



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
33/2023

Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 20.6.2023



*Kannen kuva: Valtatien 4 ja maantien 632 eritasoliittymä, Jyväskylän lentoasema,
Tikkakoski, A-Insinöörit Civil Oy, 2023*

Verkkojulkaisu pdf (www.vayla.fi)



Väylävirasto Trafikledsverket

Ohje

20.6.2023

VÄYLÄ/4372/06.04.01/2023

Vastaanottaja
Väylävirasto: väylien suunnittelu, väylänpito,
ELY-keskukset

Korvaa
Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015
RATO 16 muutokset 15.3.2021
Puunlastausalueiden valaistus 2.2.2018

Säädösperusta
Laki Väylävirastosta 2.1 §

Voimassa
1.7.2023 alkaen

Väylämuoto
tiet, rautatiet

Kohdistuvuus
suunnittelu

Asiasanat
tievalaistus, tunnelivalaistus, rautatiealueiden valaistus

Käyttäjärühmät
suunnittelijat

Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 20.6.2023

Tätä ohjetta noudatetaan arvioitaessa maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen tarvetta, laatua ja kannattavuutta. Lisäksi tätä ohjetta noudatetaan suunniteltaessa maantie- ja rautatiealueiden uutta valaistusta, valaistuksen parantamista ja valaistuksen käyttöä. Ohje soveltuu käytettäväksi laatuvaatimuksena, kun rakennusurakka sisältää suunnittelun.

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö

Minna Torkkeli

Tieliikennejohtaja

Jarmo Joutsensaari

Rautatiejohtaja

Jukka Ronni

Asiantuntija, tietekniikka

Kari Laakso

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietoimintojen osalta.

Voit antaa palautetta ohjeesta ohjeen yhteyshenkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan (teknisetjaturvallisuus-ohjeet@vayla.fi).

LISÄTIETOJA

Kari Laakso

Väylävirasto

PL 33, 00521 Helsinki
Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000

etunimi.sukunimi@vayla.fi
kirjaamo@vayla.fi
www.vayla.fi

Esipuhe

Tämän ohjeen tarkoituksena on ohjeistaa valtion maantie- ja rautatiealueilla sijaitsevien valaistuksien suunnittelua ja varmistaa tuotettujen valaistussuunnitelmien yhtenäinen laatutaso sekä sisältö. Ohjetta käytetään myös maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen tarpeen, laadun ja kannattavuuden arvioimiseen.

Tämän ohjeen lähtökohtina ovat olleet Väyläviraston julkaisu *Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015* sekä valaistus- ja sähköalan standardit.

Tämä ohje korvaa Väyläviraston julkaisut:

- *Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015*
- valaistuksen osalta: *RATO 16 muutokset 15.3.2021: Matkustajalaiturin perustaminen ja asema-alueen valaistus*
- *Puunlastausalueiden valaistus 2.2.2018.*

Ohjeessa esitettyjen standardien, ohjeiden tai julkaisujen osalta noudatetaan aina kyseisen asiakirjan uusinta versiota tai kyseisen asiakirjan korvannutta versiota.

Tämän ohjeen laatimista on ohjannut seuraava työryhmä:

Kari Lehtonen	Väylävirasto
Kari Laakso	Väylävirasto
Kari Korpela	Väylävirasto
Kyösti Reinikka	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Mikko Laitinen	Pohjois-Savon ELY-keskus
Kai Tamppinen	Keski-Suomen ELY-keskus

Ohjeen on laatinut konsultin edustajana Aleksanteri Ekrias, A-Insinöörit Civil Oy. Työhön on lisäksi osallistunut rautatiealueiden valaistuksen asiantuntijana Mika Saari ja tunnelivalaistuksen asiantuntijana Martti Paakkinen A-Insinöörit Civil Oy:ltä. Tievalaistuksen ja risteyssillan valaistuksen rakentamissuunnitelman mallisuunnitelmat on laatinut Tomi Eskelinen, A-Insinöörit Civil Oy. Ohjeluonnoksista pyydettiin kommentteja Väyläviraston ja ELY-keskusten asiantuntijoilta sekä suunnittelijakonsulteilta.

Helsingissä kesäkuussa 2023

Väylävirasto
Tekniikka ja ympäristö / Tie- ja geotekniikka

Sisältö

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Ohjeen merkittävimmät muutokset	8
1.2	Valaistuksen suunnitteluun liittyvät ohjeet	9
1.3	Termit ja määritelmät.....	10
2	TIEVALAISTUKSEN TARVE.....	11
2.1	Tievalaistuksen vaikutukset	11
2.1.1	Tievalaistuksen päätehtävät.....	11
2.1.2	Havaitseminen tievalaistuksessa.....	11
2.1.3	Tievalaistuksen vaikutukset liikenneturvallisuuteen.....	12
2.1.4	Tievalaistuksen kannattavuus.....	13
2.2	Valaistavat kohteet.....	14
2.2.1	Moottoritiet ja moottoriliikennetiet.....	14
2.2.2	Muut tiet	15
2.2.3	Jalankulku- ja pyörätiet	16
2.2.4	Maantietunnelit.....	16
2.2.5	Yksityistiet ja kadut	17
2.3	Tievalaistuksen purku.....	17
2.4	Tievalaistuksen uudelleenrakentaminen ja valaisinvaihdot	17
2.5	Tievalaistuksen siirto	18
3	VALAISTUSTEKNILLISET VAATIMUKSET	20
3.1	Valaistusteknilliset suureet.....	20
3.1.1	Termit, määritelmät ja suureiden laskentaperiaatteet	20
3.1.2	Keskimääräinen luminanssi L_m	20
3.1.3	Luminanssin yleistasaisuus U_o	20
3.1.4	Luminanssin pitkittäistasaisuus U_l	20
3.1.5	Estohäikäisy f_{TI}	20
3.1.6	Vierialueen valaistusvoimakkuus R_{EI}	22
3.1.7	Vaakatason valaistusvoimakkuus E_h	22
3.1.8	Pystytason valaistusvoimakkuus E_v	22
3.1.9	Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus U_{oi}	22
3.1.10	Valaistusvoimakkuuden tasaisuus U_d	23
3.1.11	Häikäisynluokitusluku R_G	23
3.1.12	Valovoima I	23
3.1.13	Valovirta Φ	23
3.1.14	Ylöspäin suuntautuvan valovirran osuus R_{UL}	23
3.1.15	Värintoistoindeksi R_a	24
3.1.16	Väriämpötila.....	24
3.2	Valaistusluokat.....	24
3.2.1	M-valaistusluokat	24
3.2.2	C-valaistusluokat	25
3.2.3	P-valaistusluokat	26
3.3	Valaistusluokan valinta	28
3.3.1	Autoliikenteen valaistusluokat	28
3.3.2	Jalankulku- ja pyöräilyalueet	33
3.3.3	Ulkotyöalueet.....	39
3.3.4	Urheilualueet	39
3.3.5	Satama-alueet ja laiturit	39
3.3.6	Raja-asetat	40

3.4	Valolajin valinta	40
3.5	Valaistusteknilliset laskennat.....	42
3.6	Alenemakertoimen valinta	45
3.7	Päällystetyypin valinta	46
3.8	Häiriövalo	49
3.9	Itsevalaisevat mainokset	51
4	VALAISTUSPERIAATTEET	52
4.1	Valaistusratkaisun valinta	52
4.1.1	Kokonaistaloudellisen vaihtoehdon valinta	52
4.1.2	Urakoissa käytettävät vaatimukset	53
4.2	Valaistustyytit	53
4.2.1	Valaistustyytin valinta	53
4.2.2	Pylväs- ja johtotyytin sekä pylvään törmäysturvallisuusluokan valinta	54
4.2.3	Asennuskorkeuden valinta	55
4.2.4	Valaisinvarren valinta	56
4.2.5	Valaistusratkaisuesimerkkejä eri tieluokille	57
4.3	Vähäliikenteiset tiet.....	64
4.4	Liittymät.....	65
4.4.1	Yleiset suunnitteluperiaatteet.....	65
4.4.2	Tasoliittymät.....	65
4.4.3	Kiertoliittymät	67
4.4.4	Eritasoliittymät.....	70
4.5	Ohituskaistatiet ja keskikaidetiet	76
4.6	Liikennemerkkit	76
4.7	Erikoiskuljetusten reitit	76
4.8	Erikoisvalaistus	77
5	TIEVALAISTUKSEN OHJAUS.....	79
5.1	Tievalaistuksen ohjausjärjestelmä	79
5.2	Tievalaistuksen ohjausperiaatteiden valinta	82
5.2.1	Uudisrakentaminen	82
5.2.2	Uudelleenrakentaminen ja valaisinvaihdot.....	83
5.2.3	Nykyinen valaistus.....	83
5.3	Tievalaistuksen ohjaus liikenne- tai kelitiedon tai sijainnin mukaan.....	83
5.3.1	Ennakkoon ohjelmoitu liitäntälaitteiden ohjaus.....	83
5.3.2	Kohdekohtainen liikennemäärään tai tienkäyttäjän läsnäoloon perustuva ohjaus	84
5.3.3	Liittymäalueiden, tasoristeyksien ja suojateiden ohjaus.....	85
5.3.4	Lumisuuteen perustuva ohjaus.....	86
5.3.5	Ohjaus sähköpulan aikana	87
5.3.6	Ohjaus päällysteen ollessa märkä	87
5.4	Yösammutus.....	87
5.4.1	Lähtökohdat ja perusteet.....	87
5.4.2	Yösammutuskohteiden valinta.....	88
5.5	5G-verkko ja piensolutukiasemat.....	89
6	VALAISTUSLAITTEET	90
6.1	Tievalaistuksen valaistuslaitteet	90
6.2	Jalustat	90
6.3	Pylväät.....	93
6.3.1	Vaatimukset.....	93

6.3.2	Optinen ohjaus ja ulkonäkö	95
6.3.3	Pylvään sijainti	96
6.3.4	Harukset ja tuet	99
6.4	Valaisimet.....	100
6.4.1	Valolajit	100
6.4.2	Valaisimen valinnan periaatteet.....	100
6.4.3	Valonjako-ominaisuudet	102
6.4.4	Valaisimen sijainti.....	102
6.5	Kaapelinsuojaputket	103
6.6	Maakaapelit ja ilmajohdot.....	103
6.6.1	Johtoverkko	103
6.6.2	Maakaapelit	104
6.6.3	Ilmajohdot.....	104
6.6.4	Valaisinjohdot	105
6.7	Tievalaistuskeskukset	105
6.7.1	Tievalaistuskeskuksen suunnittelu	105
6.7.2	Tievalaistuskeskuksen sijainti	106
6.8	Sähköverkon suunnittelu	106
6.8.1	Tievalaistuksen sähköverkon suunnittelu	106
6.8.2	Ylikuormitussuojaus	107
6.8.3	Jännitteenalenema	108
6.8.4	Ylijännitesuojaus	108
6.8.5	Oikosulku- ja vikasuojaus	109
6.8.6	Maadoitukset	110
6.9	Silta- ja sillanalausvalaistukset	112
6.10	Linja-autopysäkkien katosvalaistukset ja muut sähkölaitteet	113
7	KUSTANNUKSET	114
7.1	Taloudellisuustarkastelujen tarve	114
7.2	Rakennuskustannukset.....	115
7.2.1	Pituusyksikön rakennuskustannukset	115
7.2.2	Alueen rakennuskustannukset.....	116
7.3	Käyttö- ja hoitokustannukset	116
7.3.1	Pituusyksikön käyttö- ja hoitokustannukset	116
7.3.2	Alueen käyttö- ja hoitokustannukset.....	118
7.3.3	Käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvo	119
7.4	Nykyarvomenetelmä.....	120
7.5	Esimerkki taloudellisuustarkastelusta	120
8	VALAISTUSSUUNNITELMAT	123
8.1	Eriasteiset valaistussuunnitelmat	123
8.2	Tievalaistuksen kehittämissuunnitelma	123
8.2.1	Tarkoitus	123
8.2.2	Lähtötiedot	124
8.2.3	Sisältö	124
8.2.4	Käsittely ja hyväksyminen.....	125
8.2.5	Seuranta.....	125
8.3	Tien yleissuunnitelman valaistustiedot	125
8.3.1	Tarkoitus	125
8.3.2	Lähtötiedot	125
8.3.3	Laatiminen.....	125
8.3.4	Sisältö	125
8.3.5	Käsittely ja hyväksyminen.....	126

8.4	Tiesuunnitelman valaistustiedot	126
8.4.1	Tarkoitus	126
8.4.2	Suunnitteluperusteet-asiakirja	126
8.4.3	Laatiminen.....	127
8.4.4	Sisältö	127
8.4.5	Käsittely ja hyväksyminen.....	128
8.5	Tievalaistuksen rakentamissuunnitelma	129
8.5.1	Tarkoitus	129
8.5.2	Suunnitteluperusteet-asiakirja	129
8.5.3	Laatiminen.....	129
8.5.4	Sisältö	132
8.5.5	Käsittely ja hyväksyminen.....	134
8.6	Toteutusvaiheen dokumentointi	135
8.6.1	Aineistojen tiedonhallinta.....	135
8.6.2	Tarkastukset.....	135
8.6.3	Valaistusteknilliset mittaukset	135
8.6.4	Valokuvat	135
8.6.5	Luovutusaineisto	136
9	MAANTIETUNNELIT	137
9.1	Tunnelivalaistuksen tarve	137
9.2	Yleiset periaatteet	137
9.2.1	Tunnelivalaistuksen tarkoitus	137
9.2.2	Havaitseminen tunnelivalaistuksessa	138
9.2.3	Tunnelivalaistuksen alueet.....	138
9.2.4	Tunnelin pituuden ja suuntauksen vaikutus valaistusteknillisiin vaatimuksiin	140
9.3	Pitkän tunnelin normaalivalaistus	142
9.3.1	Valoisan ajan valaistus	142
9.3.2	Pimeän ajan valaistus.....	149
9.4	Lyhyen tunnelin normaalivalaistus.....	149
9.4.1	Valoisan ajan valaistus	149
9.4.2	Pimeän ajan valaistus.....	150
9.5	Lähestymis- ja poistumisalueen valaistus valaisemattomalla tiellä.....	151
9.6	Pysähtymistaskujen valaistus	151
9.7	Valaistusteknilliset laskennat.....	151
9.8	Varavalistus	152
9.9	Evakuointivalaistus.....	152
9.9.1	Evakuointivalaistuksen tarkoitus.....	152
9.9.2	Poistumisreitit	153
9.9.3	Poistumisopasteet ja ledinauhat	153
9.9.4	Poistumisovet	155
9.9.5	Yhdyskäytävät ja pelastustunnelit.....	156
9.9.6	Hätäasemien valaistus	156
9.10	Erikoisvalaistus	156
9.11	Tunnelivalaistuksen ohjaus	156
9.11.1	Tunnelivalaistuksen ohjaus	156
9.11.2	Tunnelivalaistuksen ohjauksen vikatilanteet	158
9.11.3	Himmennys hiljaisen liikenteen aikana	158
9.12	Tunnelivalaisimet	158
9.13	Kannatinrakenteet.....	159
9.14	Liikennemerkkit	159
9.15	Sähköverkon suunnittelu	159

9.16	Auringon aiheuttama häikäisy	160
10	RAUTATIEALUEET	161
10.1	Valaistavat alueet ja kohteet.....	161
10.1.1	Rautatiealueiden pääryhmät	161
10.1.2	Matkustaja-alueet	161
10.1.3	Ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet	161
10.1.4	Junien huolto- ja järjestelyratapihat	162
10.1.5	Rautatietunnelit	162
10.2	Valaistusteknilliset vaatimukset	162
10.2.1	Yleiset perusteet	162
10.2.2	Matkustaja-alueet	163
10.2.3	Ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet	165
10.2.4	Junien huolto- ja järjestelyratapihat	168
10.2.5	Rautatietunnelit	169
10.2.6	Tasoristeykset.....	169
10.2.7	Valaistusteknilliset laskennat	169
10.3	Valaistusperiaatteet.....	170
10.3.1	Valaistusratkaisun valinta.....	170
10.3.2	Matkustaja-alueet	171
10.3.3	Ratapihat.....	171
10.4	Rautatiealueiden valaistuksen ohjaus	172
10.4.1	Matkustaja-alueet	172
10.4.2	Ratapihat.....	173
10.4.3	Rautatietunnelit	173
10.5	Valaistusrakenteet	173
10.5.1	Jalustat	173
10.5.2	Pylväät	174
10.5.3	Mastot.....	175
10.5.4	Kiinnitykset sähkörakenteisiin.....	175
10.5.5	Valaisimet.....	175
10.5.6	Valaistuskeskukset	177
10.5.7	Maadoitukset	177
10.6	Sähköverkon suunnittelu	177
10.7	Valaistussuunnitelmat.....	178
10.8	Toteutusvaiheen valaistusteknilliset mittaukset	178

LIITTEET

Liite 1	Tievalaistuksien ohjaustaulukko
Liite 2	Tievalaistuksen piirustusmerkinnät
Liite 3	Tievalaistuksen rakentamissuunnitelman mallisuunnitelma
Liite 4	Risteyssillan valaistuksen rakentamissuunnitelman mallisuunnitelmat

1 Johdanto

1.1 Ohjeen merkittävimmät muutokset

Ohje poikkeaa aikaisemmasta vuoden 2015 julkaisusta erityisesti seuraavien asioiden osalta:

- Tiealueiden valaistavat kohteet on tarkistettu.
- Konfliktialueiden sekä jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistusluokkiin on lisätty vaatimus estohäikäisylle.
- Jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistusluokkiin on lisätty valaistusvoimakkuuden yleistasaisuuden vaatimus.
- Valaistusluokkien valintaa on päivitetty sekä teiden että katujen osalta.
- Pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueille on esitetty omat A-valaistusluokat standardiluonnoksen *prEN 12464-2* mukaisesti.
- Ohjeen päivityksessä on otettu paremmin huomioon pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden tarpeet ohjeistamalla laajemmin ja monipuolisemmin jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistusluokkien valintaa.
- Alikulkukäytävien valaistusluokkien valintaa on päivitetty ja alikulkukäytävien valoisan ajan valaistuksen tarpeen määrittelyä on uudistettu.
- Suojateiden valaistuksen ohjeita on päivitetty ja suojateiden erilliselle valaistukselle on esitetty uusi laskentamenetelmä sekä uudet valaistusteknilliset vaatimukset.
- Valolajien valintaa on päivitetty tie-, katu- ja rautatiealueiden osalta.
- Alenemakertoimen valintaa on päivitetty vastaamaan Väyläviraston ohjetta *Ledivalaisimien laatuvaatimukset*.
- Valaistusteknillisissä laskennoissa käytettävät päällystetyypit on päivitetty vastaamaan Suomessa vuonna 2017 tehtyjen päällysteiden valonheijastusominaisuuksien mittauksien tuloksia.
- Ohjeeseen on päivitetty häiriövaloluokat ja niiden raja-arvot standardiluonnoksen *prEN 12464-2* sekä nykyisten kansainvälisten suositusten mukaisiksi.
- Valaistusratkaisujen valinnan ohjeistusta on päivitetty ja laajennettu koskemaan valaistustyyppejä, pylväs- ja johtotyyppejä, valaisimien asennuskorkeuksia sekä valaisinvarsien pituuksia.
- Tievalaistuksen ohjausperiaatteet on uusittu kokonaan vastaamaan valtion nykypäivän tarpeita. Myös tievalaistuksien ohjaustaulukkoa on yksinkertaistettu mm. rakentamisen ja kunnossapidon helpottamiseksi.
- Ohje on yhteensovitetty *InfraRYL:n* uuden päivitetyn jakson *33600 Valaistusrakenteet* laatuvaatimusten kanssa.
- Taloudellisuustarkastelut on päivitetty koskemaan pelkästään ledivalaistuksia.
- Eriasteisten valaistussuunnitelmien ohjeistus on yhteensovitetty maantien eri suunnitelmatasoja koskevien Väyläviraston ohjeiden kanssa.
- Ohjeen liitteeksi on laadittu uusi malli tievalaistuksen rakentamissuunnitelmasta sisältäen kaikki siihen kuuluvat suunnitelma-asiakirjat.
- Ohjeen yhteydessä on päivitetty malli tievalaistuksen työkohtaisista laatuvaatimuksista sekä luotu mallit asiakirjaluettelosta, valaisinpylväs- ja jalustaluettelosta, valaisinluettelosta, suojaputkiluettelosta sekä määräluettelosta valaistussuunnittelijoiden ja tilaajan käyttöön.

- Tunnelivalaistuksen periaatteet on harmonisoitu muiden Pohjoismaiden periaatteiden kanssa. Lyhyen tunnelin valaistuksen periaatteita on uusittu merkittävästi liikenneturvallisuuksista. Tunnelivalaistuksen suunnittelun ohjeistusta on laajennettu, jotta se voisi palvella paremmin suunnittelijoiden tarpeita.
- Rautatiealueiden valaistuksen vaatimuksia on päivitetty päivityksessä olevan standardiluonnoksen *prEN 12464-2* pohjalta. Ohje on laadittu siten, että se korvaa valaistuksen osalta julkaisun *RATO 16 muutokset 15.3.2021: Matkustajalaiturin perustaminen ja asema-alueen valaistus* ja korvaa kokonaan julkaisun *Puunlastausalueiden valaistus 2.2.2018*. Lisäksi ohjetta on yhteensovitettu muiden ratateknisten ohjeiden (RATO) kanssa.

1.2 Valaistuksen suunnitteluun liittyvät ohjeet

Tässä luvussa on kuvattu lyhyesti keskeisimmät maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelussa huomioon otettavat Väyläviraston ohjeet ja muut julkaisut.

Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset*.

Valaisimien laatuvaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset*.

Väyläviraston ohjeessa *Tie- ja tunnelivalaisimien tarkastus* on kuvattu, miten arvioidaan, täyttääkö maanteillä käytettäväksi tarkoitettu tie- tai tunnelivalaisin ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* esitetyt vaatimukset.

Liikennemerkkien, portaalien ja tievalaistuksen yhteensovittamista on käsitelty Väyläviraston ohjeessa *Liikennemerkkien rakenne ja pystytys*.

Väyläviraston ohjeessa *Sillat ja ympäristö* on käsitelty siltarakenteiden valaistamista.

Valaistusrakenteet asennetaan *InfraRYL:n* ja tilaajan valaistussuunnitelman työkohtaisten laatuvaatimusten mukaisesti. Valmistajat antavat täydentäviä asennusohjeita.

Valtion omistaman tievalaistusverkon kartoituksen ja digitoinnin laatuvaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tievalaistusverkon kartoitus ja digitointi*.

Tien suunnitelmien toimintaohjeita ja suunnitelmien laatimiseen sisältyviä tehtäviä on esitetty Väyläviraston ohjeissa *Yleissuunnittelu. Toimintaohjeet, Tiesuunnitelma – Toimintaohjeet* ja *Tien rakentamissuunnitelma – Toimintaohjeet*.

Tien suunnitelmien sisältöjä ja esitystapoja on ohjeistettu Väyläviraston ohjeissa *Yleissuunnittelu. Sisältö ja esitystapa, Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat – Sisältö ja esitystapa* ja *Tien rakentamissuunnitelma – Sisältö ja esitystapa*.

Asemakaava-alueen ulkopuolella tienvarsimainontaa säätelee Liikenne- ja viestintäviraston Traficomilta antama *määräys tienvarsimainonnasta ja -ilmoittelusta*.

Ohjeet valaistusteknillisten laadunvalvontamittausten suorittamiseksi on annettu Väyläviraston ohjeessa *Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset*.

Maantietunneleiden turva- ja viestintäjärjestelmien suunnittelua on ohjeistettu Väyläviraston ohjeessa *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje*.

Ratatekniset ohjeet on esitetty Väyläviraston *RATO-sarjassa*. Rautatiealueiden valaistuksen sähköverkon suunnittelua on ohjeistettu Väyläviraston ohjeessa *Radan laittilojen sähköliittymien hankinta ja tekninen toteuttaminen*.

1.3 Termit ja määritelmät

Valaistusteknillisten termien määritelmät ja symbolit on esitetty kohdassa 3.1. Ta-loudellisuustarkasteluissa käytetyt termit ja määritelmät on käsitelty kohdassa 7.

2 Tievalaistuksen tarve

2.1 Tievalaistuksen vaikutukset

2.1.1 Tievalaistuksen päätehtävät

Tievalaistuksen päätehtävänä on liikenneturvallisuuden parantaminen. Tievalaistuksen muita vaikutuksia ovat:

- vastaantulevien ajoneuvojen ajovalojen ja muiden alueella esiintyvien valonlähteiden aiheuttaman häikäisyn vähentäminen
- ajoneuvoliikenteen sujuvuuden parantaminen
- ajoneuvoliikenteen palvelutason parantaminen
- ajomukavuuden parantaminen
- liikenneympäristön hahmottamisen helpottaminen
- optisen ohjauksen parantaminen ja suunnistamisen helpottaminen
- tiealueen yleisen turvallisuuden lisääminen.

Taajaman ulkopuolella olevat tiealueet valaistaan pääasiassa tienkäyttäjien havaitsemistarpeiden mukaisesti. Tällöin tievalaistuksen ensisijaisena tarkoituksena on liikenneturvallisuuden parantaminen ja vastaantulevien ajoneuvojen aiheuttaman häikäisyn vähentäminen.

Taajamassa sijaitsevan tien ympäristö on valaistuksen kannalta huomattavasti monimutkaisempi ja haastavampi kuin taajaman ulkopuolella sijaitsevan tien ympäristö. Taajamaympäristöissä on monia valaistavia pintoja ja kohteita sekä useita erilaisia tienkäyttäjiä ja havaitsojia. Taajamassa tievalaistuksen tarkoituksena on liikenneturvallisuuden parantamisen lisäksi parantaa ajoneuvoliikenteen sujuvuutta ja yleistä turvallisuuden tunnetta sekä helpottaa liikenneympäristön hahmottamista ja alueella suunnistamista.

Tievalaistuksen vaikutus ajonopeuksiin on riippuvainen valaistun tieosan pituudesta, liikennemäärästä, tieluokasta, raskaiden ajoneuvojen osuudesta ja nopeusrajoituksesta. Pääteillä valaistuksen rakentamisella ei ole todettu olevan ajonopeuksia merkittävästi nostavia vaikutuksia. Tievalaistuksen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin on käsitelty Väyläviraston selvityksessä *Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin*.

Valolla on myös haitallisia vaikutuksia. Näitä on käsitelty tarkemmin kohdassa 3.8.

2.1.2 Havaitseminen tievalaistuksessa

Tievalaistuksen on oltava laadultaan sellainen, että tienkäyttäjä havaitsee ajoissa tiellä tai sen välittömässä läheisyydessä olevan esteen tai kohteen, sekä saa oikean käsityksen omasta asemastaan, liikkeestään ja nopeudestaan tiehen sekä muihin tienkäyttäjiiin verrattuna. Lisäksi tienkäyttäjän on saatava oikea kuva tiestä ja sen jatkuvuudesta. Tievalaistus ei saa häiritä tienkäyttäjän suoritusta, rajoittaa oleellisen informaation näkymistä tai aiheuttaa epämukavuutta.

Jalankulku- ja pyöräliikenteen valaistusvaatimuksissa otetaan huomioon myös autoilijoiden tarve nähdä jalankulkijat ja pyöräilijät.

Tiellä tai sen välittömässä läheisyydessä sijaitsevan kohteen voi havaita silloin, kun taustan ja kohteen välillä on riittävä luminanssikontrastiero. Myös värikontrasteilla on vaikutusta kohteiden, erityisesti jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden havaitsemiseen, jos valonlähteen värintoisto-ominaisuudet ovat hyvät.

Tievalaistuksessa tiellä sijaitsevat esteet ja kohteet näkyvät yleensä tummana vaaleata taustaa vasten, tievalaisimien valaistessa suuremmaksi osaksi tienpintaa ja vähemmän pystysuoria pintoja. Ajoneuvojen valot valaisevat esteiden ja kohteiden pystypintoja, jolloin ne erottuvat yleensä vaaleana tummaa taustaa vasten.

Suurin osa tievalaistusta koskevista tutkimuksista on tehty käyttämällä nuoria koehenkilöitä (usein ikäryhmässä 20...30 vuotiaat), joilla on normaali näöntarkkuus ja näkökenttä. Ihmisen silmässä tapahtuu kuitenkin useita ikään liittyviä muutoksia, jotka vaikuttavat negatiivisesti havaitsemiseen tievalaistuksessa. Neurologiset ikään liittyvät muutokset esiintyvät yleensä yli 60 vuotiailla. Muutokset liittyvät silmän tehokkuuteen muuntaa valoa sähköisiksi hermoston signaaleiksi ja kykyyn kuljettaa nämä signaalit kohti näköaivokuorta. Silmän optisilla muutoksilla on negatiivisia vaikutuksia ihmisen havaitsemiseen jo paljon ennen 60 vuoden ikää. Pupillin enimmäishalkaisija pienenee iän myötä, mikä vähentää silmän verkkokalvolle tulevan valon kokonaismäärää. Ihmissilmän mykiön kellastuminen, joka alkaa jo ennen 20 vuoden ikää, vähentää mykiön valon läpäisevyyttä erityisesti lyhyiden aallonpituuksien alueella. Pupillin koon pienenemisen ja mykiön kellastumisen yhteisvaikutus voi vähentää 65-vuotiaan ihmisen verkkokalvolle saapuvaa valoa peräti yli 70 % ledivalaistuksessa, jonka värilämpötila on 4 000 K. Myös kuljettajan kokemus esto- ja kiusahäikäisy kasvaa iän myötä johtuen mm. mykiön sumentumisesta ja valon suuremmasta sironnasta. Ikään liittyvät muutokset vaihtelevat kuitenkin hyvin paljon eri yksilöiden välillä.

2.1.3 Tievalaistuksen vaikutukset liikenneturvallisuuteen

Onnettomuusaste eli onnettomuuksien lukumäärä ajettuja ajoneuvokilometrejä kohti on suurempi pimeänä aikana kuin valoisana aikana. Sama koskee jalankulkijan ja pyöräilijän riskiä joutua liikenneonnettomuuteen. Vaikka väsymys ja päihteet ovat merkittäviä lisäsyitä onnettomuusasteen kasvuun, ratkaisevin tekijä on kuitenkin pimeys. Kuljettajien ja muiden tienkäyttäjien käyttäytymiseen ja suoriutumiskykyyn voidaan vaikuttaa merkittävästi valaisemalla tie.

Maanteillä pimeän ajan liikenne (tievalaistuksen polttoaikana) on noin 16 % keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä (KVL).

Keskimäärin 32 % kaikista liikenneonnettomuuksista tapahtuu aikana, jonka poliisi on tulkinut pimeäksi. Poliisiraporttien mukaan pimeään aikaan onnettomuusaste kasvaa 1,5...4-kertaiseksi verrattuna valoisaan aikaan. Erityisesti seuraavat onnettomuustyytit yleistyvät pimeänä aikana:

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

Kotimaisten ja kansainvälisten tutkimusten mukaan tievalaistus vähentää maanteillä pimeän ajan onnettomuuksia tieluokasta riippuen 20...30 %, kun samalla kerta ei ole tehty muita liikenneturvallisuustoimenpiteitä. Tievalaistus vähentää eniten jalankulkijoihin ja pyöräilijöihin kohdistuvia onnettomuuksia. Niissä myös kuoleman tai vakavan loukkaantumisen riski on suurin. Vaikutus on suurin sekaliikenteillä. Lisätietoja on esitetty kansainvälisen valaistuskomission (CIE) raportissa *CIE 093* sekä Väyläviraston selvityksissä *Tievalaistuksen vähentämisen vaikutus onnettomuuksiin* ja *Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin*.

Tievalaistus parantaa liikenneturvallisuutta myös tieosuuksilla, joilla olosuhteet ovat poikkeukselliset (tunnelit, suuri liittymätiheys, monimutkaiset liikennejärjestelyt jne.).

Tievalaistuksen vaikutukset liikenneturvallisuuteen ovat pienemmät sääolosuhteiden ollessa huonot (sumun, vesisateen tai lumisateen aikana, tienpinnan ollessa märkä, jäinen tai luminen) verrattuna hyviin sääolosuhteisiin ja kuivaan tienpintaan. Syinä tähän ovat heikentyneet näkemis- ja ajo-olosuhteet sekä vastaantulevien ajoneuvojen aiheuttama suurempi häikäisy.

2.1.4 Tievalaistuksen kannattavuus

Tievalaistuksen kannattavuutta voidaan tarkastella ajokustannussäästöjen avulla. Suurin osa ajokustannussäästöistä on onnettomuuskustannussäästöjä. Aika- ja ajoneuvokustannussäästöillä ei yleensä ole merkittävää vaikutusta tievalaistuksen kannattavuuteen.

Tievalaistuksen liikennetaloudellinen kannattavuus määritellään vertaamalla keskimääräisiä vuotuisia onnettomuuskustannussäästöjä tievalaistuksen rakennus-, käyttö- ja hoitokustannusten sekä pylväsonnettomuuskustannusten yhteisvaikutukseen. Onnettomuuskustannuksissa on otettava huomioon koko vuorokauden ajalta valaisinpylväisiin törmäämisistä aiheutunut lisä, koska tievalaistusasennuksien pylväät lisäävät törmäysonnettomuuksia myös valoisana aikana.

Kun tievalaistuksen tarve perustellaan vain liikennemäärällä, tien standardi oletetaan moitteettomaksi ja liikenneympäristö selkeäksi. Lähtökohtana tievalaistuksen perustelemiseksi liikennemäärällä on kunkin tieluokan keskimääräinen henkilövahinko-onnettomuusaste tievalaistuksen polttoaikana. Tievalaistuksen vaikutukset onnettomuuksiin eri tieluokissa oletetaan taulukon 1 mukaisiksi.

Taulukko 1. Tievalaistuksen ehkäisemät onnettomuusmäärät kaikista tievalaistuksen polttoajan onnettomuuksista tieluokittain.

Tieluokka	Ehkäistyjen onnettomuuksien määrä kaikista tievalaistuksen polttoajan onnettomuuksista
Moottori- ja moottoriliikennetiet	20 %
Muut autoliikennetiet	25 %
Sekaliikennetiet	30 %

Henkilövahinko-onnettomuuden kustannuksena käytetään kuolemaan johtaneen onnettomuuden kustannuksen ja vammautumiseen johtaneen onnettomuuden

kustannuksen pohjalta laskettua keskimääräistä arvoa. Henkilövahinko-onnettomuuden kustannus kuvaa liikenneonnettomuudesta aiheutuvaa taloudellista menetystä.

Liikennetaloudellisesti kannattavan tievalaistuksen liikennemäärät eri tieluokille on esitetty taulukossa 2. Liikennemäärän perusteella valaistavien tieosuuksien osalta tulee noudattaa taulukossa 2 esitettyjä arvoja. Lisätietoja valaistavista kohteista on esitetty kohdassa 2.2.

Taulukko 2. Liikennetaloudellisesti kannattavan tievalaistuksen liikennemäärät. Tievalaistuksen tarpeen määrittämisessä liikennemääränä tulee käyttää 10 vuoden kuluttua vallitsevaa ennustettua liikennemäärää.

Tieluokka	Liikennemäärä KVL (ajon/d)	
Kaksiajorataiset valta- ja kantatiet		
Moottoritie	40 000	
Nelikaistainen keskialueellinen tie tasoliittymän	20 000	
Nelikaistainen keskikaiteellinen tie	34 000	
Keskikaiteellinen ohituskäistatie	23 000	
Yksiajorataiset tiet	Liittymätiheys (kpl/km) ^a	
	2	5
Valta- ja kantatie	7 000	3 000
Seutu- ja yhdystie	2 500	1 500

a) Mukaan lasketaan vain tie- ja katuliittymät, yleisesti käytettyjen yksityisteiden liittymät sekä vakituisesti asuttujen rakennusten tonttuliittymät.

2.2 Valaistavat kohteet

2.2.1 Moottoritiet ja moottoriliikennetiet

Tien liikennemäärästä riippumatta tievalaistus rakennetaan seuraavissa tapauksissa:

- moottoriteiden aloituskohdat
- moottoritiet taajamissa
- osuudet, joilla liittymien nokkaväli on alle 2 000 m
- kahden valaistun osuuden välissä olevat valaisemattomat osuudet, joiden pituus on alle 1 500 m
- moottori- ja moottoriliikennetien eritasoliittymän rampit ja risteävä tie eritasoliittymän osuudelta
- valaistun moottori- ja moottoriliikennetien pysäköinti, levähdys- ja palvelualueet.

Tien liikennemäärästä riippuen tievalaistuksen rakentaminen on kannattavaa seuraavissa tapauksissa:

- osuudet, jolla liikennemäärä (KVL) ylittää taulukossa 2 annetun arvon

- osuudet, jolla liikennemäärä (KVL) on vähintään 60 % taulukon 2 arvosta, mutta erityiset syyt puoltavat valaisemista, tai arvioinnissa halutaan ottaa huomioon ajoneuvoliikenteen sujuvuus ja ajomukavuus.

2.2.2 Muut tiet

Tien liikennemäärästä riippumatta tievalaistus rakennetaan seuraavissa tapauksissa:

- satama-alueet ja laiturit
- avattavat sillat
- raja-asemat
- tiet asemakaava-alueella
- taajamissa olevat valta- ja kantatiet
- alle 500 m pituiset valaistujen osuuksien tai valaistujen liittymien väliset osuudet
- tiet, joiden yhteyteen rakennetaan valaistava jalankulku- ja pyörätie (kohdassa 2.2.3 on annettu perusteet, jolloin jalankulku- ja pyörätie voidaan jättää valaisematta)
- vilkasliikenteisten valta- ja kantateiden keskinäiset liittymät ramppeineen sekä muut tärkeät liittymät (vilkasliikenteiselle tielle, sairaalaan, kouluun tms.)
- liikennevaloilla ohjatut liittymät ja kiertoliittymät sekä korokkeella kannavoidut liittymät
- kaksiajorataisella tiellä keskikaiteen tai keskialueen aloituskohdat ja tasoliittymät, joissa vasemmalle liittymisen on sallittu (kohdassa 4.5 on annettu perusteet, jolloin aloituskohdat voidaan jättää valaisematta).

Tien liikennemäärästä riippuen tievalaistuksen rakentaminen on kannattavaa seuraavissa tapauksissa:

- osuudet, joilla liikennemäärä (KVL) ylittää taulukossa 2 annetun arvon
- osuudet, joilla liikennemäärä (KVL) on vähintään 60 % taulukon 2 arvosta, mutta erityiset syyt (huono suuntaus, kapeus, useat suojatiet, vaarallisa ympäristö, pysäköidyt ajoneuvot, läheinen koulu tai päiväkotitms.) puoltavat valaisemista, tai arvioinnissa halutaan ottaa huomioon ajoneuvoliikenteen sujuvuus ja tiealueen yleisen turvallisuuden lisääminen.

Rakennettaessa uutta tievalaistusta olemassa olevan jatkeeksi tai väliin, on koko osuuden tavoite otettava huomioon. Vanhan tievalaistuksen uudelleenrakentamisen kannattavuus on myös tarkistettava tievalaistuksen suunnitteluvaiheessa.

Valaistujen maanteiden tasoliittymissä liittymähaarat valaistaan kohdan 4.4.2 mukaisesti. Yksityistiet käsitellään kohdassa 2.2.5.

Yksittäisen liittymän valaiseminen voi olla joissakin tapauksissa tarpeellista muista syistä (mm. paljon risteävää jalankulku- ja pyöräliikennettä, läheinen koulu tai päiväkotitms.) kuin liikennetalousperusteellisen kannattavuuden perusteella. Tällöin on kuitenkin varmistettava, että tievalaistuksen rakennuskustannukset, erityisesti tievalaistuksen sähköverkon rakennuskustannukset ovat kohtuulliset.

2.2.3 Jalankulku- ja pyörätiet

Jalankulku- ja pyörätien valaistus toteutetaan jollakin seuraavista keinoista:

- A. Jalankulku- ja pyörätie valaistaan ajoradan valaisimilla. Valaisinpylväät sijoitetaan ajoradan vastakkaiselle puolelle jalankulku- ja pyörätiestä (kuva 9). Valaistusratkaisu edellyttää sitä, että sekä ajorata että välialue ovat suhteellisen kapeita. Tämä vaihtoehto on yleensä edullisin tapa toteuttaa jalankulku- ja pyörätien valaistus ledivalaisimilla.
- B. Jalankulku- ja pyörätie valaistaan ajoradan valaisimilla. Valaisinpylväät sijoitetaan välialueelle (kuva 10). Tämä edellyttää sitä, että ajoradan sekä jalankulku- ja pyörätien välinen välialue on kapea. Tämä vaihtoehto oli yleensä edullisin tapa toteuttaa jalankulku- ja pyörätien valaistus suurpainatriumvalaisimilla.
- C. Valaisinpylväät sijoitetaan välialueelle ja valaisinpylväisiin asennetaan lisävalaisimet valaisemaan jalankulku- ja pyörätietä (esim. metallipylväillä kaksivartinen T-variasennus ja puupylväillä lisävarsi). Tämä vaihtoehto mahdollistaa vaihtoehtoja A ja B leveämmän välialueen.
- D. Jalankulku- ja pyörätie valaistaan omalla erillisellä yksirivisellä valaisinpylväsasennuksella. Tämä on tarpeen, kun välialueen leveys on suuri.

Vaihtoehto A, B, C tai D määräytyy ajoradan sekä jalankulku- ja pyörätien välisen välialueen leveyden, valaistusluokkien ja taloudellisuustarkastelujen perusteella.

Yleensä vaihtoehtoissa A ja B ja erityisesti vaihtoehdossa B, joudutaan käyttämään jonkin verran lyhyempiä pylväsvälejä ja isompia valaisimien tehoja, kuin pelkästään ajorataa valaisevissa valaistusasennuksissa.

Jalankulku- ja pyörätie voidaan jättää valaisematta jos:

- a. jalankulku- ja pyörätie on alueella, jolla ei ole muuta ulkovalaistusta, yksittäisiä liittymiä ja pihoja lukuun ottamatta
- b. tien ajoradalle ei tarvita tievalaistusta ja jalankulku- ja pyöräliikenne on vähäistä.

Tapauksissa a ja b voidaan kuitenkin päättää, että tievalaistus toteutetaan vaarallisina pidettyihin ajoradan ylityskohtiin, jos valaistuksen sähkönsyöttö on kustannustehokkaasti toteutettavissa. Tällaisessa pistemäisessä valaistuskohhteessa tulee varmistaa, ettei jalankulku- ja pyörätien valaistus aiheuta häikäisyä kuljettajille. Haastavimmissa kohteissa voidaan tarkastella kaikkien häikäisylähteiden aiheuttamaa yhteenlaskettua harsoluminanssia L_v kuljettajalle ja verrata niitä teknisen raportin CIE 150 taulukon 4 raja-arvoihin.

2.2.4 Maantietunnelit

Maantietunneleihin rakennetaan tunnelivalaistus, jonka normaalivalaistus on päällä valoisaan ja pimeään aikaan. Poikkeuksena ovat lyhyet tunnelit (≤ 200 m), jotka voidaan:

- valaista valoisaan ja pimeään aikaan
- valaista vain pimeään aikaan tai
- jättää valaisematta kokonaan.

Lisätietoja tunnelivalaistuksen tarpeesta on annettu kohdissa 9.1 ja 9.2.4.

2.2.5 Yksityistiet ja kadut

Yksityisteiden valaisemisesta päättää yksityisteiden pitäjä ja kadun valaisemisesta päättää kunta. Yksityisteiden ja katujen valaistusta ei liitetä maanteiden tievalaistusverkkoon, eikä valtio rahoita valaistuksen rakentamista ja käyttöä yksityisteillä tai kaduilla. Tämä koskee myös maantiehen liittyviä yksityisteiden ja katujen liittymähaaroja ja alikulkukäytäviä.

Poikkeuksia voidaan tehdä, jos maantien tienpitäjä on osakkaana rinnakkaistienä toimivassa yksityistien tiekunnassa ja ohjaa maantien liikennettä kyseiselle yksityistielle. Tällöin jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä voi olla perusteena sille, että maantien tienpitäjä maksaa valaistuksen rakentamisen ja käytön kokonaan tai osittain.

2.3 Tievalaistuksen purku

Tievalaistus puretaan, eikä uutta tievalaistusta rakenneta tilalle, kun kaikki seuraavat ehdot täyttyvät:

1. tievalaistus on elinkaarensa päässä (ks. kohta 2.4)
2. keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) on alle 40 % taulukon 2 arvosta
3. tien yhteydessä ei ole jalankulku- ja pyörätietä tai jalankulku- ja pyörätie ei edellytä valaistusta kohdan 2.2.3 mukaisesti
4. kyseessä ei ole tieosuus, joka valaistetaan kohtien 2.2.1 ja 2.2.2 mukaisesti liikennemäärästä riippumatta
5. kyseessä ei ole liittymähaaran pysähtymisnäkemän pituinen tieosuus
6. tien valaisemiseen ei ole erityisiä syitä (esim. useat suojatiet, läheinen koulu tai päiväkotitms.) tai erityiset syyt ovat poistuneet.

Tievalaistus voidaan purkaa kesken elinkaaren, kun edellä mainitut ehdot 3, 4, 5 ja 6 täyttyvät ja keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) on alle 300 ajon/d.

Maanteillä olevien nykyisten tievalaistuksien purkamisen tarve on selvitettävä myös muissa tapauksissa esim.:

- alueellisten kehittämissuunnitelmien yhteydessä
- kun ajoneuvo-, jalankulku- ja pyöräliikenteen määrä muuttuu merkittävästi.

2.4 Tievalaistuksen uudelleenrakentaminen ja valaisinvaihdot

Tievalaistuksen uudelleenrakentaminen tulee kysymykseen, kun kohdan 2.2 mukaisesti tievalaistus tarvitaan ja tievalaistus on elinkaarensa päässä. Tievalaistuksen elinkaari määräytyy yleensä pylväiden eliniän mukaan. Erilaisten valaisinpylväiden oletetut eliniät ovat:

- jäykät metallipylväät: 50 vuotta
- törmäysturvalliset ohutseinämäiset metallipylväät: 40 vuotta

- ennen vuotta 2009 maakosketukseen asennetut CCA-suolakyllästetyt puupylväät: 40 vuotta
- vuonna 2009 tai sen jälkeen maakosketukseen asennetut kuparikyllästetyt puupylväät: 20 vuotta
- jalustaan asennetut kuparikyllästetyt puupylväät: 40 vuotta
- vuonna 2020 tai sen jälkeen maakosketukseen asennetut kupariöljykylästetyt puupylväät: 40 vuotta.

Muita tievalaistuksen uudelleenrakentamisen perusteita ovat:

- tievalaistusasennuksen hoitokustannukset ovat kohtuuttomat (esim. valaisinpylväissä, jalustoissa tai maakaapeleissa on rakenteellinen vika, jota ei voi korjata)
- tietä levennetään tai siirretään tai tielle tehdään jalankulku- ja pyörätie
- pylväät eivät ole törmäysturvallisia, eikä kaiteen rakentaminen tai pylväiden muuttaminen törmäysturvalliseksi ole kannattavaa.

Tienparannushankkeiden nykyisillä teillä suurpainenaatriumvalaisimet vaihdetaan ledivalaisimiin valaisinvaihtona, vaikka pylväät ja jalustat säilyvät. Valaisinvaihtojen aluerajaukset määritellään aina hankekohtaisesti ja vaihdoista on sovittava aina tilaajan kanssa. Jos valaisinpylväiden tai tievalaistuksen sähköverkon jäljellä oleva elinikä on alle 15 vuotta, tulee hankkeessa tarkastella tievalaistuksen uudelleenrakentamista.

Tapauksissa, joissa tievalaistuksen purun tai uudelleenrakentamisen ehdot eivät täyty, tienpitäjä arvioi tievalaistuksen tarpeen aina hankekohtaisesti. Kun tievalaistus saadaan toimintakuntoiseksi ilman valaisinpylväiden, jalustojen ja tievalaistuksen sähköverkon uusimista (pelkät valaisinvaihdot), valaistuksen säilyttäminen on yleensä kannattavaa myös osuuksilla, joilla keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) on vähintään 60 % taulukon 2 arvosta.

Tievalaistuksien omistuksien siirrot arvioidaan tienpitäjän erillisten toimintalinjojen mukaisesti.

2.5 Tievalaistuksen siirto

Valaistuslaitteiden siirron kokonaistaloudellisuus arvioidaan aina hankekohtaisesti yhdessä tilaajan kanssa.

Upotusjalustaan asennetun törmäysturvallisen metallipylvään saa siirtää, jos pylvään ja jalustan jäljellä oleva elinikä on 15 vuotta tai yli (ks. kohta 2.4). Liukulaispallisia pylväitä ei saa siirtää, vaan ne uusitaan.

Nykyisten puupylväiden siirtojen osalta noudatetaan seuraavia vaatimuksia:

- maakosketukseen asennetun, CCA- tai kupariöljykylästetyn, törmäysturvallisen (tehdasvalmisteisen) puupylvään saa siirtää, jos pylvään elinikä on jäljellä 15 vuotta tai yli (ks. kohta 2.4)
- vuonna 2010 ja sen jälkeen rakennetun, jalustaan asennetun puupylvään saa siirtää
- muita puupylväitä ei saa siirtää ja ne uusitaan aina.

Jos hankkeessa tehdään vain yksittäisiä puupylväiden siirtoja (esim. liittymän kanavointi, uusi pysäkki tai nykyisen pysäkin siirto), sallitaan myös vanhempien, CCA-kyllästettyjen puupylväiden siirrot. Tällöin kaikkien seuraavien ehtojen tulee täytyä:

- puupylväillä on elinikää jäljellä vähintään 10 vuotta (ks. kohta 2.4)
- siirrettäviä pylväitä on alle 5 kpl
- jatkeena on samanlaisia puupylväitä.

Kaikissa edellä mainituissa metalli- ja puupylväiden tapauksissa pylvään riittävän hyvä kunto on varmistettava ennen pylvään uudelleenasettamista.

Muiden valaistuslaitteiden siirto ei yleensä ole kokonaistaloudellisesti kannattavaa, ellei laitteiden ikä ole alle 10 vuotta. Huomioon on otettava sekin, että tievalaistuskuskuksien tai valaisinpylväiden siirto pakottaa sammuttamaan nykyisen valaistuksen huomattavasti aikaisemmin, kuin valaistuslaitteet saadaan uudessa paikassa toimintakuntoon. Tästä aiheutuu haittaa liikenneturvallisuudelle ja ajoneuvoliikenteen sujuvuudelle. Valaisimien osalta tulee aina varmistaa valaistusteknillisin laskelmin siirrettävien valaisimien valonjakojen soveltuvuus uuteen kohteeseen.

3 Valaistusteknilliset vaatimukset

3.1 Valaistusteknilliset suureet

3.1.1 Termit, määritelmät ja suureiden laskentaperiaatteet

Valaistuksessa käytettävät termit ja määritelmät on annettu julkaisussa *CIE S 017* (<https://cie.co.at/e-ilv>).

Luvussa 3.1 esitettyjen valaistusteknillisten suureiden tarkemmat määrittelyt ja laskentaperiaatteet on esitetty standardeissa *SFS-EN 13201-3* ja *SFS-EN 12464-2*.

Kaikki tämän ohjeen valaistusteknilliset vaatimukset perustuvat fotooppiseen fotometriaan.

3.1.2 Keskimääräinen luminanssi L_m

Keskimääräinen luminanssi L_m (cd/m²) osoittaa, miten valoisalta tienpinta näyttää tienkäyttäjän havaitsemispisteestä. Se on koko ajoradan laskentapisteen luminanssiarvojen aritmeettinen keskiarvo.

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

3.1.3 Luminanssin yleistasaisuus U_0

Luminanssin yleistasaisuus U_0 vaikuttaa tienkäyttäjän näkösuorituskykyyn. Luminanssin yleistasaisuus kuvaa tienkäyttäjän näkemän tienpinnan valaistuksen tasaisuutta koko tarkasteltavalla alueella. Se lasketaan ajoradan laskentapisteen pienimmän luminanssiarvon ja keskimääräisen luminanssin L_m osamääränä.

Sateen aikana, tai tienpinnan ollessa muuten märkä, näkemisolosuhteet ovat huomattavasti huonommat kuin tienpinnan ollessa kuiva. Märkä tienpinta lisää päällysteen peilimäisyyttä, jolloin luminanssin yleistasaisuus laskee. Lisäksi tienpinnan heijastusominaisuudet muuttuvat jatkuvasti tienpinnan joko kuivuessa tai kastuessa lisää. Kohtuullisten näkemisolosuhteiden takaamiseksi mären tienpinnan tapauksessa käytetään luminanssin yleistasaisuusvaatimusta U_{0w} .

3.1.4 Luminanssin pitkittäistasaisuus U_l

Luminanssin pitkittäistasaisuus U_l on merkittävä suure tienkäyttäjän ajo- ja näkömukavuuden kannalta. Luminanssin pitkittäistasaisuus kuvaa tienkäyttäjän näkemän tienpinnan valaistuksen tasaisuutta ajosuunnassa. Se lasketaan kunkin ajoradan kaistan keskellä olevan pitkittäissuuntaisen suoran laskentapisteen pienimmän ja suurimman luminanssiarvon osamääränä.

3.1.5 Estohäikäisy f_{fl}

Häikäisyllä tarkoitetaan sellaista näköolosuhdetta, jossa ilmenee epämukavuutta tai kyky nähdä yksityiskohtia tai kohteita on heikentynyt näkökentän sopimattoman

luminanssijakauman tai liian suuren kontrastin vuoksi. Häikäisy voi olla estohäikäisyä tai kiusahäikäisyä. Estohäikäisy heikentää kohteiden näkyvyyttä, mutta ei välttämättä aiheuta epämukavuutta. Kiusahäikäisy aiheuttaa epämukavuutta, mutta ei välttämättä heikennä kohteiden näkyvyyttä. Vaikka sekä estohäikäisyä, että kiusahäikäisyä voidaan kokea samassa tilanteessa, nämä kaksi häikäisy-muotoa ovat erilaisia ilmiöitä. Estohäikäisy on riippuvainen pääasiassa häikäisylähteiden tuottamasta valaistusvoimakkuudesta havaitsijan silmässä ja se on pääosin riippumaton häikäisylähteen luminanssista. Kiusahäikäisy on pääasiassa riippuvainen häikäisylähteen koosta, sijainnista ja luminanssista sekä ympäristön luminanssista. Tie- ja tunnelivalaistuksen mitoituksessa häikäisy otetaan lähtökohtaisesti aina huomioon, mutta tarkastelu tehdään ainoastaan estohäikäisylle.

Estohäikäisyllä on näkemistä heikentävä vaikutus. Estohäikäisy syntyy siten, että häikäisylähteistä tulevat valonsäteet pirstoutuvat silmässä, mikä aiheuttaa näkökenttään aistimuksen, joka vastaa kirkkaan harson levittämistä näkökentän eteen. Ilmiötä kutsutaan harsoluminanssiksi. Harsoluminanssi heikentää ajoradalla sijaitsevien kohteiden kontrastia, jolloin kohteiden havaitseminen on tienkäyttäjälle vaikeampaa. Harsoluminanssi kohottaa haitallisesti myös havaitsijan sopeutumistasoa. Häikäisylähteet sopeuttavat silmää korkeampaan luminanssitasoon kuin näkökohteen keskimääräinen luminanssi edellyttäisi, minkä seurauksena näkökohteessa tarvitaan suurempi luminanssiero yksityiskohtien havaitsemiseksi.

Harsoluminanssin voimakkuus on riippuvainen häikäisylähteen aiheuttamasta valaistusvoimakkuudesta havaitsijan silmässä, havaitsijan iästä sekä havaitsijan katesuunnan ja häikäisylähteen välisestä kulmasta. Keskellä näkökenttää sijaitseva häikäisylähde aiheuttaa voimakkaimman häikäisyn.

Tie- ja tunnelivalaistuksessa estohäikäisyn näkösuorituskykyä heikentävä vaikutus määritellään harsoluminanssin aiheuttamana suhteellisena kynnyskontrastin kasvuna $\mathcal{K}_T$ (%). Tarkastelu tulee tehdä jokaiselle havaitsijan sijainnille, toisin sanoen ajoradan jokaiselta kaistalta.

Tie- ja tunnelivalaistuksessa suoran estohäikäisyn esiintyminen on huomattavasti todennäköisempää kuin esim. sisävalaistuksessa. Lisäksi tie- ja tunnelivalaistuksen luminanssikonsepti perustuu ajoradalla olevien kohteiden havaitsemiseen ja liiketurvallisuuteen. Näiden osalta estohäikäisy on yksi pahimpia epäkohtia. Siksi tie- ja tunnelivalaistuksen mitoituksessa raja-arvot asetetaan nimenomaan estohäikäisylle. Tie- ja tunnelivalaistuksessa kiusahäikäisyä ei yleensä tarkastella. Tämä johtuu enimmäkseen siitä, että tie- ja tunnelivalaistuksessa yleisesti oletetaan, että jos estohäikäisyä pystytään rajaamaan riittävän tehokkaasti, myös kiusahäikäisyn määrä on riittävän vähäinen. Toisena syynä on kiusahäikäisyn arvioimisen haastavuus, koska kiusahäikäisyn kokeminen on subjektiivista, ja se on hyvin riippuvainen myös yksilöllisistä tekijöistä, kuten mielialasta, väsymyksestä ja yleiskunnosta.

Tievalaistuksessa häikäisyn oletetaan yleensä olevan suoraa häikäisyä. Suoraksi häikäisyksi kutsutaan häikäisyä, jonka valonlähde tai valaisimen valoisana näkyvä projektiopinta aiheuttaa suoraan havaitsijan silmään. Epäsuoraa häikäisyä ei yleensä oteta tievalaistuksessa huomioon, vaikka märän, jäisen tai lumisen päällysteen peiliheijastukset voivatkin joskus aiheuttaa epämiellyttävää kiusahäikäisyä ajoneuvojen kuljettajille.

3.1.6 Vierialueen valaistusvoimakkuus R_{EI}

Vierialueen valaistusvoimakkuus R_{EI} kertoo, miten hyvin tienpinnan välitön ympäristö on valaistu.

Suhdeluku R_{EI} on ajoradan vieressä olevan, ajokaistan levyisen alueen keskimääräinen valaistusvoimakkuus jaettuna ajoradalla sijaitsevan lähimmän ajokaistan keskimääräisellä valaistusvoimakkuudella. R_{EI} -arvo lasketaan ajoradan molemmin puolin ja pienin arvo on mitoittava.

3.1.7 Vaakatason valaistusvoimakkuus E_h

Vaakatason valaistusvoimakkuus E_h (lx) kertoo vaakatason pinnalle, pinnan normaalin suuntaisesti, tulevan valon määrän. Toisin kuin luminanssi, valaistusvoimakkuus ei kerro, miten kirkkaalta valaistu pinta näyttää, joten pinnan materiaali ei merkittävästi vaikuta valaistusvoimakkuuteen. Tievalaistuksessa valaistusvoimakkuutta käytetään määrittämään sellaisten konfliktialueiden (esimerkiksi kierto liittymien) valon määrää, joissa luminanssiperusteinen mitoitus ei ole käyttökelpoinen tai tapauksissa, joissa päällystetyyppinä on joku muu kuin asfalttibetoni (AB) tai kivimastiksiasfaltti (SMA). Valaistusvoimakkuutta käytetään vaatimuksena myös jalankulku- ja pyöräilyalueiden valaistusluokissa.

Valaistusvoimakkuuksia käytetään myös tievalaistuksen laadunvalvonnassa, koska yleensä mittaushetkellä päällysteen heijastusominaisuuksia ei tunneta riittävän hyvin. Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset tulee tehdä Väyläviraston ohjeen *Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset* mukaan.

Vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus E_{hm} on vaakatasossa olevan tarkasteltavan pinnan (esim. tienpinta) laskentapisteen valaistusvoimakkuuksien aritmeettinen keskiarvo. E_{hmin} on vaakatasossa olevan tarkasteltavan pinnan laskentapisteen pienin valaistusvoimakkuusarvo.

3.1.8 Pystytason valaistusvoimakkuus E_v

Pystytason valaistusvoimakkuus E_v (lx) kertoo pystytason pinnalle, pinnan normaalin suuntaisesti, tulevan valon määrän. Pystytason valaistusvoimakkuuksia käytetään mm. häiriövalon ja rautatiealueiden valaistusteknillisissä vaatimuksissa.

Pystytason keskimääräinen valaistusvoimakkuus E_{vm} on pystytasossa olevan tarkasteltavan pinnan laskentapisteen valaistusvoimakkuuksien aritmeettinen keskiarvo. Pystytason valaistusvoimakkuus E_{vmax} on pystytasossa olevan tarkasteltavan pinnan laskentapisteen suurin valaistusvoimakkuusarvo. E_{vmin} on pystytasossa olevan tarkasteltavan pinnan laskentapisteen pienin valaistusvoimakkuusarvo.

3.1.9 Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus U_{oi}

Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus U_{oi} kuvaa tarkasteltavan alueen valaistuksen tasaisuutta. Se lasketaan alueen laskentapisteen pienimmän valaistusvoimakkuusarvon E_{min} ja keskimääräisen valaistusvoimakkuuden E_m osamääränä. Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuutta käytetään valaistusteknillisenä vaatimuksena konfliktialueilla, jalankulku- ja pyöräilyalueilla sekä rautatiealueilla.

3.1.10 Valaistusvoimakkuuden tasaisuus U_d

Valaistusvoimakkuuden tasaisuus U_d lasketaan koko tarkasteltavan alueen laskentapisteidien pienimmän $E_{\min}$ ja isoimman $E_{\max}$ valaistusvoimakkuuden osamääränä. Tasaisuudella U_d varmistetaan, että alueella ei esiinny liian suuria valon määrän vaihteluja. Valaistusvoimakkuuden tasaisuutta U_d käytetään valaistusteknillisenä vaatimuksena rautatiealueilla.

3.1.11 Häikäisynluokitusluku R_G

Aluevalaistuksessa häikäisyn voimakkuuden kuvaamiseksi käytetään erityistä luokituluslukua R_G . Häikäisynluokitusluku R_G voidaan laskea, kun tunnetaan kohteen kaikkien valaisimien tuottama harsoluminanssi havaitsijan silmässä ja ympäristön tuottama harsoluminanssi. Koska häikäisynluokitusluku R_G määräytyy harsoluminanssien perusteella, menetelmässä tarkastellaan käytännössä sekä esto- että kiusahäikäisyä samanaikaisesti.

Häikäisyn voimakkuuden suuruus riippuu valaisimien valovirrasta ja valonjaoista, valaisimien määrästä, havaitsijan ja valaisimien sijainneista sekä ympäristön luminansseista. Mitä suurempi on kohteen kaikkien valaisimien tuottama harsoluminanssi havaitsijan silmässä, sitä suurempi on häikäisynluokitusluku R_G ja sitä suurempi on häikäisy. Mitä suurempi on ympäristön tuottama harsoluminanssi, sitä pienempi on häikäisynluokitusluku R_G ja sitä pienempi on häikäisy.

Aluevalaistuksessa (esim. rautatiealueet) alueille on yleensä määritelty häikäisyn raja-arvot, jotka perustuvat häikäisynluokitulusluun R_G . Raja-arvot ilmoitetaan alueittain R_{GL} -arvoina, joita valaistusasennus ei saa ylittää.

3.1.12 Valovoima I

Valaistuksen perussuure, josta kaikki muut suureet on johdettu, on valovoima I . Valovoiman yksikkö on kandela (cd). Valovoima kuvaa valonlähteestä tiettyyn suuntaan säteilevän valon voimakkuutta, intensiteettiä.

3.1.13 Valovirta Φ

Valovirta kuvaa, kuinka paljon ihmiselle näkyvää valoa valonlähde säteilee kokonaisuudessaan. Valovirta on silmän spektriherkkyydellä painotettu valonlähteen näkyvän valon alueen säteilyteho. Ihmisen näköjärjestelmän herkkyys ei ole yhtä suuri kaikille valon aallonpituuksille. Päivänäkemisessä (fotooppinen näkeminen) herkkyys on suurin keltavihreälle valolle, jonka aallonpituus on 555 nm. Valovirran yksikkö on luumen (lm).

3.1.14 Ylöspäin suuntautuvan valovirran osuus R_{UL}

Ylöspäin suuntautuvan valovirran osuus R_{UL} on valaistusasennuksen kaikkien valaisimien ja valonheittimien vaakatason yläpuolelle menevän valovirran osuus jaetuna koko asennuksen kaikkien valaisimien ja valonheittimien yhteensä säteilemällä valovirralla. Ylöspäin suuntautuvan valovirran osuus määritellään, kun valaisimet ja valonheittimet on asennettu paikoilleen ja suunnattu. Suuretta käytetään tarkasteltaessa tie- ja aluevalaistuksen tuottamaa häiriövaloa.

3.1.15 Värintoistoindeksi R_a

Värintoistoindeksi kuvaa kuinka hyvin ja oikein valonlähde toistaa värejä. Värintoistoindeksi R_a on kahdeksan värinäytteen erikoisindeksien aritmeettinen keskiarvo ja sen maksimiarvo on 100. Taulukossa 3 on esitetty värintoisto-ominaisuudet ja niitä vastaavat R_a -indeksit.

Taulukko 3. Värintoisto-ominaisuudet ja niitä vastaavat värintoistoindeksit.

R_a	Värintoisto-ominaisuudet
> 90	erinomainen
$80 < R_a \leq 90$	erittäin hyvä
$70 < R_a \leq 80$	hyvä
$50 < R_a \leq 70$	tydyttävä
$20 \leq R_a \leq 50$	huono
< 20	olematon

Näkötehokkuuden ja näkömukavuuden kannalta on tärkeää, että ympäristön ja siinä olevien kohteiden värit toistuvat luonnollisena ja todenmukaisena.

3.1.16 Värilämpötila

Valonlähteen säteilemän näkyvän valon värin määrittämisessä käytetään värilämpötilaa, jonka yksikkö on kelvin (K). Värilämpötila määritellään mustan kappaleen absoluuttisena lämpötilana siten, että mustan kappaleen ja tutkittavan valonlähteen valon värilaatu vastaavat toisiaan. Taulukossa 4 on esitetty värilämpötilat ja niitä vastaavat värivaikutelmat.

Taulukko 4. Värilämpötilat ja niitä vastaavat värivaikutelmat.

Värilämpötila K	Värivaikutelma
2 400 K	erittäin lämmin valkoinen
3 000 K	lämmin valkoinen
4 000 K	neutraali valkoinen
5 000 K	kylmä valkoinen
6 000 K	erittäin kylmä valkoinen

3.2 Valaistusluokat

3.2.1 M-valaistusluokat

Liikenneturvallisuutta, ajoneuvoliikenteen sujuvuutta, liikenneympäristön hahmotamista sekä yleistä turvallisuutta parantavat vaikutukset saadaan aikaan sopivan valaistusluokan avulla. Maanteillä ja kaduilla käytetään taulukon 5 mukaisia luminanssiin perustuvia M-valaistusluokkia. M-valaistusluokat on tarkoitettu moottori-ajoneuvon kuljettajille.

Taulukko 5. M-valaistusluokat. Jos arvot poikkeavat uudesta standardiluonnoksesta prEN 13201-2, standardiluonnoksen arvot on esitetty suluissa. Suluissa olevia arvoja ei käytetä vaatimuksina.

Valaistusluokka	Kuivan ja märän ajoradan luminanssi				Esto-häikäisy	Vierialueen valaistus
	Kuiva			Märkä	Kuiva	
	L_m cd/m ² , min	U_0 min	U min	U_{ow} min	f_{T1} %, max	R_{EI} min
M1 ^a	2,00	0,40	0,60 (0,70)	0,15	10,0	0,40 (0,35)
M2 ^a	1,50	0,40	0,60 (0,70)	0,15	10,0	0,40 (0,35)
M3a	1,00	0,40	0,60	0,15	15,0	0,40 (0,30)
M3b	1,00	0,40	0,40 (0,60)	0,15	15,0	0,40 (0,30)
M4	0,75	0,40	0,40 (0,60)	0,15	15,0	0,40 (0,30)
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15,0	0,40 (0,30)
M6 ^a	0,30	0,35	0,40	0,15	20,0	0,40 (0,30)

a) Valaistusluokkia M1, M2 ja M6 käytetään vain, jos tilaaja sen nimenomaisesti sallii.

Valaistusteknilliset laskennat on käsitelty kohdassa 3.5.

Jotta keskimääräinen luminanssi L_m ei alittaisi vaatimuksia ennen kunnossapitotoimia, valaistusteknillisissä laskennoissa käytetään kohdan 3.6 mukaisia alenemakertoimia.

Päällysteiden valonheijastusominaisuudet ja standardipäällysteluokat on käsitelty kohdassa 3.7.

3.2.2 C-valaistusluokat

C-valaistusluokat perustuvat valaistusvoimakkuuksiin ja ne on tarkoitettu moottoriajoneuvon kuljettajille ja muille tien käyttäjille konfliktialueilla yms. alueilla, joilla luminanssiin perustuva tarkastelu ei ole käyttökelpoinen. C-valaistusluokkia käytetään mm., kun:

- suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus on 30 km/h tai alle (esim. satama-alueet, raja-asemat jne.)
- kaarresäde on alle 200 m (esim. kiertoliittymät)
- näkyvissä olevan, säännöllisen ajoradan osan pituus on alle 100 m (esim. laajat liittymäalueet)
- tienpinnan heijastusominaisuudet ovat poikkeavat (esim. päällystämättömät tiet).

C-valaistusluokkia voidaan käyttää myös jalankulku- ja pyöräilyalueilla, joilla tarvitaan hyvää valaistusvoimakkuuden yleistasaisuutta ja joilta edellytetään vähäistä estohäikäisyä.

C-valaistusluokat on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. C-valaistusluokat. Jos arvot poikkeavat uudesta standardiluonnoksesta prEN 13201-2, standardiluonnoksen arvot on esitetty suluissa. Suluissa olevia arvoja ei käytetä vaatimuksina.

Valaistusluokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus		Estohäikäisy ^a
	E_{hm} , lx, min	U_{oi} , min	f_{TI} %, max
C0	50,0	0,40	10,0 (15,0)
C1	30,0	0,40	10,0 (15,0)
C2	20,0	0,40	10,0 (15,0)
C3	15,0	0,40	10,0 ^b (20,0)
C4	10,0	0,40	15,0 (20,0)
C5	7,50	0,40	15,0 (20,0)

- a) Estohäikäisyvaatimusta käytetään vain säännöllisillä ja suorilla ajoradan osuuksilla. Esi-merkiksi kiertoliittymissä ja muilla osuuksilla, joilla kaarresäde on alle 200 m estohäikäisyvaatimusta ei käytetä.
- b) Liikenneväylillä (esim. kadut), joilla päällysteen vaaleusaste on $Q_0 = 0,07$, käytetään arvoa $f_{TI} = 15$ %.

Jotta vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus E_{hm} ei alittaisi vaatimuksia ennen kunnossapitotoimia, valaistusteknisissä laskennoissa käytetään kohdan 3.6 mukaisia alenemakertoimia.

M- ja C-valaistusluokkien vastaavuus on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. M- ja C-valaistusluokkien vastaavuus. Päällysteen vaaleusasteet on käsitelty kohdassa 3.7.

Luminanssi, M-luokka	Valaistusvoimakkuus, C-luokka, päällysteen vaaleusaste, $Q_0 = 0,09$	Valaistusvoimakkuus, C-luokka, päällysteen vaaleusaste, $Q_0 = 0,07$
-	C0	-
-	C1	C0
M1	C2	C1
M2	C3	C2
M3a	C4	C3
M3b	C4	C3
M4	C5	C4
M5	-	C5
M6	-	-

3.2.3 P-valaistusluokat

P-valaistusluokat perustuvat valaistusvoimakkuuksiin ja ne on tarkoitettu jalankulkijoille, pyöräilijöille ja jalankulkua avustavien tai korvaavien sähköisten liikkumisvälineiden käyttäjille mm. jalankulku- ja pyöräteillä, toreilla, aukioilla ja viheralueilla. P-valaistusluokat on esitetty taulukoissa 8a ja 8b. Taulukkoa 8a käytetään

kaikissa 1.1.2025 jälkeen suunniteltavissa kohteissa, jolloin uuden standardiluonnoksen *prEN 13201-2* mukaiset valaistusluokat on viety valaistuslaskentaohjelmiin. Kaikissa ennen 1.1.2025 valmistuvissa valaistussuunnitelmissa voidaan käyttää taulukon 8b mukaisia P-valaistusluokkia, ellei tilaaja erikseen edellytä taulukon 8a käyttöä.

Taulukko 8a. P-valaistusluokat. Jos arvot poikkeavat uudesta standardiluonnoksesta prEN 13201-2, standardiluonnoksen arvot on esitetty suluissa. Suluissa olevia arvoja ei käytetä vaatimuksina.

Valaistus- luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus		Estohäikäisy ^a
	E_{hm} lx, min	U_{oi} , min	f_{TI} %, max
P1	15,0	0,20	15,0 (20,0)
P2	10,0	0,20	20,0 (25,0)
P3	7,50	0,20	20,0 (25,0)
P4	5,00	0,20	25,0 (30,0)
P5	3,00	0,15 (0,20) ^b	25,0 (30,0)
P6	2,00	0,15 (0,20) ^b	30,0 (35,0)

- a) Estohäikäisyvaatimusta käytetään vain jalankulku- ja pyöriteillä, joilla on vilkasta polkupyöräliikennettä ja jotka valaistaan omalla erillisellä valaistuksella.
b) Väylävirasto on päättänyt, että maanteiden jalankulku- ja pyöräilyalueilla käytetään standardista *prEN 13201-2* poiketen yleistasaisuusarvoa 0,15 valaistusluokissa P5 ja P6.

P-valaistusluokkien estohäikäisyvaatimusta käytetään vain jalankulku- ja pyöriteillä, joilla on vilkasta polkupyöräliikennettä ja jotka valaistaan omalla erillisellä valaistuksella. Tällaisia jalankulku- ja pyöriteitä ovat esim. pyöriteiden pää- ja aluereitit sekä muut tärkeät pyöräilyn työreitit kunnan keskustaan. Jalankulkuteillä suhteellisen kynnyskontrastin kasvun f_{TI} (%) tarkastelua ei yleensä tehdä. Tämä johtuu mm. siitä, että jalankulkijoiden havaitsemiskulmat poikkeavat huomattavasti autonkuljettajien ja pyöräilijöiden havaitsemiskulmista.

Taulukko 8b. P-valaistusluokat. Taulukossa 8b olevia arvoja ei käytetä vaatimuksina 1.1.2025 jälkeen valmistuvissa valaistussuunnitelmissa.

Valaistus- luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	E_{hm} lx, min	E_{hmin} lx, min
P1	15,0	3,00
P2	10,0	2,00
P3	7,50	1,50
P4	5,00	1,00
P5	3,00	0,60
P6	2,00	0,40

- a) Riittävän yleistasaisuuden takaamiseksi kohteen keskimääräinen vaakatason valaistusvoimakkuus E_{hm} ei saa ylittää arvoa 1,5 x vaadittu keskimääräinen vaakatason valaistusvoimakkuus E_{hm} (esim. valaistusluokan P4 tapauksessa arvoa 1,5 x 5 lx = 7,5 lx).

Jotta vaakatason valaistusvoimakkuudet eivät alittaisi vaatimuksia ennen kunnossapitotoimia, valaistusteknisissä laskennoissa käytetään kohdan 3.6 mukaisia alenemakertoimia.

Maanteillä ja maanteiden jalankulku- ja pyöräilyalueilla ei käytetä pystypinnan valaistusvoimakkuuksiin, puolipallovalaistusvoimakkuuksiin tai puolisynterivalaistusvoimakkuuksiin perustuvia valaistusluokkia.

3.3 Valaistusluokan valinta

3.3.1 Autoliikenteen valaistusluokat

3.3.1.1 Maantiet

Maanteiden M-valaistusluokat on esitetty taulukossa 9. Valaistusluokat on valittu siten, että niiden valaistustekniset ominaisuudet täyttävät näkemisen ja havaitsemisen edellyttämät vähimmäisvaatimukset ottaen huomioon tien ja sen liikenteen ominaisuudet. Lisäksi taulukon 9 valaistusluokat on määriteltä niin, että valtakunnallisesta tieverkosta muodostuu valaistusteknisesti johdonmukainen kokonaisuus.

Taulukko 9. M-valaistusluokat eri tieluokille.

Tieluokka	Valaistusluokka ^a
Kaksiajorataiset valta- ja kantatiet	
Nelikaistainen keskialueellinen tai keskikaiteellinen moottoritie ja muu tie	M3a
Keskikaiteellinen ohituskaistatie	M3b
Kaksikaistainen keskikaiteellinen tie	M3b
Yksiajorataiset tiet	
Valta- ja kantatiet	M3b
Seutu- ja yhdystiet	M4

a) Samoja M-valaistusluokkia käytetään taajamissa ja taajamien ulkopuolella.

Rajanylitysasemalle johtavien teiden valaistusluokat valitaan taulukosta 18 (taulukosta 9 poiketen).

Yksiajorataisten maanteiden yhteydessä olevien jalankulku- ja pyöräteiden valaistusluokat valitaan seuraavasti:

- pyöräteiden pääreitit (seudullinen tärkeä reitti, osana kunnan pääreittiä, tärkeä työreitti kunnan keskusta): P3
- vilkkaat jalankulkutiet ja pyöräteiden alureitit: P4
- vähäliikenteiset jalankulku- ja pyörätiet: P6.

Vilkaat ja vähäliikenteiset jalankulkutiet määritellään aina hankekohtaisesti yhdessä tilaajan kanssa.

Tievalaistus on suunniteltava siten, että sekä teiden että teiden yhteydessä olevien jalankulku- ja pyöräteiden valaistusluokkien kaikki valaistustekniset vaatimukset (taulukot 5 ja 8a tai 8b) täyttyvät. Jos tämä ei ole mahdollista esim. erittäin leveästä poikkileikkauksesta tai välialueesta johtuen, on suunnittelijan pyydettävä tilaajalta aina lupa valaistusluokan jonkun yksittäisen vaatimuksen alittamiseen.

3.3.1.2 Kadut

Jos kunnalla ei ole omaa ohjetta katujen valaistusluokkien valintaan, suositellaan katujen osalta käytettäväksi taulukossa 10 esitettyjä valaistusluokkia. Valaistusluokat on valittu niin, että niiden valaistustekniset ominaisuudet täyttävät näkemisen ja havaitsemisen edellyttämät vähimmäisvaatimukset ottaen huomioon kadun ja sen liikenteen ominaisuudet. Lisäksi taulukon 10 valaistusluokat on määritelty niin, että kunnan katuverkosta muodostuu valaistusteknisesti johdonmukainen kokonaisuus.

Katuvalaistus on suunniteltava siten, että sekä katujen että katujen yhteydessä olevien jalankulku- ja pyöräteiden valaistusluokkien kaikki valaistustekniset vaatimukset (taulukot 5 ja 8a tai 8b) täyttyvät. Jos tämä ei ole mahdollista esim. erittäin leveästä poikkileikkauksesta, leveästä välialueesta tai matalasta asennuskorkeudesta johtuen, on suunnittelijan pyydettävä tilaajalta aina lupa valaistusluokan jonkun yksittäisen vaatimuksen alittamiseen.

Taulukko 10. M-valaistusluokat eri katuluokille. Katujen valaistusluokkien yhteydessä on esitetty myös kadun yhteydessä olevien jalankulku- ja pyöräteiden valaistusluokat (P-luokat).

Katuluokka ja kuvaus	Valaistusluokka
Pääkadut	M3a+P3
Kokoojakadut - alueelliset kokoojakadut - paikalliset kokoojakadut	M3b+P3 M4+P4
Teollisuusalueiden kadut - vilkkaat kadut, joilla läpiajoliikenne - muut	M4+P4 ^a M5+P4 ^a
Tonttikadut - vilkkaat kadut, joilla läpiajoliikenne - muut	M4+P4 ^a M5+P4 ^a

a) Kaduilla, joilla valaistusluokka on M4 tai M5 ja suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus on 40 km/h tai alle, määrän päällysteen yleistasaisuusvaatimusta ei tarvitse ottaa huomioon. Tämä ei koske paikallisia kokoojakatuja, joilla käytetään vaatimusta $U_{ow} \geq 0,15$.

3.3.1.3 Tasoliittymät

Valaistun tien tasoliittymän valaistusluokka on tieluokan mukainen (taulukko 9, esim. valta- ja kantatiet M3b).

Jos vain tasoliittymä valaistaan, valaistusluokan tulee olla M3b, kun suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus on ≥ 80 km/h. Jos suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus on ≤ 60 km/h, valaistusluokka on M4. Alimpien toiminnallisten luokkien teillä,

joilla on alhainen ajonopeus ja pieni liikennemäärä, valaistusluokka on M5 ja toteutustapa on kuvan 14 mukainen.

3.3.1.4 Kiertoliittymät

Kiertoliittymät valaistaan aina. Tieosuudella käytetty luminanssiin perustuva valaistuksen mitoitusmenetelmä ei sovellu kiertoliittymään, koska liittymässä on useita havaitsemissuuntia ja havaitsemisetaisyydet ovat lyhyitä. Tämän takia kiertoliittymien osalta käytetään aina C-valaistusluokkia.

Kiertoliittymän valaistusluokan on oltava yhden valaistusluokan korkeampi kuin korkein liittyvien teiden valaistusluokista. M- ja C-luokkien vastaavuus on esitetty taulukossa 7. Esimerkiksi, jos liittyvien maanteiden korkein valaistusluokka on kantatien M3b, käytetään kiertoliittymän osalta valaistusluokkaa C3.

3.3.1.5 Eritasoliittymät

Eritasoliittymien ramppien valaistusluokat valitaan taulukon 11 avulla. Ramppien valaistusluokat valitaan pää- ja sivuteiden valaistusluokkien perusteella. Jos kohteessa määritellään valaistusluokat sekä pää- ja sivuteille että rampeille, valitaan ensin pää- ja sivuteiden valaistusluokat kohtien 3.3.1.1 ja 3.3.1.2 mukaisesti. Tämän jälkeen määritellään ramppien valaistusluokat.

Taulukko 11. Eritasoliittymän ramppien valaistusluokkien valintaperiaatteet.

Päätie	Sivutie	Rampit
M2	M2	M2
	M3a	M3a
	M3b	M3b
	M4	M3b
	M5	M3b
M3a	M2	M3a
	M3a	M3a
	M3b	M3b
	M4	M3b
	M5	M4
M3b	M2	M3b
	M3a	M3b
	M3b	M3b
	M4	M4
	M5	M4
Valaisematon	M2–M5	M4

Jos päätien osalta valaistaan vain eritasoliittymäalue, päätien valaistusluokan tulee olla M3b.

3.3.1.6 Sopeutumisalueet

Sopeutumisalueet tarvitaan valaistusluokissa M1...M3b. Sopeutumisalue sijoitetaan suoralle tieosalle tai kaarteeseen, jonka säde on vähintään $1,5 \times$ mitoitusnopeuden edellyttämä minimisäde. Jos kaarresäde on pienempi, tulee sopeutumisalue järjestää kaarteeseen jälkeen tai sopeutumisalueen pituuden verran ennen kaarretta.

Sopeutumisalueen keskimääräinen luminanssi valitaan taulukosta 12. Sopeutumisalueen tarve ja valon määrä valitaan tien valaistusluokan mukaisesti.

Taulukko 12. Sopeutumisalueen valaistusluokan valinta valaistusluokille M2...M3b. Valaistusluokkaa M1 ei käytetä maanteilla.

Tien valaistusluokka	Sopeutumisalue, % tien valaistusluokan luminanssiarvosta (sovellettavissa oleva valaistusluokka)
M2	33 % (M5, 0,50 cd/m ²)
M3a ja M3b	30 % (M6, 0,30 cd/m ²)
M4	ei sopeutumisaluetta

Sopeutumisalueen vähimmäispituus määräytyy tien suunnittelunopeuden tai nopeusrajoituksen mukaan. Valaistusluokkien M2...M3b sopeutumisalueiden vähimmäispituudet on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Sopeutumisalueen vähimmäispituus.

Tien valaistusluokka	Suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus (km/h)			
	120	100	80	< 80
M2	200 m	150 m	100 m	50 m
M3a ja M3b	150 m	100 m	50 m	0 m

Kaksiajorataisella tiellä sopeutumisalue tarvitaan vain ajettaessa valaistulta osuudelta ei valaistulle osuudelle. Esimerkiksi kaksirivisessä valaistustyyppissä vasemman ajoradan valaistus toteutetaan normaalisti tien valaistusluokan mukaisesti ja oikean ajoradan sopeutumisalue toteutetaan yllä esitettyjen vaatimusten mukaisesti.

Sopeutumisalueen tievalaistusta ei himmennetä liitteen 1 mukaisella ennakoon ohjelmoidulla ohjauksella, mutta valaisimet varustetaan kuitenkin yhdellä Zhaga-liittimellä tason L3a mukaisesti (ks. 5.2).

3.3.1.7 Sillat

Risteyssiltojen ja alikulkusiltojen valaistuksen osalta noudatetaan samoja valaistusteknillisiä vaatimuksia kuin muun tien osalta. Sillan ollessa niin leveä, ettei tien jatkuvuus ole selvä, siltaa käsitellään lyhyenä maantietunnelina. Tunnelivalaistuksen valaistusperiaatteet ja valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty kohdassa 9.

Sillan alitse kulkevan tien valaisimet saattavat aiheuttaa sillan kannelle häiritsevää ja häikäisevää valoa. Valaisinpylvään ja sillan vähimmäisetäisyys määritellään niin, että sillan reunapalkki ei merkittävästi varjosta alittavaa tietä. Tällöin myös sillan kannelle ei synny häiriövaloa. Lisäohjeita valaisinpylväiden sijoittamisesta on annettu kuvissa 18 ja 19. Jos sillan takia sillan alitse kulkevan tien valaisinpylväiden väli kasvaa suuremmaksi kuin kohdan 3.6 mukainen laskennallinen enimmäispylväsväli, on tie valaistava sillanalusvalaisimilla.

Ylittävän tien valaistus ei yleensä vaikuta alittavan tien valaistukseen. Valaistus-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 maatumien suhteen
- valaisimet tulee sijoittaa mahdollisimman kauaksi teiden risteämispisteestä.

