkin, GSM- tai radioyhteyden avulla suoraan valaisimille, joten erillisiä ohjauskaapeleita ei tarvita. Järjestelmä valitsee vallitsevan liikennemäärän perusteella valaistusluokan ja pitää sen vakiona parametrien määrittelemässä ja lamppujen valovirran sallimissa rajoissa. Vallitsevat heijastusominaisuudet otetaan huomioon mittaamalla jatkuvasti ajoradan todellinen luminanssi. Päälysteen olotilaa tarkkaillaan tiesää-aseman antaman lisätiedon avulla. Järjestelmä tuottaa hoitoa varten tiedot kalusteiden olotilasta ja jäljellä olevasta käyttöiästä. Älykäs ohjaus on esitettävä rakennussuunnitelmassa ja työkohtaisissa laatuvaatimuksissa ottaen huomioon kalusteiden ja ohjelmien jatkuva kehittyminen.

#### *Tehon kulutus ja käyttöaika*

Tievalaistuslaitteiston liittymisteholla tarkoitetaan lamppujen ja liitäntälaitteiden yhteenlaskettua kuormitustehoa, johon on lisätty johtoverkossa ja laitteissa syntyvät tehohäviöt.

### 6.5.1.2 Johtoverkko

Tievalaistuksen johtoverkko jaotellaan seuraavasti:

- liittymisjohto,
- pääjohto,
- nousujohto,
- ryhmäjohto,
- valaisinjohto ja
- ohjausjohto.

Liittymisjohto on jakeluverkon liittymispisteen ja valaistuskeskuksen välinen johto. Johto voi olla joko ilma- tai maakaapeli; taajamissa liittymisjohto on lähes poikkeuksetta maakaapelia, mutta taajamien ulkopuolella voidaan käyttää myös ilmakaapelia.

Nousujohto kuuluu yleensä keskuskotelon sisäisiin johdotuksiin, mutta se voi olla myös mm. silta- tai tunneliryhmäkeskusta syöttävä kaapeli. Erikoistapauksia ryhmäkeskusten joukossa ovat liikennevalokeskukset.

Ryhmäjohtolla tarkoitetaan valaisinryhmiä syöttävää johtoa. Valinta maakaapelin ja ilmajohton välillä on käsitelty kohdassa 6.3.1, ja se määräytyy yleensä pylväsvalinnan mukaan.

Maakaapeleina tulee yleensä käyttää alumiinikaapeleita (pääsääntöisesti AMCMK tai AXMK) poikkipinnan vaihdellessa 16...35 mm<sup>2</sup>.

Ryhmiteltäessä valaisimia eri ryhmille tulee välttää liian suuria ryhmiä (suojaava sulake tai johdonsuojakatkaisija enintään 25A), jotta vikatilanteet eivät leviäisi kohtuuttoman pitkälle esim. taso- ja eritasoliittymäalueilla.

Eri valaistusryhmäjohtojen päät voidaan yhdistää vika- ja muutostöiden varalta varakaapelilla. Varakaapeli vedetään pylväisiin siten, että PEN-johtimet yhdistetään ja vaihejohtimet eristetään. Lisäksi on otettava huomioon eri muuntopiirien aiheuttamat vaatimukset.

Törmäysturvalliseen pylvääseen maakaapelit asennetaan valmistajan ohjeen mukaan. Jalustasta irtoavan pylvään runkoon tai rungossa olevaan kytkentäkalusteeseen ei saa suoraan kiinnittää maakaapelia, vaan virta tuodaan maakaapelista erillisillä johtimilla.

Tunneli- ja sillanalusvalaistuksessa pyritään mahdollisuuksien mukaan uppo-asennukseen. Asennustavasta riippumatta asennuskaapelina on muovivaippakaapeli MMJ. Pinta-asennuksissa kaapeli asennetaan alumiiniputkeen ja uppo-asennuksissa teräsputkeen. 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 välivarokkeita.

Ilmajohtoa käytetään useimmiten puupylväsasennuksen yhteydessä.

Ilmajohtoina käytetään riippukierrejohtoa, jossa on teräksinen kannatusvaijeri (AMKA) johdon poikkipinnan vaihdella 16...35 mm<sup>2</sup>. Tiehallinto voi hyväksyä muunkin kaapelin, jos sen voidaan osoittaa kestävän ilmajohtoon kohdistuvat voimat eri käyttölämpötiloissa ja jääkuormilla. Myötääviä pylväitä käytettäessä on tunnettava ilmajohtojen toiminta törmäyksessä. Jalustasta irtoavissa valaisinpylväissä ilmajohto kiinnitetään normaalein kiintein koukuin. Törmäyksessä auton alle taipuvissa pylväissä käytetään pylvään pystysuunnassa liukuvaa tai irtoavaa koukkuja.

Valaisinjohdolla tarkoitetaan valaisinta tai valaisinryhmää syöttävää johtoa. Johdon toinen pää on kytkettynä valaisimeen ja toinen pää pylväessä sijaitsevaan kytkentäkalusteeseen. Johto on maakaapeliasennuksissa MMJ ja ilmakaapeli-asennuksissa MKEMP, molemmat poikkipinta-alaltaan 2,5 mm<sup>2</sup>. Jos samassa pylväessä on useita valaisimia, ne on kytkettävä tasaisesti eri vaiheille, ja jokaiseen valaisimeen viedään oma valaisinjohto.

Kun valaisinjohto on  $\geq 12$  m, on kaapeli varustettava kannatusvaijerilla.

Valonheitinmastot joudutaan joskus varustamaan suuren tehontarpeen vuoksi omalla ryhmäkeskuksella. Tällöin maston valaisimille nousevat johdot luokitellaan edellisen kohdan mukaisiksi ryhmäjohtoiksi.

Ohjausjohdolla tarkoitetaan tievalaistuksen sytytys- ja sammutuskäskyjä keskukselta toiselle välittävää johtoa.

Erillisinä ohjausjohtoina käytetään maakaapeliasennuksessa MCMK 2x6+6 tai MCMK 4x2,5+2,5 maakaapelia. Ilmajohtoasennuksessa tulee ohjausjohdon olla AMKA 1x16+25. Myös 5-johdin AMKA on mahdollinen.

### 6.5.1.3 Maadoitus

Maadoittamisella tarkoitetaan virtapiirin tai laitteen johtavan osan yhdistämistä maadoituselektrodiin. Rakenteena maadoitus on maadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin muodostama kokonaisuus.

Standardin SFS 6000 mukaan nollajohdin on maadoitettava enintään 200 m etäisyydellä verkon syöttöpisteestä ja jokaisen yli 200 m pituisen johdon tai johto-  
haaran loppupäässä tai enintään 200 m:n etäisyydellä loppupäästä. Maadoitus-  
impedanssin arvoksi on mahdollisuuksien mukaan pyrittävä saamaan alle 100 ohmia.

Tievalaistuskeskukset varustetaan omalla maadoituselektrodilla ja PEN-johdin on suositeltavaa maadoittaa muuallakin, missä on käytettävissä maadoitus-  
elektrodi tai muuten hyvät maadoitusolosuhteet.

Tievalaistuksessa maadoitusjohtimena käytetään 16 mm<sup>2</sup>:n kirkasta kupari-  
köyttä ja maadoituselektrodina kupariputkea tai -sauvoja. Maadoitus tulee varus-  
taa mittauksen mahdollistavalla liittimellä.

Vierekkäiset ryhmät kytketään yhteen erillisellä Cu 16 -köydellä. Rautatiesiltojen  
asennuksissa ja kaasuputkien läheisyydessä, kuten myös korkeajännite-  
pylväiden ja sähköistettyjen rautateiden läheisyydessä kulkevissa maadoituk-  
sissa on otettava huomioon näitä asennuksia koskevat erityisvaatimukset. Muu-  
tospiiirirajojen vaikutus on otettava huomioon.

### 6.5.1.4 Kojeistot ja laitteet

Kojeistoilla ja laitteilla tarkoitetaan tievalaistuksen sähköverkkoa syöttäviä keskuk-  
sia, koteloita, putkipylväskalusteita ja valaisimia.

Kojeistot ja laitteet ryhmitellään seuraavasti:

- pääkeskukset,
- nousukeskukset,
- ryhmäkeskukset,
- pylväskalusteet ja siirtymäkotelot,
- valaisimet sekä
- loistehon kompensointilaitteet.

Pääkeskus on joko maahan jakokaappiin tai pylvääseen asennettu kotelokeskus.

Taajamissa pääkeskuksen etäälle näkyvät pinnat suojataan töhrimistä estävällä  
ilkevällä kestäväällä ritilällä.

Jakokaappi on omalla jalustallaan seisova joko metallilevystä tai lasikuidusta  
tehty yhtenäinen kaappi. Jakokaapin tulee olla standardin SFS 2533 mukainen  
kaapelijakokaappi ja jalustan tulee täyttää standardin SFS 2534 vaatimukset.  
Jakokaapin avaimen tulee olla standardin SFS 2851 mukainen.

Kaapin sisällä olevat kojeet ja laitteet tulee koteloida. Kotelointiluokan tulee olla  
vähintään IEC IP34 (roiskevedenpitävä) kaapin ovi avattuna. Jakokaapin raken-  
teen tulee taata riittävä ilmankierto.

Kotelokeskus on koottu yhdestä tai useammasta kosketussuojatusta kotelosta. Kotelot valmistetaan sinkitystä (ja maalatusta) teräslevystä, muovista tai silumiinista. Kotelointiluokan tulee olla vähintään IEC IP34 (roiskevedenpitävä).

Puupylväskeskuksia käytetään riippukierrejohtoasennuksen yhteydessä.

Ryhmäkeskus on valaisinryhmiä syöttävä jakokeskus. Ryhmäkeskus on rakenteeltaan pylvääseen tai siltarakenteeseen asennettu kotelokeskus tai maahan asennettu jakokaappi.

Ryhmäkeskuksia ovat lisäksi:

- siltojen ja tunnelien kotelokeskukset,
- mastovalaistuksen ryhmäkeskukset ja
- erillisalueiden ryhmäkeskukset

Pylväskalusteella tarkoitetaan sitä pylvään sisälle asennettavaa laiteyhdistelmää, jolla valaisinjohto liitetään ryhmäjohtoon. Pylväskaluste käsittää joko runkoon kiinnitetyt tai irrallisena olevat varokkeet ja johtojen kytkemistä varten tarvittavat liittimet. Pylväskalusteen kotelointiluokan on oltava vähintään IEC IP20 (kosketussuojainen). Myötävissä pylväissä käytettävien asennustarvikkeiden tulee olla erityisesti tähän tarkoitukseen hyväksytyjä.

Haarotuskotelo (siirtymäkotelo tai valaisinpylväskaappi esim. ENSTO SK 160) on lähinnä puupylväissä käytettävä pinnalle asennettava kytkentäkotelo, joka sisältää tarpeelliset liittimet maakaapelin jatkamiseksi ja vaihtamiseksi MMJ-kaapeliksi.

Tie- ja siltavalaisimen kotelointiluokan tulee olla vähintään IEC IP34 (roiskevedenpitävä). Tunnelivalaisimien ja tunnelissa sijaitsevien kalusteiden kotelointiluokka tulee olla IEC IP65 (pölyn ja suihkuveden pitävä).

Valaisimien tulee olla Tiehallinnon tyyppitarkastamia ja hyväksymiä.

Loistehon kompensointi voidaan suorittaa valaisinkohtaisesti tai keskitetysti. Valaisinkohtainen kompensointi on suositeltavin ratkaisu. Tällöin verkon kompensointiaste pysyy automaattisesti oikeana eikä riipu syöttöalueen valaisinmäärästä. Koska valaisinkohtaisten kondensaattoreiden käyttö pienentää huomattavasti valaisimien ottamaa syttymis- ja palamisvirtaa, myös energiahäviöt pienenevät ja pitkien ryhmäjohtojen ylivirtasuojaus on helpompi toteuttaa. Valaisinkohtaisessa kompensoinnissa kondensaattori kytketään valaisimen liitäntälaitteiden yhteyteen.

Jos valaisinkohtainen kompensointi puuttuu, suurten valaisinverkkojen loistehon kompensointi voidaan saneerattaessa hoitaa kondensaattoreilla, jotka sijoitetaan ryhmäjohtojen puoleenväliin, tai vaihtoehtoisesti pääkeskuksen yhteyteen asennetaan yhteinen kondensaattoriyksikkö tai -yksiköitä.

Kompensoinnilla on merkittävä tehohäviöitä pienentävä vaikutus. Verkossa, jossa käytetään verkkokäskyohjausta, sijoitetaan kompensointilaitteet ohjaus/mittauslaitteiden taakse.



## 6.5.2 Sähköverkko

Tievalaistuksen johtoverkon mitoituksen lähtökohtia ovat tunnetut kuormitustiedot ja asennustapa. Verkon tulee suunniteltavan alueen olosuhteissa täyttää tehtäväänsä mahdollisimman taloudellisesti sille asetettujen teknillisten vaatimusten ja määräysten puitteissa. Johdon poikkipinta-alan valintaan vaikuttavat tärkeimmät mitoitusperusteet ovat terminen kuormitettavuus, jännitteen alenema ja syötön automaattista poiskytkentää koskevat ehdot.

### 6.5.2.1 Verkon suunnittelu

Verkon suunnittelussa tulee kohdassa 6.5.1 esitettyjen perusteiden lisäksi ottaa huomioon seuraavaa:

1. Ohjaus tulee suunnitella siten, että valaistuksen syttyminen ja sammuminen tapahtuu alueittain yhteenliittyvillä teillä samanaikaisesti. Jos tämä ei ole mahdollista esimerkiksi siksi, että eri kunnissa on käytössä erilaiset ohjausjärjestelmät, tulee epäjatkuvuuskohdat sijoittaa sellaisiin paikkoihin, että niistä aiheutuu tien käytölle mahdollisimman vähän haittaa.

Eri sähkölaitoksien väliset yhteisohjaukset tulee suunnitella siten, että sähkölaitoksen alueella suoritettavat verkoston muutokset, esim. säästökytkentöjä varten, eivät häiritse toisen sähkölaitoksen jakelualueelle siirtyvää ohjausta.

2. Valaistusverkon suunnittelussa pyritään mahdollisimman tasaisesti kuormitettuun symmetriseen 3-vaiheverkkoon. Valaisimet pyritään ryhmittämään joka 3. valaisin aina samalle vaiheelle.

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon mahdollisesti toteutettavat valaistuksen ajoittaisen vähentämisen edellyttämät toimenpiteet ja näiden vaatimat varaukset johdoissa, pylväissä, valaisimissa ja keskuksissa.

Liittymäalueilla ryhmitys tulee suunnitella siten, että yhden vaiheen sammussa optinen ohjaus edelleen säilyy eikä valaistuksen tasaisuus merkittävästi huonone. Tien samassa poikkileikkauksessa olevat valaisimet tulee ryhmitellä eri vaiheille.

3. Verkon ja keskuksien mitoituksessa on otettava huomioon tulevaisuuden mahdollinen lisätehontarve joko myöhempien rakennusvaiheiden aiheuttamien verkon laajenemisen tai pistemäisten kuormitusten kuten sadevesipumppaamoiden, levähdysalueiden, siltojen jne. muodossa.

Suunniteltaessa säteittäisesti syötettäville ryhmäjohtoille rengassyöttömahdollisuuksia vikatapauksia varten, tulee ryhmien verkkoarvojen kuitenkin säilyä määräysten mukaisina.

4. Liikennemerkkejä ei yleensä valaista.

Portaalit ja suuret liikennemerkkiyksiköt valaistavalla tieosuudella sekä liikennemerkkiryhmät valaisemattomalla tiellä syötetään 3-vaiheisesti. Lamput jaetaan vaiheittain symmetrisesti liikennemerkkin leveyttä kohden. Valaisemistarve on osoitettava rakennussuunnitelmassa.

Liikennemerkkien ja siltojen syötöt haaroitetaan suoraan tievalaistuksen ryhmäkaapelista.

Jos käytetään 2-portaista ohjausta, tulee valaistavat liikennemerkkit ja portaalit ryhmitellä koko yön palavalle ryhmälle/vaiheelle.

### 6.5.2.2 Mitoituksen perusteet

#### *Ylikuormitussuojaus*

Johdon ylikuormitussuojausta on käsitelty yksityiskohtaisesti standardin SFS 6000 luvussa 433.

Standardin SFS 6000 mukaan johto on mitoittettava siten, ettei sen normaali kuormitusvirta ylitä käytetyn sulakkeen nimellisvirtaa silloin, kun sulake on johdon ainoa suoja eli sulake toimii ylikuormitus- ja oikosulkusuojana.

Jokainen virtapiiri on varustettava ylikuormitussuojalla siten, että ylikuormitusvirta katkaistaan, ennen kuin lämpötila ehtii nousta niin, että eristys, jatkokset, liitokset tai johtimien ympäristö vahingoittuu. Kaapelin kuormituskestävyyteen ei yleensä törmätä tievalaistusasennuksissa, koska käytettävät kaapelit on pitkien yhteyksien vuoksi mitoitettu kuormitukseen nähden huomattavasti suuremmiksi. Käytännössä oikosulkuvirta rajoittaa sulakekokoa enemmän kuin kuormituskestävyys.

Kaapelien kuormitettavuutta on käsitelty tarkemmin standardin SFS 6000 luvussa 523

Kaapelien maksimikuormitusta määritettäessä noudatetaan kaapelinvalmistajan antamia arvoja maksimikuormituksille sekä asennustavasta johtuvia kertoimia.

AMKA-johdon asennus ei ole palonkestävä, minkä vuoksi johto on suojattava sen alkupäähän sijoitettavalla ylikuormitussuojalla.