Kun silta ylittää merkittävän liikenneväylän (maantie, rautatie, merkittävä laivaväylä), voi olla tarpeen valaista sillan rakenteet. Asiaa on käsitelty tarkemmin Väyläviraston ohjeessa *Sillat ja ympäristö*. Varsinkin maanteillä ja laivaväylillä sillan rakenteiden valaiseminen parantaa optista ohjausta. Syväväylillä on valaistava ainakin alikulkukorkeutta osoittavat vesiliikennemerkkit.

Vaelluskalojen suosimissa vesistöissä siltojen erikoisvalaistus on sammutettava vaelluksien ajaksi, koska valo voi häiritä kalojen vaellusta.

Sillan rakenteiden valaisemisessa käytetään pääsääntöisesti valkoista valoa. Liikkuvan, nopeasti muuttuvan tai tienkäyttäjiä häikäisevän valon käyttöä ei sallita liikenneturvallisuuksista.

Avattavien siltojen liikkuviin osiin ei saa sijoittaa valaisinpylväitä. Pylväät voidaan sijoittaa maan puolelle tai sillan kiinteisiin osiin. Jos avattavalle sillalle johtavaa tietä ei ole valaistu, tievalaistus aloitetaan 200 m ennen siltaa. Valaistusluokka on M4. Valaistustyyppinä käytetään yksirivistä reunasijoitusta ja taulukon 25 mukaista asennuskorkeutta.

3.3.1.8 Teiden pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueet

Muita kuin moottoriteiden yhteydessä olevia pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueita ei yleensä valaista, koska tien ajoradan valaistus tuottaa yleensä riittävästi hajavaloa alueelle. Poikkeustapauksissa alueelle voidaan kuitenkin toteuttaa erillinen valaistus mm. yleisen turvallisuuden tunteen, valvonnan tai alueen laajuuden takia.

Moottoriteiden pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueiden erkanemis- ja liittymisrampit valaistaan kuten eritasoliittymissä, ks. 3.3.1.5.

Valaistun tien yhteydessä sijaitsevien pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueiden valaistusluokka on A2 taulukon 14 mukaisesti. Valaisemattoman tien yhteydessä sijaitsevien pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueiden valaistusluokka on A3.

Taulukko 14. Pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueiden valaistusluokat standardiluonnoksen prEN 12464-2 mukaisesti.

Valaistusluokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus		Häikäisy
	E_{hm} , lx, min	U_{oi} , min	R_{GL} , max
A1	20,0	0,25	50
A2	10,0	0,25	50
A3	5,00	0,25	55

Valaistun tien yhteydessä sijaitsevien liityntäpysäköintialueiden valaistusluokat ovat:

- vilkkaat: A2
- muut: A3

Valaisemattoman tien yhteydessä sijaitsevia liityntäpysäköintialueita ei lähtökohdaisesti valaista.

Valaistuun tiehen välittömästi liittyvät, lisäkaistamaiset alueet saavat riittävästi valoa ajoradan valaisimista.

3.3.1.9 Tasoristeykset

Tien ja rautatien risteyskohdassa valaistun tien valaistusluokka on tieluokan mukainen (taulukko 9, esim. valta- ja kantatiet M3b), ottaen huomioon rautatien opastinlaitteiden näkyvyys.

Jos vain tasoristeys valaistaan, valaistusluokka on M4. Tievalaistuksen on oltava vähintään pysähtymisnäkemän pituinen molempiin suuntiin tasoristeyksestä. Pysähtymisnäkemät on esitetty taulukossa 27.

Risteysalueen valaistus on aina suunniteltava yhteistyössä Väyläviraston rautatieosaston kanssa.

3.3.2 Jalankulku- ja pyöräilyalueet

3.3.2.1 Tiealueet

Valtion omistamilla jalankulku-, pyöräily- ja pysäköintialueilla käytetään taulukon 15 mukaisia valaistusvoimakkuuksiin perustuvia P-, C- ja A-valaistusluokkia.

Tässä ohjeessa erillisillä jalankulku- ja pyöräteillä tarkoitetaan väyliä, jotka sijaitsevat kaukana ajoradasta ja joiden valaiseminen edellyttää omaa erillistä valaistusasennusta. Ajoradan yhteydessä olevan jalankulku- ja pyörätien valaistusluokka valitaan kohdan 3.3.1.1 mukaan.

Toisistaan erotetuilla jalankulku- ja pyöräteillä käytetään samaa taulukon 15 mukaista valaistusluokkaa, vaikka jalankulku- ja pyörätie olisi erotettu esim. päällystämateriaalierottelulla tai kiviraidalla. Valaistusteknisissä laskennoissa erotetut jalankulku- ja pyörätiet käsitellään erillisinä väylinä (laskenta-alueina), joilla on sama valaistusluokka.

Taulukko 15. Valaistusluokat tiealueiden jalankulku-, pyöräily- ja pysäköintialueille.

Alue	Valaistusluokka
Alikulkukäytävät - valoisan ajan valaistus tarvitaan ^a - vilkkaat, ei valoisan ajan valaistusta - vähäliikenteiset, ei valoisan ajan valaistusta	C2 C4 P4
Pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueet ^b - valaistun tien yhteydessä - valaisemattoman tien yhteydessä	A2 A3
Liityntäpysäköintialueet valaistun tien yhteydessä ^c - vilkkaat - muut	A2 A3
Erilliset jalankulku- ja pyörätiet - pyöräteiden pääreitit ^d - vilkkaat jalankulkutiet ja pyöräteiden aluereitit - vähäliikenteiset jalankulku- ja pyörätiet	P3 P4 P6
Linja-autopysäkit, odotustilat, valaistun tien yhteydessä ^c	P2

- a) Alikulkukäytävän valoisan ajan valaistuksen tarve määritellään aina hankekohtaisesti yhdessä tilaajan kanssa.
- b) Muita kuin moottoriteiden yhteydessä olevia pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueita ei yleensä valaista. A-valaistusluokat on esitetty taulukossa 14.
- c) Ei valaista valaisemattoman tien yhteydessä.
- d) Seudullinen reitti, joka on esim. tärkeä työreitti kunnan keskustaan tai osa kunnan pyöräliikenteen pääreittiverkostoa.

3.3.2.2 Kuntien katu- ja viheralueet

Jos kunnalla ei ole omaa ohjetta katu- ja viheralueiden jalankulku-, pyöräily- ja pysäköintialueiden valaistusluokan valintaan, suositellaan tällöin käytettäväksi taulukossa 16 esitettyjä valaistusvoimakkuuksiin perustuvia P-, C- ja A-valaistusluokkia.

Tässä ohjeessa erillisillä jalankulku- ja pyöräteillä tarkoitetaan väyliä, jotka sijaitsevat kaukana ajoradasta ja joiden valaiseminen edellyttää omaa erillistä valaistusasennusta.

Kadun yhteydessä olevan jalankulku- ja pyörätien valaistusluokka valitaan taulukoista 10 ja 16 siten, että suurin valaistusluokka on mitoittava. Esimerkiksi pääkadun (M3a+P3) yhteydessä olevan pyöräteiden pääreitien valaistusluokka on P2.

Toisistaan erotetuilla jalankulku- ja pyöräteillä käytetään samaa valaistusluokkaa, vaikka jalankulku- ja pyörätie olisi erotettu esim. päällystemateriaalierottelulla tai kiviraidalla. Valaistusteknisissä laskennoissa erotetut jalankulku- ja pyörätiet käsitellään erillisinä väylinä (laskenta-alueina), joilla on sama valaistusluokka.

Taulukko 16. Valaistusluokat katu- ja viheralueiden jalankulku- ja pyöräilyalueille sekä pysäköintialueille.

Alue	Valaistus- luokka
Alikulkukäytävät	
- valoisan ajan valaistus tarvitaan ^a	C2
- vilkkaat, ei valoisan ajan valaistusta	C4
- vähäliikenteiset, ei valoisan ajan valaistusta	P4
Erilliset polkupyöräkaistat (pyöräteiden pääreitit ajoradan yhteydessä, samassa tasossa ajoradan kanssa)	C4
Pysäkkien odotustilat	C3
Kävelykadut	P2
Torit, aukiot	
- keskusta-alueet, aluekeskukset	P2
- muut	P3
Pysäköintialueet ^b	
- keskusta-alueet, aluekeskukset, erittäin vilkkaat	A2
- muut	A3
Puistot	
- jalankulku- ja pyörätiet, puistokäytävät	
- keskusta-alueet, aluekeskukset	P3
- muut	P4
- pelikentät tai pelialueet ^c	C3
- asukaspuistot tai leikkipuistot, leikkipaikat (kaikki puistokäytävät ja alueet)	P3
- koira-aitaukset	P4 ^d
Erilliset jalankulku- ja pyörätiet	
- pyöräteiden pääreitit	P2
- vilkkaat jalankulkutiet ja pyöräteiden aluereitit	P3
- vähäliikenteiset jalankulku- ja pyörätiet	P4
Ulkoilureitit, kuntoradat ^e	P4

a) Alikulkukäytävän valoisan ajan valaistuksen tarve määritellään aina hankekohtaisesti yhdessä tilaajan kanssa.

b) A-valaistusluokat on esitetty taulukossa 14.

c) Ei koulu-, harraste- tai kilpailutoimintaa.

d) Valaistaan vain olennaisten alueiden osalta.

e) Ei tv-kuvausta. Tv-kuvauksen lisävaatimukset määritellään aina hankekohtaisesti yhdessä tilaajan kanssa.

3.3.2.3 Alikulkukäytävät

Alikulkukäytävä valaistaan pimeään aikaan aina, kun se liittyy valaistuun jalankulku- ja pyörätiehen. Alikulkua ei yleensä valaista, jos siihen johtavaa jalankulku- ja pyörätietä ei ole valaistu. Jos alikulku on kuitenkin pitkä ja matala ja alikulun valaistuksen sähkönsyöttö on kustannustehokkaasti toteutettavissa, alikulku valaistaan. Alikulkukäytävien valaistusluokat on esitetty taulukoissa 15 ja 16.

Rautatieaseman alittavien alikulkujen valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty kohdassa 10.2.2.

Alikulkukäytävän valaistuksen on toimittava valoisaan aikaan, jos käytävän pituus on vähintään seitsemän kertaa alikulun vapaan leveyden ja vapaan korkeuden muodostaman pinta-alan neliöjuuri. Tätä lyhyemmät käytävät valaistaan valoisaan aikaan, jos alikulun suuntaus on sellainen, että sen läpi ei näe, tai alikulun seinät ovat erittäin tummat. Alikulkukäytävän valoisan ajan valaistuksen tarve määritellään aina hankekohtaisesti yhdessä tilaajan kanssa. Päätökseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. lähimmän tievalaistuskeskuksen sijainti, liikennemäärät ja jatkuvan sähkönsäätömahdollisuus. Jos kyseessä on vähäliikenteinen jalankulku- ja pyörätie, valoisan ajan valaistusta ei yleensä tarvita, vaikka edellä mainittu alikulun pituuden vaatimus täyttyisikin (esim. putkisillat).

Jos alikulkukäytävä valaistaan valoisaan aikaan, sen valaistusluokka on ensisijaisesti sama sekä valoisaan että pimeään aikaan. Vaihtoehtoisesti alikulkukäytävän valaistus voidaan pimeään aikaan ohjata valaistusluokkaan C4 (50 % valaistusluokasta C2) ajaksi, jolloin tievalaistus on päällä.

3.3.2.4 Suojatiet

Suojatie valaistaan yleensä ajoradan valaisimilla.

1-rivisessä reunasijoituksessa pylväs on sijoitettava ajosuunnassa 1...2 m ennen suojatietä siten, että jalankulkijoihin ja pyöräilijöihin kohdistuva pystytason valaistusvoimakkuus on mahdollisimman suuri.

2-rivisessä vastakkaisessa tai vuoroittaisessa reunasijoituksessa pylväät on sijoitettava molemmin puolin tietä 1...2 m ennen suojatietä ottaen huomioon ajosuunnat.

Keskiasennuksessa valaisinpylväs on pyrittävä sijoittamaan suojatiesaarekkeeseen.

Valaisinpylväiden sijoittelussa on otettava huomioon suurten erikoiskuljetusten reitistö (SEKV). Erikoiskuljetusten aiheuttamat lisävaatimukset valaistussuunnittelulle on esitetty kohdassa 4.7.

Jos valaisinpylväs sijoitetaan 1...2 m ennen suojatietä, suojatiemerkki voidaan sijoittaa valaisinpylvääseen, jos pylvään rakenne ei sitä rajoita Väyläviraston ohjeen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset* mukaisesti.

Valta- ja kantateillä valaistun tien valaistuksen tulee olla 50 m suojatien molemmin puolin valaistusluokan M3a mukainen. Tämä toteutuu, jos pylväsväliä lyhennetään suojatien molemmin puolin. Jos kahden suojatien väli on pienempi kuin 200 m, parannetaan koko osuuden valaistus valaistusluokan M3a mukaiseksi. Muiden teiden osalta suojatien valaistusluokka on sama kuin kyseisen tieosuuden valaistusluokka.

Poikkeustapauksissa, ja tilaajan sitä nimenomaisesti vaatiessa, suojateiden valaistusta voidaan parantaa vaihtoehtojen A tai B mukaisesti. Tällaisia poikkeustapauksia voivat olla mm. vaaralliseksi todetut teiden ylityskohdat tai koulujen, palvelukeskusten ja päiväkotien lähellä olevat suojatiet.

- A. Vaaditaan valaistusluokan M3a mukainen tievalaistus 50 m suojatien molemmin puolin myös seutu- ja yhdysteillä. Tämä toteutuu, kun pylväsväliä lyhennetään merkittävästi suojatien molemmin puolin.

- B. Varustetaan suojatie erillisellä suojatievalaistuksella. Erillisessä suojatievalaistuksessa valaisinpylväs ja valaisin sijoitetaan molemmin puolin tietä ajosuunnassa 1...2 m ennen suojatietä. Valaisimien asennuskorkeus on yleensä 6 m tai 8 m ja valaisimet varustetaan suojatieoptiikalla. Erillinen suojatievalaistus ei vaikuta tievalaistuksen pylväsväliin. Optimaalisinta on, että erillisellä suojatievalaistuksella varustettu suojatie sijaitsee tievalaistuksen pylväsvälin puolivälissä. Erillistä suojatievalaistusta ei himmennetä liitteen 1 mukaisella ennakkoon ohjelmoidulla ohjauksella, mutta valaisimet varustetaan kuitenkin yhdellä Zhaga-liittimellä tason L3a mukaisesti (ks. 5.2).

Ei valaistujen teiden suojateita ei lähtökohtaisesti valaista, ellei kyseessä ole vaihtoehtoon B mukainen suojatievalaistus. Jos vaihtoehtoon B mukainen erillinen suojatievalaistus toteutetaan ei valaistulle tielle, tielle toteutetaan valaistusluokan M4 mukainen valaistus pysähtymisnäkemän pituudelta suojatien molemmin puolin.

Vaihtoehtossa B suojatien valaistustekniset vaatimukset ovat taulukon 17 mukaiset. E_{vmin} on tarkasteltavan alueen pienin pystytason valaistusvoimakkuusarvo ja E_{hmin} on tarkasteltavan alueen pienin vaakataso valaistusvoimakkuusarvo. Valaistusvoimakkuudet lasketaan eri alueille seuraavasti:

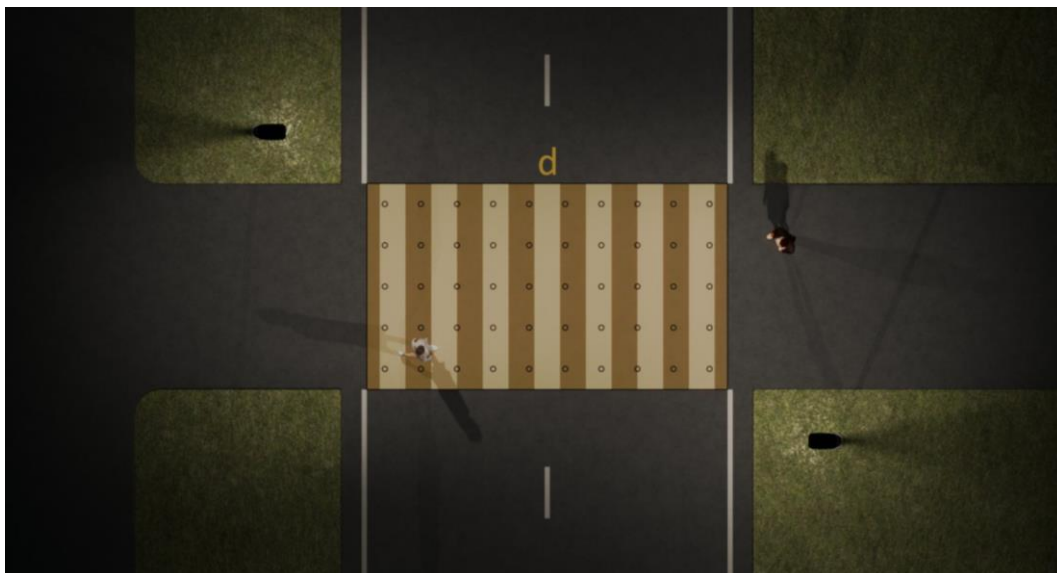
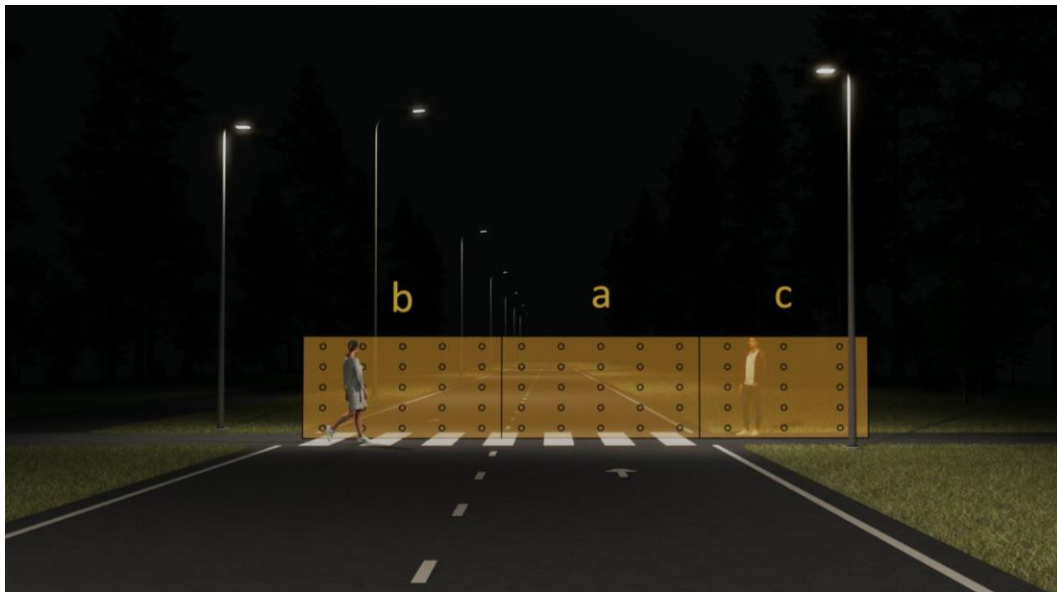
- Alue *a*: pystytason valaistusvoimakkuudet lasketaan ajosuunnassa suojatien keskellä ajosuunnan ajokaistojen koko leveydeltä. Laskenta-alue *a* ulottuu 1,8 m korkeuteen ja sen pituus on suojatien reunasta ajoradan keskelle, kuvan 1 mukaisesti. Laskentapisteitä on 5 kpl korkeussuunnassa ja 5 kpl suojatien pituussuunnassa ajosuunnan ajokaistojen määrästä riippumatta.
- Alue *b*: pystytason valaistusvoimakkuudet lasketaan vastaavalla tavalla ja samassa suunnassa kuin alueen *a* tapauksessa, mutta laskenta-alue *b* sijoitetaan toiselle puolelle ajorataa suojatien reunasta ajoradan keskelle, kuvan 1 mukaisesti. Laskentapisteiden määrä on sama kuin alueen *a* tapauksessa.
- Alue *c*: Suojatien vierialueella pystytason valaistusvoimakkuudet lasketaan vastaavalla tavalla kuin alueen *a* tapauksessa, mutta alue ulottuu 1,8 m korkeuteen ja sen pituus (ylityssuunnassa) on 3 m alkaen suojatien reunasta. Suojatien vierialue edustaa aluetta, jolla jalankulkija tai pyöräilijä odottaa tien ylitystä. Laskentapisteitä on 5 kpl korkeussuunnassa ja 3 kpl suojatien pituussuunnassa, kuvan 1 mukaisesti.
- Alue *d*: Alueen *d* leveys on suojatien leveys ja alueen *d* pituus on suojatien pituus, ks. kuva 1. Laskentapisteitä on 10 kpl suojatien pituussuunnassa (ylityssuunnassa) ja 5 kpl suojatien leveyssuunnassa (ajosuunnassa). Laskentapisteet sijaitsevat suojatien (ajoradan) pinnalla.

Pystytason valaistusvoimakkuusvaatimusten tulee täyttyä molempiin ajosuuntiin (tarkastelut tulee tehdä alueille *a*, *b* ja *c* myös toiseen ajosuuntaan), mikä edellyttää vähintään yhden valaisimen sijoittamista suojatien molemmin puolin.

Alueissa *a-d* laskentapisteet sijoitetaan tasavälein. Esimerkiksi alueella *c* laskentapisteiden väli on 1 m leveyssuunnassa ja 0,36 m korkeussuunnassa. Valaistusteknisissä laskennoissa tulee tarkastella vain suoraan alueiden *a-d* tasojen pinnoille saapuvan valon määrää ja kaikkien pintojen heijastuskertoimiksi (myös ajorata) tulee laittaa 0,0.

Taulukko 17. Suojatien eri alueiden valaistusvoimakkuusvaatimukset. Alueet on esitetty kuvassa 1.

Suojatien alue	Pienin sallittu valaistusvoimakkuus	
	E_{vmin} , min, lx	E_{hmin} , min, lx
a	15,0	-
b	10,0	-
c	10,0	-
d	-	40,0



Kuva 1. Erillisen suojatievalaistuksen laskentapisteet pysty- ja vaakatason valaistusvoimakkuuksille.

Edellä mainituilla mitoitusperiaatteilla suojatiellä tai sen välittömässä läheisyydessä oleva jalankulkija tai pyöräilijä muodostaa riittävän luminanssikontrastin taustaan

nähdessä (ajorata tai tien välitön ympäristö), mikä parantaa autoilijan mahdollisuutta havaita jalankulkija tai pyöräilijä ajoissa.

3.3.2.5 Linja-autopysäkit

Valaistun tien linja-autopysäkkien levennyksillä käytetään samaa valaistusluokkaa kuin tielinjalla.

Valaistulla tiellä linja-autopysäkin odotustilan valaistusluokka on P2.

Linja-autopysäkin odotustilan valaistusluokka tulee pyrkiä saavuttamaan sijoittamalla ajorataa valaisevat tievalaisimet pysäkin välittömään läheisyyteen. Tarvittaessa pylväsväliä voidaan pysäkkien kohdalla lyhentää. Jos ajoradan valaisimet ovat tien vastakkaisella reunalla, voidaan pysäkin viereen asentaa tarvittaessa yksi tievalaisin tai kaksi jalankulku- ja pyörätien valaisinta, jotta pysähtynyt linja-auto ei aiheuttaisi varjoja.

Taajaman ulkopuolella ei ensisijaisesti käytetä linja-autopysäkin katokseen integroitua valaistusta. Jos linja-autopysäkin katokseen integroitua valaistusta käytetään (esim. taajama-alueella), on linja-autopysäkin katostilan valaistusluokka C2. Integroidun valaistuksen tulee valaista myös informaatiotaulu.

Valaisemattomalla tiellä linja-autopysäkkiä ei lähtökohtaisesti valaista, eikä linja-autopysäkin katokseen integroitua valaistusta käytetä.

Valtiolle kuuluvien rautatiealueiden asemaympäristöjen valaistusteknilliset vaatimukset ja valaistusperiaatteet on esitetty kohdissa 10.2.2 ja 10.3.2.

3.3.3 Ulkotyöalueet

Ulkotyöalueiden valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty standardissa *SFS-EN 12464-2*.

3.3.4 Urheilualueet

Urheilukenttien ja urheilualueiden, joilla suoritetaan harraste- ja kilpailutoimintaa, valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty standardissa *SFS-EN 12193*.

3.3.5 Satama-alueet ja laiturit

3.3.5.1 Suuret satamat

Jos tie päättyy suureen matkustaja- tai tavarasatamaan, valaistusteknillisen vaatimusten osalta noudatetaan standardin *SFS-EN 12464-2* vaatimuksia. Jos alueella on myös rautatieliikennettä, rautatiealueiden osalta on otettava huomioon luvussa 10 esitetyt lisäohjeet ja lisävaatimukset.

Suurilla satama-alueilla käytetään yleensä mastovalaistusta.

3.3.5.2 Lautta- ja lossilaiturit

Jos rantaan johtava tie on valaistu, laituriin liittyvän osuuden valaistusluokka on sama kuin rantaan johtavan tien valaistusluokka. Valaistustyyppi määräytyy rantaan johtavan tien mukaan.

Jos rantaan johtavaa tietä ei ole valaistu, tievalaistus aloitetaan 200 m ennen lastausaluetta tai niin, että valaistavasta osuudesta muodostuu järkevä kokonaisuus (esim. valaistus aloitetaan ennen kaarretta). Valaistusluokka on M4. Valaistustyyppinä käytetään yksirivistä reunasijoitusta ja taulukon 25 mukaista asennuskorkeutta.

Lastausalueen valaistusluokka on C1.

Kanavalaitureiden jalankulkualueiden ja köysien kiinnitysalueiden valaistusluokka on C0.

3.3.5.3 Vähäliikenteiset laiturit

Vähäliikenteisiä laitureita ovat mantereen puolella olevat maantielaiturit sekä yhteysaluslaiturit saarella satunnaisesti liikkuvia aluksia tai veneitä varten. Jos nämä laiturit valaistaan, näiden valaistusluokka on C5.

3.3.6 Raja-asemat

Raja-asemien tiet, pysäköintialueet ja tarkastusalueet valaistaan. Valaistusluokat on esitetty taulukossa 18.

Taulukko 18. Valaistusluokat raja-asemille.

Tie tai alue	Valaistusluokka
Rajanylitysasemalle johtava päätie raja-aseman alueella	M2
Rajanylitysalueen rampit, jotka johtavat tarkastusalueille tai rekka-autojen pysäköintialueille	M3a
Rajanylitysalueen muut tiet	Taulukon 9 mukaan
Saapuvan ja lähtevän liikenteen tarkastusalueet	C0
Rekka-alueen pysäköintialueet	A1
Muut rajanylitysalueen pysäköintialueet	A2

Suurien raja-asemien tarkastusalueilla käytetään yleensä mastovalaistusta.

Pienillä raja-asemilla voidaan käyttää alhaisempia valaistusluokkia, kuin mitä taulukossa 18 on esitetty.

3.4 Valolajin valinta

Valtion maanteillä tievalaistuksen uudisrakentaminen ja parantaminen toteutetaan ledivalaisimin.

Taulukossa 19 on esitetty valtion tavoitteet valon värilämpötilalle ja värintoistindeksille alueittain. Tavoitteet ovat Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* mukaiset. Liian korkeita värilämpötiloja (> 4 300 K) tulee välttää, ellei hankkeessa sitä erityisesti edellytetä.

Yleensä valaisimen valotehokkuus paranee, kun valaisimen värilämpötila nousee ja värintoistoindeksi laskee. Siksi on suositeltavaa käyttää värilämpötilaa 4 000 K ja värintoistoindeksiä $R_a \geq 70$, jos muita vaatimuksia ei ole.

Taulukko 19. Suositukset ulkovalaistuksessa käytettäville värilämpötiloille ja värintoistoille alueittain. Arvot ovat valonlähteiden nimellisiä arvoja.

Alue	Värilämpötila K	Värintoisto R_a
Tiet ja teiden yhteydessä olevat jalankulku- ja pyörätiet	4 000 K	$R_a \geq 70$
Alikulkukäytävät ja muut sillanalusvalaistukset	4 000 K	$R_a \geq 70$
Pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueet, liityntäpysäköintialueet	4 000 K	$R_a \geq 70$
Erilliset jalankulku- ja pyörätiet	4 000 K	$R_a \geq 70$
Linja-autopysäkit, odotustilat	4 000 K	$R_a \geq 70$
Satama-alueet ja laiturit	4 000 K	$R_a \geq 70$
Raja-asemien ja satamien tarkastus-alueet	3 000, 4 000 K	$R_a \geq 80$
Maantietunnelit	4 000 K	$R_a \geq 70$
Katu- ja viheralueet	3 000 K	$R_a \geq 70$
Rautatiet, kaikki matkustaja-alueet	3 000 K	$R_a \geq 80$
Rautatiet, muut alueet	4 000 K	$R_a \geq 70$

Kun maantielle tehdään liittymän kanavointi, suojatie muutetaan alikulkukäytäväksi tms. ja siinä yhteydessä nykyiset valaisinpylväät korvataan uusilla, uudessa valaistuksessa voidaan käyttää taulukon 19 mukaisia ledivalaisimia, vaikka jatkeella olevilla osuuksilla käytetään vielä joitakin vuosia suurpainenatriumvalaisimia.

Nykyisten suurpainenatriumvalaistusten yksittäisvaihtoihin voi käyttää taulukon 19 mukaisia ledivalaisimia. Markkinoilla on saatavana ledivalaisimia, joiden värilämpötila on lähellä suurpainenatriumvalaisimien värilämpötilaa, mutta niiden valotehokkuus on yleensä merkittävästi pienempi kuin ledivalaisimilla, joiden värilämpötila on 4 000 K. Kyseiset valaisimet soveltuvat myös huonommin myöhempää käyttöä varten, esim. tievalaistuksen parantamisen jälkeen ja siksi näiden käyttöä ei suositella.

Valon värillä ja spektrillä on merkitystä pääasiassa ympäristön viihtyisyyden ja yleisen turvallisuuden sekä jossakin määrin havaitsemisen ja häikäisyn kannalta (ks. myös kohta 2.1.2). Kuljettajien näöntarkkuus ja havaitsemisnopeus keskeisnäössä ovat sitä parempia mitä kapeaspektrisempää valo on. Valkoisessa valossa ja alhaisilla valaistustasoilla kohteiden havaitseminen ääreisnäössä paranee jonkin verran verrattuna keltaiseen valoon. Lisäksi alhaisilla valaistustasoilla valkoinen valo koetaan yleensä subjektiivisesti kirkkaammaksi kuin keltainen valo vaikka valaistustasot olisivat samat. Jalankulkijat kokevat valkoisen valon yleensä turvallisemmaksi suhteessa keltaiseen valoon.

Valonlähteet, joilla on leveä spektri aiheuttavat helpommin kiusahäikäisyä. Mitä korkeampi on värilämpötila, sitä korkeampi on yleensä häikäisyn subjektiivinen vaikutelma, koska siihen vaikuttavat erityisesti lyhyet aallonpituudet.

Valon väriä voidaan käyttää jossakin määrin huomion herättämiseksi esimerkiksi suojateiden erillisen suojatievalaistuksen (esim. 3 000 K, $R_a \geq 80$) ja siltojen tapauksessa.

3.5 Valaistusteknilliset laskennat

Valaistusteknillisillä laskennoilla osoitetaan valaistusteknillisten vaatimusten täyttyminen. Valaistussuunnitelman mukana tulee aina toimittaa valaistusteknilliset laskennat, ks. kohta 8.5.4.

Teillä valaistusteknilliset laskennat tehdään ajokaistoille standardin *SFS-EN 13201-3* mukaisesti. Lisäksi laskennoissa otetaan huomioon ajokaistojen vierialueiden valaistus, ks. kohta 3.1.6. Jalankulku- ja pyöräteillä laskennat tehdään tarkastelualueelle, jonka leveyden määrittää päällysteen leveys. Sorapintaisilla väylillä tarkastelualueen leveyden määrittää väylän leveys.

Valaistussuunnittelussa käytettävän valaistuslaskentaohjelman tulee suorittaa laskennat standardin *SFS-EN 13201-3* uusimman version mukaisesti. Tunnelivalaistuksen laskennat tehdään kohdan 9.7 mukaan. Valaistusteknillisissä laskennoissa tulee käyttää alenemakerrointa kohdan 3.6 mukaisesti.

Tievalaistuksen laskennoissa havaitsija sijoitetaan vuorotellen jokaisen kaistan keskelle. Keskimääräinen luminanssi ja luminanssin yleistasaisuus lasketaan koko ajoradalle jokaisesta havaitsijan sijainnista. Luminanssin pitkittäistasaisuus lasketaan kaistan keskilinjalle, havaitsijan sijainnin kautta kulkevalle pitkittäissuoralle jokaisesta havaitsijan sijainnista. R_{EI} -arvot lasketaan ajoradan välittömässä läheisyydessä sijaitseville alueille molemmin puolin ajorataa. Estohäikäisy lasketaan uusilla valonlähteillä (alenemakerroin 1,00) jokaisesta havaitsijan sijainnista. Estohäikäisyn laskennassa huomioon otettavat valaisimet on määritelty standardissa *SFS-EN 13201-3*.

Vaaditun valaistusluokan kaikkien valaistusteknillisten vaatimusten tulee täyttyä. M-valaistusluokkien tapauksessa mitoittava tapaus on pienin arvo keskimääräisen luminanssin, luminanssin yleis- ja pitkittäistasaisuuden sekä vierialueen valaistuksen R_{EI} -arvon osalta ja suurin arvo estohäikäisyn osalta.

Mitoittava kuiva ja märkä päällyste on esitetty kohdassa 3.7.

Jos ajoradan vieressä olevalla, ajokaistan levyisellä alueella sijaitsee liikennealue (esim. jalankulku- ja pyörätie), jolla on omat valaistusteknilliset vaatimuksensa kyseiselle alueelle ei tarvitse laskea vierialueen valaistusvoimakkuusarvoa R_{EI} (tällöin toisen puolen R_{EI} -arvo on mitoittava). Kaksiajorataisilla teillä vierialueen valaistusvoimakkuusarvot R_{EI} lasketaan vain reuna-alueen puoleisille ajokaistan levyisille alueille. Keskialueelle ei tarvitse laskea R_{EI} -arvoja, ellei keskialueen leveys ole suurempi kuin 10 m. Jos keskialueen leveys on yli 10 m, lasketaan R_{EI} -arvot normaalisti molempien ajoratojen molemmin puolin, ks. myös kohta 3.1.6.

Silloilla ei tarvitse laskea vierialueen valaistusvoimakkuusarvoa R_{EI} . Valaisimien valinnassa on kuitenkin otettava huomioon kohdan 6.4.2 periaatteet valaisinkirjavuuden vähentämiseksi kunnossapitosyistä.

Valaistusteknisillä laskennoilla määritellään enimmäispylväsväli, jolla valaistuksen vaatimukset vielä täyttyvät valitulla esimerkkivalaisimella. Valaistussuunnitelmassa enimmäispylväsväliä ei saa ylittää. Enimmäispylväsväli määritellään metrin tarkkuudella. Kaarteissa ($R < 1\,000\text{ m}$) enimmäispylväsväliä lyhennetään käytämällä kuvan 17 mukaisia kertoimia.

Yleensä tievalaisimien valonjako-ominaisuudet ovat symmetrisiä tiensuuntaisessa tasossa. Jos näin ei ole, laskennat on tehtävä todelliset ajosuunnat huomioon ottaen. Pienin arvo on mitoittava.

Valaistustekniset laskennat on tehtävä ja tulokset esitettävä riittävällä tarkkuudella taulukon 20 mukaan.

Taulukko 20. Valaistusteknisissä laskennoissa käytettävät desimaalitarkkuudet.

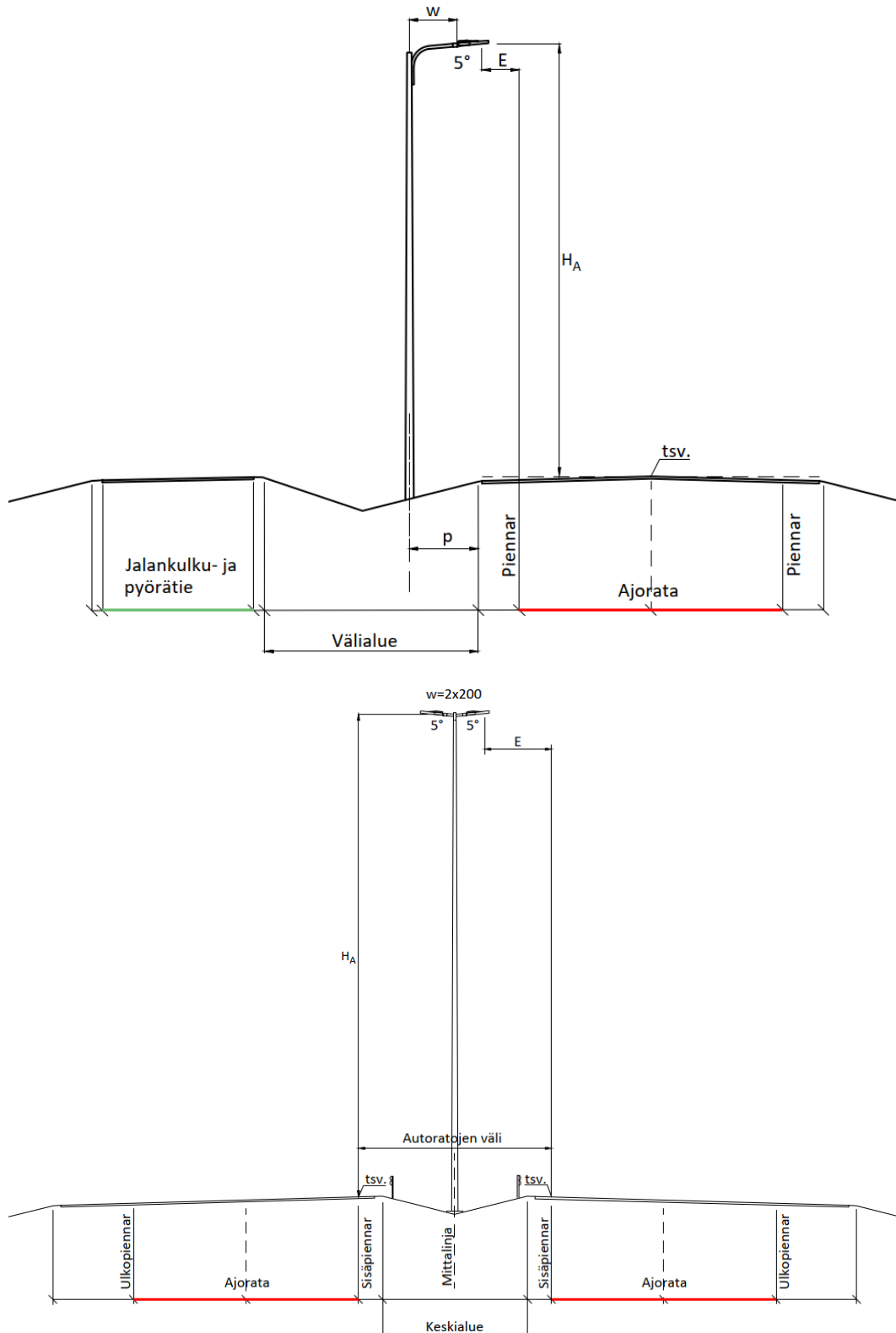
Valaistusteknillinen suure	Desimaalien määrä
Luminanssi $L < 10\text{ cd/m}^2$	2
Luminanssi $10\text{ cd/m}^2 \leq L \leq 50\text{ cd/m}^2$	1
Luminanssi $L > 50\text{ cd/m}^2$	0
Yleis- ja pitkittäistasaisuudet U_o, U_r, U_{ow}, U_{oi}	2
Estohäikäisy f_{TI}	1 ^a
Häikäisynluokitusluku R_G	0
Vierialueen valaistusvoimakkuus R_{EI}	2
Valaistusvoimakkuus $E < 10\text{ lx}$	2
Valaistusvoimakkuus $10\text{ lx} \leq E \leq 50\text{ lx}$	1
Valaistusvoimakkuus $E > 50\text{ lx}$	0

a) Vaatimus on voimassa 1.1.2025 alkaen, jolloin uuden standardiluonnoksen prEN 13201-3 mukaiset vaatimukset on viety valaistuslaskentaohjelmiin.

Kuvassa 2 on esitetty esimerkkejä valaisimien sijoittamisesta poikkileikkaukseen, valaistusteknisissä laskennoissa käytettävien mittojen määritelmiä ja laskentoihin vaikuttavat poikkileikkauksen osat. Lisätietoja löytyy Väyläviraston ohjeesta *Tien poikkileikkauksen suunnittelu*.

Valaistusteknisissä laskennoissa on otettava huomioon valaisimen tai valonheittimen fyysiset mitat.

Ulkotyöalueiden valaistustekniset laskennat tulee tehdä standardin *SFS-EN 12464-2* mukaisesti ja urheilukenttien ja urheilualueiden laskennat standardin *SFS-EN 12193* mukaisesti.



Kuva 2. Valaisimien sijainti yksiajorataisella tiellä ja kaksiajorataisella tiellä. w = valaisinvarren ulottuma, p = valaisinpylvään keskipisteen etäisyys pientareen reunasta, H_A = asennuskorkeus, valaisimen optiikan keskipisteen etäisyys ajoradan tasausviivasta korkeussuunnassa, E = valaisimen optiikan keskipisteen etäisyys ajoradan reunasta poikittaissuunnassa. Punaisella värillä on merkitty M-valaistusluokkien tarkastelualueet ja vihreällä värillä jalankulku- ja pyörätien tarkastelualue.

3.6 Alenemakertoimen valinta

Valaistussuunnittelun valaistusteknisissä laskennoissa tulee aina käyttää alenemakeroimta. Alenemakertoimella varmistetaan, että valaistusasennus täyttää kaikki valaistustekniset vaatimukset asennuksen koko elinkaaren aikana ottaen huomioon suunnitellut kunnossapitotoimet. Alenemakeroim tulee aina esittää valaistussuunnitelman mukana toimitettavien valaistusteknisten laskentojen yhteydessä.

Alenemakertoimen, sen eri osien sekä vakiovalovirran yksityiskohtaiset määrittelyt on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset*.

Maanteillä käytetään ensisijaisesti vakiovalovirtaohjausta (CLO), jolla valovirran aleneman aiheuttama alkuvaiheen valaistustason ylitys saadaan minimoituksi. Vakiovalovirtaohjauksessa valovirta pyritään pitämään samana koko valaisimen elinkaaren aikana ja valaisimen tehoa lisätään valonlähteen vanhetessa.

Ledivalaisimen alenemakeroim on 0,90 (alenemakeroim koostuu pelkästään valaisimen likaantumiskeroimesta), jos

- valaisin on varustettu vakiovalovirtaohjauksella (CLO)
- valaisimen valonjaossa on otettu huomioon vakiovalovirtaohjaus
- valaisin on asennettu asennuskorkeuteen $H_A \geq 4,0$ m ja
- kyseessä ei ole maantietunneli- tai sillanalusvalaisin.

Valaistussuunnitelmasta tulee aina ilmetä, varustetaanko valaisin vakiovalovirtaohjauksella.

Vakiovalovirtaohjauksella varustetun maantietunneli- ja sillanalusvalaisimen alenemakeroim on 0,85, jos valaisimen valonjaossa on otettu huomioon vakiovalovirtaohjaus.

Vakiovalovirtaohjauksella varustetun ledivalaisimen, jonka asennuskorkeus on $H_A < 4,0$ m, alenemakeroim on 0,85, jos valaisimen valonjaossa on otettu huomioon vakiovalovirtaohjaus.

Jos ledivalaisin ei ole varustettu vakiovalovirtaohjauksella tai valonjaossa ei ole otettu huomioon ohjauksen vaikutusta valovirtaan, sen alenemakeroim lasketaan kaavalla 1.

$$f_m = f_{LF} \cdot f_{LM} \quad (1)$$

jossa

f_m	on alenemakeroim
f_{LF}	on valaisimen valovirran alenema, valmistajan ilmoittama X:n arvo arvoista L_x
f_{LM}	on valaisimen likaantumiskeroim, joka on esim. 0,90.

Esimerkiksi tievalaisimen, jonka valmistajan ilmoittamat arvot ovat $L_{90}(B_{50})$ eliniälle 100 000 h, alenemakeroim on $f_m = 0,90 \times 0,90 = 0,81$.

Maantietunneli- ja sillanalusvalaisimien (risteyssillat ja alikulut) tapauksessa valaisimen likaantumiskerroin f_{LM} on 0,85.

Ledivalaisimen, jonka asennuskorkeus on $H_A < 4,0$ m, valaisimen likaantumiskerroin f_{LM} on 0,85.

Suhteellinen kynnyskontrastin kasvu $\mathcal{K}_T$ (%) tulee aina laskea uusilla valonlähteillä, toisin sanoen alenemakertoimen tulee olla 1,00. Tällöin valonlähteiden aiheuttaman estohäikäisyn vaikutus on suurin.

Erikoisvalaistuksien alenemakertoimet määritellään aina hankekohtaisesti riippuen mm. valaisimien sijainneista, asennuskorkeuksista ja kunnossapitoväleistä. Yleensä erikoisvalaistuksessa käytetään valaisimen likaantumiskerrointa $f_{LM} = 0,85$.

3.7 Päälystetyypin valinta

Ajoradan päälyste on yksi tievalaistuksen lopputulokseen eniten vaikuttavista tekijöistä, sillä päälysteen heijastusominaisuudet määrittävät, kuinka paljon tievalaisimien ajoradan pinnalle tuottamasta valosta heijastuu ajoradan pinnasta ajoneuvon kuljettajan silmiin. Tievalaisimien tuottama valaistusvoimakkuus tienpinnalla ja päälysteen heijastusominaisuudet määräävät yhdessä tienpinnan luminanssin.

Päälysteen heijastusominaisuudet riippuvat seuraavista tekijöistä:

- päälysteen rakenne (kiviaines, sideaine, täyteaine, valmistusmenetelmä)
- fysikaalinen tila (ikä, pinnan puhtaus, kosteus)
- pinnalle tulevan valon tulokulma ja ajoneuvon kuljettajan havaitsemiskulma.

Ajoradan luminanssin ja sen tasaisuuden laskemista varten on tunnettava päälysteen heijastusominaisuudet mm. vaaleusaste ja peilimäisyys. Nämä ominaisuudet vaihtelevat päälysteen rakenteen, laadun, iän ja olotilan mukaan. Heijastusominaisuudet määritellään sekä kuivalle että märälle päälysteelle.

Päälysteiden vertailua ja luokittelua varten päälysteen heijastusominaisuuksista, jotka esitetään r -taulukoiden avulla, määritellään seuraavat suureet: vaaleusaste Q_0 sekä peilimäisyydet $S1$ ja $S2$. Nykypäivänä lisäsuureen $S2$ käytöstä on luovuttu, eikä sitä käsitellä tässä ohjeessa. Mitä suurempi vaaleusaste Q_0 on, sitä vaaleampi on päälyste ja sitä pidemmät on pylväsvälit tai sitä pienempi on energiankulutus. Mitä suurempi peilimäisyys $S1$ on, sitä enemmän päälyste peiliheijastaa valoa. Peilimäisyydellä on suuri vaikutus keskimääräiseen luminanssiin L_m , luminanssin yleistasaisuuteen U_0 ja luminanssin pitkittäistasaisuuteen U .

Koska erilaisia päälysteitä on olemassa hyvin paljon, kansainvälinen valaistuskomissio (CIE) on ryhmitellyt ne ulkovalaistuksen suunnittelua varten R-, N- ja C-luokkiin kuivalle päälysteelle ja W-luokkiin märälle päälysteelle. Jokaista kuivan ja märän päälysteen luokkaa varten on määritelty teoreettinen standardipäälyste, joka kuvaa valaistusteknisissä laskennoissa riittävällä tarkkuudella kaikkia tähän luokkaan kuuluvia päälysteitä. Päälystelukat on esitetty taulukossa 21. Päälysteet luokitellaan luokkiin niiden peilimäisyysarvojen $S1$ perusteella. Esimerkiksi kuiva päälyste, jonka arvot ovat $Q_0 = 0,09$ ja $S1 = 1,01$ luokiteltaisiin luokkiin C2,

R3 tai N3 riippuen siitä mitä luokkia kyseisessä maassa käytetään. Standardipäällysteluo-
klien r -taulukot (heijastusominaisuudet) on esitetty julkaisussa *CIE 144*. Tievalaistuksen optimaalisen suorituskyvyn kannalta kuivan päällysteluo-
kan tulee olla pieni, eli päällysteen vaaleata, mutta ei peilimäistä. Joissakin tapauksissa koh-
talaiset peilimäisyysarvot saattavat kuitenkin johtaa pidempiin pylväsväleihin, kuin
erittäin matalat peilimäisyysarvot.

Taulukko 21. Standardipäällysteiden luokittelu.

Päällyste- luokka	Peilimäisyys S_I :n alue	Standardipäällysteen nimellisarvot	
		S_I	Q_0
C1	$S_I < 0,40$	0,24	0,10
C2	$S_I \geq 0,40$	0,97	0,07
R1	$S_I < 0,42$	0,25	0,10
R2	$0,42 \leq S_I < 0,85$	0,58	0,07
R3	$0,85 \leq S_I < 1,35$	1,11	0,07
R4	$S_I \geq 1,35$	1,55	0,08
N1	$S_I < 0,28$	0,18	0,10
N2	$0,28 \leq S_I < 0,60$	0,41	0,07
N3	$0,60 \leq S_I < 1,30$	0,88	0,07
N4	$S_I \geq 1,30$	1,61	0,08
W1	$S_I < 4,5$	3,2	0,114
W2	$4,5 \leq S_I < 7,2$	5,7	0,150
W3	$7,2 \leq S_I < 9,8$	8,7	0,196
W4	$9,8 \leq S_I < 12^a$	10,9	0,247

a) Jos $S_I \geq 12$, W-luokkia ei käytetä.

Päällysteen kuluminen ja pinnan rakenteen muuttuminen päällysteen elinkaaren
aikana vaikuttavat päällysteen vaaleusasteeseen ja peilimäisyyteen. Tievalaistuk-
sen mitoituksessa oletuksena on, että päällyste on ollut käytössä vähintään yhden
vuoden (standardipäällysteet), koska uuden päällysteen heijastusominaisuudet
muuttuvat hyvin paljon ensimmäisten kuukausien aikana. Täysin uusia päällysteitä
ei tievalaistuksen mitoituksessa siis oteta huomioon. Vuoden jälkeen päällysteen
heijastusominaisuuksien oletetaan olevan kohtalaisen vakaat ja vaihtelevan vain
hieman vuodenaikojen ja päällysteen eliniän mukaan. Päällyste karkeutuu talven
nastarengaskauden jälkeen, mikä nostaa hieman päällysteen vaaleusastetta ja vä-
hentää peilimäisyyttä. Liikenne ja korkeat ympäristön lämpötilat aiheuttavat kesän
aikana päällysteen silottumista, mikä laskee hieman päällysteen vaaleusastetta ja
nostaa peilimäisyyttä. Päällysteen vanhetessa sen vaaleusaste yleensä hieman
nousee ja peilimäisyys hieman laskee johtuen päällysteen karkeuden ja kiviainek-
sen vaaleuden muutoksista päällysteen kuluessa.

Suomessa päällysteiden heijastusominaisuuksia on mitattu 1970- ja 1980-luvuilla
tehdyissä tutkimuksissa. Tutkimusten tuloksena oli se, että Suomessa teiden pääl-
lysteet kuuluvat suurimmilta osin luokkiin R1 ja R2. Tutkimuksissa suositeltiin käyt-
tämään luokkaa R2, jos käytössä oli asfalttipäällysteet (mm. asfalttibetoni AB) ja
luokkaa R1, jos käytössä oli betonipäällyste. Mittausten pohjalta Suomessa otettiin
käyttöön tievalaistuksen valaistusteknisissä laskennoissa R-luokat kuivalle pääl-
lysteelle ja W-luokat märälle päällystelle.

Vuonna 2017 Suomessa tehtiin kuivien päällysteiden valonheijastusominaisuuksien kenttämittauksia, joiden tarkoituksena oli selvittää nykyisin käytössä olevien päällysteiden massatyypin heijastusominaisuuksia (vaaleusaste ja peilimäisyys). Mittausten tulokset ja johtopäätökset on esitetty Väyläviraston tutkimuksessa *Päällysteiden heijastusominaisuudet*. Työssä mitattujen teiden päällysteiden keskimääräinen vaaleusaste oli $Q_0 = 0,096$ ja peilimäisyys $S1 = 0,62$. Mitatut peilimäisyysarvot vastaavat keskimääräisesti hyvin päällysteluokan R2 arvoa. Sen sijaan mitattujen päällysteiden keskimääräinen vaaleusaste Q_0 oli 37 % korkeampi, kuin päällysteluokan R2 arvo. Työn tulosten perusteella Väylävirasto päätti siirtyä käyttämään teiden osalta päivitettyä päällysteluokkaa R2, jonka vaaleusaste on muutettu arvoon $Q_0 = 0,09$. Päällysteluokan R2 vaaleusasteen muuttaminen arvosta $Q_0 = 0,07$ arvoksi $Q_0 = 0,09$ keskimäärin:

- pidentää enimmäispylväsväliä noin 5 %
- samalla kun se laskee valaisimien tehoa noin 15 %.

Kaikilla teillä tievalaistuksen mitoituksessa käytetään päällysteluokkia:

- kuiva päällyste: R2 vaaleusasteella $Q_0 = 0,09$
- märkä päällyste: W3.

Katujen osalta suositellaan käytettäväksi päällysteluokkia R3 ja W3. Suositus perustuu edellä mainittuihin Suomessa vuonna 2017 tehtyihin mittauksiin, joissa katujen kuivien päällysteiden mitattu keskimääräinen vaaleusaste oli $Q_0 = 0,09$ ja peilimäisyys $S1 = 0,91$. Kuivan päällysteluokan muuttaminen luokasta R2 luokaksi R3 (molemmassa tapauksissa $Q_0 = 0,07$) keskimäärin:

- laskee keskimääräistä luminanssia L_m noin 7 %
- laskee luminanssin yleistasaaisuutta U_0 noin 12 %
- laskee luminanssin pitkittäistasaisuutta U noin 3 %
- nostaa koko valaistusasennuksen käyttökustannuksia noin 6 %
- nostaa koko valaistusasennuksen rakennuskustannuksia noin 7 % enimmäispylväsvälin muutoksista johtuen.

Kuntakohtaisesti kaduilla voidaan harkita vaaleusasteen nostamista esimerkiksi arvoon $Q_0 = 0,08$.

Päällysteen rakenteen, kiviaineksen ja mahdollisten lisäaineiden vaaleuden ja värin valinnalla voidaan optimoida pinnan heijastusominaisuuksia ja siten vähentää valaistuskustannuksia.

Asfalttipäällysteestä saadaan jonkin verran tavallista vaaleampi käyttämällä vaaleaa kiviainesta ja vaaleita lisäaineita. Vaalein kulutusta kestävä päällyste voidaan toteuttaa komposiittimateriaalista valmistetuista päällystekivistä, joiden muoto on sama kuin betonikivillä.

Nykyisin valkoisia tai hyvin vaaleita kiviaineksia ei käytetä maanteilla, koska kyseiset kiviainekset kuluvat yleensä nopeammin kuin tavalliset punertavat, harmaat tai tummat kiviainekset. Myöskään vaalea betonipäällyste ei ole kokonaistaloudellinen ratkaisu maanteilla. Normaalaa vaaleampaa päällystettä voidaan käyttää, jos

- päällysteen kestävyysominaisuudet ovat tavallisia päällysteitä vastaavia

- vaalean päällysteen käytöllä saavutetaan elinkaarikustannussäästöjä ottaen huomioon sekä päällysteen että tievalaistuksen elinkaarikustannukset
- vaalean päällysteen pysyvään käyttöön voidaan sitoutua (tienpitäjä tai urakoitsija)
- vaalean päällysteen heijastusominaisuudet on mitattu.

Normaalia vaaleampaa päällystettä käytettäessä erityistä huomiota tulee kiinnittää päällysteen peilimäisyyteen valoisana aikana päällysteen ollessa märkä sekä tie-merkintöjen näkyvyyteen.

Suomessa käytettävillä päällysteillä suhteelliset heijastusominaisuudet ovat yleensä hieman suuremmat pidemmillä valon aallonpituuksilla. Tämän vuoksi suurpainenatriumvalaisimet ovat ledivalaisimia hieman tehokkaampia, jos tarkastellaan päällysteestä heijastuvaa suhteellista valon määrää (luminansseja). Erot ovat kuitenkin suhteellisen pieniä, yleensä alle 4 %, kun verrataan tievalaistuksessa käytettäviä ledivalaisimia ja suurpainenatriumvalaisimia.

3.8 Häiriövalo

Häiriövalo on valaistavan alueen ulkopuolelle menevää valoa, joka määränsä, suuntansa tai spektrijakaumansa takia kasvattaa epämiellyttävyyttä, epämukavuutta, hämmennystä tai rajoittaa oleellisen informaation näkymistä. Valosaaste on keinovalon kaikkien haitallisten vaikutusten summa.

Häiriövaloa käsittelevistä kansainvälisistä ohjeista käytetyin on kansainvälisen valaistuskomission (CIE) tekninen raportti *CIE 150*. Häiriövaloa koskevat uusimmat valaistustekniset vaatimukset on esitetty standardiluonnoksessa *prEN 12464-2*. Tässä luvussa esitetyt häiriövalon alueluokat ja raja-arvot perustuvat edellä mainittuihin julkaisuihin.

Häiriövalon tarkastelua varten tiealueet voidaan jakaa ympäristön ja valoisuuden mukaan eri alueluokkiin, taulukko 22. Alueluokille on määritetty erilaisia häiriövalon raja-arvoja, jotka on esitetty taulukoissa 23 ja 24.

Taulukko 22. Häiriövalon alueluokat ja luokan valinta.

Luokka	Alueet	Ympäristön valoisuus
E0	Täysin pimeänä säilytettävät suojelualueet, observatoriot	Luonnollisen pimeä
E1	Luonnontila (esim. metsä), luonnonsuojelualueet	Pimeä
E2	Asuinalueet, joissa on vähäistä asutusta, alueet taajamien ulkopuolella, maaseutu	Vähäinen aluevalaistus
E3	Taajama-alueet keskusta-alueiden ja aluekeskusten ulkopuolella	Kohtalainen aluevalaistus
E4	Kuntien keskustat ja aluekeskukset	Voimakas aluevalaistus

Tievalaistuksen suunnitteluvaiheessa häiriövalon rajoittamiskeinoja on kaikista eniten ja niiden vaikutus on kaikista suurin. Tievalaistusta suunnitellessa tievalaisimet

ja valonheittimet tulee sijoittaa ja niiden valojako-ominaisuudet valita niin, ettei tievalaisimista tai valonheittimistä suuntaudu valoa vaakatason yläpuolelle tai rakennusten ikkunoihin aiheudu suoraa häiriövaloa.

Haastavimmissa kohteissa (suunnittelussa olevat kohteet tai jo toteutetut kohteet) voidaan tarvita häiriövalotarkastelua. Tällöin kohteelle valitaan taulukosta 22 alueluokka kohteen sijainnin ja ympäristön valoisuuden mukaan ja tarkastelussa käytetään taulukoiden 23 ja 24 mukaisia valitun alueluokan raja-arvoja.

Taulukko 23. Häiriövalon raja-arvot ulkovalaistusasennuksille alueluokittain.

Luokka	Ylöspäin suuntautuvan valovirran osuus ^a R_{UL} , %	Valaistusvoimakkuus ikkunoissa ^b E_{vmax} , lx		Keskimääräinen luminanssi cd/m ² , max.	
	Ilta ja yö	Ilta	Yö	Julkisivu L_b	Mainos L_s
E0	0	0	0	0,10	0,10
E1	0	2,00	1,00	0,10	50,0
E2	2,50	5,00	1,00	5,00	Traficomin määräyksen mukainen
E3	5,00	10,0	2,00	10,0	
E4	15,0	25,0	5,00	25,0	

a) Ks. kohta 3.1.14.

b) Pystytasossa olevan tarkasteltavan pinnan laskenta- tai mittauspisteiden suurin sallittu valaistusvoimakkuusarvo, ks. myös 3.1.8.

Taulukko 24. Valaisimen tai valonheittimen aiheuttaman valovoiman maksimiarvot määrättyihin suuntiin.

Luokka		Valaisimen tai valonheittimen tarkasteltavaan suuntaan valoisana näkyvän projektiopinnan pinta-ala A_p ^a , m ²				
		$0 < A_p \leq 0,002$	$0,002 < A_p \leq 0,01$	$0,01 < A_p \leq 0,03$	$0,03 < A_p \leq 0,13$	$0,13 < A_p \leq 0,50$
		Valovoima cd				
E0	Ilta	0 ^b	0	0	0	0
	Yö	0	0	0	0	0
E1	Ilta	$0,29 \times d^c$	$0,63 \times d$	$1,30 \times d$	$2,50 \times d$	$5,10 \times d$
	Yö	0	0	0	0	0
E2	Ilta	$0,57 \times d$	$1,30 \times d$	$2,50 \times d$	$5,00 \times d$	$10,0 \times d$
	Yö	$0,29 \times d$	$0,63 \times d$	$1,30 \times d$	$2,50 \times d$	$5,10 \times d$
E3	Ilta	$0,86 \times d$	$1,90 \times d$	$3,80 \times d$	$7,50 \times d$	$15,0 \times d$
	Yö	$0,29 \times d$	$0,63 \times d$	$1,30 \times d$	$2,50 \times d$	$5,10 \times d$
E4	Ilta	$1,40 \times d$	$3,10 \times d$	$6,30 \times d$	$13,0 \times d$	$26,0 \times d$
	Yö	$0,29 \times d$	$0,63 \times d$	$1,30 \times d$	$2,50 \times d$	$5,10 \times d$

a) Lisätietoja on annettu teknisessä raportissa CIE 150.

b) 0 cd valovoima tarkasteltavaan suuntaan voidaan saavuttaa yleensä vain häikäisysojien avulla.

c) d on havaitsijan (tarkasteltavan kohteen) ja valaisimen tai valonheittimen välinen etäisyys metreissä.

Jos häiriövalotarkastelussa tutkitaan tievalaistuksen aiheuttamaa häiriövaloa tonttien omistajille (esim. yksityiset tontit), tarkastelussa tutkitaan yleensä tievalaistuksen aiheuttamaa valaistusvoimakkuutta talojen ikkunoissa tai tievalaisimien aiheuttaman valovoiman määrää tonttien suuntaan. Jos häiriövalotarkastelussa tutkitaan itsevalaisevan mainoksen aiheuttamaa häiriövaloa tien käyttäjille, tarkastelussa tutkitaan mainoksen sisältöä ja kirkkautta. Jos häiriövalotarkastelussa arvioidaan tievalaistuksen aiheuttamaa valosaasteen määrää ympäristöön, tarkastelussa tutkitaan yleensä tievalaistusasennuksen ylöspäin suuntautuvan valovirran osuutta ja tienpinnasta heijastuvan valon määrää. Väylävirasto on vähentänyt tievalaistuksen aiheuttamaa valosaasteen määrää ympäristöön mm. ohjeistamalla tievalaistuksen suunnittelua ja valaistusluokan valintaa (taulukko 9), edellyttämällä ledivalaisimien ohjausta (kohta 5.2) ja asettamalla tievalaisimille laatuvaatimuksia (ohje *Ledivalaisimien laatuvaatimukset*).

Jos valaisimien ja valonheittimien valovoiman määrää tiettyihin kriittisiin suuntiin (esim. yksityiset tontit tai rakennusten ikkunat) halutaan rajoittaa, voidaan tällöin käyttää taulukon 24 raja-arvoja. Tarkastelu suoritetaan asennuksen valaisimille ja valonheittimille, joiden aiheuttama häiriövalo havaitsijan (tarkasteltavan kohteen) suuntaan on todennäköisesti suurin.

Yön valaistusteknillisten vaatimusten tulee täyttyä välillä 23–05. Yön häiriövaloarvoja tarkasteltaessa on otettava huomioon tievalaistuksen himmennys, ks. liite 1.

3.9 Itsevalaisevat mainokset

Teillä tienvarsimainontaa säätelee Liikenne- ja viestintäviraston Traficomien antama *määräys tienvarsimainonnasta ja -ilmoittelusta*. Määräyksen lähtökohtana on, että mainos ei saa koskaan kilpailla kuljettajan huomiosta liikenteenohjauslaitteen kanssa, eikä varastaa kuljettajan huomiota itse ajamistapahtumasta. Määräys rajoittaa merkittävästi myös itsevalaisevien mainosten aiheuttamaa häiriövaloa pimeällä. Määräys mm.:

- kieltää itsevalaisevan mainoksen sijoittamisen valaisemattoman tien varteen, liittymäalueelle, eritasoliittymiin, liikennemerkkien läheisyyteen jne.
- rajoittaa itsevalaisevan mainoksen kirkkautta (keskimääräisen luminanssin tulee olla $\leq 300 \text{ cd/m}^2$) pimeään aikaan
- kieltää liikkuvan kuvan tai välähdyksien käytön mainoksessa
- määrittää, että mainoksen on pysyttävä samana vähintään 30 sekuntia kerrallaan.

Asemakaava-alueilla mainontaa säätelee maankäyttö- ja rakennuslaki ja lupaviranomaisena toimii kunta.

4 Valaistusperiaatteet

4.1 Valaistusratkaisun valinta

4.1.1 Kokonaistaloudellisen vaihtoehdon valinta

Valaistusrakennukset valitaan ja sijoitetaan siten, että tievalaistuksen rakennus- sekä käyttö- ja hoitokustannusten 25 vuoden nykyarvon summa tulee mahdollisimman pieneksi ja että kohteeseen valitun valaistusluokan vaatimukset ja muut toimivuuteen, turvallisuuteen ja kestävyysvaatimukset täyttyvät.

Kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto valitaan seuraavasti:

1. Suunnittelukohteen valaistusluokat valitaan tilaajan antamien lähtötietojen ja tämän ohjeen kohdan 3.3 perusteella.
2. Toimeksiannon, lähtötietojen ja tievalaistuksen nykytilanteen perusteella kohteelle määritellään alustavat valaistuksen periaateratkaisut mm. valaistustavoista, valaistustyypeistä ja valaistusrakennuksista.
3. Valaistusteknillisten laskentojen avulla muodostetaan vaihtoehtoja, jotka täyttävät kaikki valaistusluokkien valaistusteknilliset vaatimukset tarpeetonta ylittämättä. Energiatallustuksen ja ympäristön näkökulmasta valaistusratkaisun valaistusteknillisten ominaisuuksien tulee olla mahdollisimman lähellä valitun valaistusluokan vähimmäisvaatimuksia täyttäen kuitenkin kaikki valaistusluokan vaatimukset. Tässä mielessä taulukoissa 5, 6, 8a ja 8b määritellyt vaatimukset voidaan pitää toteutuksen tavoitearvoina.
4. Valaistusteknillisten laskentojen avulla muodostettuja erilaisia vaihtoehtoja vertaillaan keskenään. Jos suunnittelukohteen valaistusperiaatteet on jo sovittu tilaajan kanssa tai jos kohteen valaistusperiaatteiden valinta on selvää, taloudellisuustarkastelua ei tarvita.

Taloudellisuustarkastelu tehdään laskemalla ensin eri vaihtoehtojen rakennuskustannukset sekä käyttö- ja hoitokustannukset linjaosuuksille, jonka jälkeen eri vaihtoehtojen lasketaan elinkaarikustannusten nykyarvo kohdan 7.4 mukaisesti. Useimmiten edullisin on vaihtoehto, jonka vuotuinen energiankulutus kWh/km on pieni ja rakennuskustannukset kohtuullisen matalat. Poikkileikkaukseltaan poikkeavia osuuksia ei käsitellä erikseen.

Vertailuja ja laskentoja tehdessä on tärkeää ottaa huomioon tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen ja tievalaistuksen aiheuttamat hoitokustannukset. Laskentojen vertailtavuuden varmistamiseksi huomioon otetaan yleensä vain ennakkoon ohjelmoitu himmennys (ks. kohta 5.2), mutta ei lumisuuteen, kohdekohtaisiin liikennemääriin tai tienkäyttäjien läsnäoloon perustuvia ohjauksia, vaikka niiden toteuttamiseen oltaisiin hankkeessa varautumassa.

Hankekohtaisesti valaistusteknillisesti samanarvoisten valaistusvaihtoehtojen energiatehokkuuden vertailemiseen voidaan myös käyttää standardissa *SFS-EN 13201-5* esitettyjä menetelmiä.

5. Valitaan toteuttamiskelpoinen ja elinkaarikustannuksiltaan edullisin vaihtoehto.

4.1.2 Urakoissa käytettävät vaatimukset

Kokonaisurakassa (KU-urakka) käytetään tilaajan valaistussuunnitelman mukaista valaisinta tai vastaavaa valaisinta, joka täyttää seuraavat vaatimukset:

- Käytettävän ledivalaisimen tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* vaatimukset.
- Lisäksi valaisimen on täytettävä tilaajan valaistussuunnitelmaan merkityt täydentävät vaatimukset (esim. Zhaga-liittimien lukumäärä).
- Tämän ohjeen kohdan 3.5 mukaisilla valaistusteknillisillä laskennoilla tulee osoittaa, että tilaajan edellyttämät valaistusluokkien valaistusteknilliset vaatimukset täyttyvät tilaajan valaistussuunnitelman mukaisilla lähtötiedoilla (laskentaparametreilla) ja tämän ohjeen kohdan 3.6 mukaisilla alenemakertoimilla.
- Valaistusasennuksen energiankulutus saa olla enintään 3 % suurempi, kuin tilaajan valaistussuunnitelmaan merkityllä valaisimella. Energiankulutus lasketaan vertaamalla valaistussuunnitelmaan merkityn valaisimen kokonaistehoa vastaavan valaisimen kokonaistehoon, jos pylväsväli ei muutu. Jos valaisimet on varustettu vakiovalovirralla, kokonaisteho on keskimääräinen arvo koko elinkaaren kokonaistehosta ((kokonaisteho elinkaaren alussa + kokonaisteho elinkaaren lopussa) x 0,5). Kokonaistehon ja vakiovalovirran määritelmät on esitetty ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset*.

Kun urakka sisältää suunnittelun (ST-urakka) edellä esitetyt menettelyt eivät ole riittäviä, koska urakoitsija saa valita valaistusratkaisun sen jälkeen, kun urakan hinnasta on sovittu. Silloin joudutaan vertaamaan elinkaarikustannuksiltaan yhtä edullisia ratkaisuja, jotka ovat kuitenkin tilaajan kannalta eriarvoisia. Toisessa on esimerkiksi korkea rakennuskustannus ja alhainen käyttö- ja hoitokustannuksen nykyarvo, ja toisessa alhainen rakennuskustannus ja korkea käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvo. Ensimmäinen vaihtoehto on tilaajalle suotuisampi, koska tilaaja maksaa käyttö- ja hoitokustannukset rakennusurakan ulkopuolella ja rakennuskustannukset sisältyvät jo ennalta sovittuun urakkahintaan. Ongelma vältetään, jos urakkakohtaisissa tuotevaatimuksissa asetetaan arvovähennykset linjaosuuksien ratkaisuille, joiden laskennallisten käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvot ylittävät merkittävästi tilaajan määrittelemät referenssiarvot.

4.2 Valaistustyyppit

4.2.1 Valaistustyyppin valinta

Valaisimet voidaan sijoittaa poikkileikkaukseen seuraavilla tavoilla, jotka samalla muodostavat tievalaistuksen perustyyppit:

- yksirivinen reunasijoitus

- keskiasennus
- vastakkainen reunasijoitus
- vuorottainen reunasijoitus.

Tieosilla ja yleensä myös tiehen kuuluvilla alueilla valaisimet ja valaisinpylväät sijoitetaan ensisijaisesti yhteen jonoon (yksirivinen reunasijoitus, keskiasennus) kustannustehokkuuden, päivänäkymän ja optisen ohjauksen takia. Jos on käytettävä kaksirivistä reunasijoitusta, valitaan vastakkainen sijoitus ennen vuoroittaista.

Valtion teillä ei ensisijaisesti käytetä ripustusvalaistusta.

4.2.2 Pylväs- ja johtotyyppin sekä pylvään törmäysturvallisuusluokan valinta

Uusien tievalaistuksien valaisinpylväiden on oltava törmäysturvallisia. Poikkeuksia ovat:

- Pylväs sijoitetaan vähäliikenteisellä (KVL < 700 ajon/d) kapealla tiellä si-
vuojan taakse ja kysymyksessä on yhteiskäyttöpylväs, johon tulee paljon
ilmajohtoja.
- Tien nopeustaso on enintään 40 km/h. Tien nopeustaso on määritelty
Väyläviraston ohjeessa *Tien poikkileikkauksen suunnittelu*.

Myös kaiteen takana käytetään yleensä törmäysturvallisia pylväitä. Tällöin pylväiden ulkonäkö ei vaihdu kaiteen kohdalla ja pylväiden kunnossapito helpottuu. Lisäksi joustovaraa kaiteen ja pylvään välillä tarvitaan vähemmän, ks. kohta 6.3.3.2.

Energiaa vaimentavia (HE) törmäysturvallisia pylväitä käytetään:

1. Vilkasliikenteisellä tiellä, kun pylväiden takana on vilkas jalankulku- ja
pyörätie ja välialue on tien liikennemäärään ja nopeustasoon nähden ka-
pea.
2. Tiellä, jolla keskialue on tien liikennemäärään ja nopeustasoon nähden
kapea ($\leq 6,5$ m).
3. Estämään suora törmäys kapealla keskikorokkeella olevaan portaaliin.
Asiaa on käsitelty tarkemmin Väyläviraston ohjeessa *Liikennemerkkien ra-
kenne ja pystytys*.

Muillakin teillä voidaan käyttää energiaa vaimentavia (HE) törmäysturvallisia pylväitä.

Moottoriteiden erkanemis- ja liittymiskaistojen sekä ramppien varrettomina pylväinä käytetään törmäysturvallisia pylväitä (TU).

Sen jälkeen, kun pylväiden törmäysturvallisuuden tarve on määritelty valaisinpylvään ja johdon tyyppi valitaan seuraavista vaihtoehtoista:

1. metallipylväät ja maakaapeli
2. metallipylväät ja ilmajohto
3. puupylväät ja maakaapeli
4. puupylväät ja ilmajohto.

Metallipylväitä ja maakaapelia käytetään:

- a. kun tarvitaan törmäyksessä energiaa vaimentavat (HE) pylväät edellä esitetyn mukaisesti
- b. kun halutaan toteuttaa koko tievalaistus maakaapelilla ulkonäkösyistä (alla on rajoitettu puupylväiden käyttöä maakaapeliasennuksessa) tai muusta vastaavasta syystä
- c. kun halutaan toteuttaa koko tievalaistus metallipylväillä ulkonäkösyistä tai muusta vastaavasta syystä
- d. moottoriteiden erkanemis- ja liittymiskaistoilla sekä rampeilla.

Edellä mainituissa tapauksissa a, b ja c metallipylväät ovat törmäyksessä energiaa vaimentavia (HE) pylväitä ja tapauksessa d kaikki törmäysturvalliset luokat käyvät.

Keskialueelle tai taajamarakenteen sisälle ei yleensä haluta ilmajohtoasennusta ulkonäkösyistä. Tästä syystä käytetään metallipylväitä ja maakaapelia.

Liittymäalueille, sisäkaarteisiin ja keskisaarekkeille ei yleensä haluta ilmajohtoasennusta harusten välttämiseksi ja osittain liikenneturvallisuuksista. Keskisaarekkeella käytetään metallipylväitä, mutta liittymäalueilla ja sisäkaarteissa voidaan käyttää myös maakaapelia ja puupylväitä, jos kohde toteutetaan muuten puupylväin.

Metallipylväitä ja ilmajohtoa käytetään vain tilaajan sitä nimenomaisesti vaatiessa. Metallipylväs-ilmajohtoasennus voi tulla kysymykseen esim. silloin, kun tarvitaan energiaa vaimentavat pylväät (HE), mutta halutaan maakaapelia halvempi ilmajohto.

Muoviset pylväät rinnastetaan metallipylväisiin.

Puupylväs-maakaapeliasennus sallitaan vain seuraavissa tapauksissa:

- osana puupylväs-ilmajohtoasennusta sisäkaarteissa ja liittymäalueilla, joissa tarvittaisiin harus, mutta tilaa on vähän
- keskialueella, taajaman ulkopuolella, kun pylväät ovat kaiteen takana tai puupylvään käytöstä saadaan vähintään 20 % säästö verrattuna metallipylvääseen.

Muissa tapauksissa maakaapeliasennuksen kanssa käytetään metallipylväitä.

Puupylväitä ja ilmajohtoa käytetään yleensä muissa tapauksissa. Ulkonäöltään ilmajohdot sopivat parhaiten maaseutu ympäristöön tai tummaa taustaa vasten.

Tienpitäjä päättää maanteillä käytettävien pylväiden tyypin: metalli (metalli tai muovi) vai puu, johdon tyypin: ilmajohto vai maakaapeli sekä pylväiden törmäysturvallisuuden.

4.2.3 Asennuskorkeuden valinta

Taulukossa 25 on esitetty suositeltavat asennuskorkeudet tieluokittain. Valaistusteknillisesti ja ulkonäkösyistä asennuskorkeus on yleensä hieman suurempi kuin valaistavan tien (ajorata + pientareet) leveys.

Asennuskorkeuden valinnan tulee ensisijaisesti perustua kustannustehokkuuteen. Yleensä tievalaistuksessa pätee seuraava sääntö: mitä suurempi on asennuskorkeus, sitä parempi on kustannustehokkuus. Tievalaistuksessa alle 6 m asennuskorkeuksia ei suositella käytettäväksi.

Uuden ja nykyisen tievalaistuksen liittymiskohdat on suunniteltava niin, että samalla tieosuudella olevilla tievalaistuksilla on sama asennuskorkeus.

Erikoistilanteissa, esim. voimajohtojen läheisyydessä tai kiitotien jatkeella, asennuskorkeutta on muutettava (yleensä pienennettävä) ottaen huomioon kohteen erikoisvaatimukset.

Taulukko 25. Suositeltavat asennuskorkeudet tieluokittain. Yleisimmin käytetyt asennuskorkeudet on lihavoitu.

Tieluokka tai alue	Valaisimen asennuskorkeus H_A , m
Kaksiajorataiset valta- ja kantatiet	
Nelikaistainen keskialueellinen moottoritie ja muu tie	12, 15 , 18
Nelikaistainen keskikaiteellinen moottoritie ja muu tie	10, 12 , 13,5
Keskikaiteellinen ohituskaistatie	12 , 13,5
Kaksikaistainen keskikaiteellinen tie	10, 12
Yksiajorataiset tiet	
Kaksikaistainen tie, ei jalankulku- ja pyörätietä	10 , 12
Kaksikaistainen tie, jalankulku- ja pyörätie, ajoradan sekä jalankulku- ja pyörätien välinen välialue kapea, mitta $c < 14$ m (ks. kuvat 9 ja 10)	10 , 12
Kaksikaistainen tie, jalankulku- ja pyörätie, ajoradan sekä jalankulku- ja pyörätien välinen välialue leveä, mitta $c \geq 14$ m (ks. kuvat 9 ja 10)	12 , 13,5
Erilliset jalankulku- ja pyörätiet	6 , 8

4.2.4 Valaisinvarren valinta

Taulukossa 26 on esitetty suositeltavat valaisinvarsipituudet eri asennuskorkeuksille.

Mitä suurempi on asennuskorkeus, sitä kauempana ajoradan ulkopuolella valaisin voi olla. Mitä symmetrisempi on valonjako tien leveyssuunnassa, sitä keskemällä tietä valaisimen on oltava. Peilimäisillä päällysteillä (esim. R3 ja R4) valaisimen on oltava lähempänä ajoradan keskijalajaa. Sisäkaarteissa olevat valaisimet on sijoitettava lähemmäksi keskijalajaa kuin ulkokaarteissa olevat. Hyvin lähellä ajoradan reunaa olevat valaisimet häikäisevät yleensä vähemmän kuin kauempana olevat.

Taulukko 26. Suositeltavat valaisinvarsipituudet eri asennuskorkeuksille. Yleisimmin käytetyt valaisinvarsipituudet on lihavoitu. Erikoisvalaisinvarsien tapauksessa varsipituudet määräytyvät hankekohtaisesti tai tyyppipiirustusten perusteella.

Asennus korkeus m	Valaisinvarren ulottuma w , m
18	0
15	0
13,5	1, 2,5
12	0, 1 , 1,5, 2, 2,5
10	0, 1 , 1,5, 2, 2,5
6	0

4.2.5 Valaistusratkaisuesimerkkejä eri tieluokille

4.2.5.1 Lähtötiedot

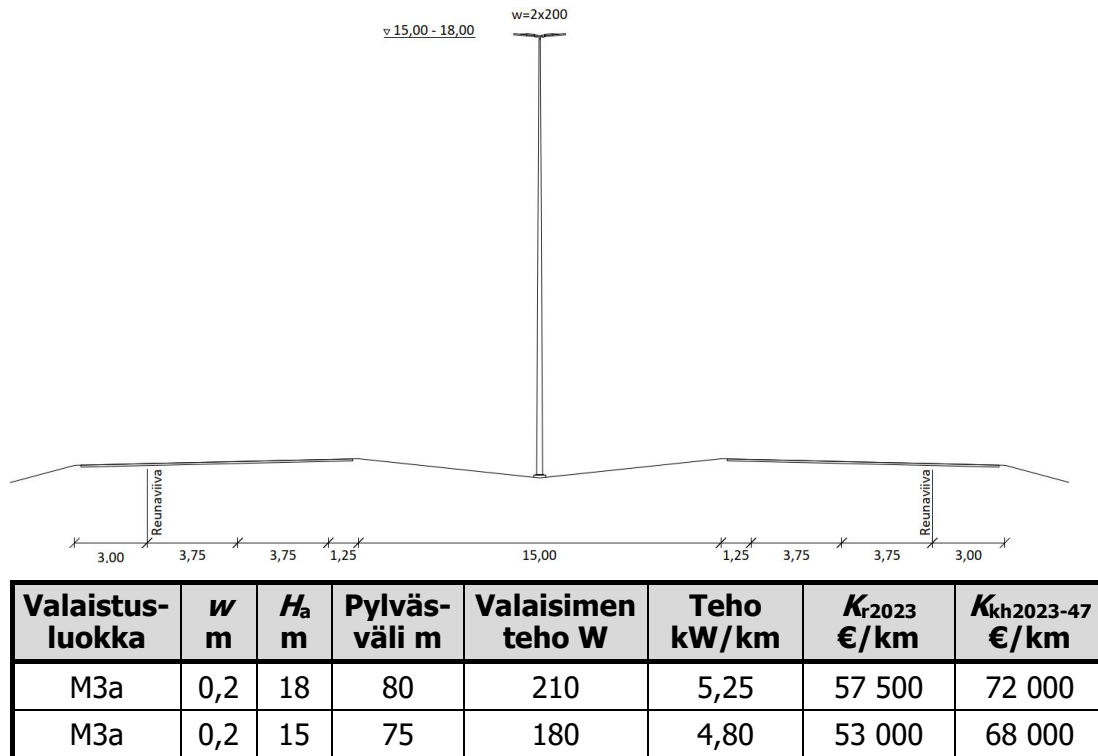
Kuvissa 3–11 on esitetty esimerkkejä eriluokkaisilla teillä tyypillisesti käytettävistä valaistustyypeistä ja asennuskorkeuksista sekä kyseisellä poikkileikkauksella käytettäviä enimmäispylväsvälejä, joilla valaistusteknilliset vaatimukset täyttyvät. Pylväsvälit ovat valittu niin, että vaatimukset täyttyvät useammalla eri valaisintyyppillä. Kuvien 3–11 valaistusratkaisuille on laskettu rakennuskustannukset K_r sekä käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvot K_{kh} 25 vuodelle. Tulokset vaihtelevat hyvin paljon hankekohtaisesti mm. tyyppipoikkileikkauksesta ja valaistusratkaisusta riippuen, eikä kuvien yhteydessä esitettyjä pylväsvälejä ja hintoja saa käyttää sellaisinaan urakoissa vaatimuksina. Liitteen 1 ja kohdan 5.3.1 mukaiset ennakkoon ohjelmoidut ledivalaisimien himmennykset sekä vakiovalovirtaohjaukset on otettu huomioon käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvoja laskettaessa. Tievalaistuksen polttoainojen osalta sijaintina on käytetty Länsi-Uusimaata (taulukko 31). Tarkasteluajanjakson pituudeksi on valittu 25 vuotta, koska Väyläviraston ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* tievalaisimien hyötyeliniän vähimmäisvaatimus on 100 000 tuntia. Näin ollen kunnossapitokustannuksissa ei ole otettu huomioon korjauskustannuksia eli ledivalaisimien tai ledimoduulien ja liitäntälaitteiden ryhmävaihtoa, vaan pelkästään hoitokustannukset eli mm. ledivalaisimien puhdistustyöt.

Kuvien 3–6 ja 11 rakennuskustannukset on laskettu pelkästään metallipylväitä ja maakaapeleita käyttäen. Kuvien 7–10 rakennuskustannukset on laskettu ratkaisuille metallipylväs ja maakaapeli (MM) sekä puupylväs ja ilmajohto (PI). Puupylväs-ilmajohtoasennuksessa valaisinpylvään kunnossapidon perushinta C on määriteltä laskelmissa 25 % suuremmaksi kuin metallipylväs-maakaapelasennuksen perushinta puiden karsimistarpeen takia.