Oikosulku- ja ylikuormitussuojan nimellisvirran  $I_n$  tulee täyttää ryhmäjohtojen osalta myös seuraava ehto:

Sulakkeet:

$$I_n = 1.3 \times (\text{lamppujen palamistilanteen aikainen kokonaisvirta})$$

Johdonsuojakatkaisijat:

$$I_n = 1.3 \times (\text{lamppujen syttymistilanteen aikainen kokonaisvirta})$$

Em. ehdot estävät sulakkeiden ennenaikaisen vanhenemisen ja johdonsuojakatkaisijoiden laukeamisen lamppujen syttyessä. Kokemuksen mukaan näin mitoitetut sulakkeet kestävät vahingoittumatta syttymisvirran rasitukset. Johdonsuojakatkaisijoiden ominaisuuksien erojen takia nollausehdot saadaan paremmin toteutumaan käyttämällä sulakkeita.

### *Jännitteen alenema*

Jännitteen alenema vaikuttaa toimitettavan sähkön laatuun. Standardissa SFS 6000 suositellaan, että jännite ei sähkön luovutuskohdassa eroa nimellisjännitteestä tavallisten käyttöolosuhteiden aikana enempää kuin  $-10...+6\%$  (207...244 V). Tievalaistuksessa purkauslamppuja käytettäessä voidaan sallia kuitenkin vain  $\pm 6\%$ :n jännitteen vaihtelu nimellisjännitteestä. Liian alhaisen jännitteen vuoksi lamput syttyvät eriaikaisesti tai jotkin lampuista syttyvät ja sammuvat omia aikojaan.

Mitoitusta tarkistettaessa on otettava huomioon, ettei jakeluverkossa ole muuta sykäksenomaista kuormaa (esim. pumppaamojen suuret moottorit), joka aiheuttaa verkkoon kytkentäsykäyksiä ja valaistuksen välkkymistä.

Ulkovalaistuksessa käytettävien purkauslamppujen toiminta riippuu oleellisesti verkon jännitteestä. Hetkellinenkin liian suuri jännitteen alenema sammuttaa purkauslamput muutamaksi minuutiksi.

Jatkuva yli- tai alijännite vaikuttaa haitallisesti lampun elinikään. Purkauslampuilla alijännite ei pidennä lampun kestoikää samalla tavalla kuin hehkulamput. Alijännitteen haitallisuus lampun syttymisen kannalta korostuu kovalla pakkasella. Samoin lampun valovirta alenee jännitteen pienentyessä eikä vaadittua valaistus- tasoa enää saavuteta. Ylijännite aiheuttaa lamppujen ja liitännälaitteiden iän lyhentymisen ja jaksoittaista palamista käytön aikana.

Jännitteen alenema lasketaan yleensä lamppujen syttymisvirtojen mukaan. Näin pystytään varmistamaan kaikkien lamppujen yhtäaikaista syttymistä. Lamppujen syttymisvirta on huomattavasti palamisvirtaa suurempi, jolloin myös syttymishetken jännitteen alenema on suurempi. Eri lamppu- ja liitännälaitteiden valmistajilla nimellisarvoltaan vastaavien tuotteiden virta- ja tehoarvovaihtelut saattavat olla huomattavia.

Jännitteen alenema lasketaan jakelumuuntamosta ryhmän viimeiseen valaisimeen. Tavanomaisissa tapauksissa kokonaisjännitteenalennus on liittymisjohdossa, ryhmäjohtossa ja valaisinjohtossa syntyvien jännitehäviöiden summa.

*Oikosulku- ja kosketusjännitesuojaus*

Ulkovalaistuslaitteiden tulee olla joko suojaeristettyjä tai suojamaadoitettuja, koska niiden käyttöolosuhteet ovat vaaralliset.

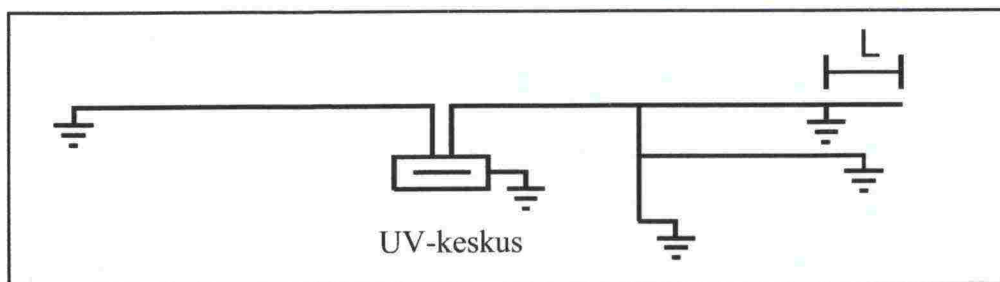
Valaisinryhmiä syöttävissä ryhmäjohdoissa ei yleensä käytetä erillistä suojajohdinta, vaan ryhmäjohdon PEN-johdin hoitaa sekä nollajohtimen että suojamaadoitusjohtimen tehtävät.

Valaisimen suojamaadoittamiseen tulee kuitenkin käyttää nollajohtimesta erillään olevaa suojamaadoitusjohdinta, joka kytketään kytkentäkalusteen PE-liitäntäpisteeseen, johon on kytketty myös ryhmäjohdon PEN-johdin. Tämä on maadoitustavaltaan TN-C-jakelujärjestelmä, ja siinä ryhmäjohdon äärijohtimen poikkipinta-ala on oltava vähintään 10 mm<sup>2</sup> Cu tai 16 mm<sup>2</sup> Al. Jos ulkovalaistuskohteiden ryhmäjohdoissa äärijohtimen poikkipinta-ala on alle 10 mm<sup>2</sup> Cu tai 16 mm<sup>2</sup> Al, näissä johdoissa tulee olla aina nollajohtimen lisäksi erillinen suojajohdin. Koko valaistusverkon kannalta tämä on TN-C-S-järjestelmä.

Suojalaitteen on automaattisesti kytkettävä pois syöttö piiristä tai laitteesta, jota se suojaa kosketusjännitteeltä. Poiskytkennän on tapahduttava siten, että jännitteisen osan ja jännitteelle alttiin osan tai suojajohtimen välisen vian aikana tavanomaista kosketusjännitteen raja-arvoa  $U_L$  suurempia kosketusjännitteen arvoja ei esiinny niin kauan, että siitä aiheutuisi haitallisia fysiologisia vaikutuksia henkilölle, joka koskettaa samanaikaisesti kosketeltavia johtavia osia.

Johdonsuojakatkaisijoita käytettäessä on erityisesti tarkistettava niiden selektiiviset toimintaedellytykset ja otettava huomioon rajoittuneesta katkaisukyvyistä johtuvat etusulakevaatimukset valmistajan ohjeiden mukaan. Johdonsuojakytkimiä käytettäessä on otettava huomioon myös standardissa SFS 6000 esitetty vaatimus, jonka mukaan erotuslaitteen auki olevien koskettimien avausvälin tulee olla nähtävissä, tai se pitää osoittaa selvästi ja luotettavasti "auki" -merkinällä. Tällainen merkintä saa olla näkyvässä ainoastaan silloin, kun vaadittu avausväli on saavutettu jokaisessa navassa. Erotuslaitteen rakenteen tulee olla myös sellainen, että se ei voi tahattomasti sulkeutua.

Standardin SFS 6000 mukaan nollajohdin on käyttömaadoitettava enintään 200 m etäisyydellä järjestelmän syöttöpisteestä ja jokaisen yli 200 m:n pituisen johdon tai johtohaaran loppupäässä tai enintään 200 m etäisyydellä loppupäästä kuten kuvassa 30 on esitetty.



Kuva 30. Ulkovalaistusverkon maadoitukset.  $L \leq 200$  m.

Valaistusverkossa tulee syötön automaattisen poiskytkennän mitoituksessa standardin SFS 6000 mukaan noudattaa samoja vaatimuksia kuin rakennusten sähköasennusten suojauksessa. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että vikatilanteessa valaisimia suojaavien suojalaitteiden tulisi toimia vähintään viidessä sekunnissa.

Käytännössä jokaiseen valaisinpylvääseen lukuun ottamatta ilmajohtoasennuksia asennetaan kuitenkin omat suojalaitteet, joten valaisimia syöttävä verkko voidaan mitoittaa jakeluverkkoja koskevien määräysten mukaisesti.

Myös jakeluverkkojen mitoituksessa tulisi kuitenkin pyrkiä siihen, että vikatilanteessa suojalaitteet toimisivat alle viidessä sekunnissa. Jos tämä ei ole mahdollista, voidaan mitoituksessa käyttää taulukkoa 24.

*Taulukko 24. Jakeluverkon suurimmat sallitut sulakekoot.*

Ylivirtasuoja	Pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta jakeluverkossa
gG-tyyppin sulake $I_N \leq 63A$	$2,5x I_N$
gM-tyyppin sulake $I_N \geq 63A$	$3,0x I_N$

Keskuksessa sijaitsevien sulakkeiden arvoja voidaan jonkin verran suurentaa välisulakkeiden avulla. Verkon ylläpidon ja selväpiirteisyyden takia ei välisulakkeiden käyttöä kuitenkaan suositella. Peräkkäisten sulakkeiden osalta on tarkistettava niiden keskinäinen selektiivisyys. Yleensä sulakkeet ovat selektiivisiä, jos niiden väli on vähintään kaksi porrasta. Tarkemmat arvot saadaan sulakkeiden sulamiskäyrien avulla. Välisulakkeita käytetään myös silloin, kun ryhmäjohdosta haarautuu ohuempi johto. Tällaisia tilanteita ovat mm. siltojen syötöt ja valaistavat linja-autokatokset.

#### *Kuluttaja-asennuksia koskevat vaatimukset*

Kuluttaja-asennuksissa ei yksivaiheisen oikosulkuvirran laukaisuaika saa ylittää 5 s. Laukaisuaika sulakkeita käytettäessä on valittava ylemmän rajakäyrän mukaan. Ylivirtasuojan, jonka toimimisaika ei sanottavasti riipu virrasta, katsotaan toimivan nopeasti, jos sen aikahidastus on lyhyt ja pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta sen suojaamassa järjestelmän osassa on vähintään 1,25 kertaa suojan asetteluvirta.

Taulukossa 25 on esitetty standardin SFS 5468 mukaiset gG-tyyppisten ja gM-tyyppisten sulakkeiden virta-arvot, joilla sulakkeen sulamisaika on korkeintaan 5 s. Jos yksivaiheinen oikosulkuvirta on yhtä suuri tai suurempi kuin taulukossa esitetty arvo, toteutuu sulakkeen laukaisuaikavaatimus. Myötäävissä pylväissä maadoitusjohtimen tulee olla metrin pitempi kuin virtajohtimet.

## 6.6 Kustannuslaskenta

### 6.6.1 Yleistä

Tienpidon eri vaiheissa tarvitaan kustannustietoja tievalaistuksen rakentamisesta ja hoidosta:

- valaistuksen kannattavuutta ja tarpeellisuutta arvioitaessa,
- hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittelyssä,
- toteuttamisohjelman laatimisessa,
- valaistustyyppien ja rakenteiden vertailussa
- kustannusarvioissa ja
- tavoitebudjetissa.

Laskentamenetelmä, tarkkuus ja yksiköt vaihtelevat tilanteen mukaan.

Tie- ja katuvalaistuksen tarveselvitykseen ja yleissuunnitelmaan mahdollisesti sisältyvät kustannusarvot ovat alustavia. Hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittelyssä ja toteuttamisohjelman laatimisessa kustannukset lasketaan yleensä seurannasta saatujen kilometrihintojen avulla.

Yksittäisen tievalaistushankkeen tarpeellisuuden arvioinnissa kustannukset voidaan laskea valaistusyksikön hintojen tai kilometrihintojen perusteella.

Tievalaistuksen rakennussuunnitelmaa laadittaessa valaistustyyppien ja rakenteiden vertailu suoritetaan kustannuslaskennalla, joka perustuu merkittävien osien yksikköhintoihin. Näitä menetelmiä selostetaan seuraavissa kohdissa. Hallinnolliseen käsittelyyn tarvittava kustannusarvio laaditaan ajankohtaisten yksikköhintojen avulla.

Rakennushankkeen toimintasuunnitelmaan sisältyvä tavoitebudjetti perustuu viimeistelyyn määräluetteloon sekä ajankohtaisiin hankinta- ja asennushintoihin.

### 6.6.2 Taloudellisuustarkastelut

Valaistushankkeen laskenta-ajan (yleensä 30 vuotta) eri vuosina erääntyvät kustannukset: rakennuskustannukset, niiden korot, laskennallinen jäännösarvo sekä kunnossapito- ja käyttökustannukset on saatava keskenään verrattaviksi.

Edellä mainitusta syystä kustannukset (ja hyödyt) diskontataan sovitulla laskentakorolla (yleensä 6 %) perusvuoteen (tavallisesti hankkeen käyttöönottovuosi).

Diskonttaus voidaan tehdä jokaiselta laskenta-ajan vuodelta. Riittävä tarkkuus saadaan määrittämällä kustannukset jakson alku- ja loppuvuodelta sekä välivuosilta 5 vuoden välein, jos kustannus- ja säästöerien voidaan olettaa muuttuvan väliaikoina suoraviivaisesti.

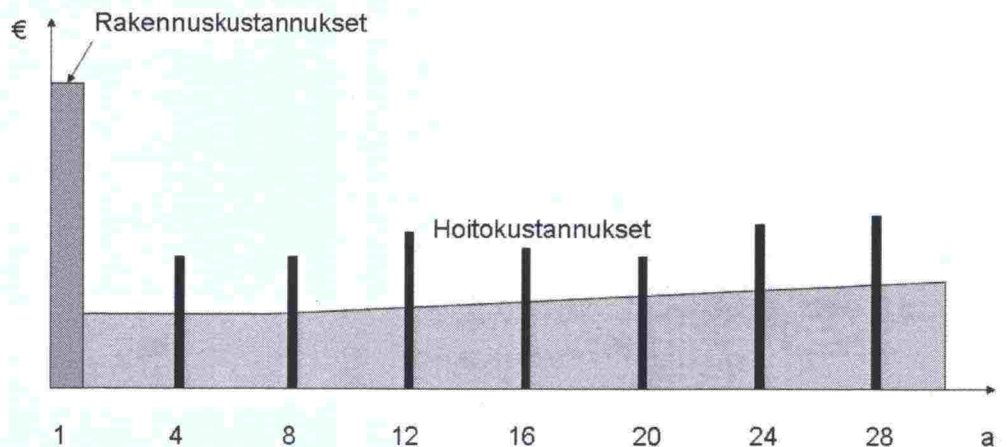
Kustannusten kokonaisvaikutus saadaan vaihtoehtoisesti selville keskimääräisten vuosikustannusten avulla.

Hankkeen kannattavuuden arviointia ja eri vaihtoehtojen edullisuuden vertailua varten on kehitetty laskennallisia menetelmiä, joilla eriaikaisia ja erilaisia vaikutuksia yhdistetään edullisuutta kuvaaviksi tunnusluvuiksi.

Yleisimmin käytetyt liikennetaloudelliset tunnusluvut ovat hyötykustannussuhde ja ensimmäisen vuoden tuotto. Harvemmin käytettyjä tunnuslukuja ovat hankkeen sisäinen korko ja nykyarvo.

Taulukoissa 26 - 29 on varattu tila erilaisille sijainti- ja hoitoluokkakertoimille, joita voidaan laskea seurantatietojen lisääntyessä ja käyttää esim. taajamavalais- tushankkeissa. Perinteellisissä tievalaistuskohdeissa kertoimien arvo on yksi.

Kuvassa 31 on periaate valaistushankkeen elinkaaren aikana syntyvistä kustan- nuksista.



Kuva 31. Tievalaistushankkeen rahavirrat.



### 6.6.3 Rakennuskustannukset

#### 6.6.3.1 Rakennuskustannukset pituusyksikköä kohti

Kustannukset €/tiometri lasketaan kaavalla (11).

$$K_r = \frac{m \cdot H_p \cdot k_1 + n \cdot H_v + S \cdot H_{sv} \cdot k_2}{S} \quad (11)$$

m	pylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa
n	valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa
$H_p$	pylvään ja jalustan perushinta (€/kpl)
$k_1$	pylvään sijaintikerroin, taulukko 25
$H_v$	valaisimen ja ensimmäisen lampun hinta (€/kpl)
$H_{sv}$	sähköverkon perushinta (€/m)
$k_2$	sähköverkon sijaintikerroin, taulukko 26
S	pylväsväli (m)

Taulukko 25. Pylvään sijainti.

Pinta	Kerroin $k_1$		
	Puisto	Keskusta	Muut alueet
Nurmikko			
Asfaltti			
Kiveys			

Taulukko 26. Sähköverkon sijainti.