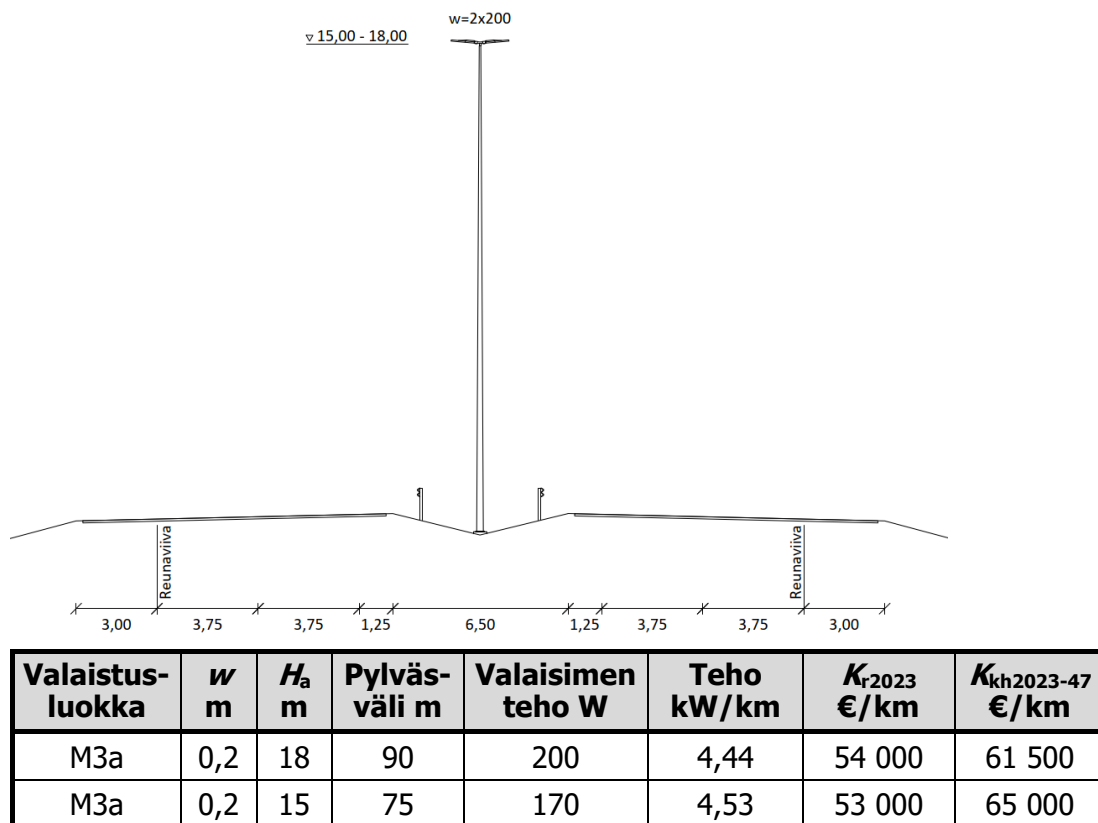
Esimerkki tievalaistuksen rakennuskustannusten sekä käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvon laskemisesta on esitetty kohdassa 7.5.

4.2.5.2 Kaksiajorataiset tiet

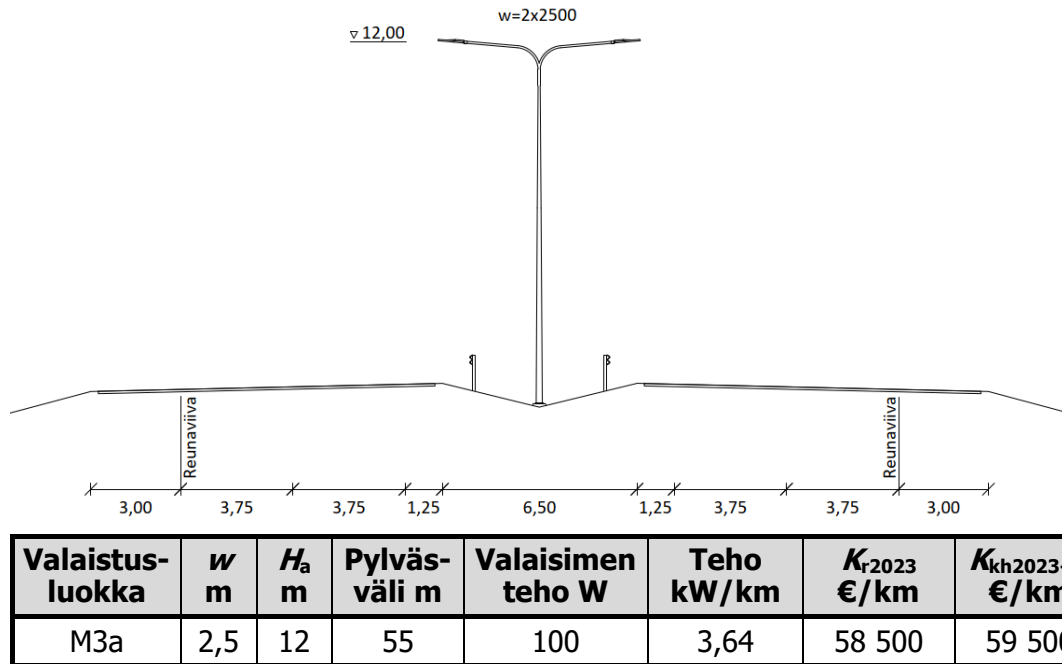
Kaksiajorataisen tien valaistustyyppinä käytetään ensisijaisesti keskiasennusta. Kuvassa 3 on valaistustyyppi, kun keskialue on hyvin leveä. Kuvissa 4 ja 5 on kaksi valaistustyyppiä, joiden keskialue on kapea (esim. taajamassa sijaitseva moottoritie).



Kuva 3. Nelikaistainen keskialueellinen moottoritie. Ajoinväli 17,50 m, kaksirivinen, varreton keskiasennus. w = valaisinvarren ulottuma, sovitekappale kahdelle valaisimelle 2x200 mm, H_A = asennuskorkeus.

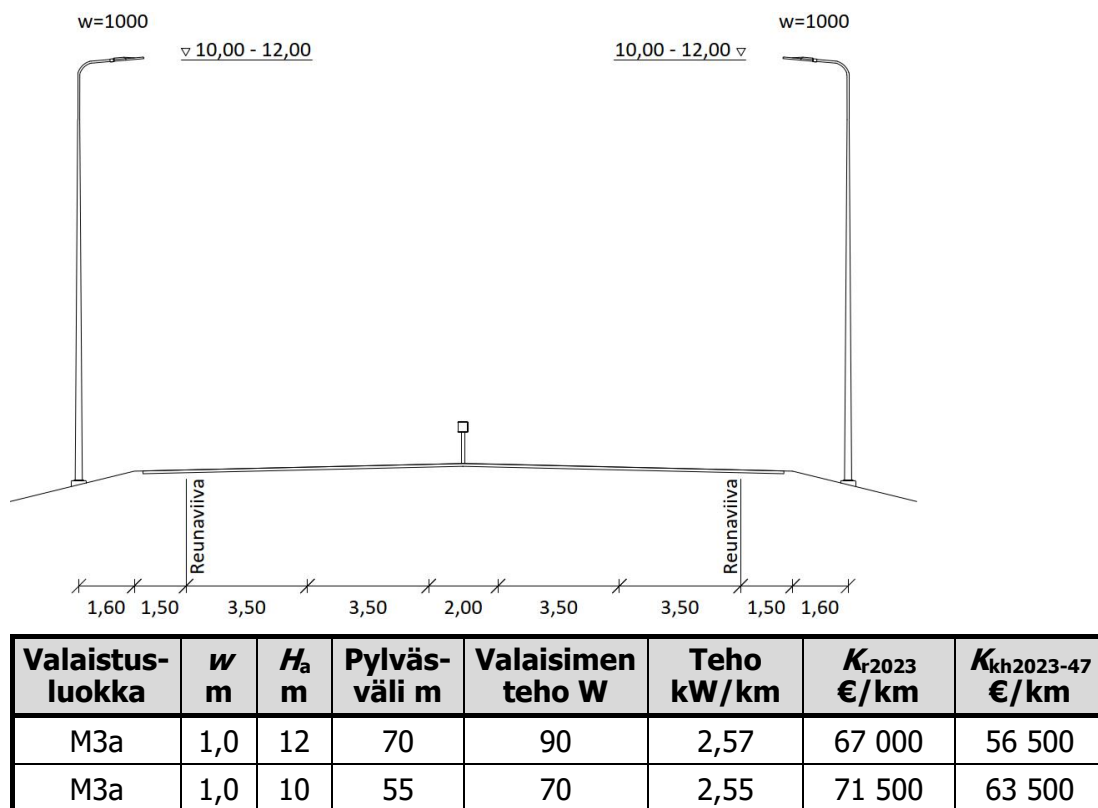


Kuva 4. Nelikaistainen keskialueellinen moottoritie. Ajoinväli 9,0 m, kaksirivinen, varreton keskiasennus. w = valaisinvarren ulottuma, sovitekappale kahdelle valaisimelle 2x200 mm, H_A = asennuskorkeus.



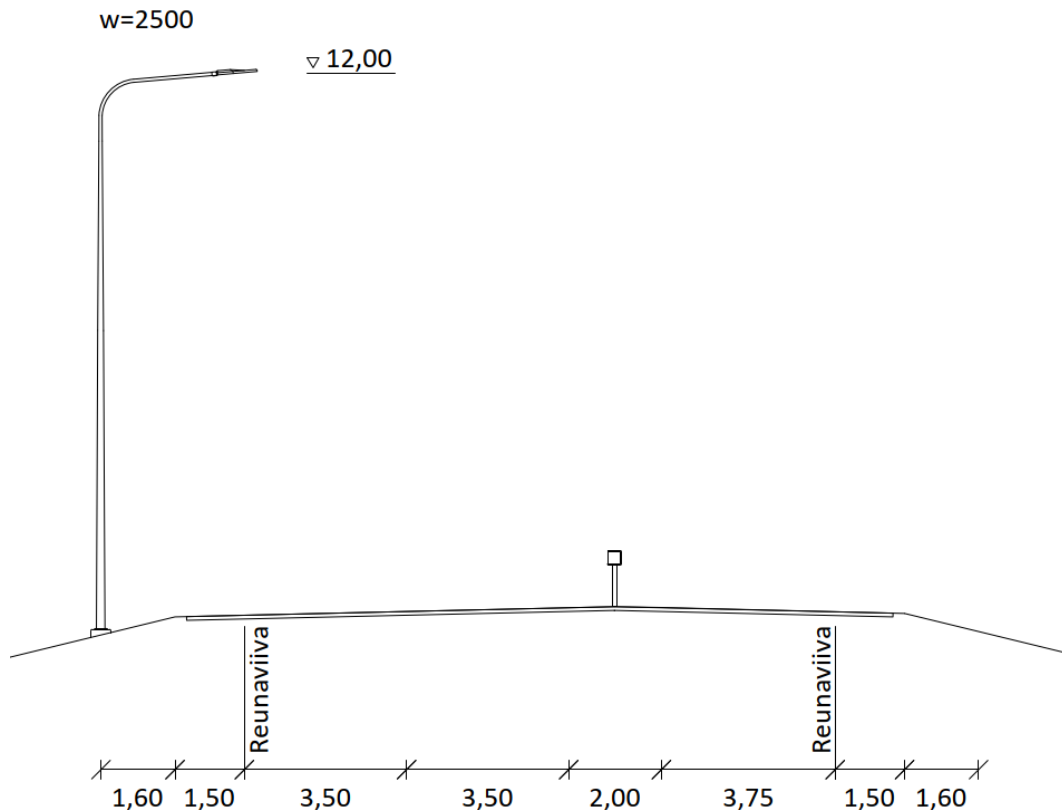
Kuva 5. Nelikaistainen keskialueellinen moottoritie. Ajoautojen väli 9,0 m, kaksirivinen keskiasennus varsipylväin. w = varren ulottuma, H_A = asennuskorkeus.

Nelikaistaisen keskikaiteellisen tien valaistustyyppinä käytetään ensisijaisesti kuvan 6 mukaista 2-rivistä vastakkaista reunasijoitusta.



Kuva 6. Nelikaistainen keskikaiteellinen tie. Kaksirivinen, vastakkainen reunasijoitus varsipylväin. w = valaisinvarren ulottuma, H_A = asennuskorkeus.

Keskikaiteellisen ohituskaistatien valaistustyyppinä käytetään ensisijaisesti kuvan 7 mukaista 1-rivistä reunasijoitusta.

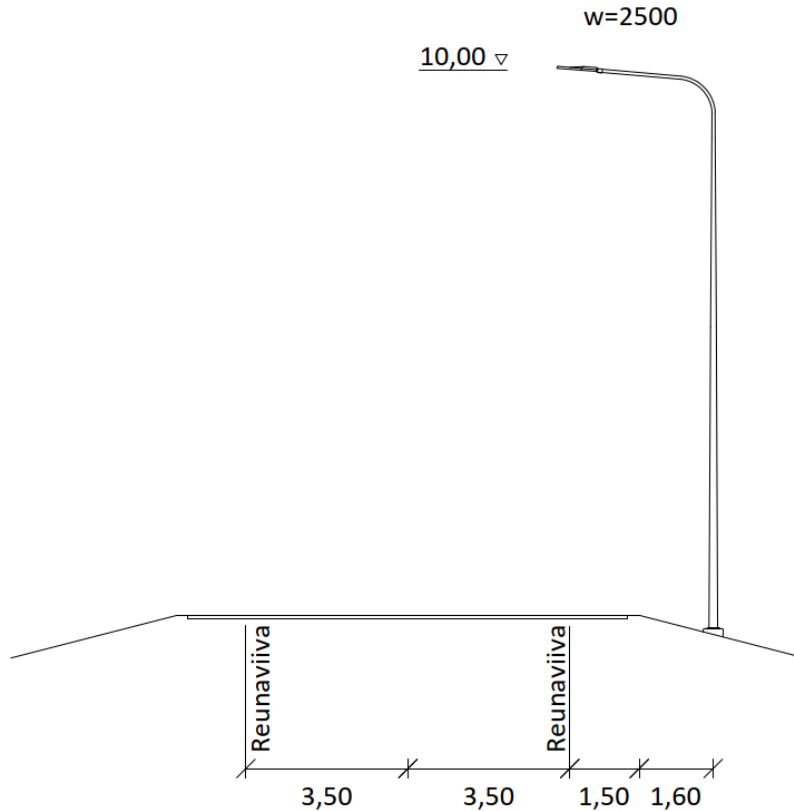


Valaistus- luokka	w m	H _a m	Valaistus- tyyppi	Pylväs- väli m	Valaisimen teho W	Teho kW/km	K _{r2023} €/km	K _{kh2023-47} €/km
M3b	2,5	13,5	PI	75	200	2,67	29 500	46 000
M3b	2,5	12	MM	70	180	2,57	47 000	42 500

Kuva 7. Keskikaiteellinen ohituskaistatie. Yksirivinen reunasijoitus varsipylväin. w = valaisinvarren ulottuma, H_a = asennuskorkeus, MM = metallipylväs ja maakaapeli, PI = puupylväs ja ilmajohto.

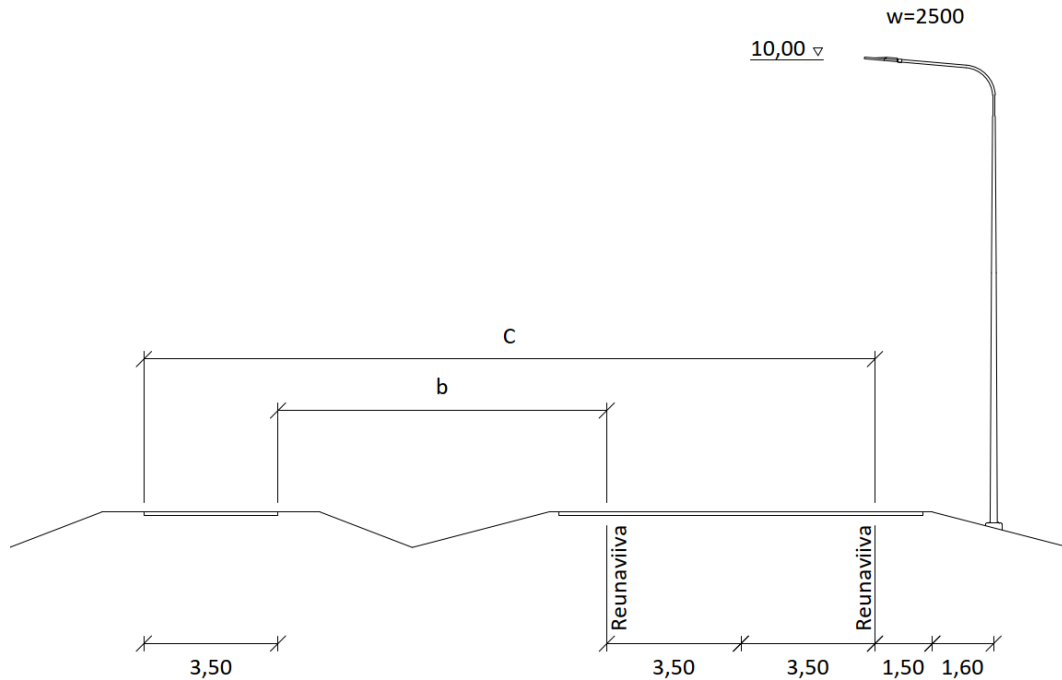
4.2.5.3 Yksiajorataiset tiet

Ensijainen valaistustyyppi yksiajorataisella tiellä on yksirivinen reunasijoitus, joka toteutetaan varsipylväillä. Kuvissa 8–10 on yksiajorataisen tien valaistustyytit.



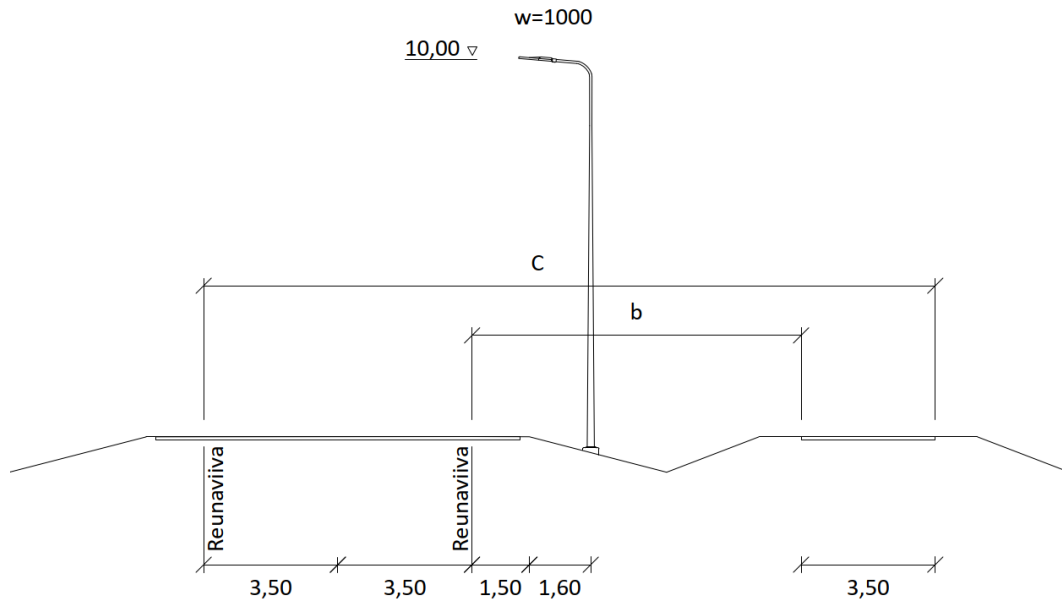
Valaistus- luokka	w m	H _a m	Valaistus- tyyppi	Pylväs- väli m	Valaisimen teho W	Teho kW/km	K _{r2023} €/km	K _{kh2023-47} €/km
M3b	2,5	10	MM	55	110	2,0	48 000	40 000
M3b	2,5	10	PI	55	110	2,0	31 000	44 000
M4	2,5	10	MM	55	80	1,45	48 000	34 000
M4	2,5	10	PI	55	80	1,45	31 000	38 000

Kuva 8. Yksiajoratainen kaksikaistainen tie. Yksirivinen reunasijoitus varsipylväin. w = valaisinvarren ulottuma, H_a = asennuskorkeus, MM = metallipylväs ja maakaapeli, PI = puupylväs ja ilmajohto.



Valaistus-luokka	w m	H _a m	Valaistus- tyyppi	Pylvä- väli m	Mitat b/c	Valaisimen teho W	Teho kW/km	K _{r2023} €/km	K _{kh2023-47} €/km
M3b+P4	2,5	10	MM	50	2,0/12,5	90	1,80	50 500	39 500
M3b+P4	2,5	10	PI	50	2,0/12,5	90	1,80	33 500	44 000
M3b+P4	2,5	12	MM	70	5,0/15,5	130	1,86	46 000	34 500
M3b+P4	2,5	12	PI	70	5,0/15,5	130	1,86	29 000	38 000
M3b+P6	2,5	12	MM	70	8,0/18,5	130	1,86	46 000	34 500
M3b+P6	2,5	13,5	PI	75	8,0/18,5	140	1,87	28 500	37 000
M4+P4	2,5	10	MM	55	2,0/12,5	70	1,27	48 000	32 000
M4+P4	2,5	10	PI	55	2,0/12,5	70	1,27	31 000	36 000
M4+P4	2,5	12	MM	70	5,0/15,5	110	1,57	46 000	31 500
M4+P4	2,5	12	PI	70	5,0/15,5	110	1,57	29 000	34 500
M4+P6	2,5	12	MM	70	8,0/18,5	110	1,57	46 000	31 500
M4+P6	2,5	13,5	PI	80	8,0/18,5	120	1,50	27 000	31 500

Kuva 9. Yksiajoratainen kaksikaistainen tie. Yksirivinen reunasijoitus varsipylväin. *w* = valaisinvarren ulottuma, *H_a* = asennuskorkeus, MM = metallipylväs ja maakaapeli, PI = puupylväs ja ilmajohto. Mitta *b* on etäisyys tien sisemmästä reunaviivasta jalankulku- ja pyörätien päällysteen sisäreunaan. Mitta *c* on etäisyys tien ulommasta reunaviivasta jalankulku- ja pyörätien päällysteen ulkoreunaan. Kuvan 9 mukainen vaihtoehto on yleensä edullisin tapa toteuttaa jalankulku- ja pyörätien valaistus ledivalaisimilla.



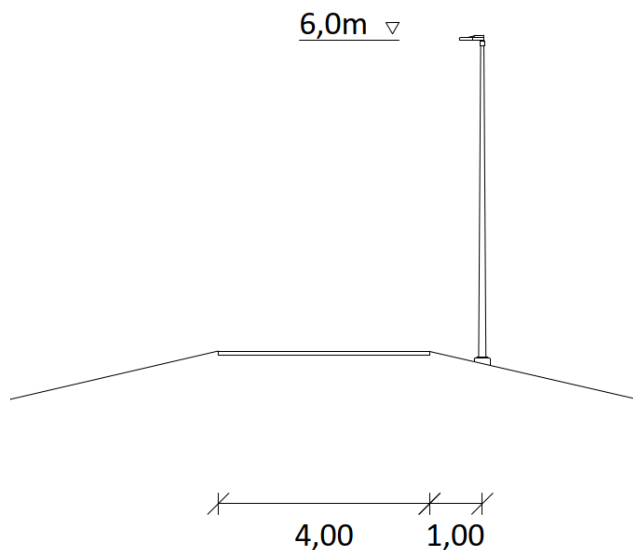
Valaistus-luokka	w m	H _A m	Valaistus- tyyppi	Pylväs- väli m	Mitat b/c	Valaisimen teho W	Teho kW/k m	K _{r2023} €/km	K _{kh2023-47} €/km
M3b+P4	1,0	10	MM	55	2,0/12,5	100	1,82	48 000	38 000
M3b+P4	1,0	10	PI	55	2,0/12,5	100	1,82	31 000	42 000
M3b+P4	1,0	12	MM	70	5,0/15,5	160	2,29	46 000	39 500
M3b+P4	1,0	12	PI	70	5,0/15,5	160	2,29	29 000	42 500
M3b+P6	1,0	12	MM	70	8,0/18,5	160	2,29	46 000	39 500
M3b+P6	1,0	13,5	PI	75	8,0/18,5	170	2,27	28 500	41 500
M4+P4	1,0	10	MM	55	2,0/12,5	80	1,45	48 000	34 000
M4+P4	1,0	10	PI	55	2,0/12,5	80	1,45	31 000	38 000
M4+P4	1,0	12	MM	70	5,0/15,5	150	2,14	46 000	38 000
M4+P4	1,0	12	PI	70	5,0/15,5	150	2,14	29 000	41 000
M4+P6	1,0	12	MM	70	8,0/18,5	140	2,00	46 000	36 000
M4+P6	1,0	13,5	PI	75	8,0/18,5	120	1,60	28 500	34 000

Kuva 10. Yksiajoratainen kaksikaistainen tie. Yksirivinen reunasijoitus varsipylväin. w = valaisinvarren ulottuma, H_A = asennuskorkeus, MM = metallipylväs ja maakaapeli, PI = puupylväs ja ilmajohto. Mitta b on etäisyys tien sisemmästä reunaviivasta jalankulku- ja pyörätien päällysteen sisäreunaan. Mitta c on etäisyys tien ulommasta reunaviivasta jalankulku- ja pyörätien päällysteen ulkoreunaan. Pylvään sijoittaminen välialueelle edellyttää sitä, että ajoradan sekä jalankulku- ja pyörätien välinen välialue on kapea.

4.2.5.4 Jalankulku- ja pyörätie

Jalankulku- ja pyörätiet valaistaan joko ajoradan tievalaisimilla tai erillisillä valaisimilla, ks. kohta 2.2.3. Kuvista 9 ja 10 nähdään, kuinka lähellä ajorataa jalankulku- ja pyörätien tulee olla, jotta se saa riittävästi valoa ajoradan valaisimista. Pylvää voi olla samalla puolella tietä kuin jalankulku- ja pyörätie, jos välialue on riittävästi kapea.

Kaukana ajoradasta olevalla erillisellä jalankulku- ja pyörätiellä käytetään yksirivistä reunasijoitusta kuvan 11 mukaisesti.



Valaistusluokka	w m	H _a m	Pylväs- väli m	Valaisimen teho W	Teho kW/km	K _{r2023} €/km	K _{kh2023-47} €/km
P3	0	6	40	35	0,88	36 500	33 500
P4	0	6	40	25	0,63	36 500	31 000
P6	0	6	40	15	0,38	36 500	28 000

Kuva 11. Erillisen jalankulku- ja pyörätien valaistustyyppi. Yksirivinen, varreton reunasijoitus. w = valaisinvarren ulottuma, H_a = asennuskorkeus.

4.3 Vähäliikenteiset tiet

Yleensä, jos vähäliikenteinen tie valaistaan, tievalaistuksen suunnittelee, toteuttaa ja hoitaa kunta.

4.4 Liittymät

4.4.1 Yleiset suunnitteluperiaatteet

Liittymien tievalaistusta suunniteltaessa seuraavat yleiset näkökohdat on otettava huomioon:

- Päätien optisen ohjauksen on oltava hyvä liittymän läpi ja tienkäyttäjän on saatava oikea käsitys liittymän muodosta ja sen järjestelyistä.
- Tienkäyttäjän on saatava oikea käsitys sivutien tai ramppien suuntauksesta ennen liittymäkohtaa.
- Erillisessä liittymävalaistuksessa on päätiellä ja sivuteillä käytettävä tarvittaessa kohdassa 3.3.1.6 esitettyjä sopeutumisalueita.

4.4.2 Tasoliittymät

Tasoliittymien valaistusluokat valitaan kohdan 3.3.1.3 mukaan.

Tasoliittymän tievalaistuksen suunnittelussa on noudatettava kohdassa 4.4.1 esitettyjen yleisten suunnitteluperiaatteiden lisäksi seuraavia periaatteita.

- Liittymähaaran tievalaistuksen on oltava vähintään pysähtymisnäkemän pituinen. Pysähtymisnäkemät on esitetty taulukossa 27.
- Liittymävalaistuksen pituus sisältää myös mahdolliset sopeutumisalueet (pysähtymisnäkemä + sopeutumisalue).
- Pääsuunnassa kanavoidussa liittymässä valaistusluokan mukainen valaistus toteutetaan koko saarekkeiden pituudelle. Valaistus aloitetaan ennen saarekkeitä. Tämän lisäksi toteutetaan mahdollinen sopeutumisalue kohdan 3.3.1.6 mukaisesti saarekkeiden ulkopuolelle.
- Jokaisessa ajosuunnassa tulee liittymän takana olla yksi valaisin, jonka valossa risteävä ajoneuvo näkyy ja kääntyvän ajoneuvon kuljettaja näkee liittymän takaosan.
- Suojateiden läheisyydessä valaisimet sijoitetaan kohdan 3.3.2.4 mukaisesti siten, että jalankulkijoihin kohdistuva pystytason valaistusvoimakkuus on havaitsemisen kannalta riittävä.
- Jos liittymä on tieosia huomattavasti leveämpi, käytetään kaksirivistä vastakkaista tai vuoroittaista valaistustyyppiä.
- Keskiassennuksessa voidaan liittymän leveimmälle kohdalle tarvittaessa asentaa lisäksi yksivartiset pylväät reunoille (kuva 13).
- Jos liittymä on pitempi kuin enimmäispylväsväli, voidaan lisäpylväät sijoittaa isoihin saarekkeisiin tai tulppiin; pylväiden sijainti ei kuitenkaan saa häiritä näkyvyyttä.

Taulukko 27. Pysähtymisnäkemät.

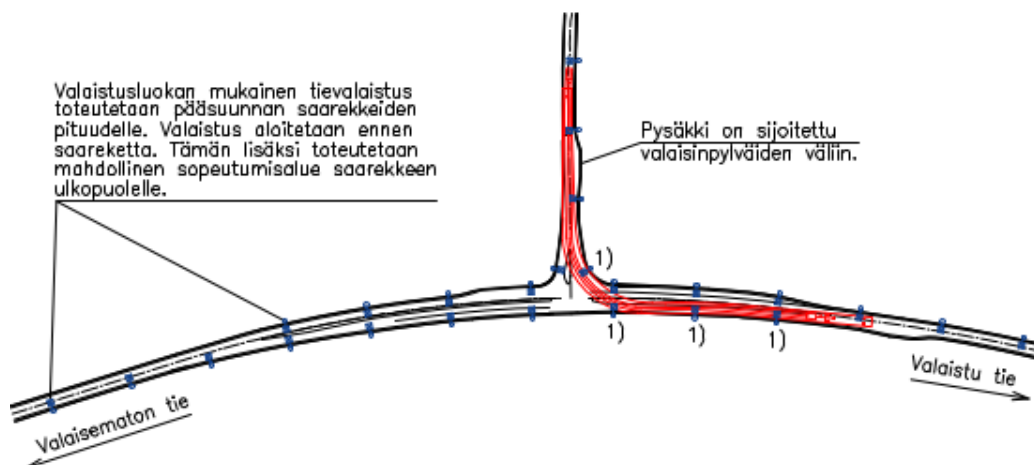
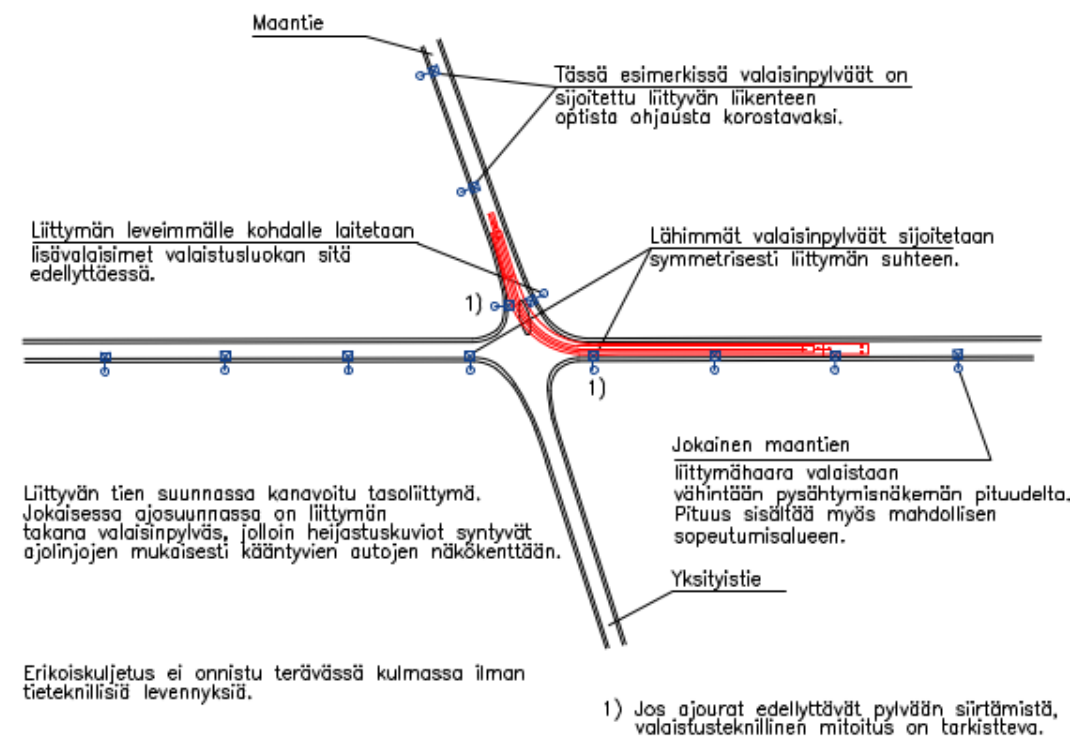
Suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus (km/h)	Pysähtymisnäkemä (m)
≤ 60	75
80	120
100	180

120	260
-----	-----

Valaistussuunnittelu on suoritettava samanaikaisesti liittymän, liittymään tulevien liikennemerkkien, portaalien, valo-ohjauksen jne. suunnittelun kanssa, tai vähintään nämä huomioon ottaen, tarkoituksenmukaisen valaistustyyppin aikaansaamiseksi sekä valaistuslaitteiden ja muiden laitteiden yhteensovittamiseksi. Tarvittaessa yhteensovitus voidaan varmistaa suunnittelun aikana erillisellä kokouksella.

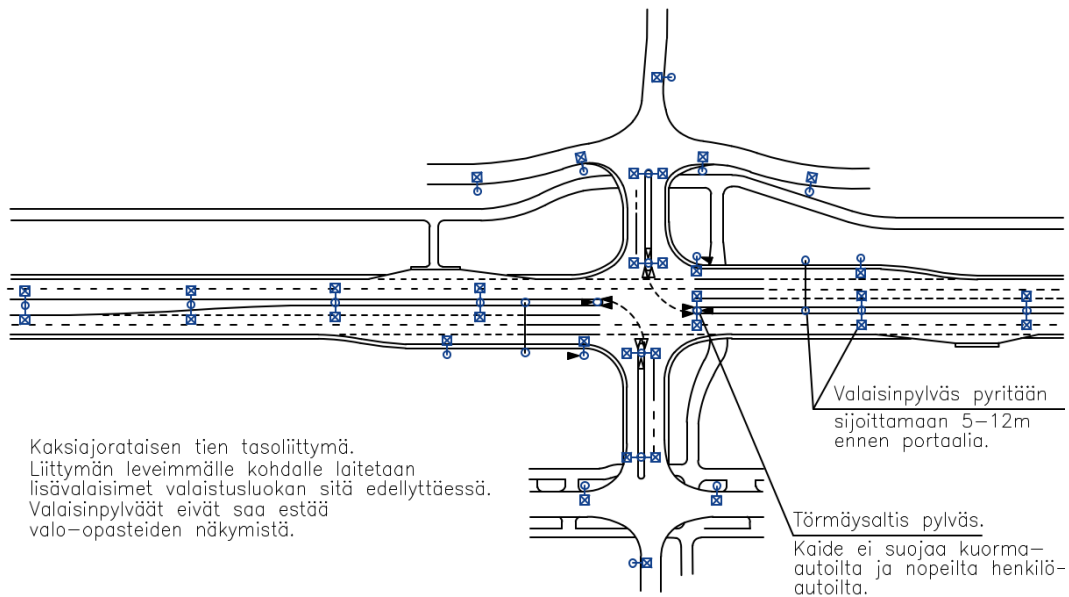
Jos liittymä on erikoiskuljetusten reitillä, tämä on otettava huomioon pylväiden sijoittelussa kohdan 4.7 mukaisesti.

Kuvissa 12–13 on esitetty esimerkkejä yleisimmistä tasoliittymien tievalaistusratkaisuista.



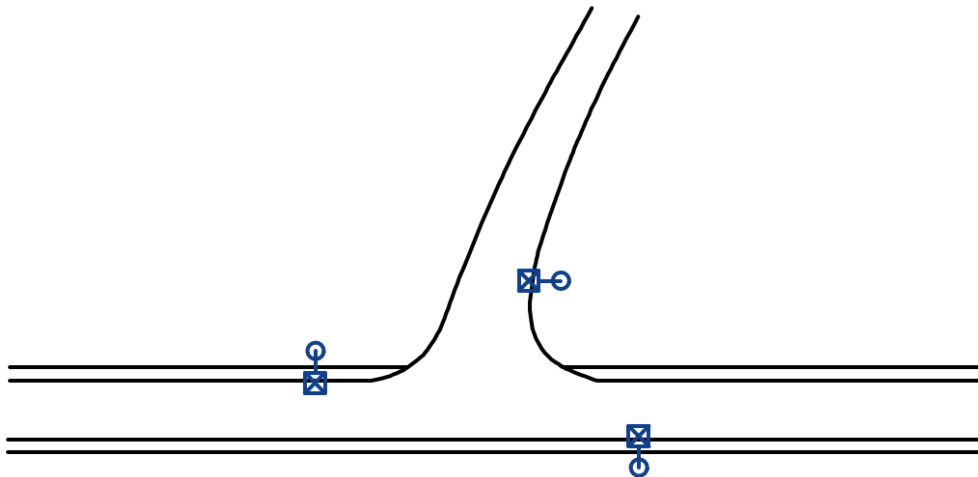
Pääsuunnassa kanavoitua liittymää lähestyttäessä päätien valaisinpylväät sijoitetaan oikealle reunalle. Päätien kanavoinnin osuudella käytetään ensisijaisesti vastakkaista reunasijoitusta. Jos sivutie on sisäkaarteiden puolella, päätien valaistus on jatkuva ulkokaarteiden puolella. Pylväsväliä voidaan muuttaa leveyden mukaan mitoittaen.

Kuva 12. Esimerkkejä tasoliittymän tievalaistuksesta. Kuvaan on merkitty punaisella erikoiskuljetusten suunnitellut kulkureitit.



Kuva 13. Esimerkki monikaistaisen tien tasoliittymän valaistusratkaisusta. Liittymä ei sijaitse erikoiskuljetusten reitillä.

Alimpien toiminnallisten luokkien teillä, joilla on alhainen ajonopeus ja pieni liikennemäärä, vähäliikenteinen liittymä voidaan erikoistapauksessa joutua valaisemaan muista syistä kuin liikennetaloudellisen kannattavuuden perusteella. Tällöin liittymä voidaan valaista kuvan 14 periaatteella.



Kuva 14. Vähäliikenteisen kanavoimattoman tasoliittymän valaistus, kun tietä ei valaista muuten. Tievalaistus on tarpeellinen muista syistä kuin liikennetaloudellisen kannattavuuden perusteella.

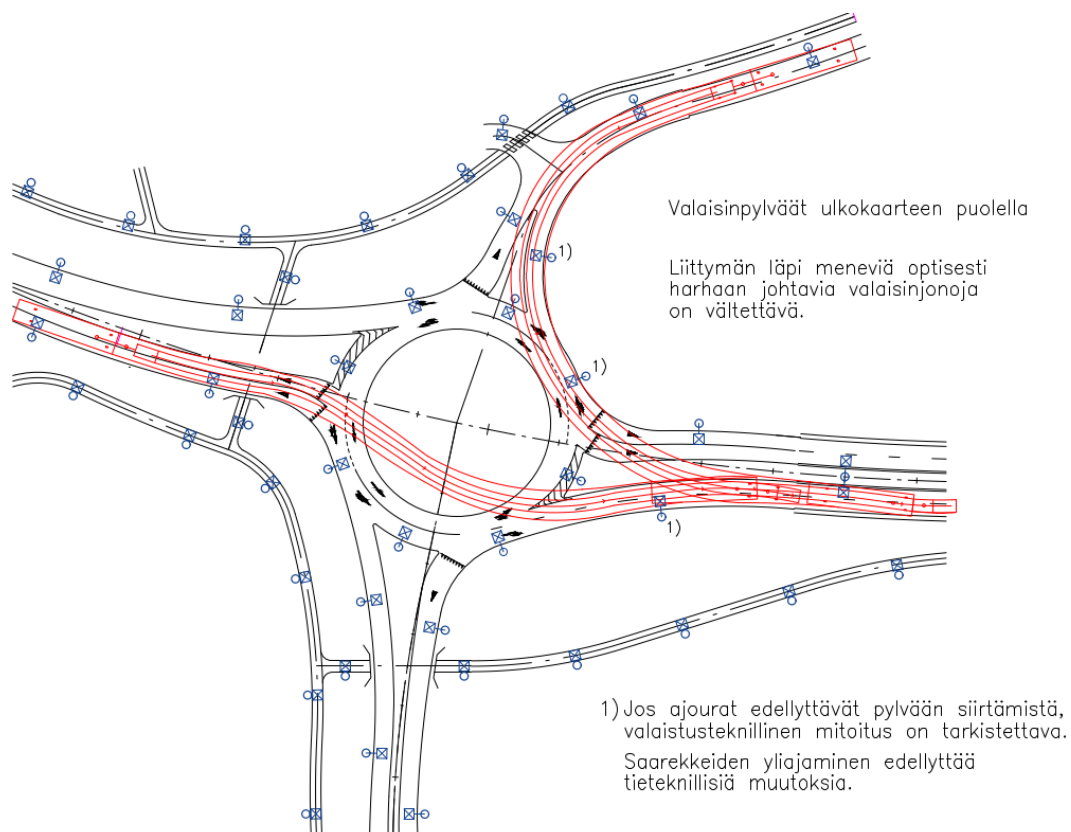
4.4.3 Kiertoliittymät

Kiertoliittymän valaistusluokka valitaan kohdan 3.3.1.4 mukaan.

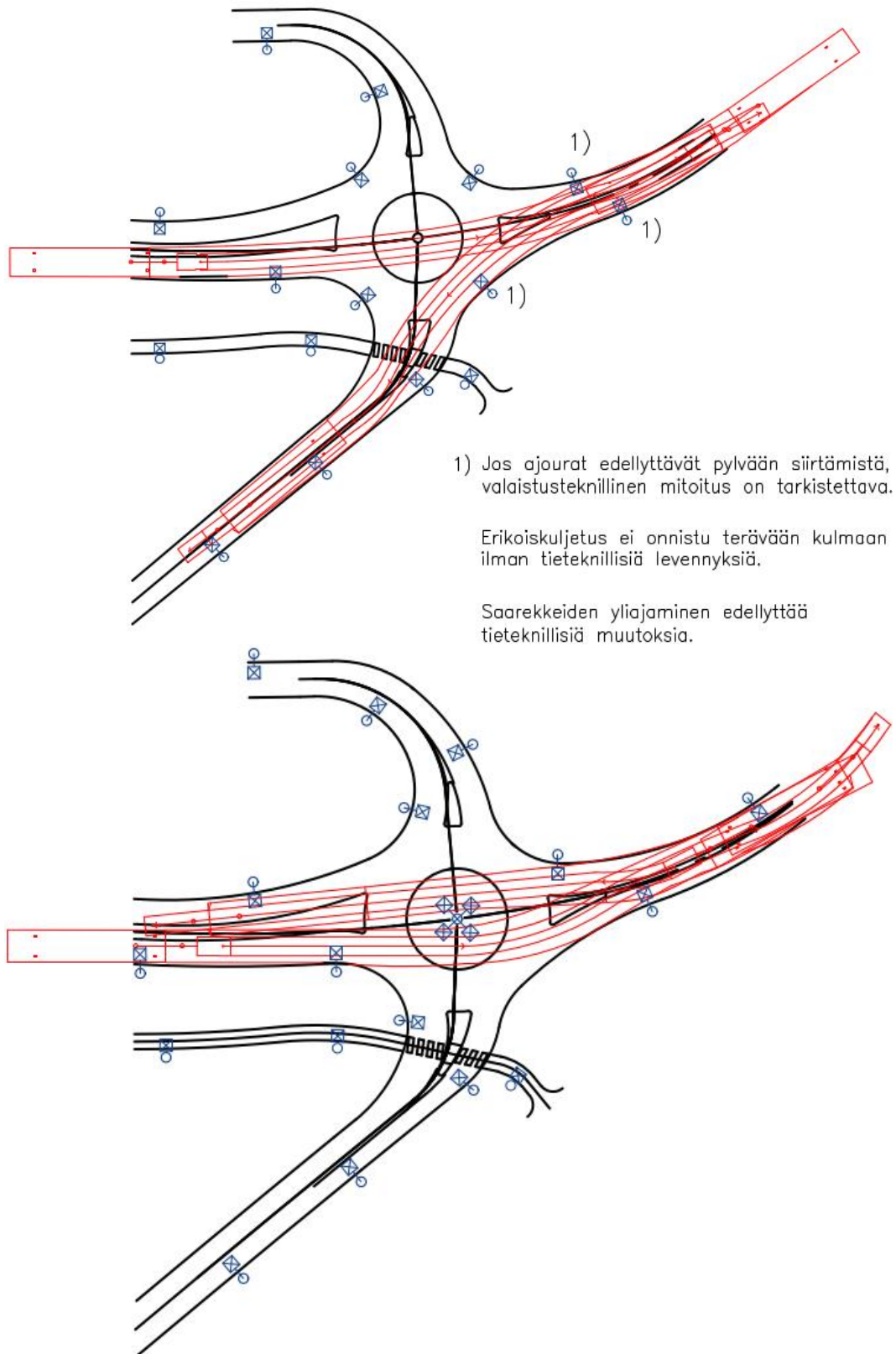
Kiertoliittymän tievalaistuksen suunnittelussa on noudatettava kohdassa 4.4.1 esitettyjen yleisten suunnitteluperiaatteiden lisäksi seuraavia periaatteita.

- Maaseutuoloissa liittymään tultaessa on liittymän ja varsinkin kiertosaa-
rekkeen erotuttava myös pimeällä selvästi normaalista ajoradasta.
- Tienkäyttäjän on saatava oikea käsitys liittymän muodosta, saarekkeista,
ajoratamaalauksista ja reunatuista sekä nähtävä jalankulkijat, pyöräilijät,
ja ajoneuvot sekä näiden liikkeet.
- Kaarevan tulosuunnan valaisimet eivät saa muodostaa suoraa linjaa, joka
olisi optisesti harhaanjohtava.
- Liittyvät tiet valaistaan vähintään pysähtymisnäkemän matkalla liikenne-
saarekkeen ulommasta päästä mitattuna. Pysähtymisnäkemät on esitetty
taulukossa 27. Valaistuun alueeseen kuuluu valaistusluokan edellyttämä
sopeutumisalue (pysähtymisnäkemä + sopeutumisalue).
- Jokaisen liittymähaaran läheisyydessä on oltava valaisin, jotta liittymään
saapuva ajoneuvo näkyy ja kuljettajat näkevät liittymäalueen yksityiskoh-
dat selvästi.
- Suojateiden läheisyydessä valaisimet sijoitetaan kohdan 3.3.2.4 mukai-
sesti siten, että jalankulkijoihin kohdistuva pystytason valaistusvoimak-
kuus on havaitsemisen kannalta riittävä.
- Ulkonäkösyistä tulisi käyttää varrettomia pylväitä tai lyhyitä, korkeintaan
1,0 m valaisinvarsia.
- Korkeilla pylväillä (valaisimien asennuskorkeus 15 m, 18 m tai 20 m) to-
teutettu valaistus on valaistusteknillisesti käyttökelpoinen, jos se ei rajoita
mahdollisia erikoiskuljetusreittejä ja jos se kustannusvertailussa osoittau-
tuu kannattavaksi ratkaisuksi.

Kuvissa 15 ja 16 on esitetty esimerkkejä kiertoliittymien valaistuksista. Jos kierto-
liittymä on erikoiskuljetusten reitillä, tämä on otettava huomioon pylväiden sijoit-
telussa kohdan 4.7 mukaisesti.



Kuva 15. Ison kiertoliittymän valaistus. Kuvaan on merkitty punaisella erikoiskuljetusten suunnitellut kulkureitit. Yleensä samaa kulkureittiä käytetään molempiin suuntiin.



Kuva 16. Pienten kiertoliittymien valaistus. Kuvaan on merkitty punaisella erikoiskuljetusten suunnitellut kulkureitit.

Kiertoliittymä, liikenteenohjaus, tievalaistus, liikenneympäristö ja mahdollinen tie-
taide on suunniteltava samanaikaisesti tasapainoisen kokonaisuuden aikaansaa-
miseksi.

4.4.4 Eritasoliittymät

Eritasoliittymän ramppien valaistusluokat valitaan kohdan 3.3.1.5 mukaan.

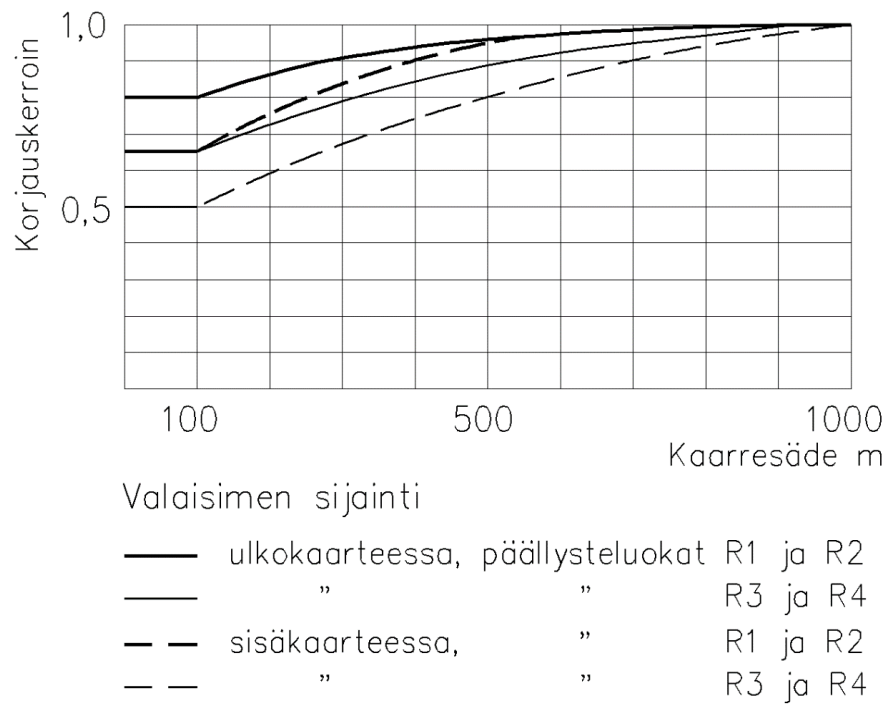
Valaistulla tiellä erkanemisrampin ensimmäinen tievalaisin sijoitetaan ennen tietek-
nillistä nokkapistettä ja liittymisrampin viimeinen tievalaisin tieteknillisen nokkapis-
teen jälkeen. Tien sekä ramppien valaisinpylvässiioittelun takia ramppien päiden
kohdille tulee enemmän valoa, jolloin liikenneturvallisuus paranee.

Valaisemattomalla tiellä erkanemisrampille sijoitetaan kolme tievalaisinta ennen
tieteknillistä nokkapistettä. Liittymiskaistan tasalevyinen osuus valaistaan koko pi-
tuudeltaan.

Ramppien valaisinpylvässiioittelussa noudatetaan liikenneturvallisuussyistä ja alue-
valaistusvaikutuksen takia pääasiassa sisäkaariperiaatetta. Suurisäteisissä kaar-
teissa voidaan valaisinpylväät sijoittaa myös ulkokaarteeseen.

Suurissa eritasoliittymissä mastovalaistus voi olla vartenotettava valaistustyyppi
kokonaistaloudellisista ja maisemakuvallisista syistä. Mastot ovat 21...40 m kor-
keita ja niihin asennetaan useita valonheittimiä. Asennustasot muodostavat sään-
nöllisen pinnan, joka noudattaa koko eritasoliittymän päämuotoa. Mastovalai-
stuksessa valonheittimien kunnossapito on yleensä hankalaa ja tämä on otettava hu-
mioon mastojen sijoittelussa, rakenteen suunnittelussa ja valonheittimien valin-
nassa. Erityistä huomiota tulee kiinnittää mastovalai-
stuksen valonheittimien ai-
heuttamaan esto- ja kiusahäikäisyy-
n, koska mastovalai-
stus koetaan yleensä häirit-
sevämmäksi korkeiden asennuskorkeuksiensa vuoksi. Tieosuuksien häikäisy-
tarkas-
teluiden (estohäikäisy f_{TI} tai häikäisynluokitusluku R_G) lisäksi tulee arvioida ympä-
ristöön (esim. tonttien omistajille) aiheutuvan häiriövalon määrää.

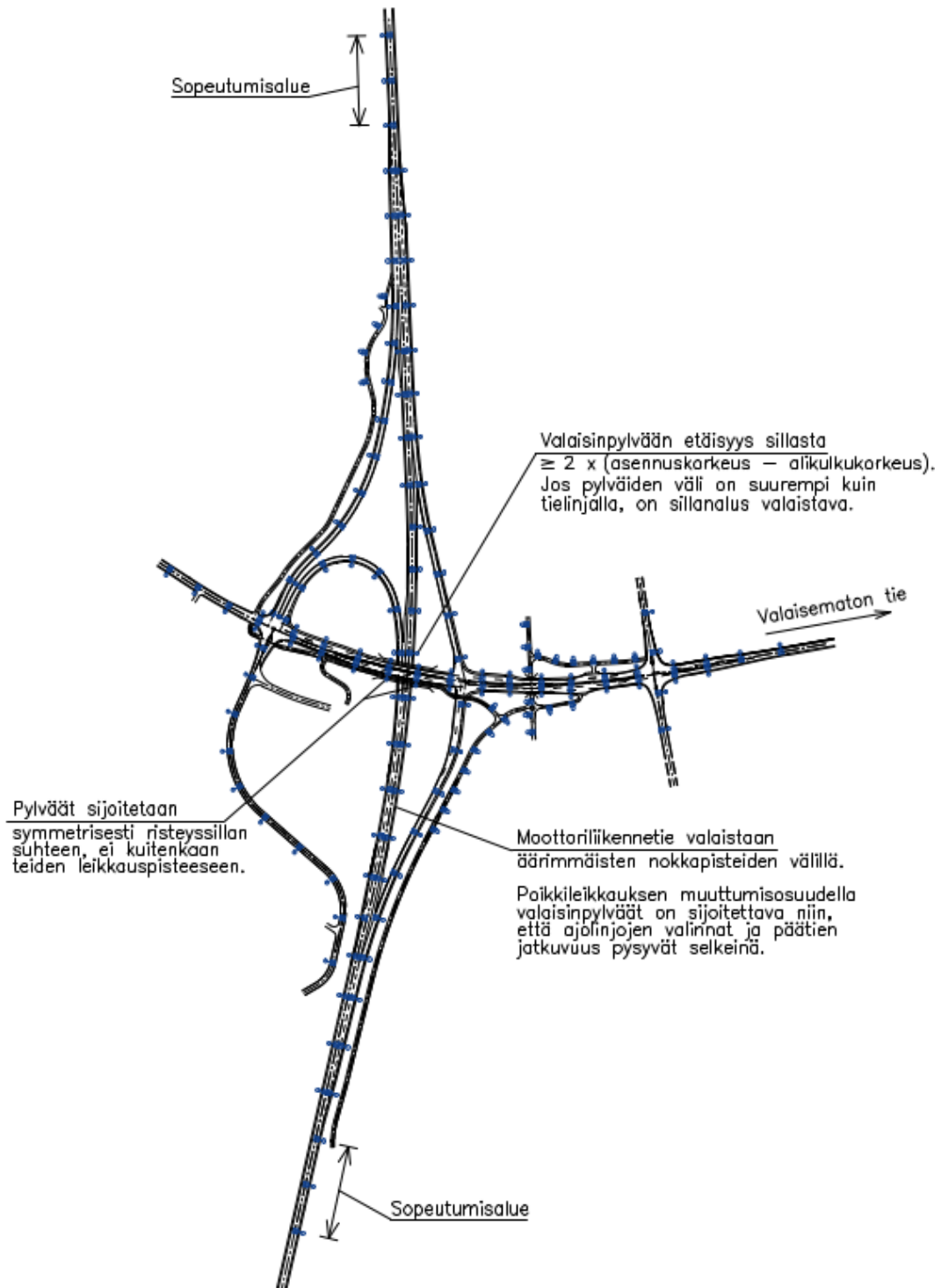
Pienisäteisessä kaarteessa enimmäispylväsväliä lyhennetään kuvan 17 mukaan.
Päällysteluokka on maanteiden osalta R2 kohdan 3.7 mukaisesti.



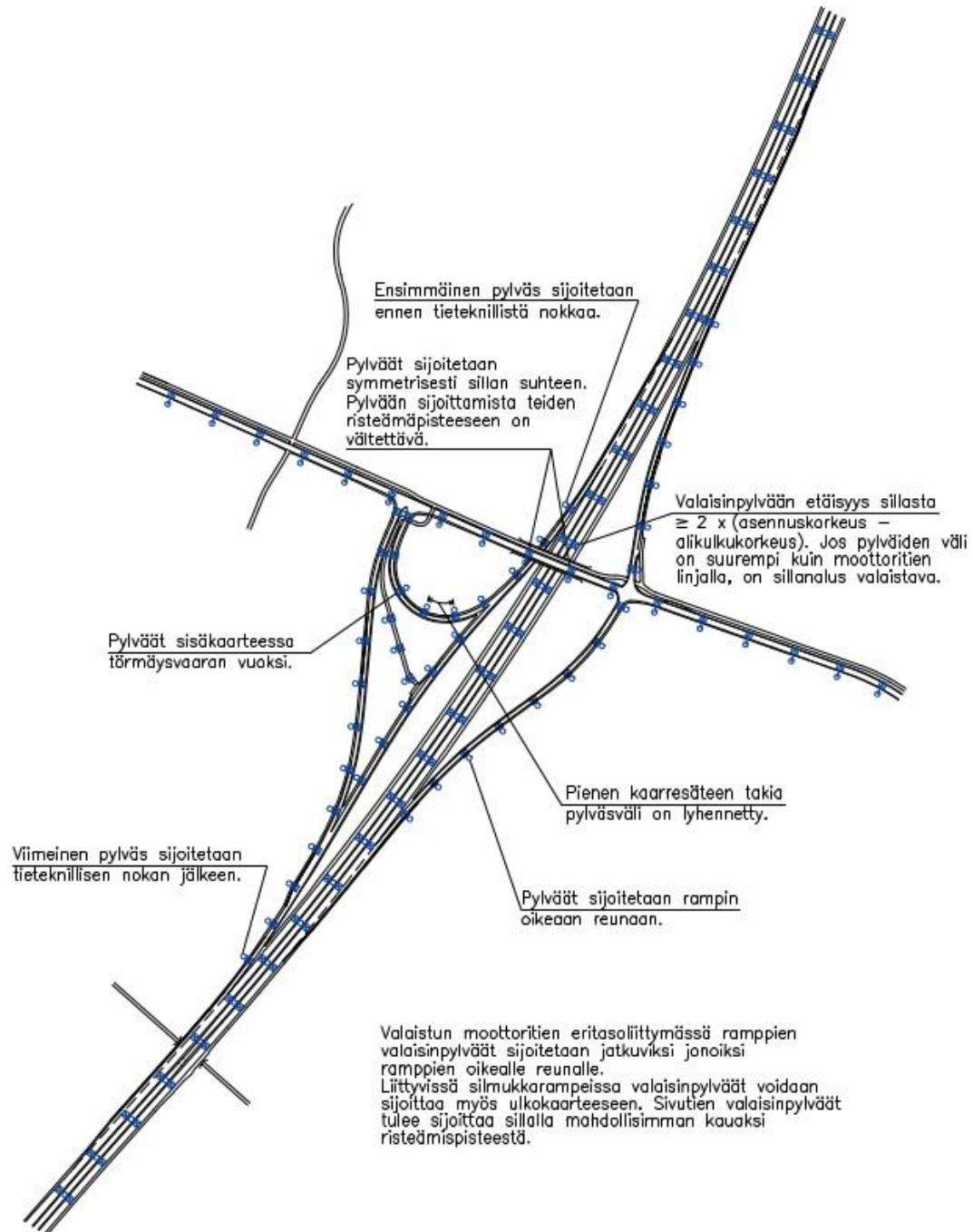
Kuva 17. Pylväsvälin korjauskerrin.

Kaarteissa pylväsväli mitataan pylväitä lähimpänä olevaa ajoradan reunaa pitkin.

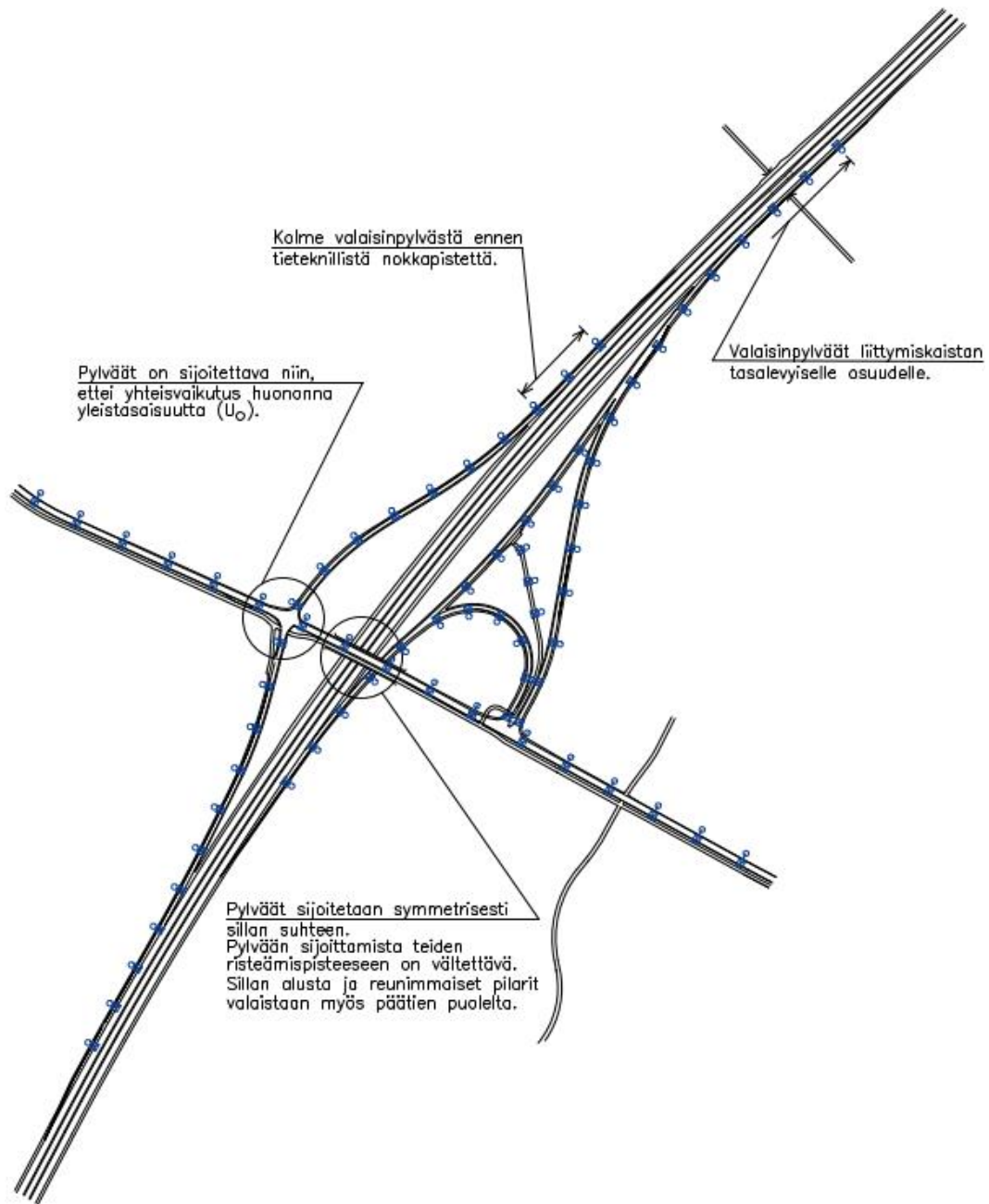
Kuvissa 18–21 on esitetty esimerkkejä eritasoliittymien yleisimmistä valaistusratkaisuista.



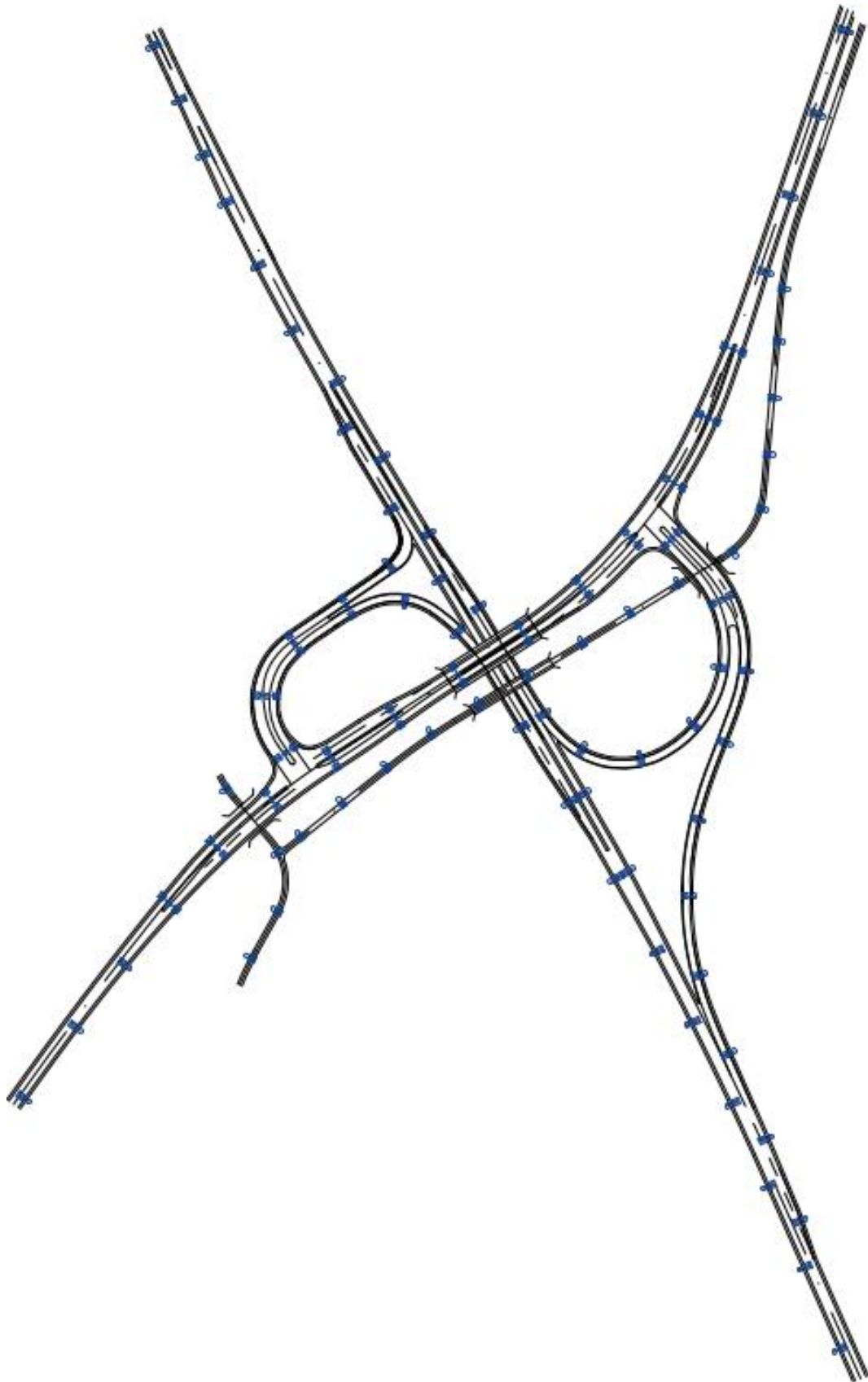
Kuva 18. Moottoriliikennetien tai leveäkaistatien eritasoliittymän valaistus. Suuret erikoiskuljetukset käyttävät sillan ohitukseen suoria rampeja, joiden varrella valaisinpylväät on sijoitettu riittävän etäälle.



Kuva 19. Valaistun moottoritien eritasoliittymä.



Kuva 20. Valaisemattoman moottoritien eritasoliittymä.



Kuva 21. Perusverkon eritasoliittymän valaistus. Jos erikoiskuljetukset kiertävät sillan ramppien kautta, rampeilla ja niiden välillä olevalla risteävällä tiellä käytetään 2-rivistä vastakkaista reunasijoitusta.

4.5 Ohituskaistatiet ja keskikaidetiet

Eriluokkaisilla teillä olevien ohituskaistaosuuksien valaistustarve määritellään kohdassa 2.2.2.

Jos koko osuuden valaiseminen on kannattavaa, tievalaistus pyritään toteuttamaan yksirivisenä valaistustyyppinä (esim. kuva 7). Aloitusosan tievalaistus suunnitellaan kuten kuvan 12 mukaisessa pääsuunnassa kanavoidussa liittymässä.

Jos tievalaistus ei ole tarpeellinen mutta osuudella on keskikaide, aloitus- ja lopetusosuudet valaistaan, jos valaistuksen rakennuskustannukset ovat kohtuulliset. Tievalaistuksen tyyppi ja sen pituus vaihtelee (200...400 m) kaistojen lukumäärän ja keskinäisen sijainnin mukaan. Jos tiegeometria ja näkyvyys ovat hyvät, tievalaistus voidaan korvata liikennemerkillä, jos valaistuksen rakennuskustannukset ovat korkeat (esim. verkkoyhtiön liittymispiste kaukana) eikä muita perusteita valaista ole (esim. liittymä kaiteen alkukohdalla).

4.6 Liikennemerkit

Liikennemerkkejä ei valaista erikseen. Liikennemerkkien kalvotyyppin valintaa ja portaalien sovittamista tievalaistukseen on käsitelty Väyläviraston ohjeessa *Liikennemerkkien rakenne ja pystytys*.

Tunneleiden liikennemerkit valaistaan aina, ks. kohta 9.14.

Valaistavalla tiellä tievalaisimet ja portaalit tulee sijoittaa toisiinsa nähden liikenteenohjausperiaatteiden sallimissa rajoissa siten, että valaisin ei häikäise portaalin merkkien takaa ja että valaisimen valo edistää opastusmerkin näkymistä. Valaisimen ja valaisinpylvään sijoittamisesta ajosuunnassa portaalin eteen on kaksi etua:

- valaisimesta tuleva valo parantaa merkkien näkymistä
- portaalin eteen sijoitettu energiaa vaimentava (HE) valaisinpylväs vähentää mahdollisuutta törmätä keskikorokkeella olevaan portaalin jäykkään pylvääseen.

4.7 Erikoiskuljetusten reitit

Kuljetus tarvitsee erikoiskuljetusluvan, kun se ylittää normaaliliikenteelle sallitut mitta- ja massarajat. Tyypillisiä erikoiskuljetuksia ovat jakamattomien esineiden, kuten koneiden, elementtien, rakennusten, nostureiden ja isojen tuotteiden kuljetukset.

Suomeen on määritelty suurten erikoiskuljetusten reitistö (SEKV). Siinä mitoitusaajoneuvon leveys on 7 m, korkeus 7 m ja pituus 40 m. ELY-keskusten erikoiskuljetusyhdyshenkilöiden lausunnon perusteella kääntyvillä suunnilla voidaan käyttää myös muita mitoitusaajoneuvoja.

Kääntyville erikoiskuljetuksille tarkoitetut liittymät suunnitellaan ajoneuvosimuloinnin avulla. Kiertoliittymissä ja portaalien osittain tukkimissa kanavoiduissa liitty-

missä myös päätietä suoraan jatkavan erikoiskuljetusajoneuvon reitti on simuloitava. Simulointia vaikeuttaa se, että erikoiskuljetusajoneuvojen kääntymisominaisuudet vaihtelevat.

Valaistukseen liittyviä suunnittelussa huomioon otettavia asioita ovat mm.:

- Alhaalla olevat ilmajohtot. Kuorman edessä olevan ohjurin avulla kohti suoraan tien yli meneviä tievalaistuksen ilmajohtoja voidaan nostaa. Menetelmä ei toimi tien vinosti ylittävän ilmajohtojen tapauksessa. Ilmajohtojen korkeudet ja ylitysten suunnat tulee ottaa huomioon yksirivisen pylväsjonon puolenvaihtojen suunnittelussa.
- Jos erikoiskuljetusreitillä joudutaan käyttämään poikkeuksellisen pieniä asennuskorkeuksia tien ulkopuolisten syiden takia (esim. voimalinjat), valaisimet eivät saa jäädä liikennetilaan kuljetuksen esteeksi (esim. liian pitkät valaisinvarret, pylväät liian lähellä ajoradan reunaa jne.).
- Pääsuunnassa kanavoiduissa liittymissä portaalit suunnitellaan joko riittävän korkeiksi tai vältetään koko tien yli ulottuvia portaaletta. Tällöin erikoiskuljetus voi kiertää oman suunnan portaalin vastaantulijan kaistaa pitkien. Pitkissä saarekkeissa on varmistettava, että saarekkeen valaisinpylväät eivät estä portaalin kiertämistä esim. käyttämällä vastakkaista reunasijoitusta.
- Pienisäteisissä kaarteissa valaisinpylväät on sijoitettava kauemmaksi ajoradan reunasta. Valaistus on mitoittettava tämän perusteella.
- Liittymähaarojen välisissä sisäkaarteissa olevat kaiteet edellyttävät pientareen leventämistä.
- Kiertoliittymän keskialueelle voidaan tehdä kuljetusreitti suoraan ajaville erikoiskuljetuksille. Reitille ei saa pystyttää kiinteitä laitteita esim. valaisinpylväitä. Kääntyvät kuljetukset voidaan ohjata vastavirtaan.

Lisäohjeita suunnitteluun on annettu oppaassa *Erikoiskuljetukset suunnittelussa*. Kuvissa 12, 15 ja 16 on esitetty esimerkkejä erikoiskuljetusten kulkureiteistä.

Erikoiskuljetusten esteitä voidaan vähentää korvaamalla liittymähaarojen välissä sijaitsevat sisäkaarteiden pylväät kiertosaarekkeeseen sijoittavalla korkeammalla pylväällä, jos valaistustekniset vaatimukset täyttyvät ja kustannukset sekä maisemakuva sen sallivat.

Harvinaisissa tapauksissa voi olla tarpeen varustaa valaisinpylväät saranoilla pylväiden kaatamista varten. Saranoituja valaisinpylväitä ei tule käyttää kuin harkituissa kohteissa muiden ratkaisuvaihtoehtojen ollessa vielä haastavampia. Jos hankkeessa käytetään saranapylväitä, valaistussuunnitelman suunnitelmakartalla on esitettävä pylväiden suunnitellut kaatamissuunnat.

4.8 Erikoisvalaistus

Erikoisvalaistus tarkoittaa valaistusta, jonka pääasiallinen tarkoitus on esteettinen. Tyypillisesti erikoisvalaistuksella valaistaan joku kohde, kuten silta, maamerkki, kallio tai taideteos. Erikoisvalaistus voi olla myös valotaidetta esim. projisoitu kuvio kalliossa, jolloin valaistus on kohde itsessään.

Erikoisvalaistusta suunnitellessa on otettava huomioon ympäristön valoisuus, ympäristössä käytössä olevat valolajit ja värilämpötilat, valaistavan pinnan heijastusominaisuudet, mahdolliset maisemakuvalliset periaatteet, ilkivalta, kunnossapito sekä valaistavan kohteen näkyvyys tienkäyttäjille. Huomiota tulee erityisesti kiinnittää erikoisvalaistuksen aiheuttamaan häikäisyyn. Pahimmassa tapauksessa huonosti suunniteltu erikoisvalaistus voi vaarantaa tienkäyttäjien liikenneturvallisuutta.

Valontarve riippuu ympäristöstä ja kohteen materiaalista. Yleensä tie sijaitsee vähäisen aluevalaistuksen ympäristössä, jolloin kohteet näkyvät hyvin tienkäyttäjille heikostikin valaistuna.

Erikoisvalaistuksen käyttö tulee olla aina perusteltua ja sen käytöstä tulee aina sopia tilaajan kanssa hankekohtaisesti. Suunnittelijan tulee esittää tilaajalle havainnekuva ja selvitys pimeän ajan ilmeestä sekä sen muutoksista kohteen valaistusperiaatteiden hyväksyntää varten. Lisäksi tilaajalle esitetyistä ratkaisuista tulee ilmetä miten liikenneturvallisuus, häiriövalo, ilkivalta ja valaistuslaitteiden kunnossapito on otettu huomioon erikoisvalaistuksen valaistusperiaatteiden valinnassa.

Maahan upotettavia tai ajoradan välittömään läheisyyteen matalalle (< 3,0 m) asennettavia ratkaisuja ei saa käyttää, ellei tilaaja ole niitä nimenomaisesti vaatinut.

Vilkkuvia tai muuten nopeasti valovoimaansa muuttuvia erikoisvalaistuksia ei saa käyttää liikenneturvallisuussyistä.

Erikoisvalaistuksissa on käytettävä pääsääntöisesti valkoista valoa. Sinistä valoa ei saa käyttää, koska se on hälytysajoneuvojen varoitusvalaisimien käyttämä väri. Punaisen, oranssin ja vihreän valon käyttöä ei sallita, koska ne ovat liikenteenohjauksessa käytettyjä värejä.

5 Tievalaistuksen ohjaus

5.1 Tievalaistuksen ohjausjärjestelmä

Tievalaistuksen ohjausjärjestelmä voidaan jakaa karkeasti seuraaviin eri tasoihin valolajin ja ohjausmahdollisuuksien mukaan:

Suurpainenatriumvalaistukset:

- Taso S1: Paikallinen keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus, hämäräkytkin tai vyörytys, ei valaisimien himmennystä
- Taso S2: Etähallittava keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus, ei valaisimien himmennystä
- Taso S3: Etähallittava keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus, valaisimissa on kaksitehokuristimet ja releet ja käytössä on ennakkoon ohjelmoitu valaisimien tehon pudotus
- Taso S4: Etähallittava keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus, valaisimissa on kaksitehokuristimet ja releet, valaisimien tehon pudotuksen ohjaus tapahtuu tievalaistuskeskuksesta maakaapelin tai ilmajohdon avulla.

Ledivalaistukset:

- Taso L1: Paikallinen keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus, hämäräkytkin tai vyörytys, ennakkoon ohjelmoitu valaisimien himmennys (liite 1) on käytössä
- Taso L2: Etähallittava keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus, ennakkoon ohjelmoitu valaisimien himmennys (liite 1) on käytössä
- Taso L3: Etähallittava keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus, valaisimet on varustettu yhdellä Zhaga-liittimellä
 - i. Taso L3a: valmius valaisinkohtaiseen ohjaukseen (valaisimessa on yksi Zhaga-liitin), mutta valaisinkohtaista ohjausta ei ole otettu käyttöön ja Zhaga-liitin on suojattu suojahatulla, ennakkoon ohjelmoitu valaisimien himmennys (liite 1) on käytössä
 - ii. Taso L3b: valaisinkohtainen etähallittava ohjaus on käytössä (valaisinkohtainen ohjauslaite on asennettu Zhaga-liittimeen ja valaisinkohtainen ohjaus on otettu käyttöön)
- Taso L4: Etähallittava keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus, valaisimet on varustettu kahdella Zhaga-liittimellä
 - i. Taso L4a: valmius valaisinkohtaiseen ohjaukseen ja anturointiin, mutta valaisinkohtaista ohjauslaitetta ja anturia ei ole asennettu Zhaga-liittimiin ja Zhaga-liittimet on suojattu suojahatuilla, ennakkoon ohjelmoitu valaisimien himmennys (liite 1) on käytössä
 - ii. Taso L4b: valaisinkohtainen etähallittava ohjaus on käytössä (toiseen Zhaga-liittimeen on asennettu valaisinkohtainen ohjauslaite ja valaisinkohtainen ohjaus on otettu käyttöön), mutta anturia ei ole asennettu toiseen Zhaga-liittimeen ja liitin on suojattu suojahatulla
 - iii. Taso L4c: valaisinkohtainen etähallittava ohjaus ja anturointi on käytössä (toiseen Zhaga-liittimeen on asennettu valaisinkohtainen ohjauslaite ja valaisinkohtainen ohjaus on otettu käyttöön ja toiseen Zhaga-liittimeen on asennettu anturi ja se on otettu käyttöön)

- iv. Taso L4d: valaisimelle tulee jatkuva sähkö, valaisinkohtainen etähallittava ohjaus ja anturointi on käytössä (toiseen Zhaga-liittimeen on asennettu valaisinkohtainen ohjauslaite ja valaisinkohtainen ohjaus on otettu käyttöön ja toiseen Zhaga-liittimeen on asennettu anturi ja se on otettu käyttöön), valaisinkohtainen päälle ja pois -ohjaus on käytössä, keskuskohtainen päälle ja pois -ohjaus on varalla.

Tievalaistusverkossa on joitakin yksittäisiä tievalaistuskeskuksia (mm. laiturit), jotka ovat paikallisessa keskuskohtaisessa ohjauksessa (tasot S1 ja L1), eivätkä ole suoraan liitettynä keskitettyyn etähallittavaan tievalaistuksen ohjausjärjestelmään. Näitä tievalaistuskeskuksia ohjataan hämäräkytkimien tai vyörytyksien avulla. Hämäräkytkin mittaa valon määrää (valaistusvoimakkuutta) ja sytyttää tai sammuttaa keskuksen tievalaistukset raja-arvojen alittuessa tai ylittyessä. Vyörytys eli ketjutus on ohjausmenetelmä, jossa käytetään erillisiä ohjauskaapeleita sytytys- ja sammutustiedon kuljettamiseen keskusten välillä. Vyörytysohjauksessa oleva tievalaistuskeskus voi olla epäsuorasti liitettynä etähallittavaan tievalaistuksen ohjausjärjestelmään, jos sytytys- ja sammutustieto tulee etähallittavassa ohjauksessa olevalta keskukselta. Vyörytyksen käytöstä luovutaan sitä mukaan, kun vyörytysohjauksessa olevia keskuksia uusitaan. Tievalaistusverkossa ei ole enää käytössä pelkästään astronomisella kellokytkimellä toimivia paikallisia ohjauksia.

Tievalaistuksen etähallittava keskuskohtainen ohjaus (tasot S2...S4 sekä L2...L4c) toimii tievalaistuksen ohjauksen perusratkaisuna ja se mahdollistaa:

- keskuskohtaiset ja oikea-aikaiset päälle ja pois -ohjaukset
- keskuskohtaisen ohjauksen tilan ja historiatietojen seurannan.

Etähallittavassa keskuskohtaisessa ohjauksessa tievalaistuksen päälle ja pois -ohjaukset perustuvat alueella vallitsevaan valon määrään. Valon määrä mitataan valoantureilla ohjausalueittain. Vikatilanteissa tievalaistusta ohjataan keskuskohtaisesti hämäräkytkimellä tai astronomisella kellokytkimellä (varajärjestelmät). Astronominen kellokytkin on laite, joka määrittää oletettuihin auringon lasku- ja nousu-aikoihin sekä tilaajan määrittämiin viiveisiin perustuen tievalaistuksen sytytys- ja sammutusajat eri kalenteripäiville ja maantieteellisille sijainneille.

Tasossa L4d valaistuksen päälle ja pois -ohjaukset tapahtuvat valaisinkohtaisesti perustuen alueella vallitsevaan valon määrään. Tämä edellyttää järjestelmältä riittävän luotettavaa langatonta tiedonsiirtoa jokaiselle valaisimelle, jotta ne eivät palaishi turhaan valoisaan aikaan. Etähallittavaa keskuskohtaista päälle ja pois -ohjausta voi käyttää valaisinkohtaisen ohjauksen varajärjestelmänä.

Ennen vuotta 2000 asennetut suurpainenatriumvalaistukset kuuluvat enimmäkseen tasoon S2. Kyseiset tievalaistukset eivät ole himmennettävissä ja niiden ohjaus rajoittuu keskuskohtaiseen sytytykseen ja sammutukseen. Tievalaistusverkossa on joitakin yksittäisiä ennen vuotta 2000 rakennettuja tievalaistuskeskuksia, joissa on säästömuuntajat. Säästömuuntajien avulla kaikkia keskuksen syöttämiä suurpainenatriumvalaistuksia saadaan himmennettyä jännitettä alentamalla.

Vuonna 2000 ja sen jälkeen asennetut suurpainenatriumvalaistukset kuuluvat enimmäkseen tasoon S3. Kyseiset valaistukset ovat himmennettävissä ennakoon ohjelmoituna ja 1-portaisena kaksitehokuristimin ja relein, esim. 250/400W,

150/250W, 100/150W ja 50/70W. Valaistukset sytytetään ja sammutetaan keskuskohtaisesti etäohjauksena.

Tason S4 tievalaistuksessa on joko varauduttu keskuskohtaiseen suurpainenatriumvalaisimien releohjaukseen (tehon pudotukseen) maakaapeleiden tai ilmajohdotien avulla tai kyseinen tehon pudotus on otettu käyttöön. Vuoden 2000 jälkeen asennetuista suurpainenatriumvalaistuksista jotkut yksittäiset hankkeet kuuluvat tasoon S4.

Suurin osa maanteiden nykyisistä ledivalaistuksista kuuluvat tasoon L2. Tasossa L2 on käytössä etähallittavat keskuskohtaiset päälle ja pois -ohjaukset sekä ledivalaisimien liitäntälaitteisiin ennakoon ohjelmoidut himmennykset (ns. stand alone). Lisätietoja ennakoon ohjelmoidusta liitäntälaitteiden ohjauksesta on esitetty kohdassa 5.3.1.

Vuoden 2023 alussa alle 10 % kaikista ledivalaisimista (ledivalaisimia yhteensä n. 60 000 kpl) oli varustettu yhdellä tai kahdella Zhaga-liittimellä (tasot L3a ja L4a). Tasojen L3a ja L4a tievalaistuksissa on käytössä keskuskohtaiset päälle ja pois -ohjaukset sekä ledivalaisimien ennakoon ohjelmoidut himmennykset, mutta valaisimilla on valmiudet valaisinkohtaiseen ohjaukseen.

Tasojen L3b, L4b ja L4c ohjausjärjestelmässä tievalaistuksen sytytys ja sammutus tapahtuu keskuskohtaisesti ja valaisimien ohjaus valaisinkohtaisesti. Etähallittavalla valaisinkohtaisella ohjauksella voidaan toteuttaa esim. lumisuuteen tai kohdekohtaisiin liikennemääriin perustuva himmennys tai määritellä esim. liittymäalueilla tai suojateiden kohdalla oleville valaisimille muista linjaosuuden valaisimista poikkeavat himmennysprofiilit. Lisäksi valaisinkohtaisella ohjauksella voidaan kerätä valaisimilta mm. ohjaus-, mitta- ja historiatietoja tievalaistuksen hallinnointia, optimointia ja kunnossapitoa varten.

Tason L4c tievalaistuksessa antureita voidaan hyödyntää tievalaistuksen valaisinkohtaisessa ohjauksessa, esim. kohdekohtaisessa liikennemääräohjauksessa, ks. kohta 5.3.2. Tasossa L4d antureita voidaan käyttää myös valoisaan aikaan esim. liikennelaskentaan, koska valaisimille tulee jatkuva sähkö.

Vuoden 2023 alussa tievalaistusverkossa oli vain joitakin yksittäisiä koeasennuksia, jotka kuuluivat tasoihin L3b, L4b ja L4c. Toistaiseksi tievalaistusverkossa ei ole käytössä tason L4d ohjausjärjestelmäratkaisuja.

Tason L2 ohjausjärjestelmä on ratkaisuna rakennus- ja hoitokustannusten osalta edullisin tapa toteuttaa tievalaistuksen sytytys ja sammutus sekä ledivalaisimien himmennys. Tasojen L3a ja L4a ohjausjärjestelmä on ratkaisuna yhtä tai lähes yhtä edullinen kuin tason L2 ohjausjärjestelmä, mutta samalla ratkaisu tarjoaa kuitenkin mahdollisuudet ottaa myöhemmin käyttöön valaisinkohtaiset esim. lumisuuteen tai kohdekohtaisiin liikennemääriin perustuvat himmennykset.

Tasojen L3b, L4b, L4c ja L4d ohjausjärjestelmäratkaisut kasvattavat yleensä tievalaistuksen rakennus- ja hoitokustannuksia verrattuna tasojen L2, L3a ja L4a ohjausjärjestelmäratkaisuihin. Rakennuskustannuksia lisäävät mm. ohjauslaitteiden hankinta- ja käyttöönottokustannukset ja hoitokustannuksia mm. palvelumaksut sekä valaisinkohtaisen ohjauksen kunnossapito. Tasossa L4d myös käyttökustan-

nukset lisääntyvät jonkin verran. Valaisinkohtaisella ohjauksella voidaan myös saavuttaa kunnossapitosäästöjä optimoimalla valaisimien kunnossapitoa valaisimien liitäntälaitteilta kerättävän tiedon avulla.

Ohjeita ledivalaistuksien ohjaustason valintaan on esitetty kohdassa 5.2.

Tievalaistuksen himmennyksellä saavutetaan merkittäviä käyttökustannusten säästöjä ja vähennetään tievalaistuksen ympäristöön aiheuttamaa häiriövaloa. Tievalaistuksen himmennys saattaa kuitenkin lisätä jonkin verran pimeän ajan onnettomuuksia, koska himmennettäessä luminanssit ja valaistusvoimakkuudet laskevat. Himmennuksen tarkkaa vaikutusta liikenneonnettomuuksiin ei tunneta. Onnettomuuslisäys voidaan olettaa pieneksi, kun pimeän ajan liikennemäärä, erityisesti jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä, on vähäinen, merkittäviä liittymiä on harvassa ja valaistustason muutos on korkeintaan kaksi valaistusluokkaa.

5.2 Tievalaistuksen ohjausperiaatteiden valinta

5.2.1 Uudisrakentaminen

Uudisrakentamisessa (myös nykyisen tievalaistuksen pienissä laajentamisissa) kaikki tievalaisimet ja valonheittimet varustetaan tason L3a mukaisella ennakoon ohjelmoidulla himmennyksellä sekä yhdellä Zhaga-liittimellä, joka sijoitetaan valaisimen tai valonheittimen yläpuolelle. Liitteen 1 mukainen ohjausprofiili ohjelmoidaan ennakoon valaisimien tai valonheittimien liitäntälaitteisiin.

Poikkeustapauksia ovat:

- Tasoa L4a (kaksi Zhaga-liitintä, yksi liitin yläpuolella ja yksi liitin alapuolella) voidaan käyttää seuraavilla tavoilla:
 - i. Kaikki hankkeen tievalaisimet varustetaan kahdella Zhaga-liittimellä. Tapaus voidaan valita, jos toinen Zhaga-liitin ei nosta merkittävästi valaisimen hintaa, pidennä merkittävästi valaisimen toimitusaikaa tai heikennä valaisimen laatua.
 - ii. Valittuihin valaisinpylväisiin asennetaan valaisimet, jotka varustetaan kahdella Zhaga-liittimellä, muut hankkeen valaisimet varustetaan yhdellä Zhaga-liittimellä. Kahdella Zhaga-liittimellä varustetut valaisimet sijoitetaan paikkoihin, joissa halutaan mahdollisesti myöhemmin mitata liikennemääriä, jonon pituutta, melua tai jotakin muuta tietoa. Tapaus ii valitaan, jos ei voida valita tapausta i.
- Tasoa L2 voidaan käyttää risteysiltojen ja alikulkujen sillanalusvalaisimissa tai vaihtoehtoisesti yhdellä Zhaga-liittimellä varaudutaan ohjaamaan sillanalusvalaisinryhmiä.
- Tasoa L2 voidaan käyttää valonheittimien osalta, joihin ei ole saatavana Zhaga-liittimiä.
- Tilaaaja edellyttää muiden tasojen käyttöä.

Valaisinvalmistajien tulee varustaa valaisimien Zhaga-liittimet suojahatuilla Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* mukaisesti. Suojahatut poistetaan ja varastoidaan, kun liittimiin asennetaan ohjauslaitteet tai anturit.

Kaikkien uusien tiealueille asennettavien tievalaisimien ja valonheittimien tulee olla ohjattavissa Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* mukaisesti.

Uudisrakentamisessa käytetään aina maakaapelityyppiä AMCMK 4xXX+XX varautumissyistä, vaikka myös maakaapelityyppi AMCMK 3xXX+XX olisi käyttökelpoinen. Valaisinjohtona käytetään kaapelityyppiä, jossa on kolme johdinta, ks. myös kohta 6.6.4.

Tunnelivalaisimien ohjaustarpeet on esitetty kohdassa 9.11.

Erikoisvalaistukseen tarkoitettujen valaisimien ohjaustarpeet tulee tarkastella aina hankekohtaisesti.

5.2.2 Uudelleenrakentaminen ja valaisinvaihdot

Jos nykyinen tievalaistus uudelleenrakennetaan tai nykyisessä tievalaistuskohhteessa tehdään valaisinvaihto, ohjausperiaatteet valitaan kuten uudisrakentamisessa, ks. kohta 5.2.1.

Valaisinvaihtojen yhteydessä yösammutuksien piirissä olevat tievalaistuskeskukset poistetaan yösammutuksien piiristä ja yösammutukset korvataan ledivalaisimien himmennyksellä. Yösammutuksista luovutaan, vaikka valaisinvaihto koskisi vain osaa tievalaistuskeskuksen valaisimista.

Jos tievalaistuskeskuksessa on säästömuuntaja, tämän käytöstä luovutaan valaisinvaihdon yhteydessä. Säästömuuntajan käytöstä luovutaan, vaikka valaisinvaihto koskisi vain osaa tievalaistuskeskuksen valaisimista.

5.2.3 Nykyinen valaistus

Jos kohteessa ei suoriteta valaisimien tai valonheittimien vaihtoa, tiealueiden valaistuksen ohjauksessa käytetään nykyisiä ohjausjärjestelmän tasoja ja ohjausperiaatteita.

5.3 Tievalaistuksen ohjaus liikenne- tai kelitiedon tai sijainnin mukaan

5.3.1 Ennakkoon ohjelmoitu liitäntälaitteiden ohjaus

Tämän ohjeen liitteessä 1 on esitetty ohjausperiaatteet tiealueiden ledivalaistuksille sekä purkauslamppuvalaisimien yösammutuksille. Ledivalaistukselle on esitetty tavoitteet eri valaistusluokkien himmennystasoille ja kellonajat, jolloin himmennykset tulisi toteuttaa. M-valaistusluokille himmennys esitetään jäljelle jäävänä prosenttina valaistusluokan alkuperäisestä keskimääräisestä luminanssista L_m ja P-, C- ja A-valaistusluokille prosenttina jäljelle jäävästä valaistusluokan alkuperäisestä keskimääräisestä valaistusvoimakkuudesta E_{hm} .

Liitteen 1 mukaisessa ennakkoon ohjelmoidussa ohjauksessa ohjausparametrina toimii aika. Liitteen 1 kellonajat ja ohjausprofiilit perustuvat Suomen maantieverkon keskimääräisiin liikennemäärän tuntivaihtelutietoihin eri tieluokille. Himmennystaulukon ohjausprofiilit eivät siis perustu paikallisiin reaaliaikaisiin liikennemääriin vaan historiatietoihin.

Liitteen 1 kellonajat ohjelmoidaan aina talviaikaan.

5.3.2 Kohdekohtainen liikennemäärään tai tienkäyttäjän läsnäoloon perustuva ohjaus

Kohdan 5.3.1 mukainen esiohjelmoitu tievalaistuksen ohjaus perustuu Suomen maantieverkon keskimääräisiin liikennemäärän tuntivaihtelutietoihin eri tieluokille. Jos kohteen liikenteen tuntivaihtelu on ainakin arkipäivisin lähellä valtakunnallista keskiarvoa, kohdekohtainen liikennemäärän mittausta ei tuota merkittävästi parempaa laatutasoa eikä energiansäästöä, eikä sitä tule käyttää.

Jos kohteen liikenne vaihtelee poikkeavasti eri vuodenaikoina tai vuorokauden aikoina, kohdekohtainen liikennemäärien mittausta ja siihen perustuva valaisinkohtaisesti ohjattu himmennys voi parantaa laatutasoa tai mahdollisesti säästää energiaa tarjoamalla paremmin kohteeseen soveltuvan himmennuksen. Kohdekohtainen liikennemääräohjaus edellyttää vähintään valaisinkohtaiset ohjauslaitteet. Tieto paikallisesta liikennemäärästä hankitaan joko läheiseltä LAM-pisteeltä (taso L3b) tai vaihtoehtoisesti osaan valaisimista asennetaan liikennemäärää mittaavat anturit (taso L4c). Jälkimmäisessä vaihtoehdossa valaisinkohtaiset ohjauslaitteet asennetaan valaisimien päällä oleviin Zhaga-liittimiin ja anturit valaisimen alla oleviin Zhaga-liittimiin. Kohdekohtainen liikennemääräohjaus kasvattaa tievalaistuksen rakennus- ja hoitokustannuksia jonkin verran verrattuna tasojen L2, L3a ja L4a ohjausjärjestelmäratkaisuihin.

Kohdekohtaisen liikennemääräohjauksen periaatteet voidaan suunnitella esimerkiksi seuraavasti. Käytetään liitteen 1 mukaisia himmennystasoja, mutta ohjausparametrinä ei ole aika vaan liikennemäärätieto. Liitteen 1 mukaisessa 2-portaisessa ohjaustavassa himmennys voidaan toteuttaa pudottamalla valaistusluokkaa yhdellä, kun tuntiliikenne alittaa 3 % keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä (KVL) ja toisella, kun tuntiliikenne alittaa 1 % KVL:stä. Kaksiajorataisilla teillä liikennemäärätietoon perustuva ohjaus voidaan toteuttaa ajoratakohtaisesti. Vallitsevat (ns. reaaliaikaiset) liikennemäärät voidaan määritellä 10 minuutin jaksojen perusteella ja hystereesinä pitää 10 % (90 % ja 110 %) asetetusta raja-arvosta.

Läsnäoloon perustuva ohjaus poikkeaa edellä mainitusta kohdekohtaisesta liikennemääräohjauksesta huomattavasti. Läsnäoloon perustuvassa ohjauksessa ideana on tarjota tarpeen mukaista tievalaistusta vain tienkäyttäjän näkemäalueelle (tienkäyttäjän välittömässä läheisyydessä sijaitsevat valaisimet). Tällöin paremmin valaistu osuus liikkuu tienkäyttäjän (jalankulkija, polkupyöräilijä, ajoneuvo tai eläin) mukana. Muilla osuuksilla tievalaistusta voidaan himmentää huomattavasti, koska tienkäyttäjää ei ole. Läsnäoloon perustuva ohjaus edellyttää yleensä jokaiseen valaisimeen liiketunnistimet (anturit) ja valaisinkohtaiset ohjauslaitteet (taso L4c). Valaisinkohtaiset ohjauslaitteet asennetaan valaisimien päällä oleviin Zhaga-liittimiin ja liiketunnistimet valaisimen alla oleviin Zhaga-liittimiin. Tällainen ratkaisu on rakennus- ja hoitokustannuksiltaan kalliimpi kuin kohdekohtainen liikennemääräohjaus, jossa antureita ei tarvita jokaiseen valaisimeen, mutta sillä saavutetaan yleensä myös suuremmat energiansäästöt kuin kohdekohtaisella liikennemääräohjauksella. Järjestelmän toimivuus on kuitenkin hyvin riippuvainen antureiden ja ohjauslaitteiden toimintavarmuudesta, erityisesti tietoliikenneyhteyksien osalta.

Reaaliaikaiseen läsnäoloon perustuvan ohjauksen periaatteet voidaan suunnitella esimerkiksi seuraavasti. Käytetään yllä esitettyjä kohdekohtaisen liikennemääräohjauksen ohjausperiaatteita, mutta silloin, kun liikennettä ei havaita tievalaistusta himmennetään lisää tasoihin 50 % / 30 % / 10 %. Esimerkiksi ruuhka-aikoina luminanssi on 100 % valaistusluokan tasosta, kun liikennettä havaitaan ja 50 %, jos liikennettä ei havaita.

kun liikennettä ei havaita ja vastaavalla tavalla 40 % ja 10 %, kun liikennemäärät ovat alle 1 % KVL:stä. Havainnon jälkeen himmennuksen viiveenä voidaan käyttää 15 s (aika, jonka jälkeen valaistus himmenee havainnosta) ja toimenpidealueena 300 m ajosuuntaan (alue, jolla valaistustasoa nostetaan havainnon seurauksena). Ohjaus suunnitellaan siten, että joka toinen tai kaksi liiketunnistinta kolmesta peräkkäisestä saa vikaantua ilman tietoliikenteen katkeamista ja liian virheellistä ohjausta. Tämä vähentää vikaantuneiden liiketunnistimien vaihtotarvetta.

Kohdekohtainen liikennemääräohjaus tai reaaliaikaiseen läsnäoloon perustuva ohjaus suunnitellaan aina hankekohtaisesti ja näiden tarve sekä toimivuus- ja tuotevaatimukset ovat hyvin riippuvaisia valaistavasta kohteesta ja ohjauksen tavoitteista. Ohjauksen kustannussäästöjä laskettaessa referenssinä tulee käyttää liitteen 1 mukaista ennakkoon ohjelmoitua ohjausta. Lisäksi pitäisi ottaa huomioon tehon säästön ajoittuminen eri vuorokauden tunneille ja vuodenajoille, esim. käyttämällä pörssisähkön tuntihintoja, joihin on lisätty sähkön siirtomaksu ja verot, vaikka valtio maksaakin energiasta hiukan pörssisähköstä poikkeavia hintoja.

Kohdekohtainen liikennemääräohjaus tai reaaliaikaiseen läsnäoloon perustuva ohjaus tulee yhdistää lumisuuteen perustuvaan ohjaukseen ks. 5.3.5, jos tämä on mahdollista.

5.3.3 Liittymäalueiden, tasoristeyksien ja suojateiden ohjaus

Liikenneturvallisuuden parantamiseksi kriittisten liittymäalueiden, tasoristeyksien tai suojateiden tievalaistukset voidaan jättää himmentämättä tai himmentää niitä muuta tievalaistusta vähemmän hiljaisen liikenteen aikana. Kriittisillä liittymäalueilla tarkoitetaan hankalimpia maanteiden tai maanteiden ja katujen välisiä liittymiä liikennesuunnittelijan harkinnan mukaisesti. Edellä mainituissa kohteissa valaisimet suositellaan varustettavaksi tason L3b mukaisella valaisinkohtaisella ohjauksella. Liitteen 1 mukaista ohjausprofiilia ei ohjelmoida valaisimien liitäntälaitteisiin ja poikkeava ohjausprofiili (esim. 70 % klo 22–05, 100 % muulloin) ohjelmoidaan tarvittaessa suoraan etähallittavaan ohjausjärjestelmään valaisinkohtaisen ohjauksen käyttöönoton yhteydessä.

Jos tievalaistuksen ohjaus suunnitellaan tason L3b mukaiseksi edellä mainitulla tavalla, tievalaistuksen rakentamissuunnitelmassa valaisimien ohjausprofiilit tulee merkitä suunnitelmakarttaan ja valaisinluetteloon seuraavasti:

- R: kriittisen liittymäalueen tievalaistus
- T: tasoristeyksen tievalaistus
- S: tievalaistus suojatien kohdalla
- M: muut kohteen tievalaistukset

Kriittisen liittymäalueen laajuus on liittymäalue sekä liittymän liittymähaarat pysähtymisnäkemän pituudelta.

Tasoristeyksen ohjausalueen laajuus on risteys sekä pysähtymisnäkemän pituiset tieosuudet molempiin suuntiin tasoristeyksestä.

Suojatien ohjausalue on suojatie sekä pysähtymisnäkemän pituiset tieosuudet molempiin suuntiin suojatiestä.

Pysähtymisnäkemät on esitetty taulukossa 27.

Kriittisten alueiden ohjaus kasvattaa tievalaistuksen rakennus-, käyttö- ja hoitokustannuksia jonkin verran verrattuna tasojen L2, L3a ja L4a ohjausjärjestelmäratkaisuihin. Ohjauksen tavoitteena on saavuttaa onnettomuuskustannussäästöjä liikenneturvallisuutta parantamalla.

5.3.4 Lumisuuteen perustuva ohjaus

Tievalaistus voidaan himmentää, kun tie on pitkähkön ajan luminen ja valaistus on himmennettävissä etähallittavalla valaisinkohtaisella ohjausjärjestelmällä esimerkiksi tason L3b mukaisesti riittävän laajalla osuudella. Tienpinnan ollessa lumen peitossa luminanssi kohoaa 200...500 % paljaaseen ja kuivaan tienpintaan verrattuna. Vaikka tienpinta olisi lumeton, jo pelkkä tien ympäristön lumisuus nostaa tienpinnan keskimääräistä luminanssia 30...100 %. Luminanssin yleistasaisuudet ja pitkittäistasaisuudet sekä estohäikäisy laskevat yleensä jonkin verran. Himmennyksestä huolimatta keskimääräisen luminanssin vaatimukset täyttyvät ja luminanssikontrastit säilyvät liikenneturvallisuuden kannalta riittävinä, jolloin voidaan olettaa, että himmentäminen ei lisää onnettomuuksia merkittävästi.

Tievalaistus suositellaan himmennettäväksi, kun tien luiskat ja tien välitön lähiympäristö ovat lumen peittämät ja tienpinta on pääosan ajasta kuiva tai luminen (pakaskeli). Himmennys lumisena aikana tulee toteuttaa riittävän pitkissä ajanjaksoissa. Himmennys voidaan aloittaa, kun lumen oletetaan jäävän maahan vähintään viikoksi. Himmennystä ei lopeteta yhden tai kahden suojasääpäivän takia.

Lumisuuteen perustuvassa ohjauksessa suositeltavat himmennystasot ovat seuraavat:

- Ainoastaan tien ympäristön ollessa luminen, tievalaistusta himmennetään 25 % (koko liitteen 1 mukaisessa ohjausprofiilissa käytetään kerrointa 0,75). Himmennystä voidaan käyttää, kun kohteen lähempien sääasemien (esim. Ilmatieteen laitos) mittaaman lumensyvyyden keskiarvo ylittää 10 cm.
- Jos myös tienpinnan lumisuus voidaan todeta, valaistusta himmennetään 50 % (koko liitteen 1 mukaisessa ohjausprofiilissa käytetään kerrointa 0,50). Tienpinnan voidaan olettaa olevan luminen, kun yli 50 % tienpinnasta on lumessa, tien ympäristö on luminen (ks. yllä) ja lumi on pysyvää. Tienpinnan lumisuuden arvioinnissa lähtötietoina voi käyttää esim. kohdetta lähimpänä sijaitsevia kelikameroita. Jos ajokaistat ovat useamman päivän märkiä lämpötilan nousun tai sulauksen vuoksi, tienpinnan lumisuuden ohjaus keskeytetään.

Lumisuuteen perustuvalla ohjauksella voidaan säästää energiaa ja vähentää tievalaistuksen ympäristöön aiheuttamaa häiriövaloa verrattuna tasoihin L2, L3a ja L4a. Ohjaustapa on kustannustehokas verrattuna kohdekohtaiseen liikennemääräohjaukseen tai yösammutukseen, koska lumisuuteen perustuvalla ohjauksella voidaan vähentää energiankulutusta aamuisin ja iltaisin talvella, jolloin energiankulutus ja sähkön pörssihinta ovat korkeimmillaan. Tason L3b mukainen ohjausjärjestelmä kasvattaa kuitenkin tievalaistuksen rakennus- ja hoitokustannuksia jonkin verran verrattuna tasojen L2, L3a ja L4a ohjausjärjestelmäratkaisuihin.

Lumisen ajan himmennyksestä saatavat hyödyt ovat suurimmat Itä- ja Pohjois-Suomessa. Alla on esitetty arviot maakunnittain lumisen ajan osuudeksi, jolloin

lumi peittää maan kokonaan ja mahdollisesti myös tienpinnan, koko vuoden tievalaistuksen polttoajasta.

- 0...250 h: Länsi-Uusimaa, Itä-Uusimaa, Varsinais-Suomi, Kymenlaakso, Satakunta
- 250...750 h: Kanta-Häme, Päijät-Häme, Pirkanmaa, Etelä-Pohjanmaa
- 500...1000 h: Etelä-Karjala, Etelä-Savo, Pohjois-Savo, Keski-Suomi
- 750...1250 h: Kainuu, Pohjois-Karjala, Pohjois-Pohjanmaa
- 1500...2500 h: Lappi.

5.3.5 Ohjaus sähköpulan aikana

Erittäin alhaisilla lämpötiloilla tai muista erikoissyistä, sähköön kysyntä voi ylittää tuotannon. Silloin tievalaistuksien sammuttaminen tai normaalia suurempi himmentäminen voi olla tarpeen. Kohteet on harkittava huolellisesti ja tapauskohtaisesti. Sammutukset toteutetaan ensisijaisesti keskuskohtaisesti tilastollisen taajaman ulkopuolella, kuitenkin niin, että tunneleissa sekä koulujen, avattavien siltojen ja lauttarantojen kohdalla olevia valaistuksia ei sammuteta.

Kohteissa, joissa tievalaistuksen ohjaus on tason L3b mukainen, tievalaisimet voidaan himmentää 20 %:iin sähköpulan ajaksi. Näin rajut himmennykset linjaosuuksilla on helpompi toteuttaa, jos kohdan 5.3.3 mukaiset kriittiset alueet voidaan jättää himmentämättä.

Erittäin alhaisilla lämpötiloilla sammutuksen tai rajun himmennuksen aiheuttamaa liikenneonnettomuuksien lisääntymistä vähentää se, että jalankulkijoita ja pyöräilijöitä on vähemmän kuin normaalisti.

5.3.6 Ohjaus päällysteen ollessa märkä

Märän päällysteen keskimääräiset luminanssit ovat moninkertaisia kuivaan päällysteeseen verrattuna. Märän päällysteen ongelmia ovat kuitenkin erittäin huonot luminanssin tasaisuudet sekä peiliheijastuminen, joka pääasiassa aiheuttaa luminanssin moninkertaistumisen. Lisäksi märkä päällyste on valon heijastusominaisuuksiltaan hyvin epävakaa päällysteen kastuessa lisää tai kuivuessa. Edellä mainittujen tekijöiden takia keliohjausta päällysteen ollessa märkä ei suositella, vaan ohjaus suositellaan suoritettavaksi liikennemäärän tai sijainnin mukaisesti (ks. kohdat 5.3.1...5.3.3).

5.4 Yösammutus

5.4.1 Lähtökohdat ja perusteet

Nykyisiä suurpainenatriumvalaistuksia voidaan joutua sammuttamaan yön aikana energiansäästösyistä. Tievalaistuksen sammuttaminen lisää aina onnettomuuksia autoliikenteen sekä jalankulku- ja pyöräliikenteen määrästä riippumatta. Liikenneturvallisuus laskee samalle tasolle kuin valaisemattomalla tiellä ja liikenneonnettomuudet kasvavat keskimäärin 20...30 %. Yöllä liikennemäärä on merkittävästi päiväliikennettä pienempi, mutta yöaikaan suhteellinen onnettomuusriski on suurempi kuin päivällä. Lisäksi yösammutus voi aiheuttaa valaistun ja pimeän tien rajakohtia, joissa silmät eivät ehdi kunnolla sopeutua valaistustason muutokseen. Yösammu-

tus lisää onnettomuuksien lisäksi vastaantulevien ajoneuvojen aiheuttamaa häikäisyä ja jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden turvattomuuden tunnetta sekä heikentää liikenteen sujuvuutta.

Yösammutuksen aika on yleensä 00–05. Yösammutuksien yhteydessä tulee seurata yösammutuskohteiden onnettomuustilannetta sekä tienkäyttäjien ja ympäristön asukkaiden palautteita. Seurannan tulosten perusteella ajoitusta voidaan muuttaa sopivammaksi tai yösammutuksesta voidaan luopua. Yösammutukset osuvat tunneille, joina sähkön kysyntä on yleensä alhainen ja sähkön pörssihinta yleensä murto-osa ruuhkatuntien hinnasta.

Liitteessä 1 on esitetty ohjausperiaatteet yösammutusten piirissä oleville suurpainenatriumvalaistuksille.

Ledivalaistuksien yösammutuksia ei suositella, koska ne sekoittavat liitäntälaitteisiin ennakoon ohjelmoitujen ohjausprofiilien toimintaa, ks. myös 5.2.2.

5.4.2 Yösammutuskohteiden valinta

Yösammutusta ei käytetä avattavien siltojen, tunneleiden, valo-ohjattujen liittymien, rautatien tasoristeysten, raja-asemien eikä satama-alueiden ja laitureiden kohdalla. Myöskään kiertoliittymiä tai vaikeasti hahmotettavia liittymiä ja vilkkaasti käytettyjä jalankulku- ja pyöräliikenteen ylityspaikkoja ei sammuteta öisin. Eritasoliittymän tievalaistuksen sammuttaminen tulee kysymykseen melko harvoin.

Harvaanasutut alueet ovat ensisijaisia kohteita etsittäessä yöksi sammutettavia tievalaistusosuuksia.

Maaseudun moottoriteillä ja muilla vain autoliikenteelle tarkoitetuilla kaksiajorataisilla teillä:

- Voidaan sammuttaa liittymien välinen osuus, jos osuutta syöttää eri keskus kuin liittymien ja risteävien teiden tievalaistuksia, liikennemäärä (KVL) alittaa taulukossa 2 annetun arvon, eikä osuudella ole muita erityisiä syitä sen valaisemiseen.
- Voidaan sammuttaa liittymien välinen osuus ja samasta tievalaistuksesta sähkönsä saavan eritasoliittymän valaistus, kun liittymä on muodoltaan ja viitoitukseltaan risteävän tien puolella hyvin selkeä, liikennemäärä (KVL) alittaa taulukossa 2 annetun arvon, eikä osuudella ole muita erityisiä syitä sen valaisemiseen.

Maaseudun valta- ja kantatiet, joiden varressa on vain vähäistä asutusta eikä merkittäviä virkistys- tai työpaikkoja eikä jalankulku- ja pyörätietä:

- Tievalaistus voidaan sammuttaa, kun liikennemäärä (KVL) alittaa taulukossa 2 annetun arvon.

Merkittävien liittymien ja tärkeiden jalankulku- ja pyöräliikenteen risteämispaikkojen sekä keskikaiteen aloituskohtien valaistusta ei saa sammuttaa.

Maaseudun tiet, joiden varressa on jalankulku- ja pyörätie tai rinnakkaistie, mutta asutusta on harvassa:

- Tievalaistus voidaan sammuttaa, jos jalankulku- ja pyörätie on jatkuva, ja mahdollinen asutus on pääosin samalla puolella tietä tai risteämisiin on alikulkuja, minkä lisäksi liikennemäärä (KVL) alittaa taulukossa 2 annetun arvon, eikä yöaikaiselle jalankulku- ja pyöräliikenteelle ole erityistä lähdettä tai määrä on muuten pieni.

Maaseudun tiet, joiden varressa ei ole jalankulku- ja pyörätietä eikä rinnakkaistietä, ja asutusta on harvassa:

- Tievalaistus voidaan sammuttaa, kun liikennemäärä (KVL) alittaa taulukossa 2 annetun arvon.

Maaseudun pienet asutustihentymät, joissa valaistus on tehty lähinnä viihtyvyyden, ajomukavuuden tai läheisen koulun vuoksi:

- Tievalaistus voidaan sammuttaa, jos liikennemäärä (KVL) alittaa taulukossa 2 annetun arvon, eikä yöaikaiselle jalankulku- ja pyöräliikenteelle ole erityistä lähdettä.

Taajamien lähialueet ovat toissijaisia kohteita etsittäessä sammutettavia osuuksia.

Taajamissa yösammutus voi tulla kysymykseen lähinnä taajaman ulkoreunalla, kun jalankulku- ja pyöräliikenne käyttää muita tieyhteyksiä ja tien liikennemäärä (KVL) alittaa taulukossa 2 annetun arvon. Taajamassa olevan moottoritien tai muun kaksiajorataisen tien valaistusta ei sammuteta, koska autoliikennettä ja liittymiä on tavallisesti paljon ja ympäristön häiriövalo saattaa haitata tienkäyttäjien havaitsemista.

5.5 5G-verkko ja piensolutukiasemat

5G-verkon ja 5G-piensolutukiasemien sähkönsyöttö toteutetaan omalla erillisellä sähköverkolla omien sähköliittymien kautta. Tienpitäjä ei saa myydä sähköä ulkopuolisille tahoille ja muiden kuin valtion omistamia sähkölaitteita (esim. tukiasemia) ei syötetä tievalaistusverkosta. Teleoperaattoreiden 5G-piensolutukiasemat sijoitetaan omiin tai teleoperaattoreiden yhteiskäytössä oleviin mastoihin tai joissakin poikkeustilanteissa tien valaisinpylväisiin. Asiaa on käsitelty mm. Väyläviraston ohjeessa *Sähkö- ja telejohdot ja maantiet* (lisäkirje 16.12.2021).

Samoissa pylväissä tai mastoissa olevat eri sähköverkot tulee erottaa ja eristää toisistaan sekä merkitä standardisarjan *SFS 6000* mukaisesti.

6 Valaistuslaitteet

6.1 Tievalaistuksen valaistuslaitteet

Tievalaistuksen valaistuslaitteita ovat kaikki tievalaistuksessa tarvittavat kiinteät rakenteet sekä laitteet kuten valonlähteet, valaisimet, valaisinpylväät, jalustat, maakaapelit ja ilmajohdot, kaapelinsuojaputket, tievalaistuskeskukset, maadoitukset jne. Myös tien päällyste toimii osana valaistusteknillistä ratkaisua, koska päällysteen heijastusominaisuudet vaikuttavan tienpinnan luminansseihin ja luminanssien tasaisuuksiin, ks. myös kohta 3.7.

Valaistuslaitteilta vaaditaan helppoa kunnossapidettävyyttä, sään, korroosion ja tärinän kestävyyttä, pientä tuulipintaa sekä valaisimien osalta vähäistä likaantumista ja helppoa puhdistettavuutta. Valaistuslaitteet joutuvat myös alttiiksi, erityisesti taajamaympäristössä, suurille ilkvallan rasituksille ja niiltä vaaditaan ilkvallan kestävyttä.

Valaistuslaitteiden laatuvaatimukset määritellään tievalaistuksen rakentamissuunnitelman työkohtaisissa laatuvaatimuksissa. Tilaajalla on olemassa malli työkohtaisista laatuvaatimuksista, jossa on annettu lisäohjeita valaistuslaitteiden valintaan. Mallin uusimman version saa tilaajalta.

6.2 Jalustat

Teillä käytettävien valaisinpylväiden jalustojen laatuvaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset*.

Jalustojen osalta ohjeessa on määritelty mm.:

- betonin ja muiden materiaalien laatuvaatimukset
- jalustan juurikumin laatuvaatimukset
- upotuskiinnityksen vaatimukset
- säätövaravaatimukset metalli- ja puupylväille
- jalustan geoteknisen koon (DL³-mitta) määrittämisperiaatteet
- törmäysturvallisten pylväiden jalustojen erityisvaatimukset.

Jalusta valitaan seuraavasti:

1. Tuulen valaisinpylvääseen aiheuttama kaatava momentti määrää jalustan DL³-mitan. Metallipylväälle ja maakaapelille luiskaolosuhteen perustapaukseen soveltuva DL³-mitta valitaan taulukosta 28, jos pylvästuotetta ei tunneta. Jos käytettävä pylvästuote tunnetaan suunnitelmassa, tuulen aiheuttama kaatava momentti tyvessä valitaan valmistajan tuote-esitteestä tai pyydetään valmistajalta ja DL³-mitta valitaan sen perusteella. Puupylväälle luiskaolosuhteen perustapaukseen soveltuva DL³-mitta valitaan ohjeen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset* taulukosta 4.
2. Tien rakentamissuunnitelmasta todetaan perustapauksesta poikkeavat luiskaolosuhteet. Jos tietoja pohjatutkimuksista ei ole, saven ja siltin esiintymistä voidaan etsiä 1:20 000 maaperäkartasta

<http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html> tai Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) pohjatutkimusrekisteristä <http://gtkdata.gtk.fi/pohjatutkimukset/index.html>. Jos jalusta tulee pengertäytyteeseen, pengertäytteen materiaali määrää perustamistavan. Luiskaverhoukset tai muut kerrokset, joiden paksuus on alle 0,3 m, eivät vaikuta maaperän arviointiin.

3. Suunnittelija suunnittelee perustamistavan luiskaolosuhteen perusteella seuraavasti:
 - A. Luiskaolosuhteen perustapauksessa käytetään kohdassa 1 saatua DL^3 -mittaa sellaisenaan (luiskaolosuhdekerroin $k_l = 1,0$). Olosuhdeluokka A sisältää seuraavat tilanteet:
 - loiva luiska (1:3...4), jossa maalajina on kitkamaa tai sitkeä (leikkauslujuudeltaan $s_u > 25$ kPa) savi tai siltti
 - jyrkkä luiska (1:1,5...2), jossa maalajina on yleensä hyvä kitkamaa eli murske, sora tai louhe.
 - B. Hyvässä luiskaolosuhteessa perustapauksen DL^3 -mitan voisi periaatteessa kertoa kertoimella $k_l = 0,7$, mutta jos käytetään samaa pylvästä kuin muilla osuuksilla, ei kannata käyttää perustapausta pienempää jalustaa (mm. koska pylväs ei ehkä mahtuisi jalustaan ja logistiikka muuttuisi monimutkaisemmaksi). Lähes aina on käytännöllisempää käyttää kohdassa 1 saatua DL^3 -mittaa (perustapaus) sellaisenaan. Sen sijaan, jos esim. valaisinylvään korkeus on suurempi kuin muilla osuuksilla, kertoimen käytöstä voi olla hyötyä, jos korkeampi pylväs mahtuu pienempään jalustaan. Olosuhdeluokka B sisältää seuraavat tilanteet:
 - vaakasuora keski- tai välisaareke tai jalkakäytävä, jossa maalajina on hyvä kitkamaa eli murske, sora tai louhe.
 - C. Huonossa luiskaolosuhteessa jalustan DL^3 -mitta pitää kertoa kertoimella $k_l = 1,4$, jos jalustan ympärille ei tehdä kapeaa mursketäyttöä. Lähes aina on käytännöllisempää käyttää kohdassa 1 saatua DL^3 -mittaa (perustapaus), ja käyttää kapeaa mursketäyttöä. Kapean mursketäytön käyttöä puoltaa sekin, että pehmeää tai märkää savea on vaikea tiivistää. Olosuhdeluokka C sisältää seuraavat tilanteet:
 - loiva luiska, jossa maalajina on savi tai siltti (leikkauslujuudeltaan $s_u = 15...25$ kPa)
 - erittäin märkä hieno hiekka.
 - D. Erittäin huonossa luiskaolosuhteessa jalustan kohdalle tehdään leveä mursketäyttö, DL^3 -mitta kerrotaan kertoimella $k_l = 2,0$ tai jalustan alaosa valetaan laatta, joka tarvittaessa tuetaan paaluryhmällä. Valinta tehdään geoasiantuntijan lausunnon perusteella. Olosuhdeluokka D sisältää seuraavat tilanteet:
 - loiva luiska, jossa maalajina on turve tai niin pehmeä savi tai siltti, että geoasiantuntijan lausunnon perusteella tarvitaan tällainen perustamistapa.

Edellä kuvatulla menettelyllä päästään siihen, että sama jalusta soveltuu ainakin olosuhdeluokkiin A, B ja C.

Kapean ja leveän mursketäytön laatuvaatimukset (mm. mitat) on esitetty *InfraRYL:n* luvussa 33620 *Valaisinpylväiden jalustat*.

4. Tilaajan suunnitelmaan vaadittava DL^3 -mitta merkitään jollakin seuraavista tavoista:
- a) DL^3 -mitta ja luiskaolosuhdekerroin k_l merkitään kerran kunkin pylväskoon kohdalle tai vaihtoehtoisesti jokaisen pylvään kohdalle
 - b) DL^3 -mitta merkitään kerran kunkin pylväskoon kohdalle ja kunkin pylväskoon kohdalle merkitään kerran, tarvitaanko mursketäyttö tai joku olosuhdeluokan D ratkaisusta. Vaihtoehtoisesti edellä mainitut tiedot merkitään jokaisen pylvään kohdalle.

Toteuttajan suunnitelmassa ja toteutuman kuvauksessa käytetään tapaa b). Toteutuman kuvaukseen merkitään myös valittu jalustatuote ja sen DL^3 -mitta.

Tilaajan suunnitelmassa ei saa korvata kohdan 1 taulukoiden antamaa DL^3 -mittaa jonkun tuotteen DL^3 -mitalla.

Lisäksi suunnittelija ja toteuttaja varmistavat Väyläviraston ohjeen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset* avulla, että valittu pylvästuote sopii jalustaan niin, että säätövara on riittävä eikä jalusta ole liian väljä.

5. Toteuttajan tulee tarkastaa jalustan perustamisvaiheessa, onko asennuspaikan luiskaolosuhde valaistussuunnitelman mukainen. Pehmeämmän saven ja siltin kohdalla (leikkauslujuudeltaan $s_d = 15...25$ kPa) tehdään kapea ympäristäyttö, vaikka huonoa luiskaolosuhdetta ei olisi havaittu valaistussuunnitelmassa. Turpeen tai hyvin pehmeän saven tai siltin tapauksessa perustamisratkaisu päätetään hankekohtaisesti yhdessä tilaajan kanssa, jos kyseistä erittäin huonoa luiskaolosuhdetta ei ole havaittu valaistussuunnitelmassa.

Esimerkki tievalaistuksen rakentamissuunnitelman valaisinpylväs- ja jalustaluettelosta on tämän ohjeen liitteenä 3.

Puupylväiden vaaditut momenttikapasiteetit (kNm) ilmajohdoille eri pylväsväleillä ja ilmajohdon johtokulmilla on annettu Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset* taulukossa 3.

Taulukko 28. Esimerkkejä tuulen aiheuttamista momenteista eri metallipylvästyypeille ja maakaapelille. Mitoitus on tehty standardien SFS-EN 40-3-1 ja SFS-EN 40-3-3 mukaan. Maastoluokka II, tuulen referenssinopeus 21 m/s ja tuulen osavarmuusluku 1,4. Valaisimen massa on 15 kg ja tuulipinta on 0,15 m². P=yksivartinen, T = kaksivartinen, S = suora varreton. Vaadittu DL³-mitta saadaan jakamalla vaadittu momenttikapasiteetti luvulla 7,88 kNm/m⁴.

Asennuskorkeus H_a , m	Valaisinvarren ulottuma w , m	Momentti tyvässä, kNm	DL ³ -mitta, perus- tapaus m ⁴
6	S0	1,9	0,24
8	S0	3,2	0,41
8	P1...2,5	4,3	0,55
10	S0	7,5	0,95
10	P1...2,5	8,9	1,13
10	T1...2,5	12,4	1,57
12	S0	10,9	1,38
12	P1...2,5	12,1	1,54
12	T0,2...2,5	17,6	2,23
15	T0,2	20,4	2,59
18	T0,2	32,5	4,13

6.3 Pylväät

6.3.1 Vaatimukset

Pylväs- ja johtotyyppin sekä pylvään törmäysturvallisuusluokan valintaa on ohjeistettu kohdassa 4.2.2.

Teillä käytettävien valaisinpylväiden laatuvaatimukset ovat esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset*.

Metalli- ja komposiittimuovipylväiden osalta ohjeessa on määritelty mm.:

- mitkä standardisarjan *SFS-EN 40* mukaiset ominaisuudet pylväältä vaaditaan, mm. tuulen referenssinopeus, taipuma ja kuormien osavarmuuskertoimet
- pintakäsittelyvaatimukset
- pylvään mitat ja miten varmistetaan, että pylväs sopii Suomessa käytettävään upotusjalustoihin
- törmäysturvallisuusluokat
- kytkentäaukon vähimmäisvaatimukset
- vaatimukset pylvään tunnuskilvälle
- vaatimukset pylvään luokkamerkinnälle suunnitelmassa.

Puupylväiden osalta ohjeessa on määritelty mm.:

- standardin *SFS 2662* soveltamisohjeet

- vaaditut momenttikapasiteetit ilmajohto- ja maakaapeliratkaisuille
- lahontorjuntavaatimus, joka edellyttää uusissa asennuksissa jalustan käyttöä
- puupylväiden jalustojen vaaditut DL³-mitat
- ohjeet puupylvään asentamiselle jalustaan sekä sorvausvaatimukset
- törmäysturvallisuusluokat
- vaatimukset pylvään tunnus- ja merkkikilvelle.

Väyläviraston ohje *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset* edellyttää puupylväiden asentamista betoniseen tai teräksiseen jalustaan, koska kuparikyllästeisen puupylvään elinikä on merkittävästi lyhyempi kuin CCA-kyllästeellä (kromi, kupari ja arseeni) kyllästetyn puupylvään elinikä, kun puu upotetaan suoraan maahan.

Puupylvään latva tulee suojata latvaa leveämmällä pylväshatulla.

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelmassa pylväistä tulee esittää:

- pylvään ja johdon tyyppi (esim. metallipylväät ja maakaapeli)
- asennuskorkeus ja Δh -mitta, valaisinvarren tyyppi ja ulottuma sekä pylvään käyttöolosuhteet, jos ne ovat tavallisesta poikkeavat esim. erityisen tuulinen paikka, kaksi tai useampia kytkentäaukkoja, erityisen painava valaisin jne.
- nopeusluokka ja pylvään törmäysturvallisuustunnus (esim. HE100):
 - HE = vaaditaan törmäysturvallinen energiaa vaimentava pylväs
 - NE = vaaditaan törmäysturvallinen pylväs, joka ei saa olla HE
 - TU = vaaditaan törmäysturvallinen pylväs (kaikki törmäysturvalliset luokat käyvät)
 - JÄ = jäykkä pylväs kelpaa (myös törmäysturvallinen pylväs käy).

Lisätietoja on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset*. Ohjeessa on myös ohjeistettu Δh -mitan valintaa.

Maanteitä koskevissa valaistussuunnitelmissa:

- ei viitata standardiin *SFS 5269*, standardisarjaan *SFS-EN 40* eikä törmäysturvallisuuden osalta standardiin *SFS-EN 12767* vaan Väyläviraston ohjeeseen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset*
- ei määritellä pylväiden törmäysturvallisuuden muita luokkia, kuin edellä mainitut luokat: nopeusluokka ja törmäysturvallisuustunnus (eli vaaditaanko HE vai kelpaako mikä vaan ohjeen mukainen törmäysturvallinen pylväs TU, ks. kohta 4.2.2).

Katuja koskevissa valaistussuunnitelmissa:

- voidaan käyttää standardin *SFS 5269* mukaisia luokkatunnuksia tai muita kunnan käyttämiä tunnuksia, kun käytetään muita kuin törmäysturvallisia pylväitä.

Pylvään ulkonäköä ei saa vaihtaa häiritsevän usein. Ulkonäkö sisältää pylvään rungon muodon (kartiomainen tai olakkeellinen) ja valaisinvarren muodon. Osuuksilla, joilla täydennetään nykyistä tievalaistusta, pyritään ensisijaisesti käyttämään nykyistä tievalaistusta vastaavia ratkaisuja kunnossapitosyistä.

Vaatimukset liikennemerkkien ja tukiasemien kiinnittämiseksi metalli- ja puupylväisiin on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset*.

Esimerkki tievalaistuksen rakentamissuunnitelman valaisinpylväs- ja jalustaluettelosta on tämän ohjeen liitteenä 3.

Vanhat jäykät teräspylväät saa muuttaa törmäysturvalliseksi, jos pylvään sekä jalustan jäljellä oleva elinikä on 15 vuotta tai yli (ks. kohta 2.4) ja jatkeena on samanlaisia pylväitä. Jos elinikää on jäljellä alle 15 vuotta, jäykät teräspylväät ja jalustat uusitaan. Pylvään riittävän hyvä kunto on varmistettava ennen pylvään muuttamista törmäysturvalliseksi.

6.3.2 Optinen ohjaus ja ulkonäkö

Tievalaistuksen suunnittelussa on valaisimien ja valaisinpylväiden sijoituksen oltava sellainen, että tienkäyttäjä saa pimeällä oikean käsityksen tiestä ja sen lähiympäristöstä, tien jatkuvuudesta, kaarteista ja tasauksesta, ja että häntä varoitetaan riittävän ajoissa liittymistä ja liikenteen järjestelyistä (suojatiet, saarekkeet jne.). Valaistuksen päättymiskohdissa tievalaistuksen ja tien linjauksen on oltava johdonmukaisesti suunniteltu. Optisen ohjauksen kannalta haastavissa kohdissa pylväiden sijainnit tulee tutkia perspektiivikuvien tai mallinnusten avulla.

Yleisiä tievalaistuksen suunnitteluperiaatteita ovat:

- Valaisimet ja valaisinpylväät on sijoitettava siten, että valaisinjonoja syntyy mahdollisimman vähän ja että ne erottuvat selvästi toisistaan.
- Valaisimien ja valaisinpylväiden muodostamista jonoista pyritään tekemään yhdensuuntaisia tielinjan kanssa. Lyhyisiin ajoradan levennyksiin (esim. linja-autopysäkit) ei yleensä sijoiteta pylväitä.
- Kun linjaosuuden kaarresäde on alle 500 m, valaisimet ja pylväät sijoitetaan ulkokaarteeseen. Peräkkäisissä lyhyissä kaarteissa, joissa tarvitaan enintään kolme pylvästä, valaisinjonoa ei ulkonäön takia siirretä ulkokaarteeseen. Tällaisella kohdalla ja keskiasennuksessa tulee ulkokaarteeseen tarvittaessa laittaa reunapaaluja. Edellä mainituissa ratkaisuissa pitää kuitenkin ottaa huomioon mahdollisten jalankulku- ja pyöräteiden sijainnit pääväylään nähden.
- Eritasoliittymissä otetaan huomioon ramppien vaikutus toisiinsa ja törmäysten vähentämiseksi pylväät sijoitetaan ensisijaisesti sisäkaarteeseen kuvien 18–21 mukaisesti. Samassa toiminnallisessa luokassa olevilla teillä tulee käyttää yhtenäisiä tai samankaltaisia periaatteita. Kaarteessa enimmäispylväsväliä lyhennetään kuvan 17 mukaan.
- Optinen varoittaminen voidaan järjestää liittymiin esim. katkaisemalla valaistustyyppin jatkuvuus:
 - siirrytään keskiasennuksesta 2-riviseen reunasijoitukseen
 - siirrytään 1-rivisestä vastakkaiseen tai vuorottaiseen reunasijoitukseen
 - lisätään asennuskorkeutta.
- Tievalaistusta ei lopeteta pienisäteisen kaaren osuudella, jyrkässä mäessä tai juuri ennen liittymää.
- Pylväitä ei saa siirtää toiselle puolelle tietä kaarteessa tai optisen ohjauksen kannalta harhaanjohtavissa paikoissa.

- Valaistustyyppin, asennuskorkeuden ja valaistusluokan valinnalla voidaan korostaa erilaisten teiden toiminnallisia luokkia.

Ulkonäön kannalta tievalaistus on suunniteltava siten, että se täyttää tienkäyttäjän ja ympäristön esteettisyysvaatimukset, ja että se sulautuu tien lähiympäristöön valoisana ja pimeänä aikana. Valaistussuunnittelussa huomioon otettavat esteettisyys tekijät ovat:

- Valaistuslaitteet eivät saa tulla korostetusti esiin valoisana aikana, ellei tämä ole ollut alkuperäinen tarkoitus. Järeät pylväät, pitkät valaisinvarret ja suuret valaisimet antavat raskaan vaikutelman.
- Tievalaistus on suunniteltava ottaen huomioon häiriövalon vaatimukset, ks. kohta 3.8.
- Erityyppisten valaisimien ja pylväiden käyttöä samalla tieosuudella on vältettävä, ks. kohta 6.4.2.
- Sillan kohdalla pylväiden ja valaisimien sijaintien on oltava kohdan 3.3.1.7 mukaisia.
- Kallistuskulma on tavallisesti 5°. Sen ylittäminen on sallittu vain poikkeustapauksessa. Häikäisyn ja häiriövalon rajoittamiseksi voidaan käyttää kallistuskulmia 1° tai 2°, jos valaisin on asennettu valaisinvarteeseen (valaisin vaakatasossa valaisinvarteeseen nähden) ja 0°, jos valaisin on asennettu pylvään päähän, ks. myös kohta 6.4.4.
- Kuumasinkitty pylväs voidaan erikoistapauksessa joutua maalaamaan ulkonäkösyistä. Maalatut pylväät ovat kuitenkin sinkittyjä pylväitä hankintakustannuksiltaan kalliimpia ja niiden kunnossapito on vaikeampaa (mm. pidemmät toimitusajat kolaritilanteessa).
- Ilmajohtoasennuksessa hyvin pitkää (> 76 m) pylväsväliä on vältettävä.

6.3.3 Pylvään sijainti

6.3.3.1 Pylväiden sijoittaminen tien pituussuunnassa

Valaisinpylväiden sovittaminen aloitetaan pakkopisteistä sijoittamalla pylväät liittymiin sekä siltojen, johtojen, putkien ja rumpujen läheisyyteen. Tämän jälkeen jatketaan vapailla tieosilla siten, että pylväsväli on mahdollisimman lähellä valaistusteknisellä laskennalla saatua enimmäispylväsväliä, ks. kohta 3.5. Jos pylväsväli lyhenee paljon enimmäispylväsvälistä, tievalaistuksen ylimitoitus estetään valaisimen valovirtaa ja tehoa pienentämällä tai mitoittamalla valaistus kokonaan uudestaan.

Kun kaarresäde on pienempi kuin 1 000 m, enimmäispylväsväliä lyhennetään käyttämällä kuvan 17 mukaisia kertoimia.

Suojatiet on käsitelty kohdassa 3.3.2.4.

Valaisinpylväiden paikat on valittava siten, että tonttiliittymät säilyvät vapaana ja että esim. ajoneuvojen kääntyminen tontille ei esty.

6.3.3.2 Pylväiden sijoittaminen tien poikkileikkauksessa

Yksiajorataisilla teillä valaisinpylvään keskikohdan etäisyys pientareen reunasta on yleensä $p = 1,6$ m. Tällöin jyrkkäluiskaisella kaiteellisella penkereellä voidaan käyt-

tää samaa pylväspituutta kuin loivaluiskaisella osuudella. Poikkeava etäisyys pientareen reunasta on tarpeen ahtaissa paikoissa (mm. saarekkeet) ja levennettäessä tietä, jolloin voidaan hyväksyä etäisyydet 0,8...1,6 m.

Kaksiajorataisella keskialueellisella tiellä kaksivartiset pylväät sijoitetaan keskialueen keskelle ja sivuojan pohjaa siirretään hieman sivuun.

Nelikaistaisella keskikaiteellisella tiellä pylväät sijoitetaan yleensä vastakkaisena reunasijoituksena ja valaisinylväiden keskikohdan etäisyys pientareen reunasta on 1,6 m.

Keskikaiteellisella ohituskastatiella pyritään 1-riviseen reunasijoitukseen ja valaisinylväät sijoitetaan kaksikaistaisen ajoradan puolelle 1,6 m etäisyydelle pientareen reunasta kunnossapitosyistä.

Kaiteen ja törmäysturvallisen pylvään väliin jätetään riittävä joustovara, joka vastaa pienen henkilöauton törmäyksessä aiheutuvaa kaiteen toimintaleveyttä $TB11W_N$. Eri kaidetuotteiden toimintaleveydet on esitetty Väyläviraston oppaassa *Markkinoilla olevia kaidetuotteita*. Joustovarasäännöt on määritelty Väyläviraston ohjeessa *Tiekaiteiden suunnittelu*. Joustovara mitataan kaiteen etureunasta valaisinylvään etureunaan. Kaiteen takana voidaan käyttää myös jäykkiä pylväitä, mutta tällöin joustovaran on oltava vähintään toimintaleveyden $N2W_N$ mukainen.

Poikkeustapauksessa pylväät voidaan sijoittaa myös kiinteään betonikaiteeseen, jolloin joustovaravaatimusta ei ole. Ratkaisu edellyttää yleensä erikoisvalmisteisten kaide-elementtien käyttöä, jotta maakaapelit voidaan sijoittaa kaiteen sisälle suojaaputkeen. Lisäksi betonikaiteen rakennemitoituksessa tulee ottaa huomioon tuulen valaisinylvääseen aiheuttama kaatava momentti.

Silloilla valaisinylväs sijoitetaan 0,2 m etäisyydelle teräksisen siltakaiteen taakse.

Päällystettyjen jalankulku- ja pyöräteiden tapauksessa pylvään keskikohdan etäisyys päällysteen reunasta on yleensä 1 m. Sorapintaisilla jalankulku- ja pyöräteillä pylvään keskikohdan etäisyys väylän reunasta on yleensä 1 m. Ahtaissa paikoissa voidaan hyväksyä myös etäisyydet 0,5...1,0 m.

Pyörätiellä pitkän ja jyrkän alamäen jälkeen pylvään keskikohdan etäisyyttä päällysteen reunasta kasvatetaan 2...3 metriin pyöräilijöiden törmäysturvallisuuden parantamiseksi.

Valaistuslaitteita ei saa sijoittaa tiealueen ulkopuolelle.

6.3.3.3 Pylväiden sijoittaminen vähäliikenteisillä teillä

Vähäliikenteisillä teillä valaisinylvään sijainti tien poikkileikkauksessa sidotaan yleensä ojan sijaintiin ja leveyteen.

Jalustan sijoittamista alle 1,0 m etäisyydelle jyrkkäluiskaisen ojan (kaltevuus jyrkempi kuin 1:2 ja luiskan korkeus vähintään 0,4 m) luiskan yläreunasta (mitataan jalustan etureunasta) ei sallita maa-aineksen ollessa savea, silttiä tai turvetta. Jos jalusta on pakko sijoittaa jyrkkäluiskaisen ojan luiskan yläreunan viereen, jalustalle on tehtävä leveä mursketäyttö.

Jalustan sijoittamista alle 0,5 m etäisyydelle ojan pohjasta (mitataan jalustan etureunasta) ei sallita, koska jalusta padottaisi ojaa.

Kumpaankin edellä mainittuun vaatimukseen voidaan tehdä poikkeus, jos muuta tilaa ei ole. On kuitenkin huomattava, että vanhoillakin alempiasteisilla teillä (erityisesti viisinumeroisilla teillä) tiealue ulottuu yleensä 2 m ulkoluisen yläreunan taakse. Tällä alueella on kuitenkin usein erikokoisia viereisen maanomistajan mahdollisesti omistamia puita tai viljelty pelto. Aluetta saa kuitenkin käyttää tienpitoon, jos mahdollinen haitta korvataan tai on jo korvattu.

6.3.3.4 Muut pylväiden sijoittamista koskevat vaatimukset

Valaisinpylväiden sijoittelussa on otettava huomioon erikoiskuljetusten reitistö. Erikoiskuljetusten aiheuttamat lisävaatimukset valaistussuunnittelulle on esitetty kohdassa 4.7 ja kuvissa 12, 15 ja 16.

Liittymäalueilla valaisinpylväät on sijoitettava siten, etteivät ne estä liikennemerkkien tai liikennevalo-opastimien näkymistä.

Portaali ja valaisinpylväs yhdistetään yleensä samaan rakenteeseen taajama-alueella tai kun tien nopeustaso on 50 km/h tai alhaisempi. Kun tien nopeustaso on korkeampi kuin 50 km/h, valaisinpylväs ja portaali sijoitetaan erikseen. Pylväänä käytetään energiaa vaimentavaa (HE) pylvästä, joka sijoitetaan niin, että auto törmää siihen ennen osumista portaaliin. Pylväessä oleva valaisin helpottaa portaalissa olevien merkkien näkymistä pimeällä. Lisäksi noudatetaan Väyläviraston ohjeita *Tien poikkileikkauksen suunnittelu* ja *Liikennemerkkien rakenne ja pystytys*.

Valaisinpylväiden sijoittelussa on noudatettava muiden tekniikka-alojen varoetäisyyksiä ja vähimmäismittoja (sijainti maanpäällisistä ja maanalaisista rakenteista). Sijoittelussa noudatetaan mm. seuraavia vähimmäisetäisyyksiä:

- etäisyys nykyisistä maanalaisista johdoista on 1 m (myös pienjännitemaakaapelit)
- etäisyys nykyisestä suurjännitteisestä maakaapelista on 2 m
- etäisyys rumpuputkesta on 1,5 m
- etäisyys maisemallisesti arvokkaan puun rungon keskipisteestä on 2,5 m.

Pienimmät sallitut turvaetäisyydet ilmajohdoista (pienjännite- ja suurjännite) on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Sähkö- ja telejohdot ja maantiet*.

Mikäli suunnittelualueella tullaan suorittamaan tievalaistusta koskevia töitä suurjännitejohtojen läheisyydessä, tulee suunnittelijan pyytää lausunto johtojen omistajalta. Lisätietoa on saatavilla verkkoyhtiöiden verkkosivuilta ja ohjeista. Verkkoyhtiön lausunto on liitettävä valaistussuunnitelman liitteeksi.

Mikäli suunnittelualueella tullaan suorittamaan tievalaistusta koskevia kaivutöitä alle 5 metrin ja louhintatöitä alle 30 metrin etäisyydellä maakaasun siirtoputkistosta, tai siirtoputken käyttöoikeusalueelle sijoitetaan valaistuslaitteita, tulee suunnittelijan pyytää lausunto putken omistajalta. Lausunto tulee liittää valaistussuunnitelman liitteeksi. Lisätietoja saa Väyläviraston ohjeesta *Maakaasuputkistot ja maantiet*.

Pysäköintialueilla valaisinpylväät on pyrittävä sijoittamaan siten, että ajoneuvojen etu- tai takaylitys ei ulotu pylvääseen tai pylväät on asennettu riittävälle etäisyydelle sivulle tai reunakiven tms. taakse.

6.3.3.5 Sijainti pohjaveden luiskasuojauksen kohdalla

Pohjaveden luiskasuojauksen kohdalla valaistuslaitteiden sijoittamisessa noudatetaan Väyläviraston ohjetta *Pohjaveden suojele maanteillä*.

Kaksiajorataisella keskialueellisella tiellä kaksivartiset valaisinpylväät sijoitetaan keskialueen keskelle ja luiskasuojaus toteutetaan epäsymmetrisenä niin, että tiivistyskerroksen vesijuoksu tulee vähintään 0,5 m etäisyydelle pylvään jalustasta (mitataan jalustan etureunasta vesijuoksun keskelle).

Myös ajoradan sekä jalankulku- ja pyörätien välialueella ja tien sivuojen läheisyydessä valaisinpylvästä ei saa sijoittaa liian lähelle tiivistyskerroksen vesijuoksua. Jos tien sisäluiska on kapeampi kuin 3 m, tiivistyskerroksen vesijuoksu on usein tarpeen toteuttaa ulompana kuin sivuojan pohja.

Vesijuoksun kohdalle tehty jalustan läpivienti voi johtaa kaikki yläpuolisen suojauksen valuma-alueen vedet pohjaveteen, koska läpivienneistä saadaan harvoin vesi-tiiviitä.

6.3.3.6 Pylväiden sijoittaminen lentopaikkojen läheisyydessä

Hankkeen sijaitessa lentopaikan, kevytlentopaikan tai varalaskupaikan kiitotien ympärillä olevan suorakaiteen sisällä, jonka pitkät sivut ovat 500 metrin etäisyydellä kiitotien keskilinjasta ja lyhyet sivut 2500 metrin etäisyydellä kiitotien kynnyksistä ulospäin, tulee hankkeessa tehdä lentoestelausuntopyyntö ilmailulain 864/2014 mukaisesti, jos hankkeessa käytetään valaisinpylväitä tai mastoja, joiden korkeus on yli 10 m maan pinnasta.

Jos hankkeessa käytetään mastoja, joiden korkeus on yli 30 m maan pinnasta ja hanke sijaitsee enintään 45 km etäisyydellä lentoasemasta tai enintään 12 km etäisyydellä varalaskupaikasta tai muusta lentopaikasta, tulee hankkeessa tehdä lentoestelausuntopyyntö ilmailulain 864/2014 mukaisesti.

Lausunto on liitettävä valaistussuunnitelman liitteeksi.

6.3.4 Harukset ja tuet

Tukipylväiden käyttöä ei sallita.

Haruksien vähimmäisvaatimukset ovat:

- haruksen on oltava valaisinpylväissä, joiden ilmajohdon johtokulma on suurempi kuin 10 astetta
- haruksen on oltava ilmajohdon päätepylväissä
- haruksen on oltava pylväissä, joista lähtee muu kuin liikenneväylän suunnainen ilmajohto.

Harusta ei saa viedä väylän yli.

Haruksen on kestettävä standardin SFS 5701 mukaiset murtokuormat.

Harus ankkuroidaan haruslaatalla, paaluankkurilla tai kallioankkurilla. Perustusratkaisu valitaan pohjaolosuhteiden mukaan.

6.4 Valaisimet

6.4.1 Valolajit

Tievalaistuksen uudisrakentaminen ja parantaminen toteutetaan ledivalaisimilla, niiden suuren valotehokkuuden ja pitkän hyötyeliniän takia. Vuoden 2023 alussa suurin osa tievalaistuksista (n. 70 %) oli toteutettu suurpainenatriumvalaisimilla. Muita kaasupurkauslamppuvalaisimia ei ole maanteillä juurikaan käytössä. Loisteputkivalaisimia on käytössä vain muutamissa yksittäisissä erikoiskohteissa.

Ledivalaisimien tärkeimmät ominaisuudet valaistuksen kannalta ovat:

- valaisimen tuottama valovirta (lm), ks. 3.1.13
- valaisimen ottoteho (W)
- valaisimen valotehokkuus (lm/W)
- valaisimen hyötyelinikä (h)
 - valovirran alenema (L_x)
 - liitäntälaitteen vikaantumisosuus (%)
- värintoistoindeksi, ks. 3.1.15
- värilämpötila (K), ks. 3.1.16
- valaisimen tuottaman valon värikoordinaattien värivaihteluluokat eliniän alussa ja lopussa
- valaisimen ohjausominaisuudet
- valaisimesta lähtevän valon suunnattavuus ja valaisimen optiikka.

Väylävirasto on asettanut ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* ledivalaisimen valotehokkuudelle, hyötyeliniälle ja värikoordinaattien värivaihteluluokille suorituskysymysvaatimukset. Ledivalaisimen värintoistoindeksiä ja värilämpötilaa on käsitelty kohdassa 3.4. Valaistussuunnitelman valaistusteknilliset laskennat ohjaavat valaisimen tuottaman valovirran, ottotehon ja optiikan valintaa. Valaisimen ohjausvaatimuksia on esitetty kohdassa 5.2.

Energian kulutukseen liittyvien tuotteiden ekologisen suunnittelun vaatimukset on esitetty Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2009/125/EY. Valonlähteiden ja liitäntälaitteiden ekosuunnitteluvaatimukset on esitetty komission asetuksessa (EU) 2019/2020. Lisäksi tulee ottaa huomioon asetuksen (EU) 2019/2020 muutokset, jotka on annettu komission asetuksessa (EU) 2021/341.

Vaarallisten aineiden käyttöä valaisimissa rajoittaa Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2011/65/EU. Suurpainenatriumvalaistuksien osalta on otettava huomioon komission delegoitu direktiivi (EU) 2022/275, joka antaa vaatimukset elohopean määrälle erilaisissa suurpainenatriumlampuissa. Elohopean käytön sallimista suurpainenatriumlampuissa käsitellään direktiivissä poikkeuksena, joka on voimassa 24.2.2027 asti.

6.4.2 Valaisimen valinnan periaatteet

Kunnossapitosyistä valaistussuunnitelman valaisimet on valittava siten, että suunnitelmassa käytetään mahdollisimman pientä määrää erilaisia valaisintyyppejä

sekä samojen valaisintyyppien eri runkokokoja, optiikoita ja tehoja. Suosituksena on, että samassa hankkeessa käytetään vain muutamaa erilaista valaisinta (positiota).

Tilaaaja voi valaistussuunnitelmassaan määritellä, että tien linjaosuuden poikkileikkaukselle mitoitettua valaistusta pitää käyttää myös jatkeena olevilla eri poikkileikkauksen omaavilla lyhyillä osuuksilla, jotta täysin sama valaisin kelpaa sekä linjaosuudella että lyhyillä osuuksilla. Tällaisia lyhyitä osuuksia ovat mm. levennykset sekä ajoradan, keskialueen tai välialueen leveyden lyhyet muutokset. Osuudet määritellään lyhyiksi, jos niiden yhteenlaskettu pituus on alle 15 % linjaosuuden pituudesta. Liittymäalueilla valaisinkirjavuuden vähentäminen toteutetaan lyhentämällä pylväsväliä tai käyttämällä kaksirivistä asennusta, esim. vastakkainen tai vuorottainen reunasijoitus tai keskiasennus.

Osuuksilla, joilla täydennetään nykyistä ledivalaistusta, pyritään ensisijaisesti käyttämään nykyistä tievalaistusta vastaavia valaisimia.

Suunnitelmassa on käytettävä ensisijaisesti vakiovalmisteisia valaisimia.

Valaisimet valitaan siten, että kaikki valaistusteknilliset vaatimukset täyttyvät ja valaisimien valonjako-ominaisuudet soveltuvat hankkeeseen mahdollisimman taloudellisella tavalla (ks. kohta 4.1) ottaen kuitenkin huomioon yllä mainitut kunnossapitoa koskevat ohjeet.

Suunnittelija määrittää tievalaistuksen rakentamissuunnitelman valaisinluetteloon valaistusteknillisissä laskennoissa mitoitusesimerkkeinä käytetyt valaisimet sekä niiden ominaisuudet (tyyppi/nimi, valonjako, valovirta, teho, värilämpötila, värin-toistoindeksi, ohjausominaisuudet, mahdolliset liittimet ja sovitteet, väri, ym. ominaisuudet). Valaistussuunnitelmasta poikkeavien valaisimien vastaavuuden osoittamisen vaatimukset määritellään rakentamissuunnitelman työkohtaisissa laatuvaatimuksissa.

Ledivalaisimien ja ledivalonheittimien tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* vaatimukset. Ohjeessa on määritelty valaisimille ja valonheittimille mm.:

- sähköturvallisuusvaatimukset (mm. standardit, suojausluokka, ylijännitesuoja)
- suorituskykyvaatimukset, ks. myös kohta 6.4.1
- rakenteelliset vaatimukset (mm. materiaalit, rakenne, kotelointiluokka, IK-luokka)
- ohjausvaatimukset.

Valaisimet ja valonheittimet varustetaan vakiovalovirtaohjauksella (CLO).

Sinkittyjen valaisinpylväiden ja valaisinvarsien kanssa käytetään valaisimien ja valonheittimien harmaita vakiovärejä.

Valaisimien ja valonheittimien ohjausvaatimukset on esitetty kohdassa 5.2.

Alikulkujen sillanalusvalaisimet varustetaan ilkivaltasuojalla, jos tämä on saatavana kyseiselle valaisintyypille.

6.4.3 Valonjako-ominaisuudet

Valaistusteknillisten suureiden laskemista varten on tunnettava valaisimen valonjako-ominaisuudet eli valaisimesta ulos tuleva valovoima eri suuntiin.

Valaisimen tuottama valovoima (yleensä $\text{cd}/1000 \text{ lm}$) mitataan ja määritellään C - γ -järjestelmässä. Koordinaatiston origo on valaisimen optiikan keskipisteessä, C -tasot kiertyvät valaisimen kautta kulkevan pysty akselin ympäri ja C -tasolla olevat korkeuskulmat ilmoitetaan kulmalla γ .

Valaisimien tyypillisimpiä valonjako-ominaisuuksia voidaan tarkastella valonjakokäyristä, joissa valovoiman jakautuma on yleensä piirretty napakoordinaatistoon seuraavasti:

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

Edellä mainittujen valonjakokäyrien perusteella voidaan karkeasti arvioida valaisimen valonjaon soveltuvuutta käytännön valaistusasennuksiin. Valonjaon muodon perusteella on kuitenkin vaikea verrata eri valaisimien kokonaisvalovirtaa, sillä käytetty napakoordinaatisto antaa helposti väärän vaikutelman. Kohdassa 3.5. esitetyt valaistusteknilliset laskennat edellyttävät aina sitä, että valaisimen valonjako-ominaisuudet tunnetaan.

Valaisimien ja valonheittimien valonjako-ominaisuudet tulee olla mitattu Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* mukaisesti. Ohjeessa viitataan vaatimuksena standardiin *SFS-EN 13201-3*, jossa on mm. määritelty tarvittava C -tasojen lukumäärä ja γ -kulmien maksimivälit.

Yleensä tievalaisimien valonjako-ominaisuudet ovat symmetrisiä tiensuuntaisessa tasossa.

6.4.4 Valaisimen sijainti

Valaistustyyppin, asennuskorkeuden ja valaisinvarren valintaa on käsitelty kohdissa 4.2.1, 4.2.3 ja 4.2.4.

Pylvään sijainti määräytyy kohdan 6.3.3 mukaan.

Valaisimet tulee sijoittaa kohtisuoraan tietä vastaan. Suuren pituuskaltevuuden ($\geq 5\%$) omaavilla tieosuuksilla on ensisijaisesti käytettävä varrellisia pylväitä, jotta valaisimet voidaan asentaa kohtisuoraan tietä vastaan. Valaisimet sijoitetaan siten, että valaisimesta ulos tuleva valo osuu mahdollisimman hyvin ajoradalle. Tämä toteutuu yleensä paremmin, jos valaisimet sijaitsevat lähellä ajoradan reunaa tien poikkileikkauksessa. Kun valaisimet sijoitetaan ulkokaarteeseen, valaisimista ulos tuleva valo osuu paremmin ajoradalle kuin sisäkaarteessa.

Valaisin asennetaan ensisijaisesti samaan kallistuskulmaan valaisinvarren kanssa. Tällöin valaisimen kallistuskulma on 0° valaisinvarteen nähden ja koko asennuksen kallistuskulma on yleensä 5° . Jos valaisin asennetaan pylvään päähän, käytetään häiriövalosyistä ensisijaisesti 0° kallistuskulmaa ja toissijaisesti 5° kallistuskulmaa, jos sillä päästään merkittävästi pidempään enimmäispylväsväliin.

6.5 Kaapelinsuojaputket

Kaikki maakaapelit asennetaan kaapelinsuojaputkeen.

Tien rakentamishankkeiden yhteydessä rakennettavassa tievalaistuksessa maakaapeli asennetaan aina omaan kaapelinsuojaputkeen. Tievalaistuksen parantamishankkeissa maakaapeli asennetaan aina lähtökohtaisesti omaan kaapelinsuojaputkeen. Jos nykyiseen liikenneväylään tehdään alitusputki, siihen voidaan asentaa useita maakaapeleita.

Jos samaan kaapelinsuojaputkeen asennetaan useampi maakaapeli, on niiden kuormitettavuuden mitoituksessa otettava huomioon standardisarjan *SFS 6000* vaatimukset.

Tien rakentamishankkeiden yhteydessä rakennettavassa tievalaistuksessa teiden alituksiin asennetaan aina yksi kaapelinsuojaputki varalle tievalaistusta varten.

Suunnittelija määrittää tievalaistuksen rakentamissuunnitelmaan käytettävät kaapelinsuojaputkityypit esim. MP110, SN 16. Suojaputkien valmistajia ei määritellä. Kaapelinsuojaputkien SN-luokka (rengasjäykkyys) on määriteltävä valaistussuunnitelmassa.

Teiden alituksissa on käytettävä kaapelinsuojaputkea, jonka ulkohalkaisija on vähintään 110 mm ja rengasjäykkyys vähintään SN 16. Vaatimus on sama tiensuunnitelmassa asennuksissa, jos kaapelinsuojaputki sijaitsee ajoradan alla. Muulloin tievalaistuksen maakaapelin kaapelinsuojaputkena käytetään rengasjäykkyydeltään vähintään SN 8 suojaputkea, jonka ulkohalkaisija on vähintään 75 mm.

Jos jo suunnitteluvaiheessa tiedetään, että kaapelin asennussyvyys tulee jäämään alle 700 mm, on suunnittelijan aina neuvoteltava tilaajan kanssa rengasjäykkyydeltään suuremman kaapelinsuojaputken tai muun mekaanisen lisäsuojauksen käytöstä.

Kaapelinsuojaputken saa asentaa aurasmenetelmällä, jos putki voidaan aurauksen yhteydessä kartoittaa riittävän tarkasti Väyläviraston ohjeen *Tievalaistusverkon kartoitus ja digitointi* liitteen *Rakennetun tai parannetun tievalaistusverkon kartoitus* mukaisesti.

Yhteiskäyttöön tarkoitetut kaapelinsuojaputket tulee mitoittaa niin, että niiden sisään mahtuu erillinen suojaputki tai suojaputket, jolloin eri jännitetason maakaapelit voidaan erottaa toisistaan.

6.6 Maakaapelit ja ilmajohdot

6.6.1 Johtoverkko

Tievalaistuksen johtoverkko jaotellaan seuraavasti:

- liittymisjohto
- ryhmäjohto
- valaisinjohto.

Liittymisjohto on verkkoyhtiön liittymispisteen ja tievalaistuskeskuksen välinen johto. Johto voi olla joko ilmajohto tai maakaapeli; taajamissa liittymisjohto on lähes poikkeuksetta maakaapelia, mutta taajamien ulkopuolella voidaan käyttää myös ilmajohtoa.

Ryhmäjohdolla tarkoitetaan tievalaistuskeskukselta lähtevää ja valaisinryhmiä syöttävää johtoa, joka asennetaan yleensä välille: keskus – pylväs, pylväs – pylväs jne. Valintaa maakaapelin ja ilmajohtojen välillä on käsitelty kohdassa 4.2.2.

Valaisinjohdolla tarkoitetaan valaisinta tai valaisinryhmää syöttävää johtoa, joka asennetaan yleensä välille: valaisinylväskaluste – valaisin, ilmajohto – valaisin, alakeskus – valaisin, jakorasia – valaisin, valaisin – valaisin jne.

Valaisinylväskalusteella tarkoitetaan sitä pylvään sisälle asennettavaa laiteyhdistelmää, jolla valaisinjohto liitetään ryhmäjohtoon. Pylväskaluste sisältää yleensä varokkeet, kaapelien kytkemistä varten tarvittavat liittimet sekä maadoitusjohtimen.

6.6.2 Maakaapelit

Tievalaistuksessa maakaapelin tyyppin tulee olla aina AMCMK 4xXX+XX, kaapelin johtimien nimellispoikkipinta-alan vaihdellessa 16...35 mm². Poikkeuksena on maakaapeliasennukset osana puupylväs-ilmajohtoasennusta esim. ryhmäjohtotievalaistuskeskukselta puupylväille ja maakaapeliasennukset sisäkaarteissa ja liittymäalueilla. Näissä tapauksissa maakaapelin tyyppi voi olla myös AMCMK 3xXX+XX.

Edellä mainitut vaatimukset koskevat myös kuntien omistamia maanteiden tievalaistuksia. Jos kunnan omistama liikenneväylä risteää maantien kanssa, maantien alittava kunnan ulkovalaistuksen maakaapeli valitaan kunnan vaatimusten mukaisesti.

Suunnittelija määrittää tievalaistuksen rakentamissuunnitelmaan käytettävät maakaapelityypit esim. *AMCMK 4x25+16*. Maakaapeleiden valmistajia ei määritellä.

Maakaapelin suojajohtimena toimii PEN-johtimena. N-johtimena toimii varauksena tulevaisuuden tarpeisiin tievalaistuksen ohjauksen tai jatkuvan sähkön syötön osalta. N-johtimena päätetään keskuksella potentiaalivapaaseen riviliittimeen. Jos N-johtimena otetaan käyttöön vaihejohtimena, se tulee merkitä standardisarjan *SFS 6000* mukaisesti.

Maakaapelin asentamista aurasmenetelmällä ei sallita.

Kun ilmajohto sijoitetaan tien ajokaistojen tai pientareiden yläpuolelle, ilmajohtojen vähimmäisetäisyyden tienpinnasta tulee olla Väyläviraston ohjeen *Sähkö- ja telejohtot ja maantiet* mukainen.

6.6.3 Ilmajohtot

Ilmajohtona käytetään metallisella kannatusvaijerilla varustettua riippukierrekäapeliä AMKA 3xXX+XX, kaapelin johtimien nimellispoikkipinta-alan vaihdellessa 16...35 mm². Muukin kaapelityyppi voidaan hyväksyä, jos sen voidaan osoittaa kestävän ilmajohtoon kohdistuvat voimat eri käyttölämpötiloissa ja jääkuormilla.

Suunnittelija määrittää tievalaistuksen rakentamissuunnitelmaan käytettävät ilmajohdotyypit esim. *AMKA 3x25+35*. Ilmajohdosten valmistajia ei määritellä.

Ilmajohdon AMKA 3x16+25 käyttöä yli 64 m pylväsvälillä ei sallita, koska nykyiset tuotteet eivät kestä syntyvää vetojännitystä.

Ilmajohdon kiinnitystavan valinnassa on otettava huomioon valaisinpylväiden törmäysturvallisuus. Törmäyksessä väistyvissä (luokat NE ja LE) valaisinpylväissä ilmajohdot kiinnitetään normaalein kiintein koukuin. Törmäyksessä energiaa vaimentavissa (HE) valaisinpylväissä käytetään pylvään pystysuunnassa liukuvaa tai irtoavaa koukkua.

6.6.4 Valaisinjohdot

Valaisimen valaisinjohdona käytetään kaapelityyppiä, jossa on kolme nimellispoikkipinta-alaltaan 2,5 mm² olevaa johdinta.

Maakaapeli-metallipylväsasennuksissa valaisinjohdon tulee olla ulkomuodoltaan pyöreä ja sen tulee soveltua ulkokäyttöön. Maakaapeli-puupylväsasennuksissa sekä ilmajohdotasennuksissa valaisinjohdon ulkovaipan tulee olla myös ultraviolettisäteilyn kestävä.

Suunnittelija määrittää tievalaistuksen rakentamissuunnitelmaan käytettävät valaisinjohdotyypit. Valaisinpylvään jokaiselle valaisimelle asennetaan oma valaisinjohdot, joka kytketään omalle vaiheelle ja sulakkeelle.

Valaisinjohdon tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* vaatimukset.

6.7 Tievalaistuskeskukset

6.7.1 Tievalaistuskeskuksen suunnittelu

Tievalaistuskeskus on tievalaisinryhmiä syöttävä sähkökeskus. Se asennetaan ensisijaisesti maahan jakokaappiin tai erikoistapauksissa valaisinpylvääseen tai silta-rakenteeseen.

Tievalaistuskeskuksia ovat lisäksi:

- siltojen ja tunneleiden koteloidut alakeskukset
- mastovalaistuksen koteloidut alakeskukset
- erikoisvalaistuksien keskukset.

Valonheitinmastot joudutaan joskus varustamaan suuren tehontarpeen vuoksi omilla ryhmäkeskuksilla.

Suunnittelija esittää tievalaistuskeskuksen rakenteen ja laatuvaatimukset tievalaistuksen rakentamissuunnitelman keskus- ja piirikaavioissa sekä työkohtaisissa laatuvaatimuksissa. Ensisijaisesti pyritään käyttämään vakiokeskusmalleja. Tilaajalla on olemassa mallit keskus- ja piirikaavioista sekä työkohtaisista laatuvaatimuksista, jotka saa tilaajalta pyydettäessä.

Suunnittelijan on sovittava uuden tievalaistuskeduksen numero yhdessä tilaajan kanssa. Keskukseen numeroinnissa käytetään ensisijaisesti tieosoitteita, mutta keskukseen numeroa ei yleensä muuteta, vaikka keskukseen sijainti tai tieosoite myöhemmin muuttuisi.

Tievalaistuskeduksen lähtöjen määrä määräytyy aina hankekohtaisesti. Lähtökohtaisesti keskukseen suunnitellaan tievalaistuksen rakentamissuunnitelman edellyttämät ryhmäjohtodot sekä vähintään yksi lähtö varalle.

Tievalaistuskeduksen jakokaappia ei ensisijaisesti maalata. Jos jakokaappi maalataan, sovitaan kaapin väri aina hankekohtaisesti.

6.7.2 Tievalaistuskeduksen sijainti

Ennen uuden tievalaistuskeduksen sijainnin määrittämistä suunnittelija on velvollinen selvittämään verkkoyhtiöiden liittymispisteiden sijainnit.

Tievalaistuskeduksen sijoituspaikka hyväksytetään aina tilaajalla valaistussuunnitelman laadintavaiheessa.

Tievalaistuskeduksen sijoituspaikan valinnassa on otettava huomioon sen kunnossapidettävyyden. Kunnossapidon kannalta oleellisia tekijöitä ovat mm. keskukseen pääsy (erityisesti talvella), kunnossapidon palveluntuottajan ajoneuvon sijoitusmahdollisuudet keskukseen lähelle ilman merkittäviä liikennejärjestelyjä ja työskentelyyn tarvittava vapaa tila jakokaapin ovet auki. Tievalaistuskedusta ei saa sijoittaa riista-aidan taakse, ellei keskukseen päästä ajoneuvolla toista väylää pitkin ilman liikennejärjestelyjä.

Tievalaistuskedusta ei saa sijoittaa näkemäalueelle, jottei se heikennä liikenneturvallisuutta.

Tievalaistuskedus sijoitetaan ensisijaisesti takaluiskan taakse tien haltuunottoalueelle. Tievalaistuskedusta ei suositella asennettavaksi tien sisäluiskaan aurauksen lumikuorman ja mahdollisten ulosajojen törmäysriskien vuoksi.

Jos tievalaistuskedus joudutaan sijoittamaan lähelle ajorataa, keskus asennetaan lähtökohtaisesti ovet pois päin ajoradasta, mikäli ympäristö sen sallii.

6.8 Sähköverkon suunnittelu

6.8.1 Tievalaistuksen sähköverkon suunnittelu

Tievalaistuksen sähköverkon suunnittelussa on noudatettava seuraavia periaatteita:

- Suunnittelussa on otettava huomioon tievalaistuksen ohjauksen edellyttämät laitteet ja varaukset tievalaistuskeduksissa, johdoissa ja valaisimissa.
- Suunnittelussa on otettava huomioon myöhempien rakennusvaiheiden aiheuttama verkon mahdollinen laajeneminen varaamalla tievalaistuskeduksiin riittävästi lähtöjä varalle ja valitsemalla kaapeleille riittävät poikkipinta-alamat.

- Tievalaistuskeskusten osalta käytetään ensisijaisesti tilaajan malleja keskus- ja piirikaavioista. Jos keskukseen on tulossa telematiikkaa, suunnittelun lähtökohtana käytetään tilaajan malleja, joissa on telematiikkaosa.
- **Huom.! PEN-johdin ei saa yhdistää kahta eri tievalaistuskeskusta.** Jos maakaapelilla yhdistetään kaksi eri tievalaistuskeskusta tai valtion ja muun omistajan keskuksia varautumissyistä, kaapelin molemmat päät päätetään omille erillisille liittimille (jokainen johdin omassa liittimessä). Ilmajohtoasennuksissa ilmajohto jätetään rakentamatta jakorajapylväiden välille ja pylväät harustetaan.
- Suunnittelussa on pyrittävä mahdollisimman tasaisesti kuormitettuun symmetriseen 3-vaiheverkkoon. Valaisimet ryhmitetään joka kolmas valaisin aina samalle vaiheelle. Samassa poikkileikkauksessa olevat valaisimet on pyrittävä ryhmittelemään eri vaiheille.
- Liittymäalueilla ryhmitys on suunniteltava siten, että yhden vaiheen samuessa optinen ohjaus edelleen säilyy, eikä valaistuksen tasaisuus merkittävästi huonone.
- Tievalaistuksen sähköverkon laitteiden tulee olla joko suojaeristettyjä tai suojamaadoitettuja, koska niiden käyttöolosuhteet ovat vaaralliset. Sähköverkon suunnittelussa on otettava huomioon eri verkkoyhtiöiden jakelualueiden rajat.

6.8.2 Ylikuormitussuojaus

Johdon ylikuormitussuojaus on esitetty standardissa *SFS 6000-4-43*. Standardissa *SFS 6000-5-52* on annettu ohjeet johtojen kuormitettavuudelle niiden asennustavan mukaisesti.