Laji	Kerroin $k_2$		
	Puisto	Keskusta	Muut alueet
Ilmajohto			
Maakaapeli			
- nurmikko			
- asfaltti			
- kiveys			

#### 6.6.3.2 Aluevalaistushankkeen rakennuskustannukset

Kustannukset € lasketaan kaavalla (12).

$$K_r = M \cdot H_p \cdot k_1 + N \cdot H_v + L \cdot H_{sv} \cdot k_2 \quad (12)$$

M	pylväiden lukumäärä
$H_p$	pylvään ja jalustan perushinta
$k_1$	pylvään sijaintikerroin, taulukko 25
N	valaisimien lukumäärä
$H_v$	valaisimen ja ensimmäisen lampun hinta (€/kpl)
L	sähköverkon pituus
$H_{sv}$	sähköverkon perushinta, (€/m)
$k_2$	sähköverkon sijaintikerroin, taulukko 26

## 6.6.4 Hoitokustannukset

## 6.6.4.1 Hoitokustannukset pituusyksikköä kohti

Kustannukset €/tiometri vuodessa lasketaan kaavalla (13).

$$K_{kk} = \frac{t_1 \cdot n \cdot P_i \cdot H_e + \frac{n \cdot H_l \cdot k_3}{t_2} + q \cdot n \cdot H_{ly} \cdot k_3 + m \cdot C \cdot k_4}{S} \quad (13)$$

$t_1$	vuotuinen polttoaika (h)
$t_2$	lampun polttoikä (a)
$n$	valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa
$m$	pylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa
$P_i$	valaisimen teho liitännälaitteineen (kW)
$H_e$	sähkön kokonaishinta (€/kWh)
$H_l$	lampun ryhmävaihdon perushinta (€/kpl)
$H_{ly}$	lampun yksittäisvaihdon perushinta (€/kpl)
$k_3$	sijaintikerroin, taulukko 27
$q$	yksittäisvaihtojen suhteellinen määrä vuosittain
$C$	kiinteät kustannukset (€/pylväs)
$k_4$	hoitoluokkakerroin, taulukko 28
$S$	pylväsväli

Taulukko 27. Kohteen sijainti.

Alue	Kerroin $k_3$
Puisto	
Keskusta	
Muut alueet	

Taulukko 28. Hoitoluokkakerroin.

Luokka	Kerroin $k_4$
1	
2	
3	

## 6.6.4.2 Aluevalaistuksen hoitokustannukset

Hoitokustannukset € vuodessa lasketaan kaavalla (14).

$$K_{kk} = t_1 \cdot N \cdot P_i \cdot H_e + \frac{N \cdot H_l \cdot k_3}{t_2} + q \cdot N \cdot H_{ly} \cdot k_3 + M \cdot C \cdot k_4 \quad (14)$$

$t_1$	vuotuinen polttoaika (h)
$t_2$	lampun polttoikä (a)
$N$	valaisimien lukumäärä
$P_i$	valaisimen teho liitäntälaitteineen (kW)
$H_e$	sähkön kokonaishinta (€/kWh)
$H_l$	lampun ryhmävaihdon perushinta (€/kpl)
$H_{ly}$	lampun yksittäisvaihdon perushinta (€/kpl)
$k_3$	sijaintikerroin, taulukko 27
$q$	yksittäisvaihtojen suhteellinen määrä vuosittain
$M$	pylväiden lukumäärä
$C$	kiinteät kustannukset (€/pylväs)
$k_4$	hoitoluokkakerroin, taulukko 28

## 6.6.5 Elinkaarikustannukset

### 6.6.5.1 Nykyarvomenetelmä

Kustannusten yhteisvaikutus saadaan selville nykyarvomenetelmällä, kaava (15).

$$E_k = K_r + \frac{1 - (1 + p)^{-t}}{p} \cdot K_{kk} + \frac{1}{(1 + p)^t} \cdot J \quad (15)$$

$E_k$	elinkaarikustannusten nykyarvo
$K_r$	rakennuskustannukset
$p$	hallinnollisesti määrätty laskentakorko
$t$	tarkasteluajanjakson pituus vuosissa
$K_{kk}$	hoitokustannukset
$J$	jäännösarvo

Koron  $p$  tilalla voidaan käyttää myös reaalikorkoa, joka on inflaation (kasvukertoimen) ja nimelliskoron yhdistetty tekijä, kaava (16)

$$r = \frac{i - f}{1 + f} \quad (16)$$

$r$	reaalikorko
$i$	nimelliskorko
$f$	inflaatio

Laskennallinen jäännösarvo on 25 % rakennuskustannuksista. Jäännösarvoa käytettäessä on huomattava, että yhtälössä (15) purkukustannus otetaan huomioon positiivisena ja jäljellä oleva käyttöaika negatiivisena.

Käyttämällä kaavaa (16) sekä laskentakorkona 6% ja inflaationa 3% kaava (15) sievenee muotoon (17).

$$E_k = K_r + \frac{1 - (1 + 0,0291)^{-30}}{0,0291} \cdot K_{kk} + \frac{1}{(1 + 0,06)^{30}} \cdot 0,25 \cdot K_r \quad (17)$$

### 6.6.5.2 Vuosikustannusmenetelmä

Kustannusten kokonaisvaikutus saadaan selville keskimääräisten vuosikustannusten avulla. Tätä varten on määriteltävä

- valaistuksen käyttöaika, yleensä 30 a,
- laskentakorko, yleensä 6 % ja
- hoitokustannusten vuotuinen lisäys, %.

Keskimääräinen vuosikustannus laskenta-ajan puolivälissä  $K_v \text{ €/m} \cdot \text{a}$  lasketaan kaavalla (18).

$$K_v = a \cdot K_r + b_t \cdot K_{kkl} \quad (18)$$

jossa

- $a_t$  on annuiteettitekijä,  
 $b_t$  hoitokustannusten kasvukerroin laskenta-ajan puolivälissä,  
 $K_r$  rakentamiskustannukset ja  
 $K_{kkl}$  ensimmäisen vuoden hoitokustannukset.

Annuiteettitekijä  $a$  saadaan laskentakoron ja laskenta-ajan funktiona kaavalla (19) sekä kasvukerroin  $b$  taulukosta 30 tai kaavalla (20).

$$\alpha = \frac{p}{1 - (1 + p)^{-t}} \quad (19)$$

- $p$  hallinnollisesti määrätty laskentakorko  
 $t$  tarkasteluajanjakson pituus vuosissa

Jos hoitokustannusten muutosten ennuste ei ole käytettävissä, voidaan olettaa kustannusten lisääntyvän 3 % vuodessa, taulukko 29.

*Taulukko 29. Hoitokustannusten ennuste, kun kustannusten vuotuinen lisäys on 3%.*

Laskenta-aika	Kasvukerroin
	$\beta$
1	1,03
5	1,16
10	1,34
15	1,56
20	1,81
25	2,09
30	2,43

Jos kasvuprosentti poikkeaa oletetusta arvosta, kasvukerroin  $\beta$  lasketaan kaavalla (20)

$$\beta = (1+kp)^t \quad (20)$$

$\beta$	kasvukerroin
$kp$	kasvuprosentti (hoitokustannusten vuotuinen lisäys)
$t$	tarkasteluajanjakson pituus vuosissa

### Esimerkki

Kokoojkatu keskustan ulkopuolella, ajorata 7 m

- valaistusluokka AL 4b
- 1-rivinen reunasijoitus, maakaapeli
- asennuskorkeus 10 m
- suurpainenaatriumlamput ST-150S
- pylväsväli 55 m
- kertoimet
  - pylväs nurmikolla, kerroin  $k_1 = 1,2$
  - sähköverkko nurmikolla, kerroin  $k_2 = 1,1$
  - kohde esikaupunki, kerroin  $k_3 = 1,1$
  - kynnysluokka 1, kerroin  $k_4 = 1,0$
- perushinnat
  - \*  $H_p = 630 \text{ €/kpl}$
  - \*  $H_v = 200 \text{ "}$
  - \*  $H_{sv} = 20 \text{ €/m}$
  - \*  $H_e = 0,06 \text{ €/kWh}$
  - \*  $H_l = 21 \text{ €/kpl}$
  - \*  $H_{ly} = 36 \text{ "}$
  - \*  $C = 30 \text{ €/kpl/pylväs}$
- muut tiedot
  - \*  $t_1 = 4000 \text{ h}$
  - \*  $t_2 = 4 \text{ a}$
  - \*  $P_i = 0,172 \text{ kW}$
  - \*  $q = 0,15$

### Rakennuskustannukset

$$K_r = \frac{1 \cdot 630 \cdot 1,2 + 1 \cdot 200 + 55 \cdot 20 \cdot 1,1}{55} = 39,38 \text{ €/m}$$

### Ensimmäinen vuoden hoitokustannukset

$$K_{kk1} = \frac{4000 \cdot 1 \cdot 0,172 \cdot 0,06 + \frac{1 \cdot 21 \cdot 1,1}{4} + 0,15 \cdot 1 \cdot 36 \cdot 1,1 + 1 \cdot 30 \cdot 1,0}{55}$$

$$= 1,51 \text{ €/m} \cdot \text{a}$$

*Elinkaarikustannukset*

- Nykyarvomenetelmä

Kun korko on 6 %, kaava (17) sievenee muotoon (21).

$$E_k = K_r + 19,83 \cdot K_{kk} + 0,0435 \cdot K_r \quad (21)$$

$$E_k = 39,38 \text{ €/m} + 19,83 \cdot 1,51 \text{ €/m} + 0,0435 \cdot 39,38 \text{ €/m}$$

$$= 71,04 \text{ €/m}$$

- Vuosikustannusmenetelmä

Kun korko  $p$  on 6 % sekä käyttö- ja kunnossapitokustannusten vuotuinen kasvu 3 %, kaava (18) sievenee muotoon (22).

$$K_v = 0,073 \cdot K_r + 1,558 \cdot K_{kk1} \quad (22)$$

$$K_v = 0,073 \cdot 39,38 + 1,558 \cdot 1,51$$

$$= 5,23 \text{ €/m} \cdot a$$

## 7 VALAISTUSSUUNNITELMAT

### 7.1 Yleistä

Tievalaistuksen toteuttamisessa on neljä tavoitteiltaan ja tarkkuudeltaan erilaista suunnitelmaa:

- tievalaistuksen tarveselvitys
- tievalaistuksen yleissuunnitelma,
- tiesuunnitelman valaistustiedot ja
- valaistuksen rakennussuunnitelma

Tie- ja katuvalaistuksen tarveselvitys sisältää yleensä kaupunkiseudun, kaupungin tai kunnan valaistuksen kehittämisen ja parantamisen perusteet.