Jokainen virtapiiri on varustettava ylikuormitussuojalla siten, että ylikuormitusvirta katkaistaan, ennen kuin lämpötila ehtii nousta niin, että eristys, jatkokset, liitokset tai johtimien ympäristö vahingoittuu. Maakaapeleiden ja ilmajohtojen kuormitettavuus on yleensä riittävä tievalaistusasennuksissa, koska käytettävät johdot on pitkien yhteyksien vuoksi mitoitettu kuormitukseen nähden huomattavasti suuremmiksi. Käytännössä oikosulkuvirta (kohta 6.8.5) ja jännitteenalenema (kohta 6.8.3) rajoittavat sulakekokoa enemmän kuin johtojen kuormitettavuus.

Ylikuormitussuoja on mitoitettava siten, ettei valaisinryhmän kuormitusvirta ylitä suojalaitteen nimellisvirtaa, ottaen huomioon taulukon 29 määritykset. Johdon valinta on tehtävä siten, että johdon maksimikuormitusvirta on suurempi kuin ryhmää suojaavan suojalaitteen nimellisvirta, ottaen huomioon standardin *SFS 6000-5-52* taulukon Y.52.1 asettamat lisävaatimukset käytettäessä suojalaitteena gG-tyyppin sulaketta. Lisäksi on otettava huomioon kohtien 6.8.5 ja 6.8.6 vaatimukset.

Oikosulku- ja ylikuormitussuojan nimellisvirran I_N tulee täyttää ryhmäjohtojen osalta taulukon 29 mukaiset arvot.

Taulukko 29. Ylikuormitussuojan mitoittaminen kuorman perusteella.

Sulakkeen tyyppi	Sulakkeen nimellisvirran I_N määrittäminen ledivalaisimille	Sulakkeen nimellisvirran I_N määrittäminen purkauslampuvalaisimille
gG-tyyppin sulakkeet	$I_N \geq 1.3 \times (\text{valaisimien palamistilanteen aikainen kokonaisvirta, } A)$	$I_N \geq 1.3 \times (\text{lamppujen palamistilanteen aikainen kokonaisvirta, } A)$

Johdonsuojakatkaisijoita ei käytetä tievalaistusverkossa, koska käyttöolosuhteet heikentävät niiden toimintavarmuutta.

Kun sulakkeet mitoitetaan purkauslamppuvalaisinkuormalle taulukon 29 mukaan, ne kestävät lamppujen syttymisvirran laukeamatta ja vahingoittumatta.

Ledivalaisimien syttymisvirta on suuruudeltaan yleensä kymmeniä ampeereja, mutta kestoaltaan vain millisekunnin murto-osia riippuen kuitenkin liitäntälaitteen mallista. Käytettäessä gG-typin sulakkeita, suojalaitteen nimellisvirran valinta perustuu ledivalaisimien palamistilanteen aikaiseen kokonaisvirtaan.

6.8.3 Jännitteenalenema

Jännitteenalenema (U_n) lasketaan aina tievalaistuskeskuksen liittymispisteeltä ryhmäjohtoon pisimmälle tai sähkötekniillisesti heikommalle haaralle, hankkeen suunnitelmaraajoista riippumatta. Tavanomaisissa tapauksissa kokonaisjännitteenalenema on liittymisjohtossa, ryhmäjohtossa ja valaisinjohtossa syntyvien jännitehäviöiden summa. Laskentojen tuloksina saadut jännitteenalenemat esitetään valaistussuunnitelmassa (ks. liite 3).

Ledivalaisimissa nimellisjännitteen sallittu vaihteluväli on ilmoitettu liitäntälaitteiden teknisissä tiedoissa. Yleensä sallitaan standardin *SFS-EN 50160* mukainen enintään - 10 % jännitteenalenema nimellisjännitteestä. Sallitussa vaihteluvälissä olevalla jännitteellä ei ole vaikutusta ledivalaisimesta ulos tulevaan valovirtaan, mutta esim. suuri jännitteenalenema saattaa lyhentää liitäntälaitteen elinikää. Jos jännite alittaa tai ylittää liitäntälaitteen sallitun vaihteluvälin ledivalaisin sammuu.

Jos tievalaistuskeskuksen ryhmässä on suurpainenatriumvalaisimia, ryhmän jännitteelle sallitaan enintään - 6 % jännitteenalenema nimellisjännitteestä. Jatkuva yli- tai alijännite vaikuttaa haitallisesti suurpainenatriumlampun elinikään ja suorituskykyyn. Ylijännite aiheuttaa lamppujen ja liitäntälaitteiden eliniän lyhentymistä ja jaksoittaista sammumista käytön aikana, erityisesti eliniän loppupuolella. Ylijännite kiihdyttää myös lampun valovirran alenemaa. Alijännite ei pidennä lampun elinikää, mutta alentaa lampun valovirtaa, jolloin vaadittua valaistusluokkaa ei enää saavuteta. Hetkellinenkin liian suuri alijännite saattaa sammuttaa lamput muutamaksi minuutiksi.

Suurpainenatriumlamppujen syttymisvirta on huomattavasti palamisvirtaa suurempi, jolloin myös syttymishetken jännitteenalenema on suurempi. Tämän takia valaisinryhmän, jossa on suurpainenatriumvalaisimia, jännitteenalenema lasketaan käyttämällä syttymistilanteen aikaista kokonaisvirtaa. Näin pystytään varmistamaan kaikkien valaisimien yhtäaikaista syttymistä. Ledivalaisimien osalta mitoitus tehdään käyttämällä palamistilanteen aikaista virtaa, sillä niiden syttymisaikainen virta on hyvin lyhytkestoinen.

Mitoitusta tarkistettaessa on otettava huomioon, ettei jakeluverkossa ole muuta sykkäksenomaista kuormaa (esim. pumppaamojen suuret moottorit), joka aiheuttaa verkkoon kytkentäsykkyksiä.

6.8.4 Ylijännitesuojaus

Tievalaistuksen sähköverkko on suojattava ilmastollisia ylijännitteitä vastaan. Ylijännitesuojaus on toteutettava mahdollisimman kattavana.

Tievalaistuskeskus on varustettava tyyppin 1+2 (B+C) ylijännitesuojalla, joka on standardin *SFS-EN 61643-11* mukainen.

Ledivalaisimien ylijännitesuojauksen tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* vaatimukset.

Muiden tievalaistusverkossa olevien sähkölaitteiden ylijännitesuojaus toteutetaan valmistajien ohjeiden mukaisesti.

Ylijännitesuojauksen lisäksi tulee toteuttaa riittävä maadoitus, jota on käsitelty kohdassa 6.8.6.

6.8.5 Oikosulku- ja vikasuojaus

Tievalaistuksen sähköverkon tyyppi on TN-C-jakelujärjestelmä. Valaisimia syöttävässä ryhmäjohdossa ei käytetä erillistä suojajohtinta, vaan ryhmäjohtoon PEN-johtin hoitaa sekä nollajohtimen että suojamaadoitusjohtimen tehtävät. PEN-johtimen poikkipinta-alan on oltava vähintään 10 mm² kuparia tai 16 mm² alumiinia.

Oikosulku- ja vikasuojaus tulee tehdä standardien *SFS 6000-4-41* ja *SFS 6000-4-43* mukaisesti.

Tievalaistuksen maadoituksen suunnittelua on ohjeistettu kohdassa 6.8.6.

Suojalaitteen on automaattisesti poiskytkettävä 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_0 suurempia kosketusjännitteen arvoja ei esiinny niin kauan, että siitä aiheutuisi haitallisia fysiologisia vaikutuksia henkilölle, joka koskettaa samanaikaisesti kosketeltavia johtavia osia.

Tievalaistusverkossa tulee syötön automaattisen poiskytkennän mitoituksessa soveltaa standardien *SFS 6000-7-714* ja *SFS 6000-8-801* maakohtaisia vaatimuksia.

Jos tievalaistuksen sähköverkossa käytetään virtapiirien suojalaitteiden lisäksi valaisimien syötössä suojalaitteita, esimerkiksi sulakkeita, jotka toimivat standardin *SFS 6000-4-41* taulukon 41.1 mukaisesti 0,4 sekunnissa (230 V), voidaan syöttävä verkko mitoittaa jakeluverkon tavoin taulukon 30 mukaan. Tällöin laskennassa voidaan käyttää johtimen lämpötilalle arvoa +40 °C.

Valaisinkohtaisen suojalaitteen saa kuitenkin jättää pois, jos ilmajohtoasennuksessa puupylväässä olevaa valaisinta syöttää enintään 35 A sulakkeella varustettu tievalaistuksen ryhmäjohto.

Taulukko 30. Jakeluverkon suurimmat sallitut sulakekoot.

Ylivirtasuojaja	Pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta jakeluverkossa
gG-tyypin sulake, $I_N \leq 63$ A	$2,5 \times I_N$
gG-tyypin sulake, $I_N > 63$ A	$3,5 \times I_N$

Tievalaistuksen sähköverkko tulee suunnitella ja toteuttaa niin, että tievalaistuskeskuksen ryhmäjohtoon sulakekoko on vähintään 10 A.

Tievalaistuksen sähköverkon rakentamisessa ei sallita välisulakkeiden käyttöä verkon ylläpidon ja selväpiirteisyyden takia. Välisulakkeita voidaan kuitenkin käyttää silloin, kun ryhmäjohdosta haarautuu ohuempi johto. Tällaisia tilanteita ovat mm. siltojen syötöt ja linja-autopysäkkien katosvalaistukset. Peräkkäisten sulakkeiden osalta on tarkistettava niiden keskinäinen selektiivisyys. Yleensä sulakkeet ovat selektiivisiä, jos niiden väli on vähintään kaksi porrasta. Tarkemmat arvot saadaan sulakkeiden katkaisukäyrien avulla.

Suunnittelija suorittaa oikosulkuvirtalaskennat tievalaistuskeskuksen oikosulkuvirran (I_k) sekä maakaapelin tai ilmajohtoon tyypin ja pituuden avulla. Tievalaistuskeskuksen oikosulkuvirtana käytetään verkkoyhtiön takuuna antamaa laskennallista minimioikosulkuvirtaa. Mikäli tästä on tarvetta poiketa, tulee asiasta sopia aina verkkoyhtiön ja tilaajan kanssa.

Oikosulkuvirtalaskentojen tuloksina saadut minimioikosulkuvirrat esitetään valaistussuunnitelmassa (ks. liite 3). Oikosulkuvirta lasketaan aina ryhmäjohtoon pisimmälle tai sähköteknillisesti heikommalle haaralle, hankkeen suunnitelmarajoista riippumatta. Maakaapeleiden pituuksia määrittäessä suunnittelijan on otettava huomioon myös pylväskohtainen kaapelitarve kytkentöjä varten (esim. metallipylväessä jalustalta kytkentäaukolle). Ratkaisuja, joissa ryhmäjohtoon loppupäässä olevan valaistuslaitteen minimioikosulkuvirta I_{k1min} on alle taulukon 30 arvojen ei sallita.

6.8.6 Maadoitukset

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

Tievalaistuksessa käyttömaadoitetaan PEN-johdin (TN-C-järjestelmä). Suunnittelija määrittää valaistussuunnitelmaan käytettävät maadoituselektrodien ja maadoitussauvojen tyypit ja pituudet. Maadoituselektrodien ja maadoitussauvojen valmistajia ei määritellä.

Maadoitukset suunnitellaan ottaen huomioon seuraavat vähimmäisvaatimukset:

- Ryhmäjohtoon PEN-johdin on maadoitettava enintään 200 m etäisyydellä verkon syöttöpisteestä ja jokaisen yli 200 m pituisen ryhmäjohtoon tai sen haaran loppupäässä. Jos maadoitusta ei voida asentaa ryhmäjohtoon tai sen haaran loppupäähän, on se asennettava enintään 100 m etäisyydellä loppupäästä.
- Ryhmäjohtoon PEN-johdin on maadoitettava siten, että jokaiselta valaisimelta tai muulta sähkölaitteelta tarkasteltuna lähin ryhmäjohtoon maadoitus saa olla enintään 200 m etäisyydellä. Tällöin maadoitusten väli on enimmillään 400 m.
- Maadoituselektrodien maadoitusimpedanssin on oltava pienempi kuin 100 Ω . Mastovalauksessa maadoituselektrodien maadoitusimpedanssin on oltava pienempi kuin 50 Ω . Jos vaadittuun maadoitusimpedanssiarvoon ei päästä, on maadoituksen toteutuksesta sovittava tilaajan kanssa erikseen.

Maadoitus on tehtävä myös kohdissa, joissa ilmajohtoasennus muuttuu maakaapeliasennukseksi ja toisinpäin. Poikkeuksena on kuitenkin tapaus, jossa maahan jakokaappiin asennetulta tievalaistuskeskukselta lähtee ryhmäjohto maakaapelina

lähimmälle puupylväälle ja pylväällä maakaapeliasennus muuttuu ilmajohtoasennukseksi. Kyseisessä tapauksessa maadoitusta ei tarvitse tehdä.

Huonoja olosuhteita maadoituksen kannalta ovat esimerkiksi pohjaveden suojausalueet ja erityisen kivikkoinen maasto. Pohjaveden suojausalueelle asennettavien maadoituselektrodien maadoitusvastusmittaus tulee suorittaa ennen pohjaveden suojauskerroksen asentamista (ks. myös kohta 6.3.3.5). Louherakenteessa maadoitukselle etsitään sijoituspaikka louherakenteen ulkopuolella tai käytetään syvämaadoitusta maadoitusimpedanssiarvon saavuttamiseksi.

Rautatiealueilla, niiden välittömässä läheisyydessä sekä rautateiden yli- ja alikulkuosilloilla maadoitukset on tehtävä Väyläviraston ohjeiden *Radan laittilojen sähköliittymien hankinta ja tekninen toteuttaminen* ja *Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitus suunnittelu* mukaisesti. Rautateiden ylikulkusiltojen valaisinpylväät ja muut metalliset rakenteet maadoitetaan sillan maadoituspotentiaaliin. Jos pylväs sijaitsee rautatiealueella tai sen välittömässä läheisyydessä niin, että ajolanka katkettuaan voi osua pylvääseen tai pylväs sijaitsee etäisyydellä 0...2,5 m johtavista rakenteista, pylväs maadoitetaan paluuvirtapiiriin. Jos pylväs on maadoitettu edellä mainitulla tavalla, maakaapelin PEN-johdin asennetaan eristettyyn liitimeen, eikä PEN-johdinta saa kytkeä valaisinpylvääseen.

Rautatiealueilla, niiden välittömässä läheisyydessä sekä rautateiden yli- ja alikulkuosilloilla sijaitsevien tie- ja sillanalusvalaisimien on oltava suojausluokkaa II.

Tievalaistuksen maavaraisesti asennetun maadoituselektrodin tulee sijaita yli 20 m etäisyydellä sähköradan rakenteista ja niihin maadoitetuista osista. Tarvittaessa maadoitus viedään muovisessa kaapelinsuojaputkessa eristettynä yli 20 m etäisyydelle sähköradan rakenteista, jonka jälkeen maadoituselektrodi asennetaan maahan. Kuparijohtimen vähimmäispituus maassa on 20 m.

Maadoituselektrodia ei saa asentaa maakosketukseen alle 20 m etäisyydelle teräksisestä, katodisesti suojatusta maakaasuputkesta, koska elektrodi saattaa altistua katodisen suojavirran aiheuttamalle hajavirtakorroosiolle. Tarvittaessa maadoitus viedään muovisessa kaapelinsuojaputkessa eristettynä yli 20 m etäisyydelle maakaasuputkesta, jonka jälkeen maadoituselektrodi asennetaan maahan. Kuparijohtimen vähimmäispituus maassa on 20 m.

Mikäli suunnittelualueella tullaan suorittamaan tievalaistusta koskevia töitä suurjännitejohtojen läheisyydessä, tulee suunnittelijan pyytää lausunto johtojen omistajalta. Verkkoyhtiön lausunto on liitettävä valaistussuunnitelman liitteeksi. Maadoituselektrodin vähimmäisetäisyyden lähimmästä suurjännitepylvään maadoituselektrodista tulee olla verkkoyhtiön vaatimusten mukainen ilmastollisten ylijännitteiden sekä mahdollisen suuren maadoitusjännitteen vuoksi. Lisätietoja maadoituksista on saatavilla verkkoyhtiöiden verkkosivuilta ja ohjeista.

Valaisinpylväillä maadoituselektrodina käytetään kirkasta kuparijohdinta, jonka nimellispoikkipinta-ala on vähintään 16 mm². Maadoituselektrodin toinen pää jää maahan. Kuparijohtimen vähimmäispituus maassa on 20 m.

Tievalaistuskeskuksella maadoituselektrodina käytetään kirkasta kuparijohdinta, jonka nimellispoikkipinta-ala on vähintään 25 mm². Maadoituselektrodi asennetaan silmukan muotoisesti maan alle perustuksen ympärille siten, että elektrodin molemmat päät tuodaan ylös. Kuparijohtimen vähimmäispituus maassa on 20 m.

Ilmajohtoasennuksissa, joissa ei kaiveta kaapelikaivantoa, käytetään syvämaadoitusta, joka on yhdistetty maadoituselektrodiin. Syvämaadoituksen tyyppi, halkaisijat ja pituudet valitaan niin, että maadoitusimpedanssivaatimus täyttyy.

Mastot, joiden korkeus on $20\text{ m} \leq H_A < 30\text{ m}$, maadoitetaan kuparisella maadoituselektrodilla, jonka nimellispoikkipinta-ala on vähintään 25 mm^2 . Mastot, joiden korkeus on $H_A \geq 30\text{ m}$, maadoitetaan kuparisella maadoituselektrodilla, jonka nimellispoikkipinta-ala on vähintään 50 mm^2 . Maston maadoituselektrodi asennetaan maan alle maston jalustan läheisyyteen. Kuparijohtimen vähimmäispituus maassa on 20 m.

Suojausluokan I valaisimen suojamaadoittamiseen on käytettävä nollajohtimesta erillään olevaa suojamaadoitusjohdinta, joka kytketään kytkentäkalusteen PE-liitäntäpisteeseen, johon on kytketty myös ryhmäjohdon PEN-johdin.

Jos linja-autopysäkin katos on varustettu valaisimilla tai muilla sähkölaitteilla, katos maadoitetaan maadoituselektrodilla, jonka nimellispoikkipinta-ala on 16 mm^2 . Maadoituselektrodin toinen pää jää maahan. Kuparijohtimen vähimmäispituus maassa on 20 m.

6.9 Silta- ja sillanalausvalaistukset

Uudisrakentamisessa silta- ja sillanalausvalaistukset toteutetaan uppoasennuksina (mm. kaapelinsuojaputket, maakaapelit, jakorasiat, sillanalausvalaisimet).

Silta- ja sillanalausvalaistuksien uppoasennuksissa ryhmäjohdon maakaapeli asennetaan jäykkään muoviseen kaapelinsuojaputkeen, jonka SN-luokka on vähintään SN 16, tai teräksiseen kuumasinkittyyn kaapelinsuojaputkeen. Ryhmäjohdon suojaputken ulkohalkaisijan on oltava vähintään 50 mm (yleensä reunapalkkiasennuksissa 50 mm ja muissa sillan läpi menevissä asennuksissa 110 mm). Valaisinjohto asennetaan teräksiseen kuumasinkittyyn kaapelinsuojaputkeen tai muoviseen kaapelinsuojaputkeen, jonka SN-luokka on vähintään SN 16. Valaisinjohtoon kaapelinsuojaputken ulkohalkaisijan on oltava vähintään 25 mm.

Erikokoiset suojaputket liitetään toisiinsa supistuskappaleen avulla.

Alumiiniputkia ei saa käyttää uppoasennuksissa.

Jos kaapelointia ei toteuteta sillan rakentamisen yhteydessä (esim. kaapelinsuojaputki on varalla), reunapalkkiputkitukset päätetään sillan päissä kaivoille, joiden halkaisija on vähintään 400 mm.

Valaisemattomien maanteiden silloissa varaudutaan mahdollisesti myöhemmin rakennettavaan tievalaistukseen kaapelinsuojaputkituksilla, reunapalkkien pylväskiinnikkeillä ja sillan alapuolisilla koloilla sillanalausvalaisimille. Varauksien tarve ja sijoitukset päätetään aina hankekohtaisesti yhdessä tilaajan kanssa. Alle 40 m siltoihin ei yleensä tarvita reunapalkkien pylväskiinnikkeitä. Kapeisiin siltoihin ei yleensä tarvita sillanalausvalaisimia.

Olemassa olevissa silloissa kaapelireittien sijoitusratkaisujen osalta noudatetaan Väyläviraston *SILKO*-ohjetta *Kaapeleiden sijoittaminen siltaan*. Maakaapelit asennetaan ensisijaisesti sillassa valmiina oleviin suojaputkiin tai kaapelihyllyihin. Kaa-

pelihyllyasennuksissa kaapelinsuojaputkien vaatimukset ovat samat kuin uppo-asennuksissa. Jos maakaapelit joudutaan asentamaan pintavetoina, ryhmä- ja valaisinjohdot asennetaan metalliseen (alumiini, kuumasinkitty tai ruostumaton teräs) kaapelinsuojaputkeen. Ryhmäjohtoon suojaputken ulkohalkaisijan on oltava vähintään 50 mm ja valaisinjohdon suojaputken ulkohalkaisijan on oltava vähintään 25 mm. Alumiiniputken tulee olla galvaanisesti irti betonista ja putken asennus voidaan toteuttaa esim. käyttämällä eristettyjä putkikiinnikkeitä.

Sillanalusvalaisimet ja kaapelinsuojaputket eivät saa pienentää sillan tai alikulun alikulkukorkeutta alittavan väylän kohdalla niin, että alikulkukorkeusvaatimus ei täyty. Sillanalusvalaisimet ja kaapelinsuojaputket eivät saa estää sillan kunnossapitoa.

Kunnossapitosyistä sillanalusvalaisimet on sijoitettava tiepoikkileikkauksessa ensisijaisesti pilareiden väliin, eikä tien päälle.

Jos sillanalusvalaistuksen syöttö otetaan valaisinpylväältä, ryhmäjohtona pylväältä jakorasiolle tai alakeskukselle käytetään kaapelityyppiä MCMK. Valaisinpylväs varustetaan sulakkeella sillanalusvalaistuksia varten. Myös sillanalusvalaisimien valaisinjohdona käytetään kaikissa tapauksissa kaapelityyppiä MCMK.

Pinta-asennettavien jakorasioiden kotelointiluokan on oltava IP66. Jakorasioiden tulee olla tehty silumiinista ja niiden tulee olla varustettu holkkiläpivienneillä (tiivistys ja vedonpoisto).

Risteyssillan valaistuksen rakentamissuunnitelman mallisuunnitelmat on esitetty liitteessä 4.

6.10 Linja-autopysäkkien katosvalaistukset ja muut sähkölaitteet

Muiden kuin valtion omistamia sähkölaitteita ei syötetä tievalaistusverkosta. Jos valtion omistamalle sähkölaitteelle tarvitaan jatkuva sähkö, laitteen sähkönsyötöstä on sovittava tilaajan kanssa hankekohtaisesti.

Linja-autopysäkin katokseen integroidun valaistuksen käyttöä on ohjeistettu kohdassa 3.3.2.5.

Jos linja-autopysäkin katos tai muu valaisimia sisältävä ja kosketeltavissa oleva laite syötetään tievalaistusverkosta, otetaan syöttö lähimmältä valaisinpylväältä. Maakaapelityyppi on ensisijaisesti MCMK. Pylväs varustetaan sulakkeella ja sähkölaitteeseen asennetaan 30mA vikavirtasuojakytkin.

Kaikki valaistuslaitteiden ulkopuolella sijaitsevat pistorasiat on suojattava lisäsuojauksena toimivalla mitoitusvirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla.

Tilaajalla on olemassa malli hulevesipumppaamoiden sähkölaitteiden työkohtaisista laatuvaatimuksista, jonka saa tilaajalta pyydettäessä.

7 Kustannukset

7.1 Taloudellisuustarkastelujen tarve

Tienpidon eri vaiheissa tarvitaan kustannustietoja tievalaistuksen rakentamisesta käytöstä ja hoidosta:

- tievalaistuksen kannattavuutta ja tarpeellisuutta arvioitaessa
- hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittelyssä
- toteuttamishankkeen laatimisessa
- valaistusratkaisujen, valaistustyyppien ja valaistuslaitteiden vertailussa
- tiesuunnitelman valaistustiedoissa
- kustannusarvioissa
- tavoitebudjetissa.

Tievalaistuksen kannattavuustarkastelua on käsitelty kohdassa 2.1.4 ja tievalaistuksen tarpeellisuutta kohdassa 2.2. Yksittäisen tievalaistushankkeen tarpeellisuuden arvioinnissa kustannukset lasketaan yleensä keskimääräisten kilometrihintojen perusteella.

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelmaan ja tien yleissuunnitelman valaistustietoihin mahdollisesti sisältyvät kustannusarviot ovat yleensä alustavia kilometrihintoja. Hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittelyssä ja toteuttamishankkeen laatimisessa kustannukset lasketaan yleensä seurannasta saatujen keskimääräisten kilometrihintojen avulla.

Valaistusratkaisujen, valaistustyyppien ja valaistuslaitteiden vertailua on käsitelty kohdissa 4.1, 4.2.5 sekä 7.2...7.5. Tiesuunnitelman valaistustiedoissa tievalaistuksesta esitetään käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvot. Lisätietoa on annettu kohdassa 8.4. Tievalaistuksen rakentamissuunnitelmassa laaditaan aina kustannusarvio tilaajan käyttöön valaistuslaitteiden ja työn yksikköhintojen avulla.

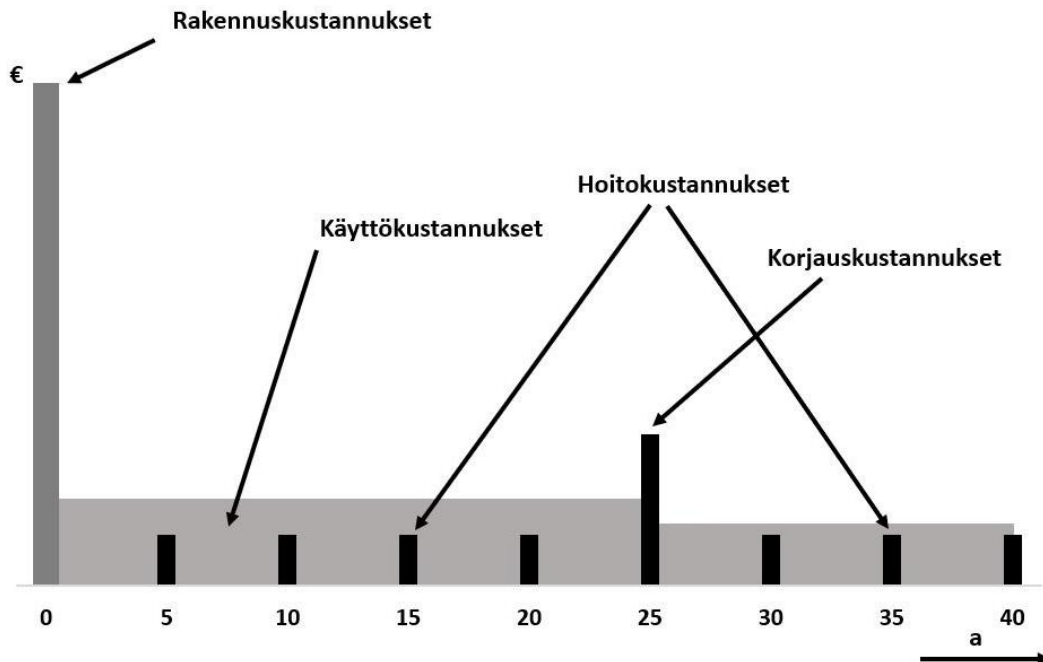
Rakennushankkeen toimintasuunnitelmaan sisältyvä tavoitebudjetti perustuu viimeistelyyn määräluetteloon sekä mahdollisimman ajantasaisiin hankintahintoihin.

Tievalaistuskustannuksista yli puolet syntyy vasta käytön aikana. Tulevista kustannuksista merkittävä osa sidotaan kuitenkin jo aikaisissa suunnitteluvaiheissa, kehittämis-, yleis- ja tiesuunnitelmassa. Rakentamissuunnitelmavaiheessa voidaan myöhemmin syntyviin tievalaistuksen kustannuksiin vaikuttaa enää vain rajallisesti.

Kuvassa 22 on esimerkki ledivalaisimilla toteutetun tievalaistuksen elinkaaren aikana syntyvistä rakennus-, käyttö- ja kunnossapitokustannuksista. Kunnossapitokustannukset jakautuvat hoito- ja korjauskustannuksiin. Tässä ohjeessa korjauskustannuksia ei oteta huomioon, koska taloudellisuustarkasteluissa käytetty tarkasteluajanjakso 25 vuotta ei pidä sisällään valaisinvaihtoja, eikä muita järjestelmän elinikää pidentäviä korjausinvestointeja.

Ledivalaisimien osalta kunnossapitokustannukset määräytyvät valaisimien puhdistuskustannuksista (hoitokustannukset) sekä ledivalaisimien tai ledimoduulien ja lii-

täntälaitteiden ryhmävaihdosta (korjauskustannukset), kun hyötyelinikä on saavutettu. Lisäksi ledivalaistuksen osalta täytyy ottaa huomioon takuun ulkopuolella olevat tarvittavat yksittäisvaihdot valaisimien vioittuessa.



Kuva 22. Esimerkki ledivalaisimilla toteutetun tievalaistuksen rahavirroista. Vuosittaisia yksittäisvaihtoja ei ole otettu huomioon. Valaisimet puhdistetaan viiden vuoden välein. Ledivalaisimet vaihdetaan ryhmävaihtona 25 vuoden päästä.

Tämän ohjeen kohdissa 7.2...7.5 esitetyt hinnat ovat seurannasta saatuja keskimääräisiä kustannusarviohintoja.

7.2 Rakennuskustannukset

7.2.1 Pituusyksikön rakennuskustannukset

Yleensä tievalaistuksen rakennuskustannusten tarkastelussa pituusyksikkönä käytetään kilometriä. Tievalaistuksen rakennuskustannukset kilometriä kohti lasketaan kaavalla 2.

$$K_r = \frac{m \cdot H_{pj} + n \cdot H_v + S \cdot H_{sv}}{S} \cdot 1000 \quad (2)$$

jossa

K_r	on rakennuskustannukset (€/km)
m	on valaisinpylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa (kpl)
H_{pj}	on valaisinpylvään ja jalustan hinta sisältäen asennustyöt sekä mahdollisen ympärystäytön (€/kpl)
n	on valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa (kpl)
H_v	on valaisimen hinta sisältäen valaisinjohtoon sekä asennus- ja kytkentätyöt (€/kpl)
S	on pylväsväli (m)
H_{sv}	on tievalaistuksen sähköverkon perushinta (€/m).

Tievalaistuksen sähköverkon perushinta pitää sisällään kaikki tievalaistuksen sähköverkon laitteet ja työt, joita tarvitaan valaisimien suunniteltua toimintaa varten pois lukien valaisinjohto. Näitä ovat mm. maakaapelit ja ilmajohdot, maadoitukset, tievalaistuskeskukset, liittymisjohdot, kaikki kytkentätyöt ja -kalusteet sekä maa-rakennustyöt. Hankkeelle perushinta voidaan laskea jakamalla kaikkien sähköverkon laitteiden ja töiden yhteiskustannukset sähköverkon kokonaispituudella. Sähköverkon pituutena voidaan käyttää kaapelikaivannon tai ilmajohdon kokonaispituutta. Yleensä tievalaistuksen sähköverkon perushintana käytetään seurannasta saatuja keskimääräisiä metrihintoja, esim. maakaapeli, kaksi- ja yksiajorataiset tiet: 25 €/m, maakaapeli, jalankulku- ja pyörätiet: 20 €/m sekä ilmajohto: 8 €/m.

7.2.2 Alueen rakennuskustannukset

Aluevalaistuksen rakennuskustannukset lasketaan kaavalla 3.

$$K_R = M \cdot H_{pj} + N \cdot H_v + L \cdot H_{sv} \quad (3)$$

jossa

K_R	on rakennuskustannukset (€/tarkasteltava alue)
M	on valaisinpylväiden lukumäärä (kpl)
H_{pj}	on valaisinpylvään ja jalustan hinta sisältäen asennustyöt sekä mahdollisen ympäristäytön (€/kpl)
N	on valaisimien lukumäärä (kpl)
H_v	on valaisimen hinta sisältäen valaisinjohdon sekä asennus- ja kytkentätyöt (€/kpl)
L	on sähköverkon pituus (m)
H_{sv}	on tievalaistuksen sähköverkon perushinta (€/m).

Tievalaistuksen sähköverkon perushinnan ja pituuden määritelmät on esitetty kohdassa 7.2.1.

7.3 Käyttö- ja hoitokustannukset

7.3.1 Pituusyksikön käyttö- ja hoitokustannukset

Yleensä tievalaistuksen käyttö- ja hoitokustannusten tarkastelussa pituusyksikkönä käytetään kilometriä.

Ensimmäisen vuoden käyttö- ja hoitokustannukset K_{kh1} kilometriä kohti lasketaan kaavalla 4.

$$K_{kh1} = (K_{k1} + K_{h1}) \quad (4)$$

jossa

K_{kh1}	on ensimmäisen vuoden käyttö- ja hoitokustannukset (€/km)
K_{k1}	on ensimmäisen vuoden käyttökustannukset (€/km)
K_{h1}	on ensimmäisen vuoden hoitokustannukset (€/km)

Ensimmäisen vuoden käyttökustannukset K_{k1} kilometriä kohti lasketaan kaavalla (5).

$$K_{k1} = \frac{t_1 \cdot n \cdot P_i \cdot H_e}{S} \cdot 1000 \quad (5)$$

jossa

K_{k1}	on ensimmäisen vuoden käyttökustannukset (€/km)
t_1	on vuotuinen polttoaika (h)
n	on valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa (kpl)
P_i	on valaisimen ottoteho (kW)
H_e	on sähkön kokonaishinta (€/kWh)
S	on pylväsväli (m).

Tievalaistuksen vuotuinen polttoaika t_1 on riippuvainen kohteen sijainnista. Yleensä voidaan käyttää taulukon 31 mukaisia arvoja maakunnittain. Taulukossa 31 on esitetty myös liitteen 1 himmennystaulukon eri portaiden vuotuiset polttoajat.

Taulukko 31. Tievalaistuksen vuotuiset kokonaispolttoajat ja ennakoon ohjelmoidun himmennuksen vuotuiset polttoajat maakunnittain. MV = mitoittava valaistusluokka (100 %), 1P = 1. porras (60 %), 2P = 2. porras (40 %).

Alue	Vuotuinen polttoaika h	Himmennyksen polttoaika h
Etelä-Karjala, Itä-Uusimaa, Kymenlaakso, Kanta-Häme, Länsi-Uusimaa, Pirkanmaa, Päijät-Häme, Varsinais-Suomi	3 900	MV = 890 1P = 760 2P = 2 250
Etelä-Savo, Keski-Suomi, Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo, Satakunta	3 800	MV = 1 100 1P = 700 2P = 2 000
Etelä-Pohjanmaa, Kainuu, Lappi, Pohjois-Pohjanmaa	3 600 ^a	MV = 1 180 1P = 660 2P = 1 760

a) Alueilla on käytössä kesäsammutukset.

Ledivalaisimien himmennys ja vakiovalovirtaohjaus suositellaan otettavaksi huomioon käyttökustannuksia laskettaessa.

Sähkön kokonaishintana voi laskelmissa käyttää oletusarvoa $H_e=0,20$ €/kWh.

Ensimmäisen vuoden hoitokustannukset K_{h1} kilometriä kohti lasketaan kaavalla (6).

$$K_{h1} = \frac{\frac{n \cdot H_{rv}}{t_2} + q \cdot n \cdot H_{yv} + m \cdot C}{S} \cdot 1000 \quad (6)$$

jossa

K_{h1}	on ensimmäisen vuoden hoitokustannukset (€/km)
n	on valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa (kpl)
H_{rv}	on ledivalaisimen puhdistuksen perushinta (€/kpl)
t_2	on puhdistusväli (a)
q	on yksittäisvaihtojen suhteellinen määrä vuosittain (%)
H_{yv}	on ledivalaisimen yksittäisvaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl)

m	on valaisinpylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa (kpl)
C	on valaisinpylvään kunnossapidon perushinta (€/kpl)
S	on pylväsväli (m).

Ledivalaisimen puhdistuksen kustannusarviohinta H_{rv} on 10 €/kpl. Ledivalaisimen puhdistusväli on yleensä sama kuin suurpainenaatriumlampun ryhmävaihtoväli eli $t_2 = 5$ a. Ledivalaisimien yksittäisvaihtojen suhteellinen määrä vuosittain on keskimäärin $q = 0,4$ % ottaen huomioon, että hankkeissa ensimmäisenä viitenä vuotena ledivalaisimille on yleensä voimassa vaihtotakuu ja että valaisimien vioittuminen lisääntyy valaisimien elinkaaren loppupuolella. Laskentojen helpottamiseksi ledivalaisimen yksittäisvaihdon perushintana voi pitää ledivalaisimen hintaa sisältäen valaisinjohtoon sekä asennus- ja kytkentätyöt $H_{yv} = H_v$.

Valaisinpylvään kunnossapidon perushinta C on 40 €/kpl. Ilmajohtoasennuksessa valaisinpylvään kunnossapidon perushinta on 50 €/kpl eli 25 % suurempi kuin maakaapeliasennuksen perushinta puiden karsimistarpeiden takia.

7.3.2 Alueen käyttö- ja hoitokustannukset

Aluevalaistuksen ensimmäisen vuoden käyttö- ja hoitokustannukset K_{KH1} lasketaan kaavalla 7.

$$K_{KH1} = (K_{K1} + K_{H1}) \quad (7)$$

jossa

K_{KH1}	on ensimmäisen vuoden käyttö- ja hoitokustannukset (€)
K_{K1}	on ensimmäisen vuoden käyttökustannukset (€)
K_{H1}	on ensimmäisen vuoden hoitokustannukset (€)

Aluevalaistuksen ensimmäisen vuoden käyttökustannukset K_{K1} lasketaan kaavalla (8).

$$K_{K1} = t_1 \cdot N \cdot P_i \cdot H_e \quad (8)$$

jossa

K_{K1}	on ensimmäisen vuoden käyttökustannukset (€)
t_1	on vuotuinen polttoaika (h)
N	on valaisimien lukumäärä (kpl)
P_i	on valaisimen ottoteho (kW)
H_e	on sähkön kokonaishinta (€/kWh).

Tievalaistuksen vuotuista polttoaikaa t_1 ja sähkön kokonaishintaa H_e on käsitelty kohdassa 7.3.1.

Ledivalaisimien himmennys ja vakiovalovirtaohjaus suositellaan otettavaksi huomioon käyttökustannuksia laskettaessa.

Aluevalaistuksen ensimmäisen vuoden hoitokustannukset K_{H1} lasketaan kaavalla (9).

$$K_{H1} = \frac{N \cdot H_{rv}}{t_2} + q \cdot N \cdot H_{yv} + M \cdot C \quad (9)$$

jossa

K_{H1}	on ensimmäisen vuoden hoitokustannukset (€)
N	on valaisimien lukumäärä (kpl)
H_v	on ledivalaisimen puhdistuksen perushinta (€/kpl)
t_2	on puhdistusväli (a)
q	on yksittäisvaihtojen suhteellinen määrä vuosittain (%)
H_{yv}	on ledivalaisimen yksittäisvaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl)
M	on valaisinpylväiden lukumäärä (kpl)
C	on valaisinpylvään kunnossapidon perushinta (€/kpl)

Kunnossapidon seurannasta saatuja keskimääräisiä arvoja on esitetty kohdassa 7.3.1.

7.3.3 Käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvo

Käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvo eli laskennalliset käyttö- ja hoitokustannukset K_{kh} (€/km) kilometriä kohti määritellään kaavalla (10).

$$K_{kh} = (K_k + K_h) \quad (10)$$

jossa

K_{kh}	on käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvo 25 vuodelta (€/km)
K_k	on käyttökustannusten nykyarvo 25 vuodelta (€/km)
K_h	on hoitokustannusten nykyarvo 25 vuodelta (€/km).

Käyttökustannusten nykyarvo K_k määritellään kaavalla (11).

$$K_k = \sum_{t=0}^{24} \left(\frac{1 + \beta_k}{1 + p} \right)^{t_t} \cdot K_{k1} \quad (11)$$

jossa

K_k	on käyttökustannusten nykyarvo 25 vuodelta (€/km)
β_k	on käyttökustannusten vuotuinen kasvu, yleensä 4 %
p	on hallinnollisesti määrätty laskentakorko, yleensä 4 %
t_t	on tarkasteluajanjakson pituus vuosissa, tässä ohjeessa 25 vuotta
K_{k1}	on ensimmäisen vuoden käyttökustannukset (€/km).

Hoitokustannusten nykyarvo K_h määritellään kaavalla (12).

$$K_h = \sum_{t=0}^{24} \left(\frac{1 + \beta_h}{1 + p} \right)^{t_t} \cdot K_{h1} \quad (12)$$

jossa

K_h	on hoitokustannusten nykyarvo 25 vuodelta (€/km)
β_h	on hoitokustannusten vuotuinen kasvu, yleensä 3 %
p	on hallinnollisesti määrätty laskentakorko, yleensä 4 %
t_t	on tarkasteluajanjakson pituus vuosissa, tässä ohjeessa 25 vuotta

K_{h1} on ensimmäisen vuoden hoitokustannukset (€/km).

Ensimmäisen vuoden käyttö- ja hoitokustannukset kilometriä kohti lasketaan kaavoilla 5 ja 6.

Tarkasteluajanjakson pituudeksi on tässä ohjeessa valittu 25 vuotta, koska Väyläviraston ohjeessa *Lediväläisimien laatuvaatimukset* tieväläisimien hyötyeliniän vähimmäisvaatimus on 100 000 tuntia.

Käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvo eli laskennalliset käyttö- ja hoitokustannukset K_{KH} (€) aluetta kohti määritellään vastaavasti kaavoja 10, 11 ja 12 käyttäen.

7.4 Nykyarvomenetelmä

Tievalaistushankkeen laskenta-ajan (yleensä 25 vuotta) eri vuosina erääntyvät kustannukset: rakennuskustannukset, niiden korot, laskennallinen jäännösarvo sekä käyttö- ja hoitokustannukset on saatava keskenään vertailukelpoisiksi. Edellä mainitusta syystä kustannukset ja hyödyt diskontataan hallinnollisesti määrättyllä laskentakorolla (yleensä 4 %) perusvuoteen (tavallisesti hankkeen käyttöönotto-vuosi).

Tievalaistuksen rakennusaika on yleensä niin lyhyt, että yksikköhinnat eivät muutu eikä korkokustannuksia tule. Tällöin elinkaarikustannusten nykyarvo kilometriä kohti voidaan laskea kaavalla (13).

$$E_k = K_r + K_{kh} + \frac{1}{(1+p)^{t_t}} \cdot J \quad (13)$$

jossa

E_k	on elinkaarikustannusten nykyarvo 25 vuodelta (€/km)
K_r	on rakennuskustannukset (€/km)
K_{kh}	on käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvo 25 vuodelta (€/km)
p	on hallinnollisesti määrätty laskentakorko, yleensä 4 %
t_t	on tarkasteluajanjakson pituus vuosissa, tässä ohjeessa 25 vuotta
J	on laskennallinen jäännösarvo (€/km).

Laskennallinen jäännösarvo on 30 % rakennuskustannuksista K_r .

Elinkaarikustannusten nykyarvo E_k (€) aluetta kohti määritellään vastaavasti kaavaa 13 käyttäen.

7.5 Esimerkki taloudellisuustarkastelusta

Tässä luvussa kuvan 4 mukaiselle tievalaistusasennukselle ($H_A=15$ m) on tehty lukujen 7.2...7.4 mukaiset taloudellisuustarkastelut.

Kohde: Nelikaistainen keskialueellinen moottoritie, Länsi-Uusimaa

- ajoratojen väli 9,0 m, kaksirivinen, varreton keskiasennus
- metallipylväs-maakaapelasennus
- valaistusluokka M3a

- asennuskorkeus 15 m
- pylväsväli 75 m
- valaisimen keskimääräinen teho vakiovalovirtaohjauksella 170 W
- ennakkoon ohjelmoitu himmennys liitteen 1 mukaisesti.

Ledivalaistus, 170 W	
– $m = 1$ kpl – $H_{pj} = 1\,400$ €/kpl – $n = 2$ kpl – $H_v = 350$ €/kpl – $S = 75$ m – $H_{sv} = 25$ €/m – $t_1 = 3\,900$ h – $P_1 = 0,17$ kW (100 %), 0,102 kW (60 %), 0,068 kW (40 %) – $H_e = 0,20$ €/kWh – $H_{rv} = 10$ €/kpl – $t_2 = 5$ a – $q = 0,004$ – $H_{vv} = 350$ €/kpl – $C = 40$ €/pylväs – $\beta_k = 4$ % – $p = 4$ % – $t_t = 25$ a – $\beta_n = 3$ %	
Rakennuskustannukset	
$K_r = \frac{1 \cdot 1\,400 + 2 \cdot 350 + 75 \cdot 25}{75} \cdot 1\,000 = 53\,000 \text{ €/km}$	
Ensimmäisen vuoden käyttökustannukset	
$K_{k1} = \frac{2 \cdot (890 \cdot 0,17 + 760 \cdot 0,102 + 2\,250 \cdot 0,068) \cdot 0,20}{75} \cdot 1\,000 = 2\,036 \text{ €/km}$	
Ensimmäisen vuoden hoitokustannukset	
$K_{h1} = \frac{\frac{2 \cdot 10}{5} + 0,004 \cdot 2 \cdot 350 + 1 \cdot 40}{75} \cdot 1\,000 = 624 \text{ €/km}$	
Ensimmäisen vuoden käyttö- ja hoitokustannukset	
$K_{kh1} = (2\,036 + 624) = 2\,660 \text{ €/km}$	

Käyttökustannusten nykyarvo
$K_k = 25 \cdot 2\,036 = 50\,909 \text{ €/km}$
Hoitokustannusten nykyarvo
$K_h = 22,3 \cdot 624 = 13\,926 \text{ €/km}$
Käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvo
$K_{kh} = 50\,909 + 13\,926 = 64\,835 \text{ €/km}$
Elinkaarikustannusten nykyarvo
$E_k = 53\,000 + 64\,835 + \frac{1}{(1+0,04)^{25}} \cdot 0,3 \cdot 53\,000 = 123\,800 \text{ €/km}$

8 Valaistussuunnitelmat

8.1 Eriasteiset valaistussuunnitelmat

Maanteiden tievalaistuksen toteuttamisessa on neljä tavoitteiltaan ja tarkkuudeltaan erilaista suunnitelmaa:

- tievalaistuksen kehittämissuunnitelma
- tien yleissuunnitelman valaistustiedot
- tiesuunnitelman valaistustiedot
- tievalaistuksen rakentamissuunnitelma.

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelma sisältää yleensä ELY-keskuksen tai maakunnan tievalaistuksen kehittämisen ja parantamisen perusteet. Tievalaistuksen kehittämissuunnitelma voidaan laatia myös kunnan alueelle laadittavan katuvalaistuksen kehittämissuunnitelman yhteydessä.

Tien yleissuunnitelma on maantielakiin ja -asetukseen perustuva lakisääteinen suunnitelma, jossa määritetään tien likimääräinen sijainti, kytkennät nykyiseen sekä tulevaan maankäyttöön, liikenne- ja tietekniset perusratkaisut, hankkeen vaikutukset jne. Tievalaistus kuuluu myös yhtenä osana koko tien yleissuunnitelmaan.

Tiesuunnitelma on maantielakiin ja -asetukseen perustuva lakisääteinen suunnitelma, jossa määritellään tien tarkka sijainti, tien eri osat, tietä varten tarvittava alue, tien varusteet jne. Tiesuunnitelman valaistustiedoilla varmistetaan tievalaistuksen toteuttamismahdollisuus ja vuorovaikutus muihin rakenteisiin.

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelma on tien tievalaistuksen rakentamista varten laadittava suunnitelma, jossa määritellään hankkeessa rakennettavat tievalaistukset yksityiskohtaisesti ja yksiselitteisesti. Tievalaistuksen rakentamissuunnitelman perusteella tievalaistus toteutetaan.

8.2 Tievalaistuksen kehittämissuunnitelma

8.2.1 Tarkoitus

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelma voi liittyä erilaisiin seudullisiin parantamissuunnitelmiin esim. seudulliseen jalankulun ja pyöräilyn olosuhteiden parantamissuunnitelmaan tai se voi olla oma erillinen suunnitelmansa.

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelma esittää ELY-keskuksen, maakunnan tai jonkun tietyn pienemmän alueen tievalaistuksen pitkän aikavälin tavoitteet. Yhtenäisten tavoitteiden avulla pyritään varmistamaan yhdenmukaiset tievalaistusratkaisut koko alueelle.

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelma palvelee ELY-keskusta ja Väylävirastoa alueen tievalaistuksen strategiana, jolla tievalaistuksen teknillistä ja taloudellista kehitystä ohjataan. Tievalaistuksen kehittämissuunnitelma toimii valaistustoimenpiteiden ohjelmoinnin ja päätöksenteon välineenä sekä myöhempien suunnitelmien lähtökohtana, perusteina ja ohjauskeinona.

8.2.2 Lähtötiedot

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelman tärkeimpänä lähtötietona toimii Väyläviraston tievalaistuksen omaisuudenhallintajärjestelmä, josta saa nykyisen tievalaistusverkon ominaisuus- ja sijaintitiedot. Tietokannan tietojen avulla on mahdollista suunnitella kehittämissuunnitelman toimenpideluokkia ja niiden aikatauluja sekä arvioida toimenpideluokkien kustannuksia. Tunnuksat tievalaistuksen omaisuudenhallintajärjestelmään ovat saatavilla tilaajalta.

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelman yhtenä tärkeänä tehtävänä on verrata alueen valaisinpylväiden ikää kohdan 2.4 arvoihin ja arvioida alueen valaistuksen uudelleenrakentamistarpeita. Alueen puupylväille, joiden jäljellä oleva elinikä on alle 10 vuotta, suositellaan tehtäväksi lahotutkimukset. Tutkimus on aiheellinen myös silloin, kun suunnitellaan valaisinvaihtoja tai nykyisen tievalaistuksen jatkoksi suunnitellaan uutta valaistusta, ja maakosketukseen asennettujen puupylväiden jäljellä oleva elinikä on suurempi kuin 10 vuotta.

Myös eliniän päässä oleville metallipylväille on tarpeen tehdä tarkastuksia. Parasta tietoa metallipylväiden kunnosta saadaan ajoneuvojen törmäyksen yhteydessä jalustasta irrotetuista pylväistä.

8.2.3 Sisältö

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelman sisältö on hyvin riippuvainen siitä, liittyykö suunnitelma johonkin seudulliseen parantamissuunnitelmaan vai tehdäänkö se omana erillisenä suunnitelmana. Erillisen tievalaistuksen kehittämissuunnitelman tyypillisiä asiakirjoja ovat raportti ja seuraavat kartat:

- tievalaistuksien omistajat
- tievalaistuksien nykytila (valolaji, rakennus- tai parannusvuodet, pylväiden törmäysturvallisuus ja kunto)
- valaistusluokat
- tievalaistuksen parantamisen toimenpideluokat, joita voivat olla mm.
 - valaisinvaihdot
 - uudelleenrakentaminen, kun pylväät ovat elinkaarensa päässä
 - purkaminen, kun pylväät ovat elinkaarensa päässä
 - uuden valaistuksen rakentaminen, kun tehdään jalankulku- ja pyörätie
 - uuden valaistuksen rakentaminen muusta syystä.

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelman yhtenä osana voidaan laatia tievalaistuksen toteuttamisohjelma, jossa on esitetty uudet, parannettavat ja purettavat tievalaistukset toimenpideluokittain. Toteuttamisohjelmalle laaditaan alustava kustannusarvio ja toimenpiteet aikataulutetaan karkeasti.

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelman yhtenä esimerkkinä on julkaisu *Tievalaistuksen tarveselvitys ja toimintalinjat: Pohjois-Pohjanmaa ja Kainuu*.

<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-554-2>

8.2.4 Käsittely ja hyväksyminen

ELY-keskus laatii tievalaistuksen kehittämissuunnitelman, jos se on tehty koskemaan pelkästään maanteita. Jos tievalaistuksen kehittämissuunnitelma laaditaan kunnan alueelle laadittavan katuvalaistuksen kehittämissuunnitelman yhteydessä, ELY-keskus vastaa kehittämissuunnitelmasta maanteiden osalta ja kunta katujen osalta.

8.2.5 Seuranta

Tievalaistuksen kehittämissuunnitelmassa esitetyt tievalaistuksen tavoitteet ja toimintalinjat tulee päivittää säännöllisesti valaistustekniikan, maankäytön sekä tieverkon muuttuessa. Suositeltava päivitysväli on 5...10 vuotta.

8.3 Tien yleissuunnitelman valaistustiedot

8.3.1 Tarkoitus

Tien yleissuunnitelmassa määritellään tien likimääräinen paikka ja tilantarve, toiminnalliset ratkaisut sekä suhde ympäröivään maankäyttöön. Yleissuunnitelma mahdollistaa maantien pitkäjänteisen kehittämisen ja rakentamisen vaiheittain sekä palvelee aikatauluttamista ja jatkosuunnittelua.

Tien yleissuunnitelmaan sisällytettävillä valaistustiedoilla määritellään tievalaistuksen tarve ja varmistetaan tievalaistuksen toteuttamismahdollisuus.

8.3.2 Lähtötiedot

Lähtötiedot ovat vastaavat kuin kohdassa 8.2.2.

8.3.3 Laatiminen

Tien yleissuunnitelman laatimista ja käsittelyä ohjaavat maantielaki ja -asetus. Tien yleissuunnitelman toimintaohjeet ja yleissuunnitelman laatimiseen sisältyvät tehtävät on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Yleissuunnittelu. Toimintaohjeet*.

Jos suunnittelualueesta on laadittu tievalaistuksen kehittämissuunnitelma, sitä käytetään sellaisenaan tai tarkistettuna tien yleissuunnitelman valaistustietojen määrittelyssä.

Tien yleissuunnitelman valaistustietojen päätehtävät ovat:

- valaistavien kohteiden määrittely
- nykyisen valaistuksen hyödyntämisperiaatteiden määrittely
- ratkaisujen toteuttamiskelpoisuuden varmistaminen (kustannusarvio)
- tievalaistuksen ympäristövaikutusten arviointi (mm. onko kohteessa sel-laista arkaa luontoa, johon valaistus ei sovellu).

8.3.4 Sisältö

Tien yleissuunnitelman sisältö ja esitystapa ovat Väyläviraston ohjeen *Yleissuunnittelu. Sisältö ja esitystapa* mukaisia.

Tien yleissuunnitelmaan sisältyvissä valaistustiedoissa esitetään:

- valaistavat ja valaisemattomat väylät ja alueet
- uudet, nykyiset ja parannettavat tievalaistukset.

Lisäksi tievalaistuksesta laaditaan oma luku tien yleissuunnitelmaselostukseen. Kustannusarvio liitetään koko hankkeen kustannusarvioon.

8.3.5 Käsittely ja hyväksyminen

Tien yleissuunnitelman laatii ELY-keskus tai Väylävirasto ja hyväksyy Traficom.

Tien yleissuunnitelman valaistustiedot eli tievalaistuksen yleiskartta, suunnitelmaselostusteksti sekä tievalaistuksen kustannusarvio toimitetaan tarkastettavaksi ELY-keskuksen tievalaistuksen asiantuntijalle. Valaistustiedot eivät ole sitovia, vaan niillä on ainoastaan jatkosuunnittelua ohjaava vaikutus.

8.4 Tiesuunnitelman valaistustiedot

8.4.1 Tarkoitus

Tiesuunnitelmavaiheessa määritetään tien tarkka sijainti, tietä varten tarvittavat alueet, liittymät sekä muut tiejärjestelyt, jalankulku- ja pyöräliikenteen ja joukko-liikenteen järjestelyt sekä tien varusteet, esim. tievalaistus. Tiesuunnitelmassa ratkaistaan maanomistajiin ja muihin asianosaisiin välittömästi vaikuttavat tekijät, joiden vuorovaikutus painottuu heidän kanssaan sovittaviin asioihin.

Tiesuunnitelmaan sisällytettävillä valaistustiedoilla määritellään tievalaistuksen tarve ja laatu sekä varmistetaan tievalaistuksen vuorovaikutus muihin rakenteisiin ja ympäristöön.

Tilaaja asettaa tiesuunnitelman valaistustiedot lähtökohdaksi ja tavoitteiksi:

- kokonaisurakkaa (KU) varten laadittavalle tievalaistuksen rakentamissuunnitelmalle
- suunnittelua sisältävien urakkamuotojen (kuten ST) tuotevaatimuksille.

8.4.2 Suunnitteluperusteet-asiakirja

Tien yleissuunnitelman laatimisen yhteydessä tai tiesuunnitelmavaiheen hankinnan valmisteluvaiheessa laaditaan suunnitteluperusteet, joiden tarkoituksena on ohjata tiesuunnitelman laatimista. Suunnitteluperusteet-asiakirja laaditaan yleensä vain merkittäville tiehankkeille. Suunnitteluperusteet-asiakirjassa määritellään valaistuksen osalta valaistavat tieosuudet (uudet, nykyiset ja parannettavat tievalaistukset) sekä käytettävät pylväs- ja johtotyytit (metallipylväät ja maakaapeli tai puupylväät ja ilmajohto). Valaistusluokkien valinnat on parempi tehdä vasta tiesuunnitelmaa laadittaessa, jotta jalankulku- ja pyöräteiden valaistusluokat saadaan yhteensopiviksi pääväylien valaistusluokkien ja pylväsvälien kanssa.

Suunnitteluperusteiden yleiset periaatteet, sisältö ja esitystavat on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Väylähankkeiden suunnitteluperusteiden menettelykuvaus*.

Muut lähtötiedot ovat vastaavat kuin kohdassa 8.2.2.

8.4.3 Laatiminen

Tiesuunnitelman laatimista ja käsittelyä ohjaavat maantielaki ja -asetus. Tiesuunnitelman toimintaohjeet ja tiesuunnitelman laatimiseen sisältyvät tehtävät on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tiesuunnitelma – Toimintaohjeet*.

Jos suunnittelualueesta on laadittu tievalaistuksen kehittämissuunnitelma, tien yleissuunnitelma tai suunnitteluperiaatteet-asiakirja, niitä käytetään sellaisenaan tai tarkistettuna tiesuunnitelman valaistustietojen määrittelyssä.

Tiesuunnitelman valaistustietojen päätehtävät ovat:

- valaistavien kohteiden määrittely
- nykyisen valaistuksen hyödyntämisperiaatteiden määrittely
- tievalaistuksen laadun määrittely (mm. valaistusluokat, valolajit)
- vaihtoehtoisten ratkaisujen tutkiminen (mm. valaistustyytit)
- linjaosuuksien referenssiarvojen määrittäminen tievalaistuksen käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvoille
- valaistusratkaisujen yhteensovittaminen suunnittelualueen ulkopuolisten alueiden kanssa
- ratkaisujen toteuttamiskelpoisuuden varmistaminen (mm. kustannusarvio, vuorovaikutus muihin tierakenteisiin).

Rakennettavien teiden tievalaistuksen tarpeellisuus ja nykyisten teiden valaistus-tarve tarkistetaan kohdan 2 periaatteilla.

8.4.4 Sisältö

Tiesuunnitelman sisältö ja esitystapa ovat Väyläviraston ohjeen *Tiesuunnitelma-vaiheen asiakirjat – Sisältö ja esitystapa* mukaisia.

Tiesuunnitelmassa tievalaistusta koskevat tiedot esitetään tievalaistuksen yleiskartalla ja tiesuunnitelmaselostuksessa. Tievalaistuksen yleiskartta laaditaan yleensä mittakaavaan 1:10 000. Yleiskartalla esitetään vähintään:

- valaistavat ja valaisemattomat väylät ja alueet
 - uudet tievalaistukset
 - parannettavat tievalaistukset
 - nykyiset tievalaistukset
 - purettavat tievalaistukset
 - siirrettävät tievalaistukset
- valaistavat sillat ja alikulut
- erikoisvalaistuksien sijainnit (tarvittaessa)
- uudet ja nykyiset tievalaistuskeskukset sekä muuntajat
- valaistustyyppien tyyppipoikkileikkaukset
- valaistuksien omistajat.

Lisäksi yleiskartalla (suositus) tai tiesuunnitelmaselostuksessa esitetään taulukona valaistavien tieosuuksien:

- pituudet (esim. paalut)
- valaistusluokat
- valolajit (valonlähde, värilämpötila ja värintoistoindeksi)

- pylvään ja johdon tyypit (metallipylväs ja maakaapeli tai puupylväs ja il-majohto)
- valaistustyyppit (mm. yksirivinen reunasijoitus, keskiasennus)
- asennuskorkeudet tai niiden vaihteluvälit
- alustavat pylväsvälit kustannustarkasteluja varten
- linjaosuuksien laskennalliset käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvojen re-ferenssiarvot (ainakin sellaisille valaistusluokan ja poikkileikkauksen yhdis-telmille, joita esiintyy vähintään 2 km).

Valaisimien asennuskorkeudeksi sallitaan yksi arvo, jos halutaan sama korkeus kuin tien muilla osuuksilla tai kun lentoliikenne tai maisemalliset syyt rajoittavat asennuskorkeutta. Muissa tapauksissa asennuskorkeudelle annetaan vaihteluväli.

Tiesuunnitelmavaiheessa asennuskorkeudet ja alustavat pylväsvälit tarvitaan kus-tannusarvion ja laskennallisten käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvojen referens-siarvojen laatimiseksi.

Kohdassa 7 on ohjeistettu, miten laskennalliset käyttö- ja hoitokustannusten ny-kyarvojen referenssiarvot lasketaan linjaosuuksille. Kohdassa 7 on myös annettu seurannasta saadut keskimääräiset kustannusarviohinnat, joita tulee käyttää. Re-ferenssiarvon käyttö ohjaa toteuttajaa valitsemaan elinkaarikustannuksiltaan edul-lisimman tievalaistuksen. Referenssiarvoja ei tarvitse laskea lyhyille tieosuuksille esim. rampeille, liittymäalueille, pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueille, sillanalus-valaistuksille tai muille valaistusteknillisille mitoituksille, joita käytetään vain lyhy-ellä matkalla.

Pylväiden törmäysturvallisuutta koskevia tietoja ei esitetä tiesuunnitelman valais-tustiedoissa.

Tievalaistuksen kustannusarvio laaditaan ja liitetään koko tiesuunnitelman kustan-nusarvioon.

Väyläviraston ohjeen *Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat – Sisältö ja esitystapa* mal-lipiirustuksissa on esitetty esimerkki tiesuunnitelmaan kuuluvasta tievalaistuksen yleiskartasta.

8.4.5 Käsittely ja hyväksyminen

Tiesuunnitelman laatii ELY-keskus tai Väylävirasto ja hyväksyy Traficom.

Tiesuunnitelman tievalaistuksen yleiskartta, suunnitelmaselostusteksti, tievalais-tuksen kustannusarvio sekä valaistusteknilliset laskennat toimitetaan tarkastetta-vaksi ELY-keskuksen tievalaistuksen asiantuntijalle. Valaistusteknilliset laskennat toimitetaan, jotta ne voisivat toimia lähtötietoina seuraavissa suunnitelmavaiheissa laskennallisten käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvojen referenssiarvojen mää-rittämisessä.

Tiesuunnitelman valaistustiedot eivät ole sitovia tievalaistuksen teknisten ratkaisui-ten osalta, ja valintoja voidaan muuttaa tievalaistuksen rakentamissuunnitelmassa tai ST-urakkaa varten laadittavassa tiesuunnitelman täydennyssuunnitelmassa tai tuotevaatimuksessa.

8.5 Tievalaistuksen rakentamissuunnitelma

8.5.1 Tarkoitus

Tien rakentamissuunnitelma on maantien rakentamista varten laadittava asiakirja, jossa määritellään hankkeessa rakennettavat tiet ja rakenteet yksityiskohtaisesti ja yksiselitteisesti. Tievalaistuksen rakentamissuunnitelma on vastaavasti maantien tievalaistuksen rakentamista varten laadittava asiakirja, joka kuvaa tievalaistustyön lopputulosta ja toimii työsuunnittelun lähtöasiakirjana.

8.5.2 Suunnitteluperusteet-asiakirja

Tiesuunnitelman laatimisen yhteydessä tai rakentamissuunnitelmavaiheen hankinnan valmisteluvaiheessa laaditaan suunnitteluperusteet, joiden tarkoituksena on ohjata rakentamissuunnitelman laatimista. Suunnitteluperusteet-asiakirja laaditaan yleensä vain merkittävälle tiehankkeille.

Suunnitteluperusteet-asiakirjan sisältö määräytyy ensisijaisesti sen perusteella, sisältääkö urakkamuoto suunnittelua.

Kokonaisurakoissa (KU) suunnitteluperusteet-asiakirja ohjaa tilaajan rakentamissuunnitelman laatimista. Suunnittelua sisältävissä urakkamuodoissa (kuten ST) tilaaja laatii vähintään tiesuunnitelman ja täsmentää tuotevaatimuksia, koska toteuttaja laatii rakentamissuunnitelman. Joillekin tieosuuksille tilaaja voi laatia myös rakentamissuunnitelman.

Suunnitteluperusteiden yleiset periaatteet, sisältö ja esitystavat on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Väylähankkeiden suunnitteluperusteiden menettelykuvaus*.

Muita lähtötietoja on käsitelty kohdassa 8.5.3.

8.5.3 Laatiminen

Tien rakentamissuunnitelman toimintamallia on ohjeistettu Väyläviraston ohjeessa *Tien rakentamissuunnitelma – Toimintaohjeet*.

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelma laaditaan joko tien rakentamissuunnitelmaan kuuluvana tai erillisenä suunnitelmana. Erillinen tievalaistuksen rakentamissuunnitelma tarkoittaa hanketta, jossa rakennetaan uutta tai parannetaan nykyistä tievalaistusta.

Kaikissa tievalaistuksen rakentamissuunnitelmissa tulee käyttää liitteessä 2 esitettyjä piirustusmerkintöjä.

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelman laatiminen jakautuu neljään osavaiheeseen seuraavasti:

1. toimeksianto ja suunnittelun käynnistys
2. maastokäynti ja periaateratkaisut
3. suunnittelu ja yhteensovitus muihin rakenteisiin
4. käsittely ja hyväksyminen

Rakentamissuunnittelun neljäs osavaihe *Käsittely ja hyväksyminen* on esitetty kohdassa 8.5.4.

KU-urakoissa tievalaistuksen rakentamissuunnitelman laatii ELY-keskus tai Väylävirasto hankkeen laajuuden ja sisällön mukaan ja suunnittelua sisältävissä urakamuodoissa toteuttaja.

1. Toimeksianto ja suunnittelun käynnistys

Kokonaisurakat

Tilaaaja määrittelee suunnittelualueen, suunnittelualueen tievalaistukselle suoritettavat toimenpiteet, valaistusperiaatteet ja kohteen mahdolliset erityispiirteet. Tien rakentamissuunnitelmaan kuuluvassa valaistussuunnittelussa edellä mainitut asiat voivat olla esitetty hankkeen suunnitteluperusteissa tai aikaisemman vaiheen suunnitelmissa. Lisäksi tilaaja määrittää suunnittelutyön aikataulun.

Suunnittelun sisältävät urakat

Toimeksianto ja vaatimukset on esitetty tilaajan tuotevaatimuksissa.

OmaisuuDENhallintajärjestelmä

Nykyisen tievalaistuksen tiedot ovat saatavilla Väyläviraston omaisuudenhallintajärjestelmästä. Tilaajan tietokannan valaistuslaitteiden ominaisuus- ja sijaintitietoja voidaan pitää riittävän luotettavina, jos ne perustuvat kartoitusten pohjalta laadittuihin digitointeihin. Lisätiedot alueen tietokantatietojen luotettavuudesta sekä tunnukset tievalaistuksen omaisuudenhallintajärjestelmään ovat saatavilla tilaajalta.

2. Maastokäynti ja periaateratkaisut

Kokonaisurakat

Suunnittelija selvittää suunnittelukohteen ja sen raja-alueiden tievalaistuksen nykytilanteen maastokäynnillä. Maastokäynnin lähtötietoina toimivat lähtöaineisto ja omaisuudenhallintajärjestelmässä olevat valaistuslaitteiden sijainti- ja ominaisuustiedot. Maastokäynnin yhteydessä tehdään hankkeen riskikartoitus turvallisuusasiakirjaa varten.

Jos kyseessä on tien uudisrakentaminen, maastokäynti ei ole pakollinen. Jos kyseessä on tien parantaminen, maastokäynti on suositeltava. Jos kyseessä on pelkän tievalaistuksen parantaminen, maastokäynti on pakollinen, koska tällöin maastokäynnin tarkoituksena on määritellä nykyisen alueen tievalaistuksen parannustoimenpiteet.

A. Maastokäynti on erityisen tarpeen seuraavien asioiden selvittämiseksi:

- tilaajan omaisuudenhallintajärjestelmän tietokanta on puutteellinen, jolloin maastokäynti tarvitaan suunnittelualueen nykyisten tievalaistuksien määrien, sijaintien ja ominaisuustietojen selvittämiseksi
- nykyisten valaistuslaitteiden ikä ja kunto on varmistettava

- nykyinen tie on monin paikoin jyrkkäluiskainen ja nykyisiä poikkileikkauksia ei ole saatavilla, jolloin on varmistettava, että pylväät eivät tule ojan pohjaan
- nykyisellä tiellä on rinnakkainen jalankulku- ja pyörätie, pylväät on tarkoitettu uusiksi, eikä nykyisiä poikkileikkauksia ole saatavilla, jolloin on varmistettava, että pylväät mahtuvat välialueelle
- kun johtojen, putkien tai muiden maanalaisten rakenteiden sijainnit edellyttävät näyttöä paikan päällä
- uuden tievalaistuskeskuksen sijainnin määrittämiseksi.

B. Lisäksi maastokäynnillä voidaan tarkastella mm. seuraavia asioita:

- suunniteltavan tievalaistuksen liittyminen suunnittelualueen ulkopuoliseen nykyiseen tievalaistukseen
- suunnittelualueen pakkopisteet ja niiden sijainti, mm. liittymät, suojatiet, sillat jne.
- tonttiliittymien, rumpujen ja voimalinjojen sijainnit
- uusien valaisinpylväiden mahdolliset sijainnit sekä paikat, joihin pylväitä ei voi sijoittaa
- valaisinpylväiden ja kaapelinsuojaputkien perustamisolosuhteet
- nykyiset tievalaistuskeskukset: sijainti ja silmämääräinen kunto
- valaistuslaitteiden kunnossapidettävyyden (erityisesti keskukset sekä silanalaus- ja erikoisvalaistukset)
- nykyisissä valaisinpylväissä olevien liikennemerkkien sijainnit
- linja-autopysäkkien katosvalaistuksen sekä muiden tievalaistusverkosta syöttönsä saavien sähkölaitteiden sijainnit.

Jos kohdan A mukaisia asioita ei ole, maastokäynti voidaan korvata tilaajan luvalla karttapalvelutyökalujen tienäkymätiedoilla.

Suunnittelija laatii toimeksiannon, lähtötietojen, mahdollisen maastokäynnin ja tievalaistuksen nykytilanteen perusteella ehdotukset hankkeessa käytettävistä valaistusteknisistä vaatimuksista, valaistustypeistä, valaistuslaitteista, valaistuksen ohjausperiaatteista sekä mahdollisista erikoisvalaistuksista. Ehdotukset esitellään tilaajan tievalaistusasiantuntijalle keskeisten valaistusperiaatteiden osalta ennen tievalaistuksen rakentamissuunnitelman laatimista. Valaistusratkaisujen valintaa on ohjeistettu kohdissa 4.1 ja 4.2.

Suunnittelun sisältävät urakat

Toteuttaja päättää maastokäynnin tarpeen itse ja soveltaa tarvittaessa yllä esitettyjä ohjeita.

On suositeltavaa, että toteuttaja keskustelee tilaajan tievalaistusasiantuntijan kanssa keskeisistä valaistusperiaatteista ennen tievalaistuksen rakentamissuunnitelman laatimista.

3. Suunnittelu ja yhteensovitus muihin rakenteisiin

Kaikki urakat

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelma laaditaan tämän ohjeen mukaisesti.

Jos suunnittelualueesta on laadittu tievalaistuksen kehittämissuunnitelma, tien yleissuunnitelman valaistustiedot, tiesuunnitelman valaistustiedot tai suunnitteluperiaatteet-asiakirja niitä käytetään sellaisenaan tai tarkistettuna rakentamissuunnitelman valaistusperiaatteiden määrittelyssä.

Tien rakentamissuunnitelman yhteydessä tehtävässä valaistussuunnitelmassa valaistussuunnittelun aikataulu tulee sovittaa muiden osa-alueiden suunnittelu-aikatauluun. Suunnittelijan on oltava läsnä hankkeen kaikissa suunnittelukokouksissa, joissa käsitellään hankkeen valaistusta. Tällä edistetään valaistussuunnitelman ja muiden tekniikka-alojen suunnitelmien yhteensovittamista sekä varmistetaan tievalaistuksen tavoitteiden täyttyminen.

Tievalaistuksen toteuttaminen ja yhteensopivuus muiden rakenteiden kanssa tulee varmistaa ottamalla huomioon eri osa-alueiden suunnitelmat (jos ne liittyvät valaistussuunnitelmaan). Tarvittaessa yhteensovitus voidaan varmistaa erillisellä kokouksella. Lisätietoja eri osa-alueiden suunnitelmista on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien rakentamissuunnitelma – Sisältö ja esitystapa*. Tievalaistuksen kannalta tärkeimmät suunnitelmat ovat tien suunnitelmakartat ja tien poikkileikkaukset, geosuunnitelmat, liikenteenohjaussuunnitelmat, silta- ja rakennesuunnitelmat sekä erikoiskuljetusten reitit. Suunnittelijan tulee tarkistaa mm., ettei seuraavien rakenteiden sijainnit estä valaisinpylväiden suunniteltuja sijainteja:

- pohjaveden luiskasuojauksen vesijuoksut keski- ja välialueella
- maanalaiset ja maanpäälliset ulkopuoliset johdot
- hulevesiviemärit
- ojat
- kaiteet
- liikenteenohjauslaitteet.

Suunnittelija vastaa osaltaan siitä, että tievalaistuksen rakentamissuunnitelma on toteuttamiskelpoinen, eikä ole ristiriidassa muiden osa-alueiden suunnitelmien kanssa. Suunnittelijan tulee aktiivisesti pyytää tien pääsuunnittelijalta ja muiden osasuunnitelmien suunnittelijoilta uusimmat suunnitelmaluonnokset valaistussuunnitelman pohjaksi. Vastaavasti suunnittelijan tulee toimittaa valaistussuunnitelmaluonnokset tiedoksi tien pääsuunnittelijalle ja muiden osasuunnitelmien suunnittelijoille, jotta tievalaistuksen ratkaisut voidaan ottaa mahdollisimman hyvin huomioon muissa suunnitelmissa.

8.5.4 Sisältö

Kaikki urakat

Tien rakentamissuunnitelman sisältö on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien rakentamissuunnitelma – Sisältö ja esitystapa*.

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelman suunnitelma-asiakirjojen nimiöt, nimeäminen, numerointi ja muutosmerkinnät tehdään ohjeen *Tien rakentamissuunnitelma – Sisältö ja esitystapa* mukaisesti. Tievalaistuksen osalta käytetään R17-piirustusnumerosarjaa.

Tievalaistuksen inframallit tuotetaan Väyläviraston ohjeen *Väyläviraston inframallivaatimukset* mukaisesti.

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelmaan kuuluvat seuraavat suunnitelma-asiakirjat:

- Asiakirjaluettelo (voi olla osa tien rakentamissuunnitelman asiakirjaluetteloa)
- Työkohtaiset laatuvaatimukset
- Suunnitelmakartat
- Erikoisratkaisujen rakennepiirustukset ja detaljit
- Siltavalaistussuunnitelmat
- Erikoisvalaistussuunnitelmat
- Tievalaistuksen tyyppipoikkileikkaukset
- Pylväs- ja jalustaluettelo sisältäen ryhmitykset
- Valaisinluettelo
- Tievalaistuskeskusten keskus- ja piirikaaviot
- Kuormitustaulukko
- Suojaputkiluettelo
- Purkusuunnitelma
- Määräluettelo ja kustannusarvio (voivat olla osa tien rakentamissuunnitelman määräluetteloa ja kustannusarviota)
- Valaistusteknilliset laskennat
- Turvallisuusasiakirja
- Lausunnot.

Suunnitelmakartoilla tulee esittää jännitteenalenemat ja minimioikosulkuvirrat kohden 6.8.3 ja 6.8.5 mukaisesti. Lisäksi laskennallisten arvojen vieressä tulee olla paikat mitatuille arvoille, ks. liite 3.

Tunnelivalaistuksen rakentamissuunnitelmaan kuuluvat seuraavat suunnitelma-asiakirjat:

- Asiakirjaluettelo
- Työkohtaiset laatuvaatimukset
- Tunnelivalaistuksen suunnitelmakartat
- Evakuointivalaistuksen suunnitelmakartat ja detaljit
- Tunnelivalaistuksen sähköverkon suunnitelmakartat
- Tunnelivalaistuksen tyyppipoikkileikkaukset
- Järjestelmien periaatekaaviot
- Valaisinluettelo
- Tarvikeluettelot
- Keskusten keskus- ja piirikaaviot
- Häikäisytestaukset ja häikäisytestesuunnitelma
- Määräluettelo ja kustannusarvio
- Valaistusteknilliset laskennat

Tie- ja tunnelivalaistuksen rakentamissuunnitelman yllä mainittujen asiakirjojen tarve määräytyy aina hankekohtaisesti. Eri asiakirjojen tarve on yleensä vähäisintä yksinkertaisissa tievalaistuksen parantamishankkeissa esim. valaisinvaihdot ja suurin laajoissa hankkeissa esim. uuden valtatie rakentaminen.

Jos hanke on laaja, suunnitelmakartoista laaditaan myös tievalaistuksen yleiskartta. Yleiskartta esittää hankkeen laajuuden ja antaa pelkistetyn yleiskuvan rakennettavasta tievalaistuksesta.

Tilaajalla on olemassa malli tievalaistuksen rakentamissuunnitelman työkohtaisista laatuvaatimuksista, jota tulee käyttää suunnitelmaa laadittaessa. Mallin uusimman version saa tilaajalta.

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelman mallisuunnitelma on esitetty liitteessä 3.

Hankintalain 71 § soveltaminen

Kokonaisurakat (tilaajan suunnitelma)

Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016 edellyttää 71 §:ssä pääsääntönä, että tilaajan laatuvaatimuksissa käytetään toimivuusvaatimuksia.

Kun tienpitäjä laatii tievalaistuksen rakentamissuunnitelman, pylväs- tai jalustatuotetta ei nimetä, ellei kyseessä ole nykyisen tievalaistusosuuden jatkaminen nykyistä vastaavilla valaistusperiaatteilla. Sen sijaan tilaajan suunnitelmassa määritellään pylvään ja johdon tyyppi, valaisimen asennuskorkeus ja pylvään Δh -mitta, valaisinvarren tyyppi ja ulottuma, pylvään käyttöolosuhteet, jos ne ovat tavallisesta poikkeavat sekä nopeusluokka ja pylvään törmäysturvallisuustunnus (esim. HE100). Jalustan osalta määritellään jalustan geotekninen koko DL^3 -mittana ja luiskaolosuhdekerroin k_i tai mursketäytön tarve. Kaapelinsuojaputkien, maakaapeleiden, ilmajohtojen, valaisinjohtojen, tievalaistuskeskusten jne. valmistajia ei määritellä.

Valaisimesta ilmoitetaan tiedot, joilla valaistusteknillinen mitoitus on tehty, jolloin valaisin toimii esimerkkinä tilaajan toimivuusvaatimukset täyttävästä ratkaisusta.

Valaistussuunnitelman työkohtaisissa laatuvaatimuksissa tulee esittää vaatimukset vastaavuuden osoittamiselle mm. tievalaisimien osalta.

Suunnittelun sisältävät urakat (toteuttajan suunnitelma)

Toteuttaja voi suunnittelun sisältävissä urakoissa määritellä tievalaistuksen rakentamissuunnitelmaan valaistuslaitteiden tuotenimet. Toteuttajan tulee varmistaa, että nimetyt valaistuslaitteet ovat keskenään yhteensopivia, täyttävät tilaajan laatuvaatimukset ja niillä saavutetaan vaadittu valaistusluokka.

8.5.5 Käsittely ja hyväksyminen

Kaikki urakat

Suunnittelija tekee tievalaistuksen rakentamissuunnitelman itselleluovutuksen, jossa suunnittelija tarkastuttaa suunnitelmat sisäisesti laadunvarmistajalla. Itselleluovutuksessa ilmenneet puutteet ja kommentit dokumentoidaan.

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelman ollessa valmis suunnittelija toimittaa tilaajan tievalaistusasiantuntijalle kaikki suunnitelma-asiakirjat tarkastettavaksi. Kaikkien asiakirjojen päivämääräksi tulee valaistussuunnitelman lähetyspäivä. Tilaajan tievalaistusasiantuntija tarkastaa ja kommentoi toimitettua valaistussuunnitelmaa. Jos valaistussuunnitelmaan tehdään tarkastusvaiheessa mittavia korjauksia ja muutoksia, suunnittelijan tulee suorittaa uusi itselleluovutus valaistussuunnitelman laadun varmistamiseksi. Tämän jälkeen suunnittelija lähettää valaistussuunnitelman uudelleen tilaajan tievalaistusasiantuntijalle uudella päivämäärällä.

Tunnelivalaistuksen rakentamissuunnitelman kaikki suunnitelma-asiakirjat lähetetään tarkastettavaksi tilaajan osoittamalle tarkastajalle. Lopuksi tarkastettu suunnitelma toimitetaan tilaajan hyväksyntään.

Kokonaisurakat

Kun tilaaja on hyväksynyt tievalaistuksen rakentamissuunnitelman, suunnittelija toimittaa valaistussuunnitelman suunnitelma-asiakirjat tilaajalle arkistoitavaksi.

8.6 Toteutusvaiheen dokumentointi

8.6.1 Aineistojen tiedonhallinta

Tilaajalle luovutettavan suunnitelma- ja toteutusaineistojen tiedonhallinnan yleiset vaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Suunnittelu- ja toteutusprojektien aineiston hallinta Velho-järjestelmässä*.

8.6.2 Tarkastukset

Ennen tievalaistuksen käyttöönottoa toteuttaja suorittaa kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 517/1996 mukaisen käyttöönottotarkastuksen mittauksineen. Tarkastuksesta ja mittauksista laaditaan käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Jos urakka-alueelle asennetaan uusi keskus tai nykyinen keskus uusitaan kokonaan, toteuttaja teettää kohteelle sähköasennusten tarkastuksen kolmannella osapuolella. Tarkastus teetetään kaikissa liittymäkohteissa. Sähköasennusten tarkastuksen on oltava Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) ohjeen *Valtuutetut tarkastajat* mukaisen tarkastajan tai tarkastuslaitoksen suorittama. Tarkastuksen tulee olla standardin *SFS 5825* mukainen.

8.6.3 Valaistusteknilliset mittaukset

Valmiin tievalaistusasennuksen valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset ja raportti tulee tehdä Väyläviraston ohjeen *Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset* mukaisesti. Tilaaja määrittää laadunvalvontamittausten tarpeen tilaajan suunnitelmassa tai tuotevaatimuksissa. Yleensä valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset suoritetaan linjaosuuksille, joista on olemassa valaistusteknilliset laskennat. Laadunvalvontamittaukset edellyttävät mittauspisteverkkojen mukaisten valaistusteknillisten laskentojen laatimista toteutetuilla valaistuslaitteilla ja ratkaisuilla. Kohteen valaistusteknillisillä laadunvalvontamittauksilla on mahdollista todentaa tievalaistuksen toteutuksen merkittävimmät poikkeamat mm. valaisimien väärä valovirta, optiikka tai ohjausprofiili (tai sen puute).

Ulkotyöalueiden valaistusteknilliset mittaukset tulee tehdä standardin *SFS-EN 12464-2* mukaisesti.

8.6.4 Valokuvat

Toteuttajan on valokuvattava työn valmistumisen jälkeen urakka-alueen jokainen uusi tievalaistuskasus sekä tievalaistuskasus, jolle on tehty muutoksia tilaajan suunnitelman tai tuotevaatimusten mukaisesti. Valokuvat toimitetaan tilaajalle luovutusaineiston yhteydessä.

8.6.5 Luovutusaineisto

Tievalaistuksen rakentamissuunnitelma (kaikki suunnitelma-asiakirjat) on päivitetävä työn aikana toteutusta vastaaviksi loppupiirustuksiksi. Toteuttajan on lisäksi lisättävä suunnitelma-asiakirjoihin toteutusta vastaavat valaistuslaitteiden tuotenimet (ks. myös kohta 8.5.4) sekä teksti *Loppupiirustus pp.kk.vvvv, Yritys/Nimi/Yhteystiedot*.

Luovutusaineisto luovutetaan tilaajalle ennen tievalaistuksen vastaanottotarkastusta ja aineiston tulee sisältää mm. seuraavat asiakirjat:

- loppupiirustukset valaistussuunnitelmasta, ks. vaatimukset yllä
- täytetty ja allekirjoitettu käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- täytetty ja allekirjoitettu mittauspöytäkirja, jossa on esitetty mitatut:
 - keskuksen päävirrat ja jännite
 - keskuksen syttymisvirrat ryhmittäin
 - keskuksen kuormitusvirrat ryhmittäin
 - oikosulkuvirrat keskukselta sekä jokaisen ryhmän viimeiseltä pylväältä (jakorajalta)
 - maakaapeliverkosta eristysvastuksen sekä PEN-johtimen jatkuvuuden mittaustulokset
 - maadoitusarvot keskukselta ja jokaiselta maadoituselektrodilta erikseen
- täytetty ja allekirjoitettu varmennustarkastuspöytäkirja
- keskusten kokoonpanopiirustukset
- valokuvat tilaajan suunnitelman tai tuotevaatimusten mukaisesti
- valaistusteknillisten laadunvalvontamittausten mittausraportti sisältäen mittauservot, niiden perusteella lasketut tulokset sekä johtopäätökset
- käyttö- ja huolto-ohjeet
- tarvikeluettelo käytetyistä tarvikkeista
- tievalaistuksen inventointilomake
- tievalaistuslaitteiden kartoitustiedot ja valokuvat Väyläviraston ohjeen *Tievalaistusverkon kartoitus ja digitointi* liitteen *Rakennetun tai parannetun tievalaistusverkon kartoitus* mukaisesti.

Luovutusaineiston yllä mainittujen asiakirjojen tarve määräytyy aina hankekohtaisesti tilaajan vaatimusten mukaisesti.

Urakka-alueen jokaiseen uuteen tai uusittuun keskukseen sijoitetaan keskus- ja piirikaavio laminoituina, keskuksen kokoonpanopiirustukset sekä varmennustarkastuspöytäkirja ja käyttöönottopöytäkirja.

Luovutusaineisto tallennetaan tilaajan osoittamaan paikkaan tai toimitetaan tilaajan osoittamalla tavalla. Luovutusaineisto luovutetaan pdf-tiedostoina sekä alkuperäisinä muokattavissa olevina tiedostoina (dwg, docx, xlsx jne.).

9 Maantietunnelit

9.1 Tunnelivalaistuksen tarve

Direktiivissä *2004/54/EY* on määritelty maantietunnelin yleiset lähtökohdat ja tieverkon tunneleiden turvallisuutta koskevat vähimmäisvaatimukset. Direktiivin hallinnolliset menettelyt ja tekniset vaatimukset koskevat vain Euroopan laajuisen liikenneverkon (TEN-tieverkon) yli 500 m pitkiä tunneleita ja ne ovat sitovia määräyksiä. Muihin tunneleihin direktiivin menettelyjä käytetään soveltuvin osin Väyläviraston ohjeessa *Tietunnelien hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet* (tai tulevaisuudessa Traficomin antamassa korvaavassa määräyksessä) esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Tunnelivalaistus pitää sisällään

- normaalivalaistuksen
- varavalaistuksen
- evakuointivalaistuksen.

Yli 200 m pitkät maantietunnelit valaistaan aina. Lyhyen tunnelin, jonka pituus on ≤ 200 m, valaistuksen tarve määritellään kohdan 9.2.4 mukaisesti. Valaistavissa yli 200 m pitkissä tunneleissa tulee olla normaalivalaistus, joka pitää sisällään valoisan ajan ja pimeän ajan valaistuksen. Valoisan ajan tunnelivalaistukselle on tyypillistä ulkopuolisen päivänvalon mukaan muuttuvat ja suurimmillaan hyvin korkeat luminanssitasot tunnelin sopeutumisalueella. Pimeän ajan tunnelivalaistukselle on tyypillistä läpi tunnelin olevat tasaiset ja hieman normaalia tievalaistusta korkeammat luminanssitasot.

Maantietunnelissa tulee olla sähkökatkojen varalle varavalaistus, joka takaa riittävän näkyvyyden, jotta kuljettajat voivat ajaa ulos tunnelista. Varavalaistus on yleensä osa normaalivalaistusta, ja sillä tuotetaan vähimmäisluminanssi sähkökatkon aikana niin, että tunnelia ei tarvitse sulkea. Tunnelin varavalaistusta ei tarvita, jos vähintään toinen tunnelin suuaukko on aina edes osittain näkyvissä.

Maantietunneli tulee varustaa evakuointivalaistuksella, jotta tienkäyttäjät voivat onnettomuustilanteessa poistua tunnelista jalkaisin. Evakuointivalaistuksella ohjataan onnettomuustilanteessa ajoneuvonsa jättäviä ja jalkaisin poistuvia tienkäyttäjiä turvaan poistumisoville tai suuaikoille.

9.2 Yleiset periaatteet

9.2.1 Tunnelivalaistuksen tarkoitus

Maantietunneleissa onnettomuusasteet ovat valoisaan aikana yleensä keskimäärin pienempiä, mutta onnettomuuksien seuraukset yleensä vakavampia kuin tien avoimilla osuuksilla. Onnettomuusriski tunnelin suuaukoilla on noin kolme kertaa suurempi kuin tunnelin sisällä. Kohonnut riski liittyy äkillisiin muutoksiin liikenneympäristössä ja valaistuksessa.

Tunnelivalaistuksen on oltava sellainen, että tunnelin sisään ja sen läpi kulkeva liikenne on yhtä sujuvaa kuin avoimella tiellä. Kuljettajat todennäköisesti hidastavat vauhtia tunnelin sisäänkäynnin lähellä varovaisuuden takia, koska tunneleiden suuaukot tuntuvat matalilta ja kapeilta avoimeen tiehen verrattuna. Äkilliset nopeuden laskut vähentävät liikenteen sujuvuutta ja voivat helposti johtaa liikenne-ruuhkiin ja jopa onnettomuuksiin. Edellä mainittuja vaikutuksia voidaan osittain ehkäistä hyvin suunnitellulla tunnelivalaistuksella.

Tunnelivalaistuksen tarkoitus on taata valoisaan ja pimeään aikaan sellaiset olosuhteet, että kuljettajat voivat lähestyä tunnelia, ajaa sen sisälle ja ulos tieluokan edellyttämällä nopeudella liikenneturvallisuuden ja ajomukavuuden ollessa mahdollisimman lähellä avoimen tien ominaisuuksia. Jotta tämä olisi mahdollista, kuljettajalle on annettava riittävät ja asianmukaiset tiedot, joiden avulla kuljettaja voi paikantaa itsensä tilassa ja ajassa, ennakoida tulevan asemansa ja mukauttaa käyttäytymistään ajoissa liikennetilanteen mukaisesti. Tämä yleensä toteutuu, kun kuljettaja näkee edessä olevan ajoradan, sillä olevat toiset ajoneuvot ja niiden liikkeet riittävällä etäisyydellä.

9.2.2 Havaitseminen tunnelivalaistuksessa

Havaitsemiseen tunnelivalaistuksessa vaikuttaa eniten:

- avo-osuuksien valaistusolosuhteet ennen ja jälkeen tunnelin
- ihmisen silmien sopeutuminen nopeasti muuttuvaan valaistukseen
- tien nopeustaso
- tien suuntaus, liikennemäärä ja liikenteen koostumus
- ajoradan päällysteen ja seinäpintojen valon heijastusominaisuudet
- ajoradan ja seinien alaosien luminanssit
- luminanssien tasaisuudet
- estohäikäisyn määrä tunnelin sisällä ja avo-osuuksilla ennen ja jälkeen tunnelin.

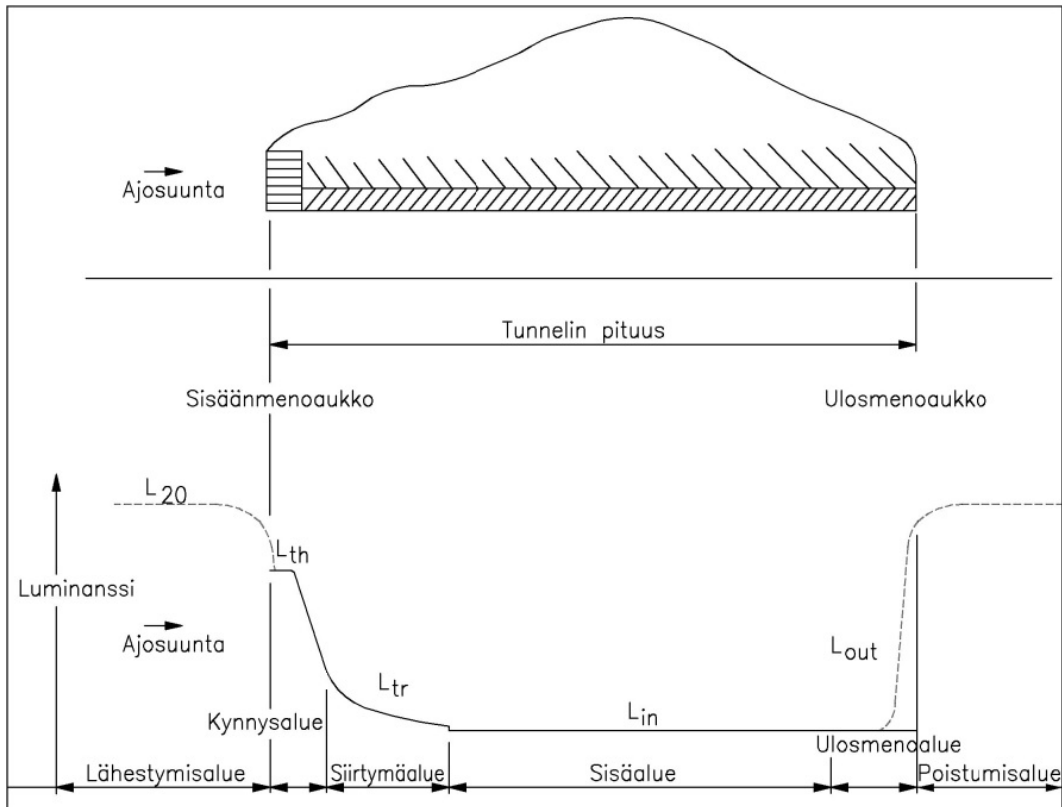
Ihmisen silmien sopeutuminen erilaisiin valaistustasoihin (luminansseihin) ei tapahdu välittömästi. Se riippuu hyvin paljon siitä, mistä tasosta sopeutuminen alkaa ja mihin tasoon sopeutuminen päättyy. Valoisasta hämärään sopeutuminen on kaksivaiheinen. Aluksi herkkyys lisääntyy nopeasti noin satakertaiseksi, minä aikana tapahtuu tappisolujen sopeutumista hämärään. Tämän jälkeen herkkyys lisääntyy 1 000...10 000-kertaiseksi 20...30 minuutissa, jolloin tapahtuu sauvojen sopeutuminen. Sopeutuminen hämärästä valoisaan on huomattavasti nopeampaa kuin sopeutuminen valoisasta hämärään. Sopeutumisen ensimmäinen vaihe tapahtuu sekunnin kymmenesosassa ja tätä seuraava hitaampi vaihe noin minuutissa. Silmien sopeutumisaikaan vaikuttaa kuljettajien ikä. Erityisen haastava valaistuksen äkillinen muutos ajettaessa valoisalta avo-osuudelta valaistuun tunneliin on vanhemmille kuljettajille, joilla sopeutumis- ja reaktioajat ovat yleensä nuorempia kuljettajia hitaampia.

9.2.3 Tunnelivalaistuksen alueet

Tunnelivalaistus voidaan jakaa kuuteen eri alueeseen kuvan 23 mukaisesti. Alueet ovat:

- lähestymisalue
- kynnysalue

- siirtymäalue
- sisäalue
- ulosmenoalue
- poistumisalue.



Kuva 23. Tunnelivalaistuksen alueet valoisaan aikaan. Päivänvalon vaikutusta kynnys- ja ulosmenoalueiden luminansseihin on kuvattu katkoviivalla. Pimeällä, kun kynnys-, siirtymä- ja ulosmenoaluetta ei tarvita, sisäalue kattaa koko tunnelin osuuden.

Lähestymisalue on välittömästi ennen tunnelin sisäänmenoaukkoa sijaitseva tieosa, jolta kuljettajan on pystyttävä näkemään tunnelin sisälle. Kynnysalue on tunnelin ensimmäinen osa, joka alkaa ajosuunnassa heti sisäänmenoaukon jälkeen. Valoisaan aikaan kynnysalueella kuljettajaa aloitetaan sopeuttamaan tunnelin sisäalueen valaistukseen. Siirtymäalue on tunnelin toinen osa, joka seuraa kynnysaluetta. Siirtymäalue ulottuu kynnysalueen lopusta sisäalueen alkuun. Valoisaan aikaan siirtymäalueella kuljettajaa sopeutetaan kynnysalueen valaistuksesta sisäalueen valaistukseen. Kynnysalue ja siirtymäalue muodostavat yhdessä tunnelivalaistuksen sopeutumisalueen.

Sisäalue on tunnelin kolmas osa ja se ulottuu valoisaan aikaan siirtymäalueen lopusta ulosmenoalueen alkuun. Ulosmenoalue on tunnelin neljäs osa, jossa valoisaan aikaan kuljettajaa sopeutetaan tarvittaessa tunnelin ulkopuolella olevaan päivänvaloon. Ulosmenoalue ulottuu sisäalueen lopusta tunnelin ulosmenoaukkoon asti. Poistumisalue on välittömästi ulosmenoaukon ulkopuolella sijaitseva tieosa, joka alkaa ajosuunnassa ulosmenoaukon jälkeen.

Tunnelivalaistuksen alueiden valaistustekniset vaatimukset on esitetty kohdissa 9.3 (pitkä tunneli) ja 9.4 (lyhyt tunneli).

9.2.4 Tunnelin pituuden ja suuntauksen vaikutus valaistusteknillisiin vaatimuksiin

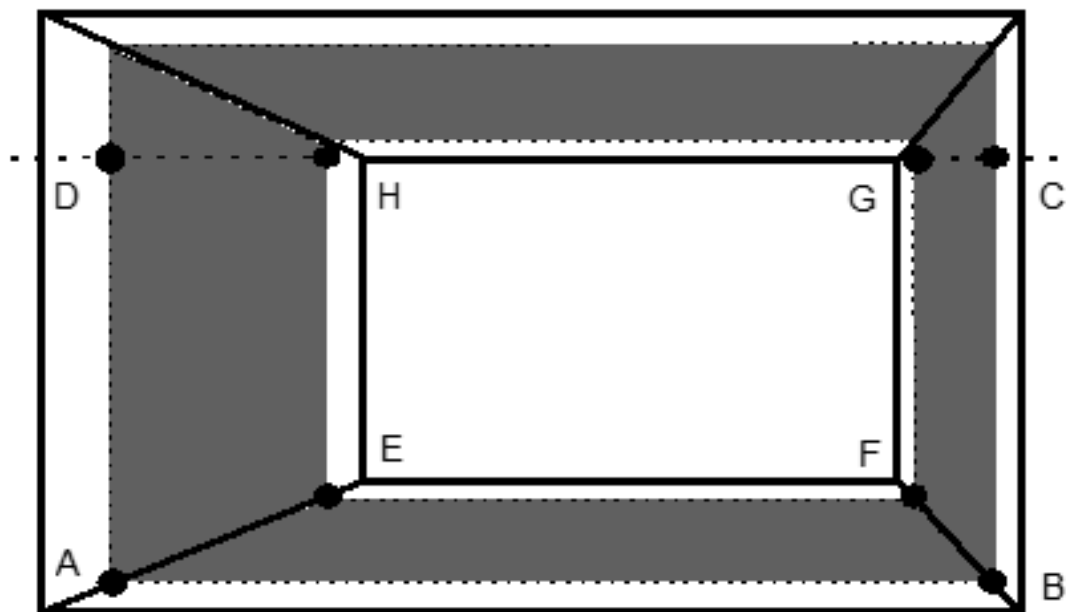
Tunnelin valaistusteknillisten vaatimusten määrittelyyn vaikuttaa, missä määrin lähestyvän auton kuljettaja näkee tunnelin lävitse. Mahdollisuus nähdä tunnelin läpi riippuu ensisijaisesti tunnelin pituudesta, mutta myös muut tekijät kuten tunnelin leveys, korkeus, vaaka- ja/tai pystysuuntaiset kaarevuudet jne. vaikuttavat tunnelin pituuden määritelmään. Valaistuksen kannalta tunnelit ovat pitkiä tai lyhyitä.

Pitkän tunnelin pituus on yli 350 m ja se valaistaan aina valoisaan ja pimeään aikaan. Pitkän tunnelin valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty kohdassa 9.3.

Tunneli on lyhyt, kun sen pituus on ≤ 350 m. Lyhyet tunnelit, joiden pituus on yli 200 m, valaistaan aina sekä valoisaan että pimeään aikaan. Lyhyen tunnelin valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty kohdassa 9.4.

Lyhyen tunnelin, jonka pituus on ≤ 200 m, valoisan ajan valaistuksen tarve riippuu siitä, kuinka suuren osan tunnelin ulosmenoaukko muodostaa mustan kehyksen määrittelemästä alueesta. Valoisan ajan tunnelivalaistuksen tarvetta arvioidaan tunnelin läpinäkyemisasteella LTP (Look Through Percentage, %).

Läpinäkymistä tarkastellaan tunnelin perspektiivikuvan (kuva 24) avulla, joka on mallinnettu havaitsijan paikalta, lähestymisalueen pituuden verran (taulukko 32) ennen sisäänmenoaukkoa. Havaitsija sijoitetaan ajosuunnan ajokaistan keskelle 1,2 m korkeudelle ajoradan pinnasta. Katse kohdistetaan tunnelin suuaukon saman ajokaistan keskelle 1,2 m korkeudelle ajoradan pinnasta. Jos ajosuunnassa on olemassa useampi ajokaista, havaitsija sijoitetaan vuorotellen jokaisen kaistan keskelle ja katse kohdistetaan suuaukon saman ajokaistan keskelle. Pienin LTP -arvo on mitoittava. Olemassa olevien tunneleiden tarkastelu voidaan tehdä myös yllä mainituista havaitsijoiden sijainneista otetuista valokuvista.



Kuva 24. Tunnelin perspektiivikuva. Ulosmenoaukon pinta-ala A_{um} (EFGH) ja sisäänmenoaukon pinta-ala A_{sm} (ABCD).

Taulukko 32. Lähestymisalueen pituus.

Tien nopeus- rajoitus (km/h)	Lähestymisalueen pituus ^a (m)
≤ 50	45
60	65
80	100
100	155

a) Väylävirasto on päättänyt, että tunnelin lähestymisalueen pituus on noin 0,85 x pysähtymisnäkemän pituus.

Päivänvalon tunkeutuminen tunneliin lyhentää tunnelin näennäistä visuaalista pituutta. Tämän takia tunnelin läpinäkymisasteen LTP määrittelyssä käytetään näennäistä sisään- ja ulosmenoaukkoa. Näennäinen sisäänmenoaukko on 5 m tunnelin sisällä ja näennäinen ulosmenoaukko 10 m tunnelin sisällä (kuva 24).

Läpinäkymisaste LTP (%) lasketaan suuaukkojen näkyvien pinta-alojen avulla kaavalla (14).

$$LTP = \frac{A_{um}}{A_{sm}} \cdot 100 \quad (14)$$

Pinta-aloja A_{um} ja A_{sm} määritettäessä tunnelin kattoa ja seinien yläosia ei oteta huomioon, koska ne eivät yleensä tule ajoradalla olevien ajoneuvojen taustaksi (kuva 24).

Kun ulosmenoaukko ei näy, $LTP = 0$ %, tai ulosmenoaukko näkyy vain vähän, $0 \% < LTP < 20$ %, valoisan ajan tunnelivalaistus tarvitaan ja se suunnitellaan kohdan 9.4 mukaisesti. Tällöin tarvitaan aina myös pimeän ajan tunnelivalaistus.

Lyhyen tunnelin valoisan ajan valaistus on tarpeeton, jos $LTP \geq 50$ %. Tunneliin tarvitaan kuitenkin pimeän ajan valaistus, jos:

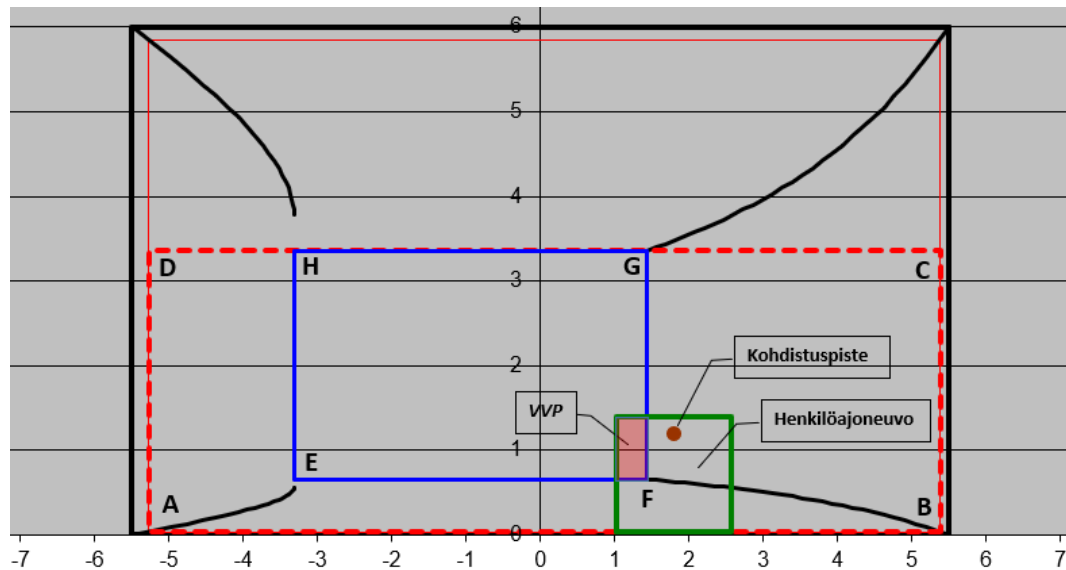
- tunnelin pituus on ≥ 100 m,
- tien avo-osuudet ennen tunnelia on valaistu.

Pimeän ajan tunnelivalaistus suunnitellaan kohdan 9.4.2 mukaisesti.

Arvoilla $20 \% \leq LTP < 50$ % tunnelivalaistuksen tarve on harkittava hankekohtaisesti ottaen huomioon:

- tunnelin suuntaus ja asento
- liikenteen koostumus ja
- erityisesti tien nopeusrajoitus.

Maantietunneleissa arvoilla $20 \% \leq LTP < 50$ % tunnelivalaistuksen tarve määritellään käyttämällä seuraavaa menetelmää. Ajokaistalle tunnelin sisäänmenoaukoon sijoitetaan kriittinen kohde, joka maantietunnelissa on henkilöajoneuvo. Ajoneuvon korkeus on 1,4 m ja leveys 1,6 m. Ajoneuvo sijoitetaan saman ajokaistan keskelle, jolla havaitsijakin sijaitsee. Ajoneuvolle määritellään näkyvyysaste VVP (*Vehicle Visibility Percentage* %), joka on ajoneuvon näennäistä ulosmenosuuaukkoa vasten näkyvän pinta-alan suhde koko ajoneuvon pinta-alaan, kuva 25.



Kuva 25. Tunnelin perspektiivikuva. Ajoneuvon näkyvyysaste VVP (%) lasketaan jakamalla ajoneuvon näennäistä ulosmenosuuaukkoa vasten näkyvä pinta-ala koko ajoneuvon pinta-alalla.

Jos ajosuunnassa on olemassa useampi ajokaista, havaitsija ja ajoneuvo sijoitetaan vuorotellen jokaisen kaistan keskelle (molemmat samalle kaistalle) ja katse kohdistetaan tunnelin suuaukon saman ajokaistan keskelle. Pienin VVP-arvo on mitoittava.

Jos $VVP \leq 30 \%$, valoisan ajan tunnelivalaistus tarvitaan ja se suunnitellaan kohdan 9.4 mukaisesti. Tällöin tarvitaan aina myös pimeän ajan tunnelivalaistus.

Jos $VVP > 30 \%$, valoisan ajan tunnelivalaistusta ei tarvita. Tunneliin tarvitaan kuitenkin pimeän ajan valaistus, jos:

- tunnelin pituus on ≥ 100 m,
- tien avo-osuudet ennen tunnelia on valaistu.

Pimeän ajan tunnelivalaistus suunnitellaan kohdan 9.4.2 mukaisesti.

9.3 Pitkän tunnelin normaalivalaistus

9.3.1 Valoisan ajan valaistus

9.3.1.1 Lähtökohdat

Tunnelivalaistuksella vähennetään tai poistetaan visuaalisen sopeutumistason erot, jotta kuljettaja pystyy näkemään tarkasti ajoradan tunnelin ulko- ja sisäpuolella. Tilanne on kriittisin valoisaan aikaan, koska silmät eivät voi samanaikaisesti aistia kirkkaassa päivänvalossa ja tunnelin pimeydessä olevia liikennetilanteiden yksityiskohtia. Ihmissilmä kykenee sopeutumaan varsin suuriin ympäristön valoisuuden muutoksiin, mutta taseroista riippuvan ajan kuluessa, ks. 9.2.2. Tunneliin ajettaessa tämä edellyttää nopeudesta ja avo-osuuksien luminansseista määräytyvää matkaa, ennen kuin kuljettajan silmät ovat tottuneet sisäosan valoisuuteen.

9.3.1.2 *Lähestymisluminanssi*

Kun ajoneuvo lähestyy päivänvalossa tunnelia, kuljettajan näkökentässä vallitseva luminanssi riippuu erilaisten pintojen kirkkaudesta (luminansseista), näkyvissä olevasta taivaan osuudesta sekä tunnelin suuntauksesta. Samanaikaisesti tapahtuva valon sironta ilmassa ja hajonta tuulilasissa synnyttävät harsoluminanssin, joka vähentää kontrastia. Tämä vaikeuttaa kuljettajien havaitsemista.

Maantietunneleiden lähestymisluminanssi L_{20} määritellään L_{20} -menetelmällä. Tämä tarkoittaa lähestymisalueen mukaiselle etäisyydelle (taulukko 32) ennen tunnelin suuaukkoa asetetun 20° (halkaisija 20° , säde 10°) näkökartion sisällä vallitsevaa luminanssia, joka voidaan laskea tai mitata. Näkökartio asetetaan ajosuunnan ajo-kaistan keskelle (jos ajosuunnassa on olemassa useampi kaista, valitaan oikea kaista) 1,5 m korkeudelle ajoradan pinnasta ja se kohdistetaan tunnelin suuaukon ajoradan keskelle korkeudelle $0,25 \times$ tunnelin suuaukon korkeus ajoradan pinnasta. Lähestymisalueiden pituudet eri tien nopeusrajoituksille on esitetty taulukossa 32.

Lähestymisluminanssi määritellään seuraavasti:

- I. Jos kyseessä on tunnelin uudisrakentaminen, perspektiivikuvaan mallinnetusta L_{20} -ympyrästä mitataan taivaan, tien ja ympäristön osuudet. Lähestymisluminanssi L_{20} lasketaan kaavalla (15) ja laskennassa käytetään erilaisten alueiden kokemuseräisiä arvoja, taulukko 33.
- II. Jos kyseessä on nykyisen tunnelin parannus ja nykyisestä tunnelista ei ole saatavilla useamman vuoden lähestymisluminanssimittauksia, valokuvaan mallinnetusta L_{20} -ympyrästä mitataan taivaan, tien ja ympäristön osuudet. Lähestymisluminanssi L_{20} lasketaan kaavalla (15) ja laskennassa käytetään erilaisten alueiden kokemuseräisiä arvoja, taulukko 33.
- III. Jos kyseessä on nykyisen tunnelin parannus, tien nopeusrajoitusta ei muuteta ja nykyisestä tunnelista on saatavilla useamman vuoden lähestymisluminanssimittauksia, lähestymisluminanssi valitaan niin, että kaikista valoisan ajan mittaustuloksista poistetaan kaikista korkeimmat arvot (10 % kaikista valoisan ajan mittaustuloksista) ja jäljelle jäävä korkein arvo on lähestymisluminanssi L_{20} .

$$L_{20} = \gamma \cdot L_C + \rho \cdot L_R + \varepsilon \cdot L_E + \tau \cdot L_{th} \quad (15)$$

jossa

L_{20}	on lähestymisluminanssi (cd/m^2)
γ	on taivaan osuus L_{20} -ympyrän pinta-alasta
L_C	on taivaan luminanssi (cd/m^2)
ρ	on tien osuus L_{20} -ympyrän pinta-alasta
L_R	on tien luminanssi (cd/m^2)
ε	on ympäristön osuus L_{20} -ympyrän pinta-alasta
L_E	on ympäristön luminanssi (cd/m^2)
τ	on tunnelin suuaukon osuus L_{20} -ympyrän pinta-alasta
L_{th}	on kynnysalueen luminanssi (cd/m^2).

Kertoimien γ , ρ , ε ja τ summan tulee olla yksi. Kynnysalueen luminanssi lasketaan kaavalla 16 ja sen vaikutus lähestymisluminanssin arvoon on yleensä hyvin pieni.

Ympäristön osuus L_{20} -ympyrän pinta-alasta ε ja ympäristön luminanssi L_E voidaan jakaa omiin osuuksiinsa, esim. kasvillisuus, kallio, rakennukset jne.

Taulukko 33. Näkökentän osien oletettu keskimääräinen luminanssi (kcd/m^2), jos todellisia arvoja ei ole tiedossa.

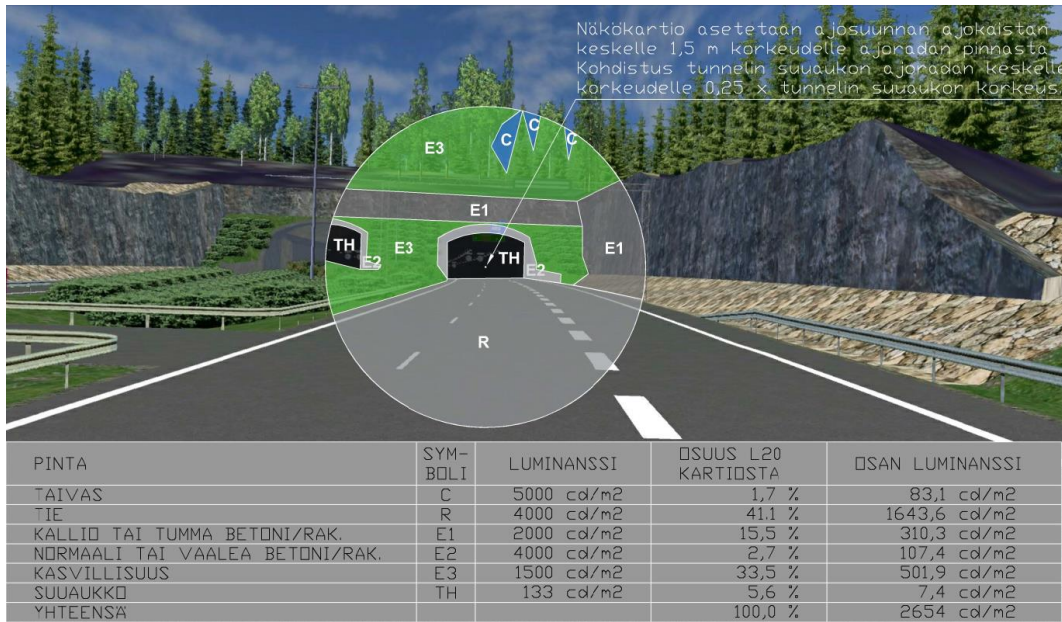
Ajosuunta	L_C tai- vas	L_R tie	L_E		
			kallio tai tumma ra- kennus	vaalea betoni tai rakennus	kasvillisuus
Pohjoiseen	5	3	3	5	2
Länteen tai itään	5	4	2	4	1,5
Etelään	8	5	1	3	1,5

Lähestymisluminanssin suuruuteen voidaan vaikuttaa tien suuntauksella, tien nopeusrajoituksella ja rakennusteknillisin keinoin. Tavoitteena on aina mahdollisimman pieni lähestymisluminanssi. Lähestymisluminanssia voidaan pienentää rajoittamalla taivaan näkymistä näkökartiossa ja päivänvalon pääsyä lähestymisalueelle sekä vähentämällä lähiympäristön pintojen valoisuutta. Suositeltavia rakenteita ovat:

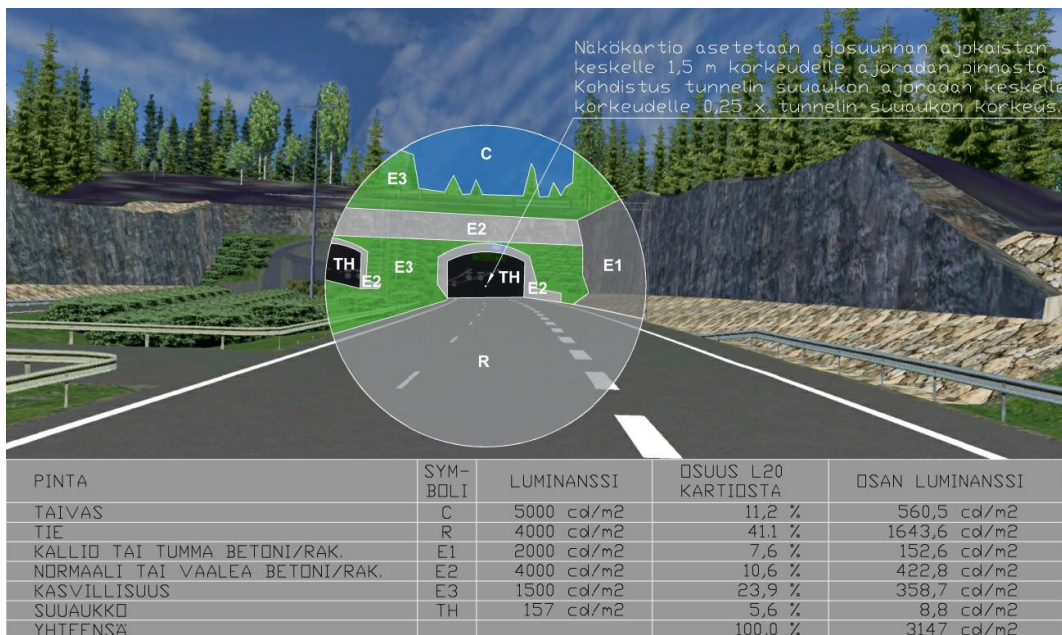
- tummat ja karkeat leikkausluiskat, tukimuurit, esim. puut, pensaats ja maalaus
- mahdollisimman kapea ja jyrkkäluiskainen leikkaus
- tumma ja karkea tunnelin suuaukon ympäristö
- tunnelin suuaukon suuntaus sekä sen ympäristön muotoilu ja käsittely siten, ettei alhaalla oleva aurinko tai kirkas taivas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

Kuvissa 26 ja 27 on esitetty esimerkit tunnelin lähestymisluminanssien L_{20} määrittämisestä perspektiivikuvaan tehtyjen mallinnuksien avulla. Kuvassa 26 tunnelin suuaukon yläpuolella oleva betonipinta on tummaa ruiskubetonia ja tunnelin päällä kasvaa kasvillisuutta ja kuvassa 27 suuaukon yläpuolella oleva betonipinta on vaaleata ruiskubetonia ja taustaksi tulevan taivaan osuus on suuri.

Kuvien 26 ja 27 esimerkit osoittavat tunnelin suuaukon ympäristön muotoilun suuren merkityksen. Mitä suurempi on taivaan osuus L_{20} -ympyrän pinta-alasta, sitä suurempi on lähestymisluminanssi L_{20} . Kuvan 27 esimerkissä tunnelin sisäänmenoaukon yläpuolella oleva taivaan osuus kasvattaa lähestymisluminanssin arvoa n. 12,5 % verrattuna kuvan 26 esimerkkiin, jossa taivaan osuus on hyvin pieni. Kuvien 26 ja 27 esimerkeissä betonin vaaleudella on n. 6 % vaikutus lähestymisluminanssin arvoon. Ympäristön muotoilun merkitys korostuu erityisesti suurilla tien nopeusrajoituksilla, koska 20° näkökartio asetetaan lähestymisalueen mukaiselle etäisyydelle (taulukko 32) tunnelin sisäänmenoaukosta ja suurilla tien nopeusrajoituksilla kartio kattaa laajemmat suuaukon ympäristön alueet.



Kuva 26. Esimerkki lähestymisluminanssin L_{20} määrittämisestä L_{20} -menetelmällä. Mallinnus on tehty tunnelin perspektiivikuvaan. Tumma suuaukon ympäristö ja kasvillisuutta tunnelin päällä.



Kuva 27. Esimerkki lähestymisluminanssin L_{20} määrittämisestä L_{20} -menetelmällä. Mallinnus on tehty tunnelin perspektiivikuvaan. Vaalea suuaukon ympäristö ja suuri taivaan osuus.

9.3.1.3 Kynnysalueen luminanssi

L_{20} -menetelmää käytettäessä kynnysalueen alkuosalla tarvittava kynnysalueen luminanssi L_{th} lasketaan kaavalla 16.

$$L_{th} = k \cdot L_{20} \quad (16)$$

jossa

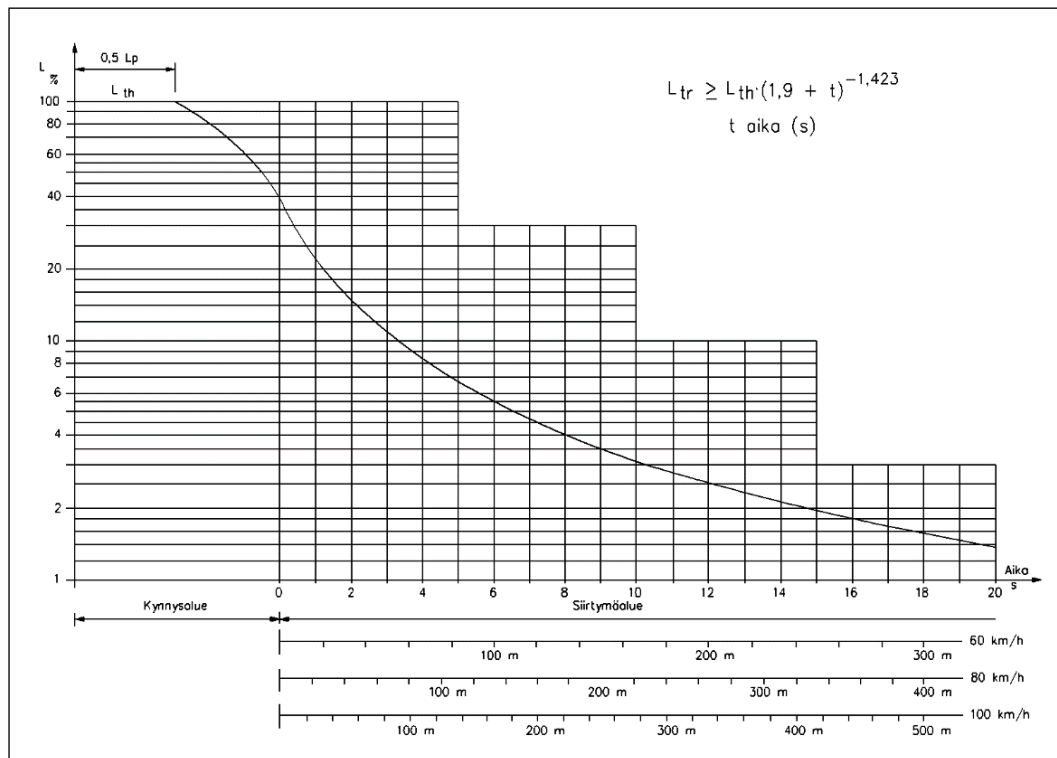
L_{th} on kynnyksalueen luminanssi (cd/m^2)
 k on luminanssikerroin
 L_{20} on lähestymisluminanssi (cd/m^2).

Luminanssikerroin (k) valitaan taulukosta 34.

Taulukko 34. Luminanssikerroin k eri nopeusrajoituksilla ja pääväylän keskimääräisillä vuorokausiliikennemäärillä (KVL, ajon/d). Vuorokausiliikennemääränä tulee käyttää 10 vuoden kuluttua vallitsevaa ennustettua liikennemäärää.

Tien nopeusrajoitus (km/h)	Luminanssikerroin k		
	KVL < 1 500	1 500 ≤ KVL ≤ 12 000	KVL > 12 000
≤ 50	0,02	0,03	0,04
60	0,03	0,04	0,05
80	0,04	0,05	0,06
100	0,06	0,07	0,08

Pitkän tunnelin kynnyksalueen pituus on yhtä pitkä kuin lähestymisalueen pituus (taulukko 32). Kynnyksalueen alkupuoliskolla ($0,5 \times$ lähestymisalueen pituus) keskimääräisen kynnyksalueen luminanssin L_{th} on oltava täydessä arvossaan. Tämän jälkeen sitä voidaan vähentää kuvan 28 käyrää noudattaen. Kynnyksalueen luminanssia L_{th} voidaan vähentää käyrän mukaisesti joko portaattain enintään suhteessa 3:1 tai portaattomasti. Luminanssin arvo ei missään kohdassa saa laskea kuvan 28 käyrän alapuolelle.



Kuva 28. Sopeutumisalueen (kynnyks- ja siirtymäalue) luminanssin vähimmäisvaatimus.

Valoisaan aikaan päivänvalolla on sen verran suuri vaikutus kynnysalueen luminanssiin, että ensimmäiset kynnysalueen valaisimet voidaan sijoittaa vasta 10 m etäisyydelle tunnelin suuaukosta.

9.3.1.4 Siirtymäalueen luminanssi

Siirtymäalueella ajoneuvot ja niiden liikkeet on mahdollista havaita riittävällä etäisyydellä, jos sopeutuminen alenevaan luminanssiin tapahtuu kuvan 28 käyrän mukaisesti. Siirtymäalueen pituus riippuu kynnysalueen luminanssista ja tien nopeusrajoituksesta. Siirtymäalueen luminanssia L_{tr} voidaan vähentää käyrän mukaisesti joko portaattain enintään suhteessa 3:1 tai portaattomasti. Luminanssin arvo ei missään kohdassa saa laskea kuvan 28 käyrän alapuolelle. Edellisestä vaatimuksesta poiketen siirtymäalue voidaan kuitenkin päättää siinä kohdassa, jossa valaisinasennuksen aiheuttama luminanssi (ei teoreettinen käyrän mukainen luminanssi) on enintään kolminkertainen sisäalueen arvoon verrattuna.

9.3.1.5 Sisäalueen luminanssi

Sisäalueen valaistus on aina päällä. Pimeällä, kun kynnys-, siirtymä- ja ulosmenoaluetta ei tarvita, sisäalue kattaa koko tunnelin osuuden sisäänmenoaukosta ulosmenoaukolle.

Sisäalueen keskimääräisen luminanssin L_{in} tulee olla taulukon 35 mukainen. Taulukossa on esitetty sisäalueen keskimääräisen luminanssin L_{in} vähimmäisvaatimus valoisaan ja pimeään aikaan. Valoisaan aikaan sisäalueen valaistus on päällä vastaavalla tavalla kuin pimeään aikaan, mutta sisäalueen keskimääräiset luminanssit ovat korkeammat taulukon 35 mukaisesti.

Taulukko 35. Sisäalueen keskimääräinen luminanssi (cd/m^2) eri nopeusrajoituksilla ja pääväylän keskimääräisillä vuorokausiliikennemäärillä (KVL, ajon/d). Vuorokausiliikennemääränä tulee käyttää 10 vuoden kuluttua vallitsevaa ennustettua liikennemäärää.

Tien nopeus- rajoitus (km/h)	Ajankohta	Sisäalueen keskimääräinen luminanssi L_{in} , cd/m^2 , min		
		KVL < 1 500	1 500 ≤ KVL ≤ 12 000	KVL > 12 000
≤ 60	valoisana aikana	1,50	2,00	3,00
	pimeänä aikana	1,00	1,50	1,50
≥ 80	valoisana aikana	2,00	3,00	4,00
	pimeänä aikana	1,50	2,00	2,00

Yleensä tunnelin sisällä on yhtä monta kaistaa kuin tunnelin ulkopuolella ja kaistojen lukumäärien muutokset toteutetaan avo-osuuksilla riittävän kaukana tunnelin sisään- ja ulosmenoaukoilta. Erikoistapauksissa tunnelin sisällä voi kuitenkin olla liittyviä tai erkanavia kaistoja. Tällöin tunnelin sisäalueen keskimääräinen luminanssi valitaan kohdasta KVL > 12 000 ajon/d riippumatta tien ennustetusta keskimääräisestä vuorokausiliikennemäärästä. Samoin menetellään, jos erkanemisramppi alkaa välittömästi tunnelin jälkeen (tieteknillinen nokkapiste alle 100 m

ulosmenosuuaukosta) tai ramppi liittyy pääväylään juuri ennen tunnelin sisäänmenoaukkoa (tieteknillinen nokkapiste alle 100 m sisäänmenoaukosta).

Jos tunneli on erittäin pitkä, tunneli jaetaan alku- ja loppuosuuteen. Alkuosuus on kuljettajan 30 sekunnin aikana kulkema osuus tien nopeusrajoituksella. Esimerkiksi 100 km/h nopeusrajoituksella tunnelin alkuosuuden pituus on 833 m ja vastaavasti 60 km/h nopeusrajoituksella 500 m. Tämän alkuosuuden sisäalueen luminanssiarvot valitaan normaalisti taulukon 35 mukaisesti. Tunnelin loppuosuus on jäljelle jäävä tunnelin osuus, joka valaistaan sekä valoisaan että pimeään aikaan taulukon 35 pimeän ajan arvojen mukaan.

Sisäalueen valaistus aloitetaan ja lopetetaan siinä kohdassa, jossa tievalaistuksen tuottama luminanssi on vähintään sama kuin sisäalueen pimeän ajan luminanssi. Tämä varmistetaan sijoittamalla tunnelin suuaukkoja lähinnä olevat valaisimet riittävän lähelle.

9.3.1.6 Ulosmenoalueen luminanssi

Ulosmenoalue valaistaan yleensä samalla tavalla kuin sisäalue.

Jos erkanemisramppi alkaa välittömästi tunnelin jälkeen tai ramppi liittyy pääväylään heti tunnelin jälkeen (molemmissa tapauksissa tieteknillinen nokkapiste alle 100 m ulosmenosuuaukosta), luminanssia voidaan valoisaan aikaan lisätä lähestymisalueen mukaisella pituudella (taulukko 32) lineaarisesti niin, että se saavuttaa viisinkertaisen sisäalueen arvon (erittäin pitkissä tunneleissa pimeän ajan arvo ja muissa tunneleissa valoisan ajan arvo) 20 m ennen tunnelin ulosmenoaukkoa.

9.3.1.7 Luminanssin yleis- ja pitkittäistasaisuus

Kynnysalueen ensimmäisellä puoliskolla ja sisäalueella luminanssin yleistasaisuuden U_0 tulee olla vähintään 0,40 ja luminanssin pitkittäistasaisuuden U_1 vastaavasti vähintään 0,60.

9.3.1.8 Estohäikäisy

Valoisaan aikaan estohäikäisyn vaatimus kynnysalueella on $f_{T1} \leq 6 \%$ ja siirtymä- ja sisäalueella $f_{T1} \leq 10 \%$. Ulosmenoalueella estohäikäisyvaatimusta ei ole.

Pimeään aikaan estohäikäisyn vaatimuksen $f_{T1} \leq 10 \%$ tulee täyttyä koko tunnelin pituudella.

9.3.1.9 Vilkkuminen

Samanaikaisesti päällä olevat valaisimet on sijoitettava sisäalueella sellaiselle etäisyydelle toisistaan, että tien nopeusrajoituksella ajettaessa vaihtelevan luminanssin taajuuksia 4...11 Hz ei esiinny yli 20 s ajan. 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 jne.

9.3.1.10 Seinien valaistusteknilliset vaatimukset

Tunnelin seinät tulee valaista vähintään 2,0 m korkeudelle ajoradan pinnasta. Seinän keskimääräisen luminanssin tulee olla 2 m korkeuteen 60 % ajoradan lähimmän ajokaistan keskimääräisestä luminanssista. Seinän luminanssin yleistasaisuuden U_0 tulee olla 2 m korkeuteen vähintään 0,40.

Tunnelivalaistuksen käyttökustannusten vähentämiseksi tulee tunnelin seinien heijastusominaisuuksien olla mahdollisimman hyvät. Tämä saadaan aikaan käyttämällä seinien vaaleata ja tasaista pintakäsittelyä vähintään 2 m korkeuteen asti.

9.3.2 Pimeän ajan valaistus

Tunnelin pimeän ajan valaistus tarkoittaa pimeään aikaan käytettävää tunnelivalaistusta, jonka ohjausajat ovat ensisijaisesti samat kuin tievalaistuksessa (tievalaistuksen sytytys ja sammutus).

Pimeällä sisäalueen valaistus valaisee koko tunnelin osuuden sisäänmenoaukosta ulosmenoaukolle. Valaistusteknilliset vaatimukset ovat taulukon 35 mukaiset (vaatimukset pimeänä aikana).

Hiljaisen liikenteen aikana (00–05) tunnelivalaistusta voidaan himmentää kohdan 9.11.3 mukaisesti.

9.4 Lyhyen tunnelin normaalivalaistus

9.4.1 Valoisan ajan valaistus

9.4.1.1 Lähestymisluminanssi

Lyhyessä tunnelissa lähestymisluminanssi L_{20} määritellään L_{20} -menetelmällä kohdan 9.3.1.2 mukaan.

9.4.1.2 Kynnysalueen luminanssi

Lyhyen tunnelin kynnysalueen luminanssi L_{th} määritellään kohdan 9.3.1.3 mukaan.

Lyhyen tunnelin kynnysalueen pituus on taulukon 36 mukainen. Muut vaatimukset ovat kohdan 9.3.1.3 mukaisia.

Taulukko 36. Lyhyen tunnelin kynnysalueen pituus.

Tien nopeus- rajoitus (km/h)	Kynnysalueen pituus ^a (m)
≤ 50	30
60	40
80	60
100	90

a) Väylävirasto on päättänyt, että lyhyen tunnelin (≤ 350 m) kynnysalueen pituus on noin $0,50 \times$ pysähtymisnäkemän pituus, jotta tunnelivalaistuksen sopeutumisalue mahtuisi tunnelin sisälle.

9.4.1.3 Siirtymäalueen luminanssi

Lyhyen tunnelin siirtymäalueen luminanssi L_{tr} on kohdan 9.3.1.4 mukainen. Jos tunneli on lyhyempi kuin tunnelin sopeutumisalue (kynnys- ja siirtymäalue), tunnelin siirtymäalue lopetetaan 15 m ennen ulosmenoaukkoa.

9.4.1.4 Sisäalueen luminanssi

Lyhyen tunnelin sisäalueen luminanssi L_{in} on kohdan 9.3.1.5 mukainen.

Erittäin pitkän tunnelin vaatimuksia ei oteta huomioon.

9.4.1.5 Ulosmenoalueen luminanssi

Ulosmenoalue valaistaan samalla tavalla kuin sisäalue.

9.4.1.6 Luminanssin yleis- ja pitkittäistasaisuudet

Kynnysalueen ensimmäisellä puoliskolla ja sisäalueella luminanssin yleistasaisuuden U_0 tulee olla vähintään 0,40 ja luminanssin pitkittäistasaisuuden U_l vastaavasti vähintään 0,60.

9.4.1.7 Estohäikäisy

Valoisaan aikaan estohäikäisyn vaatimus kynnysalueella on $f_{TI} \leq 6 \%$ ja siirtymä- ja sisäalueella $f_{TI} \leq 10 \%$.

Pimeään aikaan estohäikäisyn vaatimuksen $f_{TI} \leq 10 \%$ tulee täyttyä koko tunnelin pituudella.

9.4.1.8 Vilkkuminen

Lyhyelle tunnelille ei ole vilkkumisvaatimuksia.

9.4.1.9 Seinien valaistusteknilliset vaatimukset

Vaatimukset ovat kohdan 9.3.1.10 mukaiset.

9.4.2 Pimeän ajan valaistus

Lyhyen tunnelin pimeän ajan valaistus tarkoittaa pimeään aikaan käytettävää tunnelivalaistusta, jonka ohjausajat ovat ensisijaisesti samat kuin tievalaistuksessa (tievalaistuksen sytytys ja sammutus).

Pimeällä sisäalueen valaistus valaisee koko tunnelin osuuden sisäänmenoaukosta ulosmenoaukolle. Valaistusteknilliset vaatimukset ovat taulukon 35 mukaiset (vaatimukset pimeänä aikana).

Hiljaisen liikenteen aikana (00–05) tunnelivalaistusta voidaan himmentää kohdan 9.11.3 mukaisesti.

9.5 Lähestymis- ja poistumisalueen valaistus valaisemattomalla tiellä

Jos valaistu tunneli on valaisemattomalla tiellä, tie valaistaan 200 m pituudelta ennen sisäänmenoaukkoa (lähestymisalue) ja ulosmenoaukon jälkeen (poistumisalue). Valaistusluokan tulee olla M3b, kun tien nopeusrajoitus on ≥ 80 km/h. Tien nopeusrajoituksen ollessa alle 80 km/h, valaistusluokka on M4.

9.6 Pysähtymistaskujen valaistus

Tunnelissa sijaitsevien pysähtymistaskujen vaakatason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden E_{hm} tulee olla vähintään kolminkertainen viereisen ajoradan arvo (yleensä sisäalueen arvo, taulukko 35). Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuuden tulee olla $U_{oi} \geq 0,40$.

Pysähtymistaskujen valaistuksen tulee olla varavalaisuksen piirissä, ks. kohta 9.8.

9.7 Valaistusteknilliset laskennat

Valaistusteknillisillä laskennoilla osoitetaan valaistusteknillisten vaatimusten täyttyminen. Maantietunnelin valaistussuunnitelman mukana tulee aina toimittaa valaistusteknilliset laskennat.

Maantietunnelin valaistusteknilliset laskennat tehdään ajokaistoille ja tunnelin seinille teknisen raportin *CIE 189* mukaisesti. Ajoradan laskenta-alue on vastaava kuin tien avoimella osuudella, mutta laskentaverkko on erilainen, koska tunnelissa valaisimien väli on huomattavasti lyhyempi. Lisäksi tunnelissa laskennat suoritetaan tunnelin molemmille seinille vähintään 2,0 m korkeudelle ajoradan pinnasta (taausviivasta).

Suunnittelussa käytettävän valaistuslaskentaohjelman tulee suorittaa tunnelivalaistuksen laskennat raportin *CIE 189* uusimman version mukaisesti. Valaistusteknillisissä laskennoissa tulee käyttää alenemakerrointa kohdan 3.6 mukaisesti.

Tunnelivalaistuksen mitoituksessa käytetään päällysteluokkaa R2 vaaleusasteella $Q_0 = 0,09$. Lisätietoja on esitetty kohdassa 3.7.

Märälle päällysteelle ei ole tunnelivalaistuksessa valaistusteknillisiä vaatimuksia.

Tunnelivalaistuksen laskennoissa havaitsija sijoitetaan vuorotellen jokaisen kaistan keskelle. Keskimääräinen luminanssi ja luminanssin yleistasaisuus lasketaan koko ajoradalle sekä jokaiselle seinälle jokaisesta havaitsijan sijainnista. Luminanssin pitkittäistasaisuus lasketaan kaistan keskilinjalle, havaitsijan sijainnin kautta kulkevalle pitkittäissuoralle jokaisesta havaitsijan sijainnista. Estohäikäisy lasketaan uusilla valonlähteillä (alennemakerroin 1,00) jokaisesta havaitsijan sijainnista. Mitoitettava tapaus on pienin arvo keskimääräisen luminanssin sekä luminanssin yleis- ja pitkittäistasaisuuden osalta ja suurin arvo estohäikäisyn osalta.

Ajoradan ja seinien alueellinen keskimääräinen luminanssi lasketaan vain kynnysalueen alkupuoliskolle ja sisäalueelle, koska kyseisillä alueilla valon määrä on vakio.

Sama pätee luminanssin yleis- ja pitkittäistasaisuudelle. Kynnysalueen jälkimmäisellä puoliskolla sekä siirtymäalueella (ja mahdollisesti myös ulosmenoalueella) on hyödyllisempää laskea ajoradan ja seinien luminanssit jokaiselle tien poikittaiselle laskenta-akselille. Laskentaverkon poikittaissuunnassa olevien pisteiden arvoista muodostetaan keskimääräiset luminanssit, joita verrataan vaatimukseen (kuva 28).

Kynnys- ja siirtymäalueella estohäikäisy lasketaan käyttämällä liikkuvaa havaitsijaa ts. havaitsija sijoitetaan jokaiseen kaistan keskellä olevaan pitkittäissuuntaisen suoran laskentapisteeseen. Sisäalueella estohäikäisy lasketaan samalla tavalla kuin tien avoimella osuudella.

Tunnelin seinistä heijastunut valo otetaan huomioon ajoradan luminanssien laskennassa. Tunnelin valaistusteknisissä laskennoissa seinän heijastuskertoimina voidaan käyttää seuraavia arvoja, jos todelliset arvot eivät ole tiedossa:

- vaalea betonipinta: 0,30
- ruiskubetoni tai käsittelemätön kallio: 0,10

Tunnelin kaikki muut pinnat paitsi ajorata oletetaan täysin hajaheijastaviksi Lambertin lain mukaisesti.

Valaistustekniset laskennat on tehtävä ja tulokset esitettävä riittävällä tarkkuudella taulukon 20 mukaan.

9.8 Varavalaistus

Jos normaali sähkönsyöttö katkeaa, osan valaistuksesta on pysyttävä toiminnassa. Toimintaan jäävää valaistusta sanotaan varavalaistukseksi ja sen tarkoituksena on:

- vähentää paniikkia,
- taata vähimmäisvalaistus sähkökatkon aikana, jotta autoliikenne toimisi mahdollisimman normaalisti
- tukea kunnossapitotöitä.

Varavalaistuksen on sytyttävä katkeamattomaksi ajaksi koko tunnelin alueelle varmennetulla sähkönsyötöllä Väyläviraston ohjeen *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje* mukaisesti, jos normaali sähkönsyöttö katkeaa.

Varavalaistuksen keskimääräisen luminanssin tulee olla $L_m \geq 0,75 \text{ cd/m}^2$ ja yleistasaisuuden $U_0 \geq 0,10$. Yleensä osa sisäalueen tunnelivalaisimista muodostaa varavalaistuksen. Suosituksena on, että joka toinen sisäalueen valaisimista muodostaisi varavalaistuksen (kaksirivisessä asennuksessa vuorottaisesti).

9.9 Evakuointivalaistus

9.9.1 Evakuointivalaistuksen tarkoitus

Evakuointivalaistusta tarvitaan hätätilanteessa, kun näkyvyys on huono (esim. tulipalon sattuessa), auttamaan ajoneuvonsa jättävät ihmiset poistumaan jalkaisin turvaan poistumisoville tai tunnelin suuaikoille.

Poikkeustilanteissa evakuointivalaistusta voidaan käyttää myös sähkökatkoksen aikana, jos varavalaistusta ei ole.

Tunnelin evakuointivalaistuksen suunnitteluperiaatteet ja vaatimukset on esitetty alla. Muilta osin noudatetaan standardissa *SFS-EN 16276* esitettyjä periaatteita ja vaatimuksia.

9.9.2 Poistumisreitit

Poistumisreitti on tunnelin mistä tahansa kohdasta avo-osuudelle tai muulle turvalliselle paikalle johtava poistumiseen tarkoitettu reitti. Poistuminen tunnelista voidaan järjestää jollakin seuraavista tavoista:

- suora poistuminen tunnelin suuaukon kautta ulkoilmaan
- poistuminen poistumisoven avulla oven takana olevaan paineistettuun yhdyskäytävään, toiseen tunneliputkeen tai pelastustunneliin, josta on edelleen pääsy ulkoilmaan.

Poistumisreittien evakuointivalaistus koostuu:

- poistumisopasteista
- poistumisopasteissa olevista lisävalaisimista tai vaihtoehtoisesti jatkuvasta ledinauhasta
- poistumisovien pistemäisistä valaisimista tai vaihtoehtoisesti jatkuvasta ledinauhasta
- yhdyskäytävän tai pelastustunnelin valaisimista.

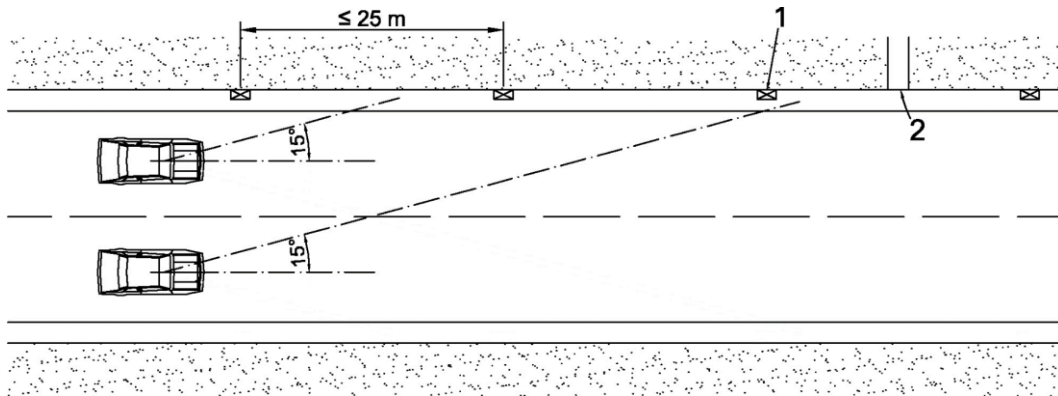
9.9.3 Poistumisopasteet ja ledinauhat

Jatkuvasti palavilla, sisältä valaistuilla poistumisopasteilla näytetään etäisyydet kummassakin suunnassa olevaan lähimpään turvalliseen tilaan (poistumisovi tai suuaukko). Poistumisopasteiden vaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje*.

Poistumisopasteet asennetaan enintään 25 m välein (opasteen keskipisteestä opasteen keskipisteeseen) ja 1,5 m korkeudelle ajoradan tasausviivasta sille puolelle tunneliputkea, jolla poistumisovet ovat. Jos poistumisovia ei ole, poistumisopasteet asennetaan yksisuuntaisessa putkessa ulkopientareen puoleiselle seinälle ja kaksisuuntaisessa putkessa jommallekummalle puolelle tunneliputkea. Jos kais-toja on kolme tai enemmän, poistumisopasteet asennetaan putken molemmin puolin. Opasteiden valovoima saa olla enintään 40 cd kartiossa, jonka avauskulma on 2 x 15°, kuva 29.

Onnettomuustilanteissa, esim. tulipalo, koko tunnelin ajorata muuttuu jalankulku-alueeksi. Savun täyttämässä tunnelissa jalankulkijoiden poistumista autetaan sytyttämällä koko tunnelin läpi jatkuva ledinauha tai poistumisopasteissa olevat pistemäiset lisävalaisimet.

Pistemäiset lisävalaisimet asennetaan yleensä samaan runkoon poistumisopasteen kanssa. Ledinauha asennetaan poistumisopasteiden alapuolelle noin 1,3...1,5 m korkeudelle ajoradan pinnasta (tasausviivasta).



Kuva 29. Poistumisopaste ja lisävalaisin (1) sekä poistumisovi (2).

Opasteiden lisävalaisimien tai ledinauhojen syttyminen kytketään palohälytyksiin Väyläviraston ohjeen *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje* mukaisesti.

Uudisrakentamisessa evakuointivalaistuksessa käytetään jatkuvaa ledinauhaa, koska se mahdollistaa savun täyttämässä tunnelissa jalankulkijoiden huomattavasti nopeamman poistumisen poistumisoville tai tunnelin suuaikoille verrattuna pistemäisiin opasteissa oleviin lisävalaisimiin. Tämä johtuu siitä, että savussa näkyvyys on yleensä vain pari metriä. Nykyisten tunnelivalaistuksien parannushankkeissa evakuointivalaistukset toteutetaan siten, että nykyinen toiminnallisuus vähintään säilyy. Rakennuskustannusten osalta ledinauha on poistumisopasteissa olevia lisävalaisimia kalliimpi vaihtoehto.

Kaikissa suunnissa, joista jalankulkijat voivat nähdä poistumisopasteen lisävalaisimen (pystyasossa välillä -60° alas ... $+20^\circ$ ylös ja vaakatasossa välillä -85° vasemmalle ... $+85^\circ$ oikealle), sen valovoiman tulee olla vähintään 4 cd opastevälin metriä kohti kuitenkin ≥ 40 cd. Kun opasteväli on 25 m, valovoima on vähintään 100 cd. Lisävalaisimen värielämpötilan tulee olla 4 000 K ja värintoistoindeksi $R_a \geq 70$.

Jos poistumisopasteiden lisävalaisimien sijasta käytetään jatkuvaa ledinauhaa, ledinauhan suorituskykyvaatimukset ovat Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* mukaiset.

Tunnelin ajoradan tai seinien luminansseille tai valaistusvoimakkuuksille ei ole valaistusteknillisiä vaatimuksia tunneliputkien evakuointivalaistuksessa.

Poistumisopasteiden ja ledinauhojen sähkönsyöttö suunnitellaan siten, että yhden opasteen tai nauhan vikaantuminen vaikuttaa vain rajallisesti muiden opasteiden tai nauhojen toimintaan. Lisäohjeita on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tietunnelien sähkötekniisten järjestelmien suunnitteluohje*.

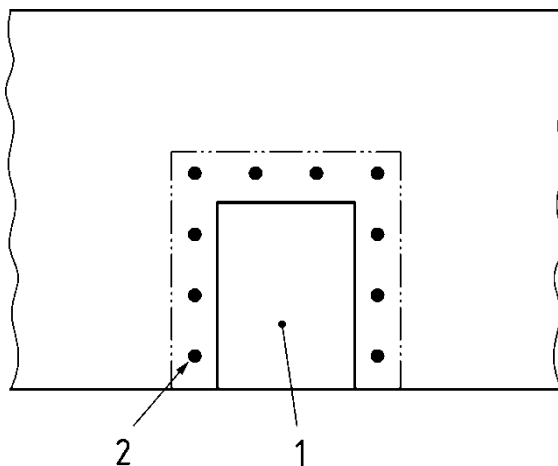
Poistumisopasteiden, poistumisopasteiden lisävalaisimien ja ledinauhojen on toimittava katkeamattomasti koko tunnelin alueella varmennetulla sähkönsyötöllä Väyläviraston ohjeen *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje* mukaisesti, jos normaali sähkönsyöttö katkeaa.

9.9.4 Poistumisovet

Poistumisoven sijainti osoitetaan molemmista suunnista luettavissa olevalla sisältä valaistulla lippuopasteella, jonka vaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje*. Lippuopasteen valaistus on koko ajan päällä.

Poistumisovi valaistaan valonheittimin ja oven valaistus on koko ajan päällä. Valonheittäjiä ei saa kiinnittää kaapelihyllyihin. Oven sekä oviaukon molemmin puolin 2 m levyisten ja oven korkuisten seinäalueiden pystytason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla $E_{vm} \geq 100 \text{ lx}$. Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuuden tulee olla $U_{oi} \geq 0,60$. Ovivalaisimien värielämpötilan tulee olla 4 000 K ja värintoistoindeksi tulee olla $R_a \geq 70$.

Evakuointitilanteeseen liittyvä poistumisovien evakuointivalaistus (kuva 30) tulee toteuttaa siten, että se aktivoituu onnettomuustilanteissa, esim. tulipalo. Poistumisovien evakuointivalaistus kytketään palohälytyksiin Väyläviraston ohjeen *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje* mukaisesti.



Kuva 30. Poistumisoven valaiseminen ja merkitseminen. 1) Poistumisovi. 2) Poistumisoven evakuointivalaistus, pistemäiset valaisimet tai jatkuva ledinauha.

Poistumisoven evakuointivalaistus voidaan toteuttaa joko pistemäisillä valaisimilla tai jatkuvalla ledinauhalla, joka kehystää poistumisoven. Pistemäisiä valaisimia tulee sijoittaa myös oven alalaitaan, koska savu peittää ylhäällä olevat valaisimet.

Jos poistumisoven evakuointivalaistus toteutetaan pistemäisillä valaisimilla, niiden suorituskysymykset ovat seuraavat:

- vihreä väri standardin *ISO 3864-4* mukaisesti
- valaisimien valovoima $I \geq 150 \text{ cd}$ joka suuntaan (pysty- ja vaakatasossa) vähintään $-60^\circ \dots +60^\circ$
- onnettomuustilanteessa pistemäiset valaisimet syttyvät ja vilkkuvat taajuudella 1–4 Hz, normaalisti valaisimet ovat pois päältä.

Ledinauhan suorituskysymykset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset*. Onnettomuustilanteessa ledinauhan tulee syttyä ja sammuttaa (vilkkua) taajuudella 1–4 Hz. Normaalitylanteessa ledinauha on pois päältä.

Poistumisoven evakuointivalaistuksen ja lippuopasteen on toimittava katkeamattomasti varmennetulla sähkönsyötöllä Väyläviraston ohjeen *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje* mukaisesti, jos normaali sähkönsyöttö katkeaa.

9.9.5 Yhdyskäytävät ja pelastustunnelit

Poistumisoven takana sijaitsevan yhdyskäytävän tai pelastustunnelin lattiapinnan vaakatason valaistusvoimakkuuden tulee olla $E_{\text{hm}} \geq 150 \text{ lx}$ ja yleistasaisuuden $U_{\text{oi}} \geq 0,20$. Yhdyskäytävän tai pelastustunnelin valaisimien värintoistoindeksi tulee olla $R_a \geq 70$.

Poistumisoven takana sijaitsevan yhdyskäytävän tai pelastustunnelin valaistuksen tulee toimia katkeamattomasti varmennetulla sähkönsyötöllä Väyläviraston ohjeen *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje* mukaisesti, jos normaali sähkönsyöttö katkeaa.

9.9.6 Hätäasemien valaistus

Hätäasemien sijainti osoitetaan molemmista suunnista luettavissa olevalla sisältä valaistulla lippuopasteella. Myös hätäasemakaapit valaistaan valaisimilla sisältä. Lippuopasteen valaistus on koko ajan päällä ja hätäasemakaapin valaistuksen tulee olla päällä, kun kaappi avataan. Lippuopasteen ja hätäasemakaapin valaistuksen on toimittava katkeamattomasti varmennetulla sähkönsyötöllä Väyläviraston ohjeen *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje* mukaisesti, jos normaali sähkönsyöttö katkeaa.

9.10 Erikoisvalaistus

Erikoisvalaistusta tulee käyttää vain erittäin pitkissä tunneleissa ($\geq 6 \text{ km}$), joissa on todettu tarve ehkäistä tunnelin yksitoikkoisuudesta johtuvaa kuljettajien väsymystä tai lieventää suljetusta tilasta johtuvaa kuljettajien pelkoa ja ahdistuneisuutta.

Tunneleissa ei saa käyttää sinistä valoa, koska se on hälytysajoneuvojen varoitusvalaisimien käyttämä väri. Punaisen, oranssin ja vihreän valon käyttöä ei sallita, koska se on liikenteenohjauksessa käytetty väri. Punainen ja oranssi valo voidaan myös tulkita tulipaloksi.

9.11 Tunnelivalaistuksen ohjaus

9.11.1 Tunnelivalaistuksen ohjaus

Tunnelivalaistuksen ohjaus normaalissa käyttötilanteessa tapahtuu ajosuuntien mukaisesti. Valaistusta ohjataan jatkuvasti mitattavien lähestymisluminanssin arvojen mukaisesti. Mittaukset tehdään yleensä L_{20} -luminanssimittarilla, joka mittaa lähestymisluminanssin käyttäen kohdassa 9.3.1.2 kuvattua 20° näkökartiota. L_{20} -mittari tulee sijoittaa mahdollisimman hyvin vastaamaan kohdassa 9.3.1.2 kuvattua sijaintia, ottaen kuitenkin huomioon ilkeä valo sekä mittarin kunnossapito ja liikaantuminen.

Tunnelivalaisimien ohjaus tulee toteuttaa standardisarjan *SFS-EN IEC 62386* mukaisella ohjausprotokollalla.

Ledivalaisimilla toteutettua tunnelivalaistusta suositellaan ohjattavaksi vähintään 16 eri valaistusportaalla esim. seuraavasti: 100 %, 90 %, 80 %, 70 %, 60 %, 50 %, 40 %, 35 %, 30 %, 25 %, 20 %, 15 %, 10 %, 5 %, S ja H, jossa S on sisäalue pimeään aikaan (ks. kohta 9.3.2) ja H sisäalue hiljaisen liikenteen aikaan (ks. kohta 9.11.3). Ylimpiä portaita tarvitaan harvoin, joten niissä porraskävi voi olla suurempi. Alimmat portaat ovat käytössä kaikista eniten, mm. talvella ja huonon sään aikana, joten niiden porraskävi on oltava pienempi kuin ylimpien portaiden. Kuvassa 31 on esitetty esimerkki yksisuuntaisen tunneliputken 16 valaistusportaan ohjaustaulukosta. Kynnysalueen pituus pysyy koko ajan vakiona (poikkeuksena porraskävi P14) ja siirtymäalueen pituus vaihtelee riippuen lähestymisalueen luminanssista. Valaistusportaiden liian pienen määrän käyttö voi johtaa tarpeettomiin hälytyksiin häiriönhavaintojärjestelmässä.

OHJAUSRYHMÄ		$L_{20,mitoitus}=4300$		cd/m^2	R2.1A	R2.1B	R2.2	R2.3	R2.4	R2.5	R1.1	R1.2
Valaistus- porras	Lähestymisalueen luminanssi L_{20} [cd/m^2]			L_{th} [cd/m^2]	KYNYSALUE		SIIRTYMISALUE				SISÄALUE	
P1 (100%)	3947	↑↓		300	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
P2 (90%)	3509	↑↓	3793	270	90 %	90 %	90 %	90 %	90 %	90 %	100 %	100 %
P3 (80%)	3070	↑↓	3371	240	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	100 %	100 %
P4 (70%)	2632	↑↓	2950	210	70 %	70 %	70 %	70 %	70 %	70 %	100 %	100 %
P5 (60%)	2193	↑↓	2528	180	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	100 %	100 %
P6 (50%)	1754	↑↓	2107	150	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	0 %	100 %	100 %
P7 (40%)	1535	↑↓	1686	120	40 %	40 %	40 %	40 %	40 %	0 %	100 %	100 %
P8 (35%)	1316	↑↓	1475	105	35 %	35 %	35 %	35 %	0 %	0 %	100 %	100 %
P9 (30%)	1097	↑↓	1264	90	30 %	30 %	30 %	30 %	0 %	0 %	100 %	100 %
P10 (25%)	877	↑↓	1054	75	25 %	25 %	25 %	25 %	0 %	0 %	100 %	100 %
P11 (20%)	658	↑↓	843	60	20 %	20 %	20 %	20 %	0 %	0 %	100 %	100 %
P12 (15%)	439	↑↓	632	45	15 %	15 %	15 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %
P13 (10%)	219	↑↓	421	30	10 %	10 %	10 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %
P14 (5%)	133	↑↓	211	15	10 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %
P15 (S)		↑↓	127	2,0	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	67 %	67 %
P16 (H)	Vuorokauden aika (00-05)			1,0	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	33 %	33 %

Kuva 31. Pitkän tunnelin valaistuksen ohjaustaulukoesimerkki. Tunnelin nopeusrajoitus on 100 km/h, 10 vuoden kuluttua vallitseva ennustettu liikennemäärä 8 000 ajon/d, lähestymisluminanssi $L_{20} = 4 300 cd/m^2$, luminanssikerroin $k = 0,07$, sisäalueen luminanssi valoisaan aikaan $3,0 cd/m^2$. Valaisinryhmien (R1.X ja R2.X) prosenttiluku kuvaa valaisimen tuottamaa valovirtaa suhteessa valaisimen mitoitusvalovirtaan (tunnelivalaistus 100 % teholla).

Valaistusportaalta toiselle siirtyminen suositellaan toteutettavaksi mitattujen lähestymisluminanssien keskiarvojen perusteella. Tarkastelu-aika voi olla esimerkiksi 10 s, jolloin raskaiden ajoneuvojen vaikutukset mittausarvoihin saadaan minimoitua. Raja-arvojen hystereesinä voi olla esimerkiksi 2 % (98 % ja 102 %) asetetusta raja-arvosta. Mittareiden mittaamat lähestymisluminanssien arvot tulee tallentaa tietokantaan esim. 5 min välein mm. tulevia tunnelivalaistuksen parannushankkeita varten. Tunnelivalaisimien himmennuksen tulee tapahtua esimerkiksi 5 s ajanjaksoilla.

Valaistusportaiden määrä voi olla huomattavasti suurempi kuin 16, mutta tällöin tulee kiinnittää huomiota riittävään tarkastelu-aikaan ja raja-arvojen hystereesiin sopeutumisalueen valaistustasojen jatkuvien muutoksien välttämiseksi.

Suunnitelman mukaisen toiminnan varmistamiseksi työkohtaisissa laatuvaatimuksissa on esitettävä tunnelivalaistuksen ohjausperiaatteet (normaali- ja vikatilanne) sekä lähestymisluminanssin mittausperiaatteet mukaan lukien mittareiden sijoitus-

ja kalibrointiperiaatteet. Lisäksi suunnitelma-asiakirjoihin tulee laatia tunnelivalaistuksen ohjausjärjestelmän periaatekaavio.

Lähestymisluminanssia mittaavat mittarit tulee varustaa lasinpesulaitteilla ja mittareille on laadittava kunnossapitosuunnitelma.

9.11.2 Tunnelivalaistuksen ohjauksen vikatilanteet

Jos tunneliputken valaistusta ohjaava mittari (yleensä L_{20} -luminanssimittari) vioittuu tai tiedonsiirto ei toimi, tunnelivalaistuksen ohjaukseen tulee käyttää toisen ajosuunnan mittarin ohjaustietoa. Jos molemmat mittarit eivät ole toiminnassa tai ohjaukseen tulee jokin muu vikatilanne, tunnelivalaistuksen tulee ohjautua automaattisesti ennalta määrättyihin tasoihin. Suositeltava taso valoisaan aikaan on 50 % kynnysalueen luminanssin L_{th} maksimiarvosta (kuvan 31 valaistusporras P6) ja taulukon 35 mukaiset valoisan ajan arvot sisäalueen luminanssiarvoista. Pimeään aikaan ainoastaan sisäalueen valaistuksen on oltava päällä ja valaistuksen tulee ohjautua automaattisesti taulukon 35 pimeään ajan arvoihin.

9.11.3 Himmennys hiljaisen liikenteen aikana

Käyttökustannusten pienentämiseksi tunnelin sisäalueen luminanssia voidaan himmentää ajankohtana 00–05 puoleen taulukon 35 pimeään ajan arvoista. Tällöin esimerkiksi tunnelin, jossa nopeusrajoitus on 100 km/h ja 10 vuoden kuluttua vallitseva ennustettu liikennemäärä on KVL > 12 000 ajon/d, sisäalueen luminanssi on 1,00 cd/m² välillä 00–05.

9.12 Tunnelivalaisimet

Suunnitelmassa on käytettävä ensisijaisesti vakiovalmisteisia tunnelivalaisimia. Tunnelivalaisimet valitaan siten, että kaikki valaistusteknilliset vaatimukset täyttyvät ja valaisimien valonjako-ominaisuudet soveltuvat hankkeeseen mahdollisimman taloudellisella tavalla. Valaisimien valonjako voi olla liikenteen suuntaan nähden symmetrinen tai asymmetrinen, vasta- tai myötävaloperiaatteella toimiva.

Suositukset tunnelivalaistuksessa käytettävälle värilämpötilalle ja värintoistolle on esitetty taulukossa 19.

Valaisimet voidaan sijoittaa kattoon yhteen tai useampaan riviin taikka seiniin. Vastavaloperiaatteella toimivat valaisimet voidaan sijoittaa vain kattoon. Yleensä kynnys- ja siirtymäalueen tunnelivalaisimet ovat kustannustehokkuussyistä vastavaloperiaatteella toimivia. Tällöin valaisimien aiheuttama häikäisy on suurempi, mutta tehonkulutus on pienempi kuin symmetrisellä valonjaolla varustetuilla valaisimilla. Sisäalueen valaisimien valonjaot ovat yleensä liikenteen suuntaan symmetrisiä johdun pitkästä valaisinvälistä.

Yleensä tunnelivalaisimet sijoitetaan ajoradan yläpuolelle kustannustehokkuussyistä. Seinien viereen sijoitetut valaisimet valaisevat kuitenkin paremmin tunnelin seinien yläosia, jolloin tunnelin hahmottaminen helpottuu ja ajomukavuus lisääntyy.

Tunnelivalaisimien muodostamista valaisinriveistä on pyrittävä tekemään yhden-suuntaisia tielinjan kanssa optisen ohjauksen takia.

Tunneli- ja evakuointivalaisimien tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* vaatimukset. Ohjeessa on määritelty ledivalaisimille mm.:

- sähköturvallisuusvaatimukset (mm. standardit, suojausluokka, ylijännitesuoja)
- suorituskyykyvaatimukset
- rakenteelliset vaatimukset (mm. materiaalit, rakenne, kotelointiluokka, IK-luokka).

9.13 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.

Maantietunneleiden rakenteiden suunnitteluohjeet on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tietunnelin rakennetekniset ohjeet*.

9.14 Liikennemerkit

Tunnelissa olevat liikennemerkit valaistaan aina, elleivät ne ole itsevalaisevia liikennemerkkejä.

Valaistujen liikennemerkkien pystytason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla $E_{vm} \geq 100$ lx. Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuuden tulee olla $U_{oi} \geq 0,70$. Liikennemerkkien valaisimien värielämytilan tulee olla 3 000 K ja värinotoindeksi tulee olla $R_a \geq 80$.

Liikennemerkkien valaisimien sijoittamisen osalta tulee ottaa huomioon, että liikennemerkeissä käytetään paluuheijastavia materiaaleja, joten niihin osuva valo heijastuu samaan suuntaan kuin mistä se on tullut. Lisäksi liikennemerkit peili- ja hajaheijastavat valoa, kun niitä valaistaan. Liikennemerkkejä valaisevat valaisimet tulee sijoittaa niin, että tienkäyttäjälle ei aiheudu missään tilanteessa häikäisyä, erityisesti haitallista peiliheijastusta valaistavasta merkistä.

9.15 Sähköverkon suunnittelu

Tunnelivalaistuksen sähköverkon tyyppi on TN-S-jakelujärjestelmä.

Tunnelivalaistuksen sähköverkon suunnittelussa tulee noudattaa Väyläviraston ohjeita *Tietunneleiden sähkötekni-
sten järjestelmien suunnitteluohje* ja *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje*.

9.16 Auringon aiheuttama häikäisy

Sopeutuminen hämästä valoisaan on huomattavasti nopeampaa kuin sopeutuminen valoisasta hämääseen. Tästä huolimatta sopeutuminen hämästä valoisaan ei tapahdu välittömästi, vaan vaatii jonkin verran aikaa, ks. kohta 9.2.2. Tämä voi kasvattaa liikenneturvallisuusriskiä, erityisesti tilanteissa, joissa tienkäyttäjä lähestyy tunnelin ulosmenoaukkoa ja matalalla oleva aurinko paistaa ulosmenoaukosta sisään. Tällöin on mahdollista, että suuren estohäikäisyn takia tienkäyttäjän havaitsemiskyky on hetkellisesti erittäin heikko.

Tunnelihankkeissa, joissa tunnelin suuntauksen takia on olemassa vaara, että matalalla oleva aurinko paistaa tunnelin ulosmenoaukosta sisään useita kymmeniä tunteja vuodessa, tulee tehdä häikäisytesti. Häikäisytestissä tulee määrittää tunneliputkittain ne ajankohdat, jolloin häikäisyä voi esiintyä. Testit tehdään sijoittamalla havaitsijat tunnelin ulosmenoalueelle esim. 10 m ennen ulosmenoaukkoa ja keskelle ulosmenoaluetta (puolet lähestymisalueen pituudesta).

Auringonvalon aiheuttamaa häikäisyä voidaan osittain ehkäistä rakentamalla häikäisyesteitä tunnelin ulosmenoaukon lähelle. Häikäisyesteet voivat olla esimerkiksi kuvan 32 mukaisia tunnelin poistumisalueelle sijoitettuja levyjä, jotka estävät suoran auringonvalon pääsyn tunnelin ulosmenoalueen ajoradalle.



Kuva 32. Mestarintunnelin eteläisen poistumisalueen häikäisyesteet.

Liikenneturvallisuutta voidaan myös pyrkiä parantamaan varoittamalla tienkäyttäjiä häikäisystä muuttuvilla opasteilla esim. kalenteritietoon ja L_{20} -luminanssimittarien mittaustietoon perustuen. Häikäisyvaroituksen toimintaa voi optimoida seurannasta saatujen havaintojen perusteella tunnelin käytön aikana.

10 Rautatiealueet

10.1 Valaistavat alueet ja kohteet

10.1.1 Rautatiealueiden pääryhmät

Rautatiealueen valaistavat alueet jaotellaan neljään pääryhmään:

- matkustaja-alueet
- ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet
- junien huolto- ja järjestelyratapihat sekä
- rautatietunnelit.

Jokaisen alueen valaistuksella on omat tarpeensa ja valaistusteknilliset vaatimuksensa.

Ennen valaistussuunnittelun aloittamista suunnittelijan tulee selvittää alueen käyttötarkoitus ja siellä suoritettavat työtehtävät sekä kalusto, jolla alueella pääsääntöisesti liikutaan. Nämä tekijät tulee ottaa huomioon määriteltäessä alueen valaistuksen tarvetta, valaistusteknillisiä vaatimuksia ja valaistuslaitteiden sijainteja.

10.1.2 Matkustaja-alueet

Matkustaja-alueella valaistuksen tarkoituksena on parantaa matkustajien liikkumisen turvallisuutta, yleisen turvallisuuden tunnetta ja viihtyvyyttä. Valaistuksen tulee olla matkustajia ohjaava.

Matkustaja-alueet valaistaan aina. Valaistavia alueita ovat mm. asemalaitureiden katetut ja avoimet osuudet, portaat ja luiskat laiturialueille sekä alikulkutunnelit, ylikulkusillat, kulkureitit ja laituripolut. Matkustaja-alueen valaistukset jaetaan valaistusteknillisten vaatimusten osalta eri luokkiin ja eri osiin taulukoiden 37 ja 38 mukaisesti. Matkustaja-alueiden lisävalaistusta vaativia erikoiskohteita ovat mm. opastuspisteet ja myyntipaikat. Tässä ohjeessa ei käsitellä rakennusten sisävalaistuksia.

On yleistä, että useampi taho omistaa ja hallinnoi saman matkustaja-alueen valaistuksia. Esimerkiksi asemalaitureiden valaistus voi kuulua Väylävirastolle tai VR Groupille, mutta portaiden, luiskien ja muiden kulkureittien valaistus voi kuulua kunnalle tai tontin omistajalle. On tärkeää, että näitä kaikkia alueita tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena, ja että muiden kuin valtion omistamien valaistuksien osalta noudatetaan tämän ohjeen vaatimuksia.