Tarveselvityksen yhteydessä valaistustarve analysoidaan. Tiejakson tai yhden tiehankkeen tarveselvitys sisältää myös valaistusosan. Jos nykyistä tietä parannetaan asentamalla vain valaistus, toimenpide ja sen kannattavuus tarkistetaan erillisellä valaistuksen tarveselvityksellä.

Tievalaistuksen yleissuunnitelma on kaupungin tai taajaman, niiden osa-alueen tai tiejakson tarkennus edellä mainitun vaiheen tai sitä vastaavan selvityksen pohjalta.

Tiesuunnitelman valaistustiedoilla varmistetaan tievalaistuksen toteuttamismahdollisuus.

Valaistuksen rakennussuunnitelma on tiekohtainen suunnitelma, jolla hanke toteutetaan.

Eriasteisten valaistussuunnitelmien yksityiskohtainen sisältö, asiakirjat ja piirustukset laaditaan noudattaen teiden suunnitteluohjeiden osassa IX "Suunnitelmat" kuvattuja esitystapoja ja piirustusmerkintöjä käyttäen.

### 7.2 Tievalaistuksen tarveselvitys

Tarveselvityksen sisältö voi olla esimerkiksi seuraava:

Suunnitelmaselostus

- 1 LÄHTÖKOHDAT
  - 1.1 Nykytila
  - 1.2 Ongelmat
  - 1.3 Aikaisemmat suunnitelmat
- 2 TAVOITTEET
- 3 VALAISTUSPERIAATTEET
  - 3.1 Päätiet ja solmukohtat
  - 3.2 Eryiskohteet
  - 3.3 Viher- ja virkistysalueet
  - 3.4 Maamerkit ja muut yksittäiset kohteet
  - 3.5 Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat alueet



## 4 SUUNNITELMA

- 4.1 Liikenne
  - 4.1.1 Ajoneuvoliikenteen solmukohtat
  - 4.1.2 Rautatiet
  - 4.1.3 Vesireitit
- 4.2 Erityiskohteet
- 4.3 Viher- ja virkistysalueet
- 4.4 Maamerkit ja muut yksittäiset kohteet
- 4.5 Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat alueet
- 4.6 Valaistustavat
  - 4.6.1 Tievalaistus
  - 4.6.2 Puistokatuvalaistus
  - 4.6.3 Suuripiirteinen katuvalaistus
  - 4.6.4 Pienipiirteinen katuvalaistus
- 4.7 Valaistusteknilliset vaatimukset
  - 4.7.1 Valaistusluokat
  - 4.7.2 Valaistuksen ohjaus
- 4.8 Valaistulaitteet
  - 4.8.1 Valolajit
  - 4.8.2 Valonjako-ominaisuudet

## 5 MYÖHEMMÄT SUUNNITTELUVAIHEET

- 5.1 Valaistuksen yleissuunnittelu
- 5.2 Valaistuksen rakennussuunnittelu

## 6 VALAISTUKSEN RAKENTAMINEN JA SANEERAUS

## 7 VALAISTUKSEN KUNNOSSAPITO

## 8 JATKOTOIMENPITEET

- 8.1 Tarveselvityksen käsittely ja hyväksyminen
- 8.2 Tarveselvityksen seuranta

## LÄHTEET

### PIIRUSTUKSET

- 1 Kaupungin ulkovalaistusverkon lampputyypit ja tehotiedot. Nykytilanne
- 2 Ulkovalaistuksen jakautuminen ikäryhmittäin
- 3 Kaupunkikuva
- 4 Valaistustavat
- 5 Valaistusluokat

### 7.3 Tievalaistuksen yleissuunnitelma

Edellistä pienemmän alueen suunnitelma on taajaman, kaupunginosan tai tien valaistuksen yleissuunnitelma. Se kuuluu myös yhtenä osana koko tien yleissuunnitelmaan.

Perinteisissä tievalaistuskohdeissa yleissuunnitelmaa ei tarvita, vaan sitä vastaavat näkökohdat esitetään tiesuunnitelman valaistustiedoissa.

Yleissuunnitelman erisnimi ja tyyppi vaihtelee kohteen sijainnin ja sisällön mukaan.

Suunnitelmien sisältö ja esittämistapa vaihtelevat kohteen mukaan. Siihen kuuluu ainakin:

- Lyhyt, perusteleva selostus
- valaisimien ja pylväiden sijoitteluperiaatteita esittävä kartta,
- havainnollisia leikkauskuvia valaistuksista pinnoista, rakennuksista, puistoista, patsaista yms.
- perspektiivikuvia,
- kalusteiden yleispiirustukset.

Yleissuunnitelmaa on markkinoitava ja esiteltävä. Kiinteistönomistajia on opastettava heille kuuluvan osuuden toteuttamisessa. Edelleen päätöksentekijöiden avustaminen tuotevaatimusten määrittelyssä kuuluu yleissuunnitelman seurantaan.

#### 7.4 Tiesuunnitelman valaistustiedot

Tiesuunnitelmaan liitettävällä valaistusta koskevalla piirustuksella varmistetaan tievalaistuksen toteuttamismahdollisuus sekä vuorovaikutus muihin tierakenteisiin ja ympäristöön.

Näihin valaistustietoihin kuuluu:

- a) valaistavat tieosat, kartta 1:10 000 (1:20 000)
- b) valaistusluokka
- c) valolaji
- d) pylväslaji (toimintatapa tai ulkonäkö) ja kaapelointitapa
- e) valaistustyyppi
- f) asennuskorkeuden enimmäisarvo
- g) laskennallisten hoitokustannusten referenssiarvo

Rakennuttaja tai tilaaja asettaa tiesuunnitelman valaistustiedot urakkaan sisältyvän rakennussuunnitelman lähtökohdaksi ja tavoitteeksi.

#### 7.5 Tievalaistuksen rakennussuunnitelma

Tievalaistuksen rakennussuunnitelma on tavallisesti tievalaistuksen tarveselvitykseen, tievalaistuksen yleissuunnitelmaan tai tiesuunnitelman valaistustietoihin perustuva tiekohtainen suunnitelma. Se on ensisijaisesti rakentamisen perusasiakirja, joka kuvaa työn lopputulosta ja toimii työnsuunnittelun lähtöasiakirjana.

Rakennuttaja tai tilaaja tekee tai teettää perusteellisen, tarkan rakennussuunnitelman ja siitä johtuvat sopimusasiakirjat. Niiden teknillisiin asiakirjoihin kuuluvat:

- työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset
- työpiirustukset
- määräluettelot
- yleiset laatuvaatimukset ja selostukset

## 8 HANKINNAT

### 8.1 Hankintatavat

Tievalaistus voidaan hankkia seuraavilla tavoilla

1. Rakennuttaja tekee tai teettää tarkan suunnitelman, joka sisältää valaistus- ja sähköteknisen mitoituksen, ulkonäön, käytettävät rakenteet ja niiden sijainnit. Menettelyn ongelmana on se, että sitoudutaan aikaisessa vaiheessa joihinkin tuotteisiin, jolloin niiden hinnat voivat nousta rakennusurakassa. Menettely estää urakoitsijoita tarjoamasta edullisempia vaihtoehtoisia ratkaisuja (toinen valaisin ja pitempi pylväsväli). Tässä menettelyssä tarvitaan hintatietoinen suunnittelija. Menettely sopii hyvin taajamiin ja muihin paikkoihin, joissa pakkopisteet tai tiukka aikataulu estävät urakoitsijoita muutenkin esittämästä vaihtoehtoisia ratkaisuja tai missä ulkonäön vuoksi halutaan juuri tietyt rakenteet.
2. Rakennuttaja laatii "tiesuunnitelman valaistustiedot" - nimisen asiakirjan. Siinä esitetään valaistavat tieosat, valaistusluokka, valolaji, mitoittavat ajoradan päällysteet, pylväiden toimintatapa [a) myös jäykkä kelpaa, b) törmäysturvallinen NE, LE tai HE, c) törmäysturvallinen energiaa vaimentava HE], ulkonäkö [a) puu, b) metalli tai muovi] ja kaapelointi [a) maa, b) ilma] ja sijoitusperiaate, asennuskorkeutta koskevia rajauksia, käyttökustannusten normaaliarvo, ulkonäkövaatimukset ja muut kirjoitetut tuotevaatimukset. Mukana voi olla myös yksi valaistusteknisesti mitoitettu esimerkkiratkaisu. Urakoitsija laatii edellä olevan perusteella tarkan rakennussuunnitelman ottaen huomioon, että kaikkien valaistusteknillisten suureiden on täytettävä jäljempänä olevat vaatimukset. Tämän menettelyn etuna on se, että urakoitsija voi hintatietonsa ja muun osaamisensa perusteella suunnitella halvan valaistuksen. Tuotevaatimusten on kuitenkin oltava riittävät. Jos energian kulutuksen normaaliarvo puuttuu, urakoitsija optimoi ehkä vain investointikustannuksia eikä ota huomioon käyttökustannuksia. Jos ei edellytetä käytettävän nykyaikaisia helposti huollettavia laitteita, voidaan saada lyhytikäinen vaikeasti huollettava pääkeskus tai valaisin.
3. Rakennuttaja hankkii valaistuspalvelua. Tarjouspyynnössä on annettava valaistavat tieosat, valaistusluokka, valolaji, sekä käytön aikaiset kuolleiden lamppujen osuutta, valovirran alenemaa ja pylväiden ym. uusimista koskevat vaatimukset, mutta muuten voidaan viitata laatuvaatimuksena tähän ohjeeseen. Urakoitsija laatii suunnitelman, toteuttaa rakentamisen, ryhmävaihdot ja muun kunnossapidon sekä maksaa sähkön (tai ainakin annetun rajan ylittävältä osalta) vastuuajana (esim. 20 vuotta). Tässä menettelyssä urakoitsijalla on periaatteessa motiivi toteuttaa energiataloutta, lamppujen käyttöikä ym. parantavia parannuksia valaistusrakenteissa. Tosin esim. 20 vuoden vastuuajana on melko lyhyt verrattuna valaisimien ja pylväiden käyttöikänsä. Jos palvelusopimus sisältää valaistuksen hoidon, urakoitsija voi alentaa energiakustannuksiaan käyttämällä vaaleaa päällystettä ja säädeittäviä valaisimia.

## 8.2 Valaistusteknillisten ominaisuuksien osoittaminen

Edellä esitetyssä hankintatavassa 2 urakoitsijan on osoitettava valaistusteknisillä laskelmilla, että suunniteltu valaistus on vaaditun valaistusluokan mukainen. Lisäksi on osoitettava, että valaistus on toteutettu juuri laskelmien mukaisesti. Tarve laskelmien tarkastamiseen on pieni, jos lamppujen teho ja pylväsväli vastaa kohdan 3 perusratkaisuja sekä Tievalaistus/sähkötiedote 7B:ssä esitettyä valaisimelle sopivaa pylväsväliä. Myös tiellä tehtyjä luminanssimittauksia tai silmä-määräisiä havaintoja voidaan käyttää vain niiden osuuksien etsimiseen, missä urakoitsijan laskelmiin on syytä perehtyä tarkemmin. Tiellä tehty luminanssimittaus ei kuitenkaan sovellu kunnolla varsinaiseksi laatuvaatimukseksi, koska mittaustulos riippuu voimakkaasti päällysteen kunnosta ja kosteudesta ja lisää tarpeettomasti urakoitsijan riskiä.

Menettelyssä 3 luminanssimittaus tulee kuitenkin kysymykseen, jos muuten on vaikea ottaa huomioon mahdollisen vaalean päällysteen vaikutusta (ei haluta mitata vaalean päällysteen vaaleusastetta ja peilimäisyyttä). Tällöin on kuitenkin määriteltävä tarkasti, kuinka likainen, kulunut ja kuiva kuivan päällysteen pitää olla ja kuinka märkä märkää tilannetta edustavan päällysteen pitää olla. Jos urakassa ei ole sovittu lamppujen ryhmävaihtoväliä, vaihtoaika voidaan määrittellä mittaamalla lamppujen valovirta sopivasta otoksesta urakan aikana, ellei esimerkiksi kuolleisuus aiheuta vaihtotarvetta sitä ennen.

## 9 LIITEET

Tievalaistuksen toimintalinjat (TIEH 1000105-06)



TIEHALLINTO

OHJE

10.1.2006

2431/1999/20/41

VASTAANOTTAJA

Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA

Maantiel 109 §

KORVAA/MUUTTAA

Teiden suunnittelu V 1. Tievalaistus, TIEH 2140004, 1991

Tievalaistuksen käsikirja, TIEH 2140003, 1991

KOHDISTUVUUS

Tiehallinto

VOIMASSA

1.2.2006 alkaen toistaiseksi

ASIASANAT

Tievalaistus, toimintaperiaatteet

---

### Tievalaistuksen toimintalinjat (TIEH 1000105-06)

Tämän julkaisun tarkoituksena on ohjata Tiehallinnon toimintaa tievalaistusasioissa ja yhtenäistää tiepiirien toimintatapoja tievalaistusta koskevilla ratkaisuilla: valaistuksen omistus, rakentaminen, saneeraus ja hoito.

Tässä esitetyt valaistuksen rakentamisperusteet eivät poikkea olennaisesti aikaisemmasta suunnitteluohjeesta eivätkä edellytä huomattavaa valaistuksen lisärakentamista. Lisärakentamiseen vaikuttavat myös käytettävissä olevat resurssit.

Tarkempia ohjeita on julkaisussa Tievalaistuksen suunnittelu, joka korvaa muilta osin vuodelta 1991 peräisin olevat ohjeet.

Johtaja

Aulis Nironen

Kehittämispäällikkö  
Tietekniikka

Kari Lehtonen

TIEDOKSI

Tiensuunnittelukonsultit  
Oppilaitokset  
Suomen Kuntaliitto  
Suomen Valoteknillinen Seura r.y.  
ATP, ATS, PK  
Penttinen, Ijäs, Sääskilahti, Hämäläinen, Lehtonen  
Kirjasto

---

**Sisältö**

1	TIEVALAISTUKSEN OMISTUS	5
2	UUDEN TIEVALAISTUKSEN RAKENTAMINEN	5
3	TIEVALAISTUKSEN TARVE	6
3.1	Kannattavuuslaskennan perusteet	6
3.2	Moottori- ja moottoriliikennetiet	6
3.3	Muut tiet	7
3.4	Kevyen liikenteen tiet	8
3.5	Haittavalo	8
4	TIEVALAISTUKSEN SANEERAUS	9
5	TIEVALAISTUKSEN HOITO	9





## 1 TIEVALAISTUKSEN OMISTUS

Tiehallinnon ja kuntien työnjako maanteiden tievalaistusasioissa perustuu Suomen Kuntaliiton ja Tiehallinnon kesken laadittuun periaatesopimukseen kustannusvastuusta tienpidossa.

Tievalaistuksen valta- ja kantateillä omistaa aina Tiehallinto. Seutu- ja yhdysteillä tievalaistuksen omistus on Tiehallinnolla silloin, kun Tiehallinto pitää tievalaistusta tarpeellisena, lukuun ottamatta asemakaava-alueiden yhdytteitä, joille ei voida asemakaavassa osoittaa liikennealuetta (LT = maantien alue, MRL 83 § 4 mom.). Jos Tiehallinto ei pidä tievalaistusta tarpeellisena, niin seutu- ja yhdysteille rakennetut tievalaistukset omistaa kunta.

Suurin osa nykyisistä tievalaistuksista, jotka täyttävät Tiehallinnon vaatimukset on jo siirretty valtion omistukseen. Mahdollisista uusista kohteista tehdään kunnan aloitteesta omistusoikeuden siirtoa koskeva sopimus. Siinä määritellään noudatettavat ohjeet, asian valmisteluvastuu, valaistuslaitteiden ja -kalusteiden kuntoonpano, vastuu erikoisvalaistusten lisäkustannuksista, yhteiskäytösopimusten käsittely, tarvittavat suoritemäärät sekä kustannukset ja niiden jako ynnä aikataulu.

Tiehallinto ylläpitää valaistuksistaan rekisteriä, josta ilmenee myös valaistuksen ominaisuudet.

## 2 UUDEN TIEVALAISTUKSEN RAKENTAMINEN

Tiehallinto vastaa pääsääntöisesti maanteiden valaistuksen rakentamisesta valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteiden osalta silloin, kun tievalaistus on tarpeellinen liikenneturvallisuuden, alueen muun valaistuksen tai varustelun puolesta. Tähän vaikuttavat Tiehallinnon hankkeiden kiireellisyysjärjestys ja rahoitusmahdollisuudet. Tievalaistushanke voidaan toteuttaa myös yhteistyössä Tiehallinnon ja kunnan välillä tai kokonaan kunnan kustannuksella sopimalla kunnan kanssa. Jos tievalaistus kunnan esityksestä sovitaan rakennettavaksi huomattavasti korkealuokkaisemmaksi kuin Tiehallinnon ohjeiden mukaan tai ympäristö huomioon ottaen on tarpeen, kunta vastaa lisäkustannuksista. Rakentamisesta sovittaessa on myös sovittava valaistuksen omistuksesta ja hoidosta.