10.1.3 Ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet

Ratapihojen työskentelyn ollessa jatkuvaa tulee ne valaista. Hiljaisilla ratapihoilla valaistuksen rakentamisen tarpeellisuus tulee selvittää alueiden normaalien työskentelyaikojen ja työtehtävien perusteella.

Vaihdealueilla valaistus toteutetaan työntekoa varten.

Seisontaraiteet ja vaihtotyöalueet on tarkoitettu vaunujen säilyttämiseen ja junien kokoamiseen. Valaistuksella turvataan ratapihahenkilökunnan turvallinen liikkuminen ja työskentely.

Kuormausalueet voivat olla pistemäisiä tai ratapihojen reunassa olevia lastausraiteita. Kuormausalueen valaistuksella mahdollistetaan raidekaluston normaalit käyttötoimenpiteet ja muun liikenteen turvallisuus sekä parannetaan henkilökunnan työturvallisuutta ja työn tuottavuutta. Kuormaajissa on omat työskentelyvalaisimet, jotka helpottavat kuormausta.

Puun kuormausalueiden valaistus toteutetaan työskentelyn ehdoilla. Valaistavia alueita ovat lastaus- ja seisontaraiteet, vaihdealueet, puun varastointialueet sekä kulkureitit.

10.1.4 Junien huolto- ja järjestelyratapihat

Junien huoltorataapihat ovat suuria yhtenäisiä varikkoalueita, joissa tehdään vaunujen ja vetureiden huoltotoimenpiteitä. Huoltorataapihojen valaistavat alueet on esitetty kohdissa 10.2.3 ja 10.2.4.

Järjestelyratapihat ovat suuria laajoja ratapihoja, joissa kasataan ja säilytetään tavarajunia. Järjestelyratapihojen valaistavat alueet on esitetty kohdassa 10.2.4.

10.1.5 Rautatietunnelit

Rautatietunneleiden suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa koskevat ohjeet on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 18, Rautatietunnelit*. Ohjeessa on myös esitetty rautatietunnelin ryhmittely sen pituuden mukaan sekä tunnelin edellyttämät tekniset järjestelmät.

Rautatietunnelin valaistavat alueet sekä niiden valaistustekniset vaatimukset määräytyvät tunnelin käyttötarkoituksen mukaan kohdan 10.2.5 mukaisesti.

Rautatietunneleiden valaistus (normaali valaistus ja evakuointivalaistus) tulee toteuttaa siten, että tunnelitiloissa voidaan joka tilanteessa liikkua turvallisesti. Myös rautatietunnelin yhteydessä oleviin kuiluihin ja ajotunneleihin sekä kaikkiin niihin liittyviin tiloihin on saatava riittävä valaistus. Rautatietunneleiden valaistus toteutetaan tunneliosittain tunnelin toiminnallisen analyysin ja riskianalyysin vaatimusten mukaisesti.

10.2 Valaistustekniset vaatimukset

10.2.1 Yleiset perusteet

Rautatiealueiden valaistuksien tulee täyttää kohtien 10.2.2–10.2.5 valaistustekniset vaatimukset. Valaistustekniset vaatimukset perustuvat ulkoalueiden osalta standardiin *SFS-EN 12464-2* ja sisäalueiden osalta standardiin *SFS-EN 12464-1*.

Suositukset rautatiealueiden valaistuksien värilämpötiloille ja värintoistoindeksille on annettu taulukossa 19.

Rautatiealueiden valaistuksen tulee täyttää häiriövalolle asetetut raja-arvot kohdan 3.8 mukaisesti. Haastavimmissa kohteissa (suunnittelussa olevat kohteet tai jo toteutetut kohteet) voidaan tehdä häiriövalotarkastelut.

10.2.2 Matkustaja-alueet

Euroopan komission asetus (EU) 1300/2014 asettaa matkustaja-alueiden valaistukselle vaatimuksia. Asetuksessa on viitattu valaistuksen osalta standardeihin SFS-EN 12464-2 ja SFS-EN 12464-1. Väylävirasto on tiukentanut osaa pienten ja keskisuurten asemien asemalaitureiden valaistusvoimakkuuksien tasaisuusvaatimuksista verrattuna edellä mainittuihin standardeihin. Tasaisuuksia tiukentamalla matkustajille saadaan miellyttävämpi valaistus, joka helpottaa alueella liikkumista ja parantaa valvontakameroiden kuvan laatua. Matkustaja-alueiden valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty taulukossa 37.

Rautatiealueeseen liittyvällä jalankulku- ja pyörätiellä valaistusvoimakkuuden tulee olla vähintään taulukon 37 mukainen:

- joukkoliikenteen merkittävän vaihtoreitin osalta koko reitin osuudella vaihtopysäkkiin saakka
- muiden jalankulku- ja pyöräteiden osalta seuraavaan liittymään saakka.

Valvontakameroiden asettamat vaatimukset matkustaja-alueiden keskimääräisille valaistusvoimakkuuksille, valaistusvoimakkuuksien tasaisuuksille ja värintoistindeksille on otettu huomioon taulukoiden 37 ja 19 valaistusteknillisissä vaatimuksissa.

Kahden vierekkäisen alueen valaistusvoimakkuuden eron ollessa yli 2,5-kertainen tulee alueiden väliin tehdä sopeutumisalue. Sopeuttaminen tehdään yhdessä portaassa. Sopeutumisalueen keskimääräinen valaistusvoimakkuus on puolet kahden vierekkäisen alueen keskimääräisten valaistusvoimakkuuksien summasta (esim. $(10 \text{ lx} + 50 \text{ lx}) / 2 = 30 \text{ lx}$). Muut valaistusteknilliset vaatimukset (mm. valaistusvoimakkuuksien tasaisuudet) ovat samat kuin matalamman valaistustason alueella. Sopeutumisalueen pituus on yksi valaisinväli (yleensä pylväsväli). Sopeutumisalue tehdään matalamman valaistustason alueelle, esim. suuren aseman kulkureitin ja avoimen asemalaiturin rajapinnassa sopeutumisalue sijoitetaan kulkureitin osuudelle.

Laiturivalaistuksen tulee ulottua laiturikaukaloon niin, että kaukalon 1,0 m levyisellä reuna-alueella vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus E_{hm} on vähintään 30 % laiturialueen keskimääräisestä valaistusvoimakkuudesta ja valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus on $U_{\text{oi}} \geq 0,25$. Laiturikaukalon vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus lasketaan laiturin pinnan korkeudelta ja laskenta-alue ulottuu laiturin ulkopuolelle 1,0 m etäisyydelle laiturin reunasta.

Asemien alikulkukäytävien valoisan ajan valaistuksen tarve määritellään kohdan 3.3.2.3 mukaisesti.

Matkustaja-alueiden valaistuksen tulee olla sellainen, että heikkonäköinen kykenee erottamaan opasteet ja niiden tekstit sekä lukemaan aikataulut ja muun matkustajainformaation. Pinnoitteet on pystyttävä erottamaan toisistaan kontrastien avulla. Junan ja laiturin vaara-alueen reunan väliin jäävän raon on erotuttava selkeästi.

Taulukko 37. Matkustaja-alueiden valaistustekniset vaatimukset. P- ja A-valaistusluokkien valaistustekniset vaatimukset on esitetty kohdissa 3.2.3 ja 3.3.1.8.

Matkustaja-alueet	E_{hm} lx, min	U_{oi} min	U_d min	R_{GL} max
Pienet asemat				
Avoimet asemalaiturit	10,0	0,25	0,13	50
Katetut asemalaiturit	20,0	0,40	0,20	50
Tunneliasemat, täysin katetut laiturit ^a	50,0	0,40	0,20	^b
Asemien alikulkukäytävät	30,0	0,50	0,33	^b
Portaat ja luiskat, avoimet ja katetut	30,0	0,40		
Ylikulkusillat, avoimet ja katetut	20,0	0,40	0,20	
Odotuskatokset	50,0	0,40		
Kulkureitit (P4)	5,00	0,20		
Keskisuuret asemat				
Avoimet asemalaiturit	20,0	0,40	0,20	45
Katetut asemalaiturit	50,0	0,50	0,33	40
Tunneliasemat, täysin katetut laiturit ^a	100	0,50	0,33	^b
Asemien alikulkukäytävät	50,0	0,50	0,33	^b
Portaat ja luiskat, avoimet ja katetut	50,0	0,50		
Ylikulkusillat, avoimet ja katetut	30,0	0,40	0,20	
Odotuskatokset	50,0	0,40		
Kulkureitit (P2)	10,0	0,20		
Suuret asemat				
Avoimet asemalaiturit	50,0	0,40	0,20	45
Katetut asemalaiturit	100	0,50	0,33	35
Tunneliasemat, täysin katetut laiturit ^a	200	0,50	0,33	^b
Asemien alikulkukäytävät	100	0,50	0,33	^b
Portaat ja luiskat, avoimet ja katetut	100	0,50		
Ylikulkusillat, avoimet ja katetut	50,0	0,50	0,33	
Odotuskatokset	100	0,50		
Kulkureitit (P2)	10,0	0,20		
Esteetön reitti ^c				
Reitti ulkotiloissa	100	0,50		45
Reitti sisätiloissa	200	0,50		^b
Muut alueet				
Pysäköintialueet (A1)	20,0	0,25		50

- a) Täysin katetut laiturit tarkoittavat aseman laiturialuetta, joka on rakennettu laitureiden ja raiteiden kanssa yhtenäisen katon alle.
- b) Valaistuksen kiusahäikäisyn arvioimiseen käytetään UGR-häikäisyindeksiä standardin SFS-EN 12464-1 mukaisesti. Häikäisyindeksin vaatimus on $R_{UGL} \leq 25$.
- c) Esteetön reitti määritellään aina asemakohtaisesti. Esteettömällä reitillä voivat kulkea kaikki liikumis- ja toimimisesteiset henkilöt.

Paikat, joissa suoritetaan yksityiskohtaisten tietojen lukemista, tulee korostaa valaistuksella, jonka valaistusvoimakkuus on vähintään 50 % korkeampi ja tasaisuudet vähintään yhtä korkeat kuin ympäröivä valaistus.

Uuden ja nykyisen valaistuksen liittymiskohdat on suunniteltava valaistusteknillisten vaatimusten osalta yhtenäisiksi. Jos nykyisen aseman laitureista vain osan valaistus on tarpeen uusaa tai asemalle rakennetaan lisälaitureita, kohdan 10.2.2 ja taulukon 37 vaatimuksia sovelletaan ainakin niillä. Samassa yhteydessä on kuitenkin suositeltavaa arvioida myös aseman muiden matkustaja-alueiden valaistuksien uudelleenrakentamisen tai parantamisen kannattavuutta taloudellisuustarkaste-luin.

Sisäänkäynnit on valaistava muuta ympäristöä voimakkaammin, mutta suuria valaistusvoimakkuuden vaihteluja tulee välttää. Valaistus on suunniteltava siten, että alueelle ei jää pimeitä alueita tai nurkkauksia.

Rataverkon haltija päättää asemaluokan. Taulukossa 38 on esitetty asemaluokat ja niitä vastaavat valaistusluokat. Valaistusluokkien valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty taulukossa 37.

Taulukko 38. Valaistusluokan valinta asemaluokan mukaan.

Asemaluokat		Valaistusluokat		
Luokka	Kuvaus	Pieni asema	Keskisuuri asema	Suuri asema
Pääkaupunkiseudun lähiliikenne				
LL1	Matkustajamäärä yli 5 milj. vuodessa			X
LL2	Matkustajamäärä 3...5 milj. vuodessa		X	
LL3	Matkustajamäärä 2...3 milj. vuodessa		X	
LL4	Matkustajamäärä 1...2 milj. vuodessa		X	
LL5	Matkustajamäärä alle 1 milj. vuodessa	X		
Kaukoliikenne				
KL1	Matkakeskukset ja muut merkit- tävät risteysasemat. Matkusta- jamäärä yli 250 000 vuodessa.			X
KL2	Keskisuuret asemat. Matkusta- jamäärä 50 000...250 000 vuodessa.		X	
KL3	Vähäliikenteiset asemat. Mat- kustajamäärä alle 50 000 vuodessa.	X		

10.2.3 Ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet

Pienten ja keskisuurten ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteiden sekä vaihtotyö- ja kuormausalueiden työskentelyalueiden valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty taulukoissa 39 ja 40. Rataverkon haltija päättää ratapihojen kokoluokan.

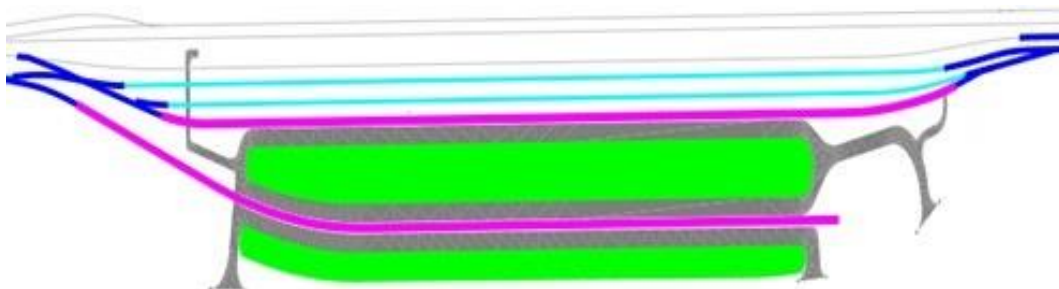
Ratapiha-alueiden valaistusteknilliset vaatimukset on laadittu tavara- ja raideka-luston käsittelyn ja rata-alueen kunnossapitotoimien mahdollistamiseksi.

Jos tarkkaa työskentelyaluetta ei voida määritellä, valaistus tulee suunnitella koko alueelle korkeimman vaaditun valaistusluokan valaistusteknillisten vaatimusten mukaan. Osa keskisuurten ratapihojen alueiden työtehtävistä edellyttää riittävää pystytason valaistusvoimakkuutta, mm. tunnisteiden lukemista varten.

Taulukko 39. Pienten ratapiha-alueiden valaistusteknilliset vaatimukset.

Pienen ratapihan alueet	E_{hm} lx, min	E_{vm} lx, min	U_{oi} min	U_d min	R_{GL} max
Tulo- ja lähtöraiteet					
Vaihdealue	10,0		0,40	0,20	50
Lastaus- ja seisontaraiteet					
Avokuormausraiteet	10,0		0,25	0,13	50
Tavara-alueet					
Trukkien, nosturien ja autojen liikennealue	10,0		0,25	0,13	50
Puun kuormausalueet					
Avokuormausraiteet	10,0		0,25	0,13	50
Puun varastointialueet	5,00		0,25		50
Kulkureitit (P2)	10,0		0,20		
Vaihtotyöratapiha					
Ratapihan keskiosa	10,0		0,40	0,20	50
Vetoraide	10,0		0,50	0,33	50
Vaunujen ja vetureiden huolto-, korjaus- ja säilytysalueet					
Vaunujen säilytysraiteet	5,00		0,25	0,13	50
Raiteet henkilöasemilla, varikoilla ja konepajoilla					
Normaali toiminta	10,0		0,40	0,20	50

Puun kuormausalueen valaistuksen suunnittelussa kuormaus- ja säilytysraiteet sekä kulkureitit ja puun varastointialueet tulee rajata tarkasti. Esimerkki puun kuormausalueesta on esitetty kuvassa 33.



Kuva 33. Esimerkki puun kuormausalueen aluejaosta. Tumman sininen: vaihdealue, vaalean sininen: säilytysraide, violetti: avokuormausraide, vihreä: puun varastointialue, harmaa: kulkureitit.

Ratapihojen muiden alueiden, joilla ei lähtökohtaisesti työskennellä, valaistus tulee suunnitella työskentelyalueen ympäristön valaistusteknillisten vaatimusten mukaan, taulukko 41. Työskentelyalueen ympäristön valaistusteknilliset vaatimukset ovat standardin *SFS-EN 12464-2* mukaiset. Ratapihojen muut alueet määritellään aina hankekohtaisesti.

Taulukko 40. Keskisuurten ratapiha-alueiden valaistusteknilliset vaatimukset.

Keskisuurten ratapihan alueet	E_{hm} lx, min	E_{vm} lx, min	U_{oi} min	U_d min	R_{GL} max
Tulo- ja lähtöraiteet					
Vaihdealue	10,0		0,40	0,20	50
Lastaus- ja seisontaraiteet					
Avokuormausraiteet	20,0		0,40	0,20	50
Tavara-alueet					
Trukkien, nosturien ja autojen liikennealue	20,0		0,50	0,33	45
Avokuormausraiteet	20,0		0,40	0,20	50
- vilkas toiminta	50,0		0,40	0,20	45
Katetut kuormausraiteet	50,0		0,40	0,20	40
- vilkas toiminta	100		0,50	0,33	40
Konttinosturiraiteet	20,0	10,0	0,40	0,20	50
- vilkas toiminta	50,0	20,0	0,40	0,20	45
Puun kuormausalueet					
Avokuormausraiteet	20,0		0,40	0,20	50
Puun varastointialueet	5,00		0,25		50
Kulkureitit (P2)	10,0		0,20		
Vaihtotyöratapiha					
Ratapihan keskiosa	15,0		0,40	0,20	45
Vetoraide	10,0		0,50	0,33	50
Vaunujen ja vetureiden huolto-, korjaus- ja säilytysalueet					
Matkustajavaunujen puhdistusraiteet	10,0		0,40	0,20	50
Matkustajavaunujen huoltoraiteet	20,0		0,40	0,20	45
- vilkas toiminta	50,0		0,50	0,33	45
Matkustajavaunujen pesuraiteet	20,0	10,0	0,40	0,20	45
- vilkas toiminta	50,0	20,0	0,50	0,33	45
Vaunujen huoltoraiteet	20,0		0,40	0,20	40
Vaunujen korjausraiteet	50,0	50,0	0,50	0,33	40
Vaunujen säilytysraiteet	5,00		0,25	0,13	50
Veturien säilytysraiteet	10,0		0,40	0,20	50
Raiteet henkilöasemilla, varikoilla ja konepajoilla					
Vilkas toiminta	15,0		0,40	0,20	50

Taulukko 41. Työskentelyalueen ympäristön valaistusteknilliset vaatimukset.

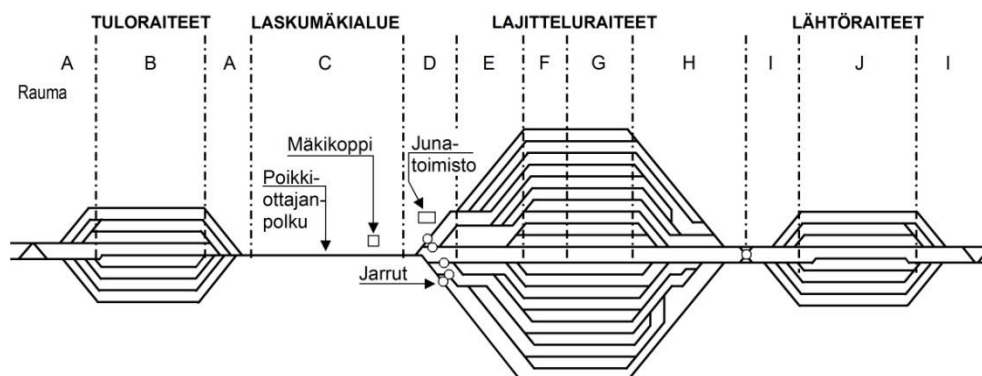
Työskentelyalueen keskimääräinen valaistusvoimakkuus E_{hm} lx	Työskentelyalueen ympäristön keskimääräinen valaistusvoimakkuus E_{hm} lx
200	50,0
150	30,0
$50,0 \leq E_{hm} \leq 100$	20,0
$< 50,0$	sama kuin työskentelyalueella

10.2.4 Junien huolto- ja järjestelyratapihat

Järjestelyratapihan toiminnot asettavat toimenpidekohtaisia valaistusteknillisiä vaatimuksia eri työalueille. Kuvassa 34 on esitetty järjestelyratapihan työalueet ja taulukossa 42 näiden valaistusteknilliset vaatimukset. Lisätietoja järjestelyratapihoista on saatavilla mm. Väyläviraston ohjeesta *Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 7, Rautatieliikennepaikat*.

Taulukko 42. Järjestelyratapihojen valaistusteknilliset vaatimukset alueittain.

Järjestelyratapihat	E_{hm} lx, min	E_{vm} lx, min	U_{oi} min	U_d min	R_{GL} max
Tuloraiteet					
Vaihdealue (A)	10,0		0,40	0,20	50
Ratapihan keskiosa (B)	15,0		0,40	0,20	45
Laskumäkialue					
Poikkiottajan alue (C)	50,0	20,0	0,50	0,20	40
Mäen harja, vaununumeron lukualue (C)	20,0	50,0	0,50	0,20	40
Lajitteluraiteet, käsin ohjattu					
Hiljennys hiljennyskiskolla (D)	20,0		0,40	0,20	45
Vaihdealue, laskumäen pää (E)	15,0		0,40	0,20	45
Hiljennysalue jarrukengällä (F)	15,0		0,40	0,20	45
Lajitteluraiteet, autom. ohjattu					
Paikalliset raidejarrut (D)		50,0	0,50	0,33	40
Jatkuvat raidejarrut (D)	15,0		0,40	0,20	45
- vilkas toiminta	20,0		0,40	0,20	45
Vaihdealue, laskumäen pää (E)	15,0		0,40	0,20	45
- vilkas toiminta	20,0		0,40	0,20	45
Lajitteluraiteet, keskiosa (G)	15,0		0,40	0,20	45
Vaihdealue, lähtöpää (H)	10,0		0,40	0,20	50
Lähtöraiteet					
Vaihdealue (I)	10,0		0,40	0,20	50
Ratapihan keskiosa (J)	10,0		0,25	0,13	50



Kuva 34. Esimerkkikuva järjestelyratapihan aluejaosta.

10.2.5 Rautatietunnelit

10.2.5.1 Normaalivalaistus

Rautatietunnelien normaalivalaistuksen valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty taulukossa 43.

Taulukko 43. Rautatietunnelien normaalivalaistuksen valaistusteknilliset vaatimukset.

Rautatietunnelit	E_{hm} lx, min	U_{oi} min	U_d min
Rautatietunnelin poistumistie ^a	20,0	0,50	0,20
- hätäpoistumisportaat	50,0	0,40	
Ajo- ja huoltotunnelit	7,50	0,25	
Pysty- ja huoltokuilut			
- portaat	20,0	0,40	
- muut tilat	10,0	0,30	

a) Vaatimus koskee tunneleita, joissa on matkustajaliikennettä.

Rautatietunnelissa olevat matkustaja-alueet tulee valaista kohdan 10.2.2 mukaisesti.

Muut vaatimukset ovat Väyläviraston ohjeen *Ratatekniset ohjeet (RATO)*, osa 18, *Rautatietunnelit* mukaisia.

10.2.5.2 Evakuointivalaistus

Rautatietunnelien valaistusta on käsitelty Euroopan komission asetuksessa (EU) 1303/2014. Asetuksen pohjalta evakuointivalaistukselle on annettu vaatimukset Väyläviraston ohjeessa *Ratatekniset ohjeet (RATO)*, osa 18, *Rautatietunnelit*. Ohjeen lisäksi suunnittelussa tulee noudattaa sisäasiainministeriön asetusta 805/2005 sekä standardeja SFS-EN 1838, SFS-EN 50171, SFS-EN 50172 ja SFS 6000-5-56.

Rautatietunnelialueiden evakuointivalaistuksen valaistusteknilliset vaatimukset ovat standardin SFS-EN 1838 mukaiset.

10.2.6 Tasoristeykset

Rautatien ja maantien tasoristeyksen valaistuksen tarve ja valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty kohdassa 3.3.1.9.

Laituripolun tasoristeysalueen vaakatasoisen keskimääräisen valaistusvoimakkuuden E_{hm} tulee olla 1,5-kertainen avoimen asemalaiturin arvo ja muiden valaistusteknillisten vaatimusten vähintään samat kuin avoimella asemalaiturilla.

10.2.7 Valaistusteknilliset laskennat

Kaikki valaistusteknilliset laskennat on tehtävä standardin SFS-EN 12464-2 mukaan. Tarkastelualueen laskentapisteen määrä lasketaan standardissa olevan kaavan mukaan tarkastelualueen kummallekin sivulle (pituus ja leveys) ja pyöristetään lähimpään kokonaislukuun. Pisteiden välisen etäisyyden tulee olla ≤ 5 m.

Taulukossa 44 on esitetty muutamia esimerkkejä laskentapisteidien määrästä suhteessa tarkastelualueen sivun pituuteen. Kun molempien sivujen pisteiden määrä on määritetty, muodostetaan niiden avulla tarkastelualueen laskentapisteverkko.

Taulukko 44. Laskentapisteidien määrä suhteessa tarkastelualueen sivun pituuteen.

Sivun pituus d m	Sivun laskentapisteidien määrä n, kpl
1	5
5	8
10	10
50	16
100	20
200	40
300	60
400	80

Valaistusteknilliset laskennat tehdään ensisijaisesti koko valaistavalle alueelle siten, että kullekin osuudelle määritellään laskennassa oma laskentapisteverkko. Portaiden osalta valaistusteknilliset vaatimukset koskevat portaiden jokaista porrasta (yhden portaan etenemä x leveys) ja tasannetta (syvyys x leveys).

R_G -häikäisynluokitusluvut lasketaan havaitsijoille, jotka on sijoitettu laskentapisteverkon jokaiseen pisteeseen standardin *SFS-EN 12464-2* mukaisesti. Havaitsija sijoitetaan 1,5 m korkeudelle ja havaitsijan katsesuunta on 2 astetta vaakatasosta alaspäin. Häikäisynluokitusluvut lasketaan jokaiselle havaitsijalle koko akselin ympäri 45 asteen välein, yhteensä 8 laskenta-arvoa. Häikäisyn maksimiluokitusluku R_G ja suunta ilmoitetaan jokaiselle havaitsijalle. Laskentapisteverkon suurin arvo on mitoittava.

Matkustaja-alueiden täysin katetuilla laitureilla, sisätilojen reiteillä ja alikulkukäytävissä kiusahäikäisyn arviointiin käytetään UGR-häikäisyindeksiä, joka lasketaan standardin *SFS-EN 12464-1* mukaisesti.

10.3 Valaistusperiaatteet

10.3.1 Valaistusratkaisun valinta

Valaistuksen suunnittelun lähtökohtana on valaistusteknilliset vaatimukset täyttävä valaistus. Valaistustyytit, valaistuslaitteet ja valaistuksen ohjausjärjestelmä valitaan siten, että valaistuksen rakennuskustannusten sekä käyttö- ja hoitokustannusten nykyarvon summa tulee mahdollisimman pieneksi ja että kohteeseen valitun valaistusluokan vaatimukset ja muut toimivuuteen, turvallisuuteen ja kestävyysliittyvät vaatimukset täyttyvät. Ratapihojen ja avoimien asemalaitureiden valaistuksilla tarkasteluajanjakson pituus on yleensä 25 vuotta ja katettujen asemalaitureiden ja rautatietunneleiden valaistuksilla yleensä 13 vuotta Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* mukaisesti.

Valaistusratkaisun valintaa on ohjeistettu lisää kohdassa 4.1.

10.3.2 Matkustaja-alueet

Matkustaja-alueilla valaisimet tulee pääsääntöisesti sijoittaa rakenteisiin, kuten alikulkukäytävien katot, portaiden ja luiskien seinät tai katot sekä laiturikatokset. Avoimilla asemalaitureilla ja ylikulkusilloilla valaisimet sijoitetaan pylväisiin. Pylväät tulee sijoittaa niin, etteivät ne estä matkustaja-alueiden kunnossapitotoimia. Avoimilla asemalaitureilla valaisimia voidaan sijoittaa myös portaaleihin, jos valaisimien kunnossapito on mahdollista suorittaa nosturilla ottaen huomioon alla esitetyt vaatimukset.

Kaikki valaistuslaitteet on sijoitettava aukean tilan ulottuman (ATU) ulkopuolelle. Aukean tilan ulottuman määritelmä ja mitat on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 2, Radan geometria*. Valaisimet tulee sijoittaa siten, että junaan kulkevat matkustajat eivät varjosta junan ja laiturin välistä rakoa eikä junasta poistuvat tai laiturilla kulkevat matkustajat häikäisty.

Valaistuslaitteiden kunnossapitotoimet tulee pystyä suorittamaan ilman sähköradan jännitekatkoa. Laitteet on sijoitettava siten, että niitä kunnossapidettävät henkilöt eivät joudu työskentelemään alle 3,0 m etäisyydellä ratajohdon jännitteisistä osista.

Matkustaja-alueiden valaistuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon esteettömät reitit joukkoliikennetyhteyksien, saattoliikenne- ja pysäköintialueiden sekä eri toimintojen välillä. Reitit suunnitellaan aina yhdessä muiden tekniikka-alojen suunnittelijoiden kanssa. Esteettömän reitin valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty taulukossa 37. Esteettömän reitin muut vaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 16, Väylät ja laiturit*.

10.3.3 Ratapihat

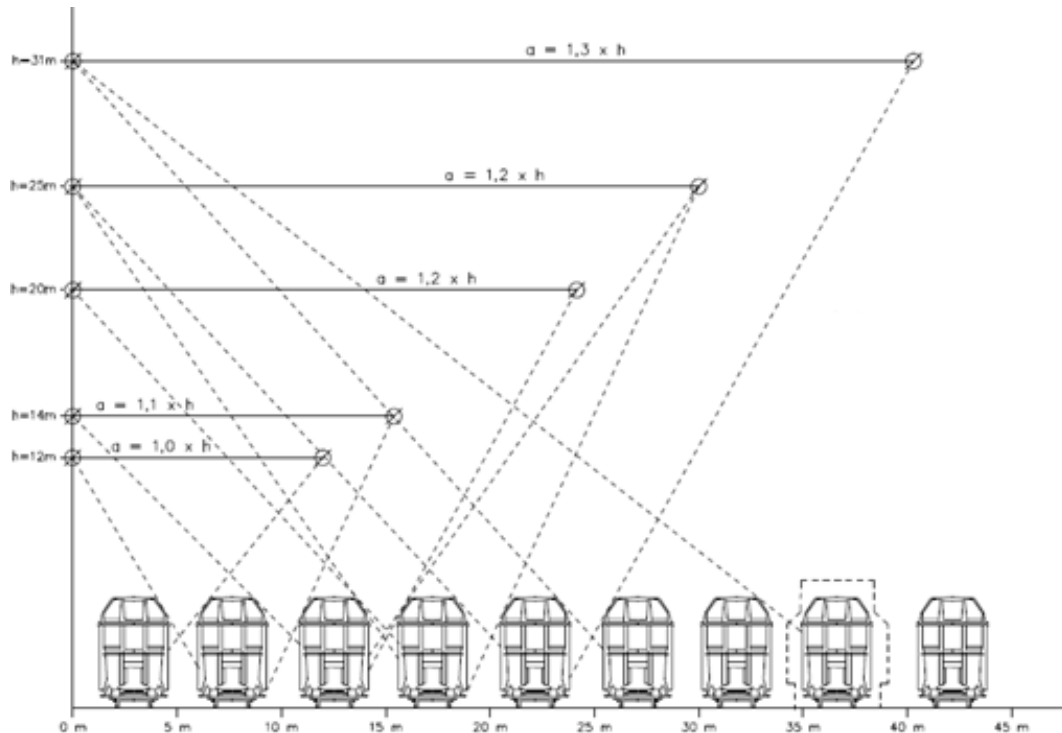
Valaisimien tai valonheittimien asennuskorkeutta määriteltäessä tulee ottaa huomioon ratapihan leveys ja raidemäärä. Valoa tulee olla riittävästi myös vaunujen välissä. Kuvassa 35 on annettu suurin sallittu valaisimien tai valonheittimien etäisyys toisistaan suhteessa asennuskorkeuteen ratapihan poikkileikkauksessa.

Valaisinpylväiden ja mastojen sijoituksessa on otettava huomioon, ettei valaisinpylvään, maston tai minkään muun valaistuslaitteen mikään osa saa sijaita aukean tilan ulottuman (ATU) sisäpuolella. Aukean tilan ulottuman määritelmä ja mitat on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 2, Radan geometria*.

Valaisinpylväiden ja mastojen sekä valaisimen ja valonheittimen sijoituksessa tulee ottaa huomioon valaistuksen kunnossapitotoimet. Toimet tulee pystyä suorittamaan ilman sähköradan jännitekatkoa. Väyläviraston ohjeissa *Sähkörataohjeet ja Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 5, Sähköistetty rata* on annettu pienimmät sallitut työskentelyetäisyydet ratajohdon jännitteisistä osista. Vaihdealueilla tai tavararatapihoilla valaisimet voidaan kuitenkin sijoittaa sähköratarakenteisiin laadukkaamman (mm. parempi valaistus vaunujen välissä) ja kustannustehokkaamman valaistuksen aikaansaamiseksi, jos tilaaja sen nimenomaisesti sallii.

Valaistuslaitteet eivät saa haitata ratapiha-alueella liikkuvien henkilöiden, raidekaluston, kunnossapitokaluston tai muun alueella liikkuvan kaluston liikennöintiä ja

ne tulee sijoittaa niin, että ne haittaavat mahdollisimman vähän alueella työskentelyä.



Kuva 35. Valaisimien tai valonheittimien suurin sallittu etäisyys toisistaan suhteessa asennuskorkeuteen ratapihan poikkileikkauksessa. Valaisimien tai valonheittimien sijoitus voi olla vastakkainen tai vuorottainen.

Puun kuormausalueilla tulee ensisijaisesti käyttää puupylväitä, joiden valaisimien asennuskorkeus on 12, 13, 14 tai 15 m. Laajoilla kuormausalueilla voidaan käyttää myös mastoja valonheittimien asennuskorkeuden ollessa 21...25 m. Mastojen laatuvaatimukset on esitetty kohdassa 10.5.3.

Puun kuormausalueella kaikki valaisinpylväät ja mastot tulee sijoittaa siten, että valaisimien tai valonheittimien kunnossapito voidaan suorittaa kiipeämällä tai kori-autoa käyttäen.

Ratapihoilla olevat tuulipussit valaistaan yleensä alueen toiminnallisella valaistuksella, jolloin tuulipussien erillistä valaistusta ei tarvita. Tuulipussin sijaitessa sellaisessa paikassa, ettei sitä voida valaista alueen toiminnallisella valaistuksella, se valaistaan erillisellä valaistuksella, jotta se voitaisiin havaita myös pimeään aikaan.

10.4 Rautatiealueiden valaistuksen ohjaus

10.4.1 Matkustaja-alueet

Matkustaja-alueiden valaistuksien päälle ja pois -ohjauksien tulee perustua alueella vallitsevaan valon määrään. Päälle ja pois -ohjaukset toteutetaan yleensä hämäräkytkimien avulla. Hämräkytkin mittaa valon määrää (valaistusvoimakkuutta) ja sytyttää tai sammuttaa keskuksen valaistukset raja-arvojen alittuessa tai ylittyessä.

Matkustaja-alueiden valaistuksien tulee olla aina päällä pimeään aikaan. Valaistuksia voidaan himmentää korkeintaan puoleen (50 %) taulukon 37 valaistusvoimakkuusarvoista aikana, jolloin matkustajajunia ei kulje (yö). Himmennyksen tulee perustua aikaohjaukseen tai läsnäoloon perustuvaan ohjaukseen. Aikaohjauksessa himmennykset voidaan toteuttaa kaikille matkustaja-alueille samanaikaisesti. Läsnäolo-ohjauksen tulee perustua liiketunnistukseen tarkastelualueella (esim. laiturin) ja himmennysten tulee tapahtua tarkastelualuekohtaisesti.

10.4.2 Ratapihat

Junien huolto- ja järjestelyratapihat (suuret ratapihat) valaistaan aina pimeään aikaan. Valaistuksen päälle ja pois -ohjauksen tulee perustua alueella vallitsevaan valon määrään. Ohjaus toteutetaan yleensä hämäräkytkimen avulla.

Pienten ja keskisuurten ratapihojen valaistuksen ohjaus toteutetaan työskentelyaikojen mukaan. Jos ratapihojen työskentely on vilkasta, noudatetaan suurien ratapihojen valaistuksen ohjausperiaatteita. Pienten ja keskisuurten ratapihojen työskentelyn ollessa satunnaista tai vähäistä, voidaan valaistuksen päälle ja pois-ohjauksessa käyttää painonappeja tai GSM-etäohjausta.

Vaihdealueiden valaistuksen päälle ja pois -ohjauksen tulee perustua painonappiohjaukseen tai GSM-etäohjaukseen.

Puun kuormausalueilla valaistuksen päälle ja pois -ohjauksen tulee perustua paikallisiin käyttökytkimiin tai GSM-etäohjaukseen.

Lähtökohtana on, että ratapihojen valaistus on taulukoiden 39, 40, 41 ja 42 valaistusteknillisten vaatimusten mukainen, eikä sitä himmennetä, kun alueella tehdään töitä.

10.4.3 Rautatietunnelit

Rautatietunneleiden valaistukset ovat lähtökohtaisesti koko ajan päällä, eikä niitä himmennetä.

10.5 Valaistuslaitteet

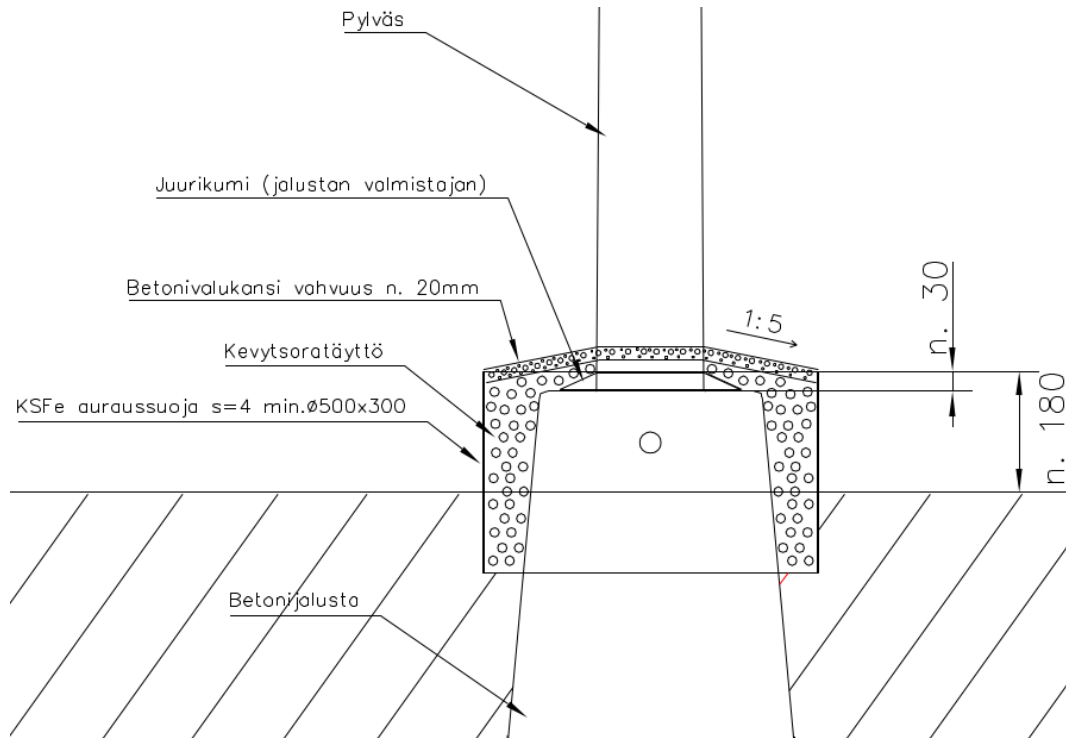
10.5.1 Jalustat

Rautatiealueella käytettävien valaisinpylväiden jalustojen laatuvaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset*.

Metallipylväiden jalustojen valintaa on ohjeistettu kohdassa 6.2.

Laiturialueella pylvään ja jalustan ympärillä tulee olla auraussuoja. Esimerkki auraussuojasta on esitetty kuvassa 36.

Mastojen perustamisessa tulee käyttää pääsääntöisesti laattajalustaa, joka tukeutuu kantavaan maapohjaan tai teräsbetonisten tukipaalujen avulla kovaan pohjaan. Jalustatyyppien määrittelyssä tulee ottaa huomioon mastojen maksimikuormat. Jokaiselle mastolle on tehtävä pohjatutkimukset, joiden pohjalta laaditaan perustamissuunnitelma.



Kuva 36. Esimerkkikuva jalustaa suojaavasta auraussuojasta. Suoja täytetään kevytsoralla.

10.5.2 Pylväät

Rautatiealueilla käytetään jäykkiä pylväitä (JÄ).

Metallipylväiden tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset* vaatimukset. Jäykkien valaisinpylväiden osalta ei tarvitse noudattaa törmäysturvallisten valaisinpylväiden erityisvaatimuksia. Lisäksi on otettava huomioon, että laiturille asennettaviin valaisinpylväisiin kiinnitetään monesti myös muuta tekniikkaa: kuulutusjärjestelmät, opasteet jne. Nämä on otettava huomioon pylväiden tuulikuorman mitoituksessa. Lisäksi pylväät tulee varustaa aina kahdella kytkentäaukolla.

Rautatiealueilla metallipylväiden Δh -mitta on 0,0 m.

Jos vaihdealueella sijaitsevan pylvään viereen ei päästä nostoautolla, pylväät tulee toteuttaa kaadettavina. Tällöin pylväiden alaosa toteutetaan yhdestä tai kahdesta U-profiilista, joka ulottuu asennuskorkeuden puoliväliin. Alaosan yläpäähän tulee nivel, jonka ympäri pylvään yläosa voidaan kaataa niin, että valaisimelle voidaan suorittaa tarvittavat kunnossapitotoimet. Yläosa suunnitellaan niin, että se on tasapainossa, eikä edellytä kaatamiseen konetta.

Puupylväiden tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset* vaatimukset. Ohjeesta poiketen rautatiealueilla jäykät puupylväät voidaan upottaa suoraan maahan.

Puupylvään latva tulee suojata latvaa leveämmällä pylväshatulla.

10.5.3 Mastot

Rautatiealueella tulee käyttää vapaasti ilman haruksia seisovia, teräksestä tehtyjä ja kuumasinkittyjä ristikko-, olake- tai kartiomastoja. Kaikki mastot tulee varustaa kuumasinkityllä kunnossapitotasolla ja kiipeämistikkailta sekä haponkestävästä teräksestä valmistetulla turvavaijerilla.

Hankekohtaisesti tilaaja voi esim. esteettisistä syistä hyväksyä myös toisentyyppiisiä mastoja. Jos tällaiseen mastoon ei saada sijoitettua kiipeämistikkaita ja turvavaijeria, tulee valonheittimien kunnossapitoa varten järjestää tilaa asennuskorkeuden edellyttämälle nostokalustolle.

Puun kuormausalueella tukkien lastaus- ja purkupaikoilla mastojen ympärille tulee rakentaa törmäyssuojaus. Puun varastointialueilla mastot suojataan tarvittaessa tukkien pinoamiselta pylvästä vasten suojalla, jonka tulee ulottua 3,0 m korkeuteen.

Mastojen sijoittamista lentopaikkojen läheisyydessä on käsitelty kohdassa 6.3.3.6.

10.5.4 Kiinnitykset sähkörakenteisiin

Sähköratarakenteisiin asennettavien valaisinpylväiden, valaisinvarsien, istukoiden ja kiinnikkeiden materiaalivaatimukset ovat vastaavat kuin sähköradan pylväillä ja portaaleilla. Samaan rakenteeseen asennettavia valaistusrakenteita (mm. pylväitä ja varsia) ei saa kiinnittää sähköradan pylvääseen tai portaaliin hitsaamalla tai poraamalla, vaan ainoastaan kuumasinkityillä tai ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla kiristettävillä hakapulteilla.

Ratapiirustusarkistosta löytyy pylväiden, valaisinvarsien, mastojen, portaalien ja ripustuksien sekä niiden kiinnikkeiden ja kiinnityksperiaatteiden tyyppipiirustuksia.

Jos valaisimet tai valonheittimet asennetaan sähköratarakenteisiin, tulee niiden tuomat lisäkuormat ottaa huomioon sähköratarakenteiden ja niiden jalustojen mitoituksessa.

Valaisinjohto tulee viedä kytkentäkotelolta valaisimelle tai valonheittimelle UV-suojatussa kaapelinsuojaputkessa. Suojaputki tulee kiinnittää luotettavasti ja tarpeeksi tiheään, jottei se pääse irrotessa tippumaan sähköratarakenteen jännitteisiin osiin.

10.5.5 Valaisimet

Rautatiealueiden valaistuksen uudisrakentaminen ja parantaminen toteutetaan ledivalaisimilla tai ledivalonheittimillä, niiden suuren valotehokkuuden ja pitkän käyttöikänsä takia.

Matkustaja-alueiden ja ratapiha-alueiden ledivalaisimien ja ledivalonheittimien tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* vaatimukset. Ohjeessa on määritelty valaisimille ja valonheittimille mm.:

- sähköturvallisuusvaatimukset (mm. standardit, suojausluokka, ylijännitesuoja)
- suorituskykyvaatimukset
- rakenteelliset vaatimukset (mm. materiaalit, rakenne, koteloitiluokka, IK-luokka).

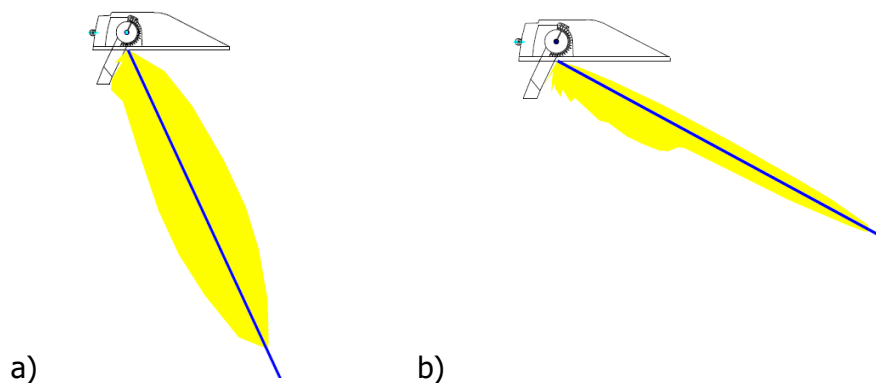
Väylävirasto on asettanut ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* ledivalaisimen tai ledivalonheittimen valotehokkuudelle, hyötyeliniälle ja värikoordinaattien väriaihteluluokille suorituskykyvaatimukset. Vaatimukset ovat osittain erilaisia riippuen siitä, sijaitseeko valaisin tai valonheitin ratapihalla, avoimella laiturilla vai katetulla laiturilla. Jos valaisimet tai valonheittimet sijoitetaan sähköratarakenteisiin, niiden hyötyeliniän tulee olla vähintään 100 000 h. Tavoitteet valon värilämpötilalle ja värintoistoindeksille alueittain on esitetty kohdassa 3.4.

Valaisimet ja valonheittimet varustetaan vakiovalovirtaohjauksella (CLO).

Rautatiealueilla valaisimien ja valonheittimien on oltava suojausluokkaa II.

Kunnossapitosyistä valaistussuunnitelman valaisimet ja valonheittimet on valittava siten, että suunnitelmassa käytetään mahdollisimman pientä määrää erilaisia valaisimia ja valonheittäjiä, sekä niiden runkokokoja, tehoja ja optiikoita. Suunnitelmassa on käytettävä ensisijaisesti vakiovalmisteisia valaisin- ja valonheitintyyppisiä.

Valaisimien ja valonheittimien valonjako-ominaisuuksia koskevat vaatimukset on esitetty kohdassa 6.4.3. Valonheittimien suuntaukset tulee esittää valaistuksen rakentamissuunnitelmassa. Suuntaukset on tehtävä tämän ohjeen, valaistusteknistien laskentojen ja valaisinvalmistajan antamien ohjeiden mukaan. Valonheittimen maksimivalovirta saa suuntautua korkeintaan 75 asteen kulmaan pystytasosta. Asiaa on havainnollistettu kuvassa 37.



Kuva 37. a) 25° epäsymmetristä valoa tuottava valonheitin, jonka tasolasin suurin sallittu kallistuskulma on 50°. b) 60° epäsymmetristä valoa tuottava valonheitin, jonka tasolasin suurin sallittu kallistuskulma on 15°.

Valaisimien ja valonheittimien sijoittamista on käsitelty kohdassa 10.3.

Rautatietunneleiden valaisimien (normaali- ja evakuointivalaistus) tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset* vaatimukset.

Rautatietunneleissa valaisimien ja niiden kiinnityslaitteiden on kestävä junien aiheuttamat painekuormat. Painekuorman suuruus arvioidaan Väyläviraston ohjeen *Ratatekniset ohjeet (RATO), osan 18, Rautatietunnelit* mukaisesti.

10.5.6 Valaistuskeskukset

Valaistuskeskus sijoitetaan maahan jakokaappiin rautatiealueelle. Jakokaapin jालustalta tulee rakentaa kaapelinsuojaputkireitti kaapelikaivoon tai -kouruun.

Suunnittelija esittää valaistuskeskuksen rakenteen ja laatuvaatimukset valaistuksen rakentamissuunnitelman keskus- ja piirikaavioissa sekä työkohtaisissa laatuvaatimuksissa. Ensisijaisesti pyritään käyttämään vakiokeskusmalleja.

Valaistuskeskuksen maadoituksen tulee olla Väyläviraston ohjeen *Radan laitetilojen sähköliittymien hankinta ja tekninen toteuttaminen* mukainen.

Suunnittelijan on sovittava uuden valaistuskeskuksen sijainti ja numero yhdessä tilaajan kanssa.

Valaistuskeskuksen lähtöjen määrä määräytyy aina hankekohtaisesti. Lähtökohtaisesti keskukseen suunnitellaan valaistussuunnitelman mukaiset ryhmät sekä vähintään yksi lähtö varalle.

Keskuksen valaisinryhmät tulee varustaa ryhmäkohtaisella A-0-K-kytkimellä. Kytkimen napaisuus on seuraava:

- A = ohjausjärjestelmän mukainen toiminta,
- 0 = valaisinryhmä pois käytöstä ja
- K =manuaalinen ohjaus, joka ohittaa ohjausjärjestelmän.

Valaisinryhmissä tulee olla myös kontaktorikohtainen tuntilaskuri, joka ohjaa ryhmävaihtojen suorittamista.

10.5.7 Maadoitukset

Rautatiealueilla maadoitukset on tehtävä Väyläviraston ohjeiden *Radan laitetilojen sähköliittymien hankinta ja tekninen toteuttaminen* ja *Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu* mukaisesti.

10.6 Sähköverkon suunnittelu

Rautatiealueiden valaistuksen sähköverkko tulee suunnitella Väyläviraston ohjeen *Radan laitetilojen sähköliittymien hankinta ja tekninen toteuttaminen* mukaisesti. Valaistuskeskusten ja valaisimien maadoitusta sähköradan paluuvirtakiskoon on kuvattu ohjeen liitteessä.

Muilta osin rautatiealueiden valaistuksen sähköverkko tulee suunnitella ja mitoittaa kohdan 6.8 mukaisesti.

Maakaapelit tulee suojata kaikelta mekaaniselta rasitukselta niillä alueilla, joilla se ei kulje kaapelikanavassa tai -kourussa *InfraRYL:n* kohdan 33612 *Ulkovalaistuksen kaapelinsuojaputket* mukaisesti.

Rautatietunneleiden sähköjärjestelmien osalta on noudatettava Väyläviraston ohjetta *Ratatekniset ohjeet (RATO), osan 18, Rautatietunnelit*.

10.7 Valaistussuunnitelmat

Rautatiealueen valaistuksen toteuttamisessa on kolme tavoitteiltaan ja tarkkuudeltaan erilaista suunnitelmaa:

- rautatien yleissuunnitelman valaistustiedot
- ratasuunnitelman valaistustiedot
- valaistuksen rakentamissuunnitelma.

Valaistussuunnitelmat laaditaan tämän ohjeen mukaisesti ottaen huomioon alla esitetyt rautateitä koskevat suunnitteluohjeet.

Ratasuunnitelman toimintaohjeet ja ratasuunnitelman laatimiseen sisältyvät tehtävät on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Ratasuunnitelman toimintaohje*.

Ratasuunnitelman sisältö ja esitystapa ovat Väyläviraston ohjeen *Ratasuunnitelma, sisältö ja esitystapa* mukaisia.

Radan yleissuunnittelua ja rakentamissuunnittelua on ohjeistettu Väyläviraston ohjeessa *Radan suunnitteluohje*. Rautateitä koskevat laatuvaatimukset on esitetty Väyläviraston *Ratateknisissä ohjeissa (RATO)*.

10.8 Toteutusvaiheen valaistusteknilliset mittaukset

Valmiin valaistusasennuksen valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset tulee tehdä Väyläviraston ohjeen *Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset* mukaisesti.

**Tiealueet, ledivalaisimet**

Tiealueilla sijaitsevien ledivalaisimien ohjaus toteutetaan 2-portaisesti alla olevien kellonaikojen mukaan. Kellonajat ohjelmoidaan talviaikaan. Ledivalaisimen liitälaitteeseen ennakoon ohjelmoidussa ohjauksessa, kellonajat määräytyvät yleensä laskennallisen keskiyön mukaan, joka vaihtelee paikkakunnittain (keskimäärin n. 00:20).

	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Valaistusluokat	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi %																		
M-luokat	100	100	100	100	100	60	60	40	40	40	40	40	40	40	60	100	100	100	100
Valaistusluokat	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen valaistusvoimakkuus %																		
P-, C- ja A-luokat	100	100	100	100	100	60	60	40	40	40	40	40	40	40	60	100	100	100	100

Tievalaistuksen yösammutus, purkauslamppuvalaisimet

	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Kaikki valaistusluokat	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen lum. tai valaistusv. %																		
Purkauslamppuvalaisimet	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100

LIITE 2. TIEVALAISTUKSEN PIIRUSTUSMERKINNÄT 20.6.2023

PYLVÄÄT

- Metallipylväs
- Puupylväs
- ←○ Harustettu puupylväs
- Tuettu puupylväs

MAAKAAPELIT JA ILMAJOHDOT

IRTI



Jakoraja

Kaapelijatkos

Maadoitus

Kaivo

Uusi maakaapeli asennettuna suojaputkeen

Nykyinen maakaapeli

Uusi ilmajohto

Nykyinen ilmajohto



Uusi maakaapeli asennettuna suojaputkeen, alitukset
Jokaisella alitusputkella on yksilöity tunnusnumero

Uusi maakaapeli asennettuna nykyiseen suojaputkeen

Muun tahon omistama maakaapeli (esim. kunnan
ulkovalaistusverkko)

Muun tahon omistama ilmajohto (esim. kunnan
ulkovalaistusverkko)

TVK-6-313-33 R1
AMCMK 4x25+16/M110

Keskustunnus, ryhmänumero,
kaapelityyppi ja suojaputken koko
esitetään mm. jakorajoilla
viiteviivan avulla

Yksivaiheinen laskennallinen oikosulkuvirta
ja jänniteenalanema esitetään jokaiselle
ryhmälle erikseen. Mitatuille arvoille on
varattu tyhjä tila.

TVK-6-313-33 R1	
Pylvään numero	101
lk laskennallinen	123 A
Jännitehäviö lask.	1,23 %
lk mitattu	_____ A
Jännitehäviö mitt.	_____ %

MUUT SYMBOLIT



Muutosnuoli



Pohjoisnuoli

VALAISIMET



Valaisin, LED



Valaisin, purkauslamppu yleissymboli



Valaisinpollari, LED



Ledinauha



Valonheitin



Valonheittimen suuntanuoli

KESKUKSET JA MUUT LAITTEET



Kyt Kentäkatelo / jakorasia



Tievalaistuskeskus



Alakeskus / muu keskus, yleissymboli



Valaistu pysäkkikatos



Pumppaamo



Telematiikkalaite / muu tievalaistusverkosta
sähkönsä saava laite

ESIMERKKEJÄ

A
101
L1

Varrellinen metallipylväs, LED

A
VV101
L1

Varreton metallipylväs, valaisinvaihto
nykyiseen pylvääseen, LED

N

Nykyinen puupylväs, purkauslamppuvalaisin

NS

Nykyinen siirrettävä puupylväs,
purkauslamppuvalaisin

A
NSVV101
L1

Nykyisen metallipylvään siirto ja
valaisinvaihto, LED

A
101
L1

Sillanalus- ja tunnelivalaisin, LED

A
K101
L1 L2

Muun tahon omistama T-varrellinen
metallipylväs ja ledivalaisimet (esim. kunnan
ulkovalaistusverkko)

Valaisimen
tyyppi

Valaisimen tai pylvään
yksilöivä tunnus

Valaisimen
vaihe

ASIAKIRJALUETTELO					Konsultti Oy Mallikatu 1 01234 KAUPUNKI	
VALAISTUKSEN RAKENTAMISSUUNNITELMA	Vt6 parantaminen Särkilahden liittymän (Mt4063) kohdalla Ruokolahti					
Päiväys	20.6.2023	20.6.2023	Tarkastaja	Malli Tarkastaja	Laatija(t)	Malli Suunnittelija
		20.6.2023	Hyväksyjä	Malli Hyväksyjä	Tarkastaja	Malli Tarkastaja
Piirustusnumero	Suunnitelma-asiakirjan nimi	Mittakaava	Päivämäärä	Muutos	Muutos pvm.	HUOM!
R17	Asiakirjaluettelo		20.6.2023			
R17-1	Työkohtaiset laatuvaatimukset		20.6.2023			
R17-2	Tievalaistuksesta luovutettava luovutusaineisto		20.6.2023			
	Suunnitelmakartat					
R17/4	Suunnitelmakartta V6 plv; 0-460, M1 plv; 0-185	1:1000	20.6.2023			
	Rakennekuvat, poikkileikkaukset ja detaljipiirustukset					
R17/5	Tyyppipoikkileikkaukset V6, M1	1:100	20.6.2023			
	Luettelot					
R17/6	Pylväs- ja jalustaluettelo		20.6.2023			
R17/7	Valaisinluettelo		20.6.2023			
R17/8	Suojaputkiluettelo		20.6.2023			
R17/9	Määräluettelo		20.6.2023			
	Keskus- ja piirikaaviot sekä kuormitustaulukot					
R17/10-1	Keskus TVK-6-313-33, keskuskaavio		20.6.2023			
R17/10-2	Keskus TVK-6-313-33, piirikaavio		20.6.2023			
R17/10-3	Keskus TVK-6-313-33, kuormitustaulukko		20.6.2023			
	Muut asiakirjat					
	Valaistusteknilliset laskennat		20.6.2023			

VT6 PARANTAMINEN SÄRKILAHDEN LIITTYMÄN (MT4063) KOHDALLA RAKENTAMALLA KÄÄNTYMISKAISTA VASEMMALLE RUOKOLAHDELLE

R17/1 Tievalaistuksen työkohtaiset laatuvaatimukset



**TÄMÄ MALLI ON VAIN ESIMERKKI, JOKA ON VOIMASSA OHJEEN
JULKAISUHETKELLÄ.**

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo.....	2
Projektin tiedot.....	3
1. Yleiset vaatimukset.....	4
1.1 Pätevyysjärjestys	4
1.2 Lait, pätevyysvaatimukset ja ohjeiden täydennykset	4
1.3 Valaistuksen laajuus	4
1.4 Luvat, näytöt ja liittymäsopimukset.....	4
1.5 Tievalaistuslaitteiden kartoitus	5
1.6 Takuuaika ja takuuajan yksittäisvaihdot	5
1.7 Luovutusaineisto ja tarkastukset	5
2 Tievalaistuksen toimivuusvaatimukset.....	6
3 Tekniset vaatimukset.....	6
3.1 Yleistä.....	6
3.2 Tarvikkeiden vaihdot ja vastaavuuden osoittaminen	6
33601 Poistettavat valaistusrakenteet.....	7
33610 Tievalaistuksen maakaapelirakenteet.....	7
33611 Tievalaistuksen kaapelikaivannot	7
33612 Tievalaistuksen kaapelinsuojaputket	9
33613 Tievalaistuksen maakaapelit	10
33614 Tievalaistuksen maadoitukset	11
33620 Valaisinpylväiden jalustat	11
33620 Valaisinpylväät	12
33631 Valaisinvarret	13
33632 Valaisinpylvään sisäiset kaapelointi- ja kytkentätyöt sekä kalusteet	13
33633 Tievalaistuksen harukset ja tuet	13
33640 Tievalaistuksen ilmajohtoasennukset	14
33662 Tievalaisimet	14
33670 Tievalaistuskeskukset	14

Projektin tiedot

Tilaaja:	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus Projektitie 1, 32145 Kunta Puh. 0295 000 000
Rakennuskohde:	VT6 PARANTAMINEN SÄRKILAHDEN LIITTYMÄN (MT4063) KOHDALLA RAKENTAMALLA KÄÄNTYMISKAISTA VASEMMALLE RUOKOLAHDELLE
Valaistussuunnitelma:	Konsultti Oy Mallikatu 1, 12345 Kunta Puh. 020 123 4567 E-mail: etunimi.sukunimi@konsultti.fi
Tievalaistuksen palveluntuottaja:	Tuottaja Oy Mallitie 1, 54321 Kunta Puh. 020 765 4321 E-mail: etunimi.sukunimi@tuottaja.fi
Verkkoyhtiö:	Imatran Seudun Sähkö Oy Karhumäenkatu 2, 55120 Imatra Puh. 05 683 5209 E-mail: etunimi.sukunimi@isoy.fi
Johtotiedot:	Johtotieto Oy Puh. 0800 12600

1. Yleiset vaatimukset

1.1 Pätevyysjärjestys

Tievalaistustöissä on noudatettava asiakirjojen toimivuusvaatimuksia, teknisiä laatuvaatimuksia ja ohjeita seuraavassa pätevyysjärestyksessä:

- tilaajan urakka-asiakirjat (urakkasopimus, urakkaohjelma)
- tilaajan valaistussuunnitelman työkohtaiset laatuvaatimukset (tämä asiakirja)
- tilaajan valaistussuunnitelman muut asiakirjat
- ohjeet ja julkaisut, joihin on tässä asiakirjassa viitattu:
 - *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset 21.12.2022*
 - *Ledivalaisimien laatuvaatimukset 1.5.2022*
 - *Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 20.6.2023*
 - *Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset 1.11.2014*
 - ohje *Tievalaistusverkon kartoitus ja digitointi 3.7.2018* ja sen liite *Rakennetun tai parannetun tievalaistusverkon kartoitus*
 - *InfraRYL, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset*
- valmistajan tuotekohtaiset ohjeet ja vaatimukset.

1.2 Lait, pätevyysvaatimukset ja ohjeiden täydennykset

Tievalaistuksen uudisrakentamista ja parantamista koskevissa urakoissa tulee noudattaa Suomen sähköturvallisuuslakia ja sen perusteella annettuja asetuksia ja viranomais määräyksiä. Sähkötöitä koskevat standardit on esitetty Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) luettelossa *Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötöyturvallisuutta koskevat standardit*. Lisäksi tulee noudattaa tilaajan hankinta-asiakirjoja (mm. urakkasopimus ja urakkaohjelma).

Sähkötöiden pätevyysvaatimukset on esitetty urakkaohjelmassa kohdassa *Pätevyysvaatimukset*.

Tievalaistustöiden turvallisuusasiat on esitetty urakkaohjelmassa.

1.3 Valaistuksen laajuus

Hankinnan laajuus käsittää valaistussuunnitelman mukaisen tievalaistustyön.

1.4 Luvat, näytöt ja liittymäsopimukset

Urakoitsijan on ennen kaivutöitä otettava työalueelta kaapeli-, vesijohto- yms. näytöt. Kaapelikartat ja maastonäytöt tilataan johtojen ja kaapeleiden omistajilta tai heidän yhteistyötahoilta (esim. Johtotieto Oy). Lisäksi urakoitsijan tulee selvittää eri tahojen toimintaohjeet kaapeleiden ja putkien läheisyydessä työskentelemisestä. Tievalaistuksen kaapelinäytöt tilataan tässä asiakirjassa mainitulta *Tievalaistuksen palveluntuottajalta*. Liikenteen hallinnan (telematiikka, liikennevalot) kaapeleiden sijainnit tulee selvittää tilaajalta.

Urakoitsijan sijoitus- ja työlupia koskevat velvollisuudet on määriteltävä urakkaohjelman kohdassa *Urakoitsijan suoritusvelvollisuus*.

Poikkeavista pohjaolosuhteista (mm. kallion pinta) johtuvat valaistussuunnitelmasta poikkeavat perustamistavat tulee hyväksyttävä tilaajalla tai tilaajan nimeämällä taholla ennen muutostyön suorittamista.

Urakoitsija valmistelee mahdolliset liittymäsopimukset urakkaohjelman kohdan *Liittymäsopimukset* mukaisesti.

1.5 Tievalaistuslaitteiden kartoitus

Urakkaan kuuluu hankkeen tievalaistuslaitteiden kartoitus. Kartoitus tehdään Väyläviraston ohjeen *Tievalaistusverkon kartoitus ja digitointi 3.7.2018* liitteen 1 *Rakennetun tai parannetun tievalaistusverkon kartoitus* mukaisesti.

Kaapelinsuojaputket ja maakaapelit on kartoitettava ennen kaapelikaivannon täyttöö. Kartoitus suoritetaan suojaputken selästä. Menetelmää, jossa rakennetut kaapelinsuojaputket ja maakaapelireitit osoitetaan maalimerkeillä, puupaaluilla tai muilla vastaavilla tavoilla jälkikäteen tehtävää kartoitusta varten, ei hyväksytä.

Maantien tai kadun alittavat kaapelinsuojaputket tulee myös valokuvata Väyläviraston ohjeen *Tievalaistusverkon kartoitus ja digitointi 3.7.2018* liitteen 1 *Rakennetun tai parannetun tievalaistusverkon kartoitus* mukaisesti.

Urakoitsija vastaa hankkeen kartoituksesta, kartoitustietojen oikeellisuudesta ja kartoitustietojen toimittamisesta tilaajalle sekä tilaajan nimeämälle taholle.

1.6 Takuu aika ja takuuajan yksittäisvaihdot

Tievalaistuksen takuuajat on määritelty urakkasopimuksen kohdassa *Takuu aika*.

Ledivalaisimien vaihtotakuu pitää sisällään vikaantuneen ledivalaisimen korvaamisen uudella vastaavalla (sama valaisintyyppi, joka tuottaa saman valovirran valaisimesta ulos ja jolla on sama optiikka sekä samanlainen ohjausprofiili jne.) tai valaisimen vikaantuneiden osien (mm. liitäntälaitte) vaihdon. Vaihtotakuuna vaihdetuille valaisimille tulee antaa takuu, joka on vähintään yhtä pitkä, kuin muiden saman osuuden valaisimien jäljellä oleva osuus 5 vuoden alkuperäisestä takuusta.

Urakka-alueella saa olla vikaantuneita valaisimia (valaisin, joka ei ole tilaajan ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset 1.5.2022* mukainen) enintään 5 % kuitenkin niin, että linjaosuudella on enintään kaksi vikaantunutta valaisinta peräkkäin. Liittymäalueella saa olla yksi vikaantunut valaisin. Prosenttiluvun tai lukumäärän ylittymisen jälkeen vikaantuneet valaisimet on vaihdettava 1 viikon kuluessa vähintään kohteeseen soveltuviin väliaikaisiin valaisimiin ja 12 viikon kuluessa alkuperäisiä vastaaviin valaisimiin. Väliaikaisen valaisimen ei tarvitse olla vikaantunutta valaisinta vastaava (sama valaisintyyppi, joka tuottaa saman valovirran valaisimesta ulos ja jolla on samanlainen ohjausprofiili).

Takuuseen tehtävät valaisinvaihdot, jotka eivät ylitä edellä mainittua prosenttilukua tai lukumääriä, tulee tehdä 12 viikon kuluessa alkuperäistä vastaavilla valaisimilla. Kohteeseen soveltuvia väliaikaisia valaisimia ei tarvita.

Edellä mainitut vasteajat alkavat siitä, kun toimenpidepyyntö on saatettu urakoitsijan tietoon.

Takuunalaiseen vaihtoon kuuluvat materiaalit kaikkine töineen.

1.7 Luovutusaineisto ja tarkastukset

Luovutusaineiston ja tarkastuksien vaatimukset on kuvattu erillisessä asiakirjassa *R17/2 Tievalaistuksesta luovutettava luovutusaineisto*.

2 Tievalaistuksen toimivuusvaatimukset

Hankkeen tievalaistuksen toimivuusvaatimukset on esitetty taulukossa 1. Valaistuksen tulee täyttää valaistusluokkien kaikki valaistustekniset vaatimukset Väyläviraston ohjeen *Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 20.6.2023*, kohtien 3.2 *Valaistusluokat*, ja 3.5 *Valaistustekniset laskennat* mukaisesti.

Taulukko 1. Tievalaistuksen toimivuusvaatimukset.

Kohde, osuus	Pituus m	Omistaja	Valaistusluokka	Valolaji	Pylväslaji ja kaapelointitapa
V6 (VT 6) välillä 0-460	460	Valtio	M3b	LED 4 000 K $R_a \geq 70$	Törmäysturvalliset metallipylväät (HE), maakaapeli
M1 (Mt 4063) välillä 0-70	70	Valtio	M4	LED 4 000 K $R_a \geq 70$	Törmäysturvalliset metallipylväät (HE), maakaapeli
M1 (Mt 4063) välillä 60-185	115	Valtio	M4	LED 4 000 K $R_a \geq 70$	Törmäysturvalliset puupylväät (TU), ilma-johto

3 Tekniset vaatimukset

3.1 Yleistä

Tämän asiakirjan mukaisten tievalaistustöiden tulee käsittää kaikki työt, laitteet ja tarvikkeet sekä palvelut, jotka tarvitaan tilaajan valaistussuunnitelmassa esitetyn työn saattamiseksi viimeistellyyn käyttökuntoon.

Luvun 3 alalukujen osalta on noudatettu pääosin *InfraRYL:n* nimikkeistöjä sekä jaksoja ja lukuja.

3.2 Tarvikkeiden vaihdot ja vastaavuuden osoittaminen

Jos urakoitsija esittää käytettäväksi valaistussuunnitelmasta poikkeavia valaistuslaitteita, tulee hänen osoittaa tuotteen vastaavuus sekä toimivuusvaatimusten ja teknisten laatuvaatimusten täyttyminen tilaajalle. Valaistuslaitteiden vaihdot tulee hyväksyttäväksi tilaajalla ennen laitteiden hankintaa. Vastaavuus sekä toimivuusvaatimusten ja teknisten laatuvaatimusten täyttyminen tulee osoittaa vaatimustenmukaisuusasiakirjoilla, asetuksen 2008/765/EY mukaisen vaatimustenmukaisuuden arviointilaitoksen testaustuloksilla, rakennesuunnitelmilla, valmistajan toimittamilla teknisillä tiedoilla, asennusohjeilla jne. Tarvittaessa on järjestettävä koeasennus ennen valaistuslaitetyypin vaihtoa.

Tilaajan valaistussuunnitelmaan on merkitty valaisintuote, jolla tilaajan suunnitelman valaistustekniset laskennat on tehty. Urakassa käytetään valaistussuunnitelman mukaista valaisinta tai vastaavaa valaisinta, joka täyttää seuraavat vaatimukset:

- Maanteillä käytettävien ledivalaisimien tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset 1.5.2022* vaatimukset. Tie- ja tunnelivalaisimien osalta Väyläviraston nimeämä tarkastusryhmä tarkastaa, täyttäväkö valaisin ohjeen vaatimukset. Arviointiperusteet ovat samat riippumatta siitä, tarkastetaanko valaisin ennalta vai kilpailutuksen tai toteutuksen aikana.
- Lisäksi valaisimen on täytettävä tilaajan valaistussuunnitelmaan merkityt täydentävät vaatimukset (esim. Zhaga-liittimien määrä).

- Standardin *SFS-EN 13201-3:2015* mukaisilla valaistusteknisillä laskennoilla tulee osoittaa, että tilaajan edellyttämät valaistusluokkien valaistustekniset vaatimukset täyttyvät tilaajan valaistussuunnitelman mukaisilla laskentaparametreilla ja alene-makertoimilla.
- Valaistusasennuksen energiankulutus saa olla enintään 3 % suurempi, kuin tilaa-jan valaistussuunnitelmaan merkityllä valaisimella. Energiankulutus lasketaan ver-taamalla valaistussuunnitelmaan merkityn valaisimen kokonaisteho vastaaavan valaisimen kokonaistehoon, jos pylväsväli ei muutu. Jos valaisimet on varustettu vakiovalovirtaohjauksella (CLO), valaisimen kokonaisteho on keskimääräinen arvo koko elinkaaren kokonaistehosta ((kokonaisteho elinkaaren alussa + kokonaisteho elinkaaren lopussa) x 0,5). Kokonaistehon ja vakivalovirran määritelmät on esitetty ohjeessa *Ledivalaisimien laatuvaatimukset 1.5.2022*.

33601 Poistettavat valaistusrakenteet

Valaistussuunnitelman määräluettelossa on annettu purettavien valaistusrakenteiden määrät. Purku sisältää kaikki valaistusrakenteiden osat.

Purettavat valaistusrakenteet tulee käydä läpi yhdessä tilaajan kanssa mm. laajuuden ja aikataulun osalta, ennen töiden aloittamista.

Urakoitsijan on esitettävä tilaajalle purkusuunnitelma ja täytetty turvallisuusasiakirja en-nen töiden aloittamista. Purkusuunnitelman aikataulussa on otettava huomioon väliaikai-nen valaistus.

Valaistuslaitteet puretaan seuraavasti:

- Maanpäälliset rakenteet (esim. valaisimet, valaisinvarret, pylväät, ilmajohdot, tieva-laistuskeskukset jne.) poistetaan kokonaan.
- Tarpeettomaksi jäävät maakaapelit ja kaapelinsuojaputket poistetaan aina niiltä osin, kun ne on kaivettu esille. Maahan tarpeettomiksi jäävien maakaapeleiden päät oikosuljetaan ja maakaapelit sekä kaapelinsuojaputket hylätään maahan.

Omistusoikeus urakka-alueilta purettaviin materiaaleihin kuuluu urakoitsijalle, ellei mate-riaaleille ole osoitettu hankinta-asiakirjoissa (urakkasopimus, urakkaohjelma) uutta käyt-töä. Maahan hylättävät maakaapelit ja kaapelinsuojaputket jäävät tilaajan omistukseen.

Urakoitsijan rakennus- ja purkujätteitä koskevat velvollisuudet on määritelty urakkaohjel-man kohdissa *Työmaan siisteys* sekä *Ympäristö*.

Puretut kyllästetyt puupylväät ja käytöstä poistetut valonlähteet ja valaisimet toimitetaan hyväksytyyn vastaanottopaikkaan.

Väliaikaisen tievalaistuksen tarve on määritelty urakkaohjelman kohdassa *Tieliikenteen järjestelyt*. Väliaikaisen tievalaistuksen toteutus tulee käydä läpi yhdessä tilaajan kanssa mm. laajuuden ja aikataulun osalta, ennen töiden aloittamista.

33610 Tievalaistuksen maakaapelirakenteet

33611 Tievalaistuksen kaapelikaivannot

Kaapelinsuojaputket ja maakaapelit asennetaan valaistussuunnitelman suunnitelmakar-tan sekä suojaputkiluettelon mukaisesti.

Tierakenteiden pituussuuntaisissa asennuksissa kaapelinsuojaputkien ja maakaapeleiden etäisyys tien reunasta on normaalisti 2,0 m. Poikkeuksia ovat:

- etäisyys johdoista on 1,0 m (myös maakaapelit 0,4 - 20 kV)
- etäisyys nykyisestä suurjännitteisestä 110 kV maakaapelista on 2 m
- vähimmäisetäisyys kaiteesta, rumpuputkesta tai muusta rakenteesta on 1,5 m
- kaapelinsuojaputkea ei saa asentaa jyrkkään luiskaan (1:1,5 tai jyrkempi) ojan pohjan alle
- vähimmäisetäisyys maisemallisesti arvokkaan puun rungon keskipisteestä on 2,5 m.

Kaapelinsuojaputken ja maakaapelin asennussyvyys (H) on 700 mm. Asennussyvyys määräytyy kaapelinsuojaputken alapinnasta maan pintaan.

Tierakenteiden alituksissa kaapelinsuojaputken ja maakaapelin asennussyvyys (H) on vähintään 1 000 mm maan pinnasta koko tiealueen leveydeltä, myös ojan pohjan kohdalla.

Kun kaapelinsuojaputki ja maakaapeli sijoitetaan tien rakennekerrokseen asennussyvyyspoikkeuksia ovat:

- jos tien rakennekerrosten paksuus on 500 - 700 mm, kaapelinsuojaputket ja maakaapelit asennetaan rakennekerrosten alapinnan tasoon
- jos tien rakennekerrosten paksuus on alle 500 mm, kaapelinsuojaputken ja maakaapelin sijainti ja asennussyvyys sovitaan aina tilaajan kanssa hankekohtaisesti.

Kun kaapelinsuojaputki ja maakaapeli sijoitetaan tien rakennekerrosten ulkopuolelle asennussyvyyspoikkeuksia ovat:

- jos louhe, kallio, rakenne tai muu este estää kaapelinsuojaputken ja maakaapelin asentamisen 700 mm syvyyteen, asennussyvyyttä voidaan pienentää ottaen huomioon alla esitetyt vaatimukset.

Kaapelinsuojaputken asennussyvyyspoikkeus pienentäminen edellyttää rengasjäykkyydeltään suuremman kaapelinsuojaputken tai muun mekaanisen lisäsuojauksen käyttöä kohdan 33612 *Tievalaistuksen kaapelinsuojaputket* mukaisesti.

Kaapelinsuojaputkien ja maakaapeleiden asennussyvyys on toteutettava koko suojaputkituksen matkalla, myös esim. avo-ojien kohdalla. Putket on asennettava tasaisessa maastossa siten, ettei putkiin jää vettä kerääviä painanteita.

Tien alle asennettavat kaapelinsuojaputket tulee asentaa rinnakkain ja putkien välisen etäisyyden (suojaputken ulkoreunasta suojaputken ulkoreunaan) tulee olla vähintään 50 mm.

Kaapelikaivannot tehdään *InfraRYL:n* kohdan 16200.3 mukaisesti.

Kaapelikaivannon kaivuun yhteydessä esille kaivetut, halkaisijaltaan yli 0,5 m olevat kivet kuljetetaan tilaajan osoittamaan paikkaan.

Kaapelikaivannon asennusalustan paksuus on 100 mm. Kaapelinsuojaputken asennusalustan materiaalivaatimukset on esitetty *InfraRYL:n* kohdassa 18310.1.3.

Kaapelinsuojaputki asennetaan siten, että se tukeutuu koko pituudeltaan asennusalueeseen. Kaapelinsuojaputkea ei saa asentaa jäätyneelle alustalle. Kaivanto on ennen kaapelinsuojaputkien asentamista tarvittaessa puhdistettava poistamalla ojasta sinne sortuneet maa-ainekset ja lumi sekä reunoilta vierineet kivet.

Kaapelikaivannossa olevien kaapelinsuojaputkien ja maakaapeleiden suojatäyttö 150 mm tehdään *InfraRYL:n* kohdan 33114.1.4.2 mukaisella hiekalla, etteivät asennettavat putket tai kaapelit vaurioidu. Suojatäytön paksuus määräytyy kaapelinsuojaputken yläpinnan tasosta jakavan kerroksen alapinnan tasoon.

Kaapelinsuojaputken asennussyvyyden jäädessä alle 500 mm suojatäytön paksuutta voidaan pienentää, jottei rakenteen kantavuus heikkene.

Tien rakennekerroksissa, kaapelikaivannon suojatäytön yläpuoliset kerrokset tulee tehdä ja tiivistää rakennekerrosten laatuvaatimusten mukaisesti.

Tien rakennekerrosten ulkopuolella suojatäytön yläpuoliset kerrokset tiivistetään täryttämällä. Tiivistys tehdään enintään 250 mm kerroksin. Tiivistys tehdään vähintään 200 kg tärylevyllä tai vastaavalla menetelmällä ja yliajoja tulee olla vähintään 4 kierrosta tiivistettävää kerrosta kohti. Jos tiivistystä ei voida tehdä edellä mainitusti, hyväksytetään tiivistysmenetelmä tilaajalla ennen työn aloittamista.

Kaapelinsuojaputkien ja maakaapeleiden yläpuolelle kaivantoon asennetaan keltainen, 300 mm tai 2 x 200 mm levyinen varoitusverkko. Varoitusverkko asennetaan levitettynä vähintään 200 mm suojaputken yläpuolelle. Varoitusverkon tulee olla standardin *SFS-EN-50520:2010* mukainen.

33612 Tievalaistuksen kaapelinsuojaputket

Kaikki maakaapelit asennetaan kaapelinsuojaputkeen.

Kaikki maanteiden alitukset toteutetaan jäykällä, keltaisilla, kaapelinsuojaputkillalla MP110, SN 16 (A-luokka) (massiiviseinämainen tai kolmikerroksinen suojaputki). Alitukseen asennetaan aina yksi kaapelinsuojaputki varalle tievalaistusta varten.

Maanteiden pituussuuntaisissa asennuksissa tievalaistuksen maakaapelin suojaputkena käytetään jäykkiä, keltaisia, kaapelinsuojaputkia MP110, SN 8 (B-luokka).

Jos kaapelinsuojaputken asennussyvyys jää alle 700 mm, tulee urakoitsijan sopia tilaajan kanssa rengasjäykkyydeltään suuremman kaapelinsuojaputken tai muun mekaanisen liissäuojauksen käytöstä. Kaapelinsuojaputken rengasjäykkyyksivaatimukset on esitetty taulukossa 2.

Kaapelinsuojaputket on liitettävä suoraan valaisinpylväiden jalustoihin ja ympärystäyttö on tiivistettävä siten, että maakaapelit on uusittavissa ilman kaivutöitä. Suojaputki on liitettävä suoraan jalustaan joko käyttämällä jäykkää putkea tai käyttämällä taipuisaa suojaputkipäätettä. Jos käytetään taipuisaa suojaputkipäätettä, on sen pituuden oltava 0,5 m - 1 m. Taipuisa suojaputkipäätte on tuotava jalustalle loivalla kaarella (pienin sallittu säde on $r = 0,5 \text{ m}$).

Urakoitsijan on varmistettava, että maakaapelin suojaputkitus on tukevasti kiinnitetty valaisinpylvään jalustan kaapeliaukon sisäpuolelle.

Kaapelinsuojaputken haaroitus on toteutettava jäykällä SN 8 (B-luokka) kaapelinsuojaputken haaroittimella.

Taulukko 2. Rengasjäykkyyden vähimmäisvaatimukset kaapelinsuojaputkelle tierakenteissa.

Tierakenteet		
Asennussyvyys (mm)	Kaapelinsuojaputken SN-luokka	
	Alitukset	Muut
200 - 299	64	64
300 - 499	30	30
500 - 699	16 ^a	16
≥ 700	16 ^a	8

^a massiiviseinämainen tai kolmikerroksinen suojaputki

Kaapelinsuojaputkien, putken osien ja muiden tarvikkeiden käsittelyssä ja asentamisessa on noudatettava tuotteen valmistajan antamia ohjeita. Asennustöitä ei saa tehdä, jos ympäristön lämpötila asennuspaikalla alittaa valmistajan antaman alimman asennuslämpötilan arvon.

33613 Tievalaistuksen maakaapelit

Maakaapeleiden reitit ja kaapelityypit on esitetty valaistussuunnitelman suunnitelmakartalla.

Maakaapelin tyyppi on AMCMK 4x25+16. Maakaapelin suojajohdin toimii PEN-johtimena. N-johdin kytketään valaisinpylväiden pylväskalusteilla normaalisti, mutta tievalaistuskeskuksen päässä johdin päätetään potentiaalivapaaseen riviliitimeen.

Nykyiset maakaapelit liitetään uusiin maakaapeleihin ulkokäyttöön tarkoitetuilla, liimallisilla lämpökutistejatkoksilla.

Kaikki maakaapelit asennetaan tämän asiakirjan kohdan 33612 *Tievalaistuksen kaapelinsuojaputket* mukaisesti kaapelinsuojaputkiin.

Maakaapeleiden kaikissa käsittelyvaiheissa on noudatettava valmistajan antamia ohjeita mm.:

- kaapelin pienin taivutussäde vetovaiheessa sekä kaapelin ollessa paikallaan
- lämpötilan aiheuttamat rajoitukset asennukselle sekä
- rajoitukset asennusvetovoimille.

Maakaapelin asentamista aurasmenetelmällä ei sallita.

Maakaapelointi tulee toteuttaa niin, että pylväälle jää vähintään 2 m kytkentävara jalustan yläpinnasta mitattuna, jos pylvästyypin tai kytkentäaukon korkeus ei ole tiedossa. Muuten kaapeli katkaistaan siten, että kaapelin päät ulottuvat 0,5 m aina kyseessä olevan kytkentäaukon alareunan yläpuolelle (ottaen huomioon pylväaseen tulevien kytkentäaukkojen määrä, sijainti ja tarkoitus). Odotettavissa olevien painumien vuoksi maakaapeliin on jätettävä liikkumavaraa.

Maakaapeli päätetään pylväällä tai tievalaistuskeskuksella lämpökutistettavalla haarotussuojalla, jolla estetään kosteuden pääsy kaapelin sisään.

Kaikki tievalaistuksen maakaapelit suojataan pinta-asennuksessa mekaanisesti kuuma-sinkityllä teräsprofiililla vähintään 2,0 m korkeudelle maan pinnasta sekä vähintään 0,3 m syvyydelle maan pinnasta.

Liittymisjohto ja kaikki ryhmäjohdot merkitään tievalaistuskeskuksella ja metallipylväillä suojataskulla varustetuilla merkkauspannoilla. Merkintätavaksi ei hyväksytä pelkästään kaapelin ympärille liimattavaa teippiä tai nauhaa.

Merkinnät tehdään koneellisesti. Merkinnästä tulee ilmetä seuraavat asiat:

- tien numero tai nimi
- lähdön suunta pääilmansuuntana tai pylvään numero
- kaapelityyppi poikkipintoineen.

Vt 6, Pylvään nro 112
AMCMK 4x25Al+16CuS

33614 Tievalaistuksen maadoitukset

Maadoitukset asennetaan valaistussuunnitelman suunnitelmakarttojen mukaisesti.

Valaisinpylväällä 205 käytetään syvämaadoitusta, joka on yhdistetty maadoituselektrodiin. Maadoituselektrodi varustetaan pylvääseen asennettavalla maadoitusmittausliittimellä.

Muilla valaisinpylväillä maadoituselektrodina käytetään kirkasta kuparijohdinta, jonka nimellispoikkipinta-ala on 16 mm². Valaisinpylväältä tuleva maadoituselektrodi asennetaan kaapelikaivannon reunaan pohjamaan ja asennusalan rajapintaan siten, että johtimen toinen pää jää maahan. Maadoituselektrodi ei saa asentaa kaapelinsuojaputkeen ja sen tulee olla riittävän etäällä putkituksista. Maadoituselektrodin vähimmäispituus maassa on 20 m.

Tievalaistuskeskuksella maadoituselektrodina käytetään kirkasta kuparijohdinta, jonka nimellispoikkipinta-ala on 25 mm². Maadoituselektrodi asennetaan silmukan muotoisesti maan alle perustuksen ympärille siten, että maadoituselektrodin molemmat päät tuodaan ylös. Maadoituselektrodin vähimmäispituus maassa on 20 m.

Kaikki maadoitukset on merkittävä standardisarjan *SFS 6000* mukaisesti.

Maadoitusjohtimen asennussyvyys on 700...800 mm. Maadoitusjohtimen asennussyvyys pienentäminen edellyttää aina tilaajan lupaa.

Valmiit maadoitukset mitataan ja mittausten tulokset luovutetaan tilaajalle luovutusaineistossa. Kaikki maadoitukset mitataan elektrodi irrallaan.

33620 Valaisinpylväiden jalustat

Jalustojen mitat, tekniset vaatimukset ja määrät on esitetty valaistussuunnitelman pylväs- ja jalustaluettelossa sekä määräluettelossa.

Jalustojen tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset 21.12.2022* vaatimukset.

Jalustat on varustettava upotuskiinnityksellä ja niiden on oltava säätöruuvikiinnitteisiä.

Valaisinpylväiden pystysuoruuden säätövaravaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset 21.12.2022*.

Käytettävät jalustatyypit on hyväksyttävä tilaajalla.

Jalustojen ympäristäytön tarve on määritelty valaistussuunnitelman pylväs- ja jalustaluettelossa.

Kapean ympäristäytön halkaisija on kaksi kertaa jalustan tyven halkaisija. Ympäristäytön korkeus on asennusalustan yläpinnasta maan pintaan.

Jalustan asennusalusta tehdään kalliomurskeella 0/32 mm. Asennusalustan halkaisija on sama, kuin ympäristäytön halkaisija. Jalustan asennusalustan paksuuden on oltava tiivistettynä vähintään 200 mm.

Jalustalle liitettävän kaapelinsuojaputken ja kaapelin kohdalla suojatäyttö toteutetaan kohdan *33611 Tievalaistuksen kaapelikaivannot* mukaisesti.

Jalustan kapea ympäristäyttö tehdään kalliomurskeella 0/32 mm.

Kaikki asennusalustat ja ympäristäytöt tiivistetään 250 mm kerroksin. Ympäristäyttö tiivistetään aina täyttämällä. Tiivistys tehdään vähintään 200 kg tärylevyllä ja yliajoja pitää olla vähintään 5 kierrosta tiivistettävää kerrosta kohti. Jos tiivistystä ei voida tehdä edellä mainitusti, hyväksytetään tiivistysmenetelmä tilaajalla ennen työn aloittamista.

Törmäysturvallisen valaisinpylvään jalustan yläpinnan korkeuden on oltava 50...100 mm maan pinnasta.

Jalustan yläpinnan korkeus mitataan sisäluiskassa liikeneväylän puolelta ja ulkoluiskassa tiealueen reunan puolelta.

Luiskaa muotoillaan ja täytetään siten, että jalustan oikea korkeus maan pinnasta saavutetaan. Jälkitäytön pituus liikeneväylän pituussuunnassa on vähintään 20 kertaa jälkitäytön korkeus. Jos työn aikana huomataan, että edellä vaadittu luiskan muotoilu on mahdotonta tai lähes kaikki jalustat ovat väärässä korossa ja täyttöä täytyy muotoilla paljon, tulee urakoitsijan olla asiasta yhteydessä tilaajaan ennen jalustojen asentamista.

33620 Valaisinpylväät

Valaisinpylvästyypit ja niiden määrät on esitetty valaistussuunnitelman pylväs- ja jalustaluettelossa sekä määräluettelossa.

Valaisinpylväiden tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset 21.12.2022* vaatimukset. Ohjeessa on esitetty myös pylväiden törmäysturvallisuutta koskevat vaatimukset.

Hankkeessa käytettävät metallipylväät ovat törmäysturvallisia energiaa vaimentavia pylväitä HE100.

Kaikkiin uusiin valaisinpylväisiin asennetaan tunnuskilvet liitteen 2 ja ohjeen *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset 21.12.2022* mukaisesti.

Valaisinpylväiden kytkentäaukkojen määrä on esitetty valaistussuunnitelman suunnitelmakartalla sekä pylväs- ja jalustaluettelossa. Valaisinpylväiden kytkentäaukkojen vähimmäismitat ja suositeltavat mitat on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset 21.12.2022*.

Hankkeessa käytettävät puupylväät ovat törmäysturvallisia (TU) pylväitä.

Puupylvään latva tulee suojata latvaa leveämmällä pylväshatulla.

Käytettävät pylvästyypit on hyväksyttävä tilaajalla.

33631 Valaisinvarret

Valaisinvarsipituudet ja valaisinvarsien kallistuskulmat on esitetty valaistussuunnitelman pylväs- ja jalustaluettelossa.

Puupylväiden valaisinvarsien tulee olla standardin *SFS 5559:1992* mukaisia.

Puupylväiden valaisinvarret kiinnitetään pylväisiin kahdella sidesangalla ja lukitaan paikoilleen täkkipultilla. Pylvään latva saa ulottua enintään 100...400 mm valaisinvarren ylimmän kiinnityssangan yläpuolelle. Samalla tien osuudella pylvään latvan ulottuman tulee olla yhtenäinen.

33632 Valaisinpylvään sisäiset kaapelointi- ja kytkentätyöt sekä kalusteet

Valaisinpylvään sisällä sijaitsevien kalusteiden ja laitteiden kotelointiluokan on oltava vähintään IP2X. Kalusteissa on oltava vaihemerkinnät. Kalusteet on asennettava siten, että vaihemerkinnät ovat nähtävillä heti, kun pylvään kytkentäaukon luukun avaa.

Metallipylväissä maakaapeleiden kytkentäkalusteina on käytettävä putkipylväskalusteita, jotka sallivat kaapelin haaroittamisen. Johtimet liitetään pylväskalusteisiin alhaalta päin, jotta vesi ei pääse valumaan johdinta pitkin kalusteeseen. Kalusteen varalle jäävät liittimet on ruuvattava kiinni.

Maakaapeli-asennuksissa valaisinpylvään rungon maadoitus kytketään tievalaistusverkon PEN-johtimeen. Maakaapelin PEN-johtimen on oltava muita johtimia 150...200 mm pidempi.

Valaisimen valaisinjohtona käytetään kaapelityyppiä, jossa on kolme nimellispoikkipinta-alaltaan 2,5 mm² olevaa johdinta.

Maakaapeli-metallipylväsasennuksissa valaisinjohton tulee olla ulkomuodoltaan pyöreä ja sen tulee soveltua ulkokäyttöön. Maakaapeli-puupylväsasennuksissa sekä ilmajohto-asennuksissa valaisinjohton ulkovaipan tulee olla myös ultraviolettisäteilyn kestävä.

Kunnossapidon helpottamiseksi metallipylväillä valaisinjohtojen on oltava 1 m pidempiä, kuin lyhyin asennusta varten tarvittava pituus.

Jakorajalla olevan maakaapelin vaihejohtimet sekä PEN-johdin päätetään erillisille kytkentäliittimille, jotka mahdollistavat myös mittaamisen. PEN-johdin ei saa yhdistää kahta eri tievalaistuskeskusta.

33633 Tievalaistuksen harukset ja tuet

Pylväät, joille asennetaan harukset, on esitetty valaistussuunnitelman suunnitelmakartalla.

Haruksen on kestävä standardin *SFS 5701:1991* mukaiset murtokuormat.

Harus merkitään maasta 2,0 m korkeuteen keltamustalla muovipinnoitteella.

Harus ankkuroidaan haruslaatalla.

Haruslaattaa HL 35 varten kaivetaan 1,2 m syvä kuoppa. Jos kuopassa on yli 200 mm vettä tai täytemaa sisältää vettynyttä hienorakeista maata, laatan asennussyvyyden tulee olla 1,6 m. Jos em. kuoppa ja täytemaa ovat kuivia, laatan asennussyvyys on 1,2 m.

Haruslaattaa koskevat vaatimukset on esitetty standardissa *SFS 2648:2007*.

33640 Tievalaistuksen ilmajohtoasennukset

Ilmajohto-osuuksien ryhmäjohtojen reitit ja tyypit on esitetty valaistussuunnitelman suunnitelmakartalla.

Ilmajohtona käytetään riippukierrekaapelia AMKA 3x25+35, jossa on metallinen kannatusvaijeri.

Maakaapeliasennuksen muuttuessa puupylväs-ilmajohtoasennukseksi on maakaapeli vietävä pylvään latvaan käyttäen tilaajan hyväksymää kaapelipäätettä sekä kytkettävä se ilmajohtoon eristetyllä siirtymäliittimellä.

Ilmajohtoasennuksissa valaisinjohtona käytetään kaapelityyppiä, jossa on kolme nimellispoikkipinta-alaltaan 2,5 mm² olevaa johdinta. Valaisinjohdon ulkovaipan tulee olla ultraviolettisäteilyn kestävä.

33662 Tievalaisimet

Valaisimet ja niiden määrät on esitetty valaistussuunnitelman valaisinluettelossa.

Valaisimien valonjaot sekä värilämpötilat ja värintoistoindeksit on esitetty valaistussuunnitelman valaisinluettelossa.

Ledivalaisimien tulee täyttää Väyläviraston ohjeen *Ledivalaisimien laatuvaatimukset 1.5.2022* vaatimukset.

Käytettävät valaisintyypit on hyväksyttävä tilaajalla.

Valaisimet varustetaan vakiovalovirtaohjauksella (CLO).

Valaisimet varustetaan yhdellä Zhaga-liittimellä. Liitteen 1 mukainen ohjausprofiili ohjelmoidaan valaisimien liitäntälaitteisiin.

Zhaga-liittimet on tulpattava vesitiiviisti valaisinvalmistajan toimittamalla suojahatuilla.

Etähallittavan ohjausjärjestelmän valaisinkohtaisten ohjauslaitteiden hankinta, asennus valaisimien Zhaga-liittimiin sekä käyttöönotto ei kuulu tähän urakkaan.

33670 Tievalaistuskeskukset

Hankkeessa asennetaan uusi tievalaistuskeskus TVK-6-313-33. Keskus asennetaan nykyisen purettavan keskuksen paikalle.

Urakoitsija kytkee tievalaistuskeskuksen TVK-6-313-33 liittymisjohdon AXMK 4x25S keskuksen pään ja vetää kaapelin (laskentapituus 48 m) verkkoyhtiön liittymispisteelle, jossa verkkoyhtiö kytkee sen.

Tievalaistuskeskusten rakenne ja laatuvaatimukset on esitetty valaistussuunnitelman keskus- ja piirikaavioissa. Jos valaistussuunnitelmasta poiketaan, tilaajalle on esitettävä tievalaistuskeskuksen kokoonpanopiirustukset, joista ilmenevät jakokaapin päämitat ja keskuksen laitteiden sijoitus, ennen tievalaistuskeskuksen tilausta. Lisäksi tievalaistuskeskuksen toimittajan on laadittava keskukselta johdotus- ja kokoonpanopiirustukset sekä esitettävä ne tilaajan hyväksyttäväksi ennen keskuksen tilausta.

Tievalaistuskeskukseen TVK-6-313-33 asennetaan tunnuskilpi (liite 2), joissa on teksti: yläriivi *ELY*, alariivi *TVK-6-313-33*. Kilven korkeuden tulee olla vähintään 40 mm ja leveyden vähintään 120 mm. Yläriivin kirjaimien korkeuden tulee olla vähintään 9 mm. Alarivin kirjaimien ja numeroiden korkeuden tulee olla vähintään 12 mm.

Kaikki keskuksen kojeiden ja laitteiden merkinnät tulee tehdä kaiverrettuja muovikilpiä (kerroslaminaatti tai vastaava) käyttäen. Ne kiinnitetään paikoilleen ruostumattomilla niiteillä tai peltiruuveilla.

Keskus asennetaan maahan jakokaappiin. Jakokaappi tulee kiinnittää jalustaan niin, ettei jakokaappi pääse heilumaan.

Jalustan yläpinnan (jakokaapin alapinnan) korkeuden tulee olla vähintään 200 mm maan pinnasta, kuitenkin niin, että jalusta täyttää sille asetetut mitoitusvaatimukset.

Jakokaapin jalustan asennusalustan korkeuden tulee olla vähintään 200 mm. Asennusalusta tehdään kalliomurskeella 0/32 mm. Jalustan ympärystäytön leveyden tulee olla vähintään 300 mm jalustan ulkoreunoista joka suuntaan. Ympärystäyttö tehdään kalliomurskeella 0/32 mm. Lämmöneriste toteutetaan täyttämällä jalustan sisäosa kevytsoralla, jonka korkeus on 300 mm tai vaihtoehtoisesti sijoittamalla jalustan alle 50 mm paksuinen XPS-lämmöneriste, jonka pitkäaikainen puristuslujuus on $\geq 130 \text{ kN/m}^2$.

Asennusalusta ja ympärystäyttö tiivistetään 250 mm kerroksin täryttämällä. Tiivistys tehdään vähintään 200 kg tärylevyllä ja yliajoja pitää olla vähintään 5 kierrosta tiivistettävää kerrosta kohti. Jos tiivistystä ei voida tehdä edellä mainitusti, hyväksytetään tiivistysmenetelmä tilaajalla ennen työn aloittamista.

Tievalaistus liitetään valtakunnalliseen ohjausjärjestelmään, jonka toimittaa Malli ohjausjärjestelmä Oy.

Tievalaistuskeskukseen TVK-6-313-33 varataan vapaa asennustila (vähintään korkeus 400 mm x leveys 280 mm x syvyys 150 mm) tievalaistuskeskuksen ohjauslaitetta varten. Keskuksen liittäminen ohjausjärjestelmään toteutetaan tilaajan erillisten ohjeiden mukaisesti. Uusimmat ohjeet saa tilaajalta pyydettäessä.

Malli ohjausjärjestelmä Oy:n yhteystiedot:

Malli Henkilö

malli.henkilo@malliohjausjarjestelma.fi

050 123 4567

varalla Vara Henkilö

vara.henkilo@malliohjausjarjestelma.fi

050 765 4321

Ulkopuolisesta ohjauksesta tulee varoittaa tievalaistuskeskukseen liimattavalla tarralla: "VAROITUS. VALAISTUKSESSA KAUKO-OHJAUS. TYÖSKENNELLESSÄ LAITA PÄÄKYTKIN 0-ASENTOON TAI TEE TYÖMAADOITUS."

Konsultti	Tilaaaja
Suun. 20.6.2023 Malli Suunnittelija	Tark. Malli Tarkastaja
Tark. 20.6.2023 Malli Tarkastaja	Hyv. Malli Hyväksyjä
Hyv. 20.6.2023 Malli Projektipäällikkö	
Konsultti Oy	ELY-keskus

**Tiealueet, ledivalaisimet**

Tiealueilla sijaitsevien ledivalaisimien ohjaus toteutetaan 2-portaisesti alla olevien kellonaikojen mukaan. Kellonajat ohjelmoidaan talviaikaan. Ledivalaisimen liitälaitteeseen ennakoon ohjelmoidussa ohjauksessa, kellonajat määräytyvät yleensä laskennallisen keskiyön mukaan, joka vaihtelee paikkakunnittain (keskimäärin n. 00:20).

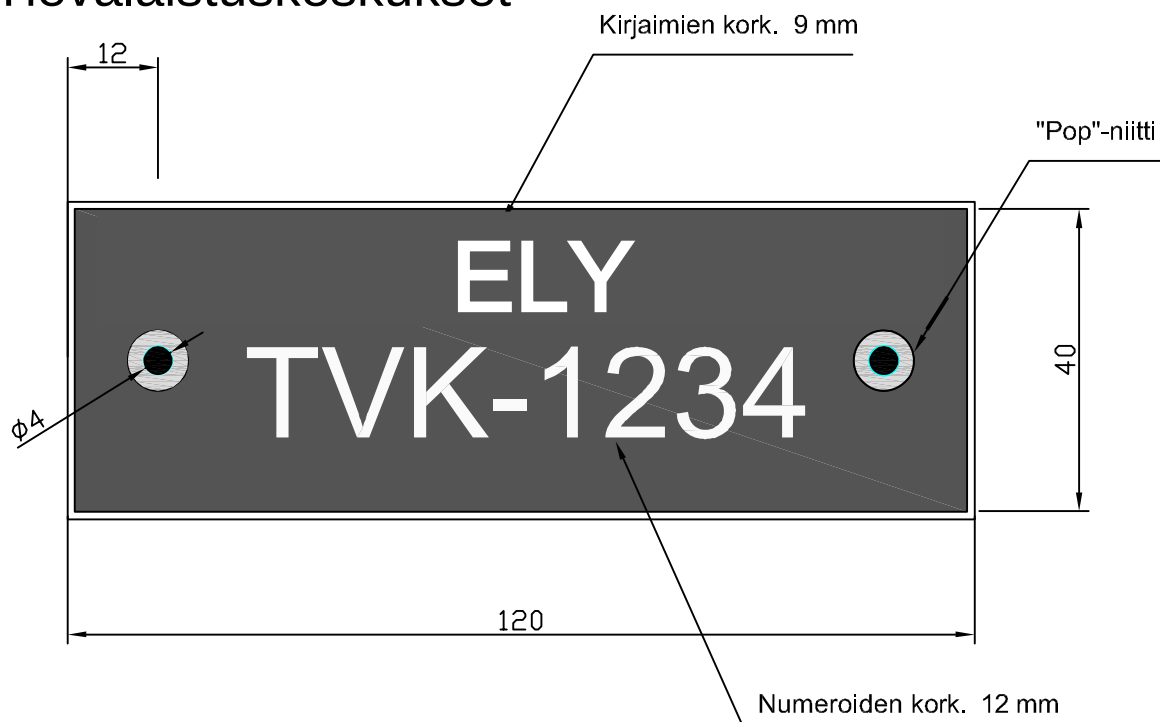
	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Valaistusluokat	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi %																		
M-luokat	100	100	100	100	100	60	60	40	40	40	40	40	40	40	60	100	100	100	100
Valaistusluokat	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen valaistusvoimakkuus %																		
P-, C- ja A-luokat	100	100	100	100	100	60	60	40	40	40	40	40	40	40	60	100	100	100	100

Tievalaistuksen yösammutus, purkauslamppuvalaisimet

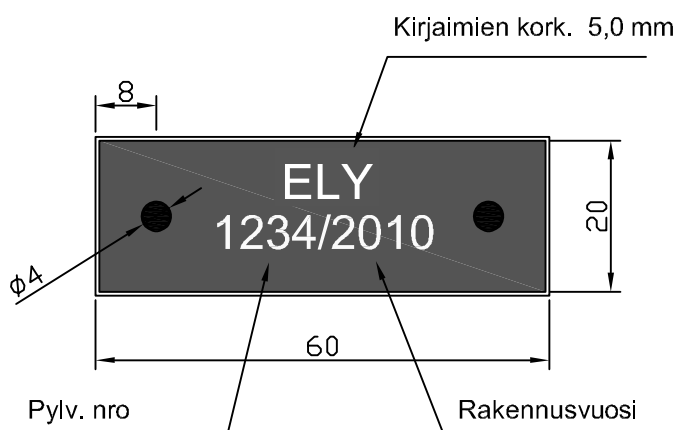
	Kellonaika, alkava tunti																		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Kaikki valaistusluokat	Mitoittavasta valaistusluokasta jäljelle jäävä keskimääräinen lum. tai valaistusv. %																		
Purkauslamppuvalaisimet	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100

Tievalaistuskeskusten ja valaisinpylväiden merkitseminen

Tievalaistuskeskukset



Valaisinpylväät



Valaisinpylväiden merkinnät voidaan tehdä myös valmistajan toimittamilla tarroilla, jos tarrat täyttävät kaikki tilaajan vaatimukset.

Kilpi: Kaksikerrosmuovia, musta pohja / valkoiset kirjaimet.
Keskusten kilpien kiinnitystä täydennetään tarvittaessa pikaliimalla.

**VT6 PARANTAMINEN SÄRKILAHDEN LIITTYMÄN (MT4063)
KOHDALLA RAKENTAMALLA KÄÄNTYMISKAISTA VASEMMALLE
RUOKOLAHDELLE**

R17/2 Tievalaistuksesta luovutettava aineisto

**TÄMÄ MALLI ON VAIN ESIMERKKI, JOKA ON VOIMASSA OHJEEN
JULKAISUHEIKELLÄ.**

1 Luovutusaineisto ja tarkastukset

1.1 Tarkastukset

Ennen tievalaistuksen käyttöönottoa urakoitsija suorittaa kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 517/1996 mukaisen käyttöönottotarkastuksen mittauksineen. Tarkastuksesta ja mittauksista laaditaan käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Urakoitsija teettää uudelle keskukselle sähköasennuksen tarkastuksen kolmannella osapuolella. Sähköasennuksen tarkastuksen on oltava Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) ohjeen *Valtuutetut tarkastajat 17/2017* mukaisen tarkastajan tai tarkastuslaitoksen suorittama. Tarkastuksen tulee olla standardin *SFS 5825:2019* mukainen.

Urakoitsija luovuttaa tarkastuspöytäkirjat tilaajalle tarkastuksen lakimääräisestä 3 kk:n suoritusajasta poiketen urakan loppukokouksessa.

1.2 Valokuvat

Urakoitsijan tulee valokuvata työn valmistumisen jälkeen uusi tievalaistuskeskus TVK-6-313-33 seuraavasti:

- valokuva tievalaistuskeskuksesta n. 5 m etäisyydeltä edestä jakokaapin ovet suljettuina
- valokuva tievalaistuskeskuksesta n. 2 m etäisyydeltä jakokaapin ovet avattuina ja keskuksen kaikki ovet kiinni
- valokuva tievalaistuskeskuksesta n. 2 m etäisyydeltä jakokaapin ja keskuksen kaikki ovet avattuina
- valokuva ryhmälähdöistä ja sulakkeista niin, että kaikki merkinnät ovat luettavissa kuvasta tietokoneen näytöllä
- valokuva asennetusta sähkömittarista
- valokuva keskuksen asennetusta ulkovalaistuksen ohjausjärjestelmän ohjauslaitteesta.

Valokuvat toimitetaan tilaajalle luovutusaineiston yhteydessä.

1.3 Luovutusaineisto

Urakoitsijalle luovutetaan alkuperäinen tilaajan valaistussuunnitelma sähköisessä muodossa.

Valaistussuunnitelma (kaikki suunnitelma-asiakirjat) on päivitettävä työn aikana asennusta vastaaviksi loppupiirustuksiksi alkuperäisen tilaajan valaistussuunnitelman pohjalta. Urakoitsijan on lisättävä suunnitelma-asiakirjoihin toteutusta vastaavat valaistuslaitteiden tuotenimet sekä teksti "*Loppupiirustus pp.kk.vvvv, Yritys/Nimi/Yhteystiedot*".

Luovutusaineisto luovutetaan tilaajalle ennen vastaanottotarkastusta ja niiden tulee sisältää seuraavat asiakirjat:

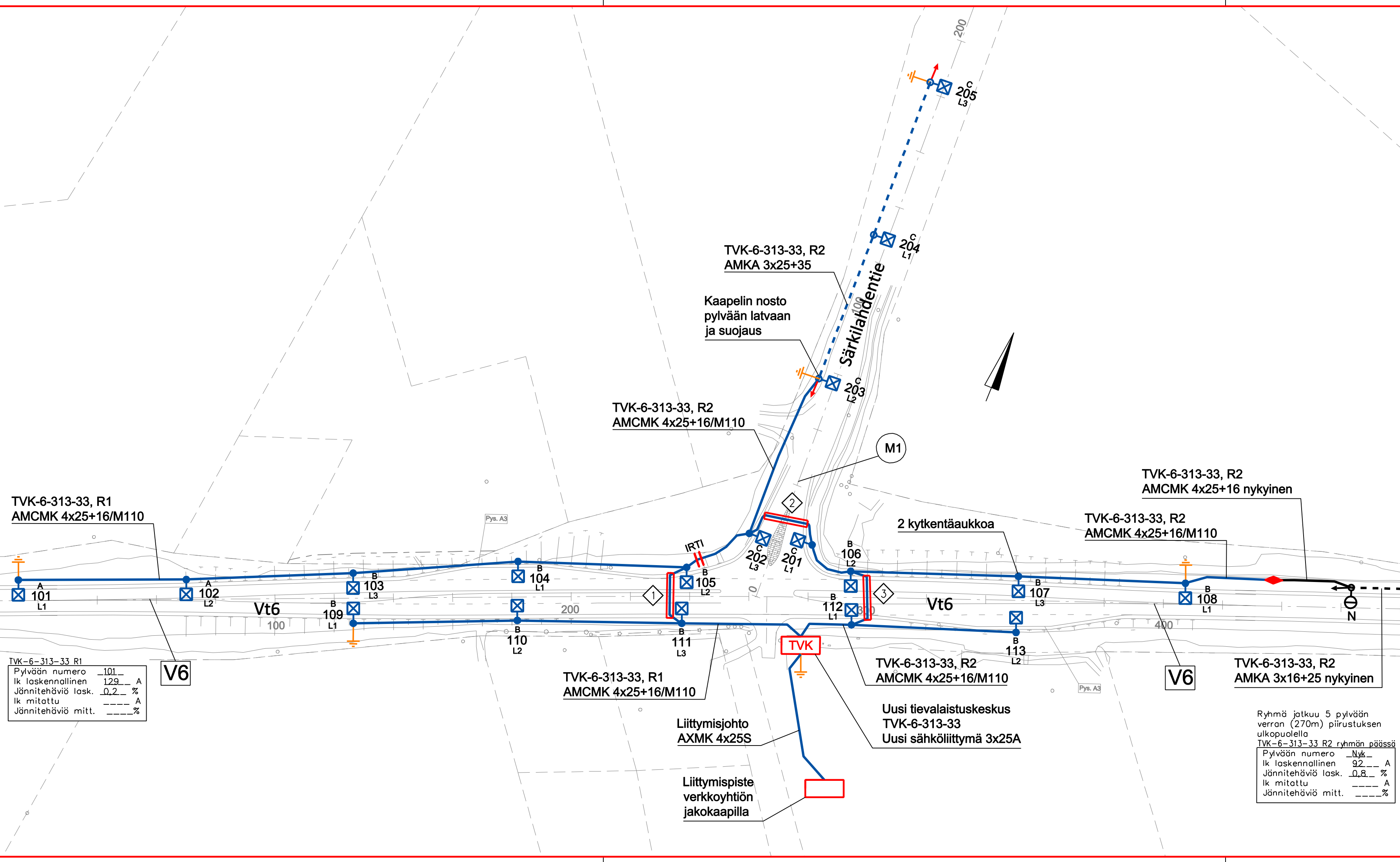
- loppupiirustukset valaistussuunnitelmasta, ks. vaatimukset yllä
- täytetty ja allekirjoitettu käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- täytetty ja allekirjoitettu mittauspöytäkirja, jossa on esitetty mitatut:
 - keskuksen päävirrat ja jännite
 - keskuksen syttymisvirrat ryhmittäin
 - keskuksen kuormitusvirrat ryhmittäin
 - oikosulkuvirrat keskukselta sekä jokaisen ryhmän viimeiseltä pylväältä

- maakaapeliverkosta eristysvastuksen sekä PEN-johtimen jatkuvuuden mitaustulokset
- maadoitusarvot keskukselta ja jokaiselta maadoituselektrodilta erikseen
- täytetty ja allekirjoitettu varmennustarkastuspöytäkirja
- keskuksen kokoonpanopiirustukset
- valokuvat kohdan 1.2 mukaisesti
- tarvikeluettelo käytetyistä tarvikkeista
- valaistuksen inventointilomake
- tievalaistuslaitteiden kartoitustiedot ja valokuvat Väyläviraston ohjeen *Tievalaistusverkon kartoitus ja digitointi 3.7.2018* liitteen 1 *Rakennetun tai parannetun tievalaistusverkon kartoitus* mukaisesti.

Lisäksi keskukseseen sijoitetaan keskus- ja piirikaavio laminoituina, keskuksen kokoonpanopiirustukset sekä varmennustarkastuspöytäkirja ja käyttöönottopöytäkirja.

Luovutusaineisto tallennetaan tilaajan osoittamaan paikkaan tai toimitetaan tilaajan osoittamalla tavalla. Luovutusaineisto luovutetaan pdf-tiedostoina sekä alkuperäisinä muokattavissa olevina tiedostoina (dwg, docx, xlsx jne.).

Konsultti	Tilaaja
Suun. 20.6.2023 Malli Suunnittelija	Tark. Malli Tarkastaja
Tark. 20.6.2023 Malli Tarkastaja	Hyv. Malli Hyväksyjä
Hyv. 20.6.2023 Malli Projektipäällikkö	
Konsultti Oy	ELY-keskus



- A
101
L1

Uusi varrellinen metallipylväs, LED-valaisin
- A
101
L1
- Uusi varrellinen puupylväs, LED-valaisin

N

Nykyinen säilytettävä puupylväs, purkauslamppuvalaisin

Harustettu pylväs

Uusi maakaapeli asennettuna suojaputkeen

Uusi ilmajohto

Uusi maakaapeli asennettuna suojaputkeen, alitukset

Kaapelijatkos

Nykyinen maakaapeli

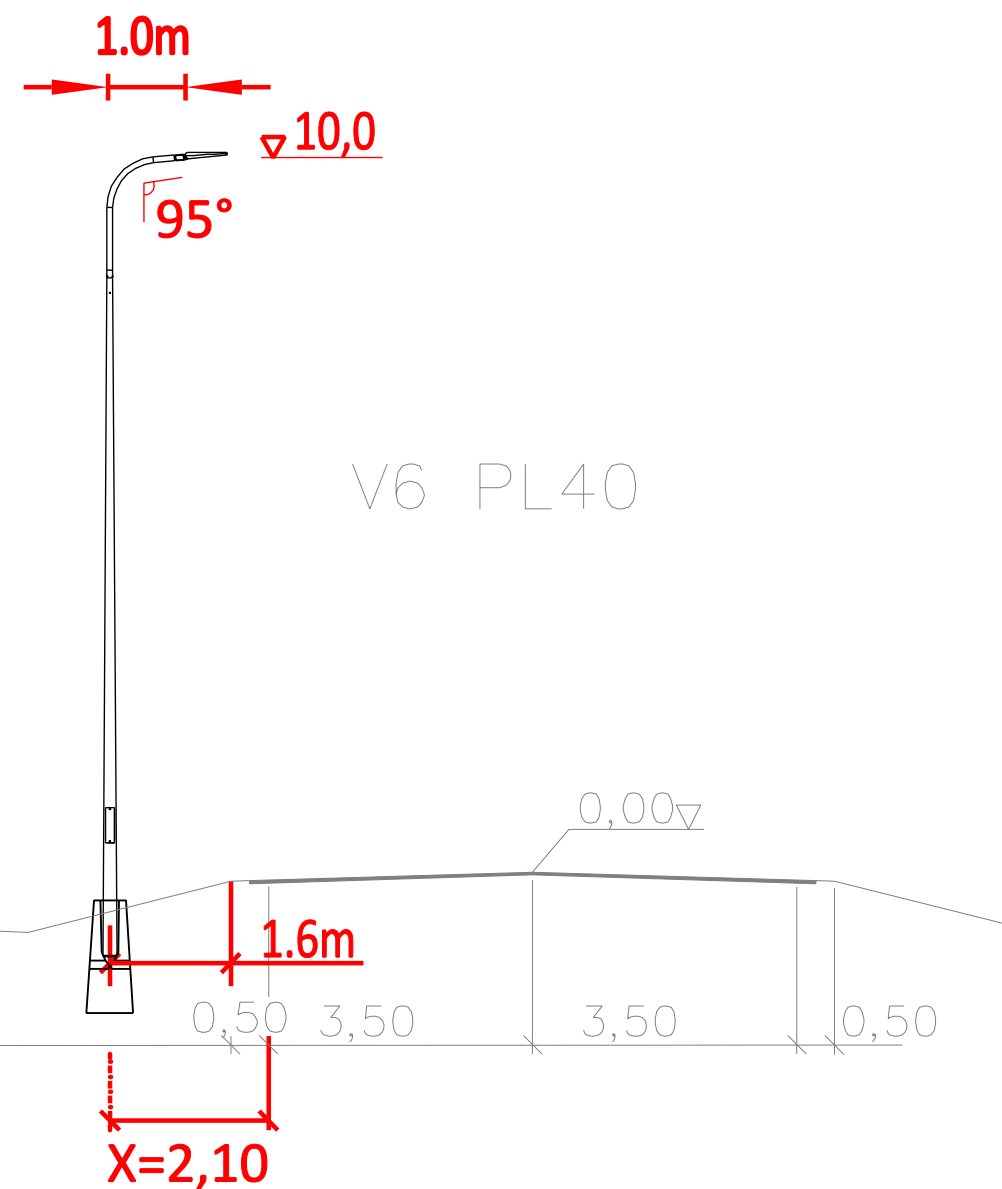
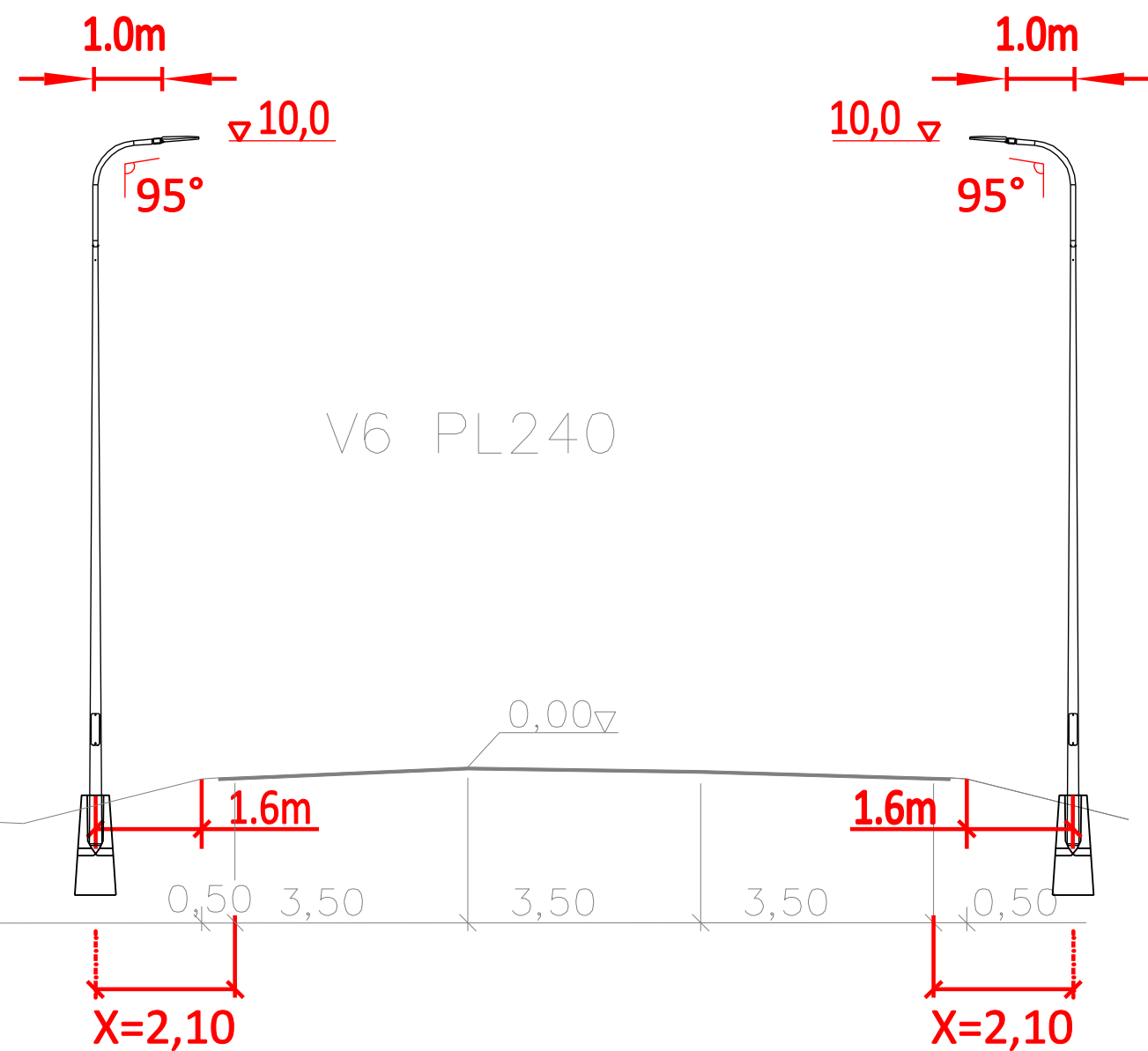
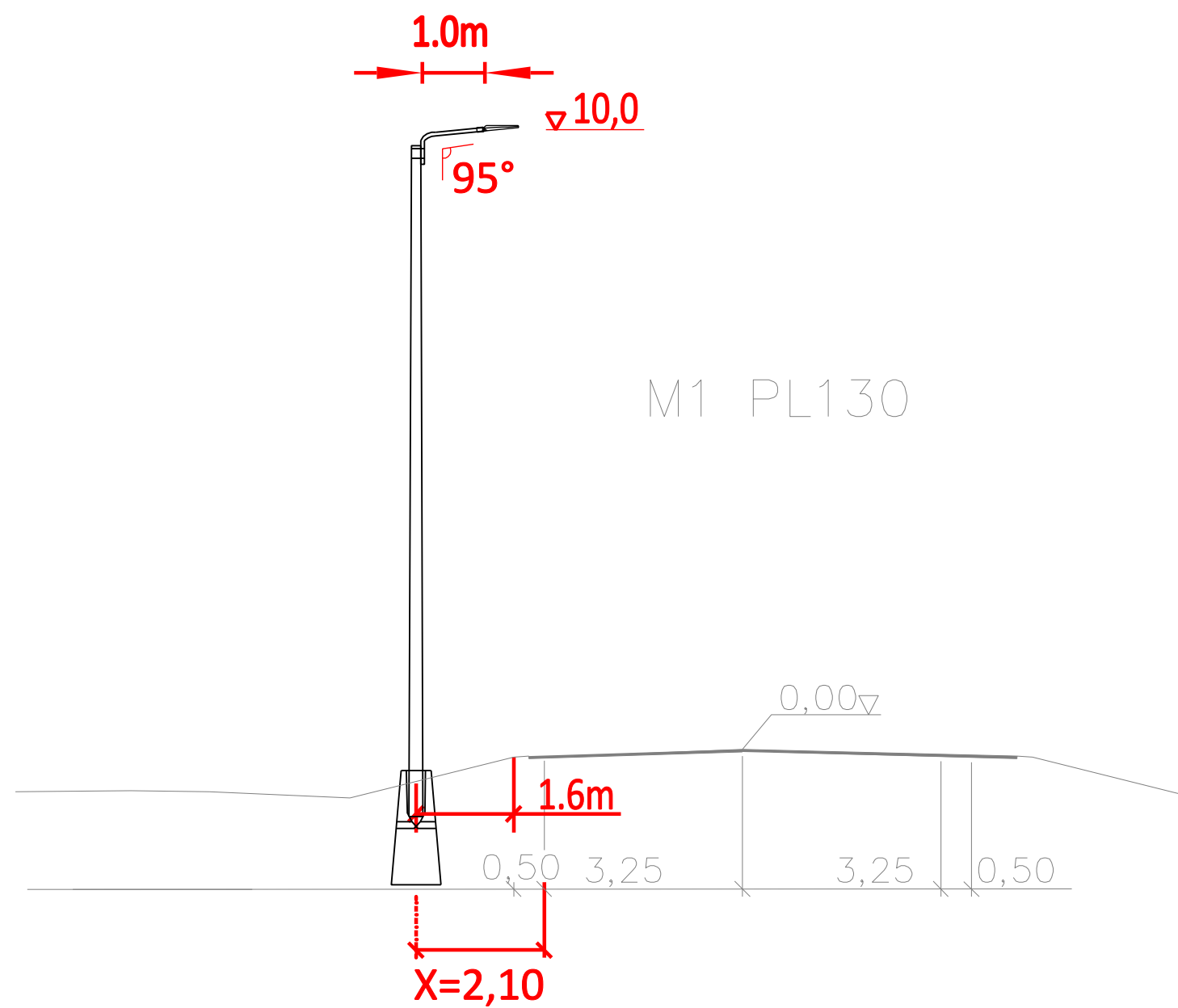
Nykyinen ilmajohto

Maadoituskupari

Irtikytkentä, kaikki äärijohtimet ja PEN-johdin erotetaan omiin kytkentäkalusteisiinsa

Uusi tievalaistuskeskus

Merkki	Muutos			Pvm.	Suunn.	Tark.
Hankkeen nimi Vt6 parantaminen Särkilahden liittymän (Mt4063) kohdalla rakentamalla kääntymiskaista vasemmalle Ruokolahdelle						
Piirustuksen sisältö Valaistus, suunnitelmakartta				Tierekisteritunnus 6/312/5906 – 6/313/218		
Konsultti Oy				 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
Pvm. 20.6.2023	Suunn. Malli Suunnittelija				Tark. Malli Tarkastaja	
	Tark. Malli Tarkastaja				Hyv. Malli Hyväksyjä	
Koordinaattijärjestelmä		ETRS-GK29		Mittakaava		Piir.no
Korkeusjärjestelmä		N2000		1:1000		R17/4



Merkki	Muutos		Pvm.	Suunn.	Tark.
Hankkeen nimi					
Vt6 parantaminen Särkilahden liittymän (Mt4063) kohdalla rakentamalla kääntymiskaista vasemmalle Ruokolahdelle					
Piirustuksen sisältö			Tierekisteritunnus		
Valaistus, tyyppipoikkileikkaukset			6/312/5906 – 6/313/218		
Konsultti Oy			 Elinkino- ja ympäristökeskus		
Pvm.	Suunn.	Malli Suunnittelija		Tark.	Malli Tarkastaja
20.6.2023	Tark.	Malli Tarkastaja		Hyv.	Malli Hyväksyjä
Koordinaattijärjestelmä		ETRS-GK29	Mittakaava		Piir.no
Korkeusjärjestelmä		N2000	1:100		R17/5

Tilaaaja				Suunnittelija				VALAISTUKSEN RAKENTAMISSUUNNITELMA				Pvm.	
				Konsultti Oy Mallikatu 1 01234 KAUPUNKI				PYLVÄS- JA JALUSTALUETTELO				20.6.2023	
Tark.	Malli Tarkastaja	Pvm	20.6.2023	Suunn.	Malli Suunnittelija	Projektin nimi				Pvir.nro			
Hyv.	Malli Hyväksyjä	Pvm	20.6.2023	Tark.	Malli Tarkastaja	Vt6 parantaminen Särkilahden liittymän (Mt4063) kohdalla				R17/6			
Muut.	Selite					Pvm	Tekijä	Tark.	Hyv.				

*) Jalankulku- ja pyöriteiden pylvaiden etäisyys päällysteen tai väylän reunasta

Sijantitiedot								Valaisinpylväs						Jalusta			Valaisin				
Nro	Väylän nimi	PL	Koordinaatit			Sijainti O/V/K	Pylvään etäisyys ajoradan reunasta (m) *)	Tyyppi	Valittu tuote	Pylv. varsi	Maad	H=Harus T=Tukipuu	Erillinen ympäristäyttö Kapea/Leveä/L ouhinta	Vaadittu DL ³	Valittu tuote ja sen DL ³ -mitta	Tyyppi		Vaihe			
			X	Y	Jalustan yläpinta Z											I	II	I	II		
101	V6	13	6797042,53	29498755,88	13,78	V	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1		X			1,13	Jalusta1	A		L1			
102	V6	70	6797063,97	29498808,37	13,92	V	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	A		L2			
103	V6	126	6797087,15	29498859,78	14,64	V	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	B		L3			
104	V6	182	6797111,74	29498909,91	14,21	V	1,0	103P10 HE100	Metallipylväs 1				Kapea	1,13	Jalusta1	B		L1			
105	V6	239	6797131,27	29498963,41	15,16	V	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	B		L2			
106	V6	294	6797150,87	29499015,25	14,89	V	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	B		L2			
107	V6	351	6797170,54	29499068,41	14,73	V	2,1	103P10 HE100-K2	Metallipylväs 2					1,13	Jalusta1	B		L3	Toinen kytkentäaukko erikoisvalaistusvarausta varten.		
108	V6	407	6797189,57	29499121,51	15,60	V	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1		X			1,13	Jalusta1	B		L1			
109	V6	126	6797071,49	29498866,19	15,77	O	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1		X			1,13	Jalusta1	B		L1			
110	V6	182	6797093,17	29498917,17	15,25	O	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	B		L2			
111	V6	238	6797113,15	29498968,98	14,92	O	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	B		L3			
112	V6	294	6797134,20	29499022,27	14,68	O	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	B		L1			
113	V6	351	6797152,71	29499074,75	15,73	O	1,3	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	B		L2			
201	M1	19	6797154,16	29498999,79	15,21	O	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1					1,13	Jalusta1	C		L1			
202	M1	20	6797149,88	29498978,71	15,36	V	2,1	103P10 HE100	Metallipylväs 1		X			1,13	Jalusta1	C		L3			
203	M1	74	6797204,80	29498980,95	15,94	V	2,1	Puupylväs 211 TU maakaapelille	Puupulväs 1	10TV30		H		2,54	Jalusta2	C		L2	Kaapelin nosto pylvään latvaan ja suojaus.		
204	M1	128	6797259,35	29498982,77	16,39	V	2,1	Puupylväs 211 TU ilmajohdolle	Puupulväs 2	10TV30				2,54	Jalusta2	C		L1			
205	M1	184	6797314,01	29498978,08	16,20	V	2,1	Puupylväs 211 TU ilmajohdolle	Puupulväs 2	10TV30	X	H		2,54	Jalusta2	C		L3			

Punaisella merkityt kohdat ovat toteuttajan jälkikäteen täyttämää

Tilaaja			Suunnittelija		VALAISTUKSEN RAKENTAMISUUNNITELMA				Pvm.	
			Konsultti Oy		VALAISINLUETTELO				20.6.2023	
			Mallikatu 1 01234 KAUPUNKI		Projektin nimi				Piir.nro	
					Vt6 parantaminen Särkilahden liittymän (Mt4063) kohdalla				R17/7	
					Ruokolahti					
Tark.	Malli Tarkastaja	20.6.2023	Suunn.	Malli Suunnittelija	Tekijä		Tark.		Hyv.	
Hyv.	Malli Hyväksyjä	20.6.2023	Tark.	Malli Tarkastaja						
Muut.	Selite			Pvm						

	Tyyppi	Valaisin	Valonjako	Valmistaja	Valaisimen väri	Nimellisarvot [lm / W]	Laskennalliset käyttöarvot [% (lm / W)]	Väriäm- pötilä [K]	R _a	Määrä [kpl]	Zhaga- liittimet Y=yläp. A=alap.	Huom!
*)	A	Valaisinmalli 1	Optiikka 1	Valmistaja	Vakio	10000lm / 100W	30% (3000lm / 30W)	4000	≥70	2	Y	
*)	B	Valaisinmalli 1	Optiikka 1	Valmistaja	Vakio	10000lm / 100W		4000	≥70	11	Y	
*)	C	Valaisinmalli 2	Optiikka 2	Valmistaja	Vakio	5000lm / 50W		4000	≥70	5	Y	

*) Valaisimen tulee olla Väyläviraston ohjeen Ledivalaisimien laatuvaatimukset mukainen. Zhaga-liittimeen asennetaan valaisinvalmistajan toimittama suojahattu. Valaisimen liitäntälaitteeseen ohjelmoidaan työkohtaisten laatuvaatimusten liitteen 1 mukainen ohjausprofiili.

Punaisella merkityt kohdat ovat toteuttajan jälkikäteen täyttämiä

Tilaaja			Suunnittelija			VALAISTUKSEN RAKENTAMISSUUNNITELMA			Pvm.
			Konsultti Oy			SUOJAPUTKILUETTELO			20.6.2023
			Mallikatu 1 01234 KAUPUNKI			Projektin nimi			Piir.nro
Tark.	Malli Tarkastaja	20.6.2023	Suunn.	Malli Suunnittelija		Vt6 parantaminen Särkilahden liittymän (Mt4063) kohdalla			R17/8
Hyv.	Malli Hyväksyjä	20.6.2023	Tark.	Malli Tarkastaja		Ruokolahti			
Muut.	Sisältö				Pvm	Tekijä	Tark.	Hyv.	

Tunnus	Väylän nimi	PL	Ulkohalk. mm	Rengasjäykkyys SN-luokka	Lukumäärä kpl	Yksinkertainen pituus / m	Pituus yhteensä m	Omistaja	Lisätiedot
1	V6	233	110	SN 16 *)	2	15	30	ELY-keskus	
2	M1	28	110	SN 16 *)	2	15	30	ELY-keskus	
3	V6	300	110	SN 16 *)	2	15	30	ELY-keskus	

*) Massiiviseinämainen tai kolmikerroksinen suojaputki

Tilaaja		Suunnittelija			VALAISTUKSEN RAKENTAMISSUUNNITELMA		Pvm.
		Konsultti Oy Mallikatu 1 01234 KAUPUNKI			MÄÄRÄLUETTELO		20.6.2023
20.6.2023	Tark. Malli Tarkastaja	Suunn. Malli Suunnittelija			Projektin nimi Vt6 parantaminen Särkilahden liittymän (Mt4063) kohdalla Ruokolahti		Piiir.nro R17/9
20.6.2023	Hyv. Malli Hyväksyjä	Tark. Malli Tarkastaja					
Muut.	Sisältö	Pvm	Tekijä	Tark.	Hyv.		

LITTERA	SUORITERYHMÄ HUOM! Valaisimien tarkat tyypit on esitetty valaisinluettelossa	SUORITE- MÄÄRÄ, YHT	SUORITE- YKSIKKÖ	V6	M1				
33601	Poistettavat valaistusrakenteet								
33601.1	Puupylvään purku	18	kpl	18					
33601.2	Haruksen purku	1	kpl	1					
33601.3	Keskuksen purku	1	kpl	1					
33611	Tievalaistuksen kaapelikaivannot								
33611.1	KaapelisuojaPUTKEN asennus tierakenteeseen	775	m	670	105				
33612	Tievalaistuksen kaapelinsuojaPUTKET								
33612.1	SuojaPUTKI MP110 SN16 massiiviseinämäinen tai kolmikerroksinen	90	m	60	30				
33612.2	SuojaPUTKI MP110 SN8	685	m	610	75				
33612.3	Varoitussauha	775	m	670	105				
33612.4	Y-haara 110-110-110	5	kpl	4	1				
33613	Tievalaistuksen maakaapelit								
33613.1	AMCMK 4x25+16	835	m	722	113				
33613.2	AXMK 4x25S	48	m	48					
33614	Tievalaistuksen maadoitukset								
33614.1	Cu16 25m	4	kpl	3	1				
33614.2	Cu25 25m	1	kpl	1					
33614.3	Syvämaadoitus: maadoitussauva ja maadoituselektrodi	1	kpl		1				
33620	Valaisinpylväiden jalustat								
33620.1	Pylväsjalusta Jalusta1 (DL³ vähintään 1,13)	15	kpl	13	2				
33620.2	Puupylväsjalusta Jalusta2 (DL³ vähintään 2,54)	3	kpl		3				
33630	Valaisinpylväät								
33630.1	Metallipylväs 103P10 HE100	14	kpl	12	2				
33630.2	Metallipylväs 103P10 HE100-K2	1	kpl	1					
33630.3	Puupylväs 211 TU maakaapelille	1	kpl		1				
33630.4	Puupylväs 211 TU ilmajohdolle	2	kpl		2				
33631	Valaisinvarret								
33631.1	Puupylväsvarsi 10TV30	3	kpl		3				
33632	Pylvään sisäiset kaapelointi- ja kytkentätyöt sekä kalusteet								
33632.1.1	MPK 3x2,5S	154	m	132	22				
33632.1.2	Pylväsliitin 4 x vaihe + 1 x PEN	15	kpl	13	2				
33632.1.3	Pylväsvarokepessä 6A	15	kpl	13	2				

Tilaaja		Suunnittelija			VALAISTUKSEN RAKENTAMISSUUNNITELMA		Pvm.
		Konsultti Oy Mallikatu 1 01234 KAUPUNKI			MÄÄRÄLUETTELO		20.6.2023
20.6.2023	Tark. Malli Tarkastaja	Suunn. Malli Suunnittelija			Projektin nimi		Piir.nro
20.6.2023	Hyv. Malli Hyväksyjä	Tark. Malli Tarkastaja			Vt6 parantaminen Särkilahden liittymän (Mt4063) kohdalla Ruokolahti		R17/9
Muut.	Sisältö	Pvm	Tekijä	Tark.	Hyv.		

LITTERA	SUORITERYHMÄ HUOM! Valaisimien tarkat tyypit on esitetty valaisinluettelossa	SUORITE- MÄÄRÄ, YHT	SUORITE- YKSIKKÖ	V6	M1				
33633	Tievalaistuksen harukset ja tuet								
33633.1	Harussarja laatalla	2	kpl		2				
33640	Tievalaistuksen ilmajohtoasennukset								
33640.1	AMKA 3x25+35	110	m		110				
33640.2	MPK 3x2,5S	9	m		9				
33640.3	AMKA-liitin	9	kpl		9				
33640.4	Kaapelin nosto pylvään latvaan ja suojaus	1	kpl		1				
33640.5	Puupylvään hattu, EPH 20 muovi	3	kpl		3				
33662	Tievalaisimet, katso valaisinluettelosta tarkat tyypit								
33662.A	Valmistaja Valaisinmalli 1 Optiikka 1, Zhaga-liitin	2	kpl	2					
33662.B	Valmistaja Valaisinmalli 1 Optiikka 1, Zhaga-liitin	11	kpl	11					
33662.C	Valmistaja Valaisinmalli 2 Optiikka 2, Zhaga-liitin	5	kpl		5				
33670	Tievalaistuskeskukset								
33670.1	Tievalaistuskeskus, asennus jakokaappiin (TVK-6-313-33)	1	kpl	1					

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37									
	A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT										C TUNNUSMERKINNÄT										E KAAPELOINTITIEDOT															
A	KESKUS																				6. Laskutusmittamuuntajien toimittaja							A								
B	1. Nimellisjännite U _N 400 V										3. Keskuksen rakenne										sähkölaitos							B								
	2. Jännitehäviö keskukseseen U _H %										1-puoleinen										keskusvalmistaja															
C	3. Taajuus f 50 Hz										2-puoleinen																									
D	4. Nimellisvirta I _N 63 A										2 kpl 1-puoleisia																									
	5. Oikosulkukestoisuus										selät vastakkain																									
	terminen I _{IS} kA										4. Asennustapa																									
	dynaaminen I _S kA										pinnalle																									
	SFS 154:n mukaan										uppoon																									
E	6. Keskuksen häviöteho P _H kW										putkituskotelolla																									
	7. Kiskot tai johtimet AC										5. Kiinnitys																									
	L1										seinään																									
	L2										lattiaan																									
F	L3										6. Asennus- ja tukirakenteet																									
	N										sidekiskot																									
	PE										jalustat																									
	PEN										7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite																									
G	8. Kiskot tai johtimet DC										lukolla																									
	L+										salvalla																									
	M										kolmioavain Abloyavain																									
	L-																																			
H	9. Ohjausjännite U V										8. Keskuksen ovien ja kansien																									
	f Hz										avautumiskulma																									
	I A										min 90 astetta																									
J	S kVA										min 180 astetta																									
	10. Apujännite 1										9. Kansien saranointi																									
	11. Apujännite 2										kytkentäkentät																									
K											kojekentät																									
											kiskokotelokentät																									
											kaikki																									
L	LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET										10. Pintakäsittely																									
	12. Jakelujärjestelmä										valmistajan normaali																									
	käyttömaadoitettu 4j. TN-C-S										erillisen ohjeen mukaan																									
	käyttömaadoitettu 5j. TN-S																																			
M	käyttömaadoittamaton IT																																			
	13. Teho										11. Asennustila																									
	asennettu S kVA										leveys 1,1 m																									
	tasattu S kVA										korkeus, normaali muu 1,6 m																									
N	14. Tehokerroin cos Ø										syvyys, normaali muu m																									
	15. Lämmitystehon osuus kW										12. Ympäristön lämpötila																									
O											normaali 20...25 C																									
											min -30 °C max +35 °C																									
P	B RAKENNETIEDOT										13. Kennokeskuksen kaapelikuilut																									
	Keskus sijoitetaan kaapelijakokaappiin										1 kpl/kenttä																									
R	1. Keskuslaji										1 kpl/2 kenttää																									
	kenno										valmistajan normaali																									
	kotelo										leveys m																									
S	2. Kotelointiluokka										14. Lattialla seisovan keskuksen																									
	min IP 34										alhaalla olevat läpiviennit																									
											avoin																									
											palonkestävä																									
										Konsultti Oy										Vt6 Ruokolahti Keskuskaavio TVK-6-313-33										Suunn. MSu /20.6.2023 Piirt. MPI Tark. MTa Sähköpositio Lehti 1/4 Piirustusnumero R17/10-1 Työnumero						

[illegible]

[illegible]

D muutos

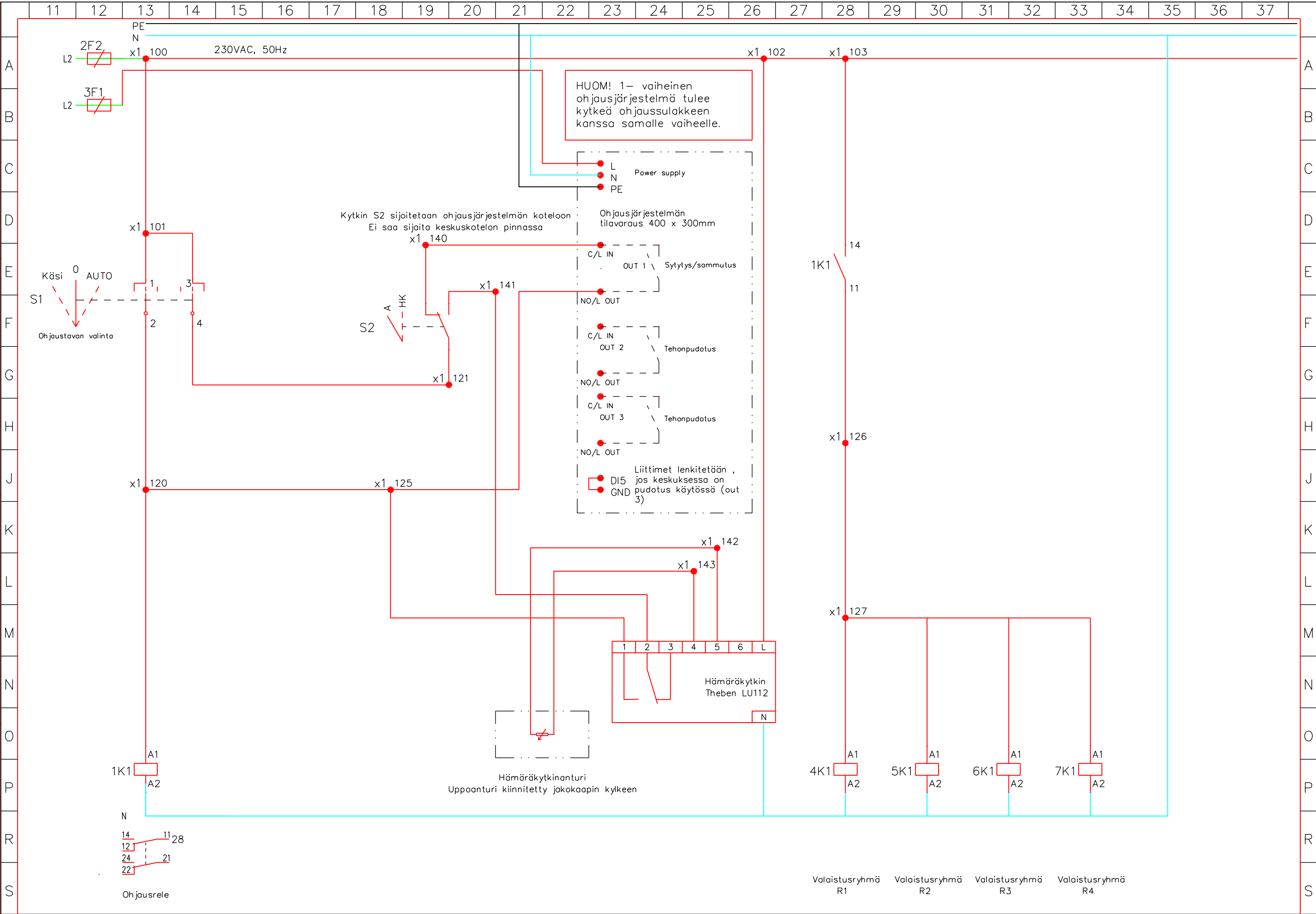
E muutos

F muutos

A muutos

B muutos

C muutos



Konsultti Oy

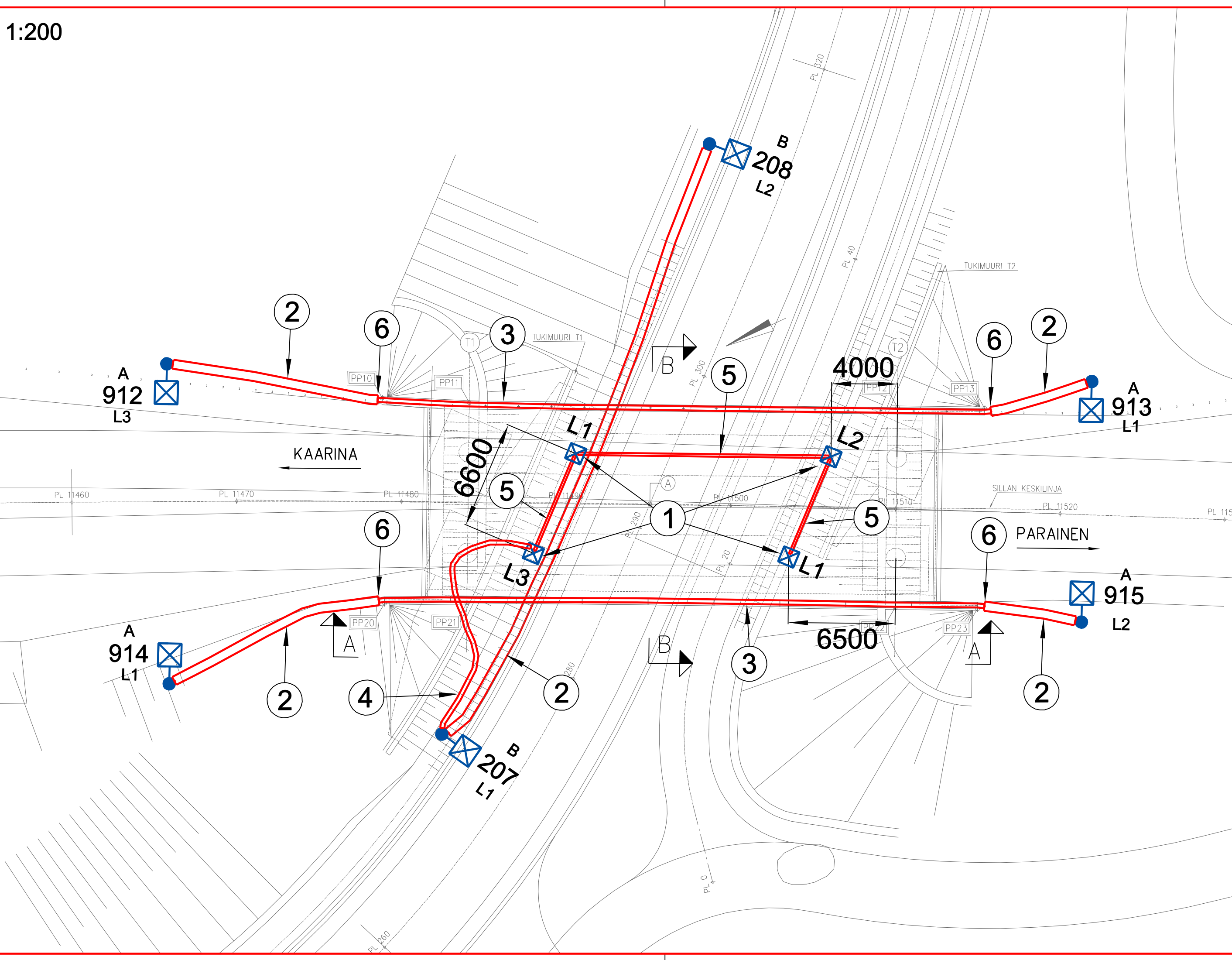
Vt6 Ruokolahti
Piirikaavio
ELY TVK-6-313-33

Suunn. MSu /20.6.2023	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt. MPi	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark. MTa			

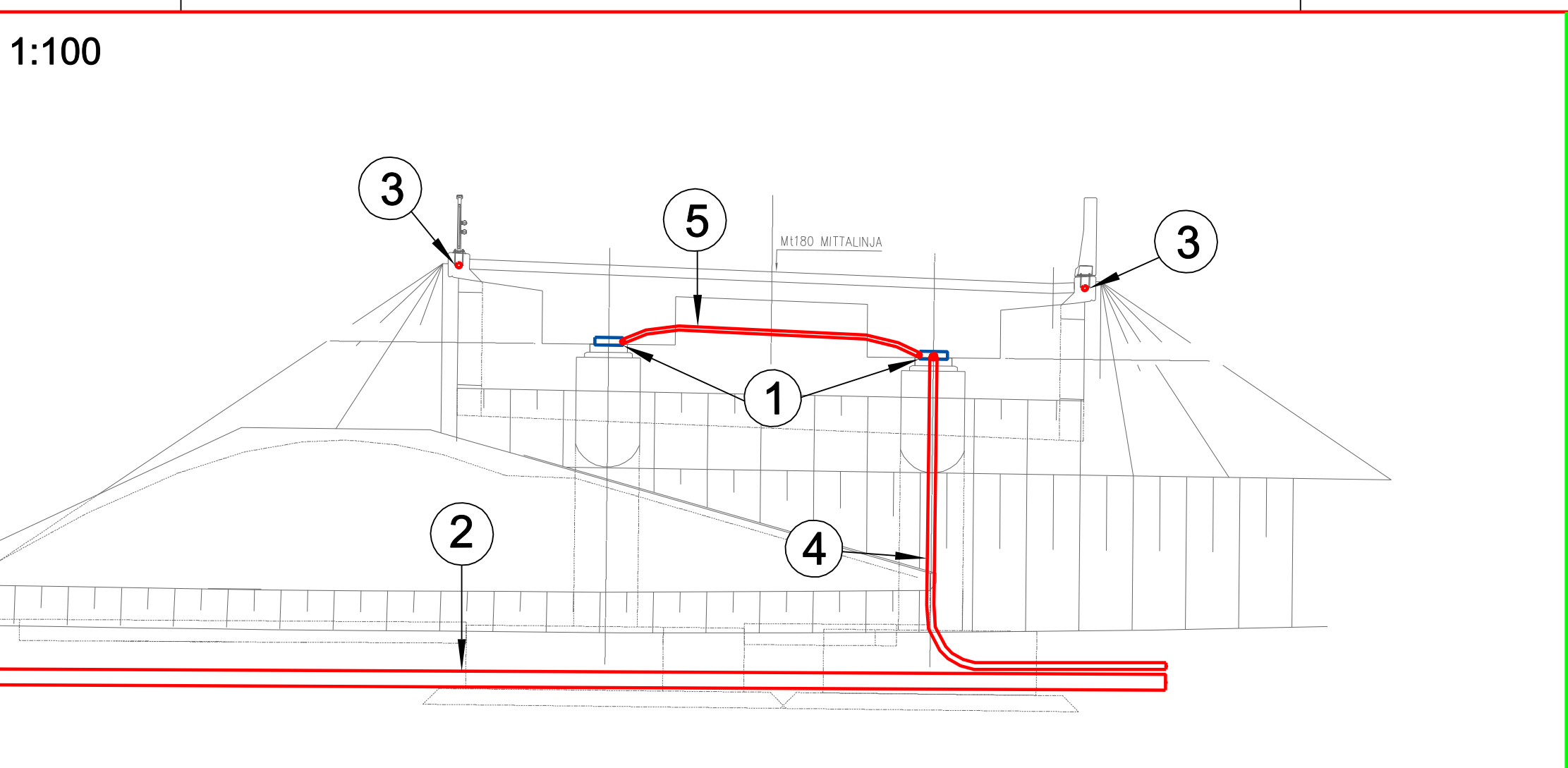
R17/10-2

[illegible]

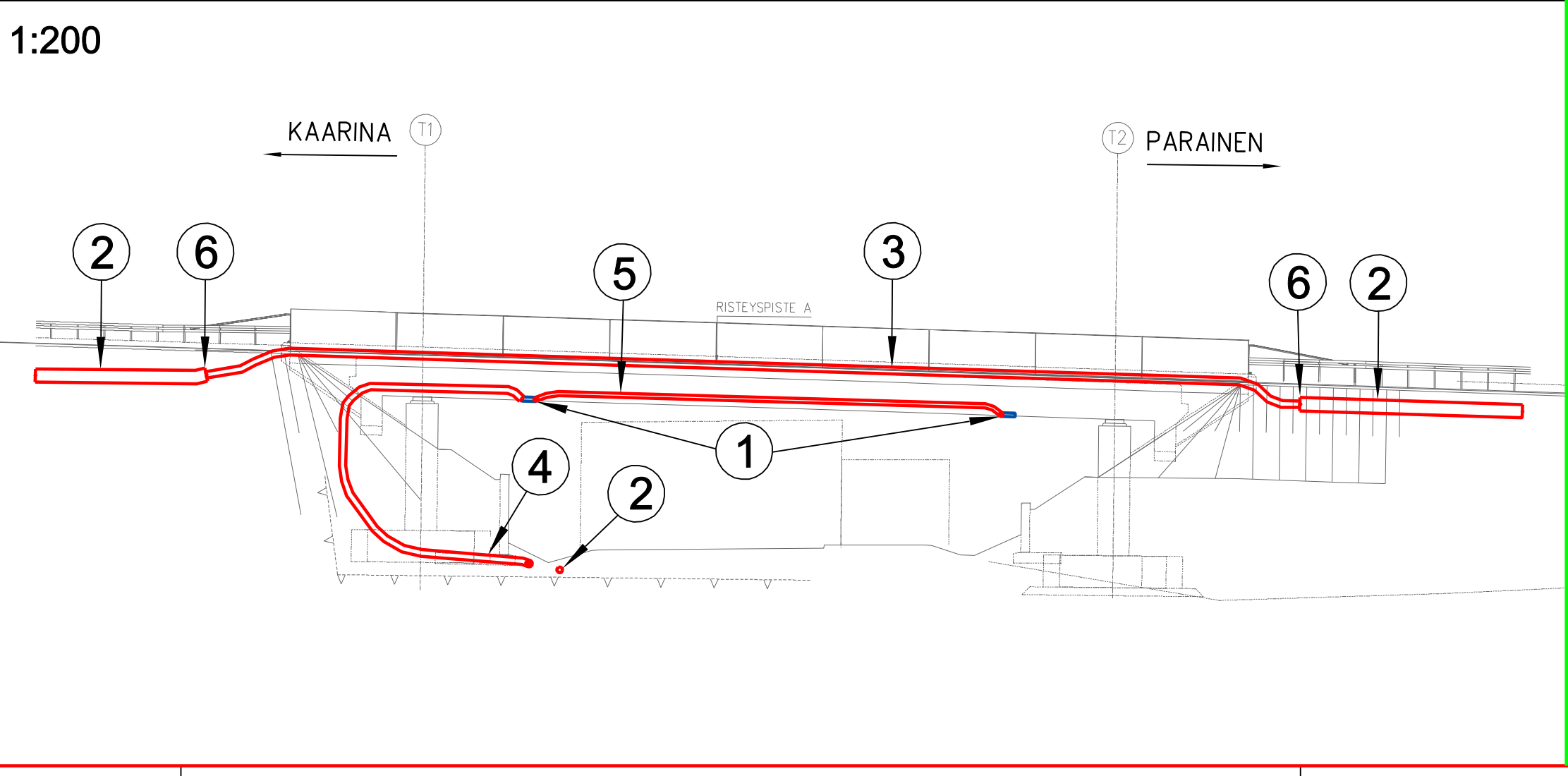
1:200



1:100



1:200



Pos	Tyyppi	Määrä
1	*JVALAISIN 1, MALLI 1, 10W, OPTIIKKA 1, 740 + VALUKOTELO	4 kpl
2	MUOVIPUTKI Ø 110 mm SN8 + AMCMK 4x25+16	165 m
3	MUOVIPUTKI Ø 50 mm SN16 + AMCMK 4x25+16	80 m
4	MUOVIPUTKI Ø 50 mm SN16 + MCMK 4x2,5+2,5	40 m
5	TERÄSPUTKI Ø 25 mm + MCMK 4x2,5+2,5	40 m
6	SUPISTUS 110-50	4 kpl

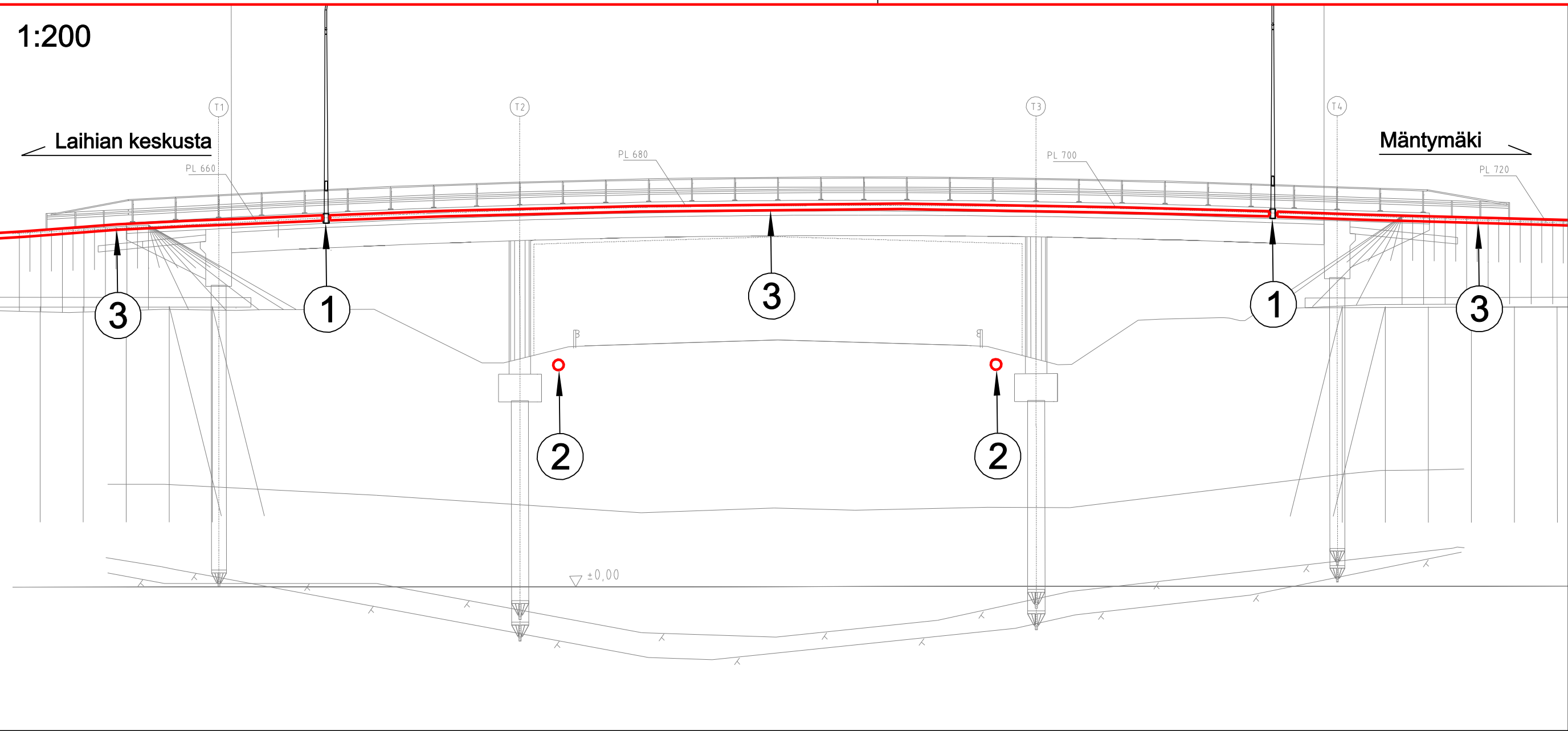
*) = KATSO VALAISINLUETTELO R17/7

Putkituksessa tulee noudattaa Väyläviraston
tyyppipiirustusta
Ty 11/521

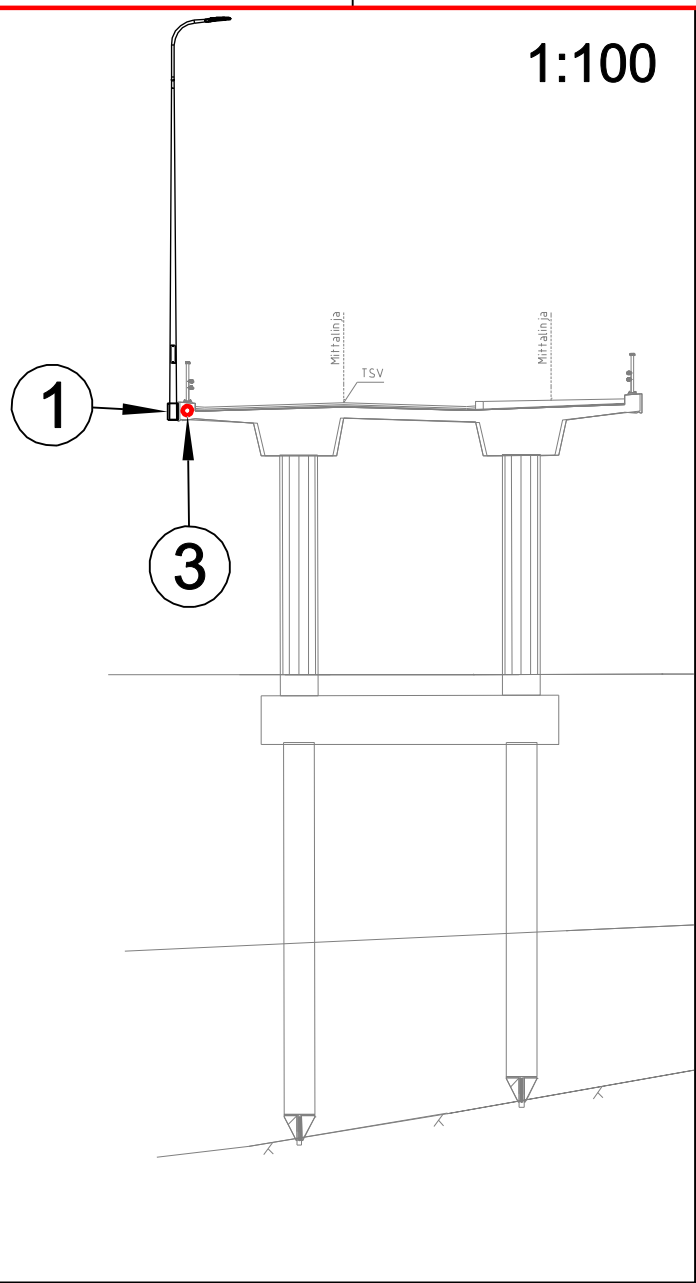
Tätä piirustusta noudatetaan vain valaistuksen
osalta

Merkki	Muutos	Pvm.	Suunn.	Tark.
Hankkeen nimi Mt180 Kirjalansalmen ja Hessundinsalmen siltojen uusiminen				
Piirustuksen sisältö Valaistus, Kalakoulun risteysilta, Parainen				
Konsultti Oy			Elinkaino-, liikenne- ja ympäristökeskus	
Pvm. 20.6.2023	Suunn. Malli Suunnittelija	Tark. Malli Tarkastaja		Tark. Malli Tarkastaja
Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK23	Korkeusjärjestelmä N2000	Mittakaava 1:200, 1:100		Piir.no R17/9

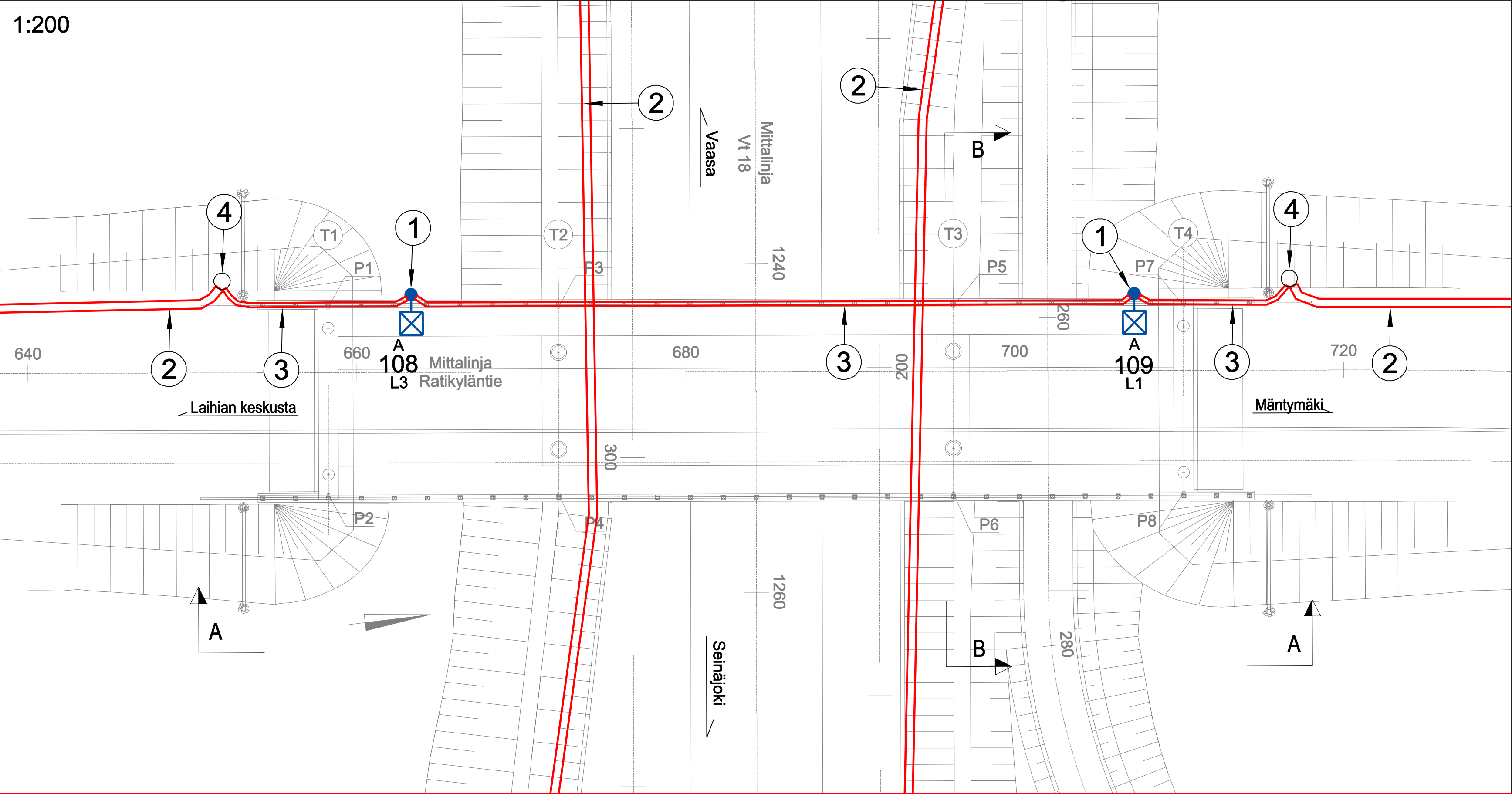
1:200



1:100



1:200



Pos	Tyyppi	Määrä
1	SILTAKIINNIKE R15/DV TIE-5, R15/DV TIE-6 JA R15/DV TIE-7	2 kpl
2	MUOVIPUTKI Ø 110 mm SN8 + AMCMK 4x25+16	130 m
3	MUOVIPUTKI Ø 50 mm SN16 + AMCMK 4x25+16	70 m
4	KAAPELIKAIVO R15/DV 4	2 kpl

Putkituksessa tulee noudattaa Väyläviraston
tyyppipiirustusta
R15/DV 4

Tätä piirustusta noudatetaan vain valaistuksen
osalta

Merkki	Muutos	Pvm.	Suunn.	Tark.
Hankkeen nimi				
Valtateiden 3 ja 18 parantaminen Laihia kohdalla, ST Rakentamissuunnitelma				
Piirustuksen sisältö				
Valaistus, Ratinkylän risteysilta S3, Laihia				
Konsultti Oy		 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
Pvm.	Suunn.	Malli Suunnittelija	Tark.	Malli Tarkastaja
20.6.2023	Tark.	Malli Tarkastaja	Hyv.	Malli Hyväksyjä
Koordinaattijärjestelmä	ETRS-GK23	Mittakaava	Piir.no	
Korkeusjärjestelmä	N2000	1:200, 1:100		R17/9



Väylävirasto
Trafikledsverket