### 3 TIEVALAISTUKSEN TARVE

#### 3.1 Kannattavuuslaskennan perusteet

Valaistuksen kannattavuutta laskettaessa hyötyjen tulisi olla vähintään kaksi kertaa rakennus- ja 20 vuoden hoitokustannusten suuruinen, eli HK-suhteen tulisi olla vähintään 2. Tätä periaatetta on noudatettu laadittaessa taulukkoa 1. Perusteena on se, että valaistuksen rakentamisella Tiehallinto sitoutuu valaistuksen hoitoon ja saneeraukseen 20...40 vuodeksi, jolloin suurin osa kustannuksista syntyy vasta myöhemmin tulevaisuudessa. Rakentamisesta päätettäessä ei tiedetä tulevaa sähkön hintaa eikä valaistuksen käyttöön tulevaisuudessa käytettävissä olevaa rahoitusta.

Kannattavuuslaskelmista riippumatta aina valaistaan

- tunnelit,
- lossi- ja lauttalaiturit,
- avattavat sillat ja
- raja-asetat.

Lisäksi tietyypeittäin valaistaan seuraavissa luvuissa esitetyt kohteet.

#### 3.2 Moottori- ja moottoriliikennetiet

Normaalisti valaistaan tien ajorata

- a. Moottoritien aloituskohdassa
- b. Kaupunkimoottoritiellä
- c. Osuudella, joilla liittymien nokkaväli on alle 2000 m
- d. Alle 1500 m valaisemattomat osuudet kahden valaistun osuuden välissä
- e. Osuudella, jolla liikennemäärä ylittää taulukossa 1 annetun arvon
- f. Osuudella, jolla liikennemäärä on vähintään 60 % taulukon arvosta, mutta erityiset syyt (viereisen alueen häiritsevä valaistus, tienvarsiasutus, huono linja ja tasaus, kapeneva tienkohta tms.) puoltavat valaisemista tai arvioinnissa halutaan ottaa huomioon ajomukavuus.
- g. Valaistun moottori- ja moottoriliikennetien eritasoliittymän rampit ja risteävä tie sekä levähdys- ja palvelualueet. Valaisemattomalla moottori- ja moottoriliikennetiellä valaistaan rampit ja risteävä tie sekä moottoriliikennetiellä myös päätien ajorata nokkapituuden osalla.

### 3.3 Muut tiet

Normaalisti valaistaan

- a. Maantiet asemakaava-alueella ja taajamarakenteessa olevat valta- ja kantatiet
- b. Alle 500 m pituiset valaistujen osuuksien tai valaistujen liittymien väliset osuudet
- c. Vilkasliikenteisten valta- ja kantateiden keskinäiset liittymät rampeineen sekä muut tärkeät liittymät (vilkasliikenteiselle tielle, sairaalaan, kouluun tms.)
- d. Liikennevaloilla ohjatut liittymät ja kiertoliittymät sekä korokkeella kanavoidut liittymät
- e. Keskikaiteen tai kaksiajorataisen osuuden aloituskohdat
- f. Osuudet, joilla kevyt liikenne on runsasta tai vieressä alle 8 m päässä on säännöllisesti koulu- tai työmatkoihin käytettävä kevyen liikenteen väylä.
- g. Osuudet, joilla kevyt liikenne on runsasta, mutta kevyen liikenteen väylää ei voida rakentaa
- h. Osuudet, joilla liikennemäärä ylittää taulukossa 1 annetun arvon
- i. Osuudet, joilla liikennemäärä on vähintään 60 % taulukon 1 arvosta, mutta erityiset syyt (huono linja ja tasaus, kapeus, useat suojatiet, häiritsevä sivuvalo, läheinen päiväkotitai koulu tms.) puoltavat valaisemista tai kannattavuuslaskelmassa halutaan ottaa huomioon ajomukavuus.

*Taulukko 1: Liikennetaloudellisesti kannattavan tievalaistuksen liikennemäärät. Liikennemääränä käytetään 10 vuoden kuluttua vallitsevaa ennustettua liikennemäärää.*

Tieluokka	KVL (ajon/d)		
Moottoritie			
- keskikaista > 12 m	40 000		
- keskikaista < 12 m	18 000		
Moottoriliikennetie	13 000		
Perusverkon tiet	Liittymätiheys (kpl/km)		
	0	2	5
Keskikaiteellinen tie	12 000	10 000	8 000
Muut päätiet			
- vain autoliikenne	8 000		
- sekaliikenne	6 000		
Muut maantiet			
- sekaliikenne	5 000		
		5 000	3 000

Taulukon 1 liikennemäärät perustuvat tieluokkien keskimääräiseen onnettomuusasteeseen, joka on esitetty taulukossa 2. Jos 5 vuoden keskimääräinen onnettomuusaste poikkeaa huomattavasti taulukossa 2 esitetystä, voidaan liikennemäärärajoina käyttää todellisen ja keskimääräisen onnettomuusasteen suhteella korjattuja liikennemäärärajoja.

Taulukko 2. Taulukkoa 1 laskettaessa käytetyt keskimääräiset onnettomuusasteet.

Tieluokka	Keskikaista, liittymät	Onn.aste (onn./milj.ajon.km)
Moottoritiet	keskikaista > 12 m	5,5
	keskikaista < 12 m	7
Moottoriliikennetiet		8
Keskikaiteellinen tie		8
Muut päätiet	liittymiä 2 kpl / km	10
	liittymiä 5 kpl / km	15
Muut maantiet	liittymiä 2 kpl / km	12
	liittymiä 5 kpl / km	20
Taajamatiet		20...40

### 3.4 Kevyen liikenteen tiet

Yleensä kevyen liikenteen väylä sijoitetaan niin lähelle autoliikenteen ajorataa, että kumpikin voidaan valaista samalla valaistuksella. Maantien kevyen liikenteen väylä tai sellaisena toimiva rinnakkaistie valaistaan erikseen osuudella, jolla autoliikenteen ajoradan valaistus ei valaise riittävästi kevyen liikenteen väylää. Erillistä valaistusta ei kuitenkaan tarvita, jos kevyt liikenne on vähäistä tai painottuu lähinnä kesä- ja päiväsaikaan.

Erikseen valaistun kevyen liikenteen väylän tai rinnakkaistien valaistus ei saa haitata päätien optista ja visuaalista ohjausta. Siksi erillinen valaiseminen ennen autoliikenteen ajoradan valaisemista tulee harvoin kysymykseen.

Pimeänä aikana käytettävät alikulkukäytävät valaistaan aina. Kevyen liikenteen väylien alikulkukäytävien valaistuksen tulee toimia myös päivisin, kun käytävän pituus on vähintään kuusi kertaa leveys tai yli 25 m.

### 3.5 Haittavalo

Tiehallinto pyrkii vähentämään tienvarsikiinteistöiltä peräisin olevaa tieliikennettä haittaavaa sivuvaloa.

## 4 TIEVALAISTUKSEN SANEERAUS

Kaikki yli 20 vuotta vanhat tievalaistukset tarkastetaan ja niiden saneeraustarpeet todetaan. Uudempienkin valaistuksien osalta todetaan törmäysturvallisuus.

Tievalaistuksen saneeraus tulee kysymykseen, kun :

- valaistustaso on liian alhainen tieluokkaan nähden
- valaistus kuluttaa energiaa selvästi enemmän kuin nykyaikainen valaistus
- lamput ovat lyhytikäisempiä kuin vastaavat uudet tai valaisin on vikaherkkä
- tietä levennetään tai siirretään tai tielle tehdään kevyen liikenteen väylä
- pylvääät eivät ole törmäysturvallisia
- halutaan erilainen ulkonäkö tai ilmajohdoista halutaan luopua.

Saneeraus tarkoittaa koko valaistuksen uusimista tai pienempiä valaisimeen, pylvääseen tms. kohdistuvia parannuksia.

Valaisinpylvääät tulee muuttaa törmäysturvallisiksi vilkasliikenteisillä teillä (KVL > 800 ajon/d), joilla nopeusrajoitus on suurempi kuin 40 km/h, ellei pylväiden huono kunto ole esteenä tai kun pylvääät ovat kaiteen tai sivuojan takana.

## 5 TIEVALAISTUKSEN HOITO

Himmentäminen tulee kysymykseen, kun

- ajorata on pitkähkön ajan luminen
- valaistus on rakennettu viihtyvyyden eikä liikenneturvallisuuden perusteella.

Valaistuksen yösammutus tulee kysymykseen, kun

- valaistus on rakennettu viihtyvyyden eikä liikenneturvallisuuden perusteella.

Osittainen tievalaistuksien sammuttaminen voi myös tulla harkintaan taloudellisista syistä, jos energiakustannukset vielä kasvavat.

ISBN 951-803-552-0  
TIEH 2100034-